



# Kennis Inventarisatie Document

## ‘Vloeibare bulk op- en overslag in tanks’

Interprovinciaal Overleg





# Kennis Inventarisatie Document

## ‘Vloeibare bulk op- en overslag in tanks’

**Opdrachtgever** IPO Programmaleidersoverleg Externe Veiligheid  
De heer M. den Boer (projectleider)  
De heer D. Schaap (uitvoerend projectleider)

**Opgesteld door** D&C Engineering  
Postbus 1  
2950 AA Alblasserdam, Nederland  
Telefoon 078 - 691 92 22  
Fax 078 - 691 73 01  
secretariaat@dcengineering.nl  
www.dcengineering.nl

**Auteur(s)** ing. J. de Jong  
ing. M. Kock  
ing. G. van der Hoek  
ing. R. van den Nouweland

**Publicatienummer** 278

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Introductie</b>	<b>9</b>			
1.1	Initiatief en verantwoording	11	2.1.3.2.4.2	soorten drijvende daken	63
1.2	Doel van het document	11	2.1.3.2.4.3	Extern drijvend dak	63
1.3	Opbouw van het document	12	2.1.3.2.4.4	Opmerkingen over details en toebehoren	64
1.4	Inventarisatie en registratie van andere IPO thema's	14	2.1.3.2.4.5	Vergelijking tussen externe drijvende pontonen dubbeldeksdaken	65
1.5	Relatie tussen de PGS publicaties en het IPO kennisdocument	14	2.1.3.2.4.6	Inwendige drijvende daken	66
1.6	Veel gestelde vragen m.b.t. vergunningverlening en -handhaving voor vloeibare bulk opslaginstallaties	15	2.1.3.2.4.7	Opmerkingen over het ontluchten van tanks met vaste daken met intern drijvend dak	66
			2.1.3.2.4.8	Vergelijking tussen externe en interne drijvende daken	67
<b>2</b>	<b>Opslagfaciliteiten</b>	<b>25</b>	2.1.3.2.4.9	Seal-afdichtingen	68
2.1	Indeling naar product	28	2.1.3.2.4.10	Afvoeren van drijvende daken	74
2.1.1	Op- en overslag in drukvaten	28	2.1.3.2.4.11	Noodafvoeren	76
2.1.1.1	Welke stoffen worden opgeslagen in drukvaten	28	2.1.3.2.4.12	Putbak	77
2.1.1.2	Bulk opslag in drukvaten	30	2.1.3.2.4.13	Uitlaatklep van de afvoer	77
2.1.1.2.1	Ontwerp- En Bouwfase	30	2.1.3.2.4.14	Gezichtspunten van het ontwerpen van conventionele opslagtanks	78
2.1.1.2.2	Gebruiksfase	30	2.1.3.1.4.15	Ontwerp	78
2.1.1.3	Eisen aan de technische integriteit van specifieke inrichtingen	31	2.1.3.1.4.16	Bodemontwerp	78
2.1.1.3.1	Grote LPG-installaties	31	2.1.3.2.4.17	Ontwerp van de tankwand	79
2.1.1.3.2	Eisen Aan Explosieveiligheid	31	2.1.3.2.4.18	Ontwerp vaste daken	79
2.1.1.4	Typen van tanks voor drukopslag	33	2.1.3.2.4.19	Technische aspecten van tanks met vaste daken	79
2.1.1.4.1	Spheres	33	2.1.3.2.4.20	Vulverliezen van een tank	80
2.1.1.4.2	Bullets (Horizontaal Bovengronds)	42	2.1.3.2.4.21	Ademverliezen van een tank	80
2.1.1.4.3	Bullets (Horizontaal Ondergronds)	43	2.1.3.2.3.22	Emergency	80
2.1.1.4.4	Een nieuwe ontwikkeling: 'submerged' opslag	47	2.1.3.2.5	Tankfundaties, Tankputten en putdijken	80
2.1.2	Op- en overslag van gekoelde en cryogene gassen	49	2.1.3.2.5.1	Algemeen	80
2.1.2.1	Wat zijn gekoelde en cryogene gassen	49	2.1.3.2.5.2	Taken van en eisen aan tankfundaties	81
2.1.2.2	Opslag van gekoelde of cryogene gassen	50	2.1.3.2.5.3	Ontwerp	82
2.1.2.3	Tanks uit Dubbelbeton	58	2.1.3.2.5.4	Schouders van tankfundatie	83
2.1.2.4	Gekoelde opslag of drukopslag	59	2.1.3.2.5.5	Materiaal	84
2.1.3	Op- en overslag in Conventionele Opslagtanks	59	2.1.3.2.5.6	Fundatiebouw	84
2.1.3.1	Algemeen	59	2.1.3.2.5.7	Afwerking tankfundatie	85
2.1.3.2	Conventionele opslagtanks	59	2.1.3.2.5.8	Tank(bodem)zetting	85
2.1.3.2.1	Tanks met vaste daken	60	2.1.3.2.5.9	Tankfundatie met een lekdetectie & managementsysteem	86
2.1.3.2.2	Tanks met vaste daken met interne drijvende afdekkingen	61	2.1.3.2.5.10	Het aanbrengen van de folie	86
2.1.3.2.3	Tanks met vaste daken met een dampterugwinningsysteem	61	2.1.3.2.5.11	Betonnen fundatiering onder de tankmantel	87
2.1.3.2.4	Drijvende daken & seal-afdichtingen	61	2.1.3.2.5.12	Betonnen plaatfundering	87
2.1.3.2.4.1	Waarom een drijvend dak?	61	2.1.3.2.5.13	Tankputten en putdijken	87
			2.1.3.2.5.14	Ontwerp van tankputten	87
			2.1. 3.2. 5.15	Putdijkmateriaal	88
			2.1.3.2.5.16	Afdekking van de putdijk (bescherming tegen erosie)	88
			2.1.3.2.5.17	Bouwkundige onderdelen	88
			2.1.3.2.5.18	Bodems van tankputten	89

2.1.3.3	Verwarmde opslagtanks	90	4	<b>Operationele aandachtspunten</b>	<b>131</b>
2.1.3.4	Cuptanks en dubbele bodems	90	4.1	Inleiding	134
2.1.4	Op- en overslag anorganische stoffen	93	4.1.1	Preventie van ongewenste situaties	135
2.1.4.1	Te behandelen anorganische stoffen	93	4.1.1.1	Inleiding	135
2.1.4.2	Bulk op- en overslag van chloor	93	4.1.1.2	Algemene preventie	136
2.1.4.2.1	Opslag	93	4.1.1.3	Preventie door goed ontwerp	136
2.1.4.2.2	Overslag	94	4.1.1.4	Preventie door het veilig opereren	136
2.1.4.3	Bulk op- en overslag van ammoniak	95	4.1.1.5	Preventie door het veilig uitvoeren van inspectie- en onderhoudstaken	137
2.1.5	Materialen gebruikt/geschikt voor opslag-systemen	95	4.1.1.6	Preventie door Risico Inventarisatie & Evaluatie studies	137
2.1.5.1	Staal en Roestvast staal	95	4.1.1.7	Preventie door het implementeren van veiligheidsprocedures	137
2.1.5.1.2	Drukopslag	95	4.1.2	Detectie van ongewenste situaties	138
2.1.5.1.3	Gekoelde en/of cryogene opslagtanks	95	4.1.3	Bestrijding van ongewenste situaties	138
2.1.5.2	Beton	96	4.2	Veiligheid	139
2.1.5.3	Non-Ferro metalen	96	4.2.1	VGM-beleid en organisatie, management-betrokkenheid	139
2.1.5.4	Kunststoffen, plastics en epoxy	96	4.2.2	VGM-structuur	139
2.4.5.4.1	Voor gehele tanks	96	4.2.3	Werkplekinspecties	139
2.4.5.4.2	Voor tankonderdelen	96	4.2.4	Actieplan	139
<b>3</b>	<b>Overslag mogelijkheden</b>	<b>97</b>	4.2.5	Risico inventarisatie en evaluatie	139
3.1	Inleiding	99	4.2.6	Selectie van personeel	140
3.2	Bodemverlading	100	4.2.7	Voorlichting en instructie	140
3.2.1	Inleiding	100	4.2.8	VGM-communicatie en -overleg	140
3.2.2	Overwegingen voor bodemverlading	102	4.2.9	Regels/voorschriften, V&G-plan project/werk, voorbereiding van noodsituaties	141
3.3	Topverlading	103	4.2.10	VGM-inspecties en observaties	142
3.4	Laadarmen of slangen	106	4.2.11	Bedrijfsgezondheidszorg	142
3.5	Laadarmen en valbeveiliging	106	4.2.12	Inkoop en keuring van materiaal, materieel, middelen en diensten	142
3.5.2	Klaptrappen	106	4.2.13	Melding, registratie van en onderzoek naar ongevallen, incidenten en onveilige situaties en handelingen	143
3.5.2.1	Normale uitvoering	106	4.3	Brand	144
3.5.2.2	Klaptrap met brede kooi	108	4.3.1	Inleiding	144
3.5.2.3	Verticaal bewegende veiligheidskooi	109	4.3.2	Brandpreventie	145
3.5.3	Set valbeveiliging	109	4.3.3	Branddetectie	148
3.5.4	Multi-modal systeem	110	4.3.4	Brandprotectie	148
3.6	Indeling terrein van tankdepots/terminals, zonering en explosieveiligheid	111	4.3.4.1	Inleiding	148
3.6.1	Inleiding	111	4.3.4.2	Passieve brandprotectie	150
3.6.2	Europese richtlijnen en het Nederlandse wettelijk kader	112	4.3.4.3	Actieve brandprotectie	151
3.6.3	ATEX 137 in het ARBO-besluit	114	4.3.5	Brandbestrijding	151
3.6.4	Zonering van gebieden met explosiegevaar	114	4.4	Emissiebeperkende maatregelen	153
3.6.5	Explosieveiligheidsdocument	119	4.4.1	Algemeen	153
3.7	Tankputten	120	4.4.2	Theoretische achtergronden	156
3.8	Drainage van tankputten en van tank-installaties	124	4.4.3	Druk/vacuümkleppen	157
3.9	Afvalwaterbehandeling	127			

4.4.4	Zonneschermen	158	5	<b>Fasen van tankdepots/terminals</b>	<b>187</b>
4.4.5	Inwendig drijvende daken	160	5.1	Planningfase	190
4.4.5.1	Algemeen	160	5.2	Ontwerp- en nieuwbouwfase	192
4.4.5.2	Bijdrage tot rendement van inwendig drijvende daken door andere factoren	162	5.3	Operationele fase en inspectie en onderhoud	192
4.4.5.3	Doorvoeringen	162	5.3.1	Basisprocedure tankinspectie	192
4.4.5.4	Seal	162	5.3.2	Externe inspectie	192
4.4.5.5	Andere parameters die de effectiviteit van een inwendig drijvend dak beïnvloeden	166	5.3.3	Interne inspectie	194
4.4.6	Dampbalans- of dampretoursystemen	168	5.3.4	Beschikbare Inspectiemethodieken	194
4.4.7	Dampverwerkingsinstallaties (DVI's)	171	5.3.4.1	Inleiding	194
4.4.7.1	Membraanfiltratie	171	5.3.4.2	Beschikbare NDO technieken	195
4.4.7.1.1	Procesbeschrijving	171	5.3.4.2.1	Inleiding	195
4.4.7.1.2	Systeemconfiguratie	172	5.3.4.2.2	MFL (Magnetic Flux Leakage) onderzoek	195
4.4.7.1.3	Technische aspecten	173	5.3.4.2.3	Ultrasoon onderzoek (US)	197
4.4.7.1.4	Ontwerpcriteria	174	5.3.4.2.4	SLOFEC (Saturation Low-Frequency Eddy Current) onderzoek	199
4.4.7.2	Drukval adsorptie (Pressure Swing Adsorption)	174	5.3.4.2.5	Onderzoek door middel van Acoustische Emissie (AE)	202
4.4.7.2.1	Procesbeschrijving	174	5.3.4.3	NDO-technieken beschikbaar voor inspectie van annular platen als tank in bedrijf is.	204
4.4.7.2.2	Systeemconfiguratie	175	5.3.4.3.1	Beschikbare methodieken	204
4.4.7.2.2.3	Emissieconcentratie	176	5.3.4.3.2	LORUS (Long Range Ultrasonic) onderzoek	205
4.4.7.2.4	Benodigde utiliteiten	176	5.3.4.3.3	PEC (Pulsed Eddy Current) onderzoek	206
4.4.7.2.5	Beperkingen m.b.t. sommige vervuulende componenten	177	5.3.4.4	NDO-technieken voor lasnaden onderzoek	209
4.4.7.2.6	Ontwerpcriteria	177	5.3.4.4.1	Inleiding	209
4.4.7.3	(Cryo-)condensatie	177	5.3.4.4.2	MP (Magnetic Particle) onderzoek	209
4.4.7.3.1	Procesbeschrijving	177	5.3.4.4.3	DP (Dye Penetrant) onderzoek	211
4.4.7.3.2	Technische aspecten	178	5.3.4.4.4	Röntgen onderzoek	213
4.4.7.4	Thermische oxidatie (verbrander, gasmotor, CEB-flare)	179	5.3.4.4.5	TOFD (Time Of Flight Diffraction) onderzoek	213
4.4.7.4.1	Introductie	179	5.3.4.4.5	Vacuümbbox testen	216
4.4.7.4.2	Verbrander	179	5.3.5	Beoordeling van de omvang van het onderhoud	217
4.4.7.4.2.1	Algemeen	179	5.3.6	Preventief onderhoud	218
4.4.7.4.2.2	Procesbeschrijving	181	5.3.7	Reparatieonderhoud	218
4.4.7.4.2.3	Technische aspecten	181	5.3.8	Gebruikelijke onderhoudswerkzaamheden en -methoden	218
4.4.7.4.3	Gasmotor	182	5.3.8.1	Algemeen	218
4.4.7.4.3.1	Algemeen	182	5.3.8.2	Tankconstructie	219
4.4.7.4.3.2	Technische aspecten	182	5.3.8.2.1	Reparaties aan de tankbodem	219
4.4.7.4.4	Ceb-flare (Clean Enclosed Burner – schone gesloten brander)	182	5.3.8.2.2	Reparaties aan de tankwand	219
4.4.7.5	Polijsmethoden voor dampverwerkingsinstallaties	184	5.3.8.2.3	Reparaties aan het tankdak	219
4.4.7.5.1	Algemeen	184	5.3.8.3	Tankfundatie	220
4.4.7.5.2	Drukvaladsorptie (Pressure Swing Adsorption - PSA).	184	5.3.8.4	Kritische zettingsgrenzen	220
4.4.7.5.3	Katalytische oxidatie (Catox )	184	5.3.9	Inspectie en onderhoud op basis van een risicogedreven methodiek	220
4.4.7.5.4	Regeneratieve thermische oxidatie (RTO)	185	5.3.9.1	Algemeen	220
			5.3.9.2	Risicomanagement	221
			5.3.9.2.1	Inleiding tot risicomanagement	221

5.3.9.3	Risk Based Inspection	222	5.3.10.9	Afkeurgrens hoeklassen wand/bodem- verbinding	258
5.3.9.3.1	Inleiding	222	5.3.10.9.1	Inleiding	258
5.3.9.3.2	Kans op een specifiek faalgedrag	223	5.3.10.9.2	Bodemhoeklassen van tanks met vaste daken met scheurnaadcriterium	258
5.3.9.3.3	Consequenties van een specifiek faalgedrag	225	5.3.10.9.3	Bodemhoeklassen van tanks met vaste daken zonder scheurnaadcriterium en voor tanks met uitwendige drijvende daken	259
5.3.9.3.4	Risicoclassificatie	225	5.3.10.9.4	Afkeurgrens dakpoten van inwendige en uitwendige drijvende daken	260
5.3.9.3.5	Bepaling van de volgende vereiste inspectiedatum	227	5.3.10.10	Afkeurgrens platen van pontons en drijvers van drijvende daken	261
5.3.9.3.6	Inspectieplan	229	5.3.10.10.1	Inleiding	261
5.3.9.4	Reliability Centred Maintenance	229	5.3.10.10.2	Top- en bodemplaten ponton en binnen- dek (membraan) van beide types drijvende daken	262
5.3.9.4.1	Inleiding	229	5.3.10.10.3	Rimplaten van pontons	262
5.3.9.4.2	Vorbereidende stappen	231	5.3.10.10.3.1	Rimplaten 'lower edge type' drijvende dak	262
5.3.9.4.3	Beschrijving van de rcm-analyse	232	5.3.10.10.3.2	Binnenrimplaten van het 'Flush type' drijvende dak	262
5.3.9.4.4	Keuze van onderhoudstaken	235	5.3.10.10.3.3	Putcorrosie in pontononderdelen	262
5.3.9.4.5	Uitvoering	237	5.3.10.11	Afkeurgrens inwendig leidingwerk	263
5.3.9.4.6	Heroverweging	237	5.3.10.11.1	Inleiding	263
5.3.9.5	Het PPM-proces	237	5.3.10.11.2	Leidingen met inwendige/uitwendige druk	263
5.3.10	Integriteitsbepaling van belangrijke tankonderdelen	244	5.3.10.11.3	Leidingen zonder inwendige/uitwendige druk	263
5.3.10.1	Inleiding	244	5.3.10.12	Afkeurgrens onrondheid / ovaliteit in tankwanden	264
5.3.10.2	Gekozen belangrijke tankonderdelen voor restlevensduurbepaling	245	5.3.10.12.1	Inleiding	264
5.3.10.3	Theoretische achtergronden met betrekking tot toelaatbare spanningen in tankonderdelen	245	5.3.10.12.2	Onrondheid door scheefstand	264
5.3.10.4	Toelaatbare spanningen	246	5.3.10.12.3	Onrondheid / ovaliteit veroorzaakt door lokale zetting van het fundament onder de annular sectie	265
5.3.10.5	Lasreductiefactor	247	5.3.10.12.3.1	Inleiding	265
5.3.10.6	Factoren die de afkeurgrens bepalen	247	5.3.10.12.3.2	Onrondheid van tanks met vaste daken zonder een inwendig drijvend dak en van tanks met inwendige of uitwendige drijvende daken met een diameter < 40 m	265
5.3.10.6.1	Integriteit van lasnaden voorkomende in tankonderdelen	247	5.3.10.12.3.3	Onrondheid van tanks met inwendige of uitwendige drijvende daken met een diameter > 40 m	266
5.3.10.6.2	Sterktecriterium	248	5.3.10.12.3.4	Onrondheid van tankwand en spleten tussen tankwand en rimseal	267
5.3.10.6.3	Werkelijke lasreductiefactor versus aangenomen factor in bouwnormen	249	5.4	Mothballing	268
5.3.10.6.4	Werkelijke materiaalspanning ten opzichte van in normen gespecificeerde spanningen	249	5.5	Sloopfase	269
5.3.10.6.5	Dichtheidscriterium	249	5.5.1	Andere bestemming	269
5.3.10.7	Afkeurgrens wandnozzles	251	5.5.2	'Like-for-like' vervangen van de opslagtank	269
5.3.10.8	Afkeurgrensversterkingsplaten van doorvoeringen	253	5.5.3	Niet 'like-for-like' vervangen van de opslagtank	269
5.3.10.8.1	Inleiding	253			
5.3.10.8.2	Origineel ontwerp nozzles volgens theorie van bs 2654 [17] en en 14105 [21]	253			
5.3.10.8.3	Afkeurgrens dubbelingsplaten ontworpen volgens de theorie van bs 2654 [17] en en 14015 [21]	255			
5.3.10.8.4	Origineel ontwerp nozzles volgens de api 650 [18] theorie	255			
5.3.10.8.5	Afkeurgrens dubbelingsplaten ontworpen volgens de api 650 [18]	257			

	<b>Bijlagen</b>	<b>271</b>
Bijlage 1:	Overzicht brancheverenigingen in Nederland	273
Bijlage 2:	In Nederland werkende tankbouwbedrijven, tankinstallateurs	274
Bijlage 3:	Checklist inspectie tanks	275
Bijlage 4:	Beoordelingsformulier: Implementatiewijze en methode van bepaling van, op basis van RBI-methodieken bepaalde, inspectieintervallen voor opslagtanks.	284
Bijlage 5:	Theorie met betrekking tot steekproefgrootte voor aantal metingen per oppervlakte-eenheid of per lasnaadlengte-eenheid.	288
Bijlage 6:	Overzicht gebruikte lasreductiefactoren per verschillende norm/standaard	294
Bijlage 7:	Inventarisatie van geldende normen en richtlijnen, uitsluitend betrekking hebbend op tankop- en overslag	295
	<b>Colofon</b>	<b>403</b>



# 1 Introductie



# Inhoudsopgave hoofdstuk 1

<b>1</b>	<b>Introductie</b>	<b>9</b>
1.1	Initiatief en verantwoording	11
1.2	Doel van het document	11
1.3	Opbouw van het document	12
1.4	Inventarisatie en registratie van andere IPO thema's	14
1.5	Relatie tussen de PGS publicaties en het IPO kennisdocument	14
1.6	Veel gestelde vragen m.b.t. vergunning- verlening en -handhaving voor vloeibare bulk opslaginstallaties	15

## 1.1 Initiatief en verantwoording

Het veiligheidsbeleid ten aanzien van de vergunning op grond van de Wet milieubeheer (Wm) is de laatste jaren uitgebreid en zal o.a. door de Algemene Maatregel van Bestuur (AmvB) externe veiligheid inrichtingen, in de komende jaren stringenter worden.

Er bestaat bij vergunningverleners van provincies en gemeenten op een aantal deelterreinen onduidelijkheid over, en onbekendheid met, de 'stand der techniek' en de best voorhanden zijnde middelen ('best practical means') ten aanzien van de mogelijke technische veiligheidsvoorzieningen. Dit is echter noodzakelijk als er in verband met het Besluit Externe Veiligheid Installaties (BEVI) overleg gevoerd moeten worden over verdergaande maatregelen om het Plaatsgebonden – en Groep Risico, respectievelijk PR en GR te verkleinen. De PGS richtlijnen zijn deels achterhaald en geven vaak onvoldoende houvast voor de vergunningverleners. De intensivering van het veiligheidsbeleid vereist instrumenten die op nationaal niveau meer houvast en uniformiteit verschaffen in vergunningverlening en handhaving.

In dit kader is het IPO 09 initiatief ontwikkeld met als doelstelling de stand der veiligheidstechniek in beeld te brengen. Als eerste project is gekozen voor een breed toepasbaar en industrie overschrijdend pilot project 'Vloeibare bulk op -en overslag in tanks'. Inmiddels is een tweede project in gang gezet wat begin 2009 zijn beslag zal vinden, genaamd 'Industriële procesbeveiligingen'.

Ten tijde van de opstelling van dit document bestond de projectgroep uit de volgende leden:

- Marcel den Boer      Provincie Zeeland (projectleider)
- Dick Schaap        Provincie Zeeland (uitvoerend project leider)
- Leo van der Klip    Provincie Zeeland
- Harold Pijnenburg   Provincie Noord-Brabant
- Jos Veerkamp       Provincie Groningen
- Jos van Liempt      Arbeidsinspectie
- Ton Graal            DCMR
- Jeanne van Buren    Veiligheidsregio Rotterdam

Het rapport is geschreven door D&C Engineering door en onder leiding van de heer Jan de Jong

## 1.2 Doel van het document

Doel van dit document is het beschikbaar stellen van een kennisdocument waarin kennis en inzicht met betrekking tot de 'stand der techniek' en 'best practical means' zijn gebundeld.

Dit document is aanvullend op de wegwijzer veiligheid in de Wm vergunning en het overzicht standaard vergunningvoorschriften (externe) veiligheid en PGS richtlijnen.

Het geeft invulling aan de Best Bestaande Technieken (BBT's) t.a.v. procesveiligheid middels een beschrijving van de stand der techniek (technisch en organisatorisch) binnen branches, en 'best means' in de industrie voor toepassing in bijzondere omstandigheden (dreigende overschrijding van EV-normen).

## 1.3 Opbouw van het document

Dit document is opgesteld aan de hand van de indeling van producten, zoals de Industrial Petroleum Code No. 19 [1] die per vlampuntverdeling heeft aangegeven. Deze indeling is als volgt:

- **klasse 0 producten met een vlampunt < 0 °C**
- **klasse 1 producten met een vlampunt van 0 °C tot 21 °C**
- **klasse 2 (1) producten met een vlampunt van 21 °C tot 55 °C opgeslagen boven het vlampunt (wordt beschouwd als klasse 1 product)**
- **klasse 2 (2) producten met een vlampunt van 21 °C tot 55 °C opgeslagen onder het vlampunt**
- **klasse 3 (1) producten met een vlampunt van 55 °C tot 100 °C opgeslagen boven het vlampunt (wordt beschouwd als klasse 2 product)**
- **klasse 3 (2) producten met een vlampunt van 55 °C tot 100 °C opgeslagen onder het vlampunt**
- **klasse 4 ongeclassificeerde producten en producten met een vlampunt boven 100 °C**

De opstellers van dit document hebben ervoor gekozen de verschillende opslag-condities van producten te koppelen aan de opslagfaciliteiten. De in het kennisdocument opgenomen opslagfaciliteiten zijn daarom gelimiteerd tot de in onderstaande tabel 1.3-1 opgenomen faciliteiten die gemakshalve gekoppeld zijn aan de bovengenoemde productklassen.

Tabel 1.3-1 Overzicht opgenomen opslagfaciliteiten, gekoppeld aan productklassen

Item	Product-klasse	Opslagcondities	Opslagfaciliteit
a	0	drukopslag	- spheres bij drukcondities > 0,5 bar - bullets (horizontaal bovengronds) bij drukcondities > 0,5 bar - bullets (horizontaal ondergronds) bij drukcondities > 0,5 bar
b	0	gekoelde of cryogene opslag	- volgens EN 14620 of voorlopers daarvan van 0 °C tot -50 °C - volgens EN 14620 of voorlopers daarvan van -50 °C tot -196 °C
c	1	atmosferische opslag	- bij omgevingstemperatuur en drukcondities < 0,5 bar - onder verwarmde condities en drukcondities < 0,5 bar
d	2	atmosferische opslag	- bij omgevingstemperatuur en drukcondities < 0,5 bar - onder verwarmde condities en drukcondities < 0,5 bar
e	3	atmosferische opslag	- bij omgevingstemperatuur en drukcondities < 0,5 bar - onder verwarmde condities en drukcondities < 0,5 bar
f	4	atmosferische opslag	- bij omgevingstemperatuur en drukcondities < 0,5 bar - onder verwarmde condities en drukcondities < 0,5 bar

Een beschrijving van op- en overslag van anorganische stoffen is beperkt tot chloor (wordt opgeslagen in drukvaten en is behandeld onder item a van tabel 1.3-1) en ammoniak (wordt opgeslagen in gekoelde opslagsystemen en is behandeld onder item b van tabel 1.3-1).

In hoofdstuk 2 van dit document zijn dan, allereerst, alle bekende mogelijkheden van de opslagfaciliteiten per productgroep beschreven. Tevens is hier een onderverdeling aangebracht per gebruikte materiaalsoort van die opslagsystemen (koolstofstaal, roestvaststaal, beton, non-ferro metalen, kunststoffen, plastics en epoxy).

Daarna zijn in hoofdstuk 3 de verschillende overslagmogelijkheden beschreven, zoals bodem- en topverlading, laadarmen, slangen en andere systemen die met verlading te maken hebben (klaptrappen, valbeveiligingsystemen e.d). In dit hoofdstuk is tevens de indeling van de terreinen van depots/terminals, de zonering en de explosieveiligheid aan de orde gesteld. Na de beschrijving van de indeling van terreinen is ook aandacht besteed aan tankputten, de drainagesystemen daarvan en behandelingssystemen van afvalwater uit die tankputten.

Hoofdstuk 4 is volledig gewijd aan operationele aandachtspunten, waarbij de aandacht uitging naar allereerst preventie van calamiteiten, daarna de detectie daarvan, bescherming van de installatie tegen die calamiteiten en als laatste dan een beschrijving van middelen ter voorkoming van escalaties door passieve bestrijding en als laatste de actieve bestrijding. Deze indeling is consequent toegepast op calamiteiten die veiligheid beïnvloeden in het algemeen en op branden in het bijzonder. In dit hoofdstuk is ook aandacht gegeven aan mogelijke systemen die toegepast kunnen worden voor het beperken en – eventueel – voorkomen van emissies uit de opslagsystemen.

In hoofdstuk 5 zijn de verschillende levensfasen, waarin een op- en overslaginstallatie zich kan bevinden, beschreven. Deze fasen zijn achtereenvolgens:

- De Planningfase.
- De Ontwerp- en Nieuwbouwfase t/m eind beproeving en ingebruikname.
- De Operationele fase en inspectie en onderhoud (met tijdsgebonden en risicogedreven inspectie- en onderhoudsmethodieken).
- De conservering fase.
- De Sloopfase.

Het document sluit af met enkele bijlagen.

Als laatste is in bijlage 7 een inventarisatie opgenomen van alle Nederlandse en internationale normen op de volgende (deel)gebieden:

- Bovengrondse opslagsystemen.
- Ondergrondse opslagsystemen.
- Drukopslagsystemen.
- Systemen voor gekoelde en/of cryogene opslag.
- ISO en Intermediate Bulk containers.
- Gassen en vloeibare kolwaterstoffen in ondergrondse ruimtes.
- Pijpen, afsluitersystemen en aansluitingen.
- Instrumentatiesystemen.
- Pompen.
- Be- en ontladingsystemen.

## 1.4 Inventarisatie en registratie van andere IPO thema's

In IPO-verband zijn o.a. de volgende gerelateerde projecten uitgevoerd:

### IPO 02: kennisbank

Doel van het project is het realiseren van een nationale Kennisbank Externe Veiligheid waarin resultaten, ervaringen, gegevens, kennis en deskundigheid die met afgeronde en lopende EV projecten door EV professionals is/wordt opgedaan, wordt opgeslagen.

### IPO 03: kennisnetwerk

Doel van het project is het realiseren een volwaardig, functionerend Kennisnetwerk Externe Veiligheid voor en door EV professionals. Het netwerk fungeert als instrument voor uitwisseling van kennis over EV-onderwerpen aan de hand waarvan platforms zijn geformeerd.

### IPO 04: Scholing:

In dit project wordt een aantal cursussen ontwikkeld, o.a. externe veiligheid voor vergunningverleners.

### IPO 06: Externe veiligheid in de Wm-vergunning

Doelstelling van dit project is om externe veiligheid op een efficiënte en uniforme wijze een volwaardige plaats in de milieuvergunning laten innemen door ontwikkeling van een selectiepakket met teksten voor aanvraag, considerans en voorschriften en een beheersstructuur voor de toekomst. Daarnaast zal binnen dit project de stand der techniek een plaats krijgen in de milieuvergunning.

## 1.5 Relatie tussen de PGS publicaties en het IPO kennisdocument

De PGS publicaties komen tot stand op basis van actuele kennis en na overleg tussen rijk, provincies (IPO), gemeenten (VNG) en bedrijfsleven (VNO-NCW, MKB-Nederland). De publicaties zijn een advies aan het betreffende bevoegd gezag waarvan gemotiveerd kan worden afgeweken.

De provincie Zeeland heeft namens het interprovinciaal overleg (IPO) aan Senter Novem opdracht verstrekt voor de beoordeling van het conceptrapport voor project IPO 09: kennisdocument 'vloeibare bulk op- en overslag in tanks'. Senter Novem adviseert om met het ministerie van VROM te bespreken wat de mogelijkheden zijn voor afstemming tussen onderliggend document en de te actualiseren PGS publicaties 28, 29 en 30. Het ministerie heeft tevens het voornemen een PGS publicatie op te stellen voor de opslag van stoffen in tankinstallatie waarvoor nog geen PGS publicatie beschikbaar is (PGS 31) Op initiatief van IPO zal met VROM worden afgestemd welke informatie in de verschillende publicaties wordt opgenomen .

De PGS Publicaties worden toegepast in standaard gevallen, het onderliggend IPO rapport kan worden toegepast in gevallen waarin de PGS niet voorziet en in geval dat het Bevoegd Gezag de risico's verder wil verkleinen met de Best Bestaande Technieken.

Naar het oordeel van IPO kan met de adviezen in veel gevallen een invulling worden gegeven aan het overleg tussen overheid en bedrijfsleven over het verantwoord omgaan met gevaarlijke stoffen of de wijze waarop effecten en risico's worden berekend en in beeld gebracht.

## 1.6 Veel gestelde vragen m.b.t. vergunningverlening en -handhaving voor vloeibare bulk opslaginstallaties

**Vraag 1** Bestaande tank, circa 25 jaar oud, bijvoorbeeld met formaldehyde. Welke termijn voor de inwendige inspectie moet worden voorgeschreven in de milieuvergunning?

### Antwoord

Hier zijn twee antwoorden mogelijk: De PGS 29 [28] geeft aan dat men of een tijdsgebonden inspectieperiode afsprekt (zie ook tabel No. B3 van EEMUA 159 [45] (in dit document hoofdstuk 5.3.2, tabel 5.3.2-1) of een nieuwe datum bepaalt op basis van een risico gedreven inspectiemethodiek (Risk Based Inspection of RBI). In het eerste geval valt formaldehyde onder de term 'niet agressieve chemicaliën' en dan is de termijn voor inwendige inspectie 16 jaar na laatst uitgevoerde inspectie (groep 4, Internal inspection kolom B). In het tweede geval dient een tijdsgebonden afname van plaatdikten door corrosie bepaald te worden, gebaseerd op enkele metingen over verschillende jaren genomen (zie hoofdstuk 5.3.10-1 en figuur 5.3.10.1-1).

**Vraag 2** Bestaande tankput met twee opslagtanks voor chemicaliën, bijvoorbeeld 60 m<sup>3</sup> propyleenoxide en 70 m<sup>3</sup> monochloorazijnzuur. Welke delen van PGS 29 [28] moeten in de milieuvergunning van toepassing worden verklaard?

### Antwoord

De PGS verwijst, voor tankputindelingen naar de IP Code 19 [1] en die geeft aan, dat men in tankputten alleen tanks met gelijke producten opstelt. Indien er tanks in een tankput opgesteld zijn waarin verschillende producten zijn opgeslagen dan zijn separatiedijken toe te passen.

**Vraag 3** Bestaande tankpunt, enkele tanks met licht ontvlambare en brandbare stoffen staan dicht op elkaar, de afstanden zijn kleiner dan PGS 29 [28]. Welke aanvullende eisen moeten in de milieuvergunning worden opgenomen?

### Antwoord

Deze bestaande tankput zal waarschijnlijk ontworpen en gebouwd zijn volgens de CPR 9-2 [26] of CPR 9-3 [27] richtlijnen en er kan niet zondermeer de PGS 29 [28] van toepassing verklaard worden. Men zal een inventarisatie moeten opstellen van alle onderdelen waarin de huidige installatie afwijkt van de nieuwe inzichten in de PGS 29 [28]. Dan zal er een overgangstraject besproken moeten worden met de eigenaar of er aanpassingen mogelijk zijn (fysiek en binnen redelijke grenzen – economisch en technisch haalbaar) en of er redenen zijn om een gedoogbeleid toe te passen als de afwijkingen geen of nauwelijks een verhoogd risico bevatten voor mens en omgeving.

**Vraag 4** Welke eisen moeten aangehouden worden voor de inspectie van bestaande glasvezelversterkte kunststof tanks?

### Antwoord

Er bestaan vele soorten glasvezelversterkte kunststoffen (op basis van esthers, vinylesters, epoxy's etc.). Ook de hoeveelheid gasvezels per inhoudsmaat van de kunststofplaten is een bepalende factor. Het is dan ook – zonder opgave van welk type hars er gebruikt is en de hoeveelheid (dichtheid) van glasvezels per oppervlakte- of inhoudseenheid van de platen die gebruikt zijn in de tank – niet mogelijk een inspectie-termijn aan te geven. Ook de mate van weerstand tegen UV-licht, de brandweerbaarheid van de hars (fire retardancy) e.d. is daarvoor bepalend. Bovendien zijn er (nog) geen geëigende inspectietechnieken: wat wil men inspecteren, hoe, met welke methodiek (zie hoofdstuk 5.3.4 en verder) e.d. De EEMUA-commissie bereidt nu een richtlijn voor m.b.t. geëigende technieken voor inspecties aan GVK-tanks. Wellicht komt deze richtlijn in 2009 beschikbaar.

- Vraag 5** **Hoe vaak inspecteren onder de isolatie van bestaande opslagtanks?**  
**Antwoord**  
Gelijk aan vraag 1 zijn hier verschillende antwoorden mogelijk:  
1. Tijdgebonden inspectietermijn: zie tabel B3 van EEMUA 159 [45] of tabel 5.3.2-1, hoofdstuk 5.3.2.  
Deze tabel geeft voor externe inspecties 3 jaar en inwendige inspecties 6 jaar aan (groep 7, kolommen B).  
2. Risico gedreven inspectietermijn (RBI): er dient een tijdsgebonden afname van plaatdikten bepaald te worden, gebaseerd op enkele metingen over verschillende jaren genomen (zie hoofdstuk 5.3.10-1 en figuur 5.3.10.1-1).
- Vraag 6** **Wat is de levensduur van een tank?**  
**Antwoord**  
Er zijn tanks bekend die al meer dan 100 jaar oud zijn (wel steeds op corrosie beoordeeld en steeds gerepareerd als onderdelen dunner worden dan in normen vastgestelde minimale waarden (zie hoofdstuk 5.3.10)). De enige levensduurbeschouwing is bepaald op een lage frequentievermoeiing die optreedt bij/in de bodem/wandverbinding (zie ook theorie in hoofdstuk 2.1.3.3. en figuur 2.1.3.3-1). Deze theorie geeft aan dat een tank, bij vul-/leegcycli van 1300 keer in zijn 'leven', de technische levensduur bereikt heeft (mits volledig gevuld en volledig gelegeerd per cyclus).
- Vraag 7** **Hoe de inspectie aanpassen aan de levensduur bij tanks ouder dan 30 jaar?**  
**Antwoord**  
Behalve de inspecties volgens de EEMUA 159 [45] richtlijnen (Appendices B1 en B2) is als additionele eis toe te voegen een inspectie d.m.v. Magnetic Particle Inspection (hoofdstuk 5.3.4.4.2) en/of Dye Penetrant Inspection (hoofdstuk 5.3.4.4.3) aan de inwendige lassen van de bodem/wandverbinding ter inspectie van het aanwezig zijn – of niet – van scheuren, ontstaan door lage frequentievermoeiing (zie antwoord vraag 6 en hoofdstuk 2.1.3.3 voor uitleg).
- Vraag 8** **Wat is second containment en wat is dubbelwandig bij bestaande tanks?**  
**Antwoord**  
Bij opslagtanks, waar een membraanfolie in het fundament is gelegd (zie hoofdstuk 5.1.3.2.5.9), fungeert de ruimte tussen de tankbodem en de folie als 2e lijnsbescherming (zie ook BoBo-richtlijn). De EEMUA 183 [29] spreekt ook van 'Secondary Line of Defence'. De bundwall en de vloeistofkerende tankputbodem werkt dan als 'Tertiary Line of Defence'.
- Vraag 9** **Welke inspectiecriteria zijn er voor de tankbodem?**  
**Antwoord**  
De EEMUA 159 [45] geeft aan dat men bij voorkeur een 100% bodemmeting uitvoert met b.v. de Magnetic Flux Leakage methode (zie hoofdstuk 5.3.4.2.2) of de Saturation Low Frequency Eddy Current methode (zie hoofdstuk 5.3.4.2.4) – al zal 100% niet mogelijk zijn omdat de overlapgebieden van de bodemplaten niet inspecteerbaar zijn d.m.v. die technieken. Bij het niet beschikbaar zijn van die technieken zijn ultrasone metingen (zie hoofdstuk 5.3.4.2.3) uit te voeren op een rasterlijnsysteem (zie EEMUA 159 [45]) of een vijf-puntsmetingsysteem per bodemplaat (zie CPR 9-2 [27]). Lasnaden in bodemplaten worden het meest getest d.m.v. de vacuümbox-methode (zie hoofdstuk 5.3.4.4.6).



**Vraag 10****Welke criteria zijn er voor ontwerp, onderhoud en inspectie van druksystemen tot 0,5 barg?****Antwoord**

Voor ontwerp en bouwen geldt tegenwoordig (na het verschijnen van deze norm en de verschijningsdatum van de PGS 29 [28]) de EN 14015 [21]. Voor onderhoud en inspectie kan de EEMUA 159 [45] integraal toegepast worden. De PGS 29 [28] verwijst voor alle inspectie en onderhoudstaken en eisen naar deze EEMUA-richtlijn. Daarvoor werd de API 620 toegepast omdat de Europese richtlijnen tot maximaal 56 mbar (0,056 barg) opslagdruk gingen.

**Vraag 11****De NRB en BoBo classificeren de enkelwandige en de dubbelwandige tanks vaak gelijk.****Onder welke voorwaarden is de dubbelwandige tank gelijk aan het hebben van lekdetectie?****Antwoord**

Voor de BoBo-richtlijn is de beschermingsfolie in het fundament gelijk aan het dubbelwandigheidsprincipe, zoals dat uitgelegd is in de EEMUA 183 [29]. Gelet op de problemen met lage frequentievermoeiing in de bodem/wandverbinding (zie antwoord op vraag 6 en hoofdstuk 2.1.3.3) is dit ook technisch de meest verantwoorde oplossing. In Duitsland past men, wetgebonden, een dubbele bodem toe. Die bodem zal het fenomeen lage frequentie vermoeiing versterken, waardoor de technische levensduur van tanks aanzienlijk afneemt. De EEMUA heeft deze twee technieken (folie in fundament en dubbele bodem) op voor- en nadelen beoordeeld en de folie in het fundament beter en veiliger geclassificeerd. De kans op scheuren in de bodem/wandverbinding door een kortere levensduur bij dubbele bodems (en dus lekkages) neemt toe en men wilde dat juist voorkomen.

**Vraag 12****Standaard is een koolstofstalen tankbodem. Welke materialen bieden meer bodembescherming?****Antwoord**

Koolstofstaal heeft bewezen een goed materiaal te zijn voor de bouw van opslagtanks. Het is flexibel (zie antwoord vraag 6 en hoofdstuk 2.1.3.3), sterk en relatief goedkoop. Helaas wordt koolstofstaal gemaakt van in de aarde voorkomende ijzeroxiden en in het productieproces van staal wordt er in het erts van ijzeroxiden enorme hoeveelheden energie toegevoegd (hoogoven, oxystaalconverter en walsproces). Gelijk al het leven op aarde vervalt die energie weer: 'dust to dust and ashes to ashes' en het staal vervalt weer tot ijzeroxiden. Als er 30% van een bodem corrodeert (of gecorrodeerd is) tot de limiet die aangegeven is in de EEMUA 159 [45] (zie ook hoofdstuk 5.3.10) zal deze vervangen moeten worden voor een bodem van nieuwe platen en kan een tank weer minimaal 20 tot 25 jaar mee, zonder al te grote risico's. Veelvuldig wordt echter gekozen om in plaats van vervanging een coating op de bodem aan te brengen. Meestal zal het aanbrengen van die coating goedkoper zijn dan de vervanging van de stalen platen van de tankbodem, maar op het laatst zou het kunnen zijn dat 'het behang het huis overeind houdt'. Wel kan een coating de levensduur van de tankbodem verlengen, mits goed aangebracht. Het vraagt een tijd voordat de coating zijn beschermende functie zal verliezen en dan pas vangt corrosie aan op de bodemplaten van de tank. Goede resultaten zijn bekend van o.a. Sigmaguard, pitvullende oplossingsvrije bodemcoating. Andere systemen zijn op de markt die evenredige resultaten geven.

**Vraag 13****Wat zijn de kenmerken van een goede Risicogedreven Inspectie Methodiek voor tanks.****Welke elementen werken door in het onderhouds- en inspectie-programma van de tanks?****Antwoord**

Een risicogedreven inspectiemethodiek (zie ook hoofdstuk 5.3.9.3) behoort een in de gehele organisatie ingebed proces te zijn, aangezien alle stakeholders van de organisatie daarbij betrokken zijn, zoals: engineering, operaties, inspectie, onderhoud, maar ook marketing en budgethouders en tenslotte de eigenaar. Bovendien kan een RBI alleen toegepast worden op onderdelen die meetbaar degraderen (d.w.z. het degradatieproces kent een toename over een (bepaalde) tijdspanne die meetbaar is). Veel onderdelen van een opslagtankinstallatie kunnen, terwijl een tank in bedrijf is, niet gemeten worden en er zijn, naast corrosie

en zetting, vele andere degradatievormen die niet meetbaar zijn (kruip, vermoeiing, veroudering etc.). De gangbare – commercieel beschikbare – RBI-methoden gaan daaraan voorbij en concentreren zich dan volledig op corrosie. Alleen de tankbodem, de tankwand en de daken van tanks worden zo beoordeeld en daarop baseert men dan een volgend eindinspectietermijn. Meestal echter, kent een opslagtank een 250 onderdelen en die worden dan, gemakshalve, niet beoordeeld. Als gekeken wordt naar putdijken, dan zijn er een drietal degradatievormen van toepassing: zetting, erosie van de topklaag en konijnengangen (die kunnen de vloeistofkerende functie ondermijnen als gangen doorlopen van de ene naar de andere kant van de dijk). Zetting van zo'n dijk is een degradatievorm die onder een RBI-proces bewaakt kan worden (immers zetting is te meten en een degradatiegrafiek zoals opgenomen in b.v. hoofdstuk 5.3.10.1 kan opgesteld worden). Erosie en konijnengangen zijn niet meetbaar en die vallen dus onder een Reliability Centered Maintenance of RCM-proces (zie ook hoofdstuk 5.3.9.4). Acties worden niet bepaald op basis van metingen (inspectiegedreven) maar op basis van de toestand en zijn dus onderhoudsgedreven. De EEMUA 159 [45] gaat wel in op delen van opslagtanks die door andere degradatievormen worden aangetast en schaaft die dan onder het Reliability Centered Maintenance proces. Let op dat ook hier gesproken wordt over een proces, dat binnen de gehele organisatie opgenomen wordt. Het totale proces: de combinatie RBI en RCM, is door EEMUA in haar richtlijn No. 159 [45] samengevoegd tot een Probabilistic Preventive Maintenance of PPM-proces (zie hoofdstuk 5.3.9.5). De PGS 29 [28] staat toe dat eigenaren een eigen ontwikkelde RBI-methodiek implementeren of een methodiek die gestoeld is op de EEMUA 159 [45] theorie. De eigenaar van een installatie heeft, volgens de PGS 29 [28], de plicht om aan het bevoegd gezag toestemming te vragen voor het gebruik van de eigen ontwikkelde methodiek. De overheid zal dan de methodiek moeten (laten) toetsen op (i) overeenkomsten met de degradatielimieten die de EEMUA 159 [45] toestaat en (ii) of de structuur van de organisatie aangepast is op de inbedding van het RBI- en RCM-proces. Daartoe is een vragenmodel ontwikkeld voor de provincie Noord-Brabant. Dit vragenmodel is opgenomen in bijlage 4 van dit document. Zie ook het antwoord van vraag 24.

#### Vraag 14

#### Wat zijn belangrijke certificaten voor tanks?

##### Antwoord

Voor bestaande tanks, vaak ouder dan 20 jaar, bestaan geen eisen m.b.t. het hebben van een certificaat. Na het midden van de jaren tachtig werd er geëist dat een onafhankelijk keuringsbureau (destijds 'Stoomwezen' en nu een Notified Body of NoBo) niet alleen de berekeningen toetst aan de gangbare normen, maar ook de bouw en het testen van de tanks – in aanbouw – keurt en bewaakt. Zo'n NoBo stelt dan een certificaat van 'compliance' op en dan mag de eigenaar die tank in gebruik nemen. Van bestaande tanks zijn geen directe certificaateisen vastgelegd, anders dan dat een tank de degradatielimieten van de EEMUA 159 [45] niet mag overschrijden. Dit wordt door vele eigenaren uitgelegd door het (laten) opstellen van een inspectierapport van de minimaal in de EEMUA 159 [45] vereiste metingen (een aantal metingen dat op basis van een statistisch model is bepaald opdat er een uitspraak gedaan kan worden of (delen van) opslagtanks die limieten niet overschreden hebben). Dan kan een zogenaamde Fit-for-purpose analyse aangeven of die limieten nog ver weg liggen van de nu gemeten diktes, op het nu gemeten zettingniveau. D&C engineering geeft dan EEMUA 159 [45]-certificaten uit, waarin opgenomen is dat een tank inderdaad voldoet aan de EEMUA 159 [45] theorie en dus geschikt is om gebruikt te worden totdat de limieten bereikt worden. Deze gang van zaken is volledig in overeenstemming met de PGS 29 [28].

### Vraag 15

#### Geen vloeistofkerende voorziening in de tankput. Is dat stand der techniek?

##### Antwoord

Hier zijn verschillende antwoorden mogelijk. De achterliggende gedachte die in de PGS 29 [28] beschreven wordt, is gestoeld op een beschikbaar 'aanvalsplan' en het risico dat het opgeslagen product vormt voor de omgeving, de grond en het grondwater (b.v. aminozuur is biologisch afbreekbaar en mag geloosd worden op oppervlaktewater (haven) als er lekkages zouden optreden). De PGS 29 [28] schrijft voor dat een tankput een bodem moet hebben die 'vloeistofkerend' is. Dit woord is destijds gekozen om een onderscheid te maken tussen vloeistofwerend (de term in de CPR 9-2 [27], de voorganger van de PGS 29 [28]) en vloeistofdicht. Dit laatste begrip is niet te realiseren zonder permeabiliteitgrenzen aan te geven (zelfs glazen flessen – hoewel wij die in het dagelijks gebruik vloeistofdicht noemen – lekken, hoewel met een – voor het oog – niet waarneembare hoeveelheid en zijn dus niet vloeistofdicht). De opstellers van de PGS 29 [28] hebben zich kunnen verenigen met het begrip 'vloeistofkerend'. Als een product lekt in de tankput en de eigenaar is in staat om de lekkages binnen enkele dagen op te ruimen en de vervuiling van de tankputbodem is beperkt en hij geeft garanties af dat al die verontreinigingen weggehaald worden binnen een afzienbare termijn, dan mag de tankputbodem beoordeeld worden als vloeistofwerend. Als dit niet het geval is en de tankput zal vele dagen of weken volstaan met een product (aanvalsplan is niet toereikend) en het product zal ook nog de (onder)grond en het grondwater verontreinigen, dan moet de tankputbodem beoordeeld worden als vloeistof-dicht. De PGS 29 [28] gaat er daarbij van uit dat aan het principe vloeistofkerend is voldaan als er een minimale dikte van 30 cm klei is aangebracht in de tankput die dus ook over die hoogte doorvoeringen afschermt.

### Vraag 16

#### Roestvorming aan de buitenzijde van tank. Welke acties mag je van het bedrijf verwachten?

##### Antwoord

Als de roestvorming de degradatielimiten van de EEMUA 159 [45] niet overschrijdt, zou dat, volgens de PGS 29 [28], voor het bevoegd gezag acceptabel moeten zijn. Of het verstandig is om dit zover te laten komen is een andere vraag. Een vergelijking mag gemaakt worden met vervoersmiddelen. De APK geeft aan of alle onderdelen werken zoals bedoeld. Ook een geroeste carrosserie voldoet aan die eisen en de auto zal goedgekeurd worden. Wellicht dat de politie zo'n auto wat vaker van de weg haalt om de papieren in te zien, maar er valt hiertegen niets te ondernemen. De RBI-processen gaan er meestal van uit dat zichtbare degradaties niet binnen de beoordeling vallen aangezien die gerepareerd kunnen worden en dus onder een onderhouds-regiem thuishoren in plaats van onder een inspectieregim. Inwendige corrosie valt dan wel onder de RBI-methodiek.

### Vraag 17

#### PGS 29 [28], hoe om te gaan met bestaande horizontale tanks?

##### Antwoord

DE PGS 29 [28] verwijst als het om tanks gaat volledig naar de bouwnormen API 650 [18] en BS 2654 [17] (mits gebouwd voor 2004, en anders naar de EN 14015 [21]). Tanks gebouwd volgens deze normen zijn alle tanks met een vlakke bodem en een verticale cilindrische wand. Deze tanks worden dan beoordeeld volgens de instandhoudingnormen API 653 [53] en EEMUA 159 [45]. Bovengrondse horizontale tanks zijn niet gebouwd volgens de eerder genoemde normen en zouden dus ook niet van toepassing verklaard kunnen worden om te vallen onder het regim van de PGS 29 [28]. Wel kan, mits de horizontale tank geclassificeerd kan worden als atmosferisch – zoals bedoeld in de BS 2654 [17] en EN 14015 [21] – een beoordeling volgens de EEMUA mogelijk zijn, aangezien er dan van uitgegaan mag worden dat de veiligheidsfactor van  $\gamma = 1,5$  verlaagd mag worden tot  $\gamma = 1,25$  (zie ook hoofdstuk 5.3.10.3). Die verlaging van deze factor zal een hogere toelaatbare spanning in tankonderdelen opleveren bij berekeningen en die geven dan – op hun beurt – een minimaal acceptabele dikte van die tankonderdelen als corrosie het dominante degradatiemechanisme is. Als bij inspecties de wanddiktes van gemeten tankonderdelen hoger liggen dan die, op deze manier vastgestelde, minimale wanddiktes dan is zo'n horizontale tank te accepteren en fit-for-purpose te verklaren. Een tankengineer met kennis van de achtergronden van de EEMUA 159 [45] richtlijn zal die berekeningen kunnen aanleveren.

**Vraag 18****PGS 29 [28], hoe om te gaan met de opslag van milieugevaarlijke en giftige vloeistoffen?****Antwoord**

Vele producten die men in de petrochemische industrie maakt of verwerkt en die men in zulke installaties opslaat, kunnen milieugevaarlijk of giftig zijn en de PGS 29 [28] is bedoeld voor tankinstallaties in die industrie. Vanaf 2005 zullen tanks volgens de EN 14015 [21] norm ontworpen en gebouwd worden (voor die tijd PGS 29 [28]) en volgens de EEMUA 159 [45] richtlijn onderhouden en geïnspecteerd moeten worden. De indeling van terreinen van opslagtanks volgt de theorie die beschreven staat in de Industrial Petroleum (IP)-code 19 [1], die door het Energy Institute gepubliceerd wordt. Belangrijke gedeelten uit die IP code zijn overgenomen in die PGS 29 [28]. Gelet moet worden op het feit of het om depots gaat (totale opslagcapaciteit van de installatie < 7000 m<sup>3</sup>) of om installatie/terminals (totale opslagcapaciteit > 7000 m<sup>3</sup>). Atex-richtlijnen e.d., waarnaar men in de PGS 29 [28] verwijst, geven richtlijnen voor terrein- en zoneringinrichtingen. De opstellers van dit document menen dat de PGS 29 [28] voldoende handvatten geeft om tot een gewogen beoordeling te komen van een installatie. Op dit moment wordt aan een actualisering van de PGS 29 [28] gewerkt. Niet alle oorspronkelijke opstellers van dat document zijn nu nog betrokken en het is niet bekend hoe die actualisering er voor staat en of die actualisering meer achtergronden geeft dan de huidige versie. Wel moet gekeken worden naar waar 'we' vandaan komen. De oude CPR-documenten 9-2 [26] en 9-3 [27], de voorlopers van de PGS 29 [28], gaven al helemaal geen richtlijnen over zoneringen, inspectie en onderhoud e.d. Nu dit in de huidige richtlijn wel het geval is, kunnen vragen daaromtrent wellicht ontstaan door een te beperkte kennis van de onderliggende documenten, richtlijnen en normen. De opstellers van dit kennisdocument hebben in hoofdstukken 2, 3, 4 en 5 meer achtergronden van theorieën m.b.t. opslag-tanks aan de orde gesteld en opgenomen en menen een handleiding te hebben gegeven hoe men, volgens de PGS 29 [28], met deze zaken om moet gaan.

**Vraag 19****PGS 29 [28], hoe om te gaan met de combinatie van brandbare, milieugevaarlijke en giftige stoffeigenschappen?****Antwoord**

Deze vraag kan identiek beantwoord worden als vraag 18 zodat, gemakshalve, naar het antwoord van vraag 18 verwezen wordt.

**Vraag 20****Wanneer is een dampverwerkingsinstallatie noodzakelijk?****Antwoord**

In principe valt dat af te lezen uit het stroomschema van hoofdstuk 2.1.3.2.4. Rechts en in het midden op dit schema staat wanneer er maatregelen nodig zijn om emissies te beperken. Ook het plaatsen van een (inwendig) drijvend dak levert al een emissiebeperking op. Voor verdere theorie omtrent het toepassen van emissiebeperkende maatregelen wordt verwezen naar hoofdstuk 4.4.

**Vraag 21****Welke criteria mag je stellen aan de veiligheidsstudie over de damp-verwerkingsinstallatie?****Antwoord**

Er is geen verschil of het een dampverwerkende of enig andere procesinstallatie binnen een (petro)chemische installatie is. Het bedrijf dat zo'n installatie zal willen plaatsen zal een – meestal door de leverancier van zo'n installatie opgesteld – Risico Inventarisatie en Evaluatieplan gebruiken om te bezien of die installatie weer, op zijn beurt, risico's kan veroorzaken voor de rest van de totale installatie. Een veiligheidsdeskundige die een technische achtergrond heeft zal dan een totaal RI&E-plan moeten opstellen en daarin de gevolgen voor de gehele installatie moeten opnemen. Dat plan zal aan het bevoegd gezag worden aangereikt en die overheid zal zich er niet aan kunnen onttrekken om zelf ook inzicht in die veiligheidsstudies te krijgen en om te leren beoordelen of zo'n plan volledig is of niet alles behandelt. Omdat er zoveel verschillende dampverwerkende installaties zijn (zie ook hoofdstuk 4.4.7), is het niet mogelijk een eenduidig overzicht te geven van criteria waar-aan een veiligheidsstudie moet voldoen. De richtlijnen en normen die genoemd zijn in hoofdstuk 3.6 geven voldoende aan hoe hiermee omgegaan moet worden.

**Vraag 22** **Wat moet je überhaupt in de vergunning opnemen voor dit soort inrichtingen (dampverwerkende installaties).**

**Antwoord**

Ook hier is geen eenduidig en compleet antwoord mogelijk gelet op de veelheid van verschillende installaties die op de markt beschikbaar zijn of komen (zie ook hoofdstuk 4.4.7). Hoofdstuk 3.6 en de daarin genoemde richtlijnen en normen kunnen voldoende kennis en assistentie aanreiken om tot een goede beschrijving van de vergunning te komen.

**Vraag 23** **Bij onvoldoende afstand tussen de tanks: wanneer spreek je over een gelijkwaardigheidniveau? Veel voorschriften uit de PGS 29 [28] zijn onduidelijk waarop die gebaseerd zijn of wat daarvan de achtergrond is, hierdoor is het moeilijk om goed onderbouwd af te wijken.**

**Antwoord**

Dit kennisdocument geeft, conform de opdracht van de IPO 09-leden aan de opstellers, de **'huidige stand der techniek'** aan van alle opslagvormen (drukopslag, gekoelde of cryogene opslag en atmosferische opslag). In bijlage 7 zijn, op verzoek van de IPO 09-leden, alle internationale normen opgenomen die betrekking hebben op die opslagsystemen. Het is ondoenlijk voor zowel de opstellers van dit document als voor de opstellers van de PGS 29 [28] om over elk onderdeelje van al die verschillende opslagsystemen achtergrondinformatie aan te reiken. De beschrijving van de systemen, waarop de PGS 29 [28] van toepassing is (bovengrondse tanks met vlakke bodem en een verticale cilindrische wand die als atmosferisch geclassificeerd zijn (tot maximaal 500 mbarg en de daarbij behorende systemen van fundaties, tankputten, putdijken e.d.)) en zoals die volledig zijn beschreven in hoofdstuk 2.1.3, moet voldoende kennis aanreiken om een inzichtelijk beeld te geven van wat de achtergronden zijn van die PGS 29 [28]. Op verzoek hebben de opstellers van de oorspronkelijke versie van die PGS 29 [28] (DCMR, D&C engineering en VROM) vele vragen in de loop van de tijd beantwoord (telefoongesprekken, e-mails en tijdens seminars en congressen). Er is een werkgroep opgericht ter actualisering van de PGS 29 [28] en niet alle oorspronkelijke leden van het opstellingsteam zijn daarin vertegenwoordigd. Het is de opstellers van dit document dan ook niet bekend hoe de geactualiseerde versie van de PGS 29 [28] er uit zal komen te zien. VROM zal daarvan bericht kunnen geven.

**Vraag 24** **Voor RBI: wat moet je precies voorschrijven en waar dient een RBI aan te voldoen?**

**Antwoord**

In bijlage 4 is een beoordelingsformulier toegevoegd dat men kan gebruiken om te beoordelen of een geïmplementeerde eigen RBI-methodiek kan voldoen aan de overheidseisen. Als een RBI-methodiek is opgenomen die volledig in overeenstemming is met de EEMUA 159 [45], bijlage 7 en appendix E, voldoet die methodiek aan de beschrijving van de PGS 29 [28] en behoeft die methodiek geen additionele keuring of beoordeling anders dan een check of die methodiek inderdaad identiek is aan die EEMUA 159 [45] richtlijnen. Natuurlijk zal ook in dat geval een beoordeling van de organisatie nodig zijn. Ook daarvoor kan bijlage 4 gebruikt worden. Zie ook het antwoord op vraag 13.

**Vraag 25** **Bobo; wanneer criteria voldoende zijn dan is het A categorie, wat houdt deze criteria precies in (criteria zijn niet helder of eenduidig, er wordt verwezen naar normen maar hoe weet je wanneer ze voldoen aan die normen)?**

**Antwoord**

Getracht is in dit document om, conform opdracht, een inzicht te geven van de **'huidige stand der techniek van opslaginstallaties'**. Gelet op de duizenden normen die alleen al, ook op verzoek van IPO 09-leden, zijn opgenomen in bijlage 7 van dit document zal het ondoenlijk zijn om zich te richten op één richtlijn en daar een antwoord op te geven. De beschrijving van de huidige stand der techniek verwijst in alle hoofdstukken naar de meest relevante normen of onderdelen daarvan. Het zal aan de gebruiker van dit document zijn om zich te verdiepen in die normen opdat voor hen de inhoud van die normen begrijpelijk wordt.

**Vraag 26**

**Is een koppeling tussen API 650 [18] / BS 2654 [17] / EN 14015 [21] wenselijk?**

**Antwoord**

Zoals al aangegeven in de PGS 29 [28] zijn die verschillende normen elk voor een bepaald tijdvak van toepassing of van toepassing geweest. Bij gebrek aan een eigen Nederlandse norm en hoewel eigenlijk bedoeld voor de Amerikaanse markt (omdat het volledig stoelt op Amerikaanse normen en op het Amerikaanse klimaatstelsel) hebben internationale bedrijven vaak ook de API 650 [18] als bouw- en ontwerp-norm toegepast voor tanks die in Nederland gebouwd werden. Daarmee waren er vaak discrepanties omdat het klimaat, de eisen m.b.t. emissies, de eisen m.b.t. degradatielimiten en de visie op onderhoud (reactief) niet overeenkwamen met de Nederlandse of Europese structuur, eisen en visies (preventief onderhoud). De BS 2654 [17] (omdat dit een Engelse norm is – het klimaat is veelal gelijk aan dat van Nederland) kwam veel meer overeen met de Nederlandse structuur, eisen en visies en is ook gebruikt als basis voor een (tijdelijke) Nederlandse richtlijn (Stoomwezen regel G0801 van 1985 tot 1990). Inmiddels bestaat er sinds 2005 een Europese norm (EN 14015 [21]) en die sluit volledig aan bij de in Europa geldende normcultuur en visies. Een koppeling van eisen uit die verschillende normen is dan ook niet te geven omdat de achterliggende normcultuur en visies dermate veel afwijken van elkaar.

**Vraag 27**

**Brand: wanneer brandpreventieplan nodig / relevant en wat moet er precies in staan. Hoe weet je of de inhoud klopt / voldoet?**

**Antwoord**

Hoofdstuk 4.3 geeft een overzicht van beschikbare theorieën en mogelijkheden tot voorkoming van brand. Daar wordt achtereenvolgens beschreven dat de gehele aanpak m.b.t. brand zich bezig houdt met (i) preventie van brand, (ii) detectie, (iii) protectie en tenslotte (iv) bestrijding. Bovendien levert het Centrum voor Industriële Veiligheid via haar website, [www.centrum-iv.nl](http://www.centrum-iv.nl), gratis toegang tot de documenten CIV 02 t/m CIV 04 t.w.:

- CIV 02 Brandveiligheid Opslagtanks - Technical Frame of Reference
- CIV 03 Brandveiligheid Opslagtanks – Auditmethodologie
- CIV 03 bijlage A – methode voor scenario gebaseerde incidentanalyse
- CIV 03 bijlage B – werkblad scenarioanalyse (los)
- CIV 03 bijlage C - de werkbladen
- CIV 04 Brandveiligheid Opslagtanks – Oorzaak – Gevolg diagrammen

**Vraag 28**

**Dampverwerkingsinstallatie niveau 1, 2 of 3. Wat houden deze niveaus in? Link met NER. Bedrijf weet het zelf ook niet.**

**Antwoord**

Hoofdstuk 4.4.7. van dit document geeft vele mogelijkheden en beschrijft vele installaties die gebruikt worden om dampen te voorkomen en om dampen te verwerken. De opstellers van dit document zijn er niet in geslaagd te achterhalen wat de niveaus, zoals in de vraag is gesteld, betekenen en wat men daarmee bedoelt.

## Vraag 29

### Hoeveel emissies houden technische maatregelen tegen?

#### Antwoord

In hoofdstuk 4.4. zijn alle mogelijkheden ter beperking van emissies uit opslagtanks aan de orde gesteld. Voorbeelden van berekening van emissiebeperkend rendement bij soorten van maatregelen zijn daarin opgenomen. Die berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van enkele standaardgegevens (een 10.000 m<sup>3</sup> tank, met een vast dak of met een uitwendig of inwendig drijvend dak, met benzine en met ruwe olie onder verschillende scenario's van verladen – aantal 'turnovers'). Alleen al grafiek 4.4.5.1-1 in hoofdstuk 4.4.5.1 geeft voor verschillende inwendig drijvende daken een veelheid van verschillende emissiebeperkende rendementen aan. Het is dan ook ondoenlijk om een (vaste) waarde van emissiebeperkend rendement te geven per technische maatregel. Volgens de opstellers van dit document is vooral en eerst te letten op het voorkomen van emissies. Daartoe is het stroomschema van hoofdstuk 2.1.3.2.4. opgesteld en toegevoegd aan dit kennisdocument. Hoe hoger de dampspanning van een product hoe eerder men emissies kan aanpakken door niet meer te kiezen voor een tank met een vast dak alleen. Inwendige of uitwendige drijvende daken leveren dan een aanpak van de bron op in plaats van het installeren van dampverwerkende installaties die niet de oorzaak maar alleen het gevolg van emissies aanpakken (al dan niet effectief e.d.).





# 2 Opslagfaciliteiten



# Inhoudsopgave hoofdstuk 2

<b>2</b>	<b>Opslagfaciliteiten</b>	<b>25</b>		
2.1	Indeling naar product	28		
2.1.1	Op- en overslag in drukvaten	28		
2.1.1.1	Welke stoffen worden opgeslagen in drukvaten	28	2.1.3.2.4.8	Vergelijking tussen externe en interne drijvende daken 67
2.1.1.2	Bulk opslag in drukvaten	30	2.1.3.2.4.9	Seal-afdichtingen 68
2.1.1.2.1	Ontwerp- En Bouwfase	30	2.1.3.2.4.10	Afvoeren van drijvende daken 74
2.1.1.2.2	Gebruiksfase	30	2.1.3.2.4.11	Noodafvoeren 76
2.1.1.3	Eisen aan de technische integriteit van specifieke inrichtingen	31	2.1.3.2.4.12	Putbak 77
2.1.1.3.1	Grote LPG-installaties	31	2.1.3.2.4.13	Uitlaatklep van de afvoer 77
2.1.1.3.2	Eisen Aan Explosieveiligheid	31	2.1.3.2.4.14	Gezichtspunten van het ontwerpen van conventionele opslagtanks 78
2.1.1.4	Typen van tanks voor drukopslag	33	2.1.3.1.4.15	Ontwerp 78
2.1.1.4.1	Spheres	33	2.1.3.1.4.16	Bodemontwerp 78
2.1.1.4.2	Bullets (Horizontaal Bovengronds)	42	2.1.3.2.4.17	Ontwerp van de tankwand 79
2.1.1.4.3	Bullets (Horizontaal Ondergronds)	43	2.1.3.2.4.18	Ontwerp vaste daken 79
2.1.1.4.4	Een nieuwe ontwikkeling: 'submerged' opslag	47	2.1.3.2.4.19	Technische aspecten van tanks met vaste daken 79
2.1.2	Op- en overslag van gekoelde en cryogene gassen	49	2.1.3.2.4.20	Vulverliezen van een tank 80
2.1.2.1	Wat zijn gekoelde en cryogene gassen	49	2.1.3.2.4.21	Ademverliezen van een tank 80
2.1.2.2	Opslag van gekoelde of cryogene gassen	50	2.1.3.2.3.22	Emergency 80
2.1.2.3	Tanks uit Dubbelbeton	58	2.1.3.2.5	Tankfundaties, Tankputten en putdijken 80
2.1.2.4	Gekoelde opslag of drukopslag	59	2.1.3.2.5.1	Algemeen 80
2.1.3	Op- en overslag in Conventionele Opslagtanks	59	2.1.3.2.5.2	Taken van en eisen aan tankfundaties 81
2.1.3.1	Algemeen	59	2.1.3.2.5.3	Ontwerp 82
2.1.3.2	Conventionele opslagtanks	59	2.1.3.2.5.4	Schouders van tankfundatie 83
2.1.3.2.1	Tanks met vaste daken	60	2.1.3.2.5.5	Materiaal 84
2.1.3.2.2	Tanks met vaste daken met interne drijvende afdekkingen	61	2.1.3.2.5.6	Fundatiebouw 84
2.1.3.2.3	Tanks met vaste daken met een dampterugwinningsysteem	61	2.1.3.2.5.7	Afwerking tankfundatie 85
2.1.3.2.4	Drijvende daken & seal-afdichtingen	61	2.1.3.2.5.8	Tank(bodem)zetting 85
2.1.3.2.4.1	Waarom een drijvend dak?	61	2.1.3.2.5.9	Tankfundatie met een lekdetectie & managementsysteem 86
2.1.3.2.4.2	soorten drijvende daken	63	2.1.3.2.5.10	Het aanbrengen van de folie 86
2.1.3.2.4.3	Extern drijvend dak	63	2.1.3.2.5.11	Betonnen fundatiering onder de tankmantel 87
2.1.3.2.4.4	Opmerkingen over details en toebehoren	64	2.1.3.2.5.12	Betonnen plaatfundering 87
2.1.3.2.4.5	Vergelijking tussen externe drijvende pontonen dubbeldeksdaken	65	2.1.3.2.5.13	Tankputten en putdijken 87
2.1.3.2.4.6	Inwendige drijvende daken	66	2.1.3.2.5.14	Ontwerp van tankputten 87
2.1.3.2.4.7	Opmerkingen over het ontluchten van tanks met vaste daken met intern drijvend dak	66	2.1. 3.2. 5.15	Putdijkmateriaal 88
			2.1.3.2.5.16	Afdekking van de putdijk (bescherming tegen erosie) 88
			2.1.3.2.5.17	Bouwkundige onderdelen 88
			2.1.3.2.5.18	Bodems van tankputten 89
			2.1.3.3	Verwarmde opslagtanks 90
			2.1.3.4	Cuptanks en dubbele bodems 90
			2.1.4	Op- en overslag anorganische stoffen 93
			2.1.4.1	Te behandelen anorganische stoffen 93

2.1.4.2	Bulk op- en overslag van chloor	93
2.1.4.2.1	Opslag	93
2.1.4.2.2	Overslag	94
2.1.4.3	Bulk op- en overslag van ammoniak	95
2.1.5	Materialen gebruikt/geschikt voor opslag-systemen	95
2.1.5.1	Staal en Roestvast staal	95
2.1.5.1.2	Drukopslag	95
2.1.5.1.3	Gekoelde en/of cryogene opslagtanks	95
2.1.5.2	Beton	96
2.1.5.3	Non-Ferro metalen	96
2.1.5.4	Kunststoffen, plastics en epoxy	96
2.4.5.4.1	Voor gehele tanks	96
2.4.5.4.2	Voor tankonderdelen	96

## 2.1 Indeling naar product

De aanvankelijke keuze van het type tank is gebaseerd op de productklasse die in de tank moet worden opgeslagen. De Industrial Petroleum Code No. 19 [1], uitgegeven door het 'Energy Institute' in Engeland, verdeelt de producten die binnen de petrochemische (koolwaterstoffen) industrie en anorganische (chloor en ammonia) industrie opgeslagen worden in een aantal klassen aan de hand van hun vlampunt (flashpoint). De vlampuntwaarde van een product is de laagste temperatuur waarop een vloeistof verwarmd moet worden opdat het net voldoende gas afstaat om een mengsel met lucht te vormen dat ontstoken kan worden als, boven de verwarmde vloeistof, er een vlam gehouden wordt (laboratorium test):

- **klasse 0 producten met een vlampunt < 0 °C**
- **klasse 1 producten met een vlampunt van 0 °C tot 21 °C**
- **klasse 2 (1) producten met een vlampunt van 21 °C tot 55 °C opgeslagen boven het vlampunt (wordt beschouwd als klasse 1 product)**
- **klasse 2 (2) producten met een vlampunt van 21 °C tot 55 °C opgeslagen onder het vlampunt**
- **klasse 3 (1) producten met een vlampunt van 55 °C tot 100 °C opgeslagen boven het vlampunt (wordt beschouwd als klasse 2 product)**
- **klasse 3 (2) producten met een vlampunt van 55 °C tot 100 °C opgeslagen onder het vlampunt**
- **klasse 4 ongeclassificeerde producten en producten met een vlampunt boven 100 °C**

Op basis van deze eerste klassenindeling zijn keuzes te maken in welk type opslagtank een specifiek product opgeslagen kan worden. Een tweede productkarakteristiek die nodig is om te bepalen in welk type opslagsysteem een product opgeslagen kan, of moet, worden is de dampspanning bij opslagtemperatuur (de 'True Vapour Pressure' of TVP). De dampspanning wordt gewoonlijk bepaald met de Reid-methode. Dit is een standaard test (ASTM D323 [3]) waarbij de dampspanning wordt bepaald bij 100° F (37,8 °C). De dampspanning die aan de hand van deze test is vastgesteld wordt de Reid-dampspanning (Reid Vapour Pressure of RVP) genoemd. Dit is niet hetzelfde als de dampspanning die varieert met de temperatuur maar het is een eenvoudige maatregel om een product te kwalificeren. Om Reid-dampspanning om te rekenen naar gewone dampspanning bij opslagtemperatuur gebruikt men de nomogrammen in API 2518 [2].

Daarbij gaat de industrie ervan uit, dat producten van klasse 0 en een TVP die hoger ligt dan 862 mbar, opgeslagen worden in (i) druksystemen, zoals gasbollen (spheres) of bullets (verticaal of horizontaal) of (ii) systemen waar het medium op kookpunt wordt gebracht en dus in zogenaamde gekoelde (tot -50 °C) of cryogene opslagtanks opgeslagen worden (van -50 °C voor propaan tot -258 °C voor waterstof). Alle andere productklassen zijn geschikt om opgeslagen te worden in zgn. conventionele opslagtanks (cilindrische verticale opslagtanks met een vlakke bodem, die volledig ondersteund wordt door een fundatie).

In onderstaande hoofdstukken worden de karakteristieke eigenschappen en de theoretische grondslagen voor deze systemen beschreven.

### 2.1.1 Op- en overslag in drukvaten

#### 2.1.1.1 Welke stoffen worden opgeslagen in drukvaten

De stoffen die in drukvaten opgeslagen worden zijn hoofdzakelijk stoffen die bij ambiënte omgevingstemperatuur een vlampunt hebben dat lager dan 0 °C ligt. Binnen de petrochemische industrie wordt vooral gesproken van LPG-opslag (Liquefied Petroleum Gases). Veelal bestaan LPG's uit zuivere butaan of propaan of alle denkbare vormen van combinaties daarvan. Ook anorganische stoffen, zoals chloor kan opgeslagen

worden in drukapparatuur. De onderstaande weergegeven beschrijvingen voor LPG, respectievelijk propaan, zijn hetzelfde in de betreffende PGS-delen en in enkele besluiten die gekoppeld zijn aan de Wet milieubeheer. Een omschrijving van butaan wordt in de Wet milieubeheer niet gegeven. LPG bestaat uit een mengsel van alkanen en alkenen en, zoals hierboven genoemd. Ze komen voor in elke combinatie van deze twee hoofdgroepen.

LPG wordt in het Besluit LPG-tankstations omschreven als:

Product hoofdzakelijk bestaande uit propaan en propeen, met geringe hoeveelheden ethaan, butanen en butenen (handelspropaan), dan wel hoofdzakelijk bestaande uit butaan, buteen en isobutaan (handelsbutaan), evenals mengsels van de genoemde producten, voorzover de dampspanning bij 70 °C, ten hoogste 31 bar bedraagt.

Propaan wordt in het Besluit voorzieningen en installaties en ook in het Inrichtingen en Vergunningsbesluit milieubeheer omschreven als:

Product hoofdzakelijk bestaande uit propaan en propeen, met geringe hoeveelheden ethaan, butanen en butenen, voorzover de dampspanning bij 70 °C, ten hoogste 31 bar bedraagt.

Butaan wordt in de PGS 16 t/m 24 [4] omschreven als:

Product hoofdzakelijk bestaande uit butaan, buteen en isobutaan, waarvan de dampspanning bij 70 °C ten hoogste 31 bar bedraagt.

De PGS-richtlijnen die betrekking hebben op LPG zijn vermeld in onderstaande tabel. De in deze tabel genoemde publicaties zijn door de departementen die de PGS beheren, zonder inhoudelijke aanpassingen, overgebracht naar de nieuwe Publicatie-reeks Gevaarlijke Stoffen; daarbij is alleen de nummering veranderd.

Tabel 1 Overzicht publicaties over LPG in Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen

Titel	Omschrijving	PGS-reeks
CPR 8-1	Autogas (LPG) (4e druk 1994)	PGS 16
CPR 8-1S	Autogas (LPG) supplement (4e druk 1994)	PGS 16
CPR 8-2	LPG tankwagens (1e druk 1985)	PGS 17
CPR 8-3	Distributiedepots voor LPG, butaan en propaan (1e druk 1991)	PGS 18
CPR 11-1	Propaan, het gebruik van propaan op bouwterreinen (1e druk 1984)	PGS 19
CPR 11-2	Propaan, opslag tot 5 m <sup>3</sup> propaan en butaan (1e druk 1986)	PGS 20
CPR 11-3	Propaan en butaan, opslag > 5 en < 150 m <sup>3</sup> (1e druk 1990)	PGS 21
CPR 11-4	Propaan, toepassing in wegebouwmachines en onkruidbestrijdingsmachines (1e druk 1990)	PGS 22
CPR 11-5	Propaan, vulstations van butaan- en propaanflessen (1e druk 1994)	PGS 23
CPR 11-6	Propaan, vulstations voor spuitbussen met propaan, butaan en dimethylether (1e druk 1998)	PGS 24

LPG wordt geïmporteerd als grondstof voor de petrochemie en voor direct eindgebruik in Nederland, o.a. als autogas. Daarnaast vindt in raffinaderijen en in beperkte mate in de petrochemie productie plaats van LPG's. Het transport naar eindgebruikers en naar (regionale) distributiedepots vindt voornamelijk plaats per tankwagens. De export van LPG vindt plaats via zee- en binnenvaart, het spoor en de weg. In al deze gevallen betreft het transport van onder druk vloeibaar gemaakte gassen, met uitzondering van de zeevaart waar ook gekoeld transport plaatsvindt. Er vindt bovendien transport plaats via buisleidingen.

## 2.1.1.2 Bulk opslag in drukvaten

### 2.1.1.2.1 Ontwerp- En Bouwfase

De technische integriteit – en daarmee de veiligheidseisen voor (het ontwerp van) installaties voor de toepassing en opslag van gassen onder druk, waaronder LPG's – is voornamelijk geregeld in het Warenwetbesluit drukapparatuur. Dit besluit bevat doelvoorschriften die het beoogde veiligheidsniveau beschrijven en daarmee worden uniforme eisen gesteld aan drukapparatuur. De eisen zijn o.a. gericht op de sterkte van drukapparatuur onder verschillende omstandigheden, maar ook op veilige bediening, inspectiemiddelen, aftap- en ontluchtingsmiddelen, corrosie, slijtage, samenstellen van verschillende onderdelen, vulinrichtingen en overvulbeveiliging, veiligheidsappendages, evenals beveiliging tegen uitwendige brand. Met het Warenwetbesluit drukapparatuur is de Europese richtlijn voor drukapparatuur (Pressure Equipment Directive of PED 1997 [5]) geïmplementeerd. Overigens is dit besluit niet van toepassing op drukvaten en tanks waarvan de ontwerpdruk onder operationele condities lager is dan 0,5 bar. Voor deze installaties gelden of eigen normen of o.a. regels uit de Arbo-wetgeving.

Aan de veiligheid van systemen onder druk worden in het Warenwetbesluit drukapparatuur specifieke eisen gesteld die afhankelijk zijn van de indeling in één der vier risicocategorieën. Afhankelijk van de risicocategorie (I t/m IV), die bepaald wordt door het volume, de nominale diameter van de leidingen en de overdruk ten opzichte van atmosferische druk, de fasetoestand van de stof en de gevarengroep van de stof, zijn de eisen meeromvattend. Voor installatieonderdelen die vallen in de laagste risicocategorie (I) geeft het Warenwetbesluit drukapparatuur geen specifieke eisen, maar daarvoor gelden wel de nationale regels voor 'goed vakmanschap' om een veilig gebruik te waarborgen.

Conform de Pressure Equipment Directive (PED) ref 97/23/CE van 1997 [5] zullen, anders dan geldend voor conventionele opslagsystemen, in Nederland internationale normen toegepast mogen worden om drukopslag constructies te ontwerpen en te bouwen. Voordat deze PED [5] verscheen bestonden er de zgn 'Stoomwezen regels', die de Nederlandse eisen voor ontwerpen en bouwen beschreven. Deze regels zijn komen te vervallen na het verschijnen van de PED [5].

### 2.1.1.2.2 Gebruiksfase

De Europese richtlijn voor drukapparatuur heeft betrekking op de technische integriteit van de drukapparatuur en is alleen gericht op de ontwerp- en nieuwbouwfase. Het Warenwetbesluit drukapparatuur bevat daarnaast tevens aanvullende (nationale) veiligheidseisen voor de gebruiksfase. Deze laatste eisen zijn op initiatief van de branche ingevuld in een Nederlandse Praktijkrichtlijn (NPR 2578) [9]. De praktijkrichtlijn geldt ook voor de hierboven genoemde leidingen en appendages met lagere druk en regelt dat bij periodieke keuringen de technische integriteit van de gehele installatie wordt beoordeeld. In het algemeen is deze NPR van toepassing op LPG-installaties die vallen binnen het werkingsgebied van het Warenwetbesluit drukapparatuur en/of de PGS 16 t/m 24 [4], met uitzondering van LPG-tankwagens (PGS 17) [10].

### 2.1.1.3

## Eisen aan de technische integriteit van specifieke inrichtingen

#### 2.1.1.3.1

### Grote LPG-installaties

Voor grotere LPG-installaties, bijvoorbeeld raffinaderijen, LPG-terminals en petrochemische bedrijven, kunnen via de vergunning in het kader van de Wet milieubeheer nadere eisen aan de technische integriteit van de installatie worden gesteld, aanvullend op de eisen uit het Warenwetbesluit drukapparatuur. Zo worden in het Besluit risico's zware ongevallen 1999 (BZRO 1999) [6] eisen gesteld aan de grotere LPG-installaties. Dit besluit vormt een belangrijk deel van de implementatie van de Seveso-richtlijn, een EU-richtlijn die is gericht op het beheersen van gevaren van zware ongevallen waarbij gevaarlijke stoffen zijn betrokken. Het BZRO 1999 [6] richt zich op de arbeidsveiligheid, externe veiligheid, rampenbeheersing en rampen-bestrijding. Hierin worden aan werkgevers en drijvers van inrichtingen eisen gesteld. Dit betreft, naast eisen aan de veiligheid en betrouwbaarheid van ontwerp en constructie, ook eisen aan de veiligheid en betrouwbaarheid van de exploitatie en aan het onderhoud van de gehele installatie.

#### 2.1.1.3.2

### Eisen Aan Explosieveiligheid

De Europese richtlijnen 94/9/EG (ATEX 95) [7] en 1999/92/EG (ATEX 137) [8] zijn in Nederland geïmplementeerd in het Warenwetbesluit explosieveilig materieel, respectievelijk in het Arbo-besluit. Het Warenwetbesluit explosieveilig materieel en de relevante delen van het Arbo-besluit zijn gericht op het beheersen van risico's bij het toepassen van explosieve stoffen of mengsels en gelden daarom voor alle toepassingen van LPG's. Met deze wetgeving worden eisen gesteld aan de technische integriteit van de apparatuur en de beveiligingssystemen die gebruikt worden op plaatsen met ontploffingsgevaar. Ook worden minimumvoorschriften gegeven voor bescherming van werknemers op arbeidsplaatsen met explosiegevaar, o.a. een gevarezone-indeling. Tevens worden nadere voorschriften voor de risico-inventarisatie en -evaluatie en het explosie veiligheidsdocument gegeven, waarbij wordt verwezen naar de NPR 7910-1 [11].

Het opslaan van gassen onder hoge druk en het verpompen van die gassen naar/van transportmedia (schepen, treinen, vrachtauto's) is, hoewel het veelvuldig gebeurt en er slechts zelden sprake is van ongelukken, een gevaarlijke activiteit. Ook als er nabije warmteradiatie optreedt, kan het transportmedium of het opslagmedium zodanige warmteradiatie ontvangen dat de drukhuid van de opslagtank zijn sterkte verliest en eventueel open kan scheuren. Dan kan een 'BLEVE-catastrofe' ontstaan (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion). Zo'n explosie gaat gepaard met een zeer snelle uitbreiding van de expanderende gaswolk die daarbij ook nog in brand raakt. Op basis van schaalonderzoeken heeft men in het begin van de jaren 80 van de vorige eeuw, na ongelukken in o.a. Mexico City, vast kunnen stellen dat die brandende gaswolk wel een omvang van 300 to 400 meter kan bereiken (afhankelijk natuurlijk van de grootte van de opslagtank) waarbij alles wat er zich in die omgeving bevindt, beschadigd wordt. Niet alleen door brand maar ook door de explosiekracht. In die jaren werd in Nederland gesteld dat bij bouw van bovengrondse opslag de omgevingsinstallaties en spheres in de onmiddellijke nabijheid zodanig uitgelegd en ontworpen moesten worden dat een (explosie)druk golf van 1 bar in 0,3 sec veilig opgenomen kon worden. In berekeningen van statische constructies werd dit veelal vertaald als een statische externe belasting of druk van 2 bar. In die jaren zijn er in het 'Rotterdamse' dan ook gasspheres gebouwd die deze belasting als minimale eis moesten weerstaan (ARCO Chemie – tegenwoordig Llyondell locatie Rozenburg). In latere jaren is deze eis niet meer opgenomen en zijn bij vervolgoeddrachten in die regio de spheres weer uitgevoerd als gewone statische objecten en gebouwd zonder drukopvangconstructies.

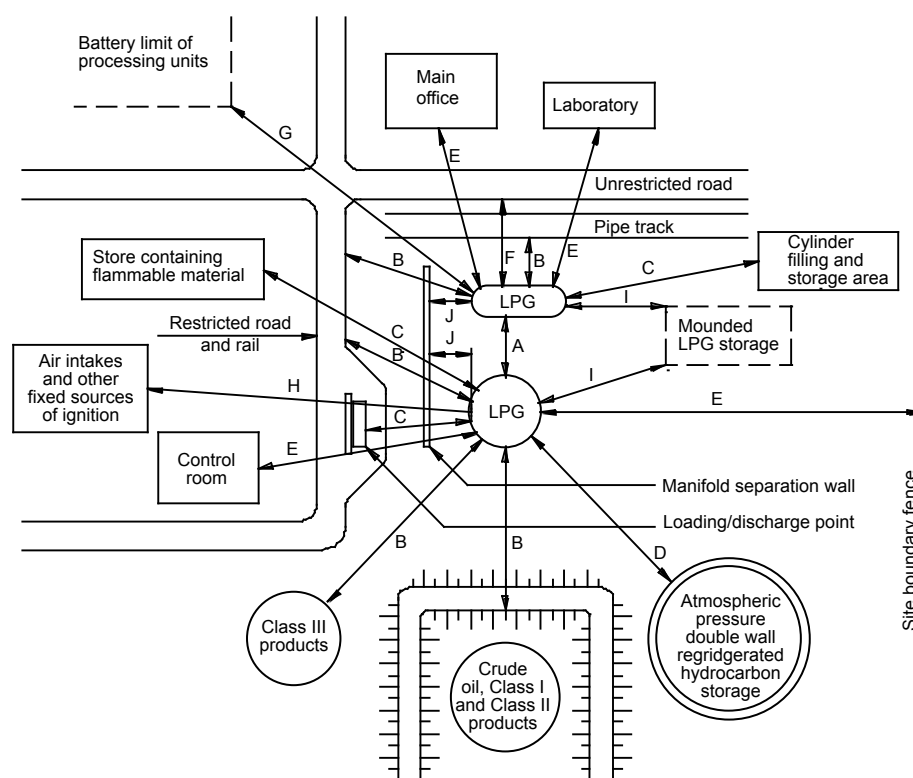
Een typische opstelling van drukopslagsystemen is te zien in figuur 2.1.1.3.2-1.

Figuur 2.1.1.3.2-1 Opstelling van bovengrondse drukopslagsystemen



Typische opstellingseisen kunnen herleid worden uit internationale normen (IP codes 19 [1] en 15 [25]). Bovendien geeft de EEMUA 190 [16] in haar bijlagen een overzicht van veiligheidsafstanden ten opzichte van alle op een raffinaderij voorkomende installaties (onderlinge afstanden, afstanden tot controlekamer, afstanden tot andere (al of niet drukkoudende) opslagsystemen, afstanden tot kades, wegen, erf-afschieding etc.). In onderstaande schets (figuur 2.1.1.3-2) is een opsomming van die veiligheidsafstanden weergegeven:

Figuur 2.1.1.3.2-2 Veiligheidsafstanden bovengrondse drukopslagsystemen



Vessel capacity (m <sup>3</sup> )		Safety distance (metres) (2)								
(1)	A (3)	B	C	D(4)	E	F	G	H	I	J
135 < Capacity ≤ 265	$(D_1 + D_2)/4$	15	25	$1.5D_r$	37.5	22.5	25	22.5	15	5
265 < Capacity ≤ 500	$(D_1 + D_2)/4$	15	25	$1.5D_r$	60	22.5	25	22.5	15	5
Capacity > 500	$(D_1 + D_2)/4$	15	25	$1.5D_r$	60	30	25	30.0	15	5

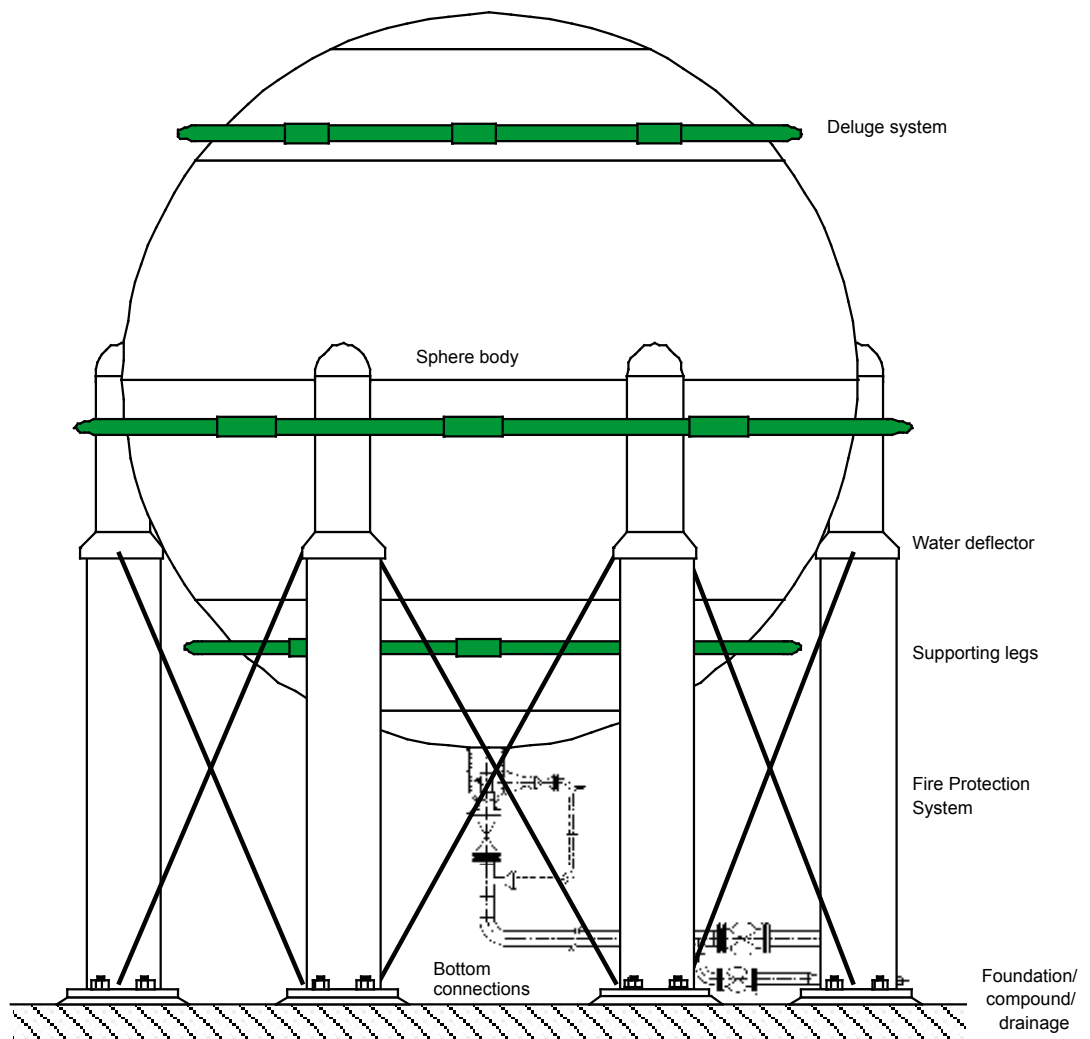


## 2.1.1.4 Typen van tanks voor drukopslag

### 2.1.1.4.1 Spheres

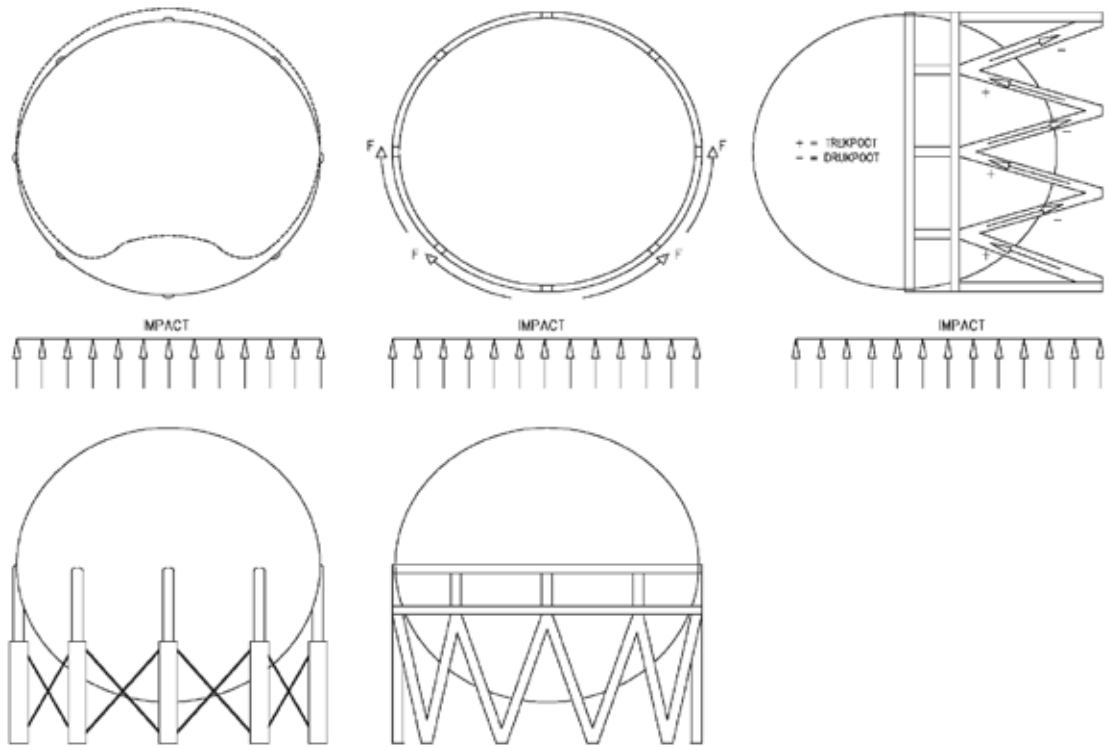
Deze vorm van opslagtype is de meest economische. Immers de ronde vorm zowel over de verticale als de horizontale as levert een spanningsverdeling – door inwendige druk – op die de kleinst mogelijke dikte van de platen waaruit zo'n gasbollichaam wordt gemaakt oplevert. Een typische opslagsphere zal er met appendages uitzien als afgebeeld in onderstaande figuur:

Figuur 2.1.1.4.1-1 Schets van een typisch gassphere constructie



Anders dan bij de in hoofdstuk 2.1.1.3.2 beschreven drukopvangconstructies die een ander fundatiemodel nodig maakten, zijn de verticale poten alleen met elkaar verbonden met lichte windverbanden, meestal van stafstaal. Die drukopvang-constructies zijn destijds uitgevoerd als horizontale ringen waarop de poten, nu diagonaalsgewijs opgesteld, in vastgrijpen. Vanwaar de explosiekracht ook komt, de ringen geleiden de kracht naar de poten toe die de krachten verdelen en afgeven aan het fundament (zie figuur 2.1.1.4.1-2).

Figuur 2.1.1.4.1-2 Schets van krachtomleidingsconstructie voor opname explosiekrachten door BLEVE



In de linkerzijde van figuur 2.1.1.4.1-2 is een 'normale' opstelling geschetst waar de sphere zal vervormen onder blootstelling aan een BLEVE. De rechterzijde van deze figuur geeft een opvangconstructie weer die de gasbol zal beschermen tegen de explosiedruk.

Volgens de internationale normen zijn de belastingcombinaties die de sterkte, stabiliteit en weerstand tegen plooiën van de bolmantel en de ondersteunings-kolommen bepalen aan de hand van de volgende belastingen uit te rekenen:

- Inwendige druk (operationele druk, ontwerpdruk en testdruk).
- Windbelasting.
- Uitwendige druk (vacuüm).
- Eigen gewicht (staal).
- Aardbevingsbelastingen (indien van toepassing - niet voor Nederland).
- Belasting uit product (operationele fase) of water (testfase).

Anders dan bij conventionele atmosferische tanks is de testdruk niet gelijk aan de maximale ontwerpdruk (die meestal ook gelijk is aan de operationele druk die in een tank op kan treden). De bepalingen van de norm die toegepast wordt bij het ontwerp zullen een additionele factor toewijzen waarmee de ontwerpdruk verhoogd moet worden om de testdruk te bepalen. De testdruk ligt meestal een factor  $\gamma = 1,25$  hoger dan de ontwerpdruk, terwijl de operationele druk weer iets onder de ontwerpdruk ligt aangezien de gasbol slechts tot 93% (operationeel) of tot 95% (maximale vulgraad) gevuld wordt om een dampfase te houden die afgeblazen kan worden bij bereiken van te hoge drukken.

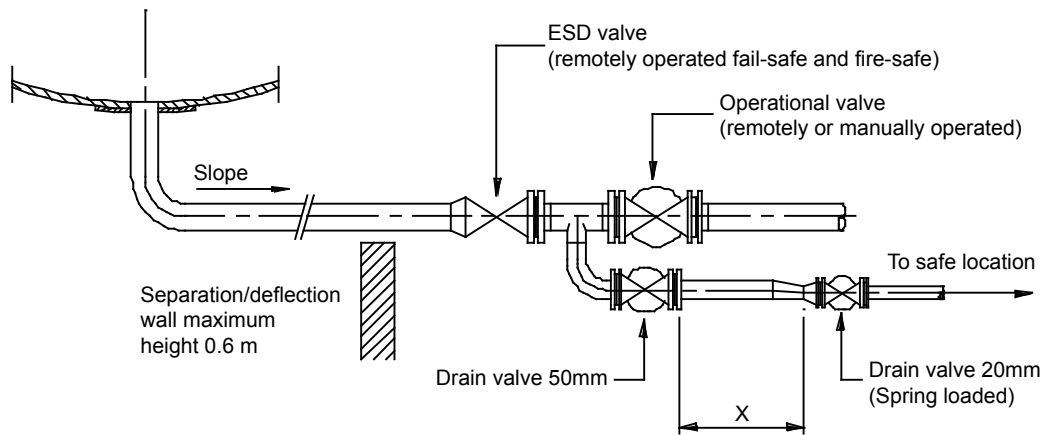
Andere ontwerpaspecten zijn:

- Productkarakteristieken.
- Producttemperatuur (wisselende toelevering).
- Vul- en legingsoperaties.
- Vacuümcondities.
- Omgevingstemperatuur (minimaal/maximaal).

Bovendien zijn er nog aanvullende aandachtspunten die meegenomen moeten worden in het ontwerp van de totale opslaginstallatie:

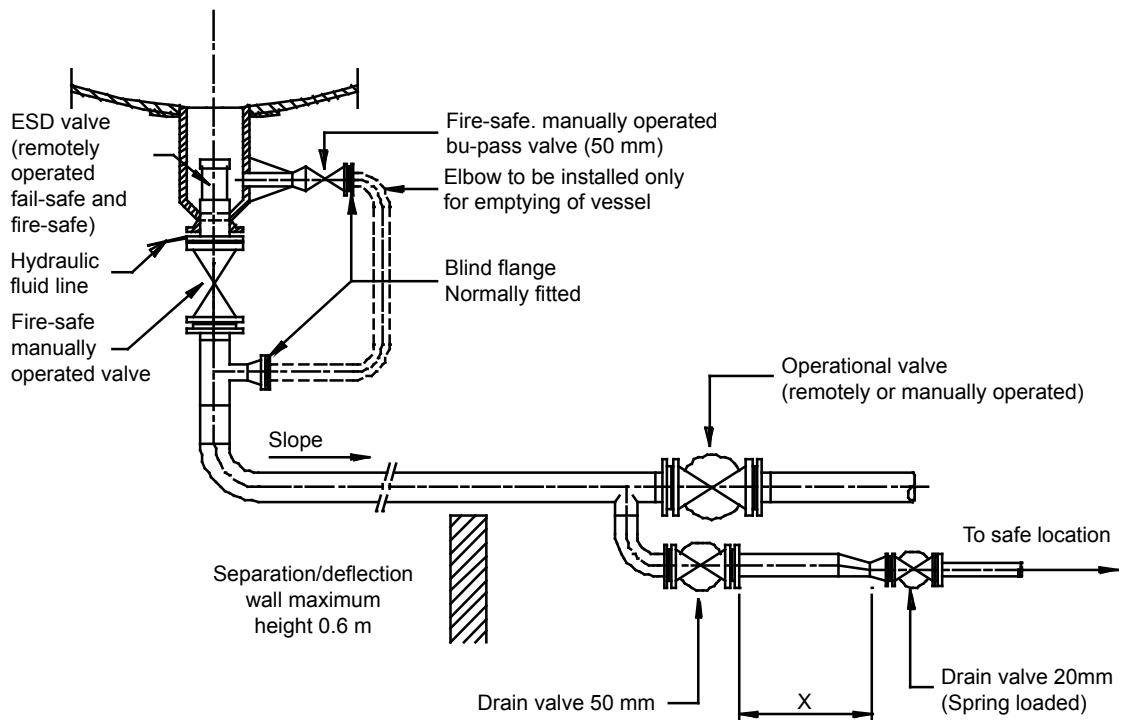
- Het minimaliseren van kansen op lekkages (minimaliseren van flens-verbindingen).
- Het minimaliseren van kansen op escalaties (schone tankput, lage deflectie-wand, aflopende drainage weg van pompen en van de opslag).
- Het toepassen van slechts één (1) bodemdoorvoering die gelast is in de bolmantel (geen flensverbinding) en die zodanig is geconstrueerd dat bij totale leging geen vloeistof in de bol achter kan blijven (flush). Zie figuur 2.1.1.4.1-3.
- Geen flensverbindingen toepassen voor de 'emergency shut down' uitlaatklep (zie figuur 2.1.1.4.1-3).
- Als bevrozing mogelijk is het toepassen van isolatie of verwarmde leidingen.
- Brandprotectie door koeling van mantel en kolommen d.m.v. een watersproeisysteem, eventueel met vaste monitors.
- Het aansluiten van alle operationele en instrumentatiesystemen aan de bovenzijde van de bolmantel boven het vloeistofniveau.

Figuur 2.1.1.4.1-3a schets van een bodemuitlaat van een sphere met uitwendige 'emergency shut down valve'



X=Minimum 0.6 m  
 Maximum such as to enable simultaneous operation of both drain valves by a single operator

Figuur 2.1.1.4.1-3b schets van een bodemuitlaat van een sphere met inwendige 'emergency shut down valve'



X=Minimum 0.6 m  
 Maximum such as to enable simultaneous operation of both drain valves by a single operator

Aandachtspunten voor de ontwerper zijn:

1. Water drainage systeem

- Risico van dichtvriezen als het medium ontsnapt (bij ontsnappen verdampt het product, zodat de temperatuur (bij propaanopslag) tot wel  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  kan worden).
- Altijd 2 afsluiters in de leiding (zie figuur 2.1.1.4.1-3).
- De operator dient beschermd te worden tegen 'flushed vapours'.

2. Er zijn meestal separate niveau-instrumentatie en alarmsystemen:

- 'High and High High Level alarms' voor langzame vulling.
- 'High and High High Level alarms' + afsluitmedium voor pompen bij snelle vulling.

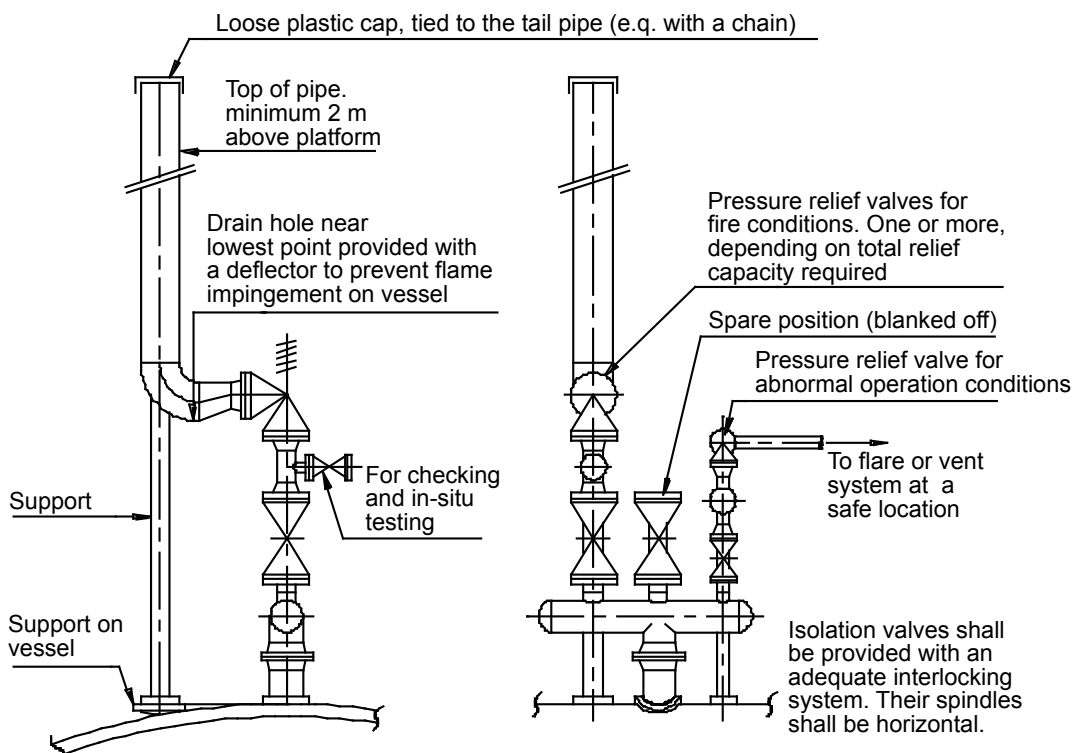
3. Drukaflaatventielen:

Onder operationele condities:

- Openingsdruk is gelijk aan ontwerpdruk van de sphere. Druk bij volledig open zijn van de drukventielen ligt op een waarde van 120% van de ontwerpdruk.
- Capaciteit en diameter is bepaald voor maximale vulsnelheid.
- Onder calamiteitcondities:
- Openingsdruk is 110% van ontwerpdruk. Druk bij volledig open zijn van de drukventielen ligt op een waarde van 120% van de ontwerpdruk.
- Capaciteit en diameter zijn bepaald op dampdoorlaat onder warmteradiatie van een nabij ontstane brand.

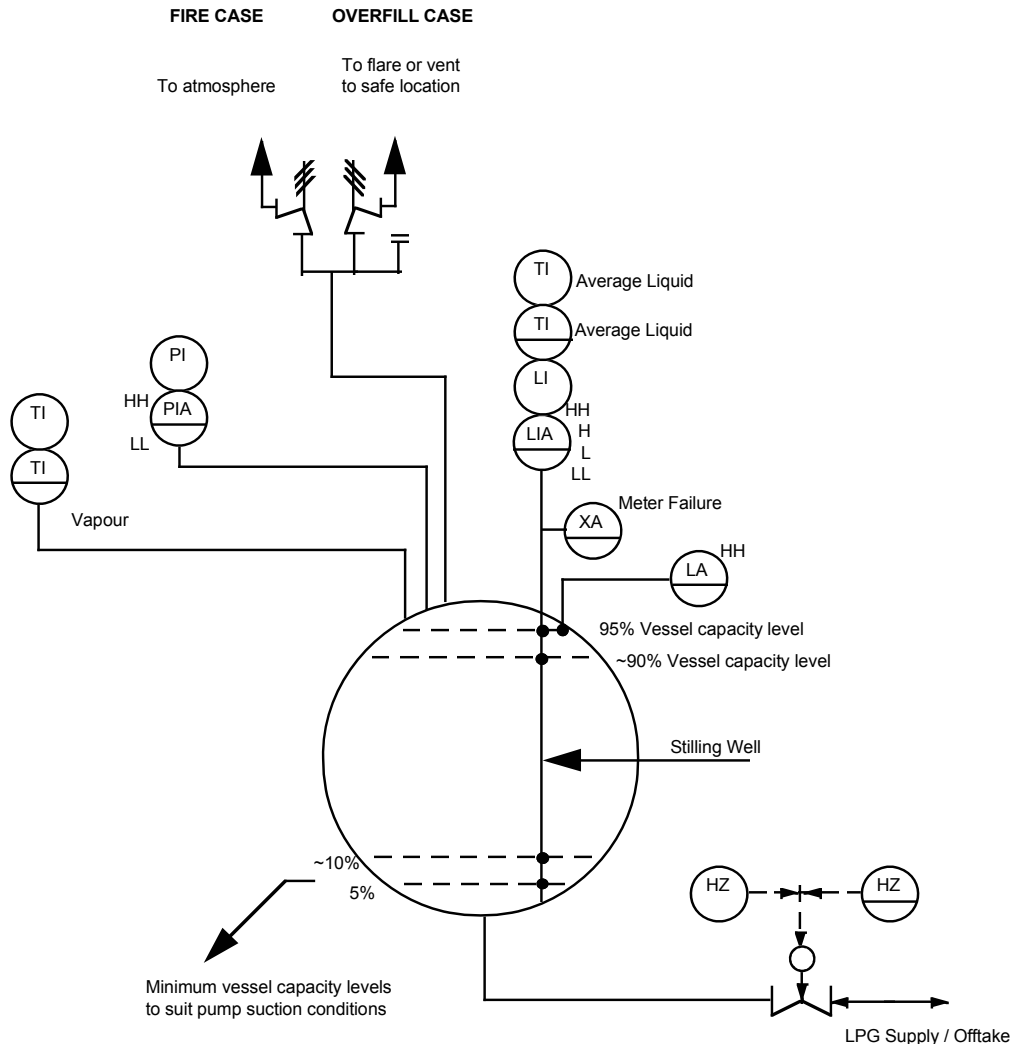
Onderstaande figuur 2.1.1.4.1-4 geeft een schematische voorstelling weer van de opstelling van de drukaflaatkleppen.

Figuur 2.1.1.4.1-4 schematische opstelling drukaflaatkleppen



In onderstaande figuur 2.1.1.4.1-5 wordt een voorbeeld gegeven van typische instrumentatiesystemen die bij drukopslag in een sphere worden toegepast:

Figuur 2.1.1.4.1-5 schematische voorstelling instrumentatiesystemen op drukopslagspheres



Zie voor drainage van de tankput waarin spheres worden opgesteld en uitvoering van de drainagesystemen hoofdstuk 3.8 en figuur 3.8-4.

Na ongelukken met spheres in Afrika en Maleisië in de eerste jaren van de 21e eeuw is er wereldwijd aandacht besteed aan corrosievormen onder de passieve brand-protectie van de ondersteuningskolommen. Deze kolommen zijn, net zoals de bolmantel zelf, van staal gemaakt. Als er een brand optreedt, waarbij de warmteradiatie de oppervlaktetemperatuur van de kolommen boven de 425 °C brengt, verliest staal haar krachtenopnemend vermogen en de gasbol zal letterlijk 'door zijn poten zakken'. Zo'n scenario zal dan een escalerend effect hebben aangezien het product dat opgeslagen is uit zo'n bezwijkende gasbol dan ook ontstoken wordt. Daarom zijn de stalen kolommen voorzien van een betonnen beschermlaag. De aansluiting van beton op staal zou inwatering kunnen veroorzaken, waardoor de stalen kolom aangetast wordt door corrosie. In Tunesië (Sfax) is een sphere, onder watertestbelasting bezweken omdat de poten (kolommen) niet meer in staat waren de waterbelasting op te nemen door hevige corrosie. (zie figuur 2.1.1.4.1-6).

Figuur 2.1.1.4.1-6 Bezweken gassphere tijdens watertest door corrosie aan ondersteuningskolommen



Het probleem daarbij is veelal geïnitieerd door een verkeerd ontworpen, aangebrachte of slecht onderhouden waterafleider (deflector) die, in plaats van voorkomen dat (regen)water kan binnen dringen in de spleet tussen de stalen kolom en de daarop aangebrachte beschermende betonnen laag, het water toestaat daar binnen te dringen (zie figuur 2.1.1.4.1.7).

Figuur 2.1.1.4.1-7 Corrosieveroorzakende 'waterdeflector'



Bij ontwerp, bouw en beheerstaken zal erop gelet moeten worden dat deze problemen niet op kunnen treden (na dit ongeluk in Tunesië is een onderzoek gestart aan 144 gasspheres in Europa, Azië en Afrika waaruit bleek dat bij ca 60% van die onderzochte populatie reparaties noodzakelijk waren – zie figuur 2.1.1.4.1-8).

Figuur 2.1.1.4.1-8 corrosieplekken in ondersteuningskolommen gasspheres



Destijds is ook een speciaal Pulsed Eddy Current inspectiemethodiek (zie hoofdstuk 5.3.4.3.3. voor theorie e.d.) ontworpen en toegepast om door de 5 tot 15 cm dikke betonlagen corrosie waar te nemen en om de restdikte van de stalen kolompoten te meten (zie figuur 2.1.1.4.1-9).

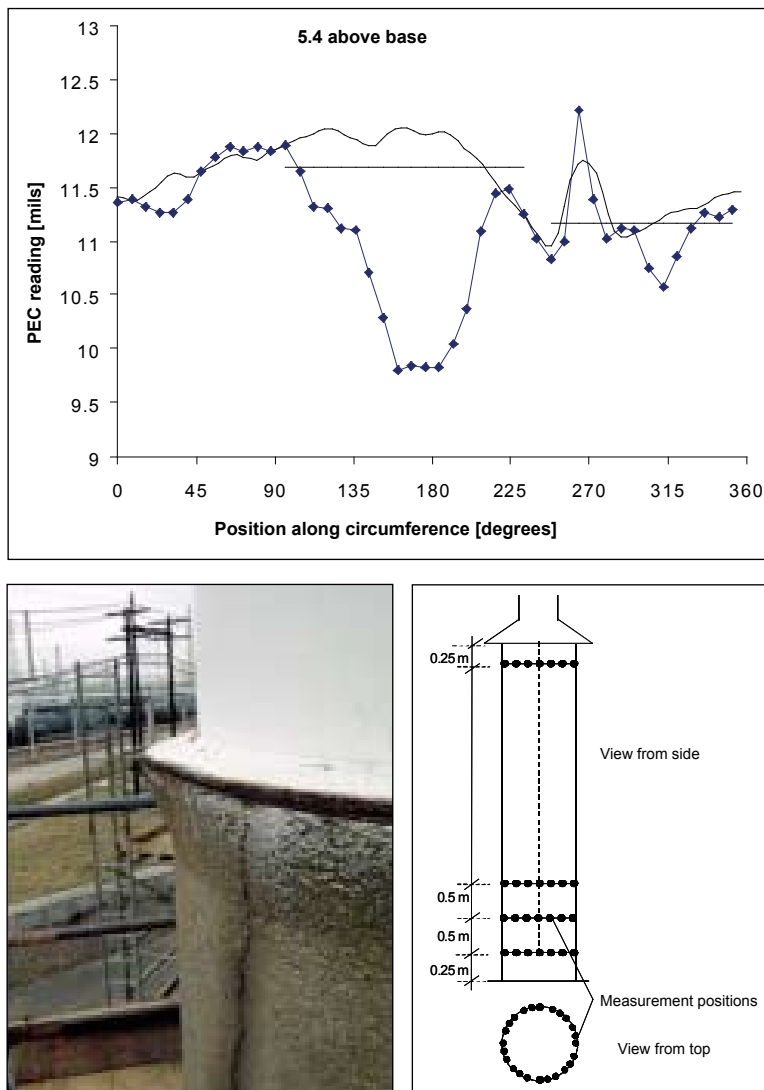
Figuur 2.1.1.4.1-9 PEC-meetopstelling ondersteuningskolommen gasspheres





Het resultaat van zo'n meting is weergegeven in onderstaande figuur 2.1.1.4.1-10.

Figuur 2.1.1.4.1-10 PEC-metingsresultaten aan ondersteuningskolommen van een gassphere



De witte gebieden konden niet gemeten worden door aanwezige constructies. De groene gebieden vragen geen vervolgactie omdat daar de dikte van de kolommen zich boven de afkeurlimiet bevinden. De gele, oranje, roze en rode gebieden vragen om actie: (oplossen, overlappaten aanbrengen, uitwisselen e.d.).

### 2.1.1.4.2 Bullets (Horizontaal Bovengronds)

Een vergelijkbaar type van opslagtank voor gassen onder druk is de zgn. 'bullet' die ook bovengronds toegepast worden. Meestal zijn deze bullets uitgevoerd staande op een tweetal zadels. Figuur 2.1.1.4.2-1 geeft een typische opstelling daarvan weer.

Figuur 2.1.1.4.2-1 Typische opstelling bovengronds drukvat



Dit systeem wordt niet alleen in opslag- en verwerkingsinstallaties toegepast (raffinaderijen) maar komen ook voor als 'gewoon' opslagsysteem bij gebouwen (levering LPG t.b.v. verwarming als het gebouw net aangesloten is op het Nederlandse gasnet) en andere opstellingen als transport niet d.m.v. buisleidingen wordt gerealiseerd (zie figuur 2.1.1.4.2-2).

Figuur 2.1.1.4.2-2 Een horizontaal bovengronds drukvat (een veel voorkomend systeem)



Omdat een horizontaal vat veel ruimtebeslag inneemt van de totale installatie (denk aan veiligheidsafstanden e.d.) komen ook verticale drukvaten voor. In vorm lijken die identiek, maar de wandplaten zullen nu, anders dan in horizontale opstelling waar de wandplaten over de gehele lengte van het cilindrische drukvatgedeelte een identieke dikte hebben, variëren over de hoogte (bovenin de dunste plaat en onderin de dikste plaat en daartussen een dikte die rechtevenredig is met de statische druk van het opgeslagen medium). Een typisch voorbeeld van een verticaal drukvat is te zien in figuur 2.1.1.4.2-2.

Figuur 2.1.1.4.2-2 Voorbeeld verticale bovengrondse opslagtank voor LPG

Ontwerptechnisch en operationeel liggen deze drukvaten niet veraf van de gas-spheres zoals die beschreven zijn in hoofdstuk 2.1.1.4.1 en de aandachtspunten zoals daar verwoord: ontwerpcriteria (ontwerpdruk, operationele druk en testdruk), instrumentatiesystemen, afstelwaarden drukaflaatkleppen, opstelling van drukaflaat-kleppen, uitvoering bodemuitlaat met 'emergency shut down valve' enz. zijn identiek aan die voor gasspheres.



### 2.1.1.4.3 Bullets (Horizontaal Ondergronds)

Na grote ongelukken met bovengrondse opslagsystemen voor LPG's (vooral na het Mexico City ongeluk in de begin jaren '90 van de vorige eeuw) is er wereldwijd een trend ontstaan om drukvaten ondergronds te situeren. De beschermlagen van zand e.d. laten geen warmteradiatie toe en het vat is daarmee niet alleen zelf bestand tegen BLEVE's (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosions), maar zal daartoe ook niet bijdragen.

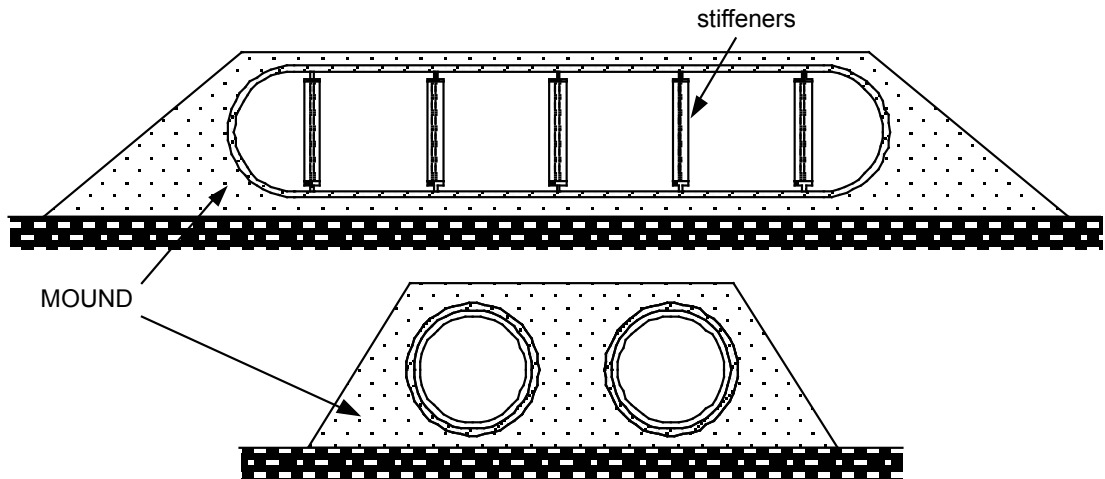
Dit concept heeft wereldwijd de naam 'Mounded Storage Vessels' gekregen omdat de 'mound' (berg) het enige is dat zichtbaar blijft.

Figuur 2.1.1.4.3-1 'Mounded Storage Vessels' voor LPG



Binnen de zandberg kunnen verschillende vaten aangebracht zijn, meestal echter zullen er meerdere onder de zandberg neergelegd worden (zie figuur 2.1.1.4.3-2).

Figuur 2.1.1.4.3-2 'Mounded Storage Vessels' onder zandberg



De volledige theorie omtrent veiligheidsideeën achter dit soort drukopslagsystemen, veiligheidsafstanden, ontwerpcriteria, ontwerpregels, verificatie van ontwerpregels na beoordeling van opgegraven drukvaten e.d. is beschreven in de EEMUA 190 [16]. Een korte opsomming van de veiligheidsgedachte achter 'mounded storage' is hier weergegeven:

- BLEVE is praktisch niet mogelijk.
- Protectie van de vaten tegen:
  - Warmteradiatie door een nabije brand.
  - Een drukgolf ontstaan door een nabije explosie.
  - Beschadiging door rondvliegende voorwerpen bij explosies.
  - Sabotage.
- Excellente weerstand tegen explosies e.d. levert op:
  - Gereduceerde afmetingen van opslagterrein.
  - Kleinere veiligheidsafstanden.
- Het komt tegemoet aan milieu en esthetische aspecten.

Naast de eerdergenoemde ontwerpaspecten die de EEMUA 190 [16] beschrijft, besteedt dit document ook aandacht aan de volgende deelgebieden die elk op haar beurt van toepassing zijn voor de uiteindelijke keuze van opslagsysteem:

#### A. Grondonderzoeken:

- Accuraat onderzoek van de ondergrond is nodig om buigingen van de vaten in de langsrichting daarvan te voorkomen.
- Geotechnische onderzoeken bij voorkeur te doen door experts.
- Pre-loading door zandbed is meestal nodig om zettingsverschillen bij gebruik te beperken/voorkomen.
- Eventuele aanwezige waterstoffen of andere vervuilende materialen dienen volledig verwijderd te zijn in het grind omdat dit de buitenkant van de vaten kan beïnvloeden door corrosie e.d. Die corrosie is (bijna) niet te detecteren aangezien het gehele vat omgeven is door de zandberg en een uitgraving nodig is om dit te inspecteren.
- In het geval er slechte (onder)grondcondities zijn, zal een onderheide fundatie nodig zijn.

### B. Dimensies :

- Afmetingen variëren tussen 3 m (diameter) and 25 m (lengte) voor 200 m<sup>3</sup> vaten en 8 m bij 60 m for grote 3.000 m<sup>3</sup> (maximaal laat dit opslagsysteem door de externe belasting van de grondlagen en mogelijke zettingen een opslaginhoud toe van ca. 3.500 m<sup>3</sup>).
- De meest economische diameter/ lengteverhouding ligt bij 1 op 8.
- Inwendige verstijvingen zijn nodig om tangentiële en longitudinale buiging te voorkomen.

### C. Materialen

- Minimale ontwerptemperatuur is de laagste waarde van de 'Atmospheric Boiling Point' (ABP) van het opgeslagen product en de laagste omgevings-temperatuur (klimatologisch bepaald).
- Als een minimum is dit -20 °C voor commerciële propaanopslag (bij boven-gronds ligt deze waarde op -40 °C).
- De zandberg zal beschermd worden tegen erosie door bitumen, open beton tegels of grasbegroeiing (zie ook figuur 2.1.1.4.3-1).

### D. Bescherming tegen Corrosie:

- Bestaat uit een adequaat coating systeem, dat samenwerkt met een cathodisch beschermingssysteem ('impressed current systeem')
- Keuze tussen 'deep-well anode' grondbed of anodebed laag onder het grondbed afhankelijk van grond-onderzoeken.
- Consultant voor cathodische bescherming is te raadplegen in een vroeg stadium van het project.
- Bij voorkeur is inwendige coating aan het bodemgedeelte van het drukvat aan te brengen om inwendige corrosie aan de binnenkant van het vat te voorkomen (water in LPG).

### E. Constructieve aspecten :

- Verticale fabricage op locatie van vatgedeelten.
- Prefabricage van vatsecties.
- Fabricage van complete vaten op locatie.
- Fabricage van complete vaten weg van locatie (op fabrieksterrein elders) en transportmogelijkheid naar de locatie (zie figuur 2.1.1.4.3-3).

Figuur 2.1.1.4.3-3 Transport 'Mounded Storage Vessels' voor LPG na constructie



#### F. Kosten :

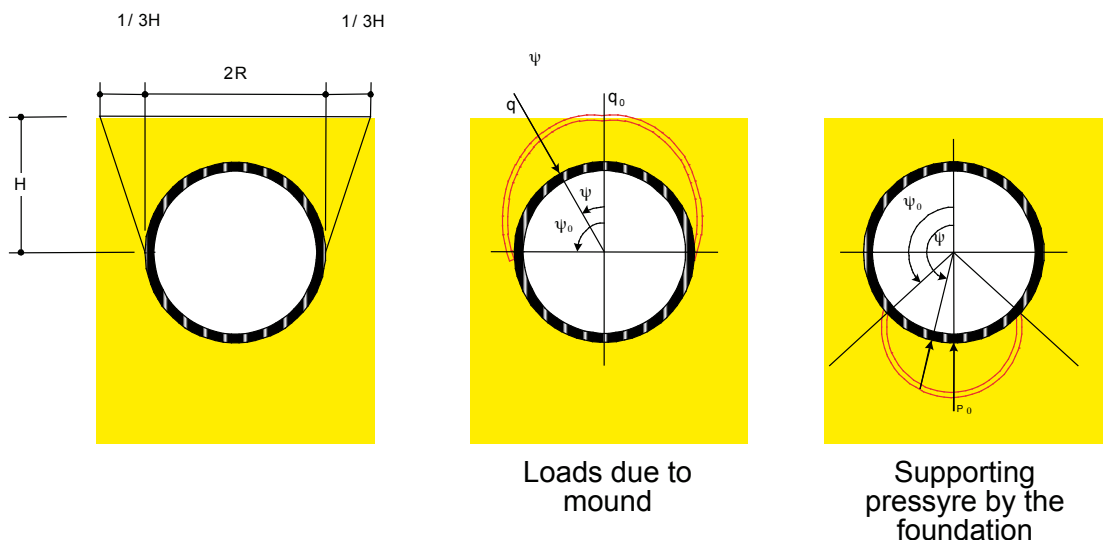
- Verschillen in kosten per project ontstaan grotendeels door locale condities (grondgesteldheid), aantal vaten binnen de 'mound' en afmetingen van de vaten.
- Blus- en koelwaterhoeveelheden en dus ook het piping design daarvoor, maar ook het drainagesysteem daarvoor zijn significant kleiner bij 'mounded storage' dan bij bovengrondse opslagsystemen. Bovendien zal de benodigde hoeveelheid grondoppervlakte bij MSV veel kleiner zijn dan bij bovengrondse opslag omdat de veiligheidsafstanden drastisch gereduceerd kunnen worden.

Hoewel dit type drukopslagsysteem alleen al uit veiligheidsoogpunt veel voordelen kent ten opzichte van bovengrondse opslagsystemen kent het ook enkele nadelen. De EEMUA 190 [16] noemt er enkele:

- Installatie boven de hoogste grondwaterstand is nodig om uitwendige corrosie te minimaliseren of te voorkomen. Dit maakt, zeker bij de toepassing van de maximale economische afmetingen (diameter van 8 m en 64 m lengte), dat de bergen erg groot zijn.
- Risico van uitwendige corrosie die niet gevonden wordt omdat uitgraven (praktisch) onmogelijk is.
- Adequate coating en cathodische beschermingsystemen zijn absoluut noodzakelijk.
- Het is essentieel dat uiterste zorg aan die beschermingssystemen gegeven wordt tijdens de ontwerp, bouw en installatiefases van de vaten.
- Gedurende de operationele fase van de vaten moet het beschermingsniveau door cathodische bescherming regelmatig geïnspecteerd worden.

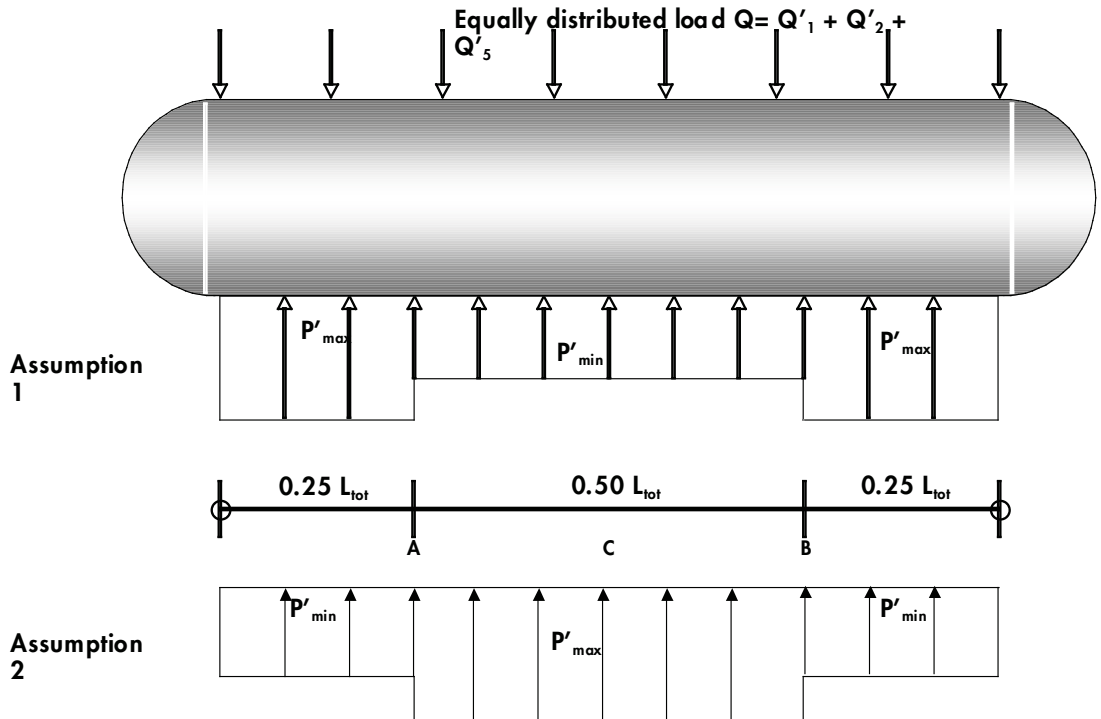
Bovendien 'kennen' de internationale normen voor drukopslag de specifieke belastingen uit de zandberg en de tegendruk van het fundament op de vaten niet. Het ontwerp van dit soort vaten vraagt daarom specifieke kennis van de ontwerper. De EEMUA 190 [16] geeft wel specifieke rekenregels, maar het zal toch aan de ontwerper liggen om de achtergrondtheorie daarvan te (leren) begrijpen voordat de rekenroutines, die de EEMUA 190 [16] minimaal voorschrijft, doorlopen worden. Voorbeelden van belastingen uit de zandberg en het fundament zijn in onderstaande figuur 2.1.1.4.3-4 weergegeven.

Figuur 2.1.1.4.3-4 Typisch belastingdetails uit zandberg en uit fundatie op 'Mounded Storage Vessels'



Een ander voorbeeld van geïnitieerde buigbelastingen uit longitudinale zettingen is gegeven in figuur 2.1.1.4.3-5.

Figuur 2.1.1.4.3-5 Typische belastingen uit longitudinale zettingen



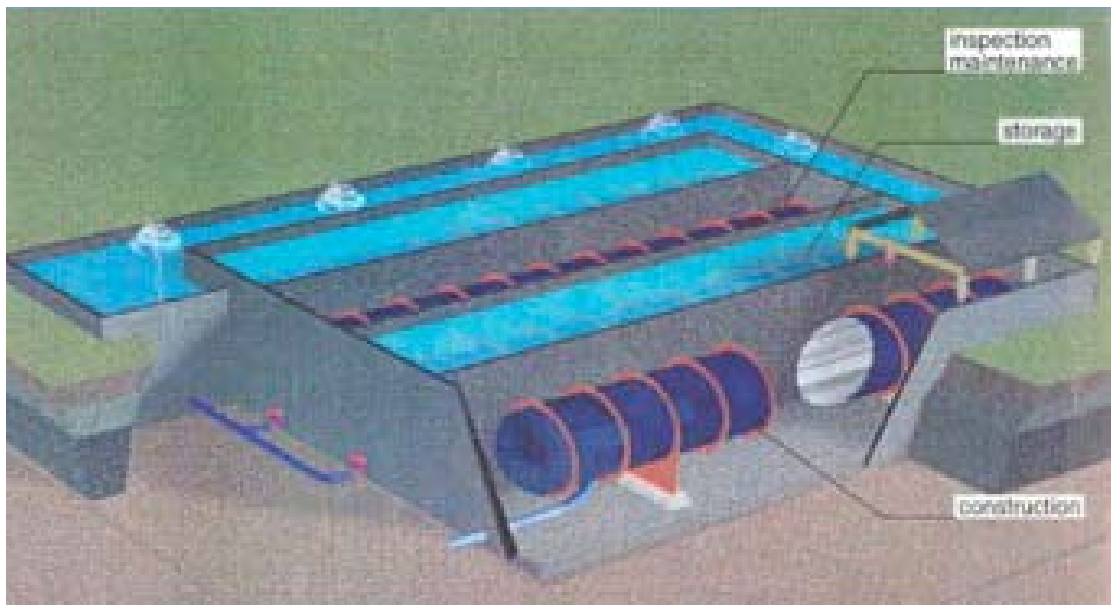
De omschrijving van ontwerpcriteria (ontwerpdruk, operationele druk en testdruk), instrumentatiesystemen, afstelwaarden drukaflaatkleppen, opstelling van drukaflaat-kleppen, uitvoering bodemuitlaat met 'emergency shut down valve' enz. zoals weergegeven in hoofdstuk 2.1.1.4.1 (gasspheres) zijn ook van toepassing op dit type drukopslagsysteem.

#### 2.1.1.4.4 Een nieuwe ontwikkeling: 'submerged' opslag

Een type opslagsysteem van drukvaten dat voor wat betreft veiligheid equivalent gezien wordt aan 'mounded storage' is het zogenaamde 'submerged storage' concept, waarvan er wereldwijd nu twee projecten zijn gerealiseerd (een project in Haiphong, Vietnam en een project in Casablanca, Marokko).

Dit concept plaatst de vaten niet in een zandberg, zoals 'mounded storage', maar in betonnen kuipen die gevuld zijn met water. De uitstekende bescherming tegen warmteradiaties, BLEVE's e.d. – kenmerkend voor het 'mounded storage' ontwerp – kunnen ook van toepassing verklaard worden op dit concept. Figuur 2.1.1.4.4-1 geeft een typische opstelling aan van een 'submerged' drukopslagsysteem.

Figuur 2.1.1.4.4-1 Typische opstelling van een 'submerged' opslagsysteem



Omdat de drukvaten nu door het leegpompen van de betonnen kuipen wel van buitenaf toegankelijk zijn, zijn uitwendige inspecties niet door ontgravingen belemmerd en ook het ontwerp zal veel eenvoudiger zijn omdat de typische belastingen (figuren 2.1.1.4.3-4 en 2.1.1.4.3.5) nu niet voorkomen. De versterkingsringen die de waterbelasting opnemen, kunnen nu uitwendig geplaatst worden (let op dat die versterkingen voor de grondbelasting bij 'mounded storage' vaten, zoals aangegeven in figuur 2.1.1.4.3-2, inwendig zijn geplaatst anders zouden ze uitzettings- en inkrimpingsbewegingen – door druk- en temperatuursverschillen – van de vaten belemmeren en daardoor nog grotere belastingen in de vaten introduceren). Ook de toepassing van een simpel cathodisch beschermingssysteem van zelfopofferende anodes (gelijk aan de gebruikte systemen in de scheepvaart) is nu mogelijk.

Onderstaande foto's geven een impressie van de bouw en het complete concept van het 'submerged storage' systeem dat toegepast is in Vietnam: (Zie figuur 2.1.1.4.4-2).

Figuur 2.1.1.4.4-2 Bouw en opstelling van het gerealiseerde 'submerged' opslagsysteem in Vietnam







Een nadeel van dit systeem is, dat de ondergrond voldoende draagbelasting zal moeten hebben om de belastingen uit betonnen kuipen en de waterinhoud daarin te kunnen opnemen. Als dit niet het geval is dan zullen de kosten voor hijwerk dermate hoog worden zodat 'mounded storage' wellicht toch meer economisch zal blijken te zijn.

## 2.1.2 Op- en overslag van gekoelde en cryogene gassen

### 2.1.2.1 Wat zijn gekoelde en cryogene gassen

Stoffen die bij omgevingstemperaturen de gasfase hebben en die een vlampunt hebben lager dan 0 °C kunnen bij bulkopslag het meest economisch opgeslagen worden bij hun kookpunttemperatuur. Bij die temperaturen hebben de tot vloeistof gekoelde gassen de grootste dichtheid en het kleinste volume per opslagcapaciteit. Dit wordt gerealiseerd door de gassen te comprimeren en daarna te expanderen, waardoor, door dit adiabatische proces, de gassen weer op atmosferische druk komen maar dan op hun kookpunttemperatuur uitkomen. De opslagtank is dan zodanig geconstrueerd, dat het opgeslagen product op die temperatuur blijft. Als de opslagtank zodanig is ontworpen dat het gas, dat wil afkoken, alleen warmte kan onttrekken uit het eigen medium, dan blijft de massa vloeibaar. Het afgekookte gas wordt afgevangen, weer op kookpunt gebracht en teruggepompt in de tank.

De meest voorkomende producten die op deze manier opgeslagen worden zijn:

Tabel 2

Overzicht gassen en hun kooktemperatuur

Gas	°C
Butaan (C4)	-7
Butadieen	-10
Ammoniak (NH3)	-33
Propaan (C3)	-48
Ethyleen	-104
Methaan (LNG)	-163
Zuurstof (LOX)	-183
Stikstof (LIN)	-196
Waterstof	-258

## 2.1.2.2

### Opslag van gekoelde of cryogene gassen

In EEMUA publicatie No. 147 [12] zijn voor het eerst de verschillende tanktypes geclassificeerd. Dit document onderscheidt de verschillende tanktypes op basis van een veiligheidsevaluatie. Hoe kleiner een restrisico bij een calamiteit, des te hoger een tank geclassificeerd wordt. De namen aan deze tankclassificaties zijn gegeven als volgt:

#### 1. Single containment

Een tank die of bestaat uit een enkele tankwand of uit een dubbele tankwand die dusdanig ontworpen en gebouwd is opdat het tankgedeelte dat in contact is met het koude en vloeibare product geschikt is om onder operationele condities – v.w.b. taaiheideigenschappen e.d. – veilig te bevatten. De buitenwand van een single containment tank, als die er al is, is slechts bedoeld om de isolatie te bevatten en te beschermen en is niet bedoeld om de koude vloeistof tegen te houden ingeval er een lekkage van het product uit de binnentank optreedt.

#### 2. Double containment

Een dubbele tank die zodanig ontworpen en gebouwd is dat beide systemen het koude product kunnen bevatten. Om de oppervlakte van het te ontsnappen product te beperken indien er lekkage optreedt uit de binnentank, wordt de wand van de buitentank niet verder dan ca. 6 m van de binnentank verwijderd geconstrueerd. De binnentank zal het koude product onder alle normale operationele condities moeten herbergen. De buitentank moet geschikt zijn om het koude product te herbergen als er lekkages uit de binnentank optreden.

#### 3. Full containment

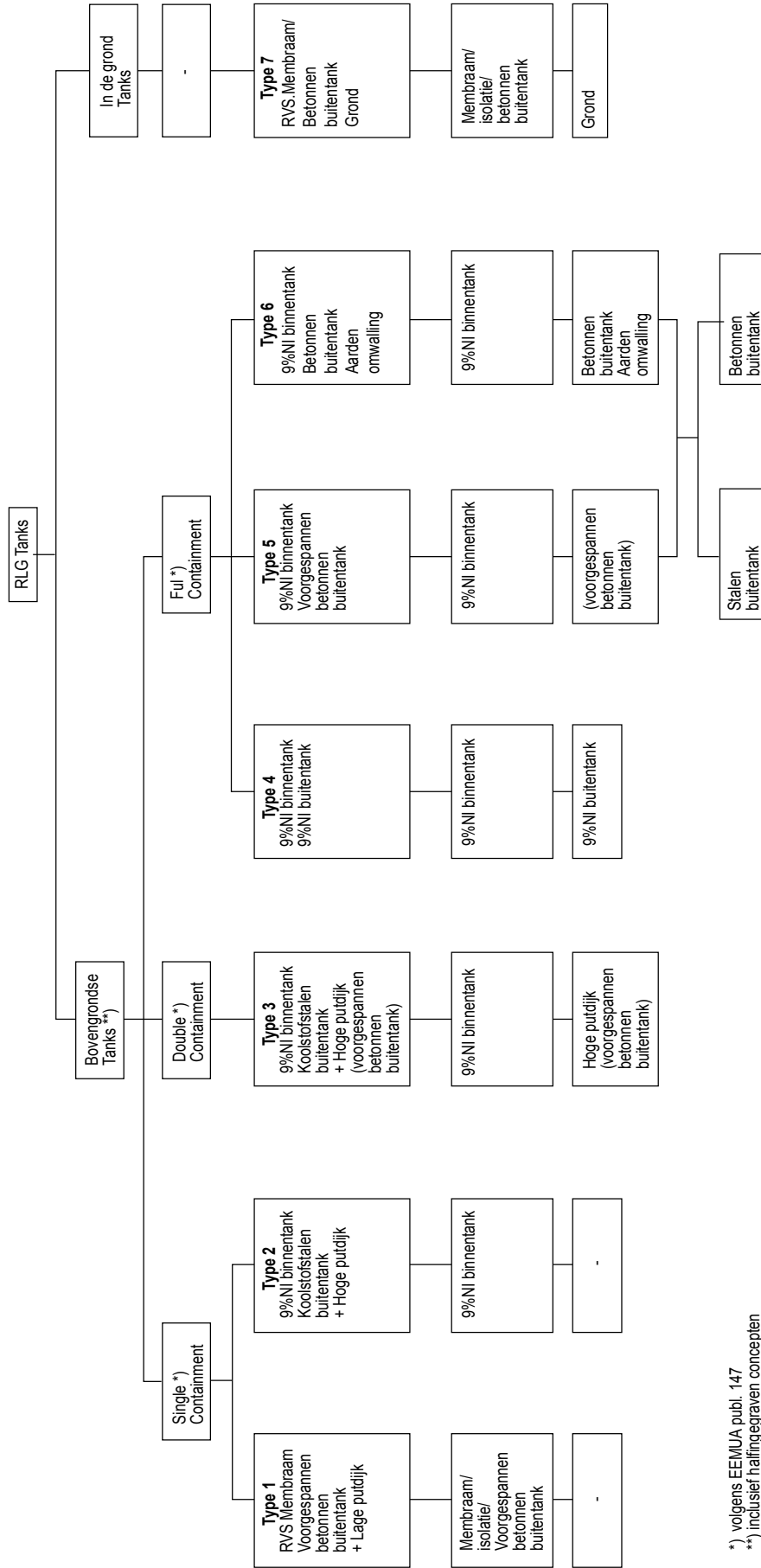
Een dubbele tank die zodanig ontworpen en gebouwd is dat beide systemen het koude product kunnen bevatten, maar de spouw tussen de binnen- en buitentank is niet groter dan 1 of 2 m en het dak van de buitentank omsluit het dak van de binnentank. Onder normale operationele condities zal het koude product alleen opgeslagen zijn in de binnentank. Indien er lekkages optreden uit de binnentank dan is de buitentank geschikt om het koude product te herbergen.

In onderstaand schema is een overzicht gegeven van ontwikkelde en voorkomende, tanktypes: De types 1 t/m 6 zijn respectievelijk single, double of full containment tanks en type 7 is een in-de-grond verzonken type, dat vooral in Japan toepassing vond.

In de daarop volgende pagina's zijn van de verschillende tanktypes voorbeeld-schetsen toegevoegd.

NB: RLG staat voor 'Refrigerated Liquefied Gases' (gekoelde vloeibaar gemaakte gassen).

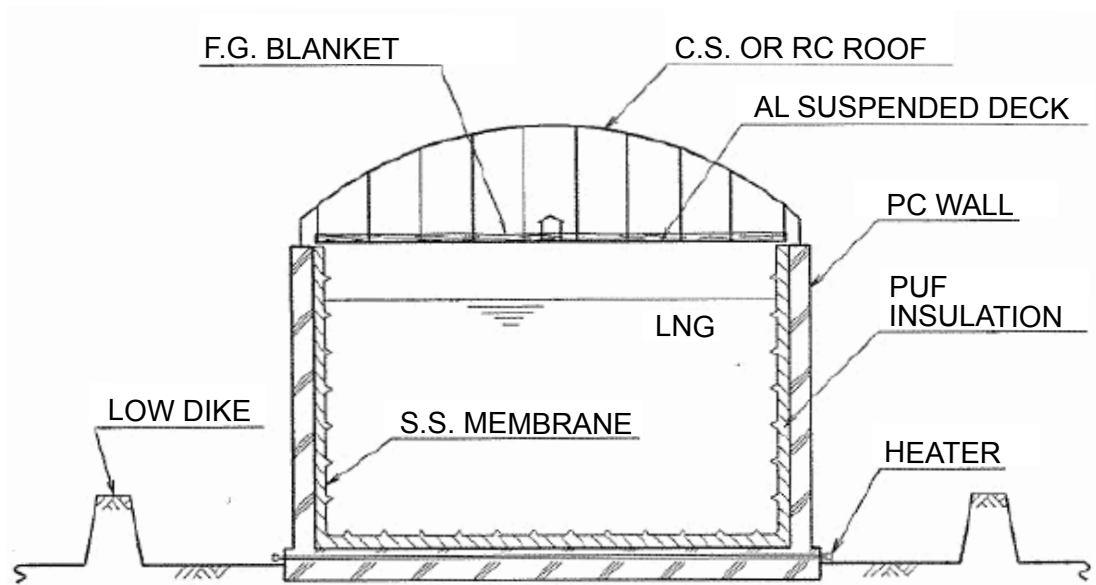
Schema 1 Overzicht tanktypes voor RLG producten



\*) volgens EEMUA publ. 147  
\*\*) inclusief halftingegraven concepten

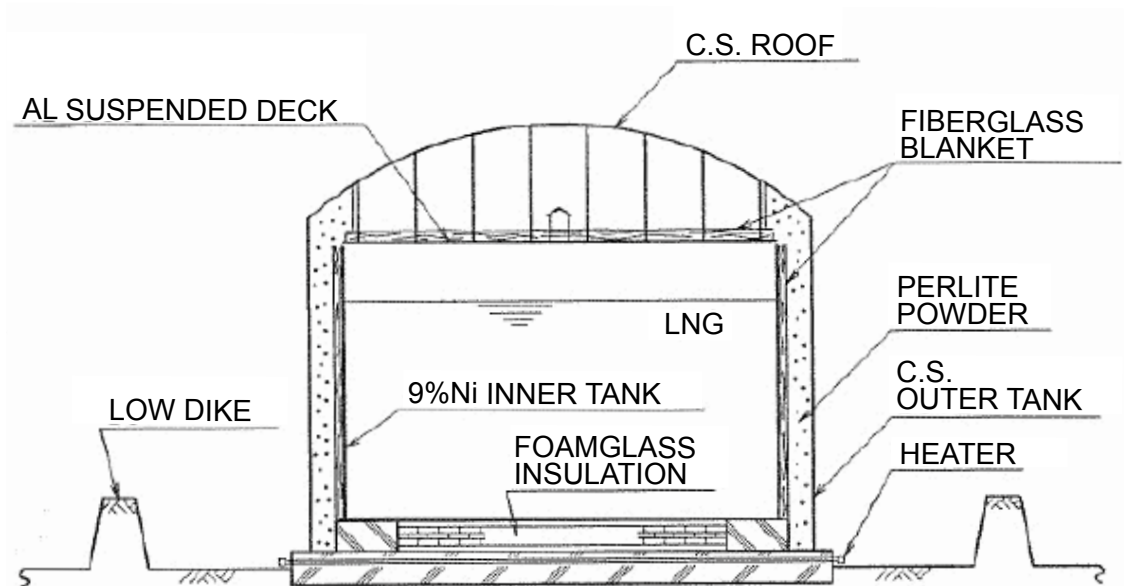
Figuur 2.1.2.2-1

Typisch detail van een type 1, bovengrondse single containment tank bestaande uit een RVS-membraan, een voorgespannen betonnen tank en een lage putdijk



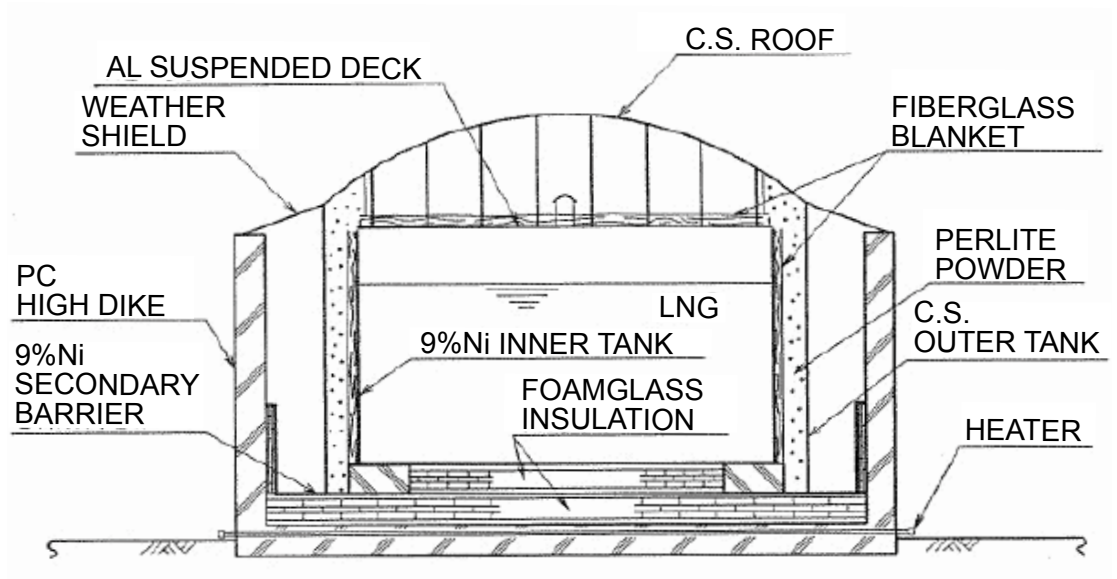
Figuur 2.1.2.2-2

Typisch detail van een type 2, bovengrondse single containment tank bestaande uit een 9% nikkelstalen binnentank, een koolstofstalen buitentank en een lage putdijk



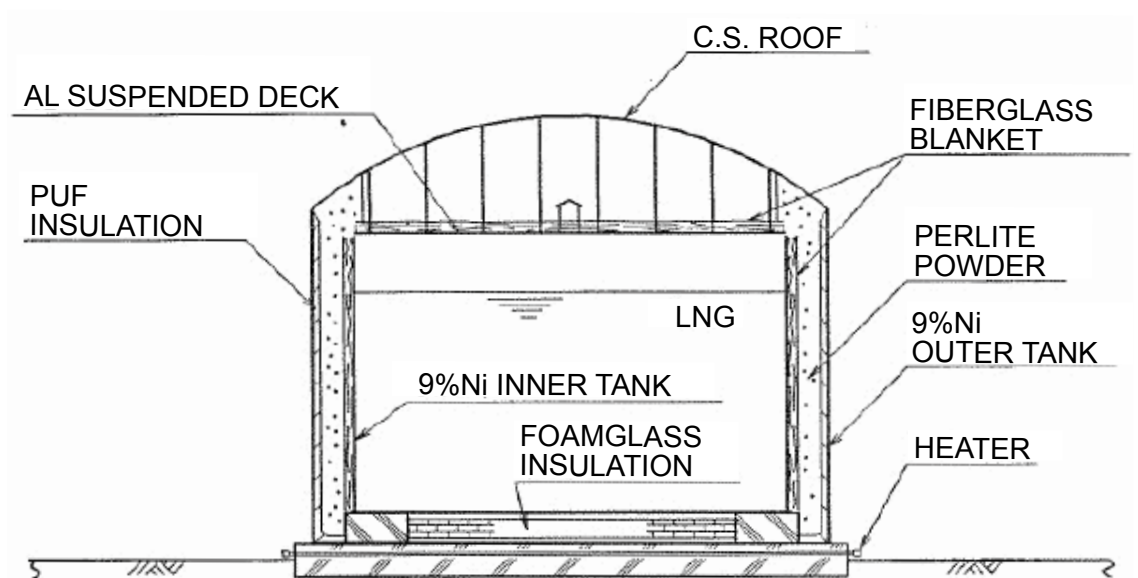
Figuur 2.1.2.2-3

Typisch detail van een type 3, bovengrondse double containment tank bestaande uit een 9% nikkelstalen binnentank, een koolstofstalen buitentank en een hoge putdijk



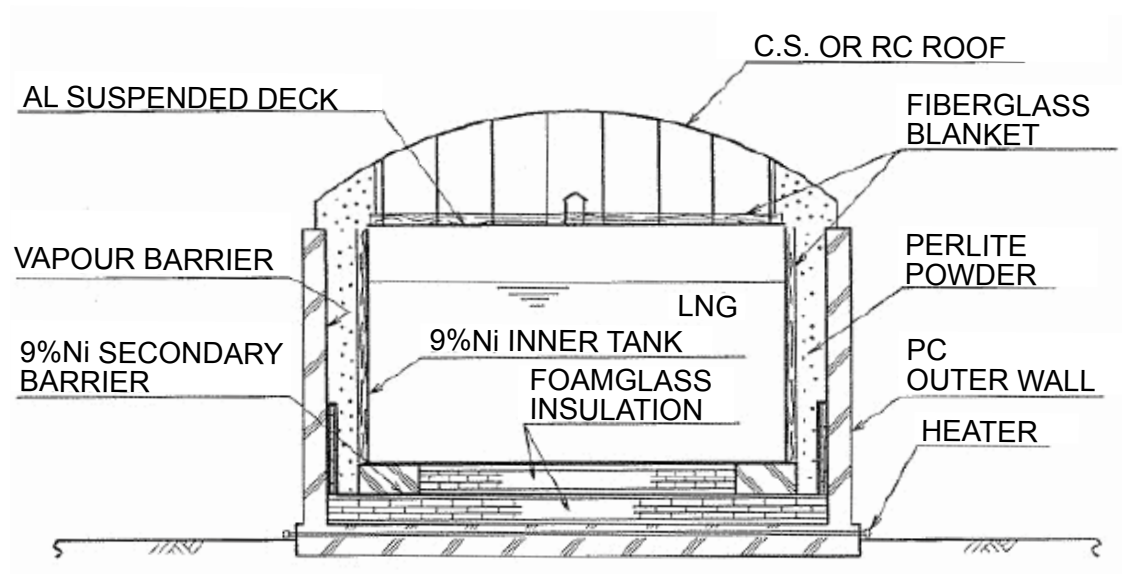
Figuur 2.1.2.2-4

Typisch detail van een type 4, bovengrondse full containment tank bestaande uit een 9% nikkelstalen binnentank en een 9% nikkelstalen buitentank



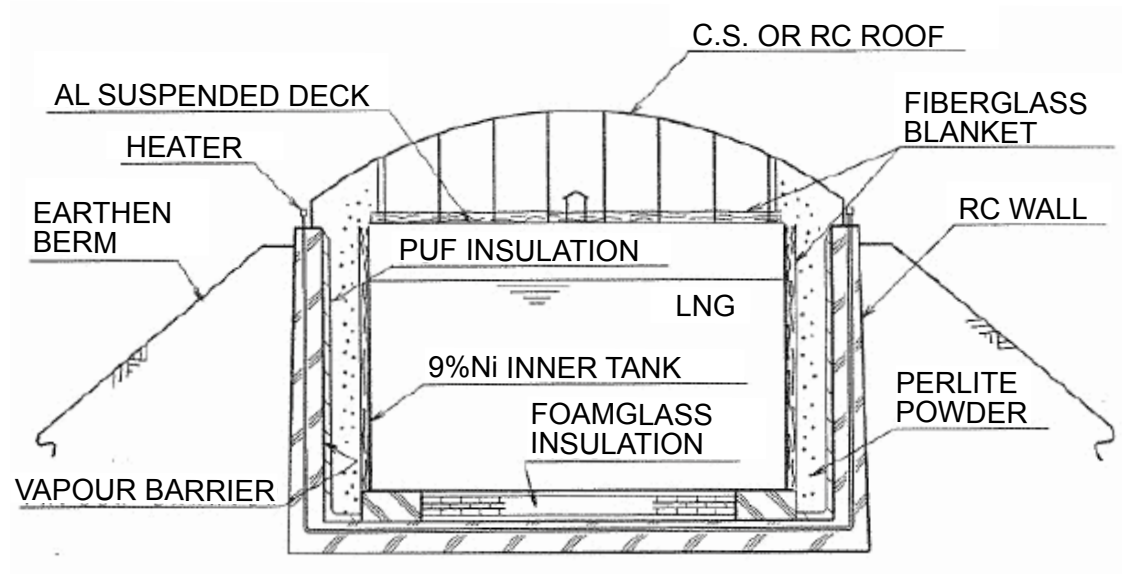
Figuur 2.1.2.2-5

Typisch detail van een type 5, bovengrondse full containment tank bestaande uit een 9% nikkelstalen binnentank en een voorgespannen betonnen buitentank



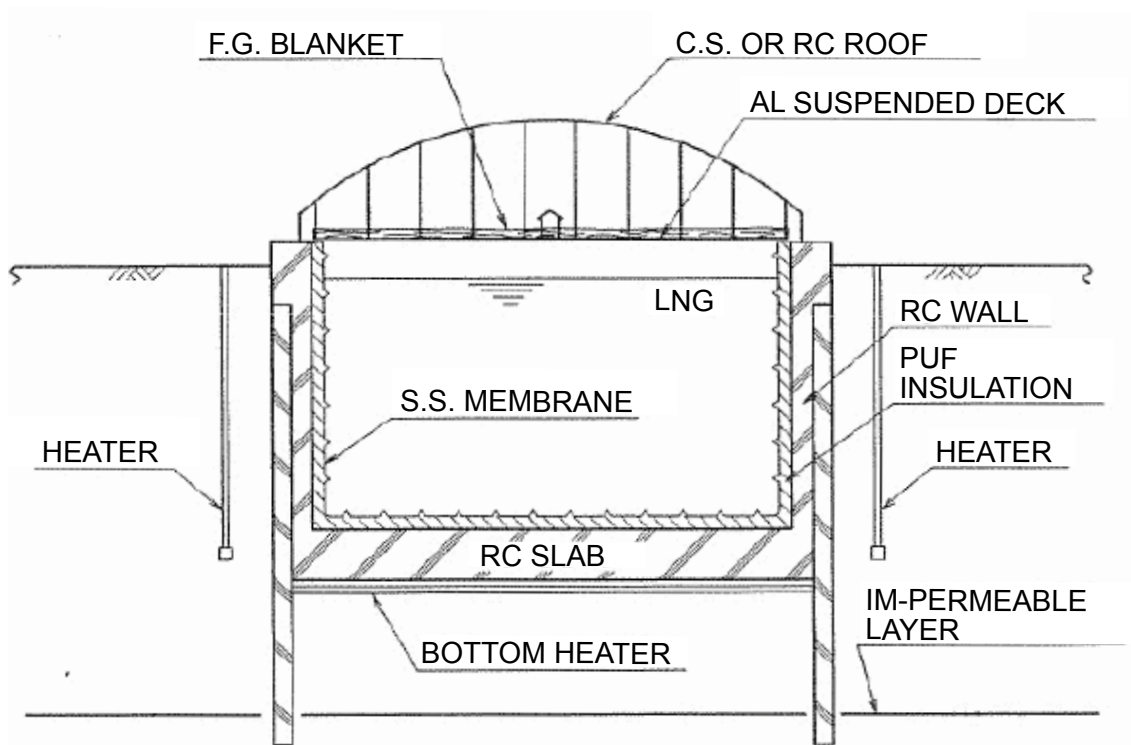
Figuur 2.1.2.2-6

Typisch detail van een type 6, bovengrondse full containment tank bestaande uit een 9% nikkelstalen binnentank en een normale betonnen buitentank en een aarden omwalling



Figuur 2.1.2.2-7

Typisch detail van een type 7, in-de-grondse verzonken full containment tank bestaande uit een RVS-membraan, een normale betonnen buitentank die ingegraven is in de grond



Alle tanks zijn slechts ontworpen om het koude product onder operationele condities te herbergen. De stalen buitendaken (al dan niet uit 9% nikkelstaal bestaand) en de stalen buitentanks zijn niet ontworpen, noch gebouwd om bij incidenten zoals explosies, vliegende voorwerpen, brandscenario's, sabotagedaden e.d. de containment van het product in stand te houden.

In de EEMUA 147 [12] noch de BS 7777 [13] (de norm die in Nederland toegepast wordt totdat de EN 14620 [14] geratificeerd wordt) zijn geen instelwaarden opgenomen voor de veiligheids(druk)kleppen in relatie tot de maximale ontwerpdruk van de tank, ondanks dat dit een belangrijke parameter is voor de operationele veiligheid van het totale systeem. Voor brand uit/bij de druk/vacuümkleppen geldt hetzelfde. Deze twee aspecten vormen belangrijke informatie om de onderlinge (veiligheids)afstand tussen tanks (en andere installatieonderdelen) te kunnen bepalen. Standaard wordt uitgegaan van een afstand die 0,5 x diameter van de tank is voor het full containment tanktype waarbij niet alleen de buitentank uit (voorgespannen) beton bestaat maar ook het dak van de buitentank voorzien is van een betonnen overkapping.

Uit de casuïstiek blijkt dat een open plasbrand, bij daken die alleen van staal gemaakt zijn bepalend is voor de lay-out van de tankinstallatie.

Voor full containment tanks met stalen daken kan een dergelijke brand geïnitieerd worden door het falen van zo'n dak door overdruk of overvacuüm, beschadiging door vliegende voorwerpen, explosies en D/V-klepbranden. Om aan EEMUA's richtlijnen te kunnen voldoen moet dan een open plasbrand meegenomen worden bij het bepalen van de lay-out van de tankinstallatie. De hittestraling op de buitenkant van tanks, die normaal niet zijn beschermd door watersproeisystemen of hitteschermen is  $8 \text{ kW/m}^2$ . Deze waarde wordt eveneens gehanteerd voor operationele gebieden waar ontsnapping mogelijk is binnen een tijdspanne van 10 seconden. Indien het dak bestaat uit een betonnen beschermlaag dan kan de open plasbrand uitgesloten

worden. De robuustheid van een betonnen dak biedt weerstand tegen inslag van vliegende voorwerpen en andere omstandigheden waarbij druk van buitenaf wordt uitgeoefend. Voor de brandscenario's als gevolg van een druk/vacuüm-klepbrand of een brand bij het pompmanifold op het dak worden kleinere veiligheidsafstanden toegestaan tussen tanks onderling en tussen tanks en andere installaties

Bij het brandscenario voor vloeibare aardgastanks (LNG-tanks) – waar de buitentank of het buitendak alleen van staal (al of niet van 9% nikkelstaal) is - is een onderlinge afstand t.o.v. identieke tanks van 1,5 x diameter van de tank, of soms zelfs 2,5 tot 4 x diameter (zoals hieronder beschreven) noodzakelijk. Deze afstanden kunnen voor full containment tanks, die gemaakt zijn met een monolithische voorgespannen betonnen buitentank en een betonnen dak, teruggebracht worden tot 0,5 x diameter. De afstand die in de praktijk moeten worden gehanteerd hangt o.a. af van de toegankelijkheid van de tanks en/of de fundatie- en heimgelijkheden. De hogere kosten van een goed en degelijk ontworpen en gebouwde tank worden gecompenseerd door het gereduceerde grondoppervlak, kosten voor het bouwrijp maken van het gebied, de kortere lengte van de (cryogene) pijpleidingen en de minder zware eisen voor (koel)watersproei-installaties.

Het warmtestralingscriterium voor:

1. gebieden met een hoge populatiegraad
2. gebieden waar belangrijke werkzaamheden doorgang moeten blijven vinden
3. bij erfafscheidingen waar zich kritische gebieden bevinden of kunnen bevinden
4. wegen die te allen tijde open moeten blijven ook in tijd van noodgevallen
5. gebieden die moeilijk of gevaarlijk te evacueren zijn op korte termijnen
6. bedraagt  $1,5 \text{ kW/m}^2$ . Typische separatieafstanden voor  $1,5 \text{ kW/m}^2$  warmteradiatie die gebaseerd zijn op het open poelbrandscenario zijn, afhankelijk van weer-, wind- en regiocondities, 2,5 tot 4,0 x diameter van de tank.

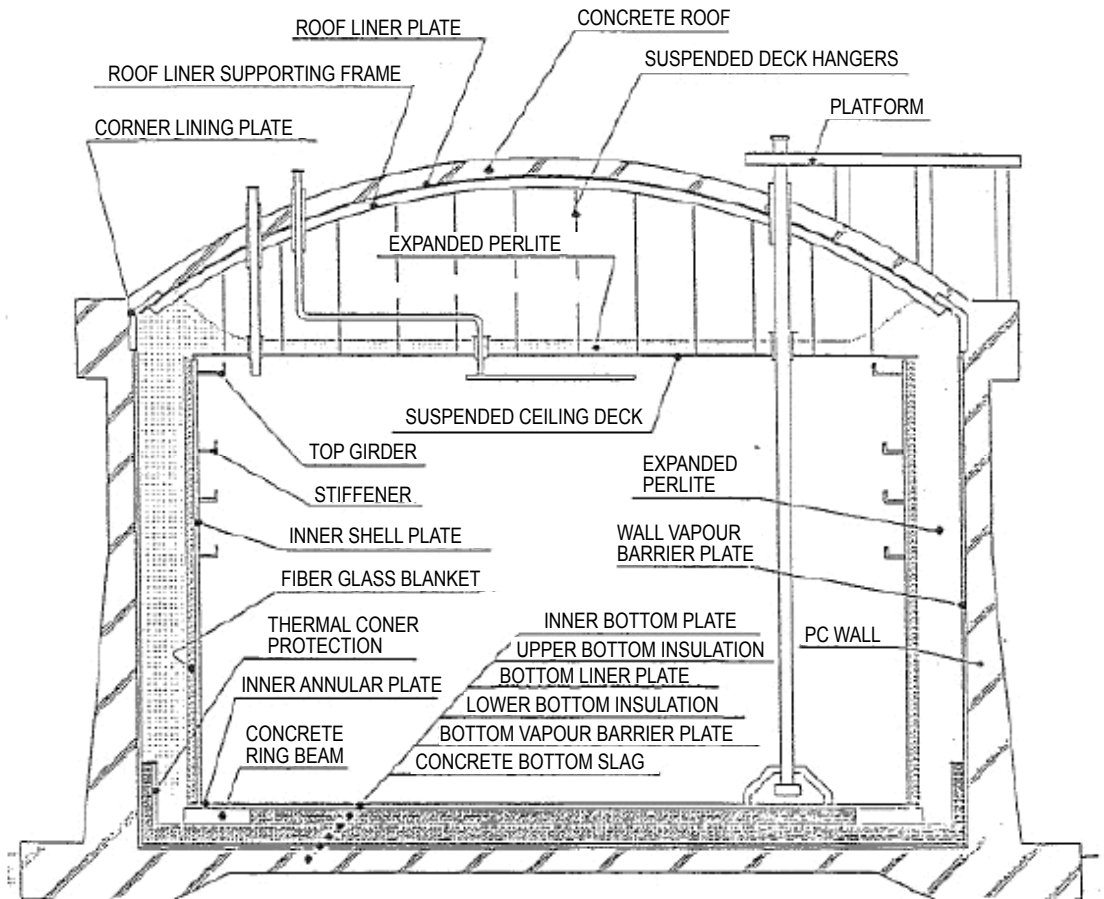
In het geval van een scenario van het ontsnappen van een wolk van gasdampen (vapor cloud scenario) zal het methaan heel langzaam verdampen, omdat er veel warmte uit de omgeving nodig is om het methaan te verdampen. Het, initiële, koude methaan zal over de rand van de tank vloeien en zich langzaam verspreiden, afhankelijk van de windsnelheid en de windrichting. De wolk zal steeds meer warmte absorberen en steeds lichter worden dan de omringende lucht en zal uiteindelijk een wolk zijn die bestaat uit een lucht/dampmengsel. Gerealiseerd moet worden dat zo'n wolk alleen ontstoken kan worden als de ratio methaan/lucht zich tussen de grenzen LFL (Lower Flammability Limit = laagste ontbrandingsniveau, waaronder het gasmengsel een overmaat zuurstof en een ondermaat gas heeft zodat het niet ontbrandt) en UFL (Upper Flammability Limit = bovenste ontbrandingsniveau, waarboven het gasmengsel een overmaat gas en een ondermaat zuurstof heeft zodat het ook niet kan branden) bevindt. De afstand van de tanks tot de LFL lijn, op grond- of zeespiegelniveau, waar er een mogelijkheid is dat er zich een ontstekingsbron bevindt, zal zich in de meeste gevallen bevinden op een maximum van 250 m (met een gemiddelde van 100 m), eveneens afhankelijk van de weerscondities.

Indien de ontsteking plaatsvindt dan zal het vuurfront terugbranden in de richting van de bron met een maximale vlamsnelheid van ca. 10 tot 15 m/s. Dit zal uiteindelijk resulteren in een totale tankbrand (open plasbrand). Aangezien het moeilijk is om een exact LFL-niveau te berekenen, worden tankinstallaties vaak ontworpen op een limiet van de halve theoretische LFL-waarde. Ook hier zal een betonnen buitentank en buitendak het brandrisico voor een open plasbrand aanzienlijk reduceren en tankeigenaren van tanks, die alleen uit metalen constructies bestaan, zullen, hoewel ze volgens de EEMUA 147 [12] als full containment tanks geclassificeerd zouden kunnen worden als ze gebouwd zijn van bv. 9% nikkelstaal, deze tanks niet geschikt achten voor het merendeel van de geplande locaties.



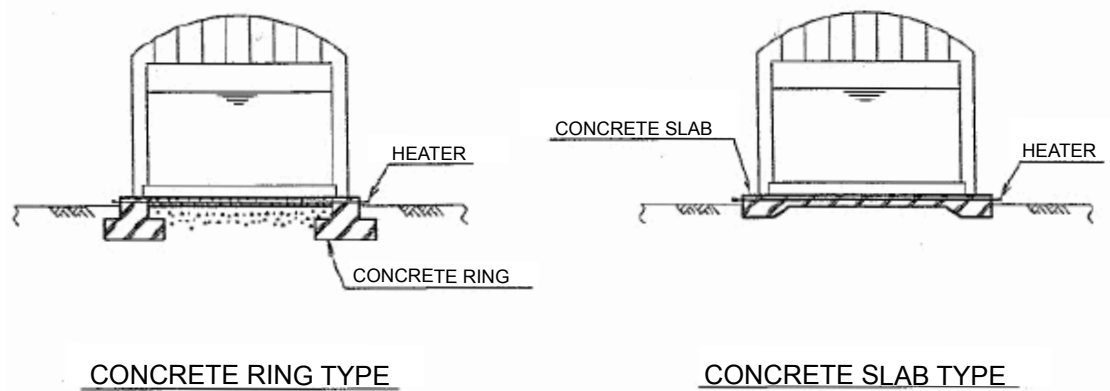
De onderstaande figuur toont een LNG tank die beoordeeld kan worden als één die voldoet aan de 'Best Practice' principes. Dit is volgens de EEMUA 147 [12] eveneens een full containment tank met een voorgespannen betonnen buitentank en een betonnen buitendak. Dit type is niet alleen in staat om alle operationele belastingscondities op te nemen maar is ook in staat om alle belastingen uit noodscenario's, zoals vliegende voorwerpen, branden, explosies, sabotageaanvallen e.d., te weerstaan. Met dit type tank kunnen de meest kleine veiligheidsafstanden worden gerealiseerd.

Figuur 2.1.2.2-8 Typische LNG tank, ontworpen en geconstrueerd volgens het 'Best Practice' principe



NB: De tank kan of gefundeerd zijn op een vrijstaande betonnen plaat, boven het grondniveau of op een betonnen fundatieplaat die op de grond rust. In het laatste geval zal er een verwarmingssysteem in de plaat ingebouwd moeten worden om 'permafrost' en uitzetting van het water in de toplaag van de grond te voorkomen (zie onderstaande figuren).

Figuur 2.1.2.2-9 Betonnen fundatie rustend op de grond



Figuur 2.1.2.2-10 Betonnen fundatie vrijgehouden van de grond

Let op dat het niet nodig is om niet-brandbare producten, zoals LOX en LIN, niet in het tanktype volgens dit concept op te slaan. Deze gassen zijn ongevoelig voor explosie en zijn als inert te beschouwen. Wel zal voor deze gassen een full containment tank de juiste en enige oplossing zijn, maar de betonnen beschermkuipen zijn dan niet nodig. Voor dit soort tank/productcombinaties zullen dan 'dubbel 9% nikkelstalen' tanks de voorkeur genieten.

### 2.1.2.3 Tanks uit Dubbelbeton

Een nieuwe ontwikkeling, in gang gezet door enkele grotere civiele aannemers en bedrijven die werkzaam zijn op het gebied van cryogene tanks (Nordic Concrete Contractors – een bedrijf dat zich tot nu toe bezig hield met zeer grote offshore 'gravity based' betonnen platformfundaties, Ove Arup – een van de grotere internationaal opererende civiele aannemer en Whessoe – een van de grotere EPC aannemers van LPG/LNG terminals en installaties), is een dubbele betonnen LNG tank. Daarbij is de 9% nikkelstalen binnentank vervangen door een voorgespannen betonnen binnentank, al dan niet, en afhankelijk van welke aannemer dit gepatenteerd heeft, voorzien van een damp- en vloeistofdichte liner.

Tot nu toe zijn hiervoor (nog) geen normen beschikbaar en bestaan er geen toetsingseisen voor dit soort constructies. In Engeland wordt binnenkort een eerste opdracht verwacht voor de bouw van een LNG-terminal waarvan de tanks als dubbele betonnen tanks worden uitgevoerd. Om toch een normering te creëren voordat het zover komt en om te bewaken dat dit soort tanks, mogelijk, de grote veiligheidsrecords van de 'stalen' tanks zouden kunnen te niet doen, heeft de EEMUA-organisatie in Engeland, daartoe aangezet door de grote olie-/gasconcerns, zoals Exxon, Shell, BP en StatoilHydro, een commissie opgezet die zo'n norm zal opstellen. Deze norm zal waarschijnlijk gepubliceerd worden in het 4e kwartaal van 2008.

In de Verenigde Staten van Amerika is eveneens een commissie opgezet die zich zal bezighouden met het opstellen van een norm (ACI 376) [15] om minimum toetsingseisen voor betonnen constructies, die blootgesteld worden aan cryogene temperaturen, te beschrijven.

## 2.1.2.4 Gekoelde opslag of drukopslag

In hoofdstuk 2.1.1.2.1 is eerder uitgelegd dat stoffen die bij omgevingstemperaturen in de gasvormige fase zijn en die een vlammpunt hebben dat lager dan 0 °C ligt, mits opslag plaatsvindt in grotere volumes, het meest economisch opgeslagen kunnen worden op hun kookpunttemperatuur. Indien de volumestromen geringer van omvang zijn en/of de beschikbaarheid van het gasvormige medium binnen korte tijdspannes noodzakelijk is (het verdampen en op omgevingstemperatuur brengen van de vloeibare en gekoelde gassen vraagt een bepaalde tijd en kan niet spontaan gebeuren) dan is het economischer om in plaats van gekoelde of cryogene opslag voor drukopslag te kiezen. EEMUA 190 [16] geeft, in appendices, een methodiek aan met behulp waarvan, binnen redelijke grenzen, bepaald kan worden welk type opslaginstallatie (Druk- of gekoelde opslag) voor een bepaalde gassoort en het op te slaan volume het meest geschikt is.

## 2.1.3 Op- en overslag in Conventionele Opslagtanks

### 2.1.3.1 Algemeen

Vloeibare aardolieproducten die voornamelijk koolwaterstoffen bevatten, zoals ruwe olie, benzine, kerosine etc. worden gewoonlijk opgeslagen in verticale cilindervormige opslagtanks.

Om de omvang van mogelijke lekkages door overvullen, gebreken aan of scheuren in de tank en hieruit voortvloeiende schade aan en vervuiling van de omgeving te beperken, worden tanks in (een) omdijkt(e) gebied(en) gebouwd. De totale capaciteit van de tanks binnen een bedijkt gebied moet voldoen aan de eisen volgens de van toepassing zijnde regels en/of lokale voorschriften.

Binnen het bedijkte gebied bij elkaar geplaatste opslagtanks dienen ook te voldoen aan de voorschriften voor de onderlinge afstand tussen tanks en de afstanden tussen tank(s) en openbare gebiedsgrenzen en potentiële ontstekingsbronnen, indien van toepassing. Er dienen geschikte wegen langs tenminste twee zijden van het tankpark te lopen.

### 2.1.3.2 Conventionele opslagtanks

In de petrochemische industrie worden in principe twee typen conventionele opslagtanks gebruikt.

- tanks met vaste daken
- tanks met drijvende daken

De aanvankelijke keuze van het type tank is gebaseerd op de productklasse die in de tank moet worden opgeslagen

- klasse 1 producten met een vlammpunt < 21 °C
- klasse 2 (1) producten met een vlammpunt van 21 °C tot 55 °C opgeslagen boven het vlammpunt (wordt beschouwd als klasse 1 product)
- klasse 2 (2) producten met een vlammpunt van 21 °C tot 55 °C opgeslagen onder het vlammpunt
- klasse 3 (1) producten met een vlammpunt van 55 °C tot 100 °C opgeslagen boven het vlammpunt (wordt beschouwd als klasse 2 product)
- klasse 3 (2) producten met een vlammpunt van 55 °C tot 100 °C opgeslagen onder het vlammpunt
- klasse 4 ongeclassificeerde producten en producten met een vlammpunt boven 100 °C

Overwegend zijn tot 2005 tanks ontworpen en gebouwd volgens internationale normen, waaronder BS 2654 [17], API 650 [18] en de DIN 4119 [19]. Sinds 1985 was tijdelijk de regel G0801 [20] (opgenomen in de Stoomwezen regels) van toepassing die geheel gestoeld was op de BS 2654 [17] maar bij het aanpassen van die norm aan nieuwe inzichten en ontwikkelingen in lasprocessen en beschikbaar komende Niet destructieve onderzoekstechnieken (NDT-technieken zoals Röntgenen, Ultrasonic testen, Magnetisch onderzoek e.d.) is die regel niet meer aangepast. De BS 2654 [17], de meest toegepaste norm, verdeelt vaste dak tanks in de volgende druk-klassen:

- **Atmosferische tanks voor een vacuüm tot 2,5 mbar \*) en overdruk tot 7,5 mbar;**
- **Lage druktanks voor een vacuüm tot 6,0 mbar \*) en overdruk tot 20,0 mbar;**
- **Hoge druktanks voor een vacuüm tot 6,0 mbar \*) en een overdruk tot 56,0 mbar.**

Volgens artikel 7.3.2.6. van die norm moet bij het vacuüm 2,5 mbar bijgeteld worden bij de ontwerpberekeningen om rekening te houden met vacuümaccumulatie door vertraging van het ventel waardoor de tank ademt.

Sinds 2004 is er een Europese tankontwerp- en bouwnorm verschenen en die is indoor middel van door de EU-overheid geratificeerd. Het is dan gebruikelijk dat die norm, binnen een tijdsbestek van een half jaar na ratificatie, ook overgenomen wordt door lidstaten van de EU. De Britse overheid heeft dan ook in begin 2005 de BS 2654 [17] teruggetrokken en er kan officieel geen tankontwerp meer gemaakt worden volgens de BS 2654 [17] norm.

De Europese norm (EN 14015 [21]) heeft de tankklassen iets aangepast en daar gelden de volgende tankklassen:

- **Atmosferische tanks voor een vacuüm tot 5 mbar en overdruk tot 10,0 mbar;**
- **Lage druktanks voor een vacuüm tot 8,5 mbar en overdruk tot 25,0 mbar;**
- **Hoge druktanks voor een vacuüm tot 8,5 mbar en een overdruk tot 60,0 mbar.**

(Let op dat de verhoging van 2,5 mbar vacuümbelasting (volgens het genoemde artikel in de BS 2654 [17]) nu niet meer geldt omdat die al meegenomen is in de ontwerpcriteria).

De Amerikaanse norm API 650 [18] is duidelijk wat minder conservatief en ver-waarloost de inwendige druk boven het vloeistofniveau in haar berekeningen. Volgens Appendix F van die norm zijn tanks, ontworpen en gebouwd volgen die norm, geschikt tot een inwendige druk van 172 mbar terwijl de vacuümbelasting meegenomen wordt tot een maximum van -2,4 mbar.

De te kiezen drukklasse hangt o.a. af van de vluchtigheid van het aardolieproduct en van de vlamptwaarde. Dit om economische en milieuredenen.

De Europese overheid heeft in 1997 de zgn. Pressure equipment directive gepubliceerd. Daarin beschrijft zij dat alle installaties boven 500 mm moeten voldoen aan dit reglement. Om het gat te vullen van 60 mbar inwendige overdruk (de hoogste klasse van tanks binnen de EN 14015 [21]) tot de waarde van 500 mbar is deze norm ook bedoeld voor tanks tot **500 mbar inwendige druk en 20 mbar vacuüm**. Tanks ontworpen binnen deze drukklasse worden dan **Hele hoge druktanks** genoemd.

Atmosferische tanks zijn voorzien van vrije ventilatieopeningen waardoor productverlies optreedt bij het vullen van de tank en waardoor de tank ademt door drukvariaties in de dampruimte door dagelijkse temperatuurcycli. Lage of hoge druktanks zijn voorzien van druk/vacuümkleppen om de genoemde emissies te beperken.

### 2.1.3.2.2 Tanks met vaste daken met interne drijvende afdekkingen

Om emissies naar de atmosfeer nog verder te beperken worden op het oppervlak van het vloeibare product drijvende afdekkingen aangebracht om vloeistofverdamping direct te onderdrukken.

Er zijn hoofdzakelijk zes typen inwendige drijvende afdekkingen in gebruik, namelijk:

1. aluminium dekken op drijvers
2. stalen dekken met randpontons
3. met kunststof beklede (koolwaterstofbestendige) schuimdekken
4. zgn. pandaken van metaal zonder drijflichamen (pontons)
5. zgn. pandaken van metaal met drijflichamen (pontons)
6. daken met drijflichamen van glas versterkt epoxy (vinylesters)

### 2.1.3.2.3 Tanks met vaste daken met een dampterugwinningsstelsel

Een andere mogelijkheid om dampemissies vrijwel tot nul terug te brengen is een dampterugwinningsstelsel. Deze mogelijkheid kan economisch aantrekkelijk zijn indien toegepast als een gedeeld stelsel voor een groep tanks.

### 2.1.3.2.4 Drijvende daken & seal-afdichtingen

#### 2.1.3.2.4.1 Waarom een drijvend dak?

**Belangrijkste reden:** beperking van dampemissies

**Andere redenen:** beperking van het brandgevaar (mits goede afdekking wordt verkregen);  
beperking van brandveiligheidseisen;  
voorkomen dat product met lucht vervuild raakt;  
vermindering van geur.

Drijvende daken moeten worden gebruikt bij het opslaan van vluchtig product.

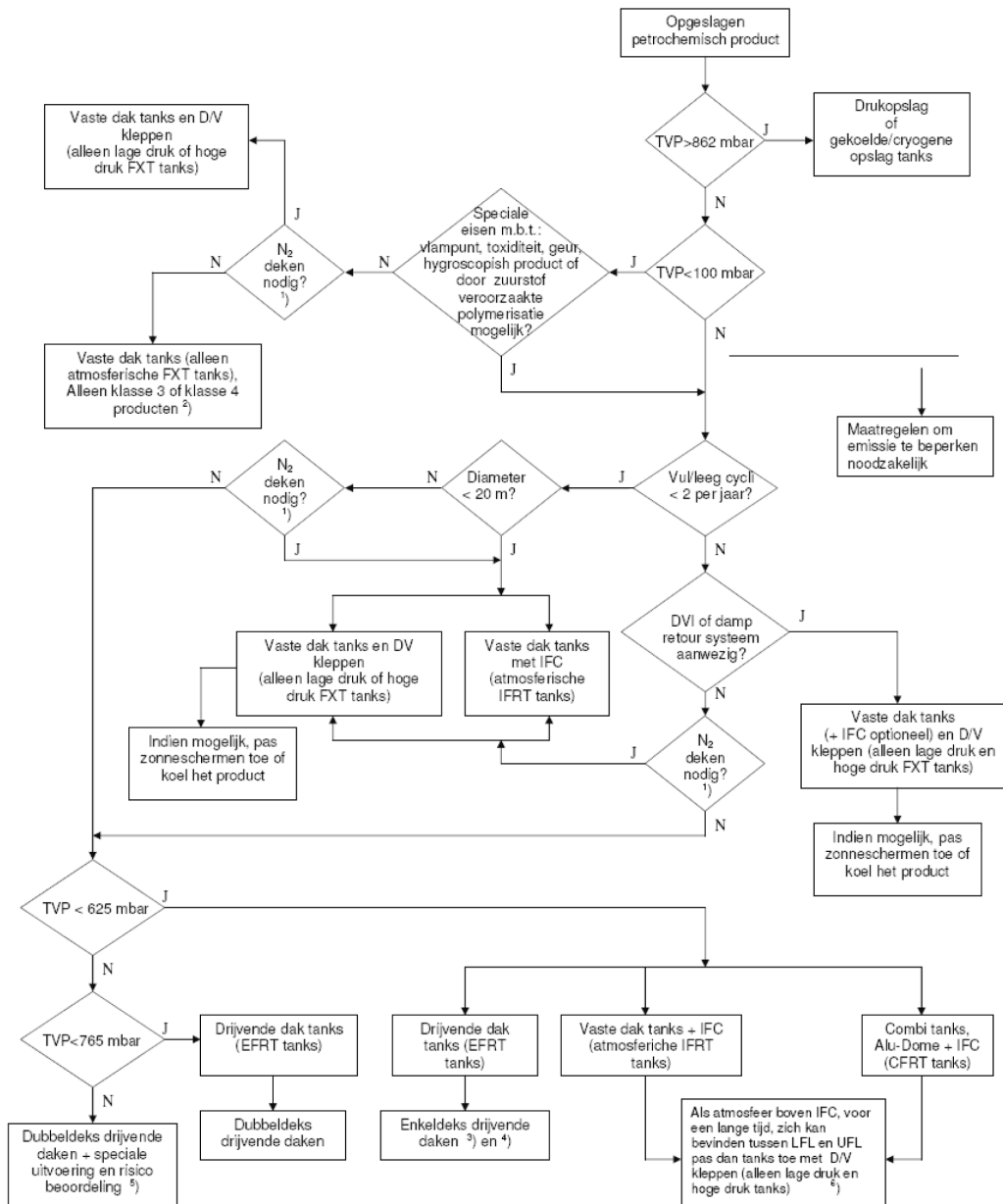
Vluchtigheid is een functie van de dampspanning van de vloeistof bij opslagtemperatuur. Alle olieproducten hebben de eigenschap dat de dampspanning toeneemt met het toenemen van de temperatuur. Bij het kookpunt zal de dampspanning gelijk zijn aan de atmosferische druk (14,7 psia). De dampspanning wordt gewoonlijk bepaald met de Reid-methode. Dit is een standaardtest (ASTM D323 [3]) waarbij de dampspanning wordt bepaald bij 100 °F (37,8 °C). De dampspanning die aan de hand van deze test is vastgesteld wordt de Reid-dampspanning genoemd. Dit is niet hetzelfde als de dampspanning die varieert met de temperatuur maar het is een eenvoudige maatregel om een product te kwalificeren. Om Reid-dampspanning om te rekenen naar gewone dampspanning gebruikt men de nomogrammen in API 2518 [2].

Het was algemeen gebruikelijk in de olie-industrie om drijvende daken te gebruiken voor de opslag van producten met een dampspanning tussen de 1,5 psia (103 mbara) en 11,1 psia (765 mbara). Producten met een lagere dampspanning dan 1,5 psia (103 mbara) werden opgeslagen in tanks met vaste daken, terwijl producten met een dampspanning van meer dan 11,1 psia (765 mbara) werden opgeslagen in drukvaten of gekoelde of cryogene tanks. Om ook benzinesoorten die gemengd zijn met ethanol te kunnen accommoderen is de grens van 11,1 psi (765 mbar) door de industrie opgerekt tot 12,5 mbar (862 mbar). Daarvoor zijn echter aanvullende maatregelen en risicobeheersstudies nodig evenals speciale aanpassingen aan tankcom-

ponenten zoals bv. het toepassen van bronzen wielen op de rollende ladder, en bronzen rollen langs de 'guide pole', afdichtingen op landingspoten en op openingen van de 'guide pole', plaatsen van additionele shunts op de rim seals, verminderen stijging- en dalingsnelheid van het dak (vermindering inpomp- en uitpompdebieten per tijdseenheid), toegangsbehindering voor personeel als het dak zich lager dan 1 meter onder de rand van de tankwand bevindt, eventueel plaatsen van een drukvacuumklep op het binnenmembraan om excessieve gasdrukophoping af te laten etc.

(zie ook onderstaand stroomschema selectie van tanktype afhankelijk van hoogte TVP).

Figuur 2.1.3.2.4.1-1 Stroomschema tankselectie

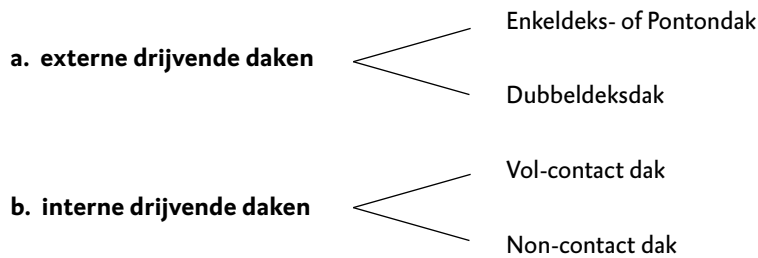


1) N<sub>2</sub> blanketing is alleen effectief als:  
 - product niet in contact mag komen met zuurstof  
 - geen explosieve dampmengsels zich in de tank mogen bevinden  
 - geen waterdamp zich mag mengen met het product  
 Nitrogen blanketing zal NIET de verdamping van het product reduceren!  
 2) Atmosferische tanks zullen voldoende zijn. Echter, als bestaande tank van een hogere drukklasse is (lage druk of hoge druk tank) dan kan de tank ook geopereerd worden in die drukklasse, mits de er omheen liggende faciliteiten (bund wall, brand preventie, -detectie and -blussystemen) beschikbaar en adequaat zijn.  
 3) Tanks die blootgesteld worden aan windsnelheden >32 m/s en met een diameter < 50 m: enkeldeks drijvende daken en met een diameter > 50 m: dubbeldeks drijvende daken en tanks met een diameter < 15 m altijd dubbeldeks drijvende daken.  
 4) Hangt af van de maximale toelaatbare "ballooning" van het binnenmembraan van het drijvend dak en van de rim seal type/kwaliteit/gasdichtheid etc. Indien niet acceptabel gebruik dubbeldeks drijvend dak.  
 5) Er is een risico beoordeling uit te voeren om, bv. toegang tot dak uit te sluiten of te beperken, preventieve brand/explosie maatregelen etc.  
 6) Hangt af van het type en de efficiëntie van het geïnstalleerde IFC (zie PGS 29 richtlijn).

Nieuwe milieuvoorschriften schrijven voor wanneer een drijvend dak of een dampretoursysteem vereist is. De eisen hangen af van het soort product, dampspanning en tankcapaciteit. In sommige gevallen is het gebruik van een drijvend dak of een dampretoursysteem nu vereist voor producten met een dampspanning van 0,75 psia (51,7 mbara) als er speciale eisen zijn m.b.t. vlampunt, toxiciteit, geur, hygroscopische en/of polymeriserende eigenschappen van het opgeslagen product.

$$1 \text{ psia} = 68,95 \text{ mbar}(a) = 6,895 \text{ kPa}(a)$$

#### 2.1.3.2.4.2 soorten drijvende daken



#### 2.1.3.2.4.3 Extern drijvend dak

##### Ontwerpvoorwaarden

Volgens API 650, App C [18] en BS 2654 [17], paragraaf 9, moeten externe drijvende daken ontworpen worden rekening houdend met de volgende voorwaarden:

1. het dak moet voldoende drijfvermogen hebben om te blijven drijven op een vloeistof met een relatief soortelijk gewicht van 0,7 en terwijl de belangrijkste afvoeren buiten bedrijf zijn, onder de volgende omstandigheden:

##### Voor enkeldeks- of pontondaken:

- a. bij 250 mm regen binnen 24 uur met het dak intact.
- b. als enkeldek en twee naast elkaar gelegen pontoncompartimenten lek zijn zonder dat er waterbelasting of mobiele belastingen op het dak uitgeoefend worden.

##### Voor daken met dubbeldek:

- a. bij 10 inch regen binnen 24 uur met het dak intact; er mag uitgegaan worden van een lagere belasting mits adequate noodafvoeren zijn aangebracht.
- b. als twee willekeurige naast elkaar gelegen compartimenten lek zijn zonder dat er waterbelasting of mobiele belastingen op het dak uitgeoefend worden.
- c. daken moeten sterk genoeg zijn om, onder de onder punt 1 genoemde voorwaarden waarbij te allen tijde het drijfvermogen dient te worden gegarandeerd, permanente vervorming te voorkomen.
- d. dakpoten van daken en toebehoren moeten ontworpen zijn om het dak en een uniforme mobiele belasting van 1,2 kN/m<sup>2</sup> te kunnen dragen.

#### 2.1.3.2.4.4 Opmerkingen over details en toebehoren

1. Tussenschotten tussen pontoncompartimenten zijn langs de bodem en verticale zijden van het dak gelast met een doorlopende hoeklas en langs het bovenzvlak met een intermitterende hoeklas. Dit is prima mits, indien 2 naast elkaar gelegen pontoncompartimenten lek raken, de vloeistof in het lekke compartiment de bovenkant van het tussenschot niet bereikt (zie Afbeelding 2). Indien dit zou gebeuren, zou het product over de bovenkant van het tussenschot van het ene in het andere compartiment stromen en zou het dak zinken. Indien deze mogelijkheid bestaat moet het bovenzvlak van de tussenschotten eveneens doorlopend gelast zijn.
2. Bij het drijven moet het gehele dakoppervlak in contact met de vloeistof zijn, waarbij elke ruimte voor damp wordt weggewerkt. Geen dampruimte betekent minder emissies en minder brandgevaar.
3. Een drijvend pontondak moet zo geproportioneerd zijn dat als het drijft, het productniveau ongeveer 40 mm boven het niveau van het enkele dek ligt. Hierdoor zal het dak geheel in contact zijn met de vloeistof en dan is het drijfvermogen tegen het dek ongeveer gelijk aan het eigen gewicht van het dek waardoor het dek in het horizontale vlak drijft. Een eventuele regenwateraccumulatie zal het midden van het dak indrukken, waardoor het water naar de Putbak wordt geleid.  
  
Deze toestand impliceert dat als er een gat in het dek zit, er product op het dek zal stromen. Hoeveel regenwater er ook op het dek komt te staan, het productniveau zal altijd hoger zijn en product zal op het dek stromen.
4. Een goede drainage van het enkele dek is moeilijk te realiseren maar wel erg belangrijk. Plassen water die op een enkel dek blijven staan kunnen ernstige corrosie veroorzaken, waardoor lekken kunnen ontstaan. Er zal product op het dek stromen waardoor brandgevaar ontstaat. Drainage kan worden verbeterd door er voor te zorgen dat het dek na het lassen zo vlak mogelijk is en door een loopbrug te gebruiken waarvan de ondersteuning in het midden is geplaatst.
5. Het dak moet worden uitgerust met geschikte ontluichtingsopeningen om te voorkomen dat er lucht ingesloten raakt onder het dak bij het vullen van de tank en om te zorgen dat er lucht in kan stromen als het dak op zijn steunen wordt neergelaten (zie Afbeelding 3). Gewoonlijk werken de ontluichtingsopeningen samen met de steunpoten en moet de positie van de ontluichtingsopeningen aangepast worden als de positie van de steunpoten verandert. Als dit verzuimd wordt kan vacuüm onder het dak ontstaan, waardoor ernstige overbelasting op kan treden.
6. In het pontongebied net buiten de schuimdams zal zich vaak vuil, zand en gedroogde productresiduen die van de tankwand afgeschaafd worden door de rim seal verzamelen. Afvoergaten raken verstopt waardoor het vochtige vuil achter de schuimdams opgesloten raakt. Dit vochtige vuil veroorzaakt corrosie van de schuimdams, het bovenste pontondek en de aanhechting van de rim seal. Corrosie van het bovenste pontondek is gevaarlijk omdat het de oorzaak kan zijn dat een pontoncompartiment met regenwater overstroomt. Vergeet niet dat de steunpoten niet ontworpen zijn om het gewicht van geheel of gedeeltelijk met regenwater gevuld pontoncompartimenten te dragen.
7. Elk pontoncompartiment moet een mangat hebben. Mangatdeksels moeten zijn uitgevoerd zijn met een voorziening die voorkomt dat de wind of waterstralen de deksels wegblazen. Nogmaals, door open mangaten kunnen de ponton-compartimenten gevuld raken met regenwater.



8. In drijvende pontondaken met een grote diameter kunnen in gebieden waar een hoge windbelasting geldt door golfbeweging van de wind vermoeiingsscheurtjes ontstaan in het dek. Concentrische verstijvingsringen die aan de onderkant van het enkele dek zijn gelast zijn met goed resultaat gebruikt om de windactiviteit te temperen. Het is belangrijk om stijve verbindingen te vermijden, daar deze spanningsconcentraties veroorzaken waardoor vermoeiingsscheurtjes eerder optreden. Drijvende daken met dubbeldek zijn minder gevoelig voor dit type vermoeiingsscheurtjes.

9. Ook rolladders kunnen problemen veroorzaken. Eén manier om het probleem op te lossen is het afschaffen van de rolladder. Veel bedrijven staan hun personeel niet toe het dak op te gaan tenzij het minder dan ca. 1,5 m van de bovenkant is. Op dat niveau kan gemakkelijk toegang worden verkregen met een korte ladder die wordt bevestigd aan het monsterbordes. Een van de mangaten van het dak kan zo geconstrueerd worden, dat het zowel van boven als van onder het dak kan worden geopend, waardoor de schoonmakers het mangat voor ventilatie kunnen openen. Er is al een aantal bedrijven dat de rolladders van enkele van hun tanks hebben verwijderd.

Omstandigheden die voor ladders bijzonder lastig zijn:

- a. voor zeer hoge tanks zijn extra lange ladders nodig die gevoeliger zijn voor deraillement.
- b. bij tanks in kustgebieden met harde wind bestaat een groter risico dat de ladder van zijn plaats geblazen wordt.
- c. bij tanks waarvan de hoogte ongeveer gelijk is aan de diameter vormt het plaatsen van de ladder een probleem. Dit leidt vaak tot een steile helling met het dak in de laagste stand. Door de steilere helling bestaat het gevaar dat de ladder klem komt te zitten.

#### 2.1.3.2.4.5 Vergelijking tussen externe drijvende ponton- en dubbeldeksdaken

##### Drijvend pontondak:

- beproefd ontwerp – 70 jaar ervaring
- maximale diameter ca. 80 meter (260 feet)
- flexibel middendek zal bij warm weer opbollen en dampen vasthouden
- door een lek in het middendek zal product op het dek lopen

##### Drijvend dubbeldeksdak

- voornamelijk gebruikt voor tanks met een diameter van meer dan 80 m of minder dan 15 m
- maximale diameter ca. 120 m (400 feet)
- zeer stabiel – geschikt voor hoge vulsnelheden
- dubbel dek isoleert product tegen warmtestraling
- product kan niet naar bovendek stromen

#### 2.1.3.2.4.6 Inwendige drijvende daken

Ontwerpeisen zijn te vinden in API 650, Appendix H [18] en BS 2654, Appendix E [17] en de EN 14015 Appendix C [21] en in de Code of Practice van het Institute of Petroleum (Aug. '94) [22].

Inwendige drijvende daken kunnen worden onderverdeeld in twee categorieën, n.l.:

##### Vol-contactdaken

Vol-contactdaken zijn daken die geheel in contact met de vloeistof zijn. Hiertoe behoren ook de gelaste stalen pan-, ponton- of dubbeldeksdaken.

Het pontondak en dubbeldeksdak zijn vergelijkbaar met externe daken, alleen eenvoudiger omdat zij geen drainage nodig hebben en omdat bij de constructie geen rekening hoeft te worden gehouden met water- en windbelasting.

Het type pandak is een zeer eenvoudige constructie die bestaat uit een vlak gelast stalen dek en een nauwe open topponton rond de periferie. Het dak voldoet aan de ontwerpcriteria maar is bij veel bedrijven niet geliefd omdat het gemakkelijk omslaat en zinkt.

Andere typen contactdaken zijn gepatenteerde constructies waarin GVK-panelen en sandwich panelen van polyurethaanschuim met een metalen afdekking worden gebruikt. Er is indoor middel van ook een gepatenteerde constructie op de markt die geheel uit naadloos GVK bestaat dat bewijsbaar goed toegepast is bij zeer grote tankdiameters.

##### Non-contact daken

Tot de non-contactdaken behoren aluminium daken bestaand uit een tubulair frame van drijvende kamers afgedekt met dunne aluminium beplating.

Een ander type contactloos dak is een of meer lagen kunststof ballen waarvan de diameter kan variëren tussen de 20 en 150 mm. Het is een eenvoudige en voordelige manier om emissies en geur te verminderen. Deze methode wordt voornamelijk in de chemische industrie gebruikt.

#### 2.1.3.2.4.7 Opmerkingen over het ontluichten van tanks met vaste daken met intern drijvend dak

Er zijn twee mogelijkheden voor het ontluichten van tanks met vaste daken met een intern drijvend dak:

- a. zorg voor luchtcirculatieopeningen (of luchthappers) als vereist volgens API 650, Appendix H [18] en BS 2654, Appendix E [17]. Het doel van deze lucht-circulatieopeningen is het circuleren van lucht door de ruimte boven het inwendige dak om de concentratie koolwaterstofdampp onder het ontvlambare gebied te houden. Dit is bedoeld voor goed werkende inwendig drijvende daken (daken met een hoog emissiebeperkend rendement). Bij deze daken streeft men ernaar de atmosfeer boven het dak onder het ontvlambare gebied te houden (beneden LFL = Lower Flammability Level) dus daarmee een onverzadigde dampsituatie creërend (met een overmaat aan zuurstof), terwijl die bij vaste dak tanks zonder inwendige drijvende daken juist ver boven het ontvlambare gebied hoort te liggen (boven UFL = Upper Flammability Level) waardoor dus een verzadigde damp ontstaat (met een ondermaat aan zuurstof).

b. zorg voor druk- en vacuümkleppen (met vlamdovers) en zorg dat er geen damp naar de atmosfeer kan ontsnappen. Dit is vooral bedoeld voor inwendig drijvende daken die een slecht emissiebeperkend rendement hebben (vooral non-contact daken). Als in dit soort tanks ook open vents geplaatst worden dan zou de atmosfeer voor lange tijd zich kunnen bevinden binnen het ontvlambare gebied (tussen LFL en UFL). Door de plaatsing van druk/vacuümkleppen is de kans groot dat de atmosfeer boven het dak zich zal gedragen als bij een tank zonder inwendig drijvend dak en zal zo snel mogelijk verzadigd raken (boven UFL komen). Dit systeem wordt in Duitsland en in enkele andere West-Europese landen veel gebruikt. Een dergelijk systeem dient alleen te worden gebruikt als alternatieve veiligheidsmaatregelen zijn getroffen.

Let op, dat er hier gesproken wordt op de toepassing van druk/vacuümkleppen voorzien van vlamdovers, terwijl bij be- en ontluchting van normale tanks met vaste daken die voorzien zijn van druk/vacuümkleppen die vlamdovers en/of detonatiebegrenzers niet zijn voorzien (zie ook hoofdstukken 4.4.1 en 4.4.3 van dit document). Indien de tanks ont- of belucht worden via andere (buffer)tanks of naar dampverwerkende installaties of naar flairs, dan zijn altijd vlamdovers en detonatiebegrenzers toe te passen.

#### 2.1.3.2.4.8 Vergelijking tussen externe en interne drijvende daken

##### Voordelen van externe daken:

- gelaste stalen constructie – vloeistof- en dampdicht
- ontworpen voor zware regenwaterbelasting – stevig en stabiel
- verstelbare steunpoten – vergrote werkcapaciteit
- toegankelijk voor inspectie en onderhoud

##### Nadelen van externe daken:

- blootgesteld aan regen, sneeuw, wind en zon – slijtage
- afvoer vereist – onderhoud
- vereist secondary seal om dampemissie te verminderen tot een niveau vergelijkbaar met een intern dak

##### Voordelen van interne daken:

- beschermt tegen atmosfeer – minder slijtage
- lichtgewicht constructie – economischer
- hoogste reductie van dampemissie
- kan eenvoudig worden geïnstalleerd in een bestaande tank

##### Nadelen van interne daken:

- lichtgewicht constructie – gemakkelijk beschadigd
- met bouten vastgemaakte dekranden – dampdoordringing
- vaste steunpoten – verlies van werkcapaciteit
- beperkte vulhoogte – verlies van werkcapaciteit
- niet toegankelijk – men weet niet wat er gaande is

### 2.1.3.2.4.9 Seal-afdichtingen

#### Basistypen primary seals:

- In dampruimte gemonteerde veerkrachtige gevulde seal
- veerkrachtige gevulde seal (schuim- of vloeistofvulling) die in de vloeistof penetreert.
- mechanical shoe seal

#### Opmerkingen:

- **In de dampruimte gemonteerde seal** heeft een dampruimte tussen de seal en het productniveau en geen middelen om te voorkomen dat de damp naar de atmosfeer ontsnapt. Deze seal vertoont het grootste emissieverlies.
- **vloeistofpenetrenderende seal** is gedeeltelijk ondergedompeld in het product waardoor de dampruimte geheel verdwijnt. De vloeistofpenetrenderende seal vertoont het laagste emissieverlies.
- **mechanical shoe seal** heeft een dampruimte maar de dampruimte is afgesloten van de atmosfeer door shoe platen die tot in de vloeistof reiken. Emissieverliezen zijn aanzienlijk lager dan die van een in de dampruimte gemonteerde seal maar niet zo laag als die van het vloeistofpenetrenderende seal. De mechanical shoe seal is echter slijtvaster dan deze laatste (langere levensduur) en daardoor het meest populaire van alle seals.
- **wiper seal** is een in de dampruimte gemonteerde seal die bestaat uit een eenvoudige flap die met bouten aan de bovenkant van de buitenste rim is vastgezet. Wordt voornamelijk gebruikt bij interne drijvende daken.
- De afgelopen jaren zijn een reeks nieuwe seals geïntroduceerd. Een hiervan, de dubbele seal, is een gecombineerde primary en secondary seal gemaakt van metalen compressie platen. De seal is gemonteerd op de buitenste rim waarbij het primary seal naar beneden gericht is en de secondary seal naar boven. Aan de onderrand van de primary seal kan een rand van elastomeerhoudend materiaal worden bevestigd. Deze rand loopt tot in het product waardoor een vloeistofseal voor de dampruimte wordt gecreëerd.

#### Een seal is een goede seal wanneer het de volgende eigenschappen bezit:

- De mogelijkheid om dampverliezen tot een minimum te beperken
- Materiaal dat bestendig is tegen het product (aromatenbestendig)
- Mogelijkheid om variaties in de rimruimte op te vangen zonder een opening te creëren tussen de seal-afdichtingen en de mantel van de tank.
- Brandwerend
- Slijtvast
- UV bestendig

#### Voordelen van de secundaire seal:

- Het is op veel plaatsen een wettelijke eis om secundaire seals te gebruiken voor externe drijvende daken waarin benzine opgeslagen is
- Het gebruik van een goede secundaire seal kan dampverliezen door de sealafdichting aanzienlijk verminderen
- Een vermindering van dampverliezen betekent een vermindering van het brandgevaar
- De secundaire seal werkt als windbescherming die vuil van de primaire seal weghoudt
- Hoewel er geen gegevens beschikbaar zijn, mag men verwachten dat de secundaire seal de hoeveelheid regenwater die het product binnendringt, zal verminderen

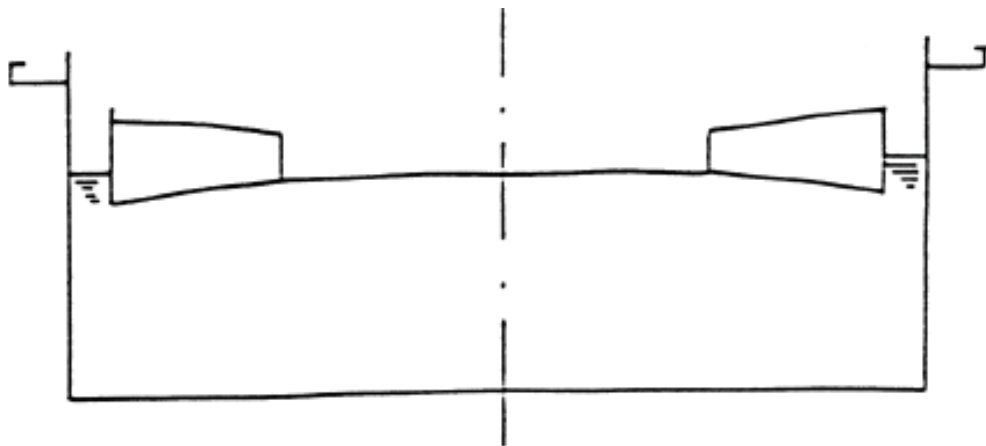
#### Nadelen van de secundaire seal:

- Verminderde vulhoogte omdat de bovenkant van de secundaire seal onder de bovenkant van de mantel moet blijven
- Hoogte van de schuimdam moet worden verhoogd tot hij tenminste 50 mm boven de bovenkant van de secundaire seal uitkomt

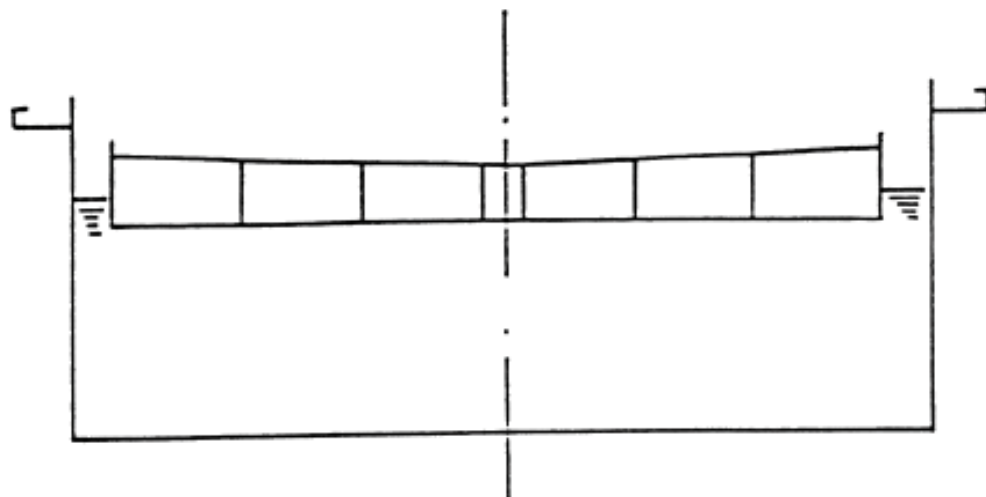
#### Andere emissiebeperkende methoden

- a. Als een tank met een drijvend dak wordt gevuld terwijl het dak op zijn steunen rust, wordt het luchtdampmengsel onder het dak verplaatst door de vloeistof en naar de atmosfeer verdreven. Dit wordt het vulverlies genoemd. Als het dak eenmaal drijft wordt het vulverlies nul.
- b. In Californië moeten bedrijven tegenwoordig toestemming vragen voordat zij een drijvend dak op zijn steunen mogen laten landen. Het doel hiervan is vulverliezen te beheersen.
- c. Bestaande tanks met drijvend dak met open top kunnen worden afgedekt met een aluminium geodesic dome. Hierdoor wordt het externe drijvende dak een intern drijvend dak. Het zorgt voor een zeer effectieve oplossing voor emissiebeperking omdat het de voordelen van een inwendig drijvend dak (geen windfactor) combineert met de voordelen van een extern drijvend dak (gelast dek en grotere stabiliteit).
- d. Verbeteringen kunnen worden bereikt door dakpenetraties af te dichten. Hiertoe behoren sleeves over de dakpoten en een drijver (miniatur drijvend dak) binnen in de van sleuven voorziene guide pole geplaatst te worden. Voor inwendige drijvende daken van aluminium betekent dit bovendien een betere afdichting van de geboute deknaden.
- e. Een tank met vast dak met stikstofdeken zal emissies naar de atmosfeer aanzienlijk verminderen. Om echter kosteneffectief te zijn moet de tank verbonden zijn met een damphouder om de stikstof op te vangen die door de vloeistof wordt verplaatst als de tank wordt gevuld en waaruit de stikstof weer in de tank kan terugkeren als de tank wordt geleegd.

Figuur 2.1.3.2.4.8-1 Type Uitendige drijvende daken

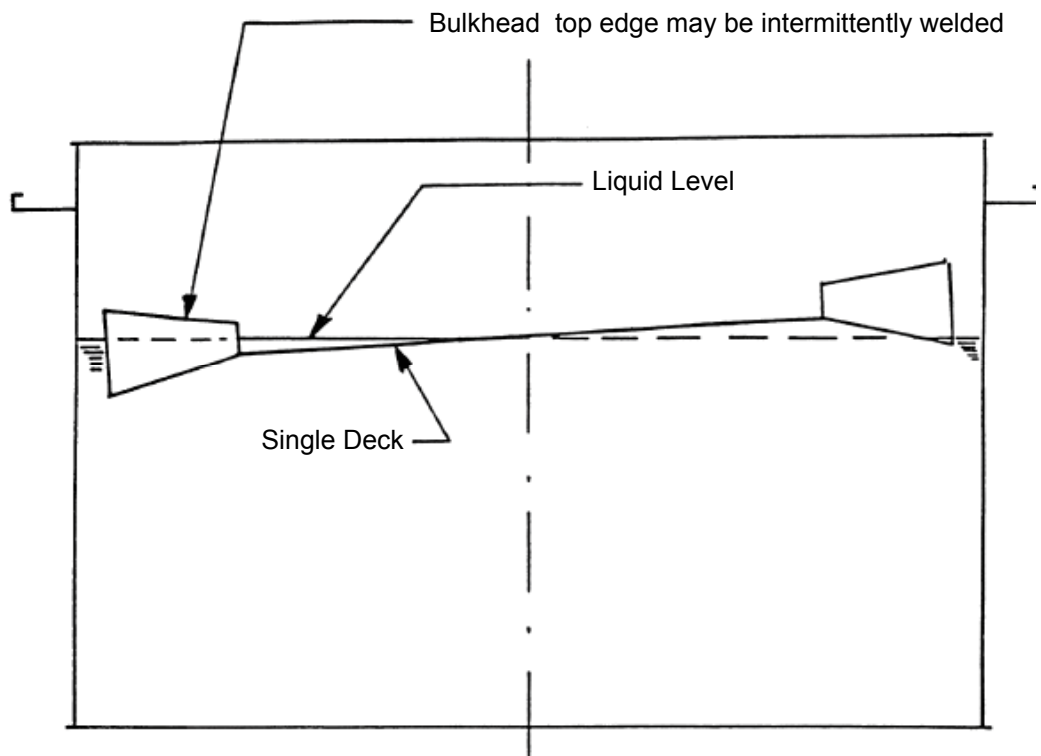


EXTERNAL PONTOON TYPE FLOATING ROOF

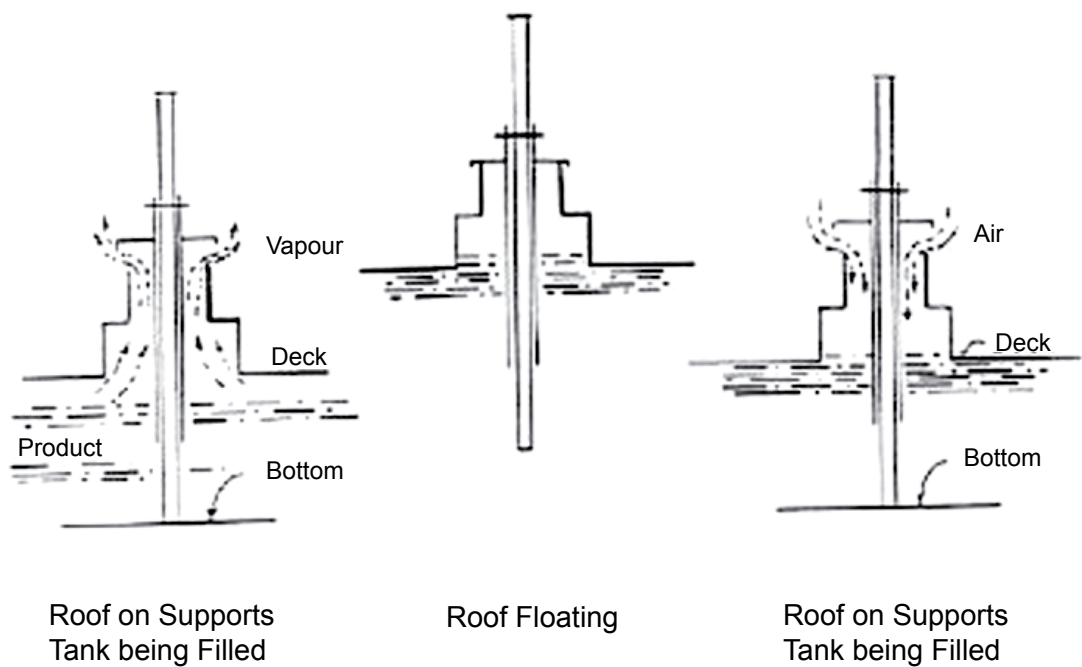


EXTERNAL DOUBLE-DECK TYPE FLOATING ROOF

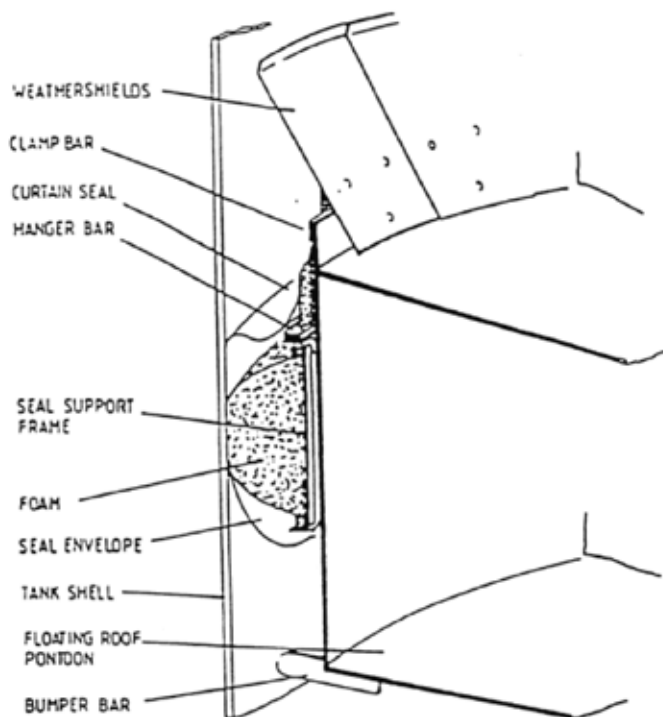
Figuur 2.1.3..2.4.8-2 Enkeldeks drijvend dak met 2 lekkende pontons



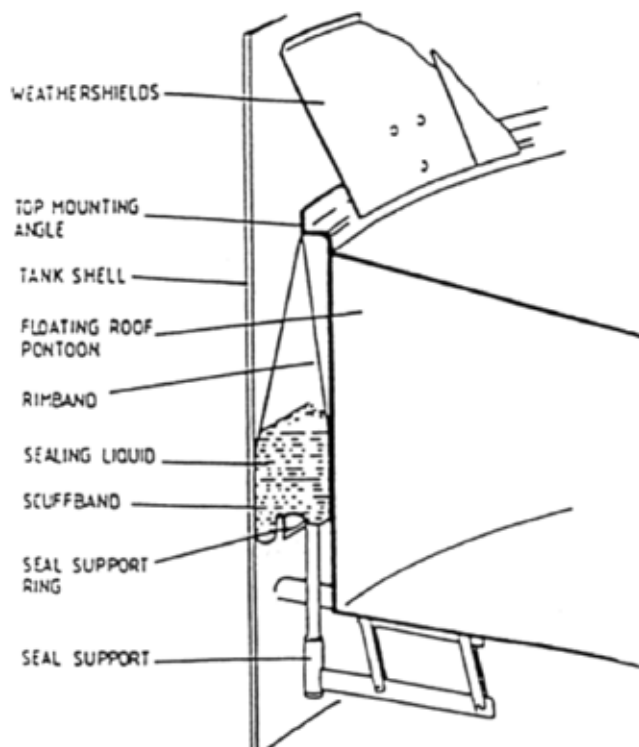
Figuur 2.1.3.3.4.8-3 Operationeel principe 'Automatic Bleeder vent'



Figuur 2.1.3.3.4.8-3 Met schuim gevulde rimseal

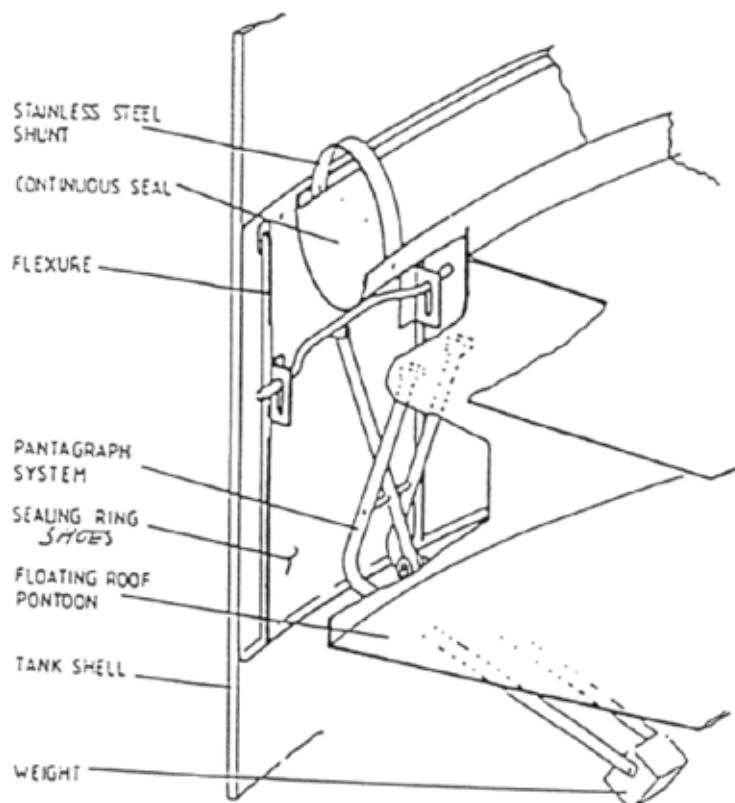


Figuur 2.1.3.3.4.8-4 Met vloeistof gevulde rimseal

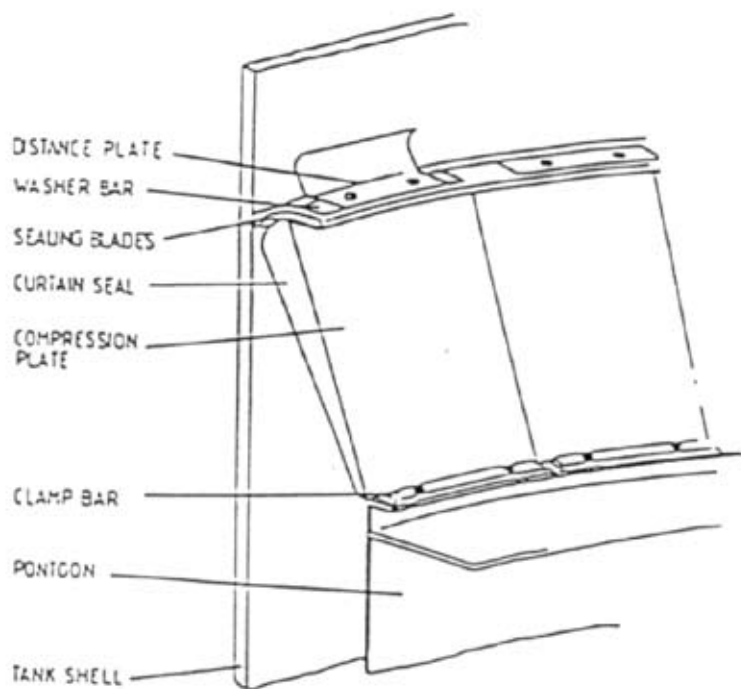




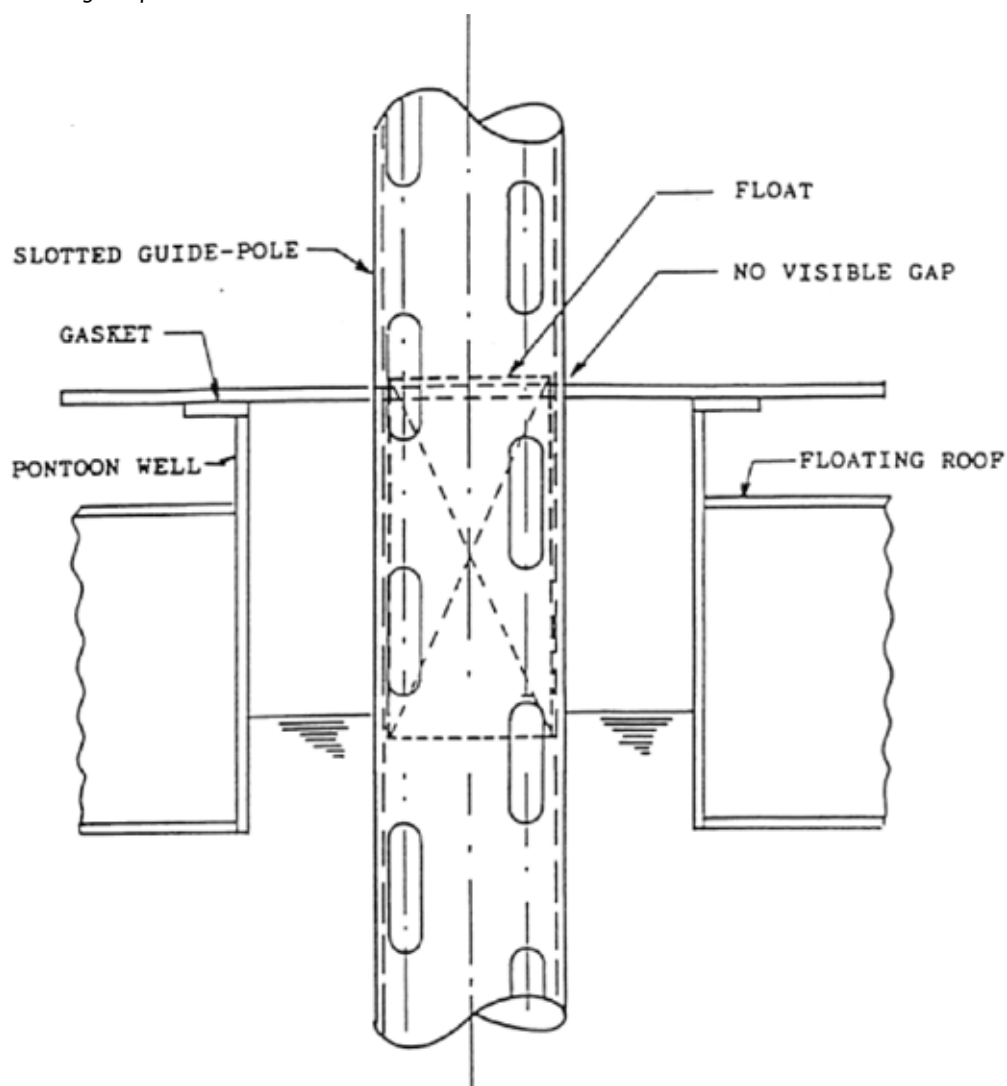
Figuur 2.1.3.3.4.8-5 Mechanische schoen rmseal met pantograaf hangers



Figuur 2.1.3.3.4.8-6 Secondaire rimseal



Figuur 2.1.3.3.4.8-7 Slotted guide pole



#### 2.1.3.2.4.10 Afvoeren van drijvende daken

##### Afvoergrootte

De kleinste primaire afvoer moet in staat zijn te voorkomen dat de hoeveelheid op het dak geaccumuleerd water groter wordt dan de ontwerphoeveelheid. Aan deze voorwaarde moet worden voldaan bij een maximale gespecificeerde regenval terwijl het dak op het minimumbedrijfsniveau drijft.

API 650 [18] en BS 2654 [17] specificeren minimum afvoerdiameters afhankelijk van de tankdiameter. Let er op, dat deze minimum diameters wel eens niet voldoende zouden kunnen zijn in bepaalde gebieden met zware regenval, zoals Singapore.

##### Soorten primaire afvoersystemen

Er zijn twee soorten primaire afvoersystemen om water van de bovenkant van een drijvend dak af te voeren.

- a. Gesloten systeem (gelede pijp of buis): dat niet in contact komt met het opgeslagen product.
- b. Open afvoer: water bezinkt door het product.

Algemeen gebruikte **gesloten afvoersystemen** zijn:

1. Gelede pijp drain met speciaal vervaardigde swivels of swing joints:

Swing joints zijn symmetrisch waardoor slijtage van de seal vermindert. Mits de swing joints op de juiste wijze zijn vervaardigd en geïnstalleerd zullen zij lang mee gaan. Alleen de grotere tankfabrikanten zullen voldoende ervaring en faciliteiten hebben om swing joints te kunnen vervaardigen. Niet aanbevolen als vervangende afvoer tenzij geleverd en geïnstalleerd door een van de grote tankbouwers die ervaring met dit type afvoer hebben.

2. Gelede pijp drain met in de handel verkrijgbare joints:

Swivels of swing joints zijn niet symmetrisch wat gecompenseerd wordt door het aanbrengen van counter balance pipes. Door het gebruik van in de handel verkrijgbare joints (bijvoorbeeld Barco of Chicksan) verdwijnt het fabricageprobleem maar de counter balance pipes maken het hele systeem ingewikkelder en moeilijker te installeren. Swing joints kunnen zonder probleem worden vervangen maar moeten worden besteld voor een uitwendige druk van 3,5 bar.

3. Pivot-Master pipe drain:

Het systeem bestaat uit stalen pijpen met pivot-master verbindingen. De verbindingen zijn gemaakt van een kort stuk versterkte slang in een stalen scharnierconstructie. Deze afvoer is eenvoudig te installeren en kan gebruikt worden om elk van de andere afvoeren met weinig modificaties te vervangen. Het voordeel van dit systeem is, dat de dichtheidsfunctie en de scharnierende functie – bij andere types in eenzelfde omkasting uitgevoerd (swivels) – nu gescheiden zijn uitgevoerd, waardoor een lange levensduur gerealiseerd wordt. Dit type is zeer geschikt te gebruiken bij tanks met hoge inpomp- snelheden en bij tanks waar propeller mixers (gemonteerd op mangaten) of straal (jet) mixer geïnstalleerd zijn. Deze voorzieningen zorgen voor grote bewegingen in de opgeslagen vloeistof waardoor de drain pijpen grote uitslagen maken t.o.v. de neutrale as. Daardoor worden grote belastingen uitgeoefend op de swivels en verkort de levensduur van het dichtheidsmedium, omdat dit ook krachten op moet nemen. Bij de Pivot-Master drains nemen zgn. stalen penscharnieren de bewegingskrachten op en blijft de slag spanningsvrij en zorgt alleen voor de dichtheidsfunctie.

4. Afvoer door middel van een flexibele rubberslang:

De hose drain heeft het voordeel dat het de laagste bedrijfsstand van het drijvende dak mogelijk maakt. Bij het gebruik van een pijpdrain wordt de laagste bedrijfsstand vaak bepaald door de hoogte tot waarop de buisconstructie kan worden gevouwen. Gewoonlijk wordt een flexibele slangdrain zo gemonteerd dat deze kan worden vervangen zonder de tank te moeten betreden. De slang heeft een beperkte levensduur (zeg maximaal 10 jaar). Om beschadiging te voorkomen worden steunpoten voorzien van slangbeschermers en halfronde kappen aan de onderkant van de steunen.

5. Coflexip hose drain (ook flexibele pijp drain genoemd):

Een zeer zware slang van goede kwaliteit waarvan het installatiepatroon voor elke tank apart wordt bepaald om te voorkomen dat de slang en het inwendige van de tank elkaar hinderen.

## Systemen met open afvoer zijn:

### 1. Open afvoer:

Een recht stuk pijp dat door het dak direct in het product loopt. Dit type afvoer kan alleen gebruikt worden bij drijvende daken met dubbel dek. Op pontondaken zou terugstroming van product plaatsvinden voordat er water zou worden afgevoerd. Het bovenstuk van de afvoer moet van een rooster worden voorzien.

### 2. Siphon drain:

Vergelijkbaar met een open afvoer maar met een waterslot onder het dek om het terugstromen van product te voorkomen. De siphon drain moet met water op gang gebracht worden voordat het kan functioneren. Deze afvoer kan worden gebruikt voor drijvende pontondaken, maar vanwege het onderhouds-probleem en het mogelijke risico dat het dak met product overstroomt, wordt het gebruik voor pontondaken ten zeerste afgeraden. Siphon drains worden soms gebruikt voor dubbeldeksdaken om de dampemissies, die kunnen ontstaan door een open afvoer, uit te bannen. Het terugstromen van product is bij dubbeldeksdaken geen probleem dus uit dat oogpunt is het gebruik van een siphon drain niet nodig.

## 2.1.3.2.4.11 Noodafvoeren

### a. Voor drijvende daken met dubbel dek

Noodafvoeren zijn bij drijvende daken met dubbel dek vereist om het water-niveau te beperken als het dak niet in staat is de volle 250 mm regenwater binnen een periode van 24 uur over het gehele dakoppervlak, als de primaire afvoer buiten werking is, op te vangen (API 650, paragraaf C.3.4.1. a [18]).

Door hun opbouw zijn de meeste dubbeldeksdaken niet in staat een groot watervolume op het relatief vlakke bovendeck op te slaan. Noodafvoeren worden gebruikt om de waterhoogte te beperken tot het lage niveau dat het dak veilig kan dragen. Een noodafvoer kan een open afvoer of een siphon drain zijn. De open afvoer is een open buis door het dubbele dek die tot het aangegeven niveau boven het dek uitsteekt en is voorzien van een rooster. Het water zal in de buis stromen en direct in het product aflopen. Er treedt geen terugstroming van product op.

De siphon drain heeft onder het dak een waterslot. Waar bij pontondaken een siphon drain gebruikt wordt om terugstromen van product te voorkomen, zal de siphon drain bij dubbeldek daken verdamping en het verlies van product-ampen voorkomen.

### b. Voor pontondaken

Open noodafvoeren zijn niet te gebruiken voor pontondaken daar het productniveau in de tank altijd hoger is dan het regenwaterniveau op het middendeck. Hierdoor zou product terug gaan stromen op het dak voordat regenwater zou worden afgevoerd.

Siphon drains met waterslot onder het dek kunnen worden gebruikt maar het gevaar bestaat, dat het water zal verdampen terwijl het dak op zijn steunen rust of dat het water om andere redenen verdwijnt. Hierdoor zou de gevaarlijke situatie kunnen ontstaan van een overstroomd middendeck.

Pontondaken zijn in staat de volle 250 mm gevallen hoeveelheid regenwater over het gehele dakoppervlak op te vangen. Deze grote opvangcapaciteit zou het mogelijk moeten maken om het dak, zelfs in gebieden met zware regenval, zonder noodafvoeren te gebruiken. Het gebruik van siphon drains bij pontondaken dient te worden vermeden vanwege de overstromingskans.

Emergency drains zijn niet aanbevolen, zelfs niet op plaatsen waar zij boven de daklijn uitsteken. De oplossing om een grotere maat of een groter aantal afvoeren te gebruiken in gebieden met zware regenval, verdient de voorkeur.

#### 2.1.3.2.4.12 Putbak

Bij een pontondak moet de afvoerbuis of –slang verbonden zijn met een putbak in het midden van het dak. In de putbak eindigt de afvoer in een kogelafsluiter of vlinderklep. Deze keerklep is nodig om terugstromen van het product naar het dak te voorkomen bij een lek in het afvoersysteem. Vaak wordt een 90o bocht aan het inlaateind van de vlinderklep bevestigd, om de stromingscondities te verbeteren en te voorkomen dat vuil in de afvoer geraakt. De putbak voor een dubbeldekdak hoeft niet te worden uitgevoerd met een keerklep.

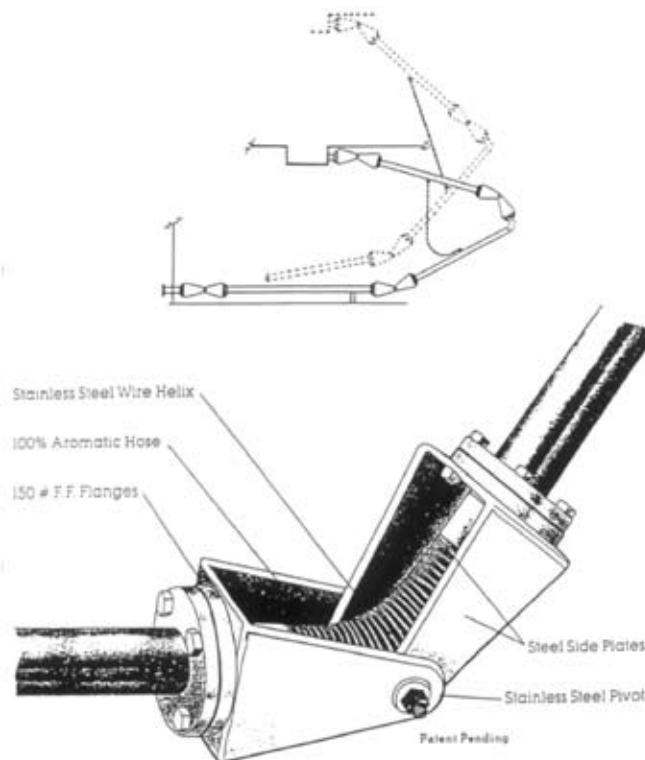
De putbak moet van een afdekking worden voorzien die voldoende openingen heeft om onbeperkte toevoer van regenwater mogelijk te maken, maar voorkomen dat grote stukken vuil in het afvoersysteem raken. Het gebruik van roosters komt niet in aanmerking.

#### 2.1.3.2.4.13 Uitlaatklep van de afvoer

Het uitlaatmondstuk van een gesloten afvoersysteem is te voorzien van een afsluiter. Deze afsluiter is normaal gesloten om te voorkomen dat de tank in geval van een lek leegloopt binnen de tankdijk.

Het dichtlaten van de afsluiter betekent dat de operators na regen de tanks langs moeten gaan om de afsluiters open te zetten, zodat het regenwater weg kan. Om het afvoersysteem automatisch te maken, plaatsen veel tankeigenaren een speciale uitlaatklep die het water doorlaat maar die dichtgaat zodra er koolwaterstoffen in het water zitten.

Figuur 2.1.3.2.4.13-1 'Pivot Master' drainagesysteem voor een uitwendig drijvend dak



#### 2.1.3.2.4.14 Gezichtspunten van het ontwerpen van conventionele opslagtanks

In de loop der jaren is een aanzienlijke hoeveelheid technische kennis geïnvesteerd in het ontwerp van opslagtanks. Dit blijkt uit verschillende van toepassing zijnde internationale richtlijnen, codes en normen zoals de:

- BS 2654 [17]
- API 650 [18]
- EN 14015 [21]

Deze documenten omvatten de:

- **belastingscondities**  
externe en interne belasting
- **standaard tankontwerp**  
berekeningen, tekeningen van constructie en toebehoren
- **materiaalkeuze**  
kwaliteitsgraad van staal, verfwerk en isolatie
- **ontwerp van fundaties**
- **constructie en beproeven**
- **inspectie en onderhoud**

#### 2.1.3.1.4.15 Ontwerp

Een tank kan worden onderverdeeld in drie belangrijke onderdelen: de bodem, de mantel en het dak, waarbij de mantel uit ontwerp oogpunt het belangrijkste gedeelte is daar dit de vloeistofdruk moet kunnen weerstaan.

#### 2.1.3.1.4.16 Bodemontwerp

Bodemplaten dienen als diafragma en brengen de vloeistofdruk direct over op de tankfundatie. Daarom is vloeistofdichtheid het doorslaggevende criterium voor de tankbodem. Zij zijn gemaakt van 6 mm dikke, rechthoekige elkaar overlappende stalen platen, die aan elkaar gelast zijn met een volle hoeklas. Belastingsoverdracht door de vrij dunne bodemplaten is niet mogelijk. Een uitzondering vormen de annular platen die dienen als overgangssectie tussen de mantel en de bodem van de tank. Deze onder de mantel geplaatste annular platen worden zwaar belast door het trekken van de bodemplaten door de horizontale vloeistofdruk die uitgeoefend wordt op het laagste gedeelte van de tankmantel en zijn minimaal 8 mm dik. Annular platen (toegepast bij tanks van > 12,5 m diameter) zijn dikker (10-12,5 mm) en gemaakt van hetzelfde materiaal als de mantelplaten. Om een volledige las-penetratie te verkrijgen zijn alle annular platen stomp gelast op backing strips.

#### 2.1.3.2.4.17 Ontwerp van de tankwand

De tankwand is opgebouwd uit een aantal ringen, meestal van 1,50 tot 2,50 m hoog. De plaatdikte neemt naar boven toe langzaam af vanwege de lagere horizontale vloeistofbelasting.

De berekende plaatdikte is aan de bovenkant beperkt tot een minimum van 6 tot 10 mm, afhankelijk van de tankdiameter. In de ontwerpberekeningen wordt uitgegaan van een vloeistofdichtheid van 1,00 g/ml.

Aan de mantel zijn verschillende toebehoren bevestigd zoals trappen, stompen voor pijpen en instrumentverbindingen, mangaten etc.

Voor stompen met een diameter van meer dan 2 inch zijn versterkingsplaten vereist om de reductie in sterkte, veroorzaakt door het gat in de mantel, te compenseren. Afhankelijk van de grootte en dikte van de tankwandplaten moeten grotere stompen in de werkplaats voorgefabriceerd en als prefab-onderdeel spanningvrij gegloeid worden.

Tanks met een drijvend dak zijn voorzien van een primaire windligger om de rondheid te behouden als de tank blootstaat aan windbelasting. Deze primaire windligger is bovenaan of vlakbij de bovenkant van de tank geplaatst. Soms zijn secundaire windliggers vereist zowel voor tanks met een drijvend als met een vast dak om vervormingen van de tankwand onder wind- en/of vacuümcondities te voorkomen.

#### 2.1.3.2.4.18 Ontwerp vaste daken

De dakplaten zijn 5 mm dik en alleen aan de bovenkant met overlapse lassen **verbonden** en verder gewoonlijk niet met de steunconstructie van het dak verbonden. Boven de tankmantel zijn de platen slechts met een doorlopende afdichtingslas aan de bovenste randhoek bevestigd. Dit met de bedoeling dat het dak zal scheuren bij de verbinding tussen mantel en dak als er zich in de tank een explosie voordoet. In dat geval zal er geen schade aan de tankbodemverbinding optreden, waardoor productverlies wordt voorkomen. Bevestigingen voor toegang, meten, pijpen en ventileren worden boven op het dak geplaatst. Om veiligheidsredenen wordt er rondom het dak een handrail geplaatst.

#### 2.1.3.2.4.19 Technische aspecten van tanks met vaste daken

Tanks met vaste daken hebben een dampruimte boven het vloeistofniveau. Voor de structurele integriteit van de tank mag de druk in deze dampruimte nooit te hoog of te laag worden. Daarom worden op het dak geplaatste vrije ontluchtingen of druk/vacuümkleppen gemonteerd die periodieke ventilatie naar de atmosfeer of inname van lucht mogelijk maken. Dampverliezen door ontluchting naar de atmosfeer is het gevolg van:

1. vulverliezen

2. ademverliezen

(zie ook sectie 4.4. voor verdere informatie).

#### 2.1.3.2.4.20 Vulverliezen van een tank

Als een tank wordt gevuld, wordt een lucht-dampmengsel met een gelijk volume uit de tank verdreven ('vulverlies') en als een tank wordt geleegd, wordt er lucht naar binnen getrokken. Na leging zal de in de tank getrokken lucht geleidelijk verzadigd raken met damp.

#### 2.1.3.2.4.21 Ademverliezen van een tank

Ademverliezen en hiermee gepaard gaand productverlies worden veroorzaakt door variaties in temperatuur en druk in de dampkamer. Overdag zorgen de stijgende temperaturen voor een drukverhoging in de dampkamer in de tank en het ontsnappen van damp-lucht. 's Nachts of tijdens zware regenval zorgt een afname van de temperatuur ervoor dat de tank lucht inneemt.

#### 2.1.3.2.3.22 Emergency

Behalve vul- en ademverliezen moet bij het ontwerpen van de ontluchtingscapaciteit van een tank rekening gehouden worden met noodsituaties.

Volgens de van toepassing zijnde regels (API 2000) [23] moet bij het ontwerpen van de vereiste ontluchtingscapaciteit rekening gehouden worden met twee noodsituaties;

1. een plotselinge daling van druk door een plotselinge daling in temperatuur
2. een geleidelijke toename van temperatuur door een brand in de directe omgeving.

Een derde noodsituatie die niet door de regels wordt gedekt maar waar sinds een paar jaar volgens sommige bedrijfsrichtlijnen rekening mee moet worden gehouden, is een plotseling optredende interne explosie in de dampkamer. Om de gevolgen van een dergelijke interne explosie te beperken, moet de verbinding tussen het dak en de wand uitgevoerd worden als een scheurnaad om er zeker van te zijn dat de tank hier zal bezwijken en niet bij de verbinding tussen de wand en de bodem (zie EEMUA document 180 [24]).

### 2.1.3.2.5 Tankfundaties, Tankputten en putdijken

#### 2.1.3.2.5.1 Algemeen

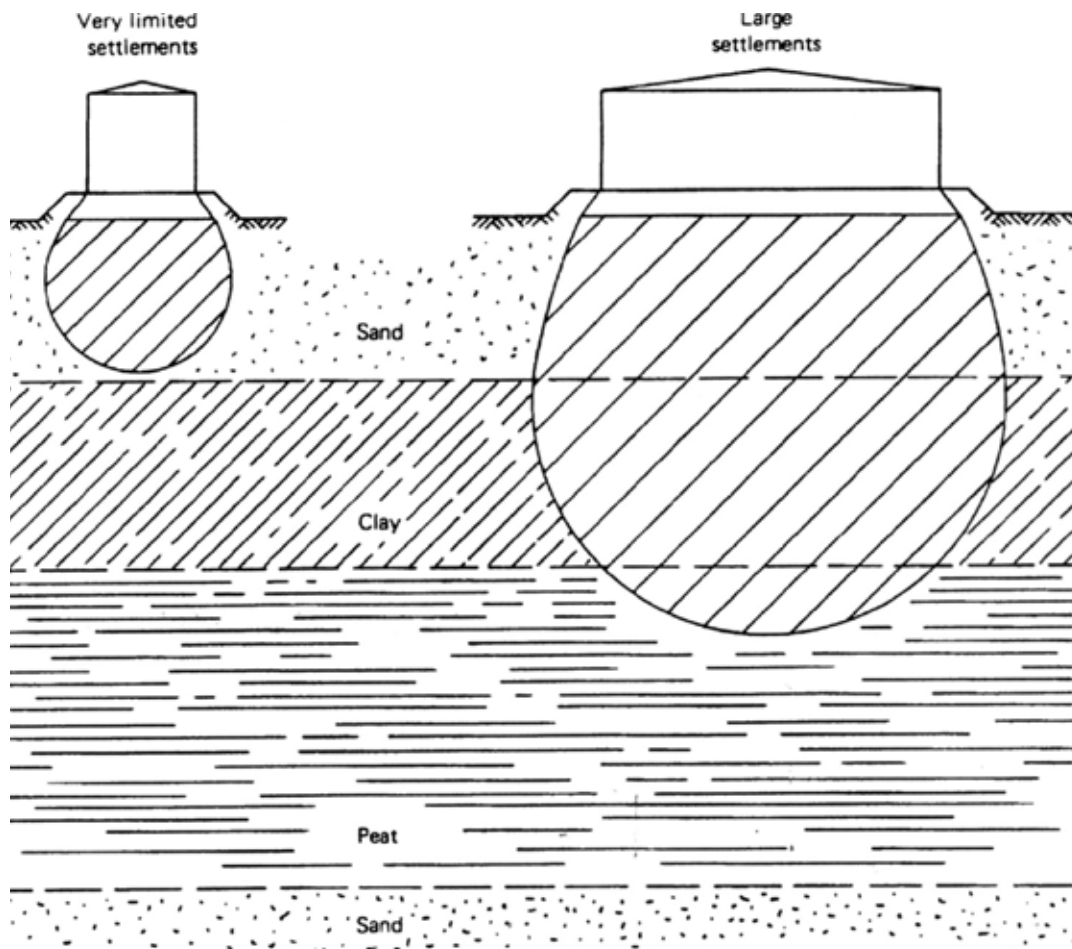
Fundaties voor verticale opslagtanks zijn uit te voeren in de vorm van een tankterp van duurzaam, inert, korrelig materiaal als bijv. gebroken steenslag of grof zand. Het ligt voor de hand dat er een direct verband bestaat tussen de diameter/hoogte van de tank en de invloed op de zetting (zie aanhangsel 1).

Een tankfundament moet nauwkeurig ontworpen en opgebouwd zijn en toezicht tijdens de uitvoering van het werk is van essentieel belang. Vooral in gebieden met zwakkere bodemlagen hebben slecht ontworpen en/of slecht uitgevoerde tankfundaties tot zeer hoge onderhoudskosten geleid.

Bij de afwegingen welk fundatietype moet worden gekozen voor een verticale opslagtank met het oog op zijn functie dient ook rekening te worden gehouden met de precieze beoordeling van de geotechnische aspecten. Daarbij valt op, dat de grootte van een tank in diameter meer invloed heeft op de te verwachte zettingen dan de (vul)hoogte daarvan. Dit effect is te zien in onderstaande figuur 2.1.3.2.5.1-1



Figuur 2.1.3.2.5.1-1 De invloed van de afmeting van de tank op de bodeminklinking



De tankfundatie moet afgedekt worden met een afwerklaag van een zand/bitumen mix of - voor tanks die verwarmd worden boven 70° C – een zand/olie mix.

Atmosferische opslagtanks worden maar zelden op onderheide betonnen fundaties geplaatst, tenzij de voorspelde differentiële en totale zetting en scheefstand de, in richtlijnen aangegeven zettingsgrenzen voor de betreffende tank overschrijden. In uitzonderlijke gevallen wordt voor kleine tanks soms een betonnen plaatfundering als fundatie gebruikt.

### 2.1.3.2.5.2 Taken van en eisen aan tankfundaties

Een tankfundatie heeft de volgende taken:

- Verdelen en overbrengen van de belasting van de tank en de inhoud naar de grond via de tankfundatie en de terpschouder zodat zowel de totale als de differentiële zetting die is ontstaan binnen deze toegestane grenzen blijft.
- De tankbodem hoger plaatsen dan het niveau van het grondwater, capillair water, oppervlakte water en kleine lekkages.
- Een glad oppervlak met voldoende draagkracht verschaffen voor het bouwen van een tank.
- Water snel bij de tankwand en -bodem vandaan leiden.
- de NPSH (nett positive suction head) voor pompen verbeteren (ter voorkoming van cavitatie).

De eisen aan de schouder van de tankfundatie zijn:

- Onder alle omstandigheden voldoende zijdelingse steun verschaffen aan de tankfundatie. De schouder moet in staat zijn weerstand te bieden tegen beschadiging door activiteiten tijdens bouwen, opereren en onderhouden van tanks.
- Zetting onder de tankwand/bodemverbinding voorkomen.
- Wegspoelen van de tankfundatie door bodemlekkage en eventuele indringing van regenwater voorkomen.
- Corrosie door wind en/of water voorkomen.

### 2.1.3.2.5.3 Ontwerp

Het **initiële** profiel voor de tankfundatie (bijvoorbeeld cone-up, cone-down, uit-eindelijke afmetingen en schouder) dient te worden bepaald op basis van het resultaat van de zettings- en stabiliteitsberekeningen. Deze berekeningen zijn te baseren op de resultaten van een bodemonderzoek. De eigenschappen van de ondergrond dienen zorgvuldig te worden onderzocht.

De tankfundatie moet worden ontworpen als een flexibele fundatie die sterk genoeg is om te waarborgen dat de fundatie:

- deformaties van de ondergrond in zekere mate kan opnemen
- de eventuele ongelijkmatige fundatiedrukken kan verdelen

Onder bepaalde omstandigheden zijn bodemverbeteringen (bijvoorbeeld vervangen van grond of voorbelasten) onder de tankfundatie te overwegen om:

- een fundatie te verkrijgen met voldoende sterkte
- grote gelijkmatige differentiële en totale zetting te verminderen.

De minimum elevatie van de tankfundatie, gemeten bij de tankwand boven de bodem van de tankput na hydrostatisch testen en na een overeengekomen aantal gebruiksjaren, moet 0,60 m zijn.

Om lekkage te kunnen waarnemen en het opbouwen van druk door vloeistof onder de afwerking van de tankfundatie te voorkomen, moeten rondom de tankfundatie (indien deze geheel gesloten is) drainage-openingen aangebracht worden.

Men dient filterdoek aan te brengen onder de afdekking van de schouder en het afwateringsvlak van de schouder waar de mogelijkheid bestaat dat fijn materiaal weggespoeld wordt bijv. daar waar asfalt op een verdichte zandlaag is aangebracht.

Bij een stabiliteitsanalyse van de schouder en tankfundatie dient bijvoorbeeld rekening te worden gehouden met de aanvankelijke hoogte boven het omliggende grondniveau, het hoogst mogelijke grondwaterpeil, de hellingshoek tot de schouder, de geotechnische eigenschappen van het materiaal van de tankfundatie en de ondergrond, de belasting door de tank, de tankinhoud en de bedrijfs- en onderhoudseisen.

Bij de tankfundatieanalyse is rekening te houden met het mogelijke effect van wind en aardbevingen op de tank, de tankinhoud, de tankfundatie en de ondergrond. Verweking van de ondergrond (het gedrag van de ondergrond onder aardbevings-belastingen – het zgn. liquifaction gedrag) moet worden onderzocht.

Bij het bepalen van de snelheid waarmee de tank tijdens de hydrostatische test wordt gevuld, dient men rekening te houden met de stabiliteit van de tankfundatie voor wat betreft poriënwaterdruk, samendrukken en kruip.

#### 2.1.3.2.5.4 Schoulers van tankfundatie

De breedte van de schouder dient zo te worden gekozen, dat de stabiliteit van de fundatie, de schouder en de ondergrond is verzekerd.

De minimale breedte van de schouder van de tankfundatie (S) is afhankelijk van verschillende omstandigheden:

- De hoogte van de tank (H)
- De dichtheid van het product (voor olieproducten is vullen met water de norm)
- De constructie van de tankfundatie (wel of geen ring van gebroken steenslag of heeft tank onderheide fundatie)
- De schuinte van de hoek van de tankfundatie
- De hoogte van de tankfundatie (T)
- De helling van de schouder is 1 verticaal op 10 horizontaal. De helling tot de schouder mag niet meer bedragen dan 1 verticaal op 1,5 horizontaal.

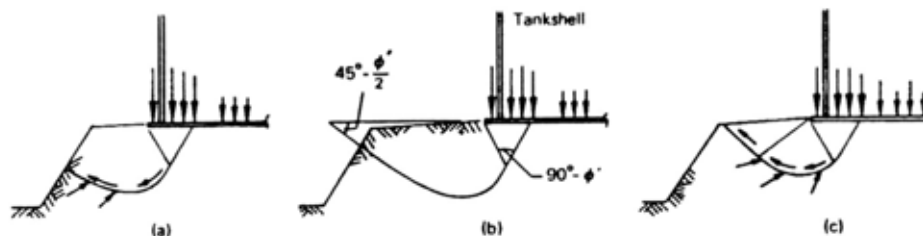
Om een geheel uit zand bestaande tankfundatie goed te verdichten, is het nood-zakelijk dat de breedte van de tankfundatie tijdens de bouw van de fundatie en de tank groter is dan de uiteindelijke afmetingen.

Voor een tankfundatie met een ring van gebroken steenslag is de genoemde verbreding niet nodig.

De brede verdichtte schouder geeft zijdelingse steun aan spanningsconcentraties in de grond onder de tank. Algemeen geldt: een bredere schouder zal de baan van de breuk verlengen; bij ringen van gebroken steenslag zal het breukvlak dieper in de ondergrond doordringen.

Dit is te zien in de volgende schetsen:

Figuur 2.1.3.2.5.4-1 Invloed schouderbreedte op stabiliteit van fundatie



- toont een te smalle schouder, waar groundbeweging onder de mantel of zelfs een afschuiving zeer waarschijnlijk is.
- toont een schouder die breed genoeg is, maar niet voldoende verdicht. Hierdoor is de inwendige wrijvingshoek van het schoudermateriaal te laag en kan een verzakking ontstaan. Ook kunnen zetting en differentiële zetting verwacht worden.
- toont een brede, voldoende verdichtte schouder waar geen risico op groundbeweging of afschuiving bestaat.

Een onderzoek naar de stabiliteit van tankfundaties met een 'Eindige Element' berekeningsmethode (PLAXIS) heeft aangetoond, dat bij een smalle zandfundatie de grond onder de annular platen naar het schuine vlak van de tankfundatie zal bewegen.

Met een ring van gebroken steenslag aan de buitenzijde van de tankfundatie lopen alle glijvlakken via de ring door naar de ondergrond.

### 2.1.3.2.5.5 Materiaal

Een 'fundatiering' van harde gebroken steenslag voor de schouder van de tankfundatie en een gebied onder de tankmantel en tankbodem verdient de voorkeur (boven zand). Dit materiaal is sterker en heeft meer weerstand tegen hoekzetting en beschadiging tijdens de bouw en door erosie.

Het materiaal moet aan de volgende eisen voldoen:

- Niet vergruisbaar.
- Lage verdichting ( $C_{104} > 500$ ).
- Hoge wrijvingskarakteristieken ( $\phi > 35^\circ$ ).
- Laag slibgehalte ( $=10\% \text{ m/m}$ ).
- Vrije afwatering ( $k \geq 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ ).
- Ongevoelig voor weersinvloeden, oxidatie, chemische verandering, veranderingen van mechanische eigenschappen.
- Gemakkelijk te verdichten.
- Niet gevoelig voor liquefactie (vooral in gebieden waar aardbevingen voorkomen).

Het fundatielichaam binnen deze ring kan samengesteld zijn uit materiaal met fijnere korrels zoals zand, mits een filterdoek (geotextiel) tussen het zandlichaam en het schoudermateriaal is aangebracht om wegspoelen van materiaal te voorkomen.

Zand kan in de fundatiering gebruikt worden mits speciale aandacht wordt besteed aan de verdichting, de bescherming tegen beschadigingen tijdens het bouwen van de tank en het voorkomen van verstoring van de grond onder de tankmantel (die de oorzaak kunnen zijn van hoekzetting en vervorming/defecten van de tank).

Het gebruik van een betonnen ring om hoekzetting te voorkomen of om ankerbouten te bevestigen vraagt speciale aandacht, daar een slechte constructie de tankbodem kan beschadigen en het zettingsgedrag van de tankwand kan beïnvloeden.

### 2.1.3.2.5.6 Fundatiebouw

Tijdens de bouw van de tankfundatie dient, daar waar materiaal met fijnere korrels wordt gebruikt, de mate van verdichting van het verdichte materiaal bij elke laag van 0,3 m te worden gecontroleerd met een handbediend DCPT-apparaat (Dutch Cone Penetration Test). Als de bouw van de tankfundatie afgerond is, moet de hele tankfundatie (en bodemverbetering, indien van toepassing) met diepere DCPT's gecontroleerd worden. Om de toestand van de grondslag direct onder de tankfundatie of de bodemverbetering in de grondslag te kunnen bevestigen, dient de penetratiediepte tussen de 3 en 5 m onder het fundatieniveau te liggen.

Andere methoden om de mate van verdichting te controleren zijn:

- De Nuclear Density Gage Method (methode voor nucleaire dichtheidsmeting). Deze methode kan alleen gebruikt worden per laagdiktheid van 0,30 m omdat anders gegraven zou moeten worden in de zo juist voltooide verdichte tankfundatie.
- De core-cutter methode (waarbij de dichtheid gemeten wordt door een buis in de fundatielaag te slaan en dan de meegenomen grond te vervangen door water ter bepaling van het volume). Deze methode kan alleen gebruikt worden per laagdiktheid van 0,30 m omdat anders gegraven zou moeten worden in de zo juist voltooide verdichte tankfundatie.

### 2.1.3.2.5.7 Afwerking tankfundatie

Het doel van de laatste zand/bitumen afdeklaag - of een zand/olie afdeklaag bij tanks die opereren boven 70 °C - op de tankfundatie (onder de tank) is:

- het vormen van een barrière tegen corrosie die bevordert wordt door water of waterdamp en chemicaliën die in de tankfundatie of ondergrond kunnen zitten.
- het bevorderen van een gelijkmatige verdeling van spanning van de tankbodem naar de tankfundatie.
- het beschermen van de tankfundatie tijdens de bouw.
- een gemakkelijke thermische expansie van de tank mogelijk te maken.

Het doel van de afwerkklagen van de fundatieschouder is:

De fundatie te beschermen tegen schade door weersinvloeden, corrosie en activiteiten tijdens het bouwen, opereren en onderhouden van tanks. Vooral tijdens het hydrostatisch testen moeten de tankfundatie en de fundatie-schouder in optimale conditie verkeren. De afwerkingslaag onder de tank moet een mengsel van zand en bitumen of, voor hete tanks (>70 °C), een geolied zandmengsel zijn. Het zand voor dit mengsel moet schoon zijn en een laag slibgehalte hebben. De precieze samenstelling van het mengsel van droog zand en bitumen is afhankelijk van de resultaten van de beoordeling van de veldproeven.

### 2.1.3.2.5.8 Tank(bodem)zetting

Tankzetting moet worden berekend tijdens de hydrostatische beproevingen als de tank vol water staat.

De zetting tijdens de levensduur van de tank moet worden berekend voor de volle productbelasting.

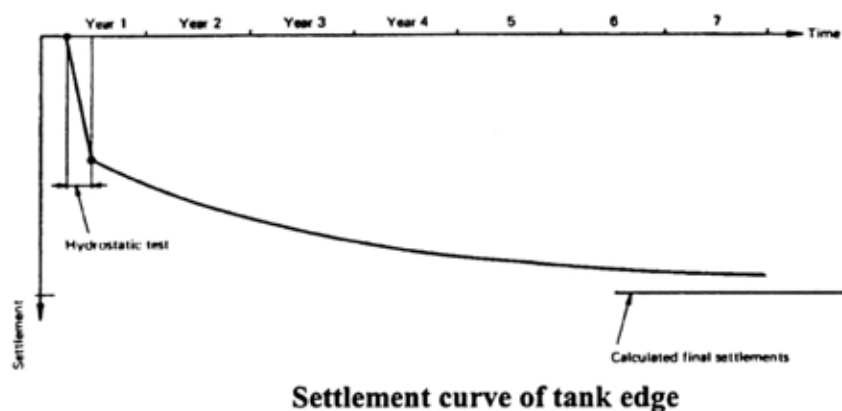
Daar de tank tijdens zijn leven niet volledig (100%) gevuld zal zijn, zullen de berekeningen aan de voorzichtige kant zijn. Voor het berekenen van de stabiliteit van de tankfundatie moet deze geheel gevuld zijn met water of met product, indien de dichtheid van het product hoger is dan water.

Als algemene regel kan men er van uitgaan dat, door de verschillen in de spanningsverdeling, het midden van de tank aanzienlijk meer zal zetten dan het gebied van de tankwand/bodemverbinding.

Tijdens de hydrostatisch beproevingen van de tank zal 30 tot 60% van de zetting plaats vinden, terwijl de zetting verder vooral plaats zal vinden tijdens de eerste paar jaar dat de tank in bedrijf is.

Zoals uit de curve hieronder blijkt zal de zetting geleidelijk afnemen.

Figuur 2.1.3.2.5.8-1 Curve van de zetting van de onderrand van de tank



Als er geen grote zetting te verwachten is, worden tanks 'cone down' gebouwd met een centrale sump. Als er grote zetting te verwachten is, kan men overwegen de bodem in eerste instantie 'cone up' te plaatsen. Men dient rekening te houden met de verdichtingssnelheid, waarbij de minst gunstige mogelijkheid prevaleert. De helling van de bodem mag niet meer bedragen dan 1:120 en de maximale hoogte van de conische bodem mag in het midden niet meer bedragen dan 300 mm om de vorming van een eventuele plooi in de tankbodem zo veel mogelijk te beperken. Het zou noodzakelijk kunnen zijn om naast de aansluiting voor het leegpompen in het midden van de tankbodem er ook één aan de zijkant van de tankbodem aan te brengen, afhankelijk van de voorspelling of de bodem na het zetten van de tank na de hydrostatische beproevingen nog steeds 'cone up' zal zijn.

#### 2.1.3.2.5.9 Tankfundatie met een lekdetectie & managementsysteem

De bodem van een bovengrondse opslagtank kan lekken door corrosie aan boven- en/of onderkant, lasfouten/scheuren of mechanische beschadiging.

De mate van corrosie kan worden vastgesteld door inwendige inspectietechnieken maar die kennen beperkingen. Het vaststellen van het soort (algemene of putcorrosie) en mate van corrosie aan de onderkant van de tankbodem is moeilijker.

Daarom kan het voor bepaalde producten en locaties en uit milieuoverwegingen wenselijk zijn om via de bodemconstructie van de tank een bewakingssysteem voor lekkages onder de tankbodem te installeren.

Voor opslagtanks met koolwaterstoffen en/of giftige chemicaliën die de tankfundatie en de ondergrond en het grondwater kunnen vervuilen, kan een HDPE-folie (High Density PolyEtheen) worden aangebracht.

HDPE is waarschijnlijk niet immuun tegen alle chemicaliën, vooral niet tegen zuren. De duurzaamheid van HDPE moet worden vastgesteld aan de hand van het in de tank opgeslagen product.

De folie is niet vereist voor tanks die producten bevatten die bij afkoeling na het passeren van een lek stollen zoals vloeibare zwavel, bitumen, was etc.

#### 2.1.3.2.5.10 Het aanbrengen van de folie

De HDPE-folie (of gelijkwaardig) bestaat uit overlaps gelaste platen met de overlap in de richting van de sump gericht.

De HDPE-sump (speciaal vervaardigd of standaard) is via een afvoerpijp verbonden met een inspectiesump. Deze inspectiesump is minimaal 0,5 m buiten de schouder van de tankfundatie geplaatst.

De belangrijkste taak van de folie is om gedurende de hele levensduur van de tank lekkage van product via de tankbodem in de sump te verzamelen en via sump en afvoerpijp naar de inspectieput leiden opdat lekkage gedetecteerd kan worden.

Om de hierboven al beschreven redenen (zettingen) en die welke getoond worden in het EEMUA document 183 zijn de niveau's voor het toepassen van de folie, sump en inspectieput gebaseerd op de maximaal toegestane zetting voor tankbodem, bodem/wandverbinding en scheefstand om een natuurlijke afloop naar de sump en vervolgens naar de inspectieput te handhaven.

Om 1 x per jaar met water/traceerkleurstof de afvoer(stroom) van de sump naar de buiten gelegen inspectieput te controleren, kan een 25 mm HDPE-testleiding aangebracht worden. Het testen van de HDPE-platen/lussen en verbindingen met de sump etc. moet worden uitgevoerd volgens de instructies en procedures van de fabrikant. In een klimaat met grote temperatuurssverschillen verdient het aanbeveling HDPE-folie vroeg in de ochtend aan te brengen en af te dekken met zand om overmatige plooiing van de plaat door warmteinstraling door de zon te voorkomen.

#### 2.1.3.2.5.11 Betonnen fundatiering onder de tankmantel

Een betonnen fundatiering onder de mantel is alleen te gebruiken als er een naar beneden gerichte kracht vereist is om wind en de opwaartse kracht door interne druk te compenseren, bijvoorbeeld voor hoge druktanks (56 mbar, BS 2654 [17] of 60 mbar EN 14015 [21]).

Als niet aan deze voorwaarden wordt voldaan, zijn geen betonnen fundatieringen te gebruiken daar deze zorgen voor een harde plek onder de tankwand en bodemplaten (annularring) waardoor over korte afstand onaanvaardbare verschillen in de bodemzetting kunnen ontstaan. Dit zou lekkage bij de tankbodem door scheuren in de platen kunnen veroorzaken.

Als dit risico op grond van de verwachte zetting zou bestaan, moeten volledige betonnen plaatfundaties gebruikt worden om een scherpe overgang te voorkomen.

Als er betonnen fundatieringen gebruikt worden, moet de bovenkant van de ring, om corrosie te voorkomen, afgedekt worden met een laag bitumen van tenminste 5 mm.

Om het aantal ankerbouten, ter opneming van de opwaartse kracht door wind- en/of interne drukbelastingen, te bepalen moet een stabiliteitsberekening gemaakt worden.

#### 2.1.3.2.5.12 Betonnen plaatfundering

Soms wordt voor kleine tanks als fundatie een betonnen plaatfundering gebruikt. In dit geval moet de bovenkant van de betonnen plaatfundering afgedekt worden met een laag zand-bitumen van tenminste 50 mm om beweging van de tankbodem mogelijk te maken en corrosie te voorkomen.

Er moet rekening worden gehouden met eventuele zetting en differentiële zetting, de spanningsverdeling onder de platen en de sterkte van deze platen wat betreft de uiteindelijke zetting.

#### 2.1.3.2.5.13 Tankputten en putdijken

Een omdijk gebied voor tanks en het bijbehorende afvoersysteem dienen om lekkage uit een tank binnen dit omdijkte gebied te beheersen, zodat schade aan de tank, de inhoud, de ernaast gelegen tanks en het gebied eromheen zo beperkt mogelijk blijft.

Putdijken, situering van tanks, veiligheidsafstanden, capaciteit van de tankput moeten worden ontworpen volgens IP Model Code of Safe Practice – Part 3 – Refining Safety Code [25] of - in Nederland, voor 2005 - de CPR 9-2 [26] en 9-3 [27] regels en na 2005 de PGS 29-regels [28].

Belangrijkste punten van de IP Safety Code [25] geven aan dat de netto capaciteit van een tankput (compound), gevormd binnen de putdijken, voldoende moet zijn om een redelijke bescherming te bieden tegen een eventuele ontsnapping van product naar het gebied buiten deze dijken.

Wat het volume betreft wordt als redelijke bescherming gezien, dat het omdijkte gebied een netto volumecapaciteit heeft die gelijk is aan het volume van de grootste tank binnen de dijk, verhoogd met 10% van de capaciteiten van alle andere tanks in de betreffende tankput.

#### 2.1.3.2.5.14 Ontwerp van tankputten

Het insluiten van productvolume wordt gewoonlijk bereikt door tankputten aan te leggen, maar kan ook worden bereikt met betonnen of stalen dijken.

Tankputten moeten worden ontworpen en geconstrueerd als vloeistofkerende of wezenlijk ondoordringbare constructies van grond of klei met een schuinte die niet steiler is dan 1 verticaal : 1 horizontaal.

De hoogte van de tankdijk boven de bodem van het tankput moet worden bepaald aan de hand van de vereiste netto capaciteit van de tankput vermeerderd met het volume van de fundatieropen, die na zetting nog een maximale hoogte hebben van 0,30 m.

De stabiliteit van de putdijk (dat wil zeggen horizontale stabiliteit tegen afschuiving en de stabiliteit van schuine afwateringsvlakken/ondergrond) en de fundatie moeten worden geanalyseerd voor gevallen waarin de tankput geheel gevuld is met water (dat wil zeggen tot aan de kruin van de putdijk) gedurende lange tijd. De invloed van een eventuele vloeistofstroom door en/of onder de tankdijk op de stabiliteit dient te worden onderzocht.

Er moet rekening worden gehouden met de mogelijke effecten van het plotseling lek raken van de tank waardoor een hoger vrijboord kan zijn vereist, ook afhankelijk van de omstandigheden ter plaatse.

Door de invloed die de zetting en een eventuele lekkage/doorsijpelen kunnen hebben, moet penetratie van de aarden putdijk en van de ondergrond onder de putdijk, door bijvoorbeeld leidingen en kabels, worden vermeden. Indien dit niet te vermijden is zijn leidingen te gebruiken die bovenstrooms zijn uitgerust met vloeistofdichte mantelpijpen.

Ook een afdichting tussen de leiding en de mantelpijp moet bewegingen kunnen opvangen.

Rond weinig buigzame onderdelen, waar gevaar bestaat dat putdijkmateriaal wegspoelt, is filterdoek aan te brengen. Bij meervoudige penetratie van de aarden putdijken door leidingen is het te overwegen constructieonderdelen aan te brengen die een integraal onderdeel van de putdijk vormen.

### 2.1.3.2.5.15 Putdijkmateriaal

Gewoonlijk verdient een putdijk die opgebouwd is als een vast kleilichaam de voorkeur. In gebieden waar weinig of geen klei voorhanden is kan het volgende in overweging genomen worden:

- een zandlichaam met een afdekking van klei van tenminste 300 mm;
- een zandlichaam afgedekt met een duurzaam mengsel van zand/bitumen/cement, van tenminste 75 mm dik.

### 2.1.3.2.5.16 Afdekking van de putdijk (bescherming tegen erosie)

Indien het klimaat dit toestaat moeten geheel uit klei opgebouwde of met klei afgedekte putdijken bedekt worden met een laag tuingrond van 150 mm waarop gras wordt ingezaaid. Dit moet een grassoort zijn met sterke wortels en dichte groei die zo weinig mogelijk hoeft te worden gemaaid. Hoge, droge grassoorten die brandgevaar opleveren, zijn niet toegestaan.

In andere gevallen kan een afdekking bestaande uit zand/bitumen en cement gebruikt worden die goed verdicht en netjes afgewerkt moet zijn. Om duurzame afdekkingen te verkrijgen moet aan de hand van een proefmengsel en een proefafdekking de geschiktheid van het zand/bitumen/cementmengsel worden vastgesteld.

Starre afdekkingen zoals beton mogen voor aarden dijken niet gebruikt worden vanwege het verhoogde risico op onbeheersbare scheurvorming gevolgd door wegspoelen van materiaal onder de afdekking, waardoor de integriteit afneemt.

Bij tankputten van tanks voor chemische of lichte producten dient folie (LDPE of HDPE) te worden aangebracht zowel in de tankput als op de putdijk zelf.

### 2.1.3.2.5.17 Bouwkundige onderdelen

Bouwkundige onderdelen zoals versterkte betonnen- of stalen keerwanden kunnen eveneens worden gebruikt, dat wil zeggen naast pompvloeren waar veel leidingen de putdijk kruisen of daar waar heel weinig ruimte is voor de putdijk. Indien echter dit soort putafscheidingen worden gebruikt, moet speciale aandacht besteed worden aan de onderstaande punten:

- stabiliteit van de wand,
- schotverbindingen (waterkeringen) bijvoorbeeld met koolwaterstoffenresistent afdichtmiddel of een flexibele polyurethaan voegenvulling.



- leidingpenetraties,
- ondergrond drainage van de tankput,
- vorming van stromingspatronen en spleten onder de bouwkundige delen van de waterkering,
- gevolgen van zetting en de invloed van de relatieve stijfheid van de bouwkundige onderdelen en putdijken,
- deflectie of vervorming van de bouwkundige onderdelen tijdens het insluiten van vloeistoffen,
- toegangsmogelijkheden voor exploitatie en onderhoud.

### 2.1.3.2.5.18 Bodems van tankputten

Bodems van tankputten moeten een schuinite van tenminste 1 verticaal : 100 horizontaal naar de afvoer hebben. NB: in veel landen bestaan, vanwege milieubescherming, wettelijke voorschriften voor bodems van tankputten.

Men dient aan de volgende voorschriften te voldoen:

- het complex van tankputbodemp en putdijk moet een afgedicht gebied vormen (zonder doorvoeringen die open zijn) en, afhankelijk van de producten die opgeslagen zijn dient een vereiste mate van vloeistofkerendheid te hebben (zie hieronder),
- de oplossing die gekozen is om het vloeistofkerende principe te handhaven moet permanent zijn,
- indien direct toegang voor zware werktuigen voor exploitatie en onderhoud vereist is, dient hiermee bij het ontwerpen van het systeem rekening te worden gehouden.

De vereiste mate van vloeistofkerendheid is afhankelijk van het in de tanks opgeslagen product en plaatselijke omstandigheden. Indien de vloeistof in de tank bodembedreigend is, zoals bedoeld in de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming (NRB), dient de tankput – zijnde het complex van putbodemp en putdijk – minimaal vloeistofkerend te zijn.

De vloeistofkerende laag mag niet onder de tankterp fundaties doorgezet worden vanwege een eventuele verzadiging door een lekkage van de tank of door regenwater. De vloeistofkerende laag moet worden verbonden met de afdichting van de terpschouder en met die van de putdijken. De PGS 29 [28] geeft aan dat in de meeste gevallen een dekking van 30 cm dikte kleilaag voldoende zal zijn. Noch in de PGS 29 [28], noch in het BARIM besluit staan verdere gegevens omtrent analyses van typen van klei dat hiervoor geschikt geacht wordt (mengverhouding klei/leem/zand e.d.). Over het algemeen kan gesteld worden dat in Nederland voorkomende rivier- of zeelei voldoende eigenschappen bezit om – indien dit blootgesteld wordt aan een vloeistof – zodanig op te zwellen dat de celstructuur zodanig dicht wordt dat van vloeistofkerende eigenschappen sprake is.

Vanwege het brandgevaar mag de bodemp van de tankput niet met hoog, droog gras of andere vegetatie bedekt zijn. Indien een folie wordt toegepast als vloeistofkerende laag, dan zal deze goed beschermd moeten worden met een laag grind van 75 mm, betontegels of gelijkwaardig.

In het activiteiten besluit (wet BARIM), zijn eisen opgenomen met betrekking tot de bodembescherming onder en in de directe omgeving van opslagtanks met een diameter groter dan 8 meter. De richtlijn heeft betrekking op het tegengaan van bodemverontreiniging door emissies die via de tankbodemp of via de bodemp-wandverbinding kunnen optreden. Buiten het werkveld van de richtlijn vallen emissies door calamiteiten en emissies via andere onderdelen van de opslagtank, zoals de wand, het dak of de leidingen. De gevolgen van emissies door calamiteiten worden zoveel mogelijk beperkt door toepassing van de vloeistofkerende tankput. Voor mogelijke emissie vanuit leidingen (bijvoorbeeld bij laad- en losactiviteiten) kan worden teruggevallen op de Nederlandse Richtlijn Bodembescherming (NRB). Met behulp van een, in de BARIM opgenomen, rekenmodel bepaalt men een zogenaamde 'Bodemp-immisssiescore'. De hoogte van die

score geeft dan aan of men risico heeft en of er maatregelen noodzakelijk zijn. Er zijn 3 hoofdcategorieën A, B en C met twee sub-indelingen A\* en B\*. Bij een bodemrisicocategorie A is er een verwaarloosbaar risico op bodemverontreiniging, bij A\* is sprake van een aanvaardbaar bodemrisico; bij B en B\* bestaat er een verhoogd risico op bodemverontreiniging en worden, binnen een bepaalde termijn, aanvullende maatregelen vereist. De categorie C is geïndiceerd als het hoogste risico op bodemverontreiniging en binnen aanvaardbare en met het bevoegd gezag overeen te komen termijnen zijn maatregelen vereist.

### 2.1.3.3 Verwarmde opslagtanks

De beschikbare ontwerp- en bouwnorm voor conventionele opslagtanks (EN 14015 [21] die sinds 2005 van toepassing is en haar voorganger, de BS 2654 [17] of de Amerikaanse norm API 650 [18] geven ontwerp-, bouw- en test-eisen weer voor conventionele opslagtanks, zonder daarin een uitzondering te maken voor verwarmde tanks als de viscositeit van het product zodanig is dat verpompen niet mogelijk is. Verwarming maakt het product dan wel verpompbaar. Het verwarmen kan gebeuren door spiralen in de tank aan te brengen op een bepaalde hoogte afgesteund op de bodem. Verwarmingsmedia kunnen zijn: (lage druk) stoom, thermische olie of verwarmd water al naar gelang behoefte aan opwarmtijd, warm houden en gewenste temperatuurhoogte. Ook de inspectie- en onderhoudsrichtlijnen EMMUA 159 [45] en API 653 [53] geven geen additionele inspectie- of onderhoudstaken aan voor dit soort tanks. In tabel B3 van EEMUA 159 [45] (zie ook hoofdstuk 5.3.2 en de daarin opgenomen tabel 5.3.2-1), is wel aangegeven dat men frequenter moet inspecteren dan andere tanks, aangezien de corrosiesnelheid van stalen tankonderdelen toeneemt bij hogere temperaturen ( $> 70^{\circ}\text{C}$ ), maar de eisen aan te gebruiken inspectiemethoden of aantal metingen per oppervlakte-eenheid zijn identiek aan normale conventionele opslagtanks.

Natuurlijk zijn er operationele verschillen. Denk aan:

- bij temperaturen boven  $100^{\circ}\text{C}$  zal water verdampen en het volume van stoom is 1600 keer groter dan dat van water dus zal er extra op geïnspecteerd moeten worden dat geen water in een verwarmde tank kan indringen.
- Bij inpompen van een warmer product (dat dan een kleinere soortelijke massa heeft) dan het product dat al opgeslagen is in de tank (dat dan koeler is en dus een hogere dichtheid) bestaat er een kans dat de zware (koelere) tankinhoud drijft op een lichtere nieuwe fractie. Een 'roll-over' kan dan plaatsvinden en dat veroorzaakt veel grotere krachten in een tank dan men volgens normen moet berekenen. Zogenaamde circulatiepompen of mixers e.d. zullen dan in/aan de tank geïnstalleerd moeten worden om een homogeniteit van de productlagen te waarborgen.

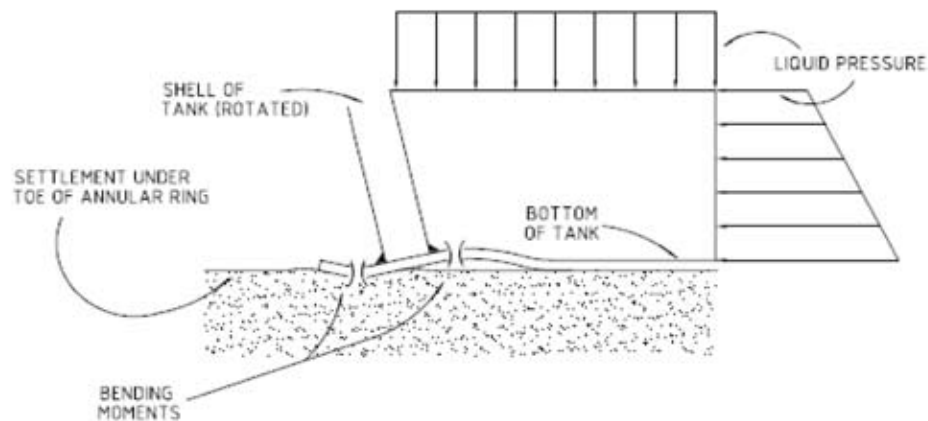
Er is ook een gering verschil in fundatieontwerp. Normaal past men als toplaag op de fundatie een zand-bitumenlaag toe (zie hoofdstuk 2.1.3.2.5.7). Bij verwarmde tanks zal de bitumenlaag te flexibel worden (wordt stroperig) en zal er nu een zand/ oliemengsel als toplaag aangebracht worden.

### 2.1.3.4 Cuptanks en dubbele bodems

In het buitenland – en indoor middel van zijn er ook enkele projecten geïnitieerd in Nederland – worden zogenaamde cuptanks ingevoerd. Dit zijn dubbelwandige stalen tanks. Onder operationele condities bevat de binnentank het product. De buitentank zal het product opvangen indien de binnentank, om wat voor redenen dan ook, lek zal raken. Dit tankprincipe is een voortzetting van het dubbele wand- of bodemprincipe dat toegepast wordt in de scheepvaart. Helaas heeft men er niet bij stilgestaan dat de landtanks op grondlagen zijn opgesteld die zettingen vertonen. Bovendien is de bodem/wandverbinding van opslagtanks onderhevig aan een lage frequentie vermoeiingsverschijnsel dat geïnitieerd wordt door de vul- en legings-

cycli. Steeds als de tank gevuld is of wordt, zal de tankwand onder statische belasting van de producthoogte uitzetten (gemiddeld is die uitzetting ca 1/1000 van de straal van de tank – voor een tank met een diameter van 60 m (30 m straal) is de uitzetting dus 30 mm). De uitzetting wordt op bodemniveau door wrijving van de bodem op het fundament en door menbraanspanningen in de bodem compleet genivelleerd. Daardoor zal de tankwand roteren (op een bepaalde hoogte boven de bodem is de bodemwerking weg en de uitzetting maximaal en op bodemniveau is de uitzetting nul. Dit veroorzaakt een rotatie, die de bodem op zal tillen van het fundament, ondanks de hoge vloeistofdruk boven op de bodem. Dit is zichtbaar gemaakt in onderstaande figuur 2.1.3.3-1.

Figuur 2.1.3.4-1 Rotatie van de bodem door uitzetting tankwand



De theorieën van de API 650 [18], de BS 2654 [17] en EN 14015 [21] gaan er daarbij vanuit dat de tank ca. 1300 vullings- en legingscycli kan doorstaan voordat lage frequente vermoeiing overgaat in vermoeiings-scheuren (bij 1 vulling/legingscyclus per maand is de technische levensduur van de bodem/wandverbinding ca. 100 jaar; bij 1 cyclus per week is dat ca. 25 jaar).

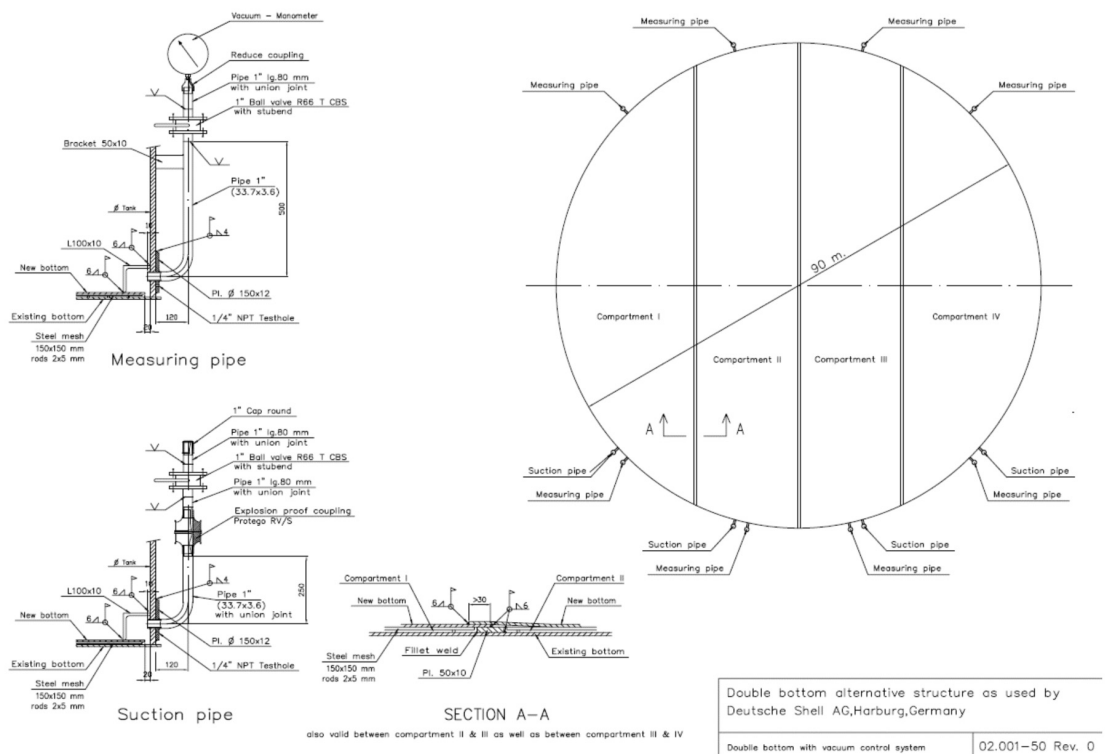
In Duitsland zijn er nu gevallen bekend dat er inderdaad scheuren op treden omdat de bodem/wandverbinding te stijf is gemaakt door de dubbele bodemaansluiting. Helaas hebben tankengineers de vermoeiingstheorie vergeten en men is daar dan nog steeds blij met het dubbele staalprincipe: Er wordt daar verkondigd: 'Als we geen dubbele bodem hadden dan was de gehele tankinhoud in de tankput gelopen.' Dat het scheuren juist veroorzaakt wordt door het dubbele bodemprincipe heeft men dan niet door.

Het is dan ook niet verwonderlijk dat in Nederland, gelukkig, gekozen is voor een ander 2e beveiligingslijn: een foliemembraan in het fundament.

Het Duitse principe is beoordeeld in de EEMUA 183 [29] richtlijn en de voor- en nadelen ervan zijn daar volledig in kaart gebracht.

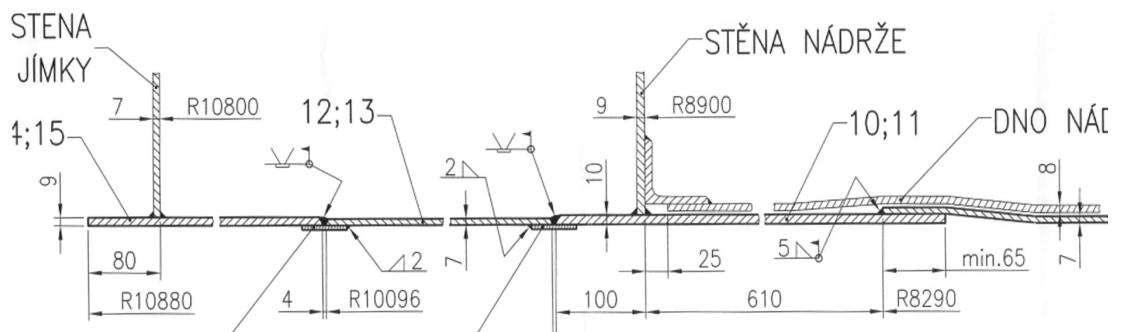
Om lekkages te meten heeft men in Duitsland de dubbele bodems gecompartmenteerd en in de ruimte tussen de bodemplaten wordt een vacuüm gecreëerd. Dat vacuümsignaal is aangesloten op een alarm. Onderstaande tekening (figuur 2.1.3.4-2) geeft een voorbeeld van de laatste ontwikkeling van het dubbele bodemprincipe zoals toegepast in Duitsland.

Figuur 2.1.3.4-2 Typisch voorbeeld van een gecompartmenteerde dubbele bodem met vacuüindicatie



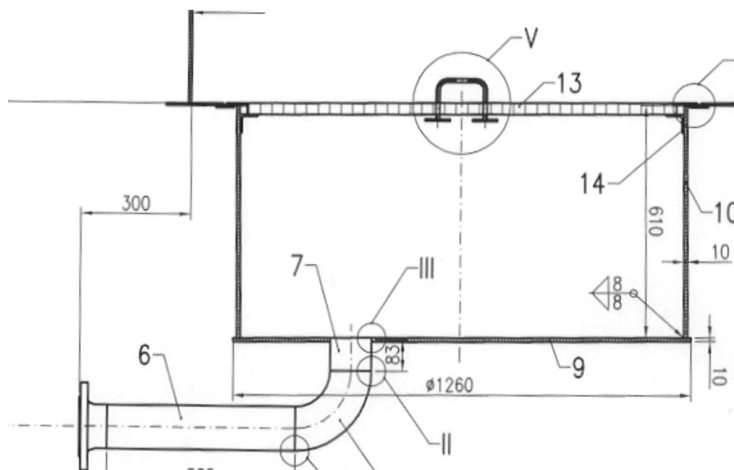
Als nu ook de tankwand als dubbele wand uitgevoerd zal worden, ontstaat het cup-tankprincipe. In dit geval wordt de buitentank op een afstand van ca. 1 m buiten de binnentank aangebracht. Onderstaande figuur 2.1.3.4-3 geeft een detail weer van de spouw tussen de binnen- en buitentank.

Figuur 2.1.3.4-3 Typisch bodemdetail van een cup-tank met dubbele bodem



Omdat (hemel)water, maar ook bluswater of gelekte producten zich kunnen verzamelen in deze spouw zal er een sump in de bodem van de spouw aangebracht moeten worden om dit te kunnen legen (zie figuur 2.1.3.4-4).

Figuur 2.1.3.4-2 Typisch spouwdetail van een cuptank met sump



Er blijven vele vragen openstaan m.b.t. de technische oplossingen die men gekozen heeft. In de ogen van de auteurs van dit rapport levert het dubbele tankprincipe alleen maar problemen op. Niet alleen m.b.t. operationele handelingen, maar zeker met het oog op calamiteiten. De dubbele tank laat vele problemen zien die een ingrijpen bij een incident bemoeilijken of onmogelijk maken. Zonder uitpuittend te zijn kunnen de volgende vragen gesteld worden:

- Wand/bodemverbinding en fenomeen lage frequentie vermoeiing door ver-vorming door vul- en legingscycli?
- Hoe koelt men de binnentank als deze in brand staat? De buitentank schermt deze af en het staal verliest bij 450 °C zijn sterkte.
- De PGS 29 [28] erkent niet dat het dubbele wand principe minder radiatie afgeeft zodat er geen vermindering is van de minimale onderlinge tankafstanden. Dit is ook logisch omdat als de binnentank het door de onmogelijke koeling begeeft dan staat de buitentank vol met product en gelden toch identieke veiligheidsafstanden als voor enkelwandige tanks?
- De spouw moet afwateren. Waarin? Hoe groot moet de sump zijn en hoe gaan we om met de grote hoeveelheid koel/bluswater (6 l/min/m<sup>2</sup>) dat de PGS 29 [28] voorschrijft?

## 2.1.4 Op- en overslag anorganische stoffen

### 2.1.4.1 Te behandelen anorganische stoffen

Conform de opdrachtbeschrijving vanuit IPO 09 worden alleen de volgende anorganische stoffen behandeld: chloor en ammoniak.

### 2.1.4.2 Bulk op- en overslag van chloor

#### 2.1.4.2.1 Opslag

De Nederlandse industrie die zich bezighoudt met de productie, op- en overslag van chloor in bulk telt slechts een klein aantal bedrijven. Deze inrichtingen vallen onder het regiem van het BRZO 1999 [6], waarmee het referentiekader voor de taken en verantwoordelijkheden ten aanzien van het drijven van inrichtingen en de eisen die worden gesteld aan het veiligheidsbeheersysteem vastliggen. In het BEVI is de systematiek voor het beoordelen van de externe veiligheid van deze inrichtingen geregeld. Deze twee besluiten bieden in algemene zin voldoende waarborgen voor een veilig omgaan met gevaarlijke stoffen, zoals chloor, in de betreffende inrichtingen

Technische veiligheidseisen voor (het ontwerp) van installaties waarin zich gassen onder druk bevinden, worden vooral gesteld in het warenwetbesluit drukapparatuur. In aanvulling op de Europese richtlijn voor drukapparatuur heeft de Europese brancheorganisatie van de chlooralkali-industrie, Euro Chlor, een groot aantal technische documenten opgesteld voor het veilig omgaan met chloor. Deze documenten zijn opgesteld door de 'groupe d'études sécurité et transport' (GEST binnen Euro Chlor. Specifieke aanbevelingen voor het veilig werken met chloor worden gegeven in Euro Chlor documenten [31], waarbij GEST 92/169 'Guidelines for the safe handling and use of chlorine' (september 2002) [30] als basisdocument wordt beschouwd. In dit basisdocument en de achterliggende Euro Chlor documenten [31] is het te hanteren referentiekader voor relevante veiligheids-aspecten voor alle onderdelen van de installatie beschreven.

In de Euro Chlor documenten [31] worden alleen de volgende aandachtgebieden NIET behandeld:

- De locatie van onderdelen van een (chloor) opslaginstallatie
- De toegankelijkheid (o.a. voor hulpverleningsdiensten)
- De brandveiligheid (een warmtebron mag niet meer warmtebelasting dan 10 kW/m<sup>2</sup> op de installatie veroorzaken)
- Afstanden tot andere gevaarlijke stoffen (domino-effecten)
- Afstanden tot de omgeving.

Het Ministerie van VROM is van oordeel dat de externe veiligheids aspecten ten tijde van de vergunningverlening voldoende behandeld zijn in en afgedekt worden door het uitvoeren van een effectberekening conform PGS 2 'Methods for the calculation of physical effects' [36].

Voor opslag van chloor (onder hogere drukcondities) wordt verwezen naar het hoofdstuk drukopslag van dit IPO 09 kennisdocument.

#### 2.1.4.2.2

### Overslag

Voor het pijpleidingtransport van chloor verwijst de regelgever naar de integrale norm voor buistransport (NEN 3650-normserie [32]). Deze behandelt de veiligheids-aspecten voor de gehele levensduur van buistransport, zoals:

- De aanleg
- Het gebruik
- De ontmanteling

Hiermee is de veiligheid van buistransport en overslag voldoende gewaarborgd. Bij het bepalen van de route voor buisleidingen moet volgens de NEN 3650-normserie [32] een kwantitatieve risicoanalyse worden uitgevoerd. Uit deze risicoanalyse kunnen aanvullende maatregelen volgen. Op dit moment bestaat er (nog) geen nationale regelgeving voor het transport van chloor per buisleiding. De Adviesraad Gevaarlijke Stoffen heeft gepleit voor een wettelijke verandering daarvan in de industriegenorm voor buisleidingen (NEN 3650 [32]). In 2005 is bij het ministerie VROM een programma buisleidingen opgestart dat de leemte moet vullen in de normen voor het transport van gevaarlijke stoffen per buisleiding. Een van de onderdelen van dit programma is het zorgen voor wettelijke vastgelegde eisen voor aanleg en beheer van buisleidingen en het overheidstoezicht daarop. Overige transportmogelijkheden (wegtransport en railtransport) zijn in Nederland specifiek geïmplementeerd in het ARD (regeling vervoer over land van gevaarlijke stoffen) en het RID (Regeling vervoer over spoor van gevaarlijke stoffen). De regels in het ARD en het RID bieden voldoende houvast om op verantwoorde wijze met de risico's van deze transporten om te gaan. Dit IPO 09 kennisdocument behandelt echter geen transport, maar richt zich op opslag en verlading alleen, zodat hier geen verdere uitwerking van de laatste stand der techniek beschreven wordt.

### 2.1.4.3 Bulk op- en overslag van ammoniak

PGS 13 [33] is, in eerste uitgave, onder de naam CPR 13 [34] verschenen in 1973, met aandacht voor opslag en vervoer van ammoniak. In 1988 werd een herziene richtlijn uitgebracht. In 1996 heeft de subcommissie Ammoniak van de CPR besloten om de toenmalige CPR 13 [34] te splitsen in twee delen:

- CPR 13-1: Ammoniak, opslag en verlading
- CPR 13-2: Ammoniak, toepassing als koudemiddel voor koelinstallaties en warmtepompen.

CPR 13-1 (thans PGS 12 [35]) is van toepassing op de industriële keten van opslag en verlading van ammoniak. Waarschijnlijk zal in 2007 een advies door de Adviesraad Gevaarlijke Stoffen openbaar gemaakt worden waarin voorstellen gedaan worden tot handhaving, aanpassing of verwerping van deze richtlijn. Zolang dit advies niet bekend is zal PGS 12 [35] onverkort gehandhaafd blijven voor de beoordeling van het installeren en bedrijven van ammoniak bulk op- en overslaginstallaties. Op gebieden waar de PGS 12 [35] niet in voorziet of geen aandacht aan besteed (locatie en plaatsing, toegankelijkheid, brandveiligheid en afstanden e.d.) kan, zoals gesteld voor op- en overslag van chloor, eveneens gebruik gemaakt worden van de PGS 2 [36].

Voor opslag van gekoelde ammoniak (onder atmosferische condities en bij kookpunt-temperatuur,  $-33^{\circ}\text{C}$ ) wordt verwezen naar het hoofdstuk gekoelde en cryogene opslag van dit IPO 09 kennisdocument.

## 2.1.5 Materialen gebruikt/geschikt voor opslagsystemen

### 2.1.5.1 Staal en Roestvast staal

#### Conventionele opslagtanks

De tot 2005 bestaande internationale tankbouwnormen gingen altijd uit van het gebruik van koolstofstaal voor opslagtanks. Sinds 2005 bestaat de En 14015 [21] voor conventionele opslagtanks en deze norm geeft ook ontwerp, bouw en testrictlijnen weer voor tanks van Roestvastmateriaal. Daarbij zijn alleen RVS-materialen goedgekeurd die genormeerd zijn in de EN 10088-1 [37] en EN 10088-2 [38]. Dat betekent dat andere RVStaalsoorten niet voor opslagtanks gebruikt kunnen worden. Indien hier toch voor gekozen wordt, zal de leverancier door berekeningen en door testen -zowel niet-destructief aan het uiteindelijke product als destructief aan prototypen van het product – moeten aantonen dat zijn producten aan gelijke voorwaarden voldoen als alle gangbare en wel genormeerde types en materialen.

#### 2.1.5.1.2 Drukopslag

Alle materialen die in – volgens de PED-richtlijn 1997 – geaccepteerde internationale en Europese/Nederlandse normen beschreven zijn, zijn acceptabel om in te zetten voor het ontwerpen, bouwen, testen en in bedrijf nemen van drukopslagssystemen.

#### 2.1.5.1.3 Gekoelde en/of cryogene opslagtanks

Alle materialen die in die internationale en Europese/Nederlandse normen beschreven zijn, welke volgens de Centrale Europese Normeringsinstelling geaccepteerd zijn voor het ontwerpen, bouwen, testen en in bedrijf nemen van opslagssystemen voor gekoelde en cryogene gassen zijn acceptabel om in te zetten voor het ontwerpen, bouwen, testen en in bedrijf nemen van zulke opslagssystemen.

## 2.1.5.2 Beton

Anders dan voor tankfundamenten zal beton niet gebruikt worden als materiaal voor atmosferische opslagtanks. Daarvoor is de bouwmethode van stalen opslagtanks nog steeds economischer. Voor gekoelde en cryogene opslagtanks voor vloeibaar gemaakte gassen echter, kan beton een goed alternatief zijn. In sectie 2.1.2.3 van dit document is aangegeven dat er een ontwikkeling gaande is om dit type opslagtanks uit beton te maken. Was het al gangbaar om de buitentank van beton te maken zo wordt er nu geëxperimenteerd om ook de binnentank van dit opslagtanktype van beton te ontwerpen en te bouwen.

## 2.1.5.3 Non-Ferro metalen

Het enige materiaal dat hiervoor van toepassing kan worden gesteld is aluminium. Voor bestaande opslagtanks gold, in 1985 tot 1988, de zogenaamde Stoomwezen- bladen G803. Deze richtlijn, die afgeleid was van de BS 2654 [17] norm (welke geheel gestoeld was op koolstofstaal als bouwmetaal), gaf in grote lijnen aan wat de eisen m.b.t. ontwerp, fabricage, bouw, testen en ingebruikname van aluminium opslagtanks waren. Helaas is deze richtlijn nooit verder ontwikkeld. Ook nu bestaat er (nog) geen norm voor opslagtanks die van non-ferrometalen worden ontworpen en gebouwd. De norminstellingen en het bouwbesluit staan toe dat gebouwd kan worden volgens niet genormeerde inzichten en met niet-genormeerde materialen, mits de leverancier aantoont door berekeningen en door testen – zowel niet-destructief aan het uiteindelijke product als destructief aan prototypen van het product – dat zijn producten aan gelijke voorwaarden voldoen als alle gangbare en wel genormeerde types en materialen.

## 2.1.5.4 Kunststoffen, plastics en epoxy

### 2.4.5.4.1 Voor gehele tanks

Een goede (nieuwe) norm voor opslagtanks van materialen van kunststoffen, die ontwikkeld is vanuit de voedingsindustrie, is de norm EN 12573-1 en 12573-2 [39]. Daarin zijn alle ontwerp- en bouweisen vastgelegd voor dit soort tanks en de berekentechieken zijn toegevoegd. Wel zijn, naar de mening van de auteurs van dit kennisdocument, (nog) geen specifieke normen vastgelegd over inspectietechnieken en inspectiehoeveelheden noch eisen aan onderdelen die, onder welke inspectietechniek dan ook, aan minimale eisen of dikte moeten voldoen. Hier ligt nog een werkterrein open voor zowel de (maak)industrie als voor de gebruikers en de vergunningverleners.

### 2.4.5.4.2 Voor tankonderdelen

Voor tankonderdelen, zoals kunststof vaste en drijvende daken, zijn (nog) geen normen opgeschreven. De norminstellingen en het bouwbesluit staan toe dat gebouwd kan worden volgens niet-genormeerde inzichten en met niet-genormeerde materialen, mits de leverancier aantoont door berekeningen en door testen – zowel niet-destructief aan het uiteindelijke product als destructief aan prototypen van het product – dat zijn producten aan gelijke voorwaarden voldoen als alle gangbare en wel genormeerde types en materialen.



# 3 Overslag mogelijkheden



## Inhoudsopgave hoofdstuk 3

<b>3</b>	<b>Overslag mogelijkheden</b>	<b>97</b>
3.1	Inleiding	99
3.2	Bodemverlading	100
3.2.1	Inleiding	100
3.2.2	Overwegingen voor bodemverlading	102
3.3	Topverlading	103
3.4	Laadarmen of slangen	106
3.5	Laadarmen en valbeveiliging	106
3.5.2	Klaptrappen	106
3.5.2.1	Normale uitvoering	106
3.5.2.2	Klaptrap met brede kooi	108
3.5.2.3	Verticaal bewegende veiligheidskooi	109
3.5.3	Set valbeveiliging	109
3.5.4	Multi-modal systeem	110
3.6	Indeling terrein van tankdepots/terminals, zonering en explosieveiligheid	111
3.6.1	Inleiding	111
3.6.2	Europese richtlijnen en het Nederlandse wettelijk kader	112
3.6.3	ATEX 137 in het ARBO-besluit	114
3.6.4	Zonering van gebieden met explosiegevaar	114
3.6.5	Explosieveiligheidsdocument	119
3.7	Tankputten	120
3.8	Drainage van tankputten en van tank- installaties	124
3.9	Afvalwaterbehandeling	127

## 3.1 Inleiding

In de afgelopen jaren heeft een aantal belangrijke veranderingen plaatsgevonden op het gebied van tankerverlading voor vloeistoffen en vloeibare gassen. Vanuit het oogpunt van veiligheid en milieubescherming is er een duidelijke voorkeur voor bodembelading van tankwagens en treinwagons.

Bodemverlading is in veel gevallen echter niet mogelijk. Het alternatief is dan topverlading. Met uitzondering van de brandstofindustrie wordt deze methode om tankers te vullen nog steeds het meest toegepast. Bij topverlading vinden de werkzaamheden op bovenzijde van een tanker, en dus op hoogte plaats. Hierbij speelt valbeveiliging een belangrijke rol.

Hieronder volgt eerst een korte uitleg van de gebruikte terminologie.

<b>Tanker</b>	is de verzamelnaam van tankwagens en treinwagons die gebruikt worden voor het transport van vloeistoffen en vloeibare gassen; als een onderwerp alleen van toepassing is op tankwagens of op treinwagons wordt dit ook zo aangegeven
<b>Laadarm</b>	constructie van vaste piping, lekvrije draaikoppelingen en een balanceerinrichting die gebruikt wordt voor het veilig en efficiënt verladen van vloeistoffen; de draaikoppelingen maken de vaste pijpconstructie flexibel en combineren zo de sterkte van pijpen met de flexibiliteit van slangen
<b>Verladen</b>	is het vullen (laden) of legen (lossen) van een tankwagen of treinwagon; in de praktijk worden hier ook wel de termen beladen en ontladen gebruikt
<b>Bodemverlading</b>	is het verladen van vloeistoffen aan de onderzijde van tankers - via een flens of een dry-breakkoppeling wordt een verbinding tot stand gebracht; men spreekt hier ook wel over gesloten verlading als de dampen in de tanker worden geregenereerd
<b>Topverlading</b>	is het verladen van vloeistoffen aan de bovenzijde van tankers – als dit via een mangat gebeurt, spreekt men van open verlading, als de verbinding via een flens of koppeling tot stand komt en de dampen worden geregenereerd, betreft het weer een gesloten verlading.
<b>Brandstoffen</b>	is de verzamelnaam voor de minerale vloeistoffen die verbrand worden voor aandrijvingdoeleinden of het genereren van warmte; er zijn 5 primaire minerale brandstoffen, die ook wel als petroleum-producten worden aangeduid.
<b>Chemicaliën</b>	worden in deze context gebruikt als verzamelnaam voor alle vloeistoffen en vloeibare gassen met uitzondering van minerale brandstoffen - tankerverlading is op een grote range verladen van chemicaliën: van corrosieve zuren tot parfum, van LPG tot melasse, van vruchtensap tot afvalwater.
<b>Valbeveiligingen</b>	zijn voorzieningen die verhinderen dat de operator onveilig op de bovenzijde van een tanker werkt en verhinderen dat hij hier vanaf valt.

## 3.2 Bodemverlading

### 3.2.1 Inleiding

In de brandstofindustrie wordt al vele jaren bodemverlading volgens één wereldwijd erkende standaard toegepast, de API RP 1004 (American Petroleum Institute Recommended Practice) [40]. Conform deze norm zijn de tankers voorzien van gestandaardiseerde low level adaptors. Op deze adaptors worden via een API-koppeling de bodemlaadarmen aangesloten. Zie figuur 3.2.1-1.

Figuur 3.2.1-1

API-bodemverladingsysteem



Hiermee wordt een snelle en veilige werkwijze gecreëerd voor het tegelijkertijd verladen van diverse brandstoffen en het terugvoeren van de verplaatste dampen. Een aanvullende beveiliging zorgt voor het monitoren van de vloeistofniveaus in de verschillende tankercompartimenten. In het geval van een overvul-situatie wordt de flowmeter of pomp direct uitgeschakeld.

Als deze methode al jarenlang succesvol wordt toegepast in de brandstoffenindustrie, waarom zou dit dan niet kunnen voor het verladen van chemicaliën?

Ten eerste zijn er maar vijf primaire minerale vloeistoffen. Deze hebben allen dezelfde toepassing als brandstof. Ten tweede zijn de tankwagens speciaal gebouwd om de brandstofdampen te regenereren en de vloeistofniveaus te monitoren. Hetzelfde geldt voor de apparatuur op de verladingstations, deze is ontworpen om te 'communiceren' met elke brandstoftankwagen die komt laden.

De chemische industrie echter werkt met vele duizenden vloeistoffen en combinaties hiervan. Een gevolg is dat tankers meestal worden gehuurd voor het transport en niet speciaal geschikt gemaakt zijn voor het transporteren van deze vloeistof. Dampretourvoorzieningen zijn nauwelijks voorzien en overvulbeveiligingen

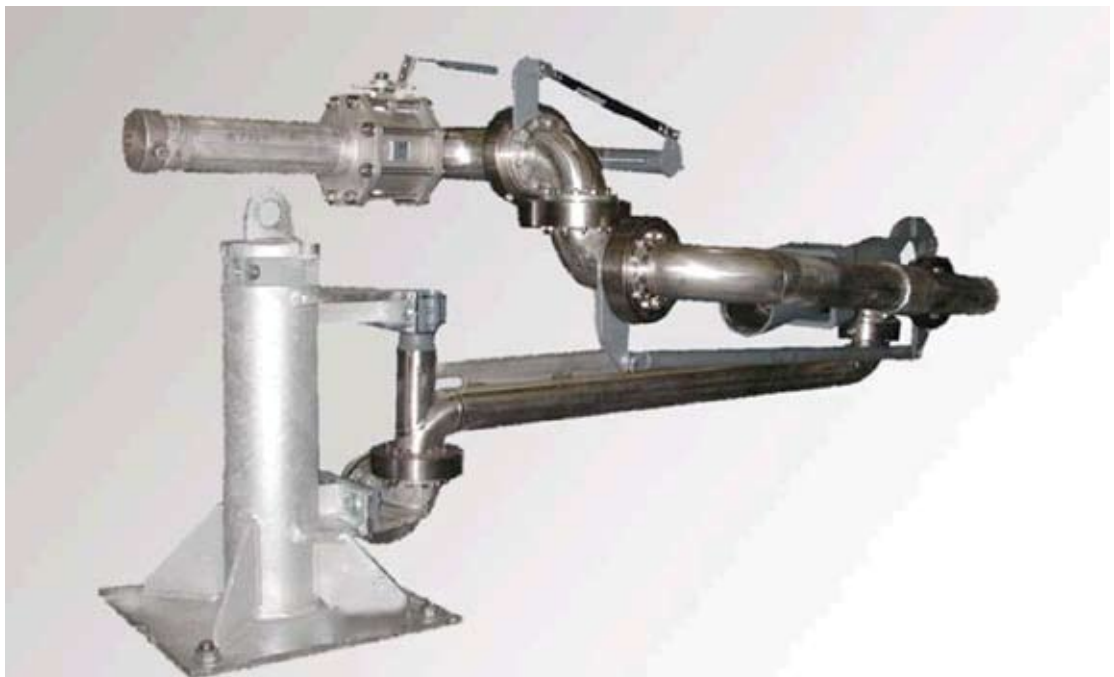
niet ingebouwd. Dit betekent dat de voorzieningen voor het veilig verladen aangeboden moeten worden door de partij die tanker verlaadt.

Een ander belang aspect bij verlading is de snelheid. Bij brandstoffen kunnen tot 6 laadarmen aan de tankwaggen gekoppeld worden om producten te verladen in de verschillende tankercompartimenten. Chemische tankers hebben meestal maar een enkel compartiment; er is dus ook maar één laadarm-aansluiting nodig.

Dit betekent niet dat bodemverlading voor chemicaliën niet mogelijk is. Net als bij brandstoffen kunnen chemicaliën aan de onderzijde van tankers verladen worden. Het ontwerp van de laadarm verschilt wel in enige mate van de brandstoflaadarm. Op onderstaande figuur 3.5.2-2 is een typische chemische laadarm afgebeeld.

Figuur 3.2.1-2

Typisch voorbeeld laadarm voor bodemverlading van chemische producten



De laadarm is gemonteerd op een standpost met parkeervoorziening. In deze positie is de laadarm volledig vrij van de vloer. Door de balanceerinrichting is de constructie eenvoudig te bedienen en kunnen appendages als afsluiters en dain/purge-aansluitingen worden gemonteerd.

Als aanvullende veiligheidsvoorziening kan een break-awaykoppeling gemonteerd worden. Deze zorgt bij het onverhoopt weggrijden van de tanker voor het afsluiten van de productstroom. Hierdoor wordt de verspilling tot een minimum beperkt.

Door het ontwerp van de bodemlaadarm is deze zeer geschikt als alternatief voor slangen. Zolang de ontwerpcriteria het toelaten kunnen meerdere laadarmen op één standpost gemonteerd worden. Ook kan de laadarm gebruikt worden in combinatie met een dampretourarm. Met deze opstelling kunnen verschillende los- en laadpunten bereikt worden met laadarmen, in plaats van slangen die door elkaar op de grond liggen.

Bodemlaadarmen voor chemicaliën kunnen gemaakt worden van staal of roestvaststaal. In het geval van agressieve media kan de laadarm voorzien worden van een PTFE lining.

### 3.2.2

## Overwegingen voor bodemverlading

In de brandstofindustrie is duidelijk de keuze gemaakt voor bodemverlading. De gehele verladingsprocedure vindt niet meer op hoogte plaats waardoor

1. Het valgevaar wordt geëlimineerd.
2. Er geen mogelijkheid van vervuiling door het open mangat meer bestaat.
3. Er geen direct contact met het medium is.
4. De opbouw van statische elektriciteit en schuimvorming door splash loading sterk wordt gereduceerd.
5. Dure staalconstructies en valbeveiligingsvoorzieningen overbodig zijn.

Dit zijn allemaal gegronde redenen om te kiezen voor bodemverlading. Met uitzondering van punt 5 is het met bepaalde aanpassingen echter ook mogelijk om topverlading toe te passen. De geschiktheid van bodemverlading kan getoetst worden aan de hand van een aantal criteria. Hierbij moet een onderscheid gemaakt worden tussen het laden en lossen van de tanker.

### Laden

- Worden de dampen geregenereerd?
- Waar bevindt zich de dampretour aansluiting?
- In geval van topbelading, moet er een toegang voorzien worden?
- Wordt het vloeistofniveau gemonitord met een meter?
- Is er een secundair hoogniveau shut-off alarm?
- Zijn de tankers altijd verschillend?

### Lossen

- Worden de verplaatste dampen in de opslagtank teruggevoerd naar de tanker?
- Indien ja, waar en hoe?
- Wordt de vloeistof uit de tanker gepompt of gebeurt dit door het onder druk zetten van de tank?
- Waar bevindt zich de aansluiting?
- Zijn de tankers altijd identiek?

Afhankelijk van de antwoorden zal blijken of bodemverlading toegepast kan worden of dat men toch over moet gaan op topverlading. Het is aan te bevelen dit in samenspraak met de leverancier van verladings-apparatuur te bepalen.

## 3.3 Topverlading

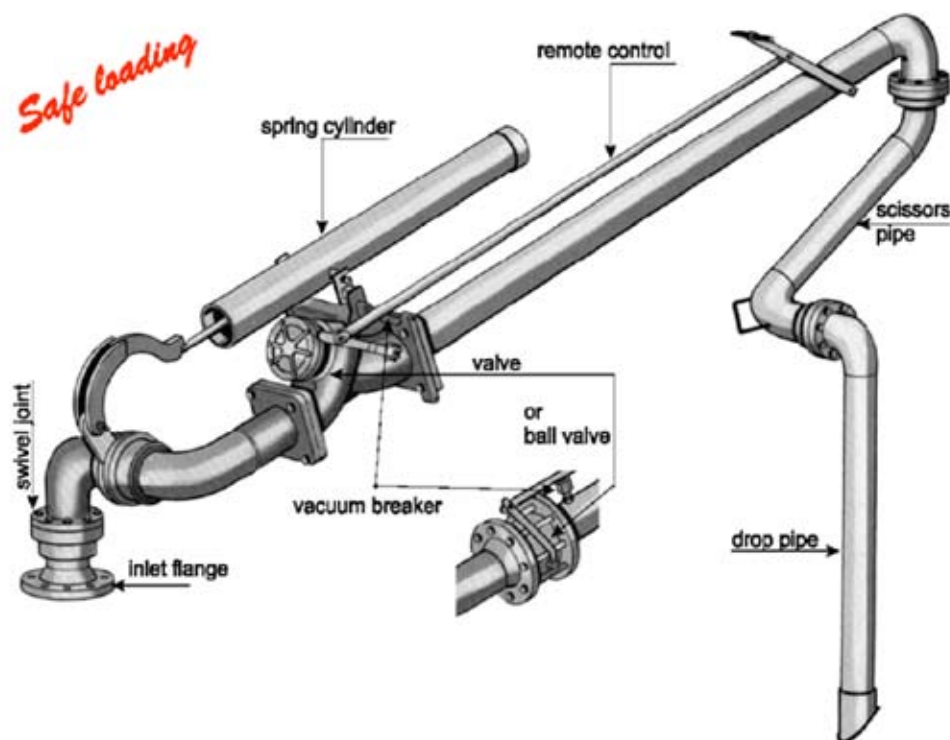
De meerderheid van de chemicaliën wordt verladen via de bovenzijde van de tanker. De reden hiervoor is eenvoudig. Een tanker is in feite niets anders dan een horizontale opslagtank op wielen. Er zit een opening aan de bovenzijde voor het laden en een aansluiting aan de onderzijde voor het lossen van het product. De tankers kunnen gebruikt worden voor een verscheidenheid aan chemicaliën en moeten alleen schoongemaakt worden als er een ander product verladen wordt.

Als transporteurs hun tankers aanpassen aan bepaalde producten reduceren zij enerzijds het aantal potentiële klanten en verhogen zij anderzijds de kosten per tanker. Doordat de chemische bedrijven gebaat zijn bij lage transportkosten zal deze situatie in de nabije toekomst niet veranderen.

Topverlading technologie is in de laatste 10 jaar sterk verbeterd. De betrouwbaarheid van de apparatuur is verhoogd door aanpassingen van het ontwerp en het toepassen van verbeterde afdichtingsmaterialen.

Er zijn twee primaire versies van de toplaadarm. De eerste is de zogenaamde laadarm met variabele reach die voornamelijk voor brandstoffen wordt toegepast. Zie figuur 3.3-1.

Figuur 3.3-1 Schematische voorstelling van een toplaadarm met variabele reach

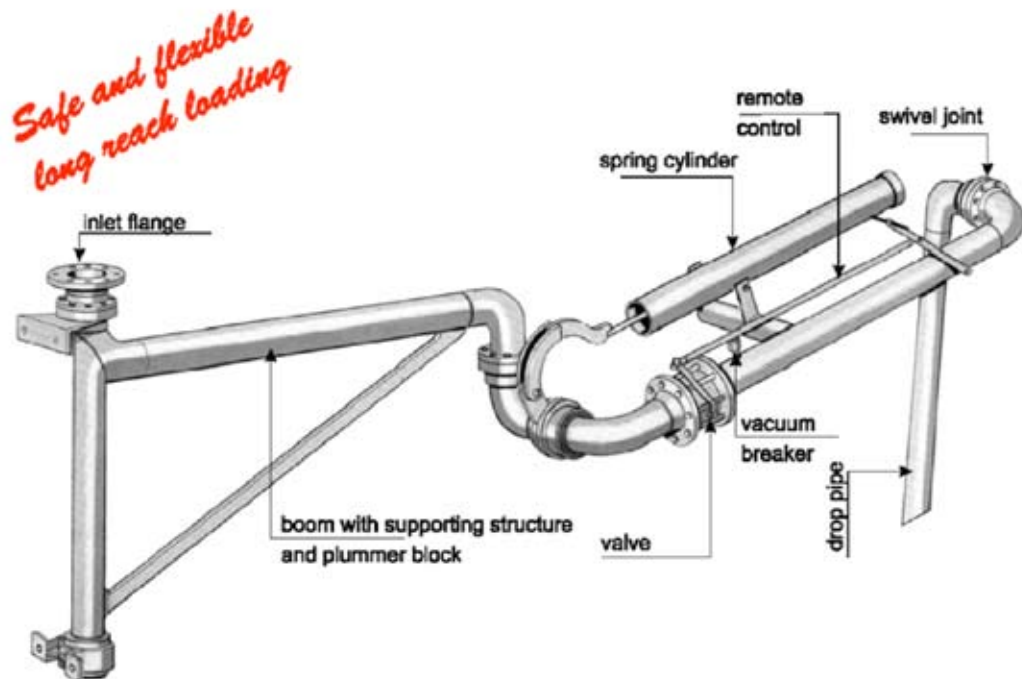


De laadarm kan voorzien worden van een afsluiter die volgens het 'hold-open' principe werkt. Het automatische sluitingsmechanisme verhoogt de veiligheid en voorkomt drukstoten in de productleiding. Door de uitvoering van de constructie en de wijze van balanceren kunnen geen extra accessoires aan de valpijp gemonteerd worden. In de chemische industrie wordt dit type laadarm nauwelijks toegepast.

De basisuitvoering van de arm die het meest voor de overslag van chemicaliën gebruikt wordt, is de zgn. 'supported boom' type laadarm (zie figuur 3.3-2).

Figuur 3.3-2

Schematische voorstelling van een toplaadarm met supported boom



Deze laadarm beschikt over vier draaikoppelingen voor het maken van de benodigde bewegingen. Door gebruik te maken van de 'supported boom' constructie kan het gedeelte van de arm dat verticaal beweegt een vaste lengte hebben. Hiermee wordt een breed bereik bereikt. Bovendien kunnen diverse accessoires aan de valpijp bevestigd worden.

De opties voor dit type laadarm zijn zeer divers en bestaan ondermeer uit

- Balanceren door middel van veercilinder, contragewichten, pneumatische en hydraulische cilinders of elektrische actuators.
- Remote control bediening voor alle 3 de bewegingsrichtingen.
- Dampretourvoorziening door middel van conus en slang.
- Beveiliging tegen overvulsituaties.
- Parallelstang voor het verticaal positioneren van de valpijp in het mangat.
- Telescopische valpijp ter voorkoming van splash loading.

Het gebruik en de functionaliteit van toplaadarmen is in grote mate afhankelijk van de interactie met de toegepaste valbeveiliging. Als het ontwerp van de twee items onafhankelijk van elkaar bepaald is, kan dit leiden tot conflicterende situaties. Voor het selecteren van de juiste toplaadarm zijn de volgende overwegingen van toepassing.

- Is de vloeistof/damp geclassificeerd als ontvlambaar, corrosief, hygiënisch, inert of toxisch?
- Worden de dampen geregenereerd?
- Wat is de tankaansluiting; open mangat of vaste aansluiting?
- Is bij vaste aansluiting, is een flensaansluiting, afsluiter of dry-breakkoppeling nodig?
- Wordt het vloeistofniveau bepaald door een meter, weegbrug of overvulbeveiliging?
- Vereist de vloeistof/damp verwarming?
- Is statische elektriciteit een issue: moet de valpijp de tankbodem raken?
- Zijn er afsluiters nodig voor de vloeistof/damp en zo ja hoe dienen deze te worden bediend?



Op basis van deze gegevens kunnen de materialen, afmetingen en accessoires van de laadarm bepaald worden. Dit is de basis van het ontwerp. Voor de uiteindelijke uitvoering moet de samenhang met de omgeving bepaald worden:

- Welk gedeelte van de tanker moet bereikt worden: de gehele bovenzijde of slechts één mangat?
- Waar wordt de tanker betreden: aan de zij- of achterkant?
- Is er een bestaand laadplatform of wordt deze nieuw?
- Is er een dak?

Niet alleen de uitvoering van de laadarm, maar ook het ontwerp van de valbeveiliging is afhankelijk van deze vier punten. Zie voor toepassingen van topbelading de onderstaande figuren 3.3-3 en 3.3-4.

*Figuur 3.3-2*      *Voorstelling van een toplaadarm met bereikbaarheidsstrap*



*Figuur 3.3-3*      *Een toplaadarm in operationele situatie*



## 3.4 Laadarmen of slangen

Van oudsher worden vloeistoffen verladen met slangen. In de afgelopen decennia is het gebruik van laadarmen echter sterk toegenomen. Strikte eisen voor het maximum te tillen gewicht en het voorkomen van productverspilling liggen hieraan ten grondslag.

Hoewel slangen goedkoper zijn en voor verschillende toepassingen zeker geschikt, hebben laadarmen een aantal duidelijke voordelen. Laadarmen zijn

1. Volledige gebalanceerd waardoor eenvoudig te handelen.
2. Ontworpen om niet ongecontroleerd de grond te raken; dit voorkomt beschadigingen.
3. Geschikt om door één persoon bediend te worden.
4. Eenvoudig in positie te brengen en te houden terwijl de operator de koppeling voorbereidt.
5. Te voorzien van aanvullende accessoires voor het veilig en efficiënt verladen.
6. Eenvoudig te parkeren na gebruik waardoor het vloeroppervlak geheel vrij.
7. Uit te rusten met verschillende interlocks om de conditie/positie van diverse laadarm(onderdelen) te monitoren.

## 3.5 Laadarmen en valbeveiliging

Ieder bedrijf is wettelijk verplicht zijn risico's in kaart brengen door middel van een RI&E (= Risico Inventarisatie & Evaluatie). Deze inventarisatie en evaluatie is vastgelegd in Artikel 5 van de Arboret 5. Werken op hoogte is hier een onderdeel van. In Beleidsregel 3.16, die als grondslag het Arbobesluit artikel 3.16 eerste en tweede lid heeft, staat vervolgens dat een randbeveiliging noodzakelijk is indien het valgevaar 2,5 meter of meer is. Bij het niet nakomen van deze verplichtingen gelden boetes. De hoogte van deze boetes is vastgelegd in de Tarieflijst Boetenormbedragen deel 2 Arbeidsomstandighedenbesluit, artikel 3.16.

Indien een randbeveiliging niet of slechts ten dele kan worden aangebracht, is een doelmatige veiligheidsgordel (harnas) met vanglijn ook toegestaan. In de praktijk is dit echter geen populaire methode van bescherming bij verlading. Het is aan de operators of zij gebruik maken van de veiligheidsgordel. Bovendien beperkt de vanglijn de mobiliteit van de werknemer. In het geval een aangelijnde operator valt, kan hij al dan niet gewond aan de zijkant van de tankwagen terechtkomen zonder dat iemand hem opmerkt.

Om genoemde redenen zijn valbeveiligingssystemen aan te bevelen die eerst geactiveerd moeten worden voordat de tanker betreden kan worden. In volgorde van geavanceerdheid en kosten kan de volgende indeling gemaakt worden.

### 3.5.2 Klaptrappen

#### 3.5.2.1 Normale uitvoering

De klaptrap is een draaibare trapconstructie die vanaf een vast platform op de bovenzijde van een tanker neergelaten wordt (zie figuur 3.5.2.1-1).

Figuur 3.5.2.1-1 *Typische uitvoering klaptrap*



Ongeacht de hoogte van de tanker en bijbehorende positie van de trap blijven de treden horizontaal. De tredebreedte is standaard 800 mm, maar zowel de breedte<sup>1)</sup> als het aantal treden is te variëren. Om te voldoen aan de Arbowet is de klaptrap voorzien van een veiligheidskooi die aan te passen is aan de individuele eisen van de klant.

<sup>1)</sup> Met name in combinatie met een laadarm en veiligheidskooi is het gebruik van een bredere klaptrap aan te bevelen. In dit geval kan de laadarm 'meegenomen' worden binnen de klaptrap in plaats van buitenom en vervolgens over de veiligheidskooi heen te tillen (zie figuur 3.5.2.1-2).

Figuur 3.5.2.1-2 *Typische uitvoering brede klaptrap*



De klaptrap is meestal uitgebalanceerd door middel van een veercilinder en wordt met de hand op de bovenzijde van de tanker gepositioneerd. De klaptrap kan echter ook voorzien worden van een pneumatische of hydraulische bedieningsunit. Er zijn verschillende uitvoeringen mogelijk:

- met een onafhankelijke veiligheidskooi om zeker te stellen dat de klaptrap en de kooi optimaal gepositioneerd zijn;
- met verrijdinrichting voor het positioneren van de klaptrap in de lengterichting van de tanker (zie figuur 3.5.2.1-3);
- met een dubbel loopplatform loodrecht op de tredenrichting, voor optimale toegang in het geval van een verticale laadpijp.

Figuur 3.5.2.1-3 *Typische uitvoering verrijdbare klaptrap*



### 3.5.2.2 **Klaptrap met brede kooi**

Indien de gehele lengte van een tankwagen betreden moet kunnen worden, kan een klaptrap met brede kooi uitkomst bieden. De breedte van de kooiconstructie kan aangepast worden aan de lengte van de tankers en oplopen tot 12 m. In de kooi is een aantal draaibare veiligheidshekken geplaatst. Deze moeten door de operator geopend worden voordat hij naar het volgende compartiment kan lopen. Hierdoor wordt voorkomen dat de operator niet onverhoopt van de bovenzijde afvalt als de tanker korter is dan de veiligheidskooi (zie figuur 3.5.2.2-1).

Figuur 3.5.2.2-1 *Typische uitvoering veiligheidskooi*



De kooiconstructie bestaat uit drie ringen en wordt gemonteerd aan kolommen die door middel van een fundatie verankerd zijn in de grond. Voor het betreden van de klaptrap kan gebruik gemaakt worden van het bestaande bordes of een standaard laadplatform. De gehele constructie wordt pneumatisch of als alternatief hydraulisch bediend.

### 3.5.2.3 Verticaal bewegende veiligheidskooi

Als er geen ruimte is aan de zijkant van het bordes is het mogelijk een verticaal bewegende veiligheidskooi toe te passen. Deze wordt aan de dakconstructie van het laadbordes gemonteerd en met een elektrische lier bovenop de tanker gepositioneerd (zie figuur 3.5.2.3-1). Dit systeem biedt verder dezelfde voordelen als de klaptrap met brede kooi.

Figuur 3.5.2.3-1 Typische uitvoering verticaal bewegende veiligheidskooi



### 3.5.3 Set valbeveiliging

Om veilig op de bovenzijde van een tanker te werken, kan een valbeveiligingssysteem bestaande uit een klaptrap, roostervloeren en hekwerken toegepast worden. De individuele onderdelen worden gemonteerd aan de zij- en overkant van het laadbordes. De samenstelling is afhankelijk van de lokale situatie en kan aangepast worden aan de specifieke eisen van de klant.

Door de pneumatische of hydraulische bediening beweegt de apparatuur gecontroleerd naar de gewenste positie. Een optionele schakelaar maakt het mogelijk dat de apparatuur automatisch stopt net voordat de bovenzijde van de tanker bereikt wordt.

Het ontwerp van het valbeveiligingssysteem biedt de operator de mogelijkheid zijn eigen afgebakende werkgebied te creëren. Niet alleen in hoogte, maar ook in lengte en breedte, afhankelijk van het type en de positie van de tanker (zie figuur 3.5.3-1).

Figuur 3.5.3-1 *Typische uitvoering valbeveiliging*



### 3.5.4 **Multi-modal systeem**

Dit systeem bestaat uit een werkplatform dat horizontaal beweegt en bestaat uit een veiligheidskooi en roostervloer over het gehele werkgebied. Op de positie van het mangat kan een roosterdeel weggeklapt worden, waarna het mangatdeksel geopend kan worden om de laadarm te positioneren. Het systeem werkt volledig onafhankelijk van een laadplatform. Het is de enige voorziening die de operator toestaat veilig over de gehele lengte van de tanker te lopen zonder gebruik te maken van het looprooster en handrailing van de tanker (zie figuur 3.5.4-1).

Figuur 3.5.4-1 *Typische uitvoering Multi-Modal valbeveiligingsysteem*



De toename in hoogte van de tankwagens in de afgelopen decennia heeft de grootste impact gehad op het ontwerp van tanktoegangssystemen en valbeveiliging in het bijzonder. Tot ongeveer tien jaar geleden lag de hoogte van de tankwagens tussen de 3,2 en 3,8 meter. Met de komst van ISO-tankers is deze hoogte toegenomen tot 4 meter. Dit heeft als gevolg dat oudere laadbordessen in vele gevallen te laag zijn om de operator veilig toegang te verschaffen tot de bovenzijde van de tanker. De eventueel aanwezige valbeveiligingsvoorzieningen zijn dan niet meer goed te gebruiken.

Dit geldt ook voor de positie van de laadarmen. Deze kan te laag zijn om een adequate hoek voor draineren van het product te geven of resulteren in het niet kunnen plaatsnemen van de valpijp in het mangat.

## 3.6 Indeling terrein van tankdepots/terminals, zonerings en explosieveiligheid

### 3.6.1 Inleiding

Explosiegevaar kan zich voordoen bij alle bedrijven waar brandbare stoffen worden gebruikt. Dit betreft niet alleen de gevallen van explosieve stoffen (vuurwerk, munitie) maar ook de gevallen waar brandbare stoffen zich als stof, nevel, gas of damp kunnen vermengen met zuurstof uit de lucht. Dit is dus ook het geval bij bedrijven waar, in tanks, brandbare stoffen worden opgeslagen.

Onder explosieve atmosfeer verstaat men in het algemeen een mengsel van lucht en brandbare stoffen (gas, damp, nevel of stof) onder atmosferische omstandigheden. Dit betekent op werkplekken concreet:

- Met de zuurstof uit de lucht (21%).
- Bij een temperatuur tussen de – 20 en + 40 [°C].
- Bij een luchtdruk tussen de 0,8 en 1,1 [bar].

Bij een brand vindt er een fysische reactie op het grensvlak van brandstof en oxidator plaats waarbij warmte wordt geproduceerd. Dit proces verloopt relatief langzaam en continue. Een explosie echter is een zeer snelle reactie in een vooraf gemengd brandstof/oxidatormengsel, waarbij in een korte tijd zeer veel warmte vrijkomt. Door grote temperatuurstijgingen kunnen hoge drukken ontstaan.

Explosies brengen leven en gezondheid van werknemers in gevaar. De Europese Commissie heeft daarom richtlijnen opgesteld om veilig te kunnen werken op werkplekken waar een kans op explosies is. Deze richtlijnen zijn minimum-voorschriften. Elke lidstaat is verplicht om deze Europese richtlijnen in te voeren door deze om te zetten naar nationale wet- en regelgeving. In Nederland is de regelgeving geïmplementeerd in verschillende besluiten.

Deze tekst biedt een oriëntatie op hoofdlijnen op het gebied van zonerings en explosieveiligheid doch veronderstelt niet volledig te zijn. Daarvoor wordt verwezen naar de volledige inhoud van de onderliggende wet- en regelgeving en normen.

In het volgende hoofdstuk wordt het kader van de relevante Europese richtlijnen geschetst. Daarin wordt ingegaan op de wijze waarop de Europese richtlijnen in Nederland werden geïmplementeerd in nationale wet- en regelgeving. In het hoofdstuk daarna wordt meer specifiek ingegaan op de verplichtingen van de werkgevers met in het bijzonder de zonerings van gebieden met explosiegevaar en de beheersing van risico's

in deze gebieden. Tenslotte besluit de oriëntatie in aparte hoofdstukken met praktische aandachtspunten waarop gelet moet worden bij de uitvoering van een zonering van gebieden met explosiegevaar, inrichting van een explosieveiligheidsdocument en de uitvoering van risicoinventarisatie en –evaluatie van ontstekingsbronnen.

### 3.6.2 Europese richtlijnen en het Nederlandse wettelijk kader

Er zijn 2 Europese richtlijnen op het gebied van veiligheid in verband met gas- en stofexplosiegevaar :

- ATEX 95 (Europese richtlijn 94/9/EG) [7]: ‘Apparaten en beveiligingssysteem bedoeld voor gebruik op plaatsen waar explosiegevaar kan heersen’ (gepubliceerd 23 maart 1994)
- ATEX 137 (Europese richtlijn 1992/92/EG) [8]: ‘Minimumvoorschriften voor de verbetering van de gezondheidsbescherming en van de veiligheid van werknemers die door explosieve atmosferen gevaar kunnen lopen’ (gepubliceerd 16 december 1999).

ATEX staat voor voor ‘ATmosphères EXplosibles’.

Waar ATEX 95 [7] eisen aan arbeidsmiddelen voor installatie en het gebruik in gebieden met explosiegevaar vastlegt, stelt ATEX 137 [8] regels over de bescherming van werknemers door een verplichte risicoanalyse, indeling in zones van gebieden met explosiegevaar en het bepalen waar welke apparatuur gebruikt mag worden.

De Europese Commissie heeft in 2003 een niet-bindende gids voor goede praktijken gepubliceerd. Hieraan staan toelichtingen en interpretaties van de ATEX 137 [8]. Deze gids is bedoeld als achtergrondinformatie om te helpen bij het toepassen van de ATEX 137- richtlijn [8].

Richtlijnen van de Europese Unie hebben niet onmiddellijk rechtskracht voor bedrijven. De richtlijnen verplichten de overheden van de Europese lidstaten om de regels om te zetten in nationale wetgeving.

De wet- en regelgeving over arbeidsomstandigheden in Nederland bestaat uit de Arbeidsomstandighedenwet (Arbowet 1998), het Arbeidsomstandighedenbesluit (Arbobesluit), de Arbeidsomstandighedenregeling (Arboregeling) en de Beleids-regels Arbeidsomstandighedenwetgeving (Arbobeleidsregels).

De Arbowet 1998 vormt het algemene wettelijke kader. Deze werd in 2007 herzien met als doel om de verantwoordelijkheid van de werkgevers en werknemers met betrekking tot het arbeidsomstandighedenbeleid te vergroten. Materiële bepalingen over arbeidsomstandigheden zijn niet in de Arbowet zelf opgenomen, maar in het Arbeidsomstandighedenbesluit. Arbowet en Arbobesluit geven de mogelijkheid om bij ministeriële regeling nadere uitwerking te geven. Dit is gebeurd in de Arbeidsomstandighedenregeling.

De Arbobeleidsregels tenslotte zijn concrete, uitvoerbare invullingen van algemene doelvoorschriften uit Arbowet, Arbobesluit of Arboregeling. Beleidsregels geven werkgevers en werknemers houvast bij de toepassing van wettelijke regels. Daarnaast zal de Arbeidsinspectie bij de vervulling van haar handhavende taken regelmatig gebruik maken van de beleidsregels. Beleidsregels zijn geen algemeen verbindende voorschriften. Een werkgever mag andere maatregelen nemen dan in de Beleidsregels zijn aangegeven, mits de werkgever kan aantonen dat deze maatregelen tenminste hetzelfde beschermingsniveau opleveren als de beleidsregels voorstaan. In Nederland zijn de verplichtingen uit ATEX 137 [8] overgenomen in het Arbobesluit, artikel 3.5.a t/m 3.5.f.

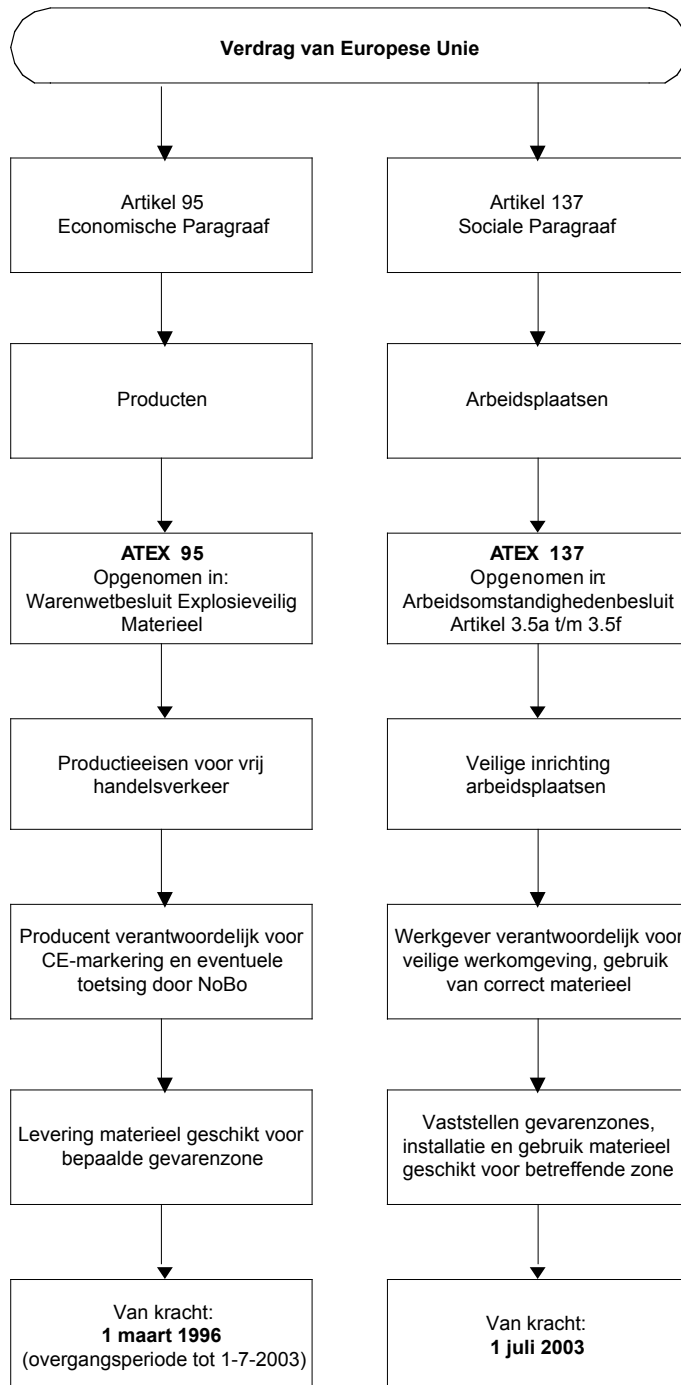


ATEX 95 [7] is in Nederland geïmplementeerd in het Warenwetbesluit Explosieveilig Materieel. Deze richtlijn is bestemd voor producenten van apparaten en beveiligingsystemen die te gebruiken zijn in ruimten waar explosieve atmosferen voorkomen. Voorbeelden van deze apparatuur zijn explosieveilige verlichting en explosieveilig gereedschap. Apparaten of componenten die in zichzelf geen ontstekingsbron hebben, vallen buiten ATEX 95 [7]. Voorbeelden hiervan zijn leidingen, vaten en ketels. Het gebruik van dergelijke apparaten of componenten valt echter wel onder ATEX 137 [8].

In Figuur 3.6.2-1 staat de verhouding tussen ATEX 95 [7] en ATEX 137 [8] schematisch weergegeven.

Figuur 3.6.2-1

Verhouding ATEX 95 en ATEX 137



### 3.6.3

#### ATEX 137 in het ARBO-besluit

Onderdeel van ATEX 137 [8] zijn de verplichtingen van de werkgever. Deze bestaan o.a. uit:

- Voorkomen van en bescherming tegen explosies door het nemen van maatregelen (Artikel 3).
- Beoordelen van explosierisico's (Artikel 4).
- Werkomgeving in ruimten waarin explosieve atmosferen kunnen voorkomen moet zodanig worden ingericht dat er veilig kan worden gewerkt (Artikel 5).
- Passend toezicht indien nodig (Artikel 5).
- Coördinatieverplichting wanneer zich op dezelfde arbeidsplaats werknemers van verschillende ondernemingen bevinden (Artikel 6).
- Identificatie van plaatsen waar explosieve atmosferen kunnen voorkomen en indeling in zones (Artikel 7).
- Explosieveiligheidsdocument (Artikel 8).

Volgens de Arbowet en het Arbobesluit is de werkgever verplicht een risico-inventarisatie en –evaluatie (RI&E) te maken, eventueel ondersteund door een arbodienst. De RI&E moet schriftelijk zijn vastgelegd en al de risico's bevatten die het werk met zich meebrengt, inclusief een op die risico's gebaseerd plan van aanpak. Voor een aantal onderwerpen, waaronder het omgaan met gevaarlijke stoffen, moet een meer diepgaande RI&E zijn uitgevoerd en vastgelegd. Hieronder vallen ook de risico's in verband met explosiegevaar. De inventarisatie en evaluatie van deze risico's maakt deel uit van het explosieveiligheidsdocument (EVD). Uit het EVD moet vooral blijken dat de explosierisico's geïdentificeerd en beoordeeld werden, welke plaatsen in overeenstemming met in zones zijn ingedeeld en dat afdoende maatregelen genomen zijn om het doel van ATEX 137 [8] te bereiken.

Bij het nemen van de nodige maatregelen om het risico van een explosie te verkleinen is de werkgever verplicht om de volgende preventiehiërarchie te volgen:

1. Het voorkomen van het ontstaan van explosieve atmosferen of, wanneer dat gezien de aard van het werk niet mogelijk is:
2. Het vermijden van de ontsteking van explosieve atmosferen, en
3. Het beperken van de schadelijke gevolgen van een explosie, teneinde de gezondheid en de veiligheid van de werknemers te verzekeren, door te voorkomen dat de explosie zich kan voortplanten naar andere plaatsen.

Door middel van een risicoanalyse moeten mogelijke risico's dus systematisch (lees: geordend, objectief en logisch) opgespoord en geanalyseerd worden. Wanneer de risicoanalyse uitwijst dat er sprake van een risico is, moeten maatregelen getroffen worden om dit te vermijden dan wel te verlagen tot een acceptabel niveau. Hierbij dient de eerder beschreven preventiestrategie gevolgd te worden.

### 3.6.4

#### Zonering van gebieden met explosiegevaar

De werkgever klasseert de gevaarlijke plaatsen van de inrichting in zones (0, 1, 2 bij gasexplosiegevaar). Dit gebeurt op grond van de frequentie en de duur van het optreden van een explosieve atmosfeer in de zone. Deze zones moeten zo nodig aangeduid worden door middel van de passende veiligheid - en gezondheidssignalering. Hiervoor geldt dat waar nodig aan de ingang van plaatsen waar een zodanige explosieve atmosfeer kan voorkomen dat de veiligheid en de gezondheid van de werknemers in gevaar komen, waarschuwingborden worden aangebracht die er uit zien als getoond in Figuur 3.6.4 -1.

Figuur 3.6.4-1

### Ex-markering



Kenmerken:

- Driehoekig;
- Zwarte letters op gele achtergrond met zwarte rand (de gele kleur moet ten minste 50 % van het oppervlak van het bord beslaan).

De gevarezone-indeling en het proces wat daartoe geleid heeft, moet gedocumenteerd zijn en deel uitmaken van het explosie veiligheidsdocument.

In het algemeen wordt de gevarezone-indeling in 3 stappen uitgevoerd in onderstaande volgorde:

1. Bepaling of gevarezone-indeling nodig is (indelingsplicht).

Criteria:

- Is brandbare stof aanwezig?
- Is meer dan de minimale hoeveelheid aanwezig?

2. Bepaling van de aard van de gevarezones (klasse van de zones (0, 1 of 2) en de aard van de stof).

Criteria:

- Wat zijn de eigenschappen van de gevarenbronnen? (aard van de stof, te weten temperatuurklasse, gasgroep, dichtheid evenals frequentie en tijdsduur van vrijkomen).
- Welke ventilatieomstandigheden heersen in de omgeving van de gevarenbronnen.

3. Bepaling van de afmetingen van de zones.

Criteria:

- Hoeveel brandbare stof kan vrijkomen? (capaciteit of debiet van de gevarenbronnen)
- Welke ventilatieomstandigheden heersen in de omgeving van de gevarenbronnen?
- Aard en omvang van obstakels in de omgeving van de gevarenbronnen.

Voor gevarezone-indeling zijn verschillende normen en richtlijnen toepasbaar. De 2 meest toegepaste normen zijn:

- API 505 [41];
- NEN-EN-IEC 60079-10 [42].

De belangrijkste onderlinge verschillen zijn:

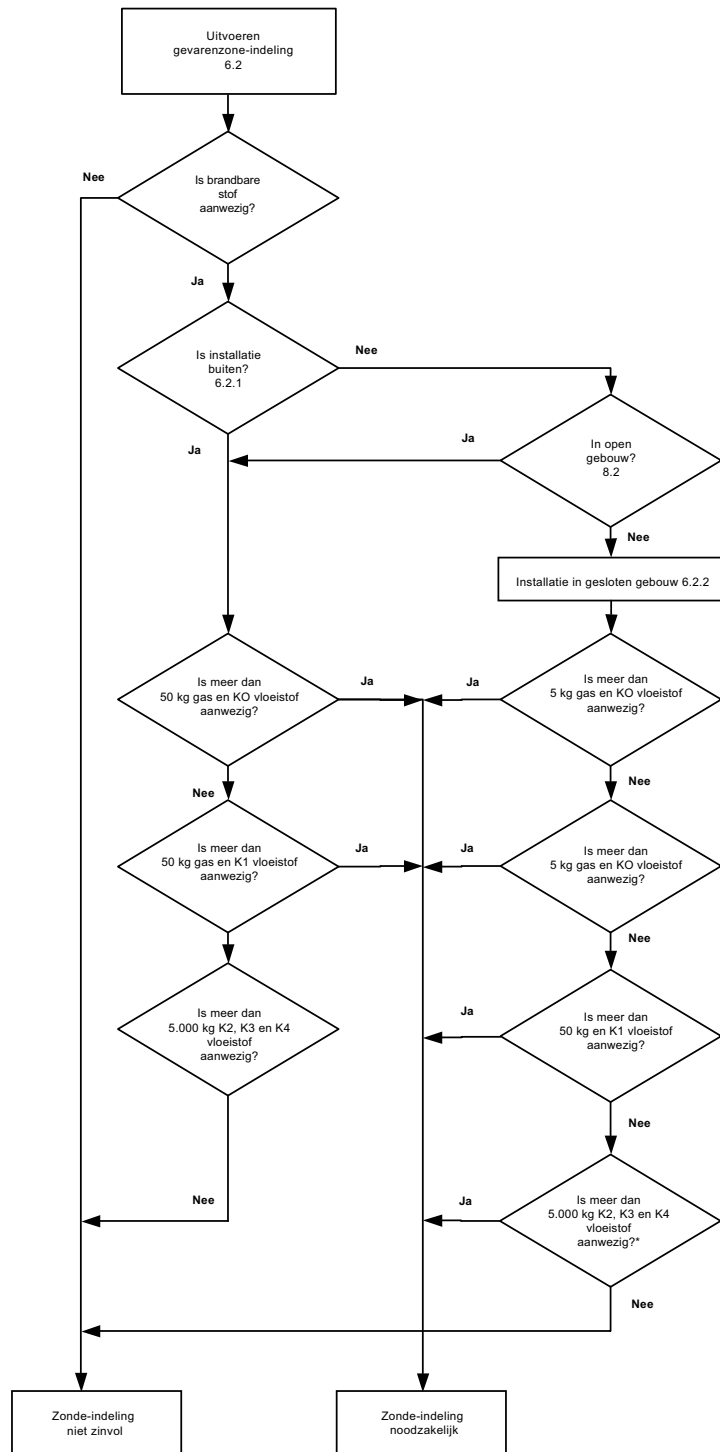
- NEN-EN-IEC 60079-10 [42] is een Euronorm met consequente systematische indelingsmethoden. Dit heeft weliswaar geen wettelijke status maar is wel Europees vastgesteld als norm. Elke onderneming is gerechtigd om het anders te doen, echter aantoonbaar/bewijsbaar niet minder veilig. Toepassing van deze Euronorm maakt daarom keuzes minder aan alternatieve aantoonverplichtingen (en discussies met beoordelaars op dat gebied) onderhevig.
- Ervaring leert dat de toepassing van API 505 [41] grotere zones geeft wat een knelpunt kan zijn in een bestaande installatie (bijv. typical 15 m en 30 m extended area voor een secundaire gevaarbron (pomp) vs. 1 m respectievelijk 2 m wanneer NEN-EN-IEC 60079-10 [42] toegepast zou worden) omdat de minimale afstanden uit de (Amerikaanse) API 505 [41] gebaseerd zijn op maximale separatie.

- API 505 [41] bevat geen toepasbare typical van een fixed roof tank met IFR, de NPR 7910-1 [11] die gebaseerd is op NEN-EN-IEC 60079-10 [42] bevat wel een toepasbare typical voor tanks met een fixed roof en tanks met een floating roof.

Het proces dat leidt tot zone-indeling staat schematisch weergegeven in de afloopschema's in Figuur 3.6.4-2 en Figuur 3.6.4-3, ontleend aan NPR 7910-1 [11] (NPR 7910-2 is voor stofexplosiegevaar).

Figuur 3.6.4-2

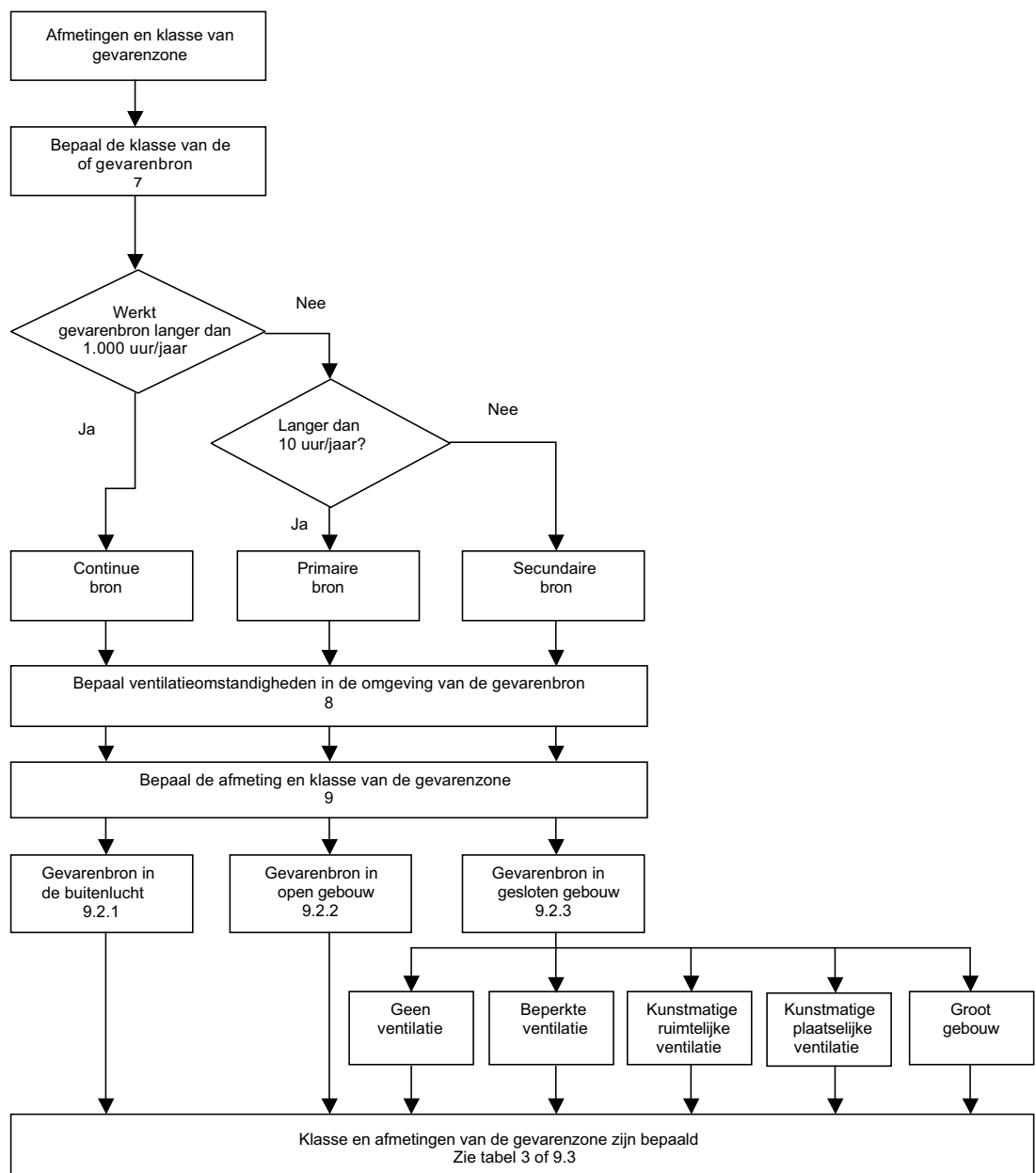
Indelingsplicht



\* zie uitzonderingen genoemd in 6.1

Figuur 3.6.4-3

Afmeting en klasse van de gevarenbron



Een voorbeeld van het resultaat van een uitgevoerde zonering, staat weergegeven in Figuur 3.6.4-4.

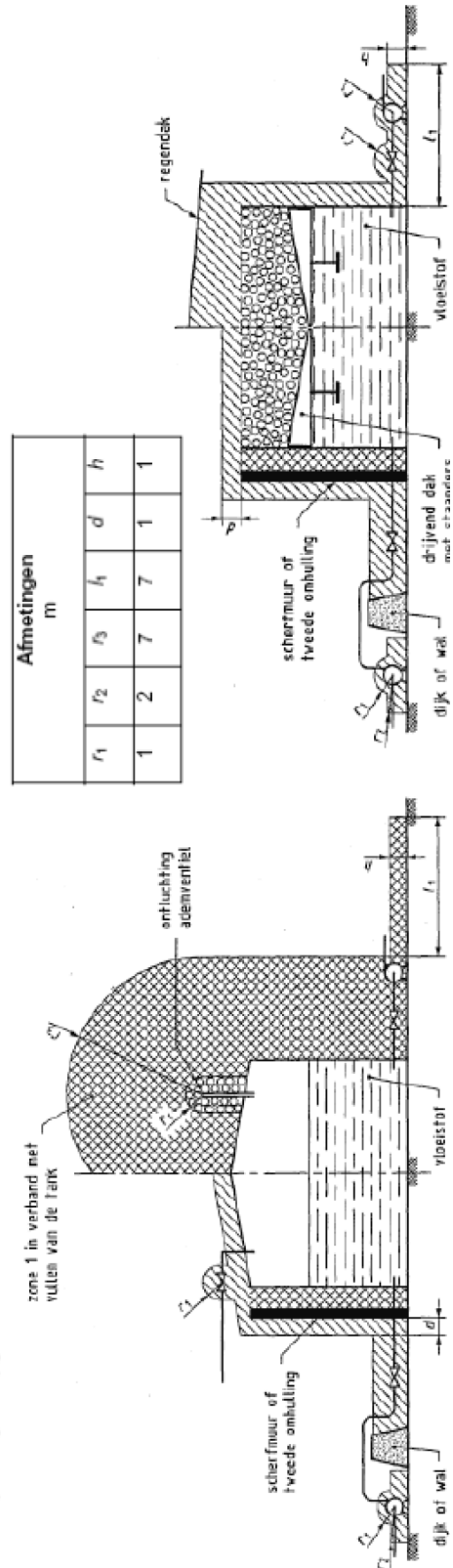
Tank	Gevaarenbron		Brandbare stof			Ventilatie		Gevaarlijk gebied		Ref. NPR 7910-1	
	Beschrijving	Plaats	Klasse	Bedrijfstemp. [°C]	Bedrijfsdruk [kPa]	Fase	Soort	Omstandigheid	Zone-Klasse		Omvang zone
V2124	Seal / doorvoeren van IFR	In tank	C	Omgeving	Omgeving	L	N	Geen	0	In tank boven IFR	7.1 + tabel 3
	Vents	Op tank	C	Omgeving	Omgeving	G	N	Buitenlucht	0	Hoedje, $r = 1 \text{ m}^1$	
V2126	Seal / doorvoeren van IFR	In tank	C	Omgeving	Omgeving	L	N	Geen	0	In tank boven IFR	7.1 + tabel 3
	Vents	Op tank	C	Omgeving	Omgeving	G	N	Buitenlucht	0	Hoedje, $r = 1 \text{ m}$	
V2128	Seal / doorvoeren van IFR	In tank	P	Omgeving	Omgeving	L	N	Geen	0	In tank boven IFR	7.1 + tabel 3
	Vents	Op tank	C	Omgeving	Omgeving	G	N	Buitenlucht	0	Hoedje, $r = 1 \text{ m}$	
V2130	Seal / doorvoeren van IFR	In tank	C	Omgeving	Omgeving	L	N	Geen	0	In tank boven IFR	7.1 + tabel 3
	Vents	Op tank	C	Omgeving	Omgeving	G	N	Buitenlucht	1	Hoedje, $r = 7 \text{ m}^2$	

<sup>1)</sup> Lekdebië:  $120 \times 24 \times 6 \times 1,59 \times 1,2 = 1,0 \text{ g/s}$ . Dit is een zg. kleine gevaarenbron met een straal van 1 m. volgens 9.2.1.

<sup>2)</sup> Lekdebië:  $365 \times 6 \times 25 \times 1,59 \times 1,2 = 3,4 \text{ g/s}$ . Dit is een zg. grote gevaarenbron met een straal van 7 m. volgens 9.2.1.

Figuur 2:

A.4.1 Tanks (bovengronds) gassen zwaarder dan lucht



### 3.6.5

## Explosieveiligheidsdocument

Artikel 8 van ATEX 137 (Europese Richtlijn 1999/92/EG) [8] verplicht de werkgever tot het opstellen en bijhouden van een explosieveiligheidsdocument (EVD). Uit dit EVD moet vooral blijken:

- Dat de explosierisico's geïdentificeerd en beoordeeld zijn;
- Dat afdoende maatregelen genomen zijn om het doel van deze richtlijn te bereiken (voorkomen van en bescherming tegen explosies);
- Welke plaatsen overeenkomstig in zones zijn ingedeeld.

Het EVD dient de explosierisico's en de maatregelen daartegen te beschouwen. Daarin zijn de volgende 3 niveaus te onderscheiden:

1. Algemeen geldende veiligheidsmaatregelen;
2. Veiligheidsmaatregelen op installatieniveau;
3. Veiligheidsmaatregelen op equipmentniveau.

Naast technische maatregelen moet de werkgever ook organisatorische maatregelen nemen en beschrijven. Uit deze beschrijving moet blijken hoe de werkgever zijn werknemers beschermt tegen de gevaren van explosieve atmosferen. De werkgever zal eisen moeten stellen aan de kennis en kunde van zijn werknemers. Hij zal taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden moeten verdelen, bijvoorbeeld in procedures en werkinstructies. De werkgever zal eisen moeten stellen aan onderhoud, onderzoeken en controles. Speciale aandacht is er voor de coördinatieverplichtingen bij werkzaamheden waar meer dan één werkgever bij betrokken is.

De indeling van een EVD is niet voorgeschreven. Het moet zo goed mogelijk gestructureerd en goed leesbaar zijn en vanuit het detail een algemeen begrip van de tekst mogelijk maken. Het EVD is een levend document dat uitgebreid of aangepast wordt na een wijziging. Een logische indeling van een EVD is bijvoorbeeld:

- Inleiding + leeswijzer;
- Doel van het EVD;
- Algemene beschrijving inrichting (bedrijf, organisatie, proces(sen), gevaarlijke stoffen);
- Risicoïdentificatie en -evaluatie (methode gevarenzone indeling, apparatuur binnen gevarenzones, vaststelling van risicoverlagende maatregelen, bepaling van restrisico);
- Generieke maatregelen ter bescherming tegen explosiegevaar (organisatorisch en technisch);
- Verwezenlijking van de maatregelen;
- Coördinatie van maatregelen ter bescherming tegen explosiegevaar;
- Geïdentificeerde installaties van belang voor explosierisico's;
- Gevarenzone indeling (tekening + memorandum).
- Installatiespecifieke maatregelen.
- Risicobeoordeling.
- Het is overigens niet noodzakelijk dat informatie die al vastligt in andere documenten (bijv. veiligheidsregels, Milieuvergunning, Veiligheidsrapport) in het EVD nog eens gedocumenteerd wordt. In dat geval volstaat een verwijzing naar andere documenten.

Uit het EVD moet blijken dat apparatuur of componenten voor 1 juli 2003, geïnstalleerd in zones met explosiegevaar, geïnventariseerd is en beoordeeld op risico om vast te stellen of deze wel of niet geschikt zijn voor de zone waarin deze geïnstalleerd zijn. Bepalend hiervoor zijn kenmerken zoals gasgroep (alleen bij drukvast en intrinsiek), temperatuurklasse, categorie-indeling en beschermingswijze. Bovendien moet bij deze inventarisatie vastgesteld worden wat de staat van onderhoud is en of er geen modificaties aan de apparatuur of componenten werden aangebracht. De inventarisatie moet zowel elektrische – als mechanische apparatuur inhouden.

Bruikbare en praktische referentiedocumenten bij de opmaak van een EVD zijn:

- AI-34 Arbo-Informatieblad Veilig werken in een explosieve atmosfeer;
- AI-34 B6 Checklist explosieveiligheidsdocument – controle op volledigheid;
- Werklijst voor het toezichtsbeleid MHC ATEX 137 rev. 10 – Arbeidsinspectie Directie Major Hazard Control [8];
- EN 1127-1 [43] onderscheidt de 13 soorten ontstekingsbronnen die in het EVD beschouwd moeten worden, en dit, bij de mogelijke bedrijfsvoeringen (storingsvrij bedrijf, te voorziene storingen, bij zelden optredende storingen en bij start/stop);
- EN 13463-1 [44] geeft een format voor risico-inventarisatie op apparaatniveau.

## 3.7 Tankputten

De functie van een tankput (omdijkt gebied) voor tanks en het bijbehorende afwateringssysteem is het opvangen van mogelijke lekkage uit een tank binnen het omdijkte gebied zodat schade aan de er naast gelegen tanks, de inhoud ervan en het gebied eromheen tot een minimum beperkt blijft.

Het totale volume van het omdijkte gebied moet, volgens de PGS 29 [28], gelijk zijn aan:

De maximale waarde die bepaald wordt uit:

- a) De som van 100% van de grootste tank in de tankput vermeerderd met 10% van de som van alle andere tankvolumes.

**of**

- b) De som van 100% van de grootste tank in de tankput, vermeerderd met het volume bluswater benodigd voor één (1) uur.

De hoogte en grootte van putdijken hangt dan ook, volgens de PGS 29 [28], af van:

- De vereiste netto capaciteit van de tankput;
- De maximum vastgestelde tankputzettingen met betrekking tot de tankfundatie tijdens de ontwerplevensduur;
- De putdijk moet een vrijboord hebben van minimaal 0.25 m.
- De kruinbreedte van de (aarden) putdijk moet een breedte hebben van minimaal 0.60 m.

Bij het rekening houden met de gevolgen van gebeurtenissen die zich eventueel voor kunnen doen is in de hoogte van het vrijboord meegeteld:

- Golven door storm (0.25 m).
- Indammen van schuim.
- Opvangen van regenwater.
- Stilstaand water in omdijkt gebied (0.15 m).
- (NIET het klotsen door plotseling openscheuren van een opslagtank).

Om de vloeistofkerendheid van de tankput te garanderen, dient deze gedeeltelijk of geheel te zijn vervaardigd van ondoorlatende of slecht doorlatende materialen. Meestal verdient een tankput geheel van klei de voorkeur. Op plaatsen waar klei schaars of niet beschikbaar is, kan het volgende worden overwogen:

- Een zandlichaam met een afdekking van klei van tenminste 300 mm dik.
- Een zandlichaam afgedekt met een duurzaam mengsel van zand, bitumen en cement, van tenminste 75 mm dik.
- Verdichte laag tuingrond (150 mm) ingezaaid met gras.

Dit alles om erosie tegen te gaan (zie figuur 3.7-1).



Figuur 3.7-1

Erosie van een putdijk (niet gewaarborgde vloeistofkerendheid van de putdijk)



De tankput zal, over de gehele oppervlakte tot aan de terpfundaties van de tanks die in de tankput opgesteld staan, volledig aan het principe van vloeistofkerendheid moeten voldoen.

Figuur 3.7-2

Principefoto van een tankput



De bodemafdekking, volgens de PGS 29 [28], moet dan ook voldoen aan de volgende eisen:

- 1:100 helling richting afwatering
- wettelijke eisen (afhankelijk van opgeslagen product)
- 75mm fijn grind, lavaliet of iets dergelijks, met daaronder een verdichte laag klei
- Eventueel kan de gehele tankput gemaakt worden van een vloeistofdichte betonnen laag (alleen geschikt voor kleine tankputten i.v.m. krimpscheuren die optreden in beton).

Uitdrukkelijk wordt in de PGS 29 [28] gesteld dat de putdijk integer moet zijn. De volgende voorbeelden van het niet voldoen aan die integriteit spreken voor zich:

Figuur 3.7-3

Niet vloeistofdichte pijpdoorvoering door putdijk



Figuur 3.7-4

Doorgegraven tankputten



Figuur 3.7-5

Uitgespoelde tankdijk door lekkages uit leidingen



Figuur 3.7-6

Afgeschoven putdijkbekleding door te stijl talud



Figuur 3.7-7

Gescheurde pakking in verbinding van betonnen putdijk



De tankput zal dus een afgesloten gebied betekenen. Alle daarin opgevangen hoeveelheden (hemel)water of vloeistof uit tanklekkages moeten dus onder bewaking afgevoerd worden. Daarvoor zijn drainagesystemen noodzakelijk. De afsluiter van de tankputdrainagegoot bevindt zich dan ook aan de buitenkant van de tankput, meestal aan de buitenvoet van de tankdijk. Deze afsluiter is te allen tijde afgesloten en kan alleen onder supervisie weggevoerd worden naar het afvalwateropvangsysteem van de tankinstallatie.

## 3.8 Drainage van tankputten en van tankinstallaties

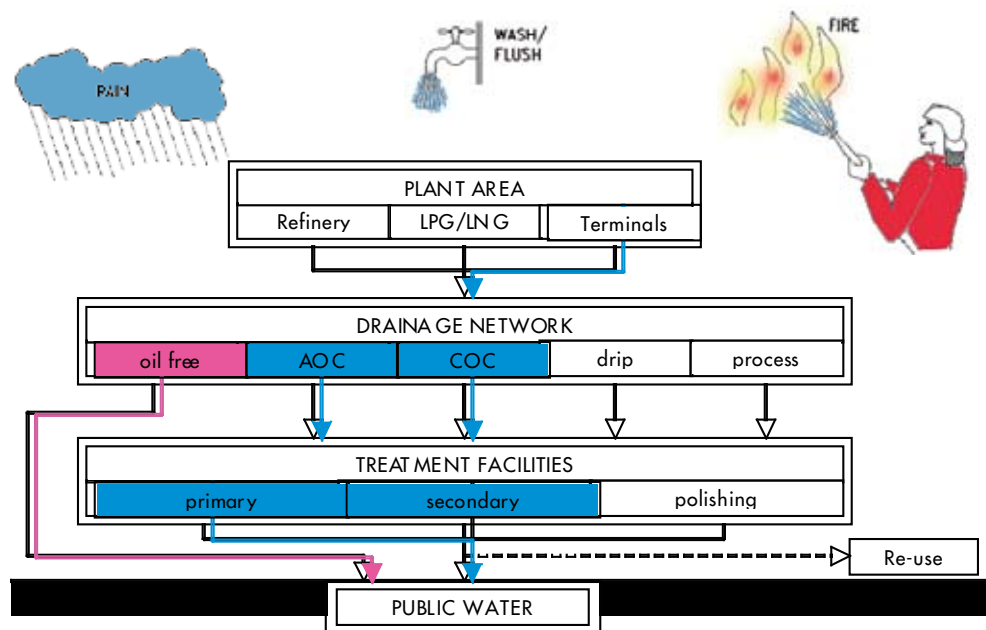
In normale gevallen zal de drainage van de tankput alleen de volgende afvoer kennen:

1. (Hemel) waterafvoer (milieu).
2. Koel- en/of bluswater afvoer (nood).
3. Tankbodemdrenage (door operaties bepaald = water (dat uitzakt door verschil in soortelijk gewicht) uit het product).

Bij tankinstallaties zal het daarbij ook kunnen gaan om met producten verontreinigde waterafvoer of om afvoer van lekkageproducten. Bij bepaling van de drainage- systemen en de (verschillende) behandelings- technieken om producten en water te scheiden, kan gebruik gemaakt worden van onderstaande figuur 3.8-1.

Figuur 3.8-1

benodigde afvalwaterbehandelingen per drainagenetwerk



### Legenda

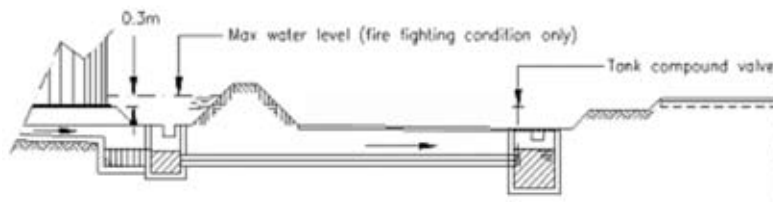
Product vrij (Oil Free)  
AOC (Accidentally Oil-Contaminated)  
COC (Continuously Oil-Contaminated)  
Oil Drip/Drain Systems  
Process Water effluents  
Riool  
Koelwater

### Waar komt het vandaan

Wegen, Niet gebruikt terrein  
Tankputten leidingstraten  
Tank bodemdren, pomp/pijp manifolds  
Pompen  
  
Controlekamer, Administratie gebouw, etc.  
Koeltorens etc.

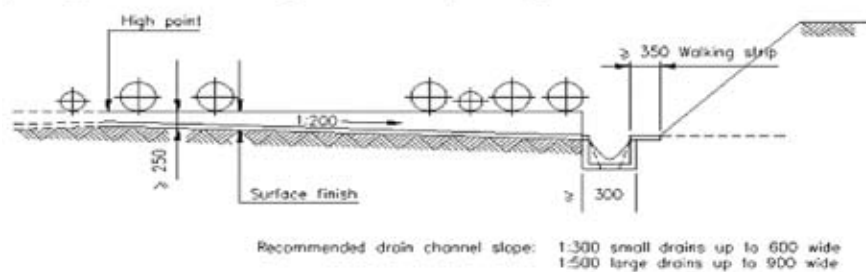
Voor een tankput zal een typisch drainagesysteem er als volgt uit kunnen zien:

Figuur 3.8-2 Basisprincipe van een drainagesysteem van een tankput

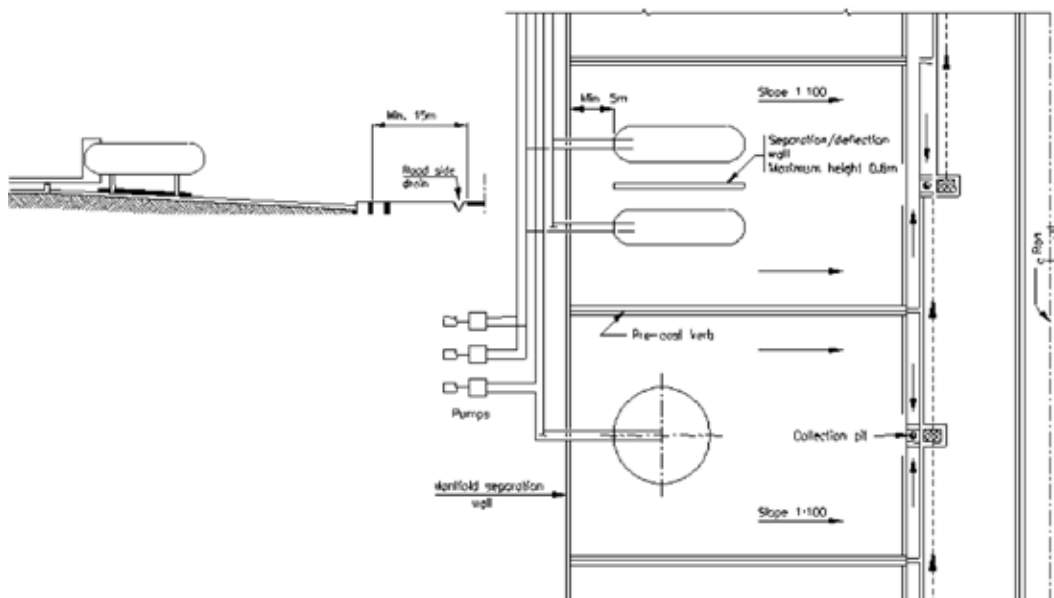


Een pijpleidingtracé kent de volgende drainageconfiguratie:

Figuur 3.8-3 Basisprincipe van een drainagesysteem van een leidingtracé



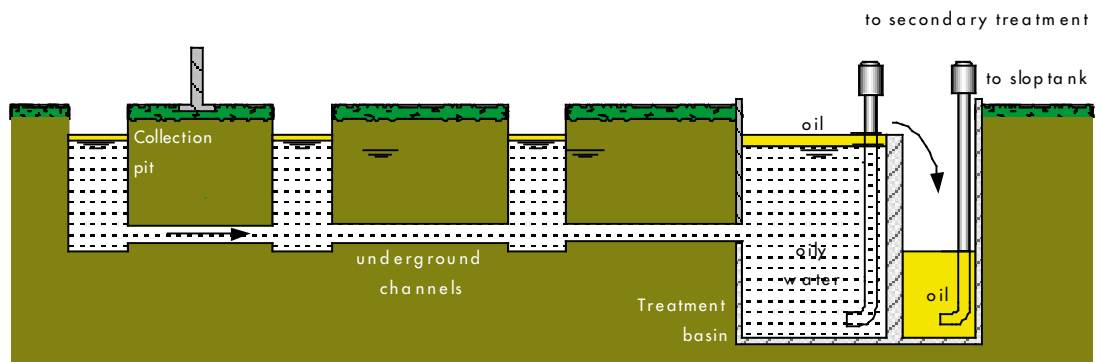
Figuur 3.8-4 Basisprincipe van een drainagesysteem van een LPG-opslaginstallatie



Voor een totale installatie zullen alle verschillende drainagesystemen samenkomen in een opvangsysteem dat, indien noodzakelijk, al of niet voorzien is van een afvalwaterbehandelingsysteem.

Figuur 3.8-5

Basisprincipe van een drainage- en afvalwaterbehandelings-systeem van een opslagtankinstallatie



De benodigde drainagesystemen en eventueel daarin geplaatste afvalwater-behandelingsinstallaties verschillen dus per installatie. In de meeste gevallen bestaan die drainagesystemen uit de volgende componenten:

- Opvangsystemen: Sumps, Opvangputten, bassins, olie traps, olie houdende bassins.
- Pompen.
- Ondergronds liggende pijpleidingen.
- Open goten.
- Brand- en zandtraps
- Behandelingssystemen of bassins.

De capaciteit van een dergelijk systeem, gebaseerd op het volume dat afgevoerd moet worden, moet daarbij bepaald worden door:

- Maximale hoeveelheid (hemel)water binnen een bepaald tijdgebied (afhankelijk van voldoende statistische gegevens).
- Credible blusscenario (bluswater in = bluswater uit).

Het gekozen systeem (specifiek voor één installatie) zal steeds uniek zijn (er bestaat geen systeem dat overal inzetbaar is). De opgeslagen producten, de capaciteit van de tanks, de grootte van de tankputten e.d. bepalen welk systeem het best geschikt is voor een installatie.

## 3.9 Afvalwaterbehandeling

Er zijn verschillende afvalwaterbehandelingsystemen op de markt aanwezig, alle met eigen capaciteiten en eigen parameters voor te reinigen af te vangen producten. In de meeste gevallen worden op tankinstallaties de volgende systemen toegepast:

Primaire behandeling (gebaseerd op scheiding door verschil in soortelijk gewicht water - product)

- API (American Petroleum Institute) open bakken/bassins
- PPI (Parallel Plate Interceptor)
- CPI (Corrugated Plate Interceptor)
- Passavant Interceptor
- Skimovex Interceptor
- CDF (Controlled discharge Facility)

Secondaire behandeling (door chemische of biologische additieven)

- Sour Water Strippers / De-salters
- H<sub>2</sub>S Oxidatie / FFU / Bio-treaters / Bio-filters

De eerste systemen zijn daarom gedimensioneerd op basis van de volgende parameters:

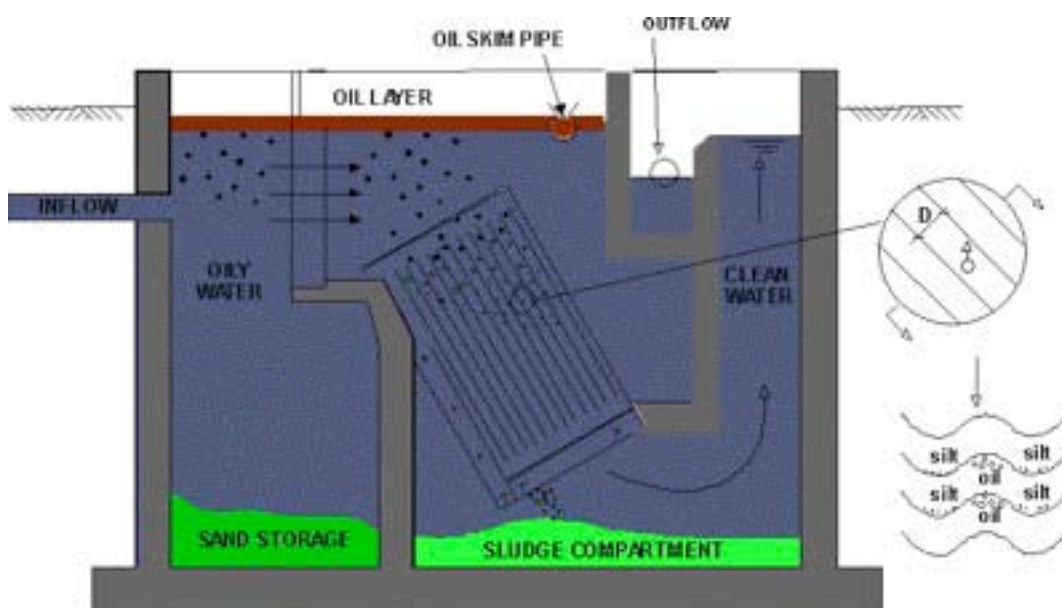
- Verschil in soortelijk gewicht product – water;
- Zettingstijd / separatieperiode;
- Cascades van systemen;
- Helling;
- Min afloopsnelheid, max. afloopsnelheid voor gewenste afscheiding product – water;
- Dimensies van opslagsystemen, te verwachten hoeveelheden (bluskoelwater uit credible scenario's etc.).

Let op dat de ondergrondse leidingen niet onder helling liggen ter voorkoming van lege leidingen die dan gas kunnen bevatten (explosiegevaar).

Een voorbeeld van een CPI is te zien in onderstaande figuur 3.9-1.

Figuur 3.9-1

Basisprincipe van een Corrugated Plate Interceptor



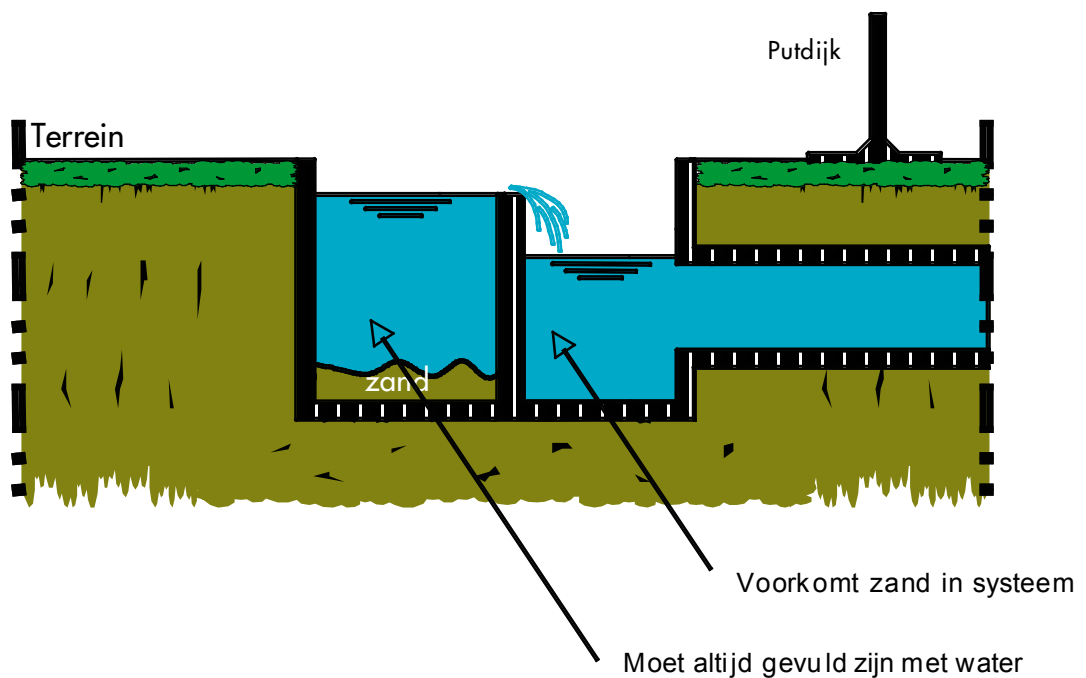
Dit meest voorkomende afvalwaterbehandelingssysteem kent de volgende parameters:

- Rest effluent max. 50 ppm van opgeloste of vrije olie.
- 100% verwijderen van oliedruppels met diameters  $> 50 \mu\text{m}$ .
- Min. and Max. flow.
- Vraagt simpele operatie en gemakkelijk onderhoud.

Bovendien worden zand/bluswatertraps in een systeem gebouwd die ervoor zorgen dat meegevoerd zand de leidingen zal verstopen. Een schematische voorstelling van een zand/watertrap is te zien in figuur 3.9-2.

Figuur 3.9-2

Basisprincipe van een zand/watertrap



Bij ontwerp en afstemming met overheden zal de eigenaar van een installatie met het bevoegd gezag het volgende meteen overleggen/afstemmen:

- Het bepalen van en het overeenkomen van de gemiddelde en de maximale afvoerspecificaties bij incidenten (vervuilingsgraad).
- Het bepalen van en het overeenkomen van hoe en wanneer gerapporteerd wordt bij incidenten.
- Hoe bewaakt de eigenaar de systemen, hoe bepaalt hij wanneer upgrading (capaciteit of reinigingsvermogen) noodzakelijk is of wordt van drainage en behandelingssystemen:
- Reductie bij de bron
- Juiste segregatie (schoon – maximale verontreinigingsgraad)
- Is opslag mogelijk (slops tanks)
- Inspectie van kwaliteit en dichtheid van bodembedekking, putdijken en ondergronds drainagesysteem.
- Juiste operatie en onderhoud van oliescheiders.
- Segregatie bij de bron (bijvoorbeeld bij pomp).



De volgende typische problemen kunnen zich voordoen bij drainage en afvalwatersystemen:

- Inadequate capaciteit van drainagesysteem (credible scenario).
- Housekeeping van tankput and drainage systeem (afval kan systeem blokkeren).
- Zand vloeit mee met (hemel)water in het drainagesysteem tijdens plotselinge sterke buien na droge periodes e.d.
- Watersluis kan droog komen te staan.
- Zetting van sumps, ondergrondse leidingen – lekkage (milieuprobleem) of afvoer-problemen of terugloop van gecontamineerd water.
- Hoog grondwaterniveau zorgt ervoor dat grondwater in drainage systeem loopt (capaciteit probleem).
- Niet gewaarborgd afschot / helling zodat separatietijd niet gehaald wordt.
- Drainkleppen van tankput sluiten niet of staan open (slecht onderhoud of slechte operationele procedures).
- Steenslag in tankput niet van juiste kwaliteit en vloeit in drainagesystemen (gras, gravel).
- Inadequate capaciteit van oliescheiders (geen buffercapaciteit).
- Inadequate operatie van en onderhoud aan oliescheiders.
- geen secundaire behandelingsinstallatie voorhanden of bestaande installatie werkt niet voldoende.



# 4 Operationele aandachtspunten



# Inhoudsopgave hoofdstuk 4

<b>4</b>	<b>Operationele aandachtspunten</b>	<b>131</b>	4.4.1	Algemeen	153
4.1	Inleiding	134	4.4.2	Theoretische achtergronden	156
4.1.1	Preventie van ongewenste situaties	135	4.4.3	Druk/vacuümkleppen	157
4.1.1.1	Inleiding	135	4.4.4	Zonneschermen	158
4.1.1.2	Algemene preventie	136	4.4.5	Inwendig drijvende daken	160
4.1.1.3	Preventie door goed ontwerp	136	4.4.5.1	Algemeen	160
4.1.1.4	Preventie door het veilig opereren	136	4.4.5.2	Bijdrage tot rendement van inwendig drijvende daken door andere factoren	162
4.1.1.5	Preventie door het veilig uitvoeren van inspectie- en onderhoudstaken	137	4.4.5.3	Doorvoeringen	162
4.1.1.6	Preventie door Risico Inventarisatie & Evaluatie studies	137	4.4.5.4	Seal	162
4.1.1.7	Preventie door het implementeren van veiligheidsprocedures	137	4.4.5.5	Andere parameters die de effectiviteit van een inwendig drijvend dak beïnvloeden	166
4.1.2	Detectie van ongewenste situaties	138	4.4.6	Dampbalans- of dampretoursystemen	168
4.1.3	Bestrijding van ongewenste situaties	138	4.4.7	Dampverwerkingsinstallaties (DVI's)	171
4.2	Veiligheid	139	4.4.7.1	Membraanfiltratie	171
4.2.1	VGM-beleid en organisatie, management-betrokkenheid	139	4.4.7.1.1	Procesbeschrijving	171
4.2.2	VGM-structuur	139	4.4.7.1.2	Systeemconfiguratie	172
4.2.3	Werkplekinspecties	139	4.4.7.1.3	Technische aspecten	173
4.2.4	Actieplan	139	4.4.7.1.4	Ontwerpcriteria	174
4.2.5	Risico inventarisatie en evaluatie	139	4.4.7.2	Drukval adsorptie (Pressure Swing Adsorption)	174
4.2.6	Selectie van personeel	140	4.4.7.2.1	Procesbeschrijving	174
4.2.7	Voorlichting en instructie	140	4.4.7.2.2	Systeemconfiguratie	175
4.2.8	VGM-communicatie en -overleg	140	4.4.7.2.2.3	Emissieconcentratie	176
4.2.9	Regels/voorschriften, V&G-plan project/werk, voorbereiding van noodsituaties	141	4.4.7.2.4	Benodigde utiliteiten	176
4.2.10	VGM-inspecties en observaties	142	4.4.7.2.5	Beperkingen m.b.t. sommige vervuilende componenten	177
4.2.11	Bedrijfsgezondheidszorg	142	4.4.7.2.6	Ontwerpcriteria	177
4.2.12	Inkoop en keuring van materiaal, materieel, middelen en diensten	142	4.4.7.3	(Cryo-)condensatie	177
4.2.13	Melding, registratie van en onderzoek naar ongevallen, incidenten en onveilige situaties en handelingen	143	4.4.7.3.1	Procesbeschrijving	177
4.3	Brand	144	4.4.7.3.2	Technische aspecten	178
4.3.1	Inleiding	144	4.4.7.4	Thermische oxidatie (verbrander, gasmotor, CEB-flare)	179
4.3.2	Brandpreventie	145	4.4.7.4.1	Introductie	179
4.3.3	Branddetectie	148	4.4.7.4.2	Verbrander	179
4.3.4	Brandprotectie	148	4.4.7.4.2.1	Algemeen	179
4.3.4.1	Inleiding	148	4.4.7.4.2.2	Procesbeschrijving	181
4.3.4.2	Passieve brandprotectie	150	4.4.7.4.2.3	Technische aspecten	181
4.3.4.3	Actieve brandprotectie	151	4.4.7.4.3	Gasmotor	182
4.3.5	Brandbestrijding	151	4.4.7.4.3.1	Algemeen	182
4.4	Emissiebeperkende maatregelen	153	4.4.7.4.3.2	Technische aspecten	182
			4.4.7.4.4	Ceb-flare (Clean Enclosed Burner – schone gesloten brander)	182

4.4.7.5	Polijsmethoden voor dampverwerkings- installaties	184
4.4.7.5.1	Algemeen	184
4.4.7.5.2	Drukvaladsorptie (Pressure Swing Adsorption - PSA).	184
4.4.7.5.3	Katalytische oxidatie (Catox )	184
4.4.7.5.4	Regeneratieve thermische oxidatie (RTO)	185

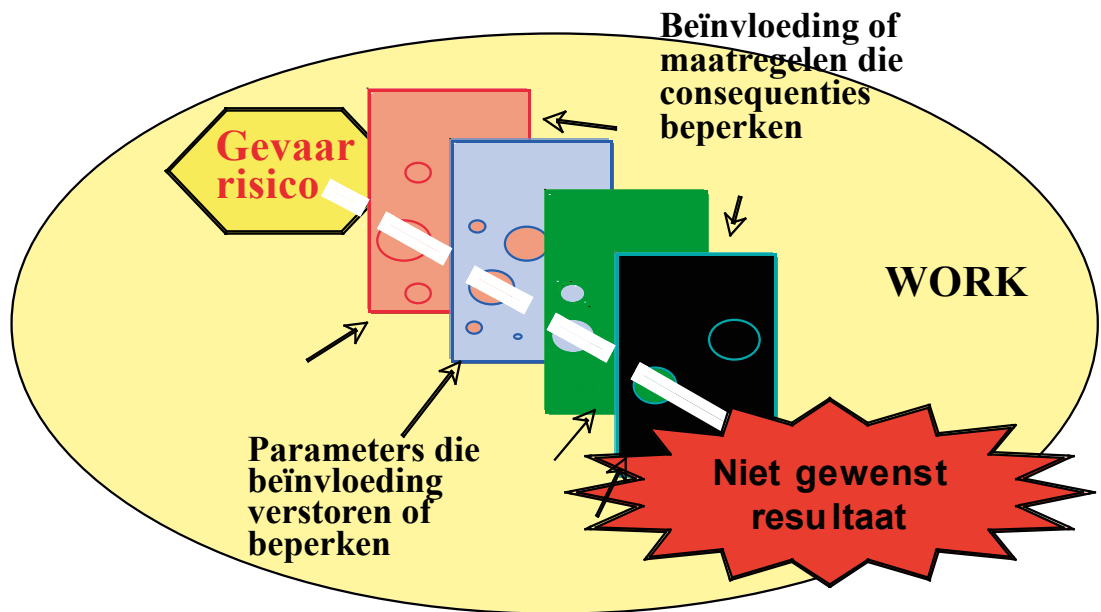
## 4.1

# Inleiding

Bij het opereren van bulk op- en overslaginstallaties zal de aandacht moeten liggen op het voorkomen van onveilige situaties. Indien die toch voor zouden kunnen komen, zullen er fysieke en organisatorische maatregelen moeten worden geïmplementeerd om de consequenties van onveilige situaties te beperken. Bij het vaststellen van die maatregelen moet ook beoordeeld worden of die maatregelen door parameters, die beïnvloeding verstoren of beperken, 'gaten' in die fysieke en organisatorische maatregelen kunnen aanbrengen (dit is geschematiseerd in figuur 4.1-1).

Figuur 4.1-1

*De relatie tussen een gevaar en een risico, de maatregelen die genomen worden om consequenties van gevaren te beperken en 'gaten' in die maatregelen die veroorzaakt worden door parameters die een beïnvloeding door maatregelen verstoren of beperken. Die 'gaten' leiden dan ongewild tot niet gewenste resultaten van die maatregelen.*



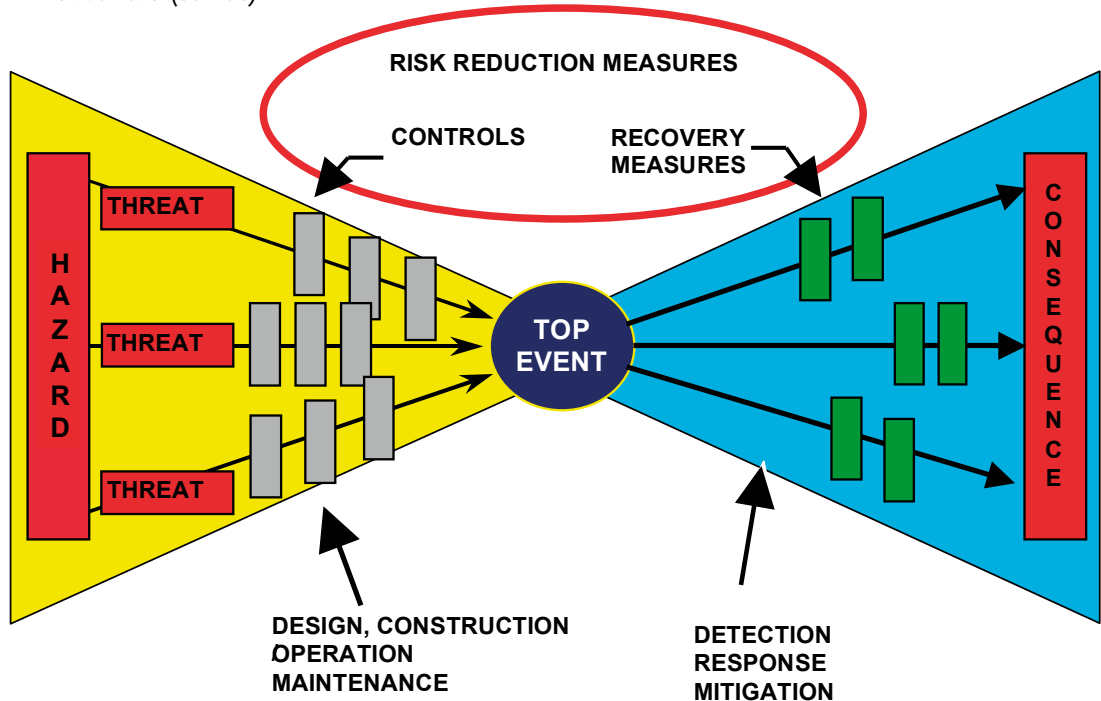
Om dit integrale systeem te inventariseren, te beoordelen en te evalueren zullen alle mogelijke gevaren van de gehele installatie bekeken moeten worden. Dan is aanpak alleen mogelijk via een integrale studie die de volgende deelgebieden omvat:

- Preventie van niet gewenste resultaten.
- Detectie van niet gewenste resultaten.
- Bestrijding van niet gewenste resultaten.

Op zichzelf kan deze aanpak zichtbaar gemaakt worden in een zogenaamd vlinderdasmodel (Bow tie) zie figuur 4.1-2.

Figuur 4.1-2

Vlinderdasmodel (bow tie)



In onderstaande hoofdstukken 4.1.1 en 4.1.2 wordt een eerste opsomming gegeven van aandachtsgebieden per mogelijkheid (preventie, detectie en bestrijding) voordat alle aandachtspunten voor veiligheid e.d. volledig beschreven worden.

## 4.1.1 Preventie van ongewenste situaties

### 4.1.1.1 Inleiding

Bij preventie van ongewenste situaties moeten alle activiteiten die plaatsvinden op een installatie in kaart gebracht worden. Daarbij kan men rekening houden met, bijvoorbeeld, de volgende aandachtsgebieden:

- Algemene preventie (ongeacht welke activiteit er uitgevoerd wordt).
- Preventie door een goed ontwerp.
- Preventie door veilig opereren.
- Preventie door het veilig uitvoeren van inspectie- en onderhoudstaken.
- Preventie door het inventariseren en evalueren van alle risico's.
- Preventie door het implementeren van veiligheidsprocedures.

In de volgende sub-hoofdstukken wordt steeds eerst een opsomming gegeven van preventiemogelijkheden per onderwerp (goed ontwerp, veilig opereren, veilig uitvoeren van I&O-taken, RE&I uitvoeren en implementeren van procedures). In daarna volgende subhoofdstukken wordt dan het begrip veiligheid en de daarbij horende, regelgeving e.d. verder beschreven.

### 4.1.1.2 Algemene preventie

Bij een initiële opsomming van mogelijkheden voor het voorkomen van ongewenste situaties in tankinstallaties kunnen de volgende algemene preventiemiddelen van toepassing zijn, onafhankelijk van de aard van de tankinstallatie en onafhankelijk van het te verladen of op te slaan product:

- Het opzetten, onderhouden en uitvoeren volgens 'Auditable Procedures':
  - Gedurende en tijdens ontwerpfase van de tankinstallatie.
  - Gedurende en tijdens de gehele operationele fase van een tankinstallatie.
  - Gedurende en tijdens het uitvoeren van inspectie- en onderhoudstaken/ activiteiten.
  - Gedurende en tijdens activiteiten mb.v. het 'mothballen' van tankinstallaties (indien van toepassing).
  - Gedurende en tijdens de sloopfase van (een gedeelte van) een tank-installatie.
- Samenwerking met zorginstellingen (ziekenhuizen / ambulances), lokale brandweer of met brandweerkorpsen uit omgeving of van burens, politiefunctionarissen (Ook gezamenlijke oefeningen).
- Reportages en evaluaties van Incidenten & 'Near misses'. Hoe om te gaan met rapportages en overleg met overheid indien incidenten plaatsvinden.

### 4.1.1.3 Preventie door goed ontwerp

Een initiële opsomming van mogelijkheden voor het voorkomen van ongewenste situaties door het maken van een goed ontwerp van opslagtanks en totale tankinstallaties is onderstaand weergegeven. Daarbij gaat het alleen om het voorkomen van incidenten en niet om het verkleinen van consequenties van incidenten:

- Lay-out van tankdepot of -terminal (Veiligheidsafstanden); ATEX classificatie [7] en [8].
- Deugdelijke rimseals op drijvende daken (App. D3 EEMUA 159 [45] -X/+3X, vuurbestendig, etc.).
- Full contact IFC's.
- Linear heat detection systeem boven secundaire seal van drijvende daken.
- Voldoende aantal en dimensies van shunts op seals van drijvende daken.
- Non Return Valves op drainsystemen van drijvende daken.
- Onafhankelijke Hoog en Hoog-Hoog alarmsystemen en tripsystemen.
- Duo-directionale detonatiebegrenzers in VRU-aansluitingen.
- Water gevulde drainagesystemen van tankputten e.d. (gas opsluitingen).

### 4.1.1.4 Preventie door het veilig opereren

Een initiële opsomming van mogelijkheden voor het voorkomen van ongewenste situaties door het veilig opereren van tankinstallaties is onderstaand weergegeven:

- Procedures voor Isolatie van E & I-systemen.
- Procedures voor drainactiviteiten van drijvende daken, tanks en compounds (tankputten).
- Procedures voor spoelen, schoonmaken e.d.
- Procedures voor purgen (d.m.v. stikstofspoeling zuurstofvrij maken van gesloten ruimtes ter voorkomen van explosiegevaar).
- Ventilatieprocedures bijwerken in gesloten ruimtes.
- Tank commissioning procedures.
- Routine in-service inspecties (door operatiepersoneel) aan tanks of onderdelen daarvan).
- Preventie van opbouw van statische electriciteit (splash loading, switch loading, low sulphur fuels and polar products, filling rates, floating roof rising and lowering speeds).
- Procedures en toezicht op housekeeping.
- Gezondheidsrisico's / klachten bij verlading van bijvoorbeeld benzeen of MTBE (Methyl-tert-butyl ether) tanks op lokatie waarin vroeger loodhoudende benzines opgeslagen waren.



#### 4.1.1.5 Preventie door het veilig uitvoeren van inspectie- en onderhoudstaken

Een initiële opsomming van mogelijkheden voor het voorkomen van ongewenste situaties door het veilig uitvoeren van inspectie- en onderhoudstaken is onderstaand weergegeven:

Personele afpraken:

- Het hebben van gecertificeerd en getraind personeel op HSE-gebieden.
- Selectie en gebruik van alleen VCA\* of VCA\*\* gecertificeerde (sub)contractors/aannemers.
- Het hebben of alleen toestaan van gediplomeerde chauffeurs op (vracht)wagens, road- en railtankers, heftrucks etc.

Het opzetten, onderhouden en uitvoeren van procedures voor het bewaken van:

- Management of Change control.
- Elektrische isolaties.
- Tankoperaties (landen van drijvende daken, tankschoonmaakactiviteiten, etc.).
- Preventief onderhoud in plaats van reactief onderhoud.
- Box – Up procedures
  - Commissioning procedure voor drijvende daken;
  - Hydrostatische en pneumatische test procedures;
  - Aansluitprocedure voor aardingssystemen;
  - Aansluitprocedures voor elektrische- en instrumentatiesystemen.

#### 4.1.1.6 Preventie door Risico Inventarisatie & Evaluatie studies

Een initiële opsomming van mogelijkheden voor het voorkomen van ongewenste situaties is onderstaand weergegeven:

Risico Inventarisatie en Evaluaties met betrekking tot significante en kritische activiteiten en taken, zoals:

- Operaties op steigers (scheepsverlading).
- Operaties m.b.t. verlading naar road- en railtankers.
- Zowel routinematige als niet-routinematige operationele activiteiten.

#### 4.1.1.7 Preventie door het implementeren van veiligheidsprocedures

Een initiële opsomming van mogelijkheden voor het voorkomen van ongewenste situaties is onderstaand weergegeven:

- Het uitgeven van Werkbonnen (Work Permits) die minimaal bevatten:
  - Informatie, instructie and training aan staf, personeel van het eigen bedrijf en van aannemers.
  - Duidelijke identificatie van wie geautoriseerd is en wie verantwoordelijk is voor het specificeren van noodzakelijke maatteregelen.
  - Wanneer moeten er specifieke risicoinventarisaties en -evaluaties worden uitgevoerd (zogenaamde Job Safety Assessments).
- Het hebben van instructies mb.t. het werken in gesloten ruimtes (confined spaces).
- Het hebben van instructies mb.t. het werken op hoogte.
- Het hebben van instructies mb.t. het dragen van persoonlijke beschermings- middelen zoals overalls (antistatisch), veiligheidsschoenen, helmen, gehoor-bescherming, gasmaskers etc.
- Het hebben van instructies mb.t. het eventuele gebruik van toevoegmiddelen in tanks en het gevaar dat deze stoffen kunnen hebben op de gezondheid of het milieu.

- Het opzetten, beheren en uitvoeren van een veiligheidsplan (ter voorkomen van bv. ontstekingsbronnen e.d.) dat minimaal bevat:
  - Poorttoeganginstructies.
  - Beoordelingsinstructies voor schepen, treinen en roadtankers en hoe om te gaan met personeel van die transportmiddelen + ingangs- / uitgangscntroles op dat (vreemde) personeel.
  - Signalering en controle op het zich houden aan veilig gedrag van iedereen die zich op het terrein bevindt ten aanzien van:
    - Niet roken.
    - Drugs- en alcoholverbod
    - Gebruik van mobiele telefoons (al of niet EX-gekeurd of helemaal niet).
    - Gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen.
    - Beperking op toegang van auto's, vrachtwagens, e.d.

#### 4.1.2 Detectie van ongewenste situaties

Een initiële opsomming van mogelijkheden voor het detecteren van ongewenste situaties is onderstaand weergegeven:

- Lineaire warmte detectiesysteem boven rimseals.
- Gas – of rook detectieapparatuur.
- Temperatuur- of drukindicatoren of –sensoren.
- Handmatig bedienbare alarmeringssystemen.
- Detectie apparatuur van koolwaterstof – of andere gevaarlijke gassen
- Detectie/controlesystemen ingebouwd in tank/fundatiesysteem (2e lijns-bescherming).

#### 4.1.3 Bestrijding van ongewenste situaties

Hier moet afgevraagd worden of de Emergency Response Management adequaat is geregeld en geïmplementeerd. Daarbij wordt aandacht gegeven aan, bijvoorbeeld, de volgende gebieden:

- Plannen en procedures voor product spill (land en water) beschikbaar?
- Bruikbaarheid van brandbestrijdingsmiddelen?
- Schuimvoorraden?
- Hulp aan 'buren'?
- Gasdetectiesystemen?
- Droge of water gevulde ringleidingen?
- Lay-out van installatie en wegen adequaat voor toegang van ambulances, brand-bestrijdingsmiddelen en brandweerauto's?
- Emergency control room (commando en controle)?
- Emergency Management Team: zijn taken en verantwoordelijkheden bekend en beschreven?
- Zijn verzamelpunten voor personeel, bezoekers en contractors bekendgemaakt en voldoende aangegeven?
- Zijn veiligheidsinstructies gegeven aan bezoekers?
- Zijn voldoende noodmaatregelen en instructies aanwezig voor het betreden en/of werken in besloten ruimtes en zijn die getest?
- Is het Emergency Response Team bekend met de specifiek voor een installatie geldende of opgestelde risico's, de (calamiteiten)bestrijdingsplannen, de beschikbare middelen en personeel, de strategieën en de tactische inzet van middelen en personeel?
- Zijn de brandweerlieden of het personeel van de (bedrijfs)ambulances in het bezit van rijbewijzen om met blusmaterieel te rijden/om te gaan?

## 4.2 Veiligheid

### 4.2.1 VGM-beleid en organisatie, managementbetrokkenheid

In eerste instantie moet er een beleidsverklaring m.b.t. veiligheid, gezondheid en milieu, worden opgesteld. Dit moet betrekking hebben op zowel eigen personeel als tijdelijke krachten. In deze beleidsverklaring moet het management haar positieve houding, betrokkenheid en verantwoordelijkheid ten aanzien van VGM-aspecten vast leggen. Het personeel moet bekend zijn met de beleidsverklaring en de verklaring moet minimaal binnen drie jaar worden geëvalueerd. Deze beleidsverklaring moet minimaal aandacht schenken aan:

- Voorkomen van persoonlijk letsel.
- De zorg voor veiligheid van derden.
- Voorkomen van materiële en milieuschade.
- Vastleggen van veiligheid in de bedrijfsvoering.
- Streven naar continue verbetering m.b.t. VGM.

### 4.2.2 VGM-structuur

Onder VGM-structuur wordt verstaan een organisatieschema met alle lijn-verantwoordelijken. Voor alle leidinggevende functies moeten de te verrichten taken en verantwoordelijkheden op VGM-gebied vastliggen.

### 4.2.3 Werkplekinspecties

Om te laten zien dat het management belang hecht aan een veilige, gezonde en milieuverantwoorde werkplek moet men minimaal 2 keer per jaar werklocaties van diverse opdrachtgevers inspecteren. De resultaten legt men schriftelijk vast inclusief een actieplan ingeval gebreken zijn geconstateerd.

### 4.2.4 Actieplan

Om gestructureerd aan veiligheids-, gezondheids- en milieuzaken te kunnen werken is het van belang periodiek een actieplan op te stellen. Dit dient jaarlijks te worden geëvalueerd.

### 4.2.5 Risico inventarisatie en evaluatie

Een risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E) is niet specifiek aan het VCA-certificaat gekoppeld. Maar op grond van de Arbo-wet zijn bedrijven wettelijk verplicht een RI&E op te (laten) stellen. Het bedrijf mag zelf een RI&E opstellen, maar deze moet dan wel worden goedgekeurd door een erkende bedrijfsgezondheidsdienst. Zo'n RI&E verloopt meestal als volgt. Men start met het inventariseren van de risico's en stelt wat het gewicht van het risico is, de ene riskante situatie is immers gevaarlijker dan de andere. Vervolgens deelt men de situaties in klassen in en stelt men prioriteiten en maatregelen voor om deze risico's te beheersen. Op deze manier kan men effectief aan risicobeheersing werken. Men kan de risico's inventariseren en voor alle activiteiten vaststellen, maar natuurlijk ook per project. Uiteraard zijn er ook risico's die niet beheersbaar zijn. Meestal wordt dan gekozen voor het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen.

1. Inventariseer de risico's. Dit kan per werk of project maar ook per werkzaamheid.
2. Beschrijf hoe men de risico's wil gaan beheersen.
3. Stel de juiste persoonlijke beschermingsmiddelen ter beschikking. Persoonlijke beschermingsmiddelen moeten door het bedrijf aan de werknemers worden verstrekt, onderhouden en omgeruild. Over het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen dienen de medewerkers geïnstrueerd te worden.

#### 4.2.6 Selectie van personeel

De algemene eisen ten aanzien van vakkennis moeten zijn vastgesteld. Dit gaat op voor eigen personeel, tijdelijke krachten maar ook voor derden. In dit plan moet ook aangegeven zijn welke eisen men stelt bij het aannemen van nieuw personeel.

Daarnaast dient men voor specifieke (risicovolle) taken vast te stellen welke taakgerichte VGM-opleiding(en) zijn vereist.

##### Controlepunten:

1. Leg de vakopleidingseisen per functie vast. Dit moet voor zowel eigen als tijdelijk personeel.
2. Leg de vakopleidingseisen bij risicovolle taken vast. Zorg ervoor dat eigen en tijdelijke medewerkers voordat ze risicovolle taken uitvoeren, goed geïnstrueerd zijn en beschikken over de juiste opleiding.
3. Eigen en tijdelijke werknemers moeten in een voor hen begrijpelijke taal kunnen communiceren. Zij die het Nederlands onvoldoende beheersen moeten in een voor hen begrijpelijke taal ingelicht worden over VGM-zaken.

#### 4.2.7 Voorlichting en instructie

Het is de taak van de werkgever nieuwe werknemers, inleenkrachten en stagiaires doelmatig te informeren over de VGM-zaken in het algemeen en in het bijzonder over die facetten die te maken hebben met hun werkzaamheden.

Vanaf 1 januari 2000 moeten uitvoerende medewerkers de cursus 'Basisveiligheid' gevolgd hebben en leidinggevend (boven het niveau van meewerkend voorman) de cursus 'Veiligheid voor Leidinggevend'. Men is daarbij vrij in het kiezen van een opleidingsinstituut. Het examen moet echter worden afgelegd bij een erkende exameninstelling. De gevolgde opleidingen legt men vast in het veiligheidspaspoort.

Controlepunten:

1. Bestaat er een bedrijfseigen VGM-voorlichting bij indiensttreding van nieuw personeel en tijdelijke krachten. Dit moet onder andere gaan over:
  - a. Hebben medewerkers een VCA opleidingen gevolgd en is deze nog up-to-date?
  - b. Hebben de V&G- en de milieufunctionaris een specifieke V&G/milieu- opleiding gevolgd?
  - c. Eventuele aanwezigheid van veiligheidspaspoorten.

#### 4.2.8 VGM-communicatie en -overleg

VGM-overleg tussen de directie en werknemersvertegenwoordiging dient op een gestructureerde wijze plaats te vinden. Voor organisaties met meer dan 35 medewerkers kan dit overleg plaats vinden tussen de VGMW-commissie van de ondernemingsraad en de directie. Bij kleinere organisaties gaat dit vaak in de vorm van zogenaamde 'toolboxmeetings'. Tijdens een toolboxmeeting stelt de direct leidinggevende een VGM praktijkprobleem aan de orde.

#### Controlepunten:

1. Is er minimaal 4 keer per jaar VGM-overleg tussen directie en werknemersvertegenwoordiging?
2. Wordt op alle organisatieniveaus overleg gevoerd waarbij VGM een belangrijk onderdeel is van de agenda?
3. Worden minimaal 10 keer per jaar toolboxmeetings gehouden door een direct leidinggevende waarbij zowel eigen als tijdelijk operationeel personeel aanwezig zijn? Aan de orde komt bijvoorbeeld: gebruik van specifieke PBM, ongevallen of incidenten die hebben plaatsgevonden, noodplannen, omgaan met specifieke apparaten, orde en netheid, etc.
4. Zijn er promotieactiviteiten waarbij aandacht is voor VGM-onderwerpen?

### 4.2.9

#### Regels/voorschriften, V&G-plan project/werk, voorbereiding van noodsituaties

Afhankelijk van de complexiteit van de organisatie, de aard van de werkzaamheden, etc. moet men voorschriften opstellen over VGM-gedrag en de uitvoering van werkzaamheden. In bepaalde gevallen moet er ook een projectveiligheidsplan aanwezig zijn.

Voor aanvang van de werkzaamheden moet men werknemers, inclusief derden, uitvoerig informeren over de regels en voorschriften van de eigen werkgever en opdrachtgever over de uit te voeren werkzaamheden en de VGM-aspecten. In bepaalde gevallen moet men bij deze voorlichting ook de onderaannemers betrekken. In ieder geval moeten hierover afspraken gemaakt zijn.

#### Controlepunten:

1. Zijn er duidelijke afspraken over VGM-gedrag en uitvoering van werkzaamheden? Deze dienen schriftelijk te zijn vastgelegd en op de werklocatie aanwezig zijn. Dit is alleen van toepassing voor VCA \*\*.
2. Werkt het bedrijf met een project of werkplan met daarin VGM-eisen en maatregelen, zoals een taak risicoanalyse specifieke werken, doelstellingen veiligheid, PBM, introductieprogramma, specifieke opleidingseisen, organisatie van veiligheidsinspecties, VGM-promotieplannen, incidentenrapportage, etc.?
3. Worden voor de start van het werk of project de specifieke veiligheidsrisico's en de te nemen maatregelen doorgesproken met de opdrachtgever?
4. Worden de eigen en tijdelijke werknemers geïnstrueerd met betrekking tot specifieke regels en voorschriften, die van toepassing zijn op het uit te voeren werk of project?
5. Worden er, indien van toepassing, start-werkvergaderingen met de onderaannemers gehouden op het gebied van VGM?
6. Zijn er maatregelen genomen m.b.t. het verzamelen, opslaan en afvoeren van afvalstoffen? Worden er voldoende preventieve maatregelen genomen ter voorkoming van milieuschade?
7. Is er een organisatie om om te gaan met noodsituaties? In een noodplan wordt vastgelegd hoe men omgaat bij noodsituaties. Het personeel moet op de hoogte zijn van het plan en men moet dit ook regelmatig oefenen. In ieder geval moeten de volgende punten aan de orde komen: waarschuwings- en alarmeringsprocedures, taken en verantwoordelijkheden van betrokken functies en medische verzorging, organisatie en personele invulling. Daarnaast wordt gekeken of de opleiding van de medewerkers hiervoor toereikend is.
8. Aanwezigheid van EHBO- en brandblusmiddelen op de vestigingen en op projecten of werken waar de opdrachtgever hier niet in voorziet. Eveneens dient aangegeven te zijn wie verantwoordelijk is voor het onderhoud van deze middelen.

#### 4.2.10 VGM-inspecties en observaties

De direct leidinggevenden dienen regelmatig de werkplek te inspecteren op VGM- aspecten. Gevaarlijke handelingen of situaties dient men zoveel mogelijk direct op te lossen. Als dit niet mogelijk is moet men deze onveilige situaties of handelingen onderzoeken, maatregelen treffen en deze maatregelen evalueren in hoeverre ze effectief waren.

##### Controlepunten:

Voeren de betrokken leidinggevenden minimaal 1 keer per maand werkplekinspecties uit? Men kan daarbij letten op risicovolle taken, naleving van de veiligheidsregels en -voorschriften incl. gebruik van PBM, orde en netheid, gevaarlijke situaties en handelingen, omgaan met gevaarlijke of milieubelastende stoffen, status van EHBO-koffer, brandblusapparaten, etc., status, veilig en juist gebruik van gereedschap en equipment, etc. Vindt er voldoende opvolging plaats van actiepunten die uit de inspecties en observaties volgen? Als bij inspecties en observaties tekorten worden geconstateerd vindt er dan een trendanalyse plaats van deze tekortkomingen?

#### 4.2.11 Bedrijfsgezondheidszorg

De aannemer moet gebruik maken van een erkende (interne of externe) dienst voor gezondheidskundig onderzoek, meting van blootstellingsniveaus en arbeids-hygiënisch onderzoek. Een gezondheidskundig onderzoek is nodig als de werkzaamheden extra risico's opleveren. Indien gewenst kan het resultaat van dit onderzoek worden vermeld in het veiligheidspaspoort. De bedrijfsgezondheidsdienst dient men actief te betrekken als door ziekte of ongeval de inzetbaarheid van medewerkers veranderd is.

##### Controlepunten:

1. Maakt de organisatie gebruik van een dienst die bedrijfsgezondheidszorg verleent?
2. Ligt op basis van geïnventariseerde risico's vast welke werknemers een periodiek gezondheidskundig onderzoek moeten ondergaan?
3. Worden werknemers bij indiensttreding en bij werkhervatting na ziekte of ongeval gezondheidskundig onderzocht als dit, met betrekking tot de specifieke eisen die hun functie met zich meebrengt, noodzakelijk is?
4. Biedt het bedrijf werknemers de mogelijkheid op eigen initiatief gezondheidskundig onderzoek te ondergaan of de dienst te raadplegen die bedrijfs-gezondheidszorg verleent, onafhankelijk van de risico's waaraan zij blootstaan?

#### 4.2.12 Inkoop en keuring van materiaal, materieel, middelen en diensten

Met behulp van een inkoopprocedure waarin aandacht is voor de VGM-aspecten kan men voorkomen dat er onveilige en milieuverontreinigende materialen, materieel en middelen worden ingekocht. In een aantal gevallen moet men gebruik maken van gecertificeerd materiaal of materieel. Als de middelen eenmaal ingekocht zijn moet voornamelijk de kritieke apparatuur in goede staat blijven om ongevallen te voorkomen. Dit kan het beste door de middelen op een systematische wijze te keuren en administreren. Goedgekeurde middelen moeten zijn voorzien van bijvoorbeeld een sticker of label zodat het voor iedere gebruiker duidelijk is. Een keuring is echter een momentopname. De gebruiker moet dan ook, voordat hij de middelen gaat gebruiken visueel controleren of deze veilig te gebruiken zijn.

#### Controlepunten:

1. Hanteert men bij aanschaf van risicovolle materialen en materieel of middelen een beoordelingsstelsel m.b.t. VGM-specificaties? Deze VGM-beoordeling dient onderdeel te zijn van de inkoopprocedure bij aanschaf van risicovol materiaal, materieel of middelen zoals; vorkheftrucks, slijptollen, klimmaterieel, PBM, hoge druk reinigers, cirkelzagen, etc.
2. Wordt waar nodig gebruik gemaakt van gecertificeerd materieel/middelen?
3. Is er een stelsel voor het periodiek keuren van materieel en middelen en wordt dit stelsel geactualiseerd? Voorbeelden van apparatuur die jaarlijks dient te worden gekeurd: hijsgereedschap en -middelen, draagbaar klimmaterieel zoals ladders en rolsteigers, personen- en materiaalliften, brandblussers, hefwerktuigen en transportmaterieel, elektrisch handgereedschap, lasdiesels en lasapparatuur, specifieke PBM.
4. Indien afgeweken is van de jaarlijkse frequentie hoe is dit onderbouwd?
5. Rapportage van keuringen.
6. Is het gekeurde materieel/middelen geïdentificeerd door aanduiding op het desbetreffende materieel/middelen? Veelal een sticker of label met daarop de eerstvolgende datum van keuring. Is dit laatste niet mogelijk dan kan men gebruik maken van een kleurcodering.
7. Worden waar mogelijk VCA-gecertificeerde onderaannemers ingeschakeld?
8. Worden waar mogelijk VCU-gecertificeerde uitzendbureaus ingeschakeld?

### 4.2.13

#### Melding, registratie van en onderzoek naar ongevallen, incidenten en onveilige situaties en handelingen

(Bijna) ongevallen, incidenten, onveilige situaties, onveilige handelingen en milieuverontreinigingen dient men te onderzoeken. Vervolgens moet men concrete actiepunten opstellen om herhaling te voorkomen.

Bij bepaalde ongevallen en (milieu)incidenten is men wettelijk verplicht dit te rapporteren aan overheidsinstanties en opdrachtgevers.

#### Controlepunten:

1. Is er een procedure voor het melden en registreren van ongevallen met en zonder verzuim, brand, milieuschade en grote materiële schade?
2. Worden ongevalsgegevens periodiek zichtbaar in het bedrijf gepubliceerd?
3. Is er een procedure voor het melden en registreren van bijna ongevallen, onveilige handelingen/situaties?
4. Vindt er onderzoek plaats van ongevallen met en zonder verzuim, brand, milieuschade en grote materiële schade?
5. Is er een beleid om na een ongeval, indien mogelijk, aangepast werk aan te bieden?

## 4.3 Brand

### 4.3.1 Inleiding

Binnen het bedrijfsleven dat zich met vloeibare bulk op- en overslag bezighoudt – en dus ook op de toezicht-houders van het bevoegd gezag – zou het zwaartepunt van aandacht moeten liggen op het bepalen van het begrip ‘brandveiligheid’. De opstellers van dit document gaan er daarbij vanuit dat ‘brandveiligheid’ een integrale toepassing is van:

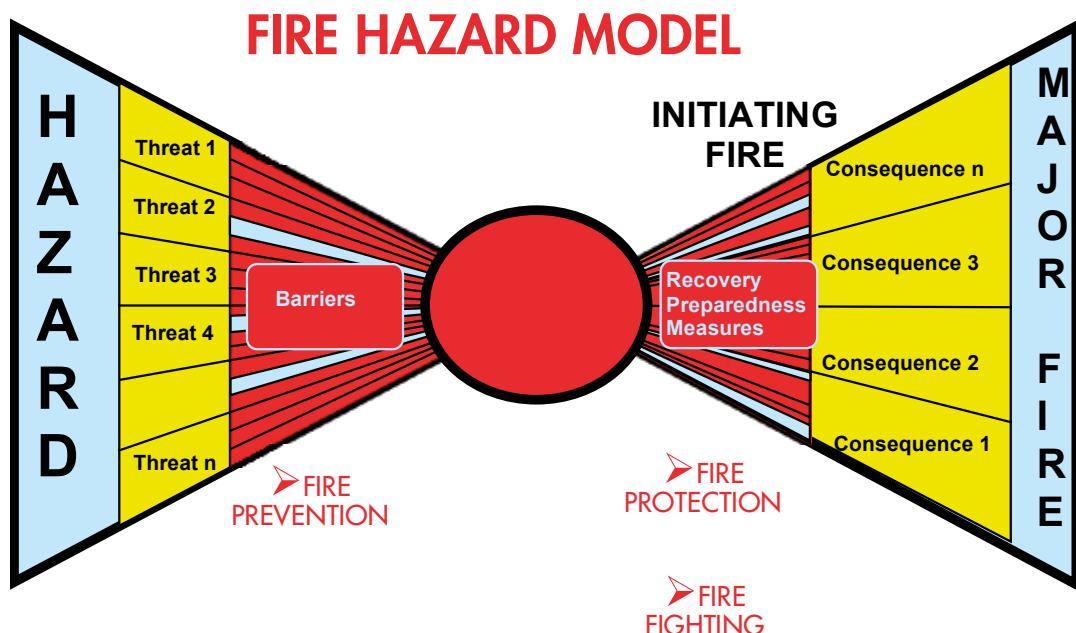
- brandpreventie.
- branddetectie.
- brandprotectie
- brandbestrijding.

Daarom zou van elke installatie een volledige brandveiligheidsrisicostudie uitgevoerd moeten worden die niet alleen op basis van het bestrijden van calamiteiten moet zijn geënt, maar die veel meer is gestoeld op een integrale aanpak van risico's die zowel economisch als op het gebied van HSE (Health Safety and Environment = Gezondheid, Veiligheid en Milieu) geldig zijn voor de gehele levensduur van een installatie. Daarbij gaat het dan niet om gevolgen te bestrijden maar om het onzichtelijk brengen van het ontstaan van, bijvoorbeeld, brandbare dampmengels en of het mogelijk is die, binnen het proces van de installatie, te voorkomen. Als dat laatste lukt dan is bestrijding ook niet meer van toepassing. Deze opstelling zal voor veel installaties aanpassingen betekenen. Het uiteindelijke resultaat, echter, zal sneller uitvoerbaar en kosteneffectiever zijn dan compleet in te zoemen op het bestrijden van calamiteiten.

Die complete integrale aanpak zal, bv, beoordeeld kunnen worden aan de hand van het zogenaamde Vlinderdasmodel (Bow tie), zie figuur 4.3.1-1.

Figuur 4.3.1-1

Vlinderdasmodel (bow tie)



Dit Vlinderdasmodel geeft mogelijke bedreigingen binnen een proces weer (in dit geval op- en overslag van vloeibare koolwaterstoffen) die d.m.v. het doorlopen van schatten van soort bedreiging, het nemen van maatregelen ter minimalisering van consequenties, de gevolgen van grote catastrofes beperken.



Het Centrum voor Industriële Veiligheid geeft, via haar website: [www.centrum-iv.nl](http://www.centrum-iv.nl), gratis toegang tot de documenten CIV 02 t/m CIV 04 t.w.:

- CIV 02 Brandveiligheid Opslagtanks - Technical Frame of Reference
- CIV 03 Brandveiligheid Opslagtanks – Auditmethodologie
- CIV 03 bijlage A – methode voor scenario gebaseerde incidentanalyse
- CIV 03 bijlage B – werkblad scenarioanalyse (los)
- CIV 03 bijlage C - de werkbladen
- CIV 04 Brandveiligheid Opslagtanks – Oorzaak – Gevolg diagrammen

In deze documenten wordt brand vanuit een scenario-optiek benaderd. De opstellers van dit document hebben gemeend beter integraal naar deze CIV-documenten te verwijzen in plaats van deze (of delen ervan) over te nemen. Internationaal zijn er echter drijfveren om de scenario-optiek te vervangen door een integrale aanpak van 'brandveiligheid' door middel van de vier genoemde deelgebieden (preventie, detectie, protectie en bestrijding) aan de orde te stellen. In onderstaande sub-hoofdstukken worden die deelgebieden verder beschreven.

### 4.3.2 Brandpreventie

Als we de processen binnen vloeibare bulk op- en overslag beoordelen dan zijn verschillende parameters van toepassing van producten die een calamiteit kunnen veroorzaken:

- Ontvlambaarheidsgebied (het gebied van damp-/luchtmengsels tussen de LEL en HEL of LFL en UFL) \*) grenzen, zie tabel 4.3.2-1).
- De vlampuntwaarde van een product (de temperatuur van een vloeibare brandstof, waarbij de verdampte hoeveelheid gassen zullen ontbranden als die in aanraking komen met een ontstekingsbron (vonk, vuur), zie tabel 4.3.2-2).
- Zelfontbrandingstemperatuur (de temperatuur waarbij de vloeistof, zonder ontstekingsbron, spontaan in brand raakt, zie tabel 4.3.2-2).
- De dichtheid van de gassen die verdampt zijn uit een vloeibaar product, zie tabel 4.3.2-3.

\*) LFL = Lower Flammability Level                      UFL = Upper Flammability Level  
LEL = Lower Explosion Level                      HEL = Higher Explosion Level

Tabel 4.3.2-1                      Ontvlambaarheidsgebied van enkele koolwaterstoffen (percentages van oplossing van damp in lucht met 21% zuurstofconcentratie).

	LFL	UFL
Gasoline	1.3	7.6
Gasoil (Diesel)	0.6	6.5
Kerosine	0.7	6.0
Propaan	2,1	9,5
Ethanol	3.4	19
Methanol	5.5	44
Butaan	1,8	8,4
Methaan	5,0	15,0

< LFL of LEL betekent:                      te weinig concentratie van koolwaterstoffen in een damp-luchtmengsel zodat er geen ontbranding of explosie kan plaatsvinden.

>UFL of HEL betekent:                      te weinig zuurstofconcentratie in een damp-luchtmengsel zodat er geen ontbranding of explosie kan plaatsvinden.

De gebieden tussen LFL (LEL) en UFL (HEL) zijn dus mengselconcentraties waarbij ontbranding of explosies kunnen ontstaan als er een ontstekingsbron is.

Tabel 4.3.2-2

Vlampuntswaarde en zelfontbrandingstemperatuur van enkele producten

Product	Vlampunt [ °C ]	Zelfontbrandingstemperatuur [ °C ]
Propaan	Gas	460
Pentaaan	-40	309
Benzine	-30	456
smeerolie	148	260
olijfolie	250	370

Tabel 4.3.2-3

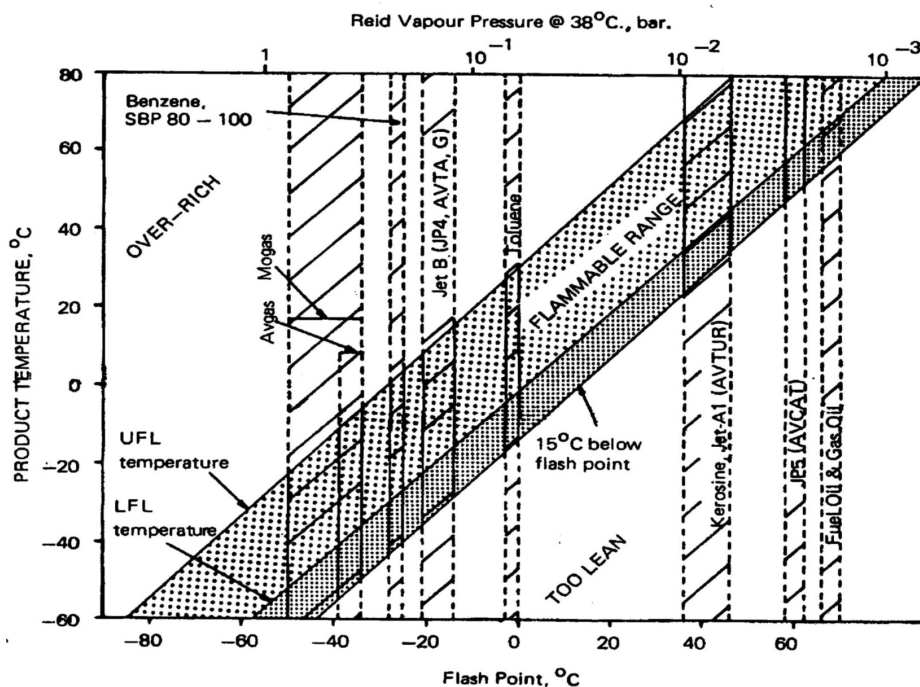
Relatieve dichtheid van dampfase van enkele producten t.o.v. dat van lucht (dimensieloos)

Product	Dichtheid van damp (lucht is 1 [-])
Benzine	3,4
Propaan	1,6
Pentaaan	2,5
Butaan	2,0
Waterstof	0,1

In onderstaande grafiek 4.3.2-4 is een correlatie aangegeven van verschillende producten en de daarbij behorende karakteristieke parameters en in welk concentraties en temperaturen het mengsel damp-lucht zich dan bevindt tussen de LFL (LEL) en UFL (HEL)-grenzen.

Grafiek 4.3.2-4

Relatie tussen productparameters en temperatuur en de gebieden waarbij lucht-dampmengsels zich bevinden tussen de LFL (LEL) en UFL (HEL) grenzen)



Het op- en overslaan van vloeibare producten zal zich dan moeten toeleggen om die activiteiten zodanig uit te voeren zodat damp-luchtconcentraties binnen de LFL (LEL) en UFL (HEL)-grenzen niet (kunnen) optreden of ontstaan.

Bij preventie zal men zich, echter, te allen tijde moeten realiseren dat er geen absoluut veilig proces bestaat, maar dat een brand niet catastrofaal hoeft te zijn. Naast de bovengenoemde integrale aanpak zal ook aandacht gegeven moeten worden aan de volgende gebieden:

#### Voorkomen van lekkages:

- Beperken van het aantal flensverbindingen.
- Minimaliseren van pijpansluitingen met kleine diameters aan / in grote installaties/tanks.
- Toepassen van een dubbele mechanische afdichting/pakking bij LPG- verlading of verlading van nog lichtere producten en bij verlading van producten op temperaturen boven de zelfontbrandingstemperatuur.
- Het implementeren, onderhouden, naleven en auditen van operationele procedures

#### Minimaliseren van hoeveelheden die bij lekkages vrijkomen door:

- Snelheid van detectie zo kort mogelijk te houden.
- Nood-decompressiesystemen te implementeren.
- Nood-blow-down en shut-downsystemen te integreren.
- Kleppen in 'fail safe' toestand te laten staan.
- Af te wegen om isolatiekleppen van manuele bediening naar automatische bediening om te bouwen
- Alarmsystemen te koppelen aan stopzetten toevoerpompen.
- Daarbij moet men zich wel afvragen of alle systemen bedienbaar zijn en blijven bij calamiteiten.

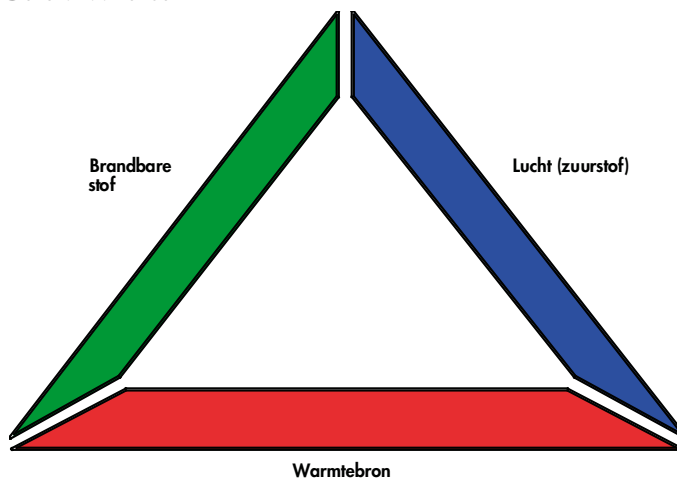
#### Minimaliseren van ontstekingsbronnen door:

- Invoeren van 'Electrical area classification'.
- Optimaliseren van Masterplanning en Plant lay-out.
- Afdekken van warme/hete oppervlakten.
- Geforceerde ventilatie toe te passen in afgesloten ruimtes.
- Het implementeren, onderhouden, naleven en auditen van operationele procedures.

Bij preventie gaat het dan ook om te voorkomen dat de drie (3) elementen van de branddriehoek samen komen in een proces (zie figuur 4.3.2-5).

Figuur 4.3.2-5

De 'branddriehoek'



Een brand kan alleen ontstaan, optreden of onderhouden worden als alle drie (3) de elementen – die door de zijden van de driehoek gekarakteriseerd worden – bij elkaar komen en blijven. Als één (1) element wordt verwijderd, kan er geen brand ontstaan.

### 4.3.3 Branddetectie

Als de preventiemaatregelen er niet in geslaagd zijn om een brand te voorkomen, is detectie nodig om tot actie over te gaan om een bestrijdingsactie in gang te zetten. Bij het detecteren van branden kunnen de volgende maatregelen opgesomd worden:

- Visuele observatie (tegenwoordig nauwelijks uitvoerbaar door een vermindering van kosten en door inzet van personeel anders dan wachtlopen).
- Directe detectie van een lekkage of een brand is essentieel:
  - Drukluftbuisjes boven rimseal van een drijvend dak of bij een lekkage bron van drukopslag (polyflow-systeem).
  - Nieuwe generatie infra-rood branddetectors.
  - Gasdetectieapparatuur bij lekkagebronnen van installaties en gebieds-bewaking.
- Inzet van computerprogramma's voor zgn 'fire- and gas mapping' om inzet van middelen en geld zo effectief mogelijk te bepalen (gebaseerd op hydrocarbon modelling tools). Maak wel inzichtelijk of de kosten van het instandhouden van een simpele detector vaak 6 tot 120 keer hoger liggen dan de kosten voor de initiële aanschaffing.
- Gebiedsmonitoring door CCTV (close circuit TV camera's). De filosofie m.b.t. het aanstellen van een zo klein mogelijke mensbezetting van een installatie maakt een dergelijke monitoring noodzakelijk. 'Best Practice' methode is om CCTV te combineren met branddetectieapparatuur.
- De detectie-eigenschappen en –capaciteit van procesinstrumentatiesystemen moeten daarbij niet overschat worden. De meeste systemen vragen grote lekkages om ontdekt te worden en het hebben van goed getraind en alert bewakingspersoneel is ook evident.

### 4.3.4 Brandprotectie

#### 4.3.4.1 Inleiding

De belangrijkste doelen van brandbestrijding is (i) het limiteren of het voorkomen van escalaties, (ii) het voorkomen van risico voor personeel en (iii) het minimaliseren van schade aan materialen en installaties. Dit kan gebeuren door:

#### Passieve brandprotectie

Brandprotectie vervult zijn functie zonder de noodzaak om in te grijpen (automatisch of handmatig).

#### Actieve brandprotectie

Slapende systemen die geactiveerd moeten worden om hun functie te vervullen:

- Water wordt in het algemeen gebruikt om (i) installaties in de omgeving van een brandbare bron te koelen en (ii) om een brand onder controle te houden of te blussen (met of zonder toevoeging van een schuimvormend middel).
- Hoge druk ringleidingen om een installatie voorzien van hydranten waarop, in geval van een brand, blusmiddelen kunnen worden aangesloten. De capaciteit van deze systemen zal alleen uitgelegd moeten worden voor die scenario's die werkelijk op kunnen treden.

Daarbij zal gekeken moeten worden naar de eigenschappen van verschillende materialen van een installatie en waar het punt ligt van wanneer er ingegrepen moet worden. De parameter die dat bepaalt, is de warmteradiatie die een materiaal kan weerstaan.

#### Effect van warmteradiatie op staal

- 8 kW/m<sup>2</sup> is geen probleem.
- Gebruik 12.5 kW/m<sup>2</sup> als niveau van ingrijpen.
- Dit criterium is kritisch voor de temperatuur van het staal (koolstofstaal verliest zijn sterkte bij temperaturen boven 425 °C).

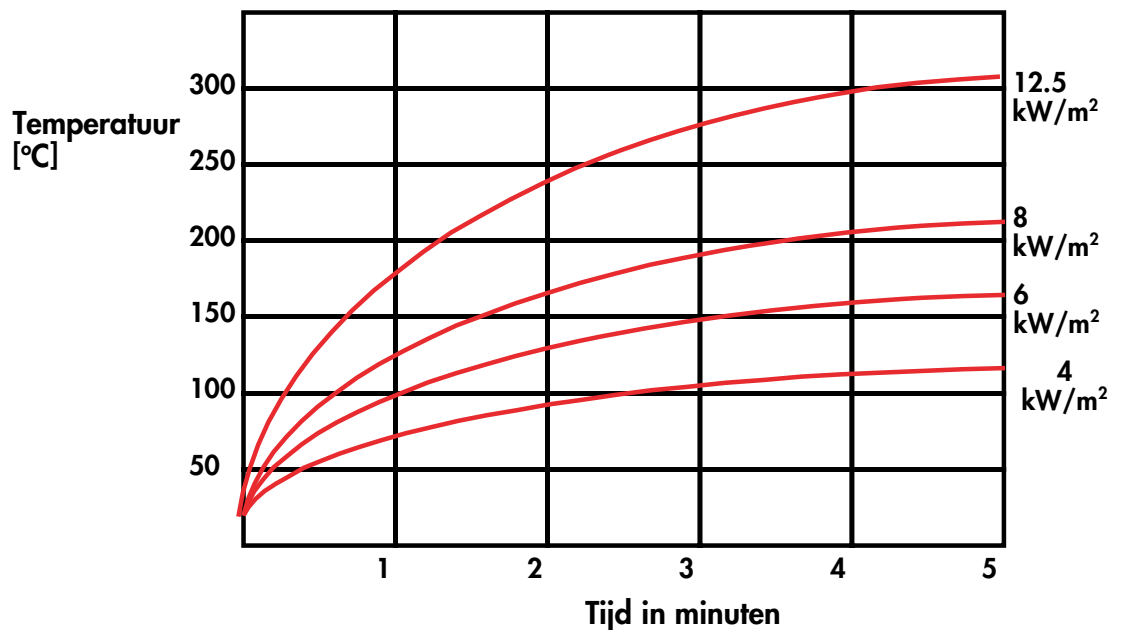
#### Effect van warmteradiatie op sommige brandbare materialen

- Maximaal 2 kW/m<sup>2</sup> voor PVC kabels.
- Maximale toelaatbare temperatuur voor kabels ligt tussen 100° en 150° C.
- Hout en verf zullen spontaan zelfontbranden bij 8 kW/m<sup>2</sup>.
- GVK (glasvezel versterkte kunststoffen) – indien met water gevuld of indien onder (water)druk en afhankelijk van gebruikt type van hars (wat gewoonlijk vuur-bestendig moet zijn binnen tankinstallaties) – vaak bestand tot meer dan 25 kW/m<sup>2</sup>. Indien niet gevuld, is het niveau van ingrijpen gelijk aan dat van PVC.

Het effect van warmteradiatie op staal (dat bij 425 °C zijn sterkte verliest) en de ontwikkelde temperatuur daarvan is zichtbaar gemaakt in figuur 4.3.4.1-1.

Figuur 4.3.4.1-1

Effect van warmteradiatie op stalen oppervlaktes

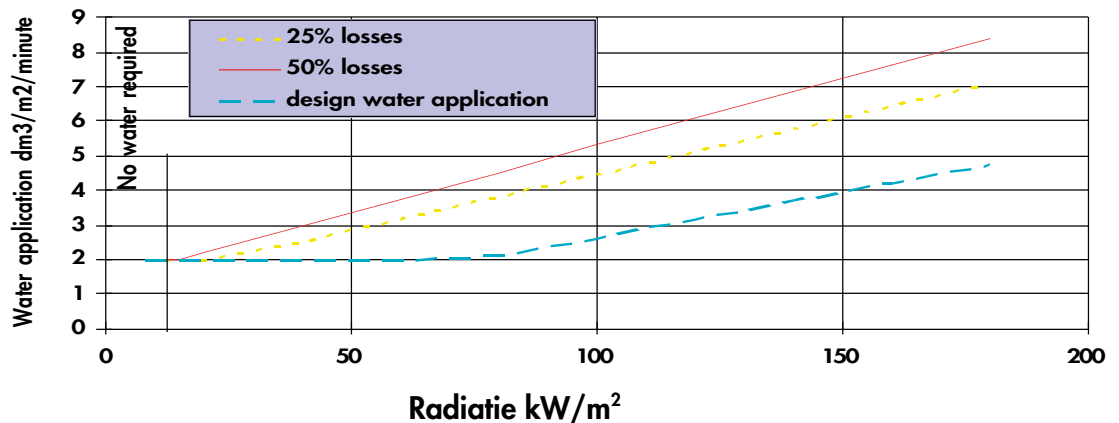


Deze figuur laat de relatie zien van de ontwikkelde oppervlakte temperatuur van staal gerelateerd aan het aantal minuten als het blootgesteld wordt aan bepaalde waarden van warmteradiatie.

Internationale literatuur geeft de benodigde hoeveelheid koelwater per oppervlakte-eenheid aan als staal blootgesteld wordt aan warmteradiatie. In onderstaande figuur 4.3.4.1-2 is dit weergegeven. Let daarbij op dat er mogelijk een additionele hoeveelheid water nodig is als er verspreiding van koelwater (door wind) sprake kan zijn.

Figuur 4.3.4.1-2

Benodigde hoeveelheid koelwater [liter/m<sup>2</sup>/min] per niveau van warmteradiatie



De PGS 29 [28] geeft ook minimale waterapplicatiehoeveelheden aan voor conventionele opslagtanks.

### 4.3.4.2 Passieve brandprotectie

Bij passieve brandprotectie wordt veelal gebruik gemaakt van systemen die het onderliggende materiaal voor een bepaalde tijd beschermen, totdat tot ingrijpen met actieve systemen overgegaan wordt.

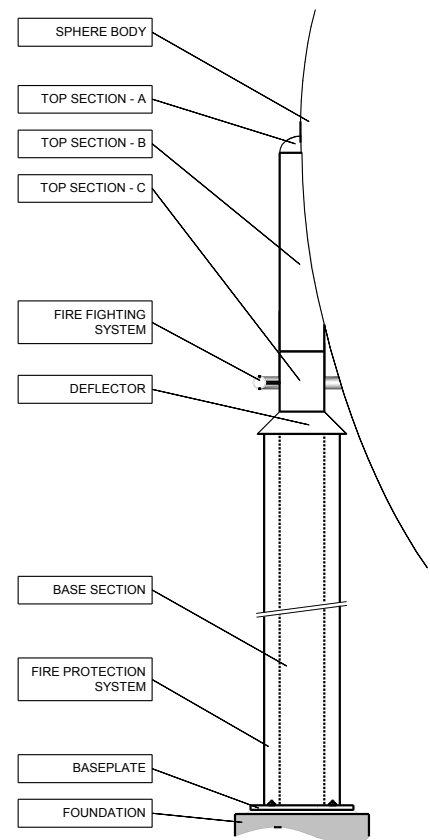
Een voorbeeld hiervan is het aanbrengen van een betonnen laag op ondersteuningskolommen van gasspheres (zie figuur 4.3.4.2-1).

Figuur 4.3.4.2-1

Typische opstelling van een ondersteuningskolom van een gassphere.

De kolom (poot) is voorzien van passieve brandbestrijding (beton) om ervoor te zorgen dat de stalen poot, ingeval van een brand, niet direct aangestraald wordt door een nabije brand.

Voor conventionele opslagtanks zijn geen passieve protectiesystemen van toepassing. Zoals hierboven aangegeven, wordt dit wel toegepast bij opslag-systemen voor gassen onder druk (zie ook hoofdstuk 2.1.1.4). Ook voor gekoelde en cryogene opslag van gassen bij hun kooktemperatuur (hoofdstuk 2.1.2) wordt, bijvoorbeeld, beton gebruikt als o.a. brandprotectie om de buitentank (wand en dak) te beschermen tegen warmteradiatie van nabije branden.



### 4.3.4.3

## Actieve brandprotectie

Actieve brandbestrijding zal toegepast worden op alle constructies die geen brandprotectie hebben en op constructies die wel deze protectie hebben, maar waarbij de interventietijd (de tijd tussen brandalarm en actuele inzet van brandblusmiddelen) langer is dan de tijd waarin de weerstand van de protectielagen gegarandeerd wordt. Middelen die gebruikt worden voor actieve brandprotectie zijn:

Om constructies te beschermen tegen mogelijke warmteradiaties van nabije branden wordt een watergedragen sproeisysteem ingezet zoals, bijvoorbeeld, mobiele monitors, vaste monitors, aangesloten op hydranten, sprinkler systemen (minder betrouwbaar omdat de sproeiers verstopt kunnen raken door testwater, inwendige corrosie van de sprinklerleidingen) of waterdistributiesystemen via één grote opvoerleiding naar het dak van de opslagtanks en een distributiering die het water dan vrijelijk verdeelt over de gehele oppervlakte.

Oppervlakteprotectie d.m.v. waterapplicatie op de oppervlakte door monitors (vragen veel minder onderhoud dan vaste monitors, ze zijn veel goedkoper dan vaste systemen en meer flexibel in gebruik).

Voorbeelden van laatste (internationale) ontwikkelingen:

- Protectie van LPG spheres en vessels alleen nog maar door op afstand bedienbare monitors (al of niet in vaste opstelling) in plaats van complete sprinklersystemen die de totale oppervlakte van de tankhuid besproeien.
- Het uitsluiten van opvangbakken voor lekkages uit drukvaten in warme en tropische klimaten.
- Het toepassen van geodesische aluminium daken over uitwendige drijvende daken zodat de kans van rimbranden geëlimineerd wordt.

Beide bovengescreven methodieken – **brandpreventie** en **brandprotectie** – zijn er om **brandbestrijding** te voorkomen.

### 4.3.5

## Brandbestrijding

Het beoefenen van actieve brandbestrijding stelt niet alleen eisen aan zowel materieel als personeel, maar zal ook kennis vragen van de systemen waarvoor actieve brandbestrijding ingezet zal (kunnen) worden. De volgende aandachts-punten zijn daarbij van belang:

- Pre-incident planning:
  - Ken en maak keuzes van 'credible' scenario's.
  - Wat is de detectietijd?
  - Zijn er maatregelen om (brandstof)toevoer te verminderen of af te sluiten?
  - Hoe is om te gaan met drainage van het gebied waarin de brand plaatsvindt?
- Het aanwezig of beschikbaar zijn van vaste of semi-vaste brandblussystemen.
- Het aanwezig of beschikbaar zijn van mobiele monitors of draagbare blusmiddelen.
- Inzet van schuimvormende middelen (geschikt voor het specifieke doel).
- Inzet en bereikbaarheid van locaties voor brandbluswagens.
- Inzet en kennis van brandweerlieden.
- Het organiseren, bijwonen en uitvoeren trainingen (theorie), oefeningen (praktijk).

De diverse opslagsystemen, zoals in dit rapport beschreven, vragen alle verschillende aandachtspunten. Ook zijn per opslagsysteem 'credible' scenario's te beoordelen en af te stemmen tussen eigenaar van de installatie en het bevoegd gezag. Internationaal zijn de volgende 'credible' scenario's vastgesteld:

#### a) Installaties:

- (Kleine) lekkages van procesinstallaties en –pijpleidingsystemen, bemonsteringssystemen, kijkglas-instrumentatie, etc.
- (Kleine) lekkages vanuit geflenste pijpansluitingen.
- Lekkages uit leidingen over volledige diameter (tot 20 mm diameter) vanuit leidingen en slangen (b.v. slangen bij LPG vulinstallaties).
- Afdichtingslekkages van pompen.

#### b) Tanks met vaste daken

- Tankbrand over gehele oppervlakte van vaste dak tanks, al of niet voorzien van een inwendig drijvend dak – afhankelijk van geïnstalleerd type inwendig drijvend dak (zie ook hoofdstuk 4.4.5 hieronder).

#### c) Tanks met drijvende daken

- Alleen rimbrand en brand bij guide pole.

Uitdrukkelijk wordt hier gemeld dat de internationale industrie een tankbrand over de gehele oppervlakte van een drijvend dak tank niet ziet als 'credible' scenario, omdat deze branden volledig zijn te blussen voordat het drijvend dak zodanig aangetast wordt door de brand dat zinken kan/zal optreden. Ook het branden van gehele tankputten wordt als een 'non-credible' scenario gezien. Na meer dan 100 jaren van gebruik van opslagtanks zijn er nergens ter wereld bewijzen gevonden dat een oppervlaktebrand in een tank geleid heeft tot een brand in de gehele tankput.

Bovendien vraagt brandbestrijding bij conventionele opslagtanks nog aandacht tot de volgende punten:

#### a) Fixed roof tanks

- Pas geen schuimkamers toe (te teer en veelal niet opereerbaar tijdens brandscenario).
- Pas 'submerged' of 'immersed' schuimtoevoersystemen toe voor tanks waarin polaire producten (producten die niet geleidend zijn) opgeslagen zijn en voor tanks met inwendig drijvende daken die gemaakt zijn van materialen die niet brandvertragend of vlamdovend zijn (aluminium).
- Schuiminjectie kan plaatsvinden vanuit een 'fire tender' of vanuit een vast systeem via een separatieverbinding naar de in- of outlet productleidingen of gemonteerd op mangatdeksels.
- De selectie van het juiste schuim per product is van belang.

#### b) Floating roof tanks

- Alleen gebaseerd op een rimbrand.
- Veelal geen gevaar voor omliggende tanks als veiligheidsafstanden zijn bepaald op basis van de IP code 19 [1] (zie PGS 29 [28]).
- Pas slechts één (1) droge stijgleiding toe en een schuimdam rond het gehele drijvende dak. Indien de primaire windligger voorzien is van een handrailing kan manuele blussing plaatsvinden. Indien geen handrailing is voorzien op de primaire windligger dan zal over de gehele omtrek een ringleiding moeten worden aangebracht die aangesloten is op de droge stijgleiding. De ringleiding sluit aan op over de omtrek verdeelde schuimmonden, die de rim van een tank kunnen bereiken. GVK (glasversterkte epoxy leidingen) kunnen, geplaatst aan de onderkant van de primaire windligger, hiervoor gebruikt worden, ter voorkoming van schade aan die leiding als de topwand van de tankwand te veel vervormd door warmteradiatie die de temperatuur van de tankwand boven 100 °C zou kunnen brengen.



Voor verschillende branden zijn verschillende blusmiddelen beschikbaar. De meest voorkomende middelen zijn:

- Water (koeling).
- Schuim (bij oppervlaktebranden met vloeistoffen).
- CO<sub>2</sub> (bij branden in elektrische apparatuur, afgesloten ruimtes).
- Stoom.
- Zand.
- Dry chemical / poeder
- INERGEN, ARGONITE, etc.
- (Halon, niet meer toegestaan).

Samenvattend kan gesteld worden dat een opslagtank ontworpen is om producten binnen zich te houden. Daarom is het van belang te letten op de volgende aandachtspunten:

- Elke verbinding van flens in de aansluitende pijpleidingen kan een potentiële lekkage bron zijn. Sommige incidenten kunnen onmogelijk zijn om te blussen. Controle om escalaties te voorkomen of te beperken kan wellicht wel bereikt worden. Is dit onderzocht in de afwegingen met betrekking tot 'pre-incident planning' (zie start van hoofdstuk 4.3.5).
- Testing/inspectie van brandprotectiesystemen gedurende het operationeel zijn van installaties kan moeilijk of onmogelijk zijn. Zijn er andere opties dan vaste systemen? Zijn alternatieve systemen mogelijk?
- Schoonmaak- en onderhoudseisen zijn vaak in conflict met het ontwerp van brandveiligheidsmiddelen. Plaats geen systemen op installaties die niet binnen redelijke grenzen onderhouden kunnen worden. Zorg er echter wel voor dat de minimaal vereiste apparatuur in goede staat en conditie is.

## 4.4 Emissiebeperkende maatregelen

### 4.4.1 Algemeen

Opslagtanks en laad/losoperaties daaruit kunnen bronnen zijn van emissie van vluchtige organische stoffen (VOC-emissions). De volgende redenen kunnen op-gesomd worden om maatregelen te rechtvaardigen om emissies daarvan te beperken.

- Gezondheidsredenen: giftigheid van sommige producten voor mensen en omgeving.
- Afname van de luchtkwaliteit van de omgeving door formatie van smog en ozon door fotochemische reacties van VOC's met zuurstofverbindingen en stikstof (NO<sub>x</sub>).
- Afbreuk van ozonlagen in de atmosfeer.
- Klimatologische opwarming.
- Geurproblemen.
- Regelgeving en wettelijke maatregelen.
- Brand- en explosiegevaar naar aanleiding van een ontstekingsmogelijkheid.
- Economische redenen ter voorkoming van verlies van opgeslagen product.

Maatregelen om emissiereductie mogelijk te maken zijn kostbaar, hoewel de bovengenoemde redenen daarvoor voldoende aanleiding geven. Het is daarom noodzakelijk het juiste type van opslagmedium te selecteren voor een bepaald product (zie ook stroomschema opgenomen in sectie 2.1.3.2.3.1). Producten die opgeslagen worden of getransporteerd worden naar of van een opslagtank die niet voor zulke specifieke producten is bedoeld, levert onnodige emissies op. De meeste aandacht zal daarbij gegeven moeten worden aan het voorkomen dat koolwaterstoffen verdampen in plaats van de gassen die ontstaan te behandelen of af te vangen. Door een goede keuze te maken van de configuratie van de opslagtank zullen de koolwaterstoffen vloeibaar blijven.

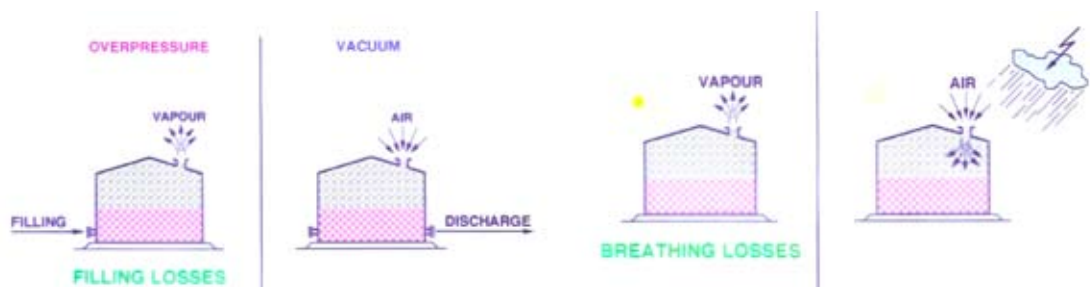
De eerste opslagtanks voor de petro-chemische industrie werden gebouwd als vaste dak tanks. De oudste tank nu nog in gebruik is er één uit 1900.

Figuur 4.4.1-1 Een tank gebouwd in 1900 en nog steeds in gebruik (Singapore)



Hoewel men, indoor middel van meer dan 100 jaar later, nog steeds dit type tanks bouwt en gebruikt - hetgeen verklaart dat dit tanktype wel betrouwbaar is, mits geopereerd binnen de ontwerpgrenzen daarvan - kent dit type toch nadelen. Eén van de grootste nadelen is de bijdrage daarvan aan emissie van onverbrande koolwaterstoffen naar de atmosfeer. Boven het - in de tank opgeslagen - product bevindt zich een damp-ruimte. Bij iedere vulling van de tank worden de dampen, via de ontluchtingsopeningen, uit de tank gedreven. Ook (atmosferische) temperatuurwisselingen - verschil tussen dag en nacht of opwarming van de tank door zonnearmte na, bijvoorbeeld, een regenbui - waardoor de dampen uitzetten, worden deze uit de tank gedreven.

Figuur 4.4.1-2 Dampuitdrijving uit een tank met een vast dak

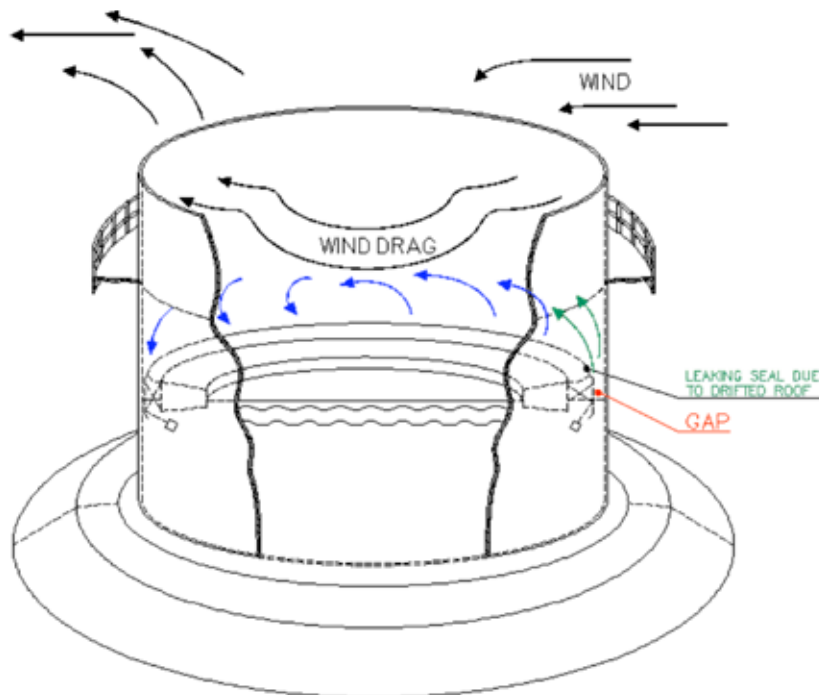


In het begin van de twintigste eeuw waren er nogal wat tankbranden. De relatief grote ventilatieopeningen op de vaste daken lieten de damp ontsnappen met relatief lage snelheden. Door het plaatsen van druk- en vacuümkleppen werd de gassnelheid door die openingen dusdanig vergroot, dat er eerst een druk opgebouwd wordt voordat de klep opent zodat, zodra de klep opent, de gassnelheid door de opening boven de vlamvoortplantingssnelheid kwam te liggen, waardoor terugslag van de vlam in de tank niet meer ontstond. De emissies echter en het daaraan gekoppelde verlies van producten konden niet verminderd worden. In 1923 werd een eerste proef gedaan met een open top tank (een tank zonder een vast dak) met daarin een drijvend dak. Dit drijvend dak bedekte het totale vloeistofoppervlak en de emissies werden van een ca. 3% van de totale tankinhoud per jaar, geldig voor vaste daktanks, omlaag gebracht tot ca. 0,5% van de totale tankinhoud, geldig voor drijvende daktanks.

Maar ook het laatste tanktype kent een aantal nadelen: denk aan de kosten van en onderhoudsperikelen aan de seal, die tussen het drijvend dak en de wand is geplaatst, en de dakdrain, die geaccumuleerd regenwater van het dak afvoert. Bovendien - doordat het dak vaak ontoegankelijk is als er een relatief laag vloeistofniveau in de tank staat - is inspectie op corrosie van de dakplaten - van vooral de drijflichamen (zogenaamde pontons) die zich in de dakconstructie bevinden - erg lastig.

Het is dan ook niet verwonderlijk, dat in de late jaren tachtig van de vorige eeuw er een ontwikkeling plaats vond die de voordelen van beide type tanks combineerde. Het verschijnsel 'combi-tank' was geboren. Een 'combi-tank' is een tank met een vast dak, waarin een drijvend dak wordt geplaatst. Boven het drijvend dak is nu geen damruimte meer en het emissieniveau van dit type tank werd drastisch verlaagd ten opzichte van de beide andere typen. Bij toepassing van andere materialen dan koolstofstaal voor de (inwendig) drijvende daken wordt ook het inspectieprobleem verminderd. Het vaste dak voorkomt regenwateraccumulatie op het inwendig drijvend dak - wat de kwetsbare dakdrain (bijna) overbodig maakt - en windwervelingen (zie figuur 4.4-3) - waardoor de belastingen en het compressie- en expansiebereik van de seal tussen het drijvende dak en de tankwand sterk konden worden gereduceerd.

Figuur 4.4.1-3 Windwervelingen in een EFRT tank.



Er bestaat relatief weinig literatuur met betrekking tot het bepalen van emissieverliezen uit opslagtanks. Wereldwijd wordt de theorie - opgesteld door het gezaghebbende American Petroleum Institution (API) - gebruikt, zoals dat beschreven is in hun publicatie: 'Manual of Petroleum Measurement Standards, chapter 19, section 1 - Evaporative Loss from Fixed Roof Tanks' [1]. Deze publicatie is eerder verschenen onder een eigen API-nummer, t.w. API 2518, 'Evaporative Loss from Fixed Roof Tanks' [2].

Tijdens de langjarige studie, die door de Nederlandse overheid werd gesubsidieerd, het zogenaamde KWS 2000 project [47] - een onderzoek naar reductiemogelijkheden van emissies uit opslagtanks - heeft o.a. TNO (Nederlands Onderzoek Instituut voor Toegepaste Wetenschappen) in samenwerking met vele bedrijven uit de petro-chemische industrie een onderzoek gedaan naar de validiteit van de API-meetmethode en ontwikkelde formules. Uit dit onderzoek werd geconcludeerd dat, gebaseerd op de toegepaste meetmethode, de formules van de API Chapter 19.1 [46] relatief goed de meetresultaten weergaven. Helaas zijn die formules slechts gestoeld op een beperkt aantal metingen en slechts op één type inwendig drijvend dak (een 'non-contact' drijvend dak) van geringe afmetingen. De API-formules geven dus geen onderscheid tussen de bovengenoemde verschillende types van inwendige drijvende daken. Wel wordt er een onderscheid gemaakt tussen daken met naden en naadloze daken.

Binnen het genoemde KWS 2000 onderzoek is destijds een standaard-meetmethode ontwikkeld - zie KWS 2000 fact sheet No. 20, 'Inwendig drijvende daken, performance en controle' [47] - en o.a. bij DOW Terneuzen zijn vele metingen uitgevoerd aan tanks met verschillende inwendig drijvende daken, voorzien van verschillende seals. Daardoor kon er wel onderscheid gemaakt worden tussen de twee hoofdtypen van inwendig drijvende daken en TNO heeft de formules dan ook kunnen verifiëren, herzien en aanpassen. Helaas heeft dit Nederlandse onderzoek geen internationale bekendheid gekregen en internationaal worden nog steeds de API-formules gehanteerd. Het TNO/DOW resultaat werd voor het eerst gepubliceerd in het rapport opgesteld door het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM): 'Lekverliezen van Apparaten en Verliezen bij Op- en Overslag', Nr. 8 [48]. In 2003 is er een nieuw rapport verschenen - eveneens opgesteld door het VROM - tw. 'Diffuse emissies en emissies bij op- en overslag', Handboek emissiefactoren, Rapportagereeks Doelgroepmonitoring, IPC serie 680, versie VMD-03-046 [49], waarin nagenoeg identieke formules zijn gepubliceerd als die door TNO zijn opgesteld binnen het KWS 2000 onderzoek [47].

Binnen het kader van de opstelling van de BREF - 'Reference Document on Best Available Techniques on Emissions from Storage Tanks', van het Europese 'Integrated Pollution Prevention and Control Bureau' in Sevilla, Spanje [50], heeft de studiegroep TETSP - Technical European Tank Storage Platform - voorbeelden gegeven van emissieberekeningen bij toepassing van verschillende technieken om emissies uit opslagtanks. Helaas heeft TETSP de studieresultaten van de KWS 2000 studie [47] niet gebruikt in haar berekeningsgrondslagen. De TETSP-berekeningen zijn opgenomen als bijlage van de genoemde BREF [50]. In deze BREF [50] worden dan ook de berekeningsresultaten van emissiereducties bij toepassing van inwendig drijvende daken verwoord, zoals die berekend zijn met het EPA tank 4 computerprogramma, dat geheel is gestoeld op de theorie van de API Chapter 19.1 [46].

### 4.4.3

## Druk/vacuümkleppen

Officieel waren druk/vacuümkleppen niet bedoeld om een beperking van emissies te bewerkstelligen. In het voorgaande hoofdstuk (sectie 4.4.1) is dit verwoord: door het plaatsen van druk- en vacuümkleppen, werd de gassnelheid door die openingen dusdanig vergroot omdat er eerst een druk opgebouwd wordt voordat de klep opent zodat, zodra de klep opent, de gassnelheid door de opening boven de vlamvoortplantingssnelheid komt te liggen, waardoor terugslag van de vlam in de tank niet meer ontstaat. Daar is ook geschreven dat de emissies en het daaraan gekoppelde verlies van producten niet verminderd kunnen worden. Dit laatste is echter gedeeltelijk onwaar en wel om de volgende redenen.

Het plaatsen van druk/vacuümkleppen maakte het noodzakelijk de tanks in verschillende drukklassen in te delen in de bouw- en ontwerpnormen BS 2654 [17] en EN 14015 [21]. Onderstaande tabel 4.4.3-1 geeft een overzicht van de druk-klassen per norm:

Tabel 4.4.3-1

Drukklassen-indeling per norm

norm	drukklassen [mbar]		
	atmosferisch	lage druk	hoge druk
BS 2654	+7,5/-2,5	+20/-6	+56/-6
totaal mogelijk drukverschil	10	26	62
EN 14015	+10/-5	+25/-8,5	+60/-8,5
totaal mogelijk drukverschil	15	33,5	68,5

In die tabel is ook opgegeven het totale verschil in druk in de tanks tussen volledig open zijn van de vacuümzijde van de klep en het volledig open zijn van de drukzijde van de klep. De omslag van volledig aanzuigen van (buiten)lucht en uitblazen van (binnen)damp vindt dan ook plaats tussen deze druklimieten. Natuurlijk zullen de waarden van openen van de kleppen niet op de aangegeven waarde mogen zijn ingesteld omdat de tanks dan boven de ontwerpcondities belast zouden worden. De waarde van maximale doorstroom door de kleppen wordt immers gelijkgesteld aan de ontwerpdruk van de opslagtank. De instelwaarden zullen ca 1% lager zijn dan die maximale doorstroomcondities. Aangezien de gaswet aangeeft dat er een relatie bestaat tussen druk, volume en temperatuur, kan bij gelijkblijvend volume bepaald worden wat de relatie is in een opslagtank tussen de totale druk en de temperatuur die dit moet veroorzaken.

De gaswet luidt als volgt:

$$\frac{P * V}{T} = constant \quad \text{of wel:} \quad \frac{P_1 * V_1}{T_1} = \frac{P_2 * V_2}{T_2}$$

Bij gelijkblijvend volume wordt de formule:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Als nu de totale drukverschillen van de verschillende tanks (in de juiste eenheden) worden ingevuld in deze vergelijking (rekening houdend met een 1% verlaagde druk c.q. vacuüm om met de instelwaarde te rekenen) dan levert dit een temperatuurs-verschil op waar de kleppen het aanzuigen en het uitblazen beperken.

Voor die berekening is gebruik gemaakt van de volgende basisgegevens:

Gemiddelde omgevingstemperatuur overdag ( $T_1$ ) = 20 °C of 293 °K

Instelwaarde drukzijde:

#### BS 2654 tanks

Atmosferische tank  $P_1 = 6,0 \text{ mbar(g)} = 1019,0 \text{ mbar(a)}$

Lage druktank  $P_1 = 15 \text{ mbar(g)} = 1028,0 \text{ mbar(a)}$

Hoge druktank  $P_1 = 45 \text{ mbar(g)} = 1058,0 \text{ mbar(a)}$

#### EN 14015 tanks:

Atmosferische tank  $P_1 = 8,0 \text{ mbar(g)} = 1021,0 \text{ mbar(a)}$

Lage druktank  $P_1 = 20 \text{ mbar(g)} = 1033,0 \text{ mbar(a)}$

Hoge druktank  $P_1 = 55 \text{ mbar(g)} = 1068,0 \text{ mbar(a)}$

Instelwaarde vacuümzijde:

#### BS 2654 tanks:

Atmosferische tank  $P_2 = 1,5 \text{ mbar(g)} = 1011,5 \text{ mbar(a)}$

Lage druktank  $P_2 = 4 \text{ mbar(g)} = 1009,0 \text{ mbar(a)}$

Hoge druktank  $P_2 = 4 \text{ mbar(g)} = 1009,0 \text{ mbar(a)}$

#### EN 4015 tanks:

Atmosferische tank  $P_2 = 4 \text{ mbar(g)} = 1009,0 \text{ mbar(a)}$

Lage druktank  $P_2 = 4 \text{ mbar(g)} = 1007,0 \text{ mbar(a)}$

Hoge druktank  $P_2 = 4 \text{ mbar(g)} = 1007,0 \text{ mbar(a)}$

In onderstaande tabel 4.4.3-2 zijn de resultaten van die berekening weergegeven:

Tabel 4.4.3-2

Waarden van maximale temperatuurschommelingen waarbinnen de druk/vacuümkleppen niet openen

norm	drukklasse [mbar]		
	atmosferisch	lage druk	hoge druk
BS 2654	+7,5/-2,5	+20/-6	+56/-6
temperatuurverschil tussen aanzuigen en uitblazen [°C]	2,2	5,4	13,6
EN 14015	+10/-5	+25/-8,5	+60/-8,5
temperatuurverschil tussen aanzuigen en uitblazen [°C]	3,5	7,4	16,7

Als nu, volgens het KNMI, het gemiddelde temperatuurverschil tussen dag en nacht in Nederland ca. 7 graden bedraagt, dan kan uit de tabel 4.4.3-2 herleid worden dat de hoge druktanks van beide normen en de lage druktank van de EN 14015 [21] niet meer ademen door dit temperatuurverschil. Natuurlijk kunnen de vul- of beladingsverliezen niet gereduceerd worden door de druk/vacuümkleppen.

#### 4.4.4 Zonneschermen

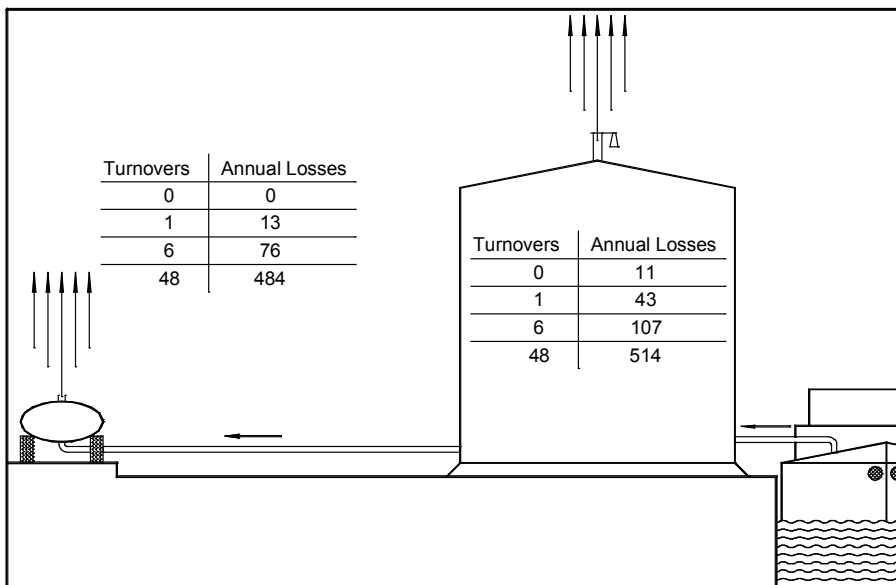
Gedacht wordt hierbij aan het plaatsen van een aluminium beplating die op korte afstand van de tankwand en het tankdak wordt aangebracht. De aluminium beplating zal de zonnearmteradiatie reflecteren en de (vastgehouden) lucht tussen de beplating en de tankwand of het tankdak zal als een isolatiedeken werken. Daardoor zal de tank de dagelijkse verschillen in temperatuur en het opwarmen en afkoelen veel minder 'voelen' en dit kan een reductie van de emissies sterk beïnvloeden.

Voor het bepalen van het effect van de plaatsing van zonneschermen zijn vergelijkingsberekeningen gemaakt. Daartoe zijn de gegevens gebruikt die opgenomen zijn in het Shell-rapport ref. OP 00.00.91.32 [52]. Een standaard opslagtank van 10.000 m<sup>3</sup> is gebruikt voor de emissieberekeningen. Het opgeslagen product is benzine voor auto's, de tank is wit geschilderd en de drukklasse van de tank is + 20 / -6 mbar. De emissieverliezen zijn weergegeven in onderstaande figuur 4.4.6-2.

Figuur 4.4.4-1

Benzine depot zonder enig emissiereductiesysteem

Emissiehoeveelheden in tonnen (gewicht product) per jaar

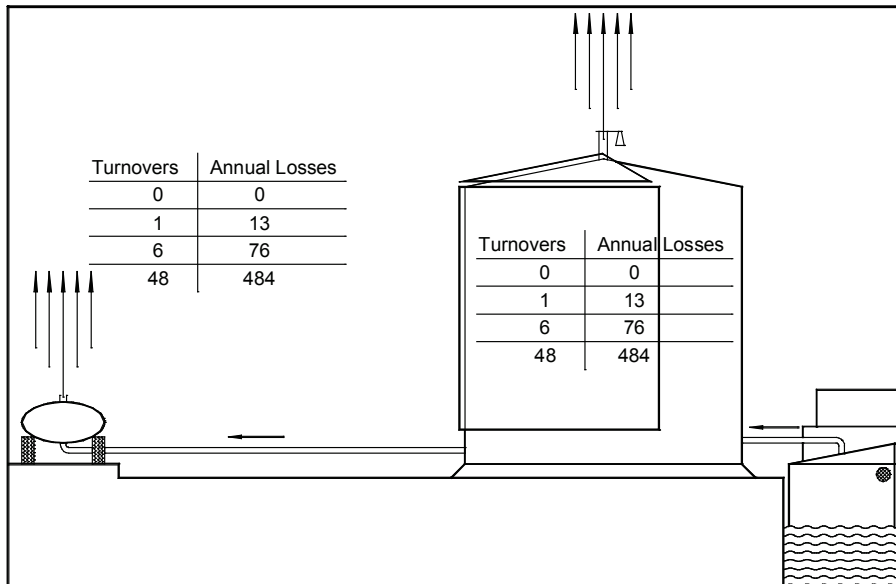


Bij plaatsen van zonneschermen op de zijde van de tank die wordt aangestraald door de zonnewarmte levert dat de volgende resultaten op (zie figuur 4.4.4-2 hieronder):

Figuur 4.4.4-2

Benzinedepot met een opslagtank die voorzien is van zonneschermen

Emissiehoeveelheden in tonnen (gewicht product) per jaar



Voor de in dit voorbeeld gebruikte tank levert dit de volgende reducties op: bij 0 turnovers: 11 ton/jaar en bij alle andere turnovers ca 30 ton/jaar.

De verschillen in emissiehoeveelheden tussen de opslagtank van figuur 4.4.4-1 en figuur 4.4.4-2 worden dan ook alleen maar bepaald door het feit dat er nu veel minder ademverliezen zijn, aangezien de opslagtank veel minder temperatuurs- schommelingen te verdragen krijgt.

## 4.4.5 Inwendig drijvende daken

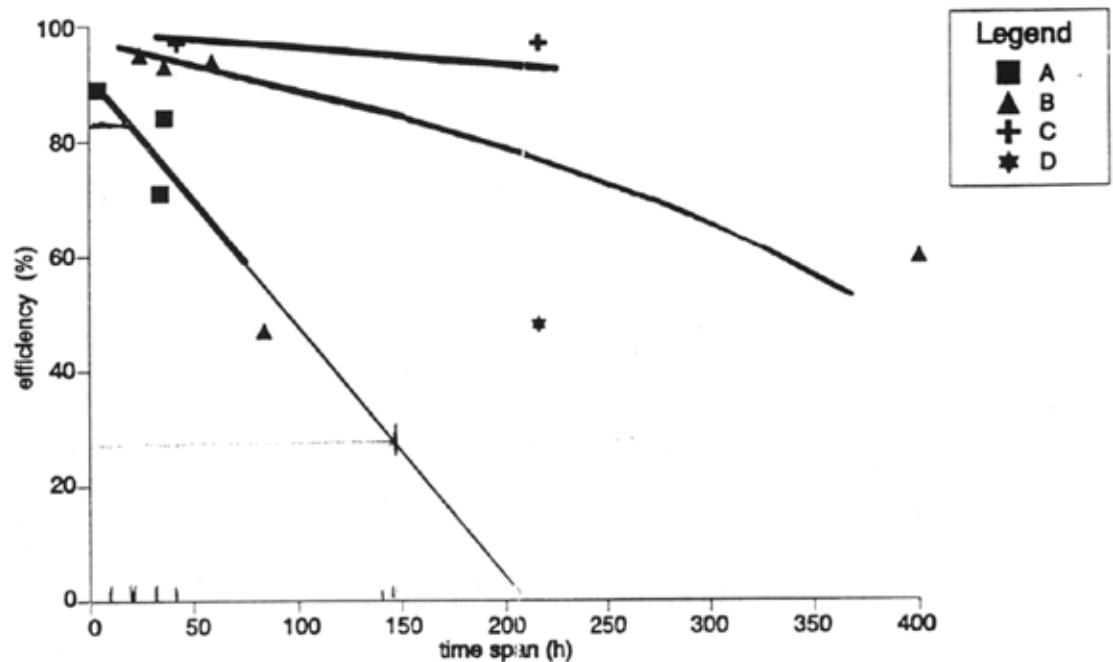
### 4.4.5.1 Algemeen

De KWS-2000 onderzoeken [47] hebben o.a. geleid tot een grafiek die verschillen aangeeft in emissie-reduc-tieresultaten van inwendig drijvende daken van het 'non-contact'- en van het 'full-contact'- type. Deze grafiek is opgenomen als figuur 4.4.5.1-1, hieronder.

Legende:

- A = 'Non-contact' inwendig drijvend dak, met naden, met seal gemonteerd in dampruimte
- B = 'Full-contact' inwendig drijvend dak, met naden, met seal gemonteerd in dampruimte
- C = 'Full-contact' inwendig drijvend dak, zonder naden, met mechanische schoen seal
- D = 'Non-contact' inwendig drijvend dak, met naden, met mechanische schoen seal

Figuur 4.4.5-1 Rendementen van verschillende inwendig drijvende daken en met verschillende seals



Hoewel initieel het verschil in reductie-effectiviteit van emissies tussen de twee types van inwendige drijvende daken niet zo erg groot lijkt, betekent het verschil in het hebben van naden in daken wel een significant onderscheid in de resultaten van die effectiviteit. De eerder genoemde VROM-rapporten [48] en [49] kennen een factor toe aan het aantal en soort van de naden in drijvende daken. Deze factor  $K_d$  bedraagt 0,34 in de API-formules (d.w.z. de naden dragen slechts voor 34% bij aan lekverliezen door naden, afhankelijk gesteld aan het aantal naden per dakoppervlakte = de factor  $S_d$ ) terwijl die in de TNO-formules is aangegeven als  $K_d = 1,0$ . Als de naden gelast zijn, dan is de  $K_d$ -factor in beide gevallen gelijk aan nul.



De grafiek van figuur 4.4.5-1 geeft echter wel grote significante verschillen aan tussen 'non-contact'- en 'full-contact' daken als er lange periodes zitten tussen het vullen en legen van tanks. De effectiviteit van 'non-contact'-daken - met een bepaalde seal - neemt bij een tijdsperiode tussen vullen en legen van ca. 150 uur, al af van ca. 90% naar ca. 30%, terwijl die van 'full-contact' daken - met een bepaalde seal - slechts afloopt van ca. 97% naar ca. 95%.

Een niet beschreven, maar veel maatgevender conclusie kan uit de grafiek gehaald worden en dat kan - bij producten met een relatieve hoge waarde voor de TVP (True Vapour Pressure) - zelfs gevaarlijk zijn. Bij tanks waarin geen inwendig drijvend dak is aangebracht, is het gasmengsel in de dampkamer bijna altijd verzadigd. Dat wil zeggen, er is een overmaat zuurstof aanwezig, zodat er van een brand- of explosiegevaar - onder normale operationele condities - nauwelijks sprake kan zijn. Volgens de gebruikelijke regels worden tanks, waarin een inwendig drijvend dak is geplaatst, voorzien van ventilatie-openingen rond de gehele dak-wand-verbinding. Bij een heel goede emissiereductie-effectiviteit zal er in de dampkamer boven het inwendig drijvend dak een overmaat van zuurstof zijn en is de kans op brand- en explosiegevaar dus ook heel klein onder normale operationele condities. Een inwendig drijvend dak met een laag rendement voor emissiebeperking zal een hogere concentratie van koolwaterstoffen in de dampkamer boven het dak initiëren. De periode, waarin er in deze ruimte een dampmengsel tussen de waarden 'LFL' (Lower Flammability Level) en 'UFL' ('Upper Flammability Level') optreedt, duurt veel langer dan situaties zonder een inwendig drijvend dak of met een drijvend dak met een hoog rendement.

Figuur 4.4.5-2 Brandbare range damp/luchtmengsel van verschillende producten

Some fuel data	Flammability Range	
	L.F.L	U.F.L
Gasoline	1.3	7.6
Kerosine	0.7	6.0
Propane	2.1	9.5
Hydrogen	4.0	74.2
Methane	5.0	15.0
Butane	1.8	8.4

> U.F.L, means to rich (no ignition)

< L.F.L, means to lean (no ignition)

[% air mixture, air is approx. 21% oxygen]

Dit is door de opstellers van de PGS 29 [28], 'Richtlijn voor bovengrondse opslag van brandbare vloeistoffen in inrichtingen met verticale opslagtanks' [8] - de opvolger voor de richtlijnen CPR 9-2 [26] en CPR 9-3 [27] - voorzien en deze richtlijn schrijft dan ook het volgende voor:

*Bij een tank voorzien van een inwendig drijvend dak moeten beluchtingsopeningen aangebracht zijn conform Appendix C.3.4.1 van de norm NEN EN 14015 [21]. Onder condities waarin 'open vents' niet gewenst zijn volgens deze norm moeten de tanks uitgevoerd zijn met druk- en vacuümkleppen, waarvan de capaciteit bepaald moet worden volgens de API 2000 [23] (zie ook hoofdstuk 3.1.3.2.4.7). Indien berekeningen aantonen dat de dampkamer boven het inwendig drijvend dak regelmatig uit een explosief mengsel kan bestaan, moeten eveneens druk- en vacuümkleppen worden toegepast.*

Toelichting:

*Bij toepassing van inwendig drijvende daken met een lage emissiebeperking en met veel doorzetten (vullingen en legingen in korte periodes) kan het gevaarlijk zijn om 'open vents' te gebruiken, aangezien de dampruimte dan regelmatig gevuld is met een explosief mengsel (geen verzadigde, noch onverzadigde damp).*

Bij de uiteindelijke keuze van een type inwendig drijvend dak zal dus nu ook een keuze gemaakt moeten worden of de tank drukloos of met druk- vacuümventielen zal moeten worden uitgevoerd

#### 4.4.5.2 Bijdrage tot rendement van inwendig drijvende daken door andere factoren

Naast de hierboven genoemde invloed van naden in inwendig drijvende daken spelen er ook andere factoren mee die het totale rendement voor emissiebeperking van die daken bepalen. Deze factoren worden bepaald door:

- a. Het aantal doorvoeringen door inwendig drijvende daken;
- b. De seal die de spleet tussen het dak en de tankwand overbrugt.

#### 4.4.5.3 Doorvoeringen

Het aantal doorvoeringen zal zoveel mogelijk beperkt moeten worden om de effectiviteit van een drijvend dak zo hoog mogelijk te doen zijn. Het VROM-document 'Diffuse emissies en emissies bij op- en overslag', Handboek emissiefactoren, Rapportagereeks Doelgroepmonitoring, IPC serie 680, versie VMD-03-046 [49] geeft voor de meest voorkomende doorvoeringen kengetallen aan waarmee de invloed van die doorvoeringen op het totale rendement van een drijvend dak kan worden bepaald. Aangezien het aantal doorvoeringen onafhankelijk is van het type drijvend dak zal dit geen verschil uitmaken voor de uiteindelijke keuze welk inwendig drijvend dak er uiteindelijk in een tank geplaatst wordt.

#### 4.4.5.4 Seal

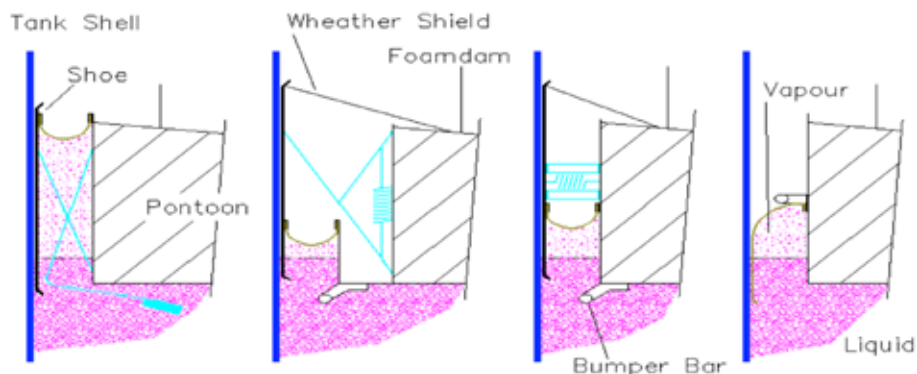
De seal, echter, draagt wezenlijk bij tot het rendement van een drijvend dak (zie ook de grafiek, figuur 4.4.5-1, hierboven). Wel is het zo, dat er meestal geen voorgeschreven type seal per drijvend dak per leverancier bestaat. De tankeigenaar kan zelf bepalen welk type seal hij op een dak geïnstalleerd wil zien. Hoe beter de seal hoe beter het rendement van het totale daksysteem.

De geraadpleegde literatuur omschrijft een drietal seal-types (zie ook sectie 2.1.3.2.3.9, hierboven). Per type zijn er verschillende uitvoeringen mogelijk, maar de kengetallen voor effectiviteit m.b.t. emissiebeperking zijn per groep gerangschikt. Men onderscheidt de volgende types:

- a. Mechanische schoen seal
- b. In de dampkamer tussen het dak en de tankwand gemonteerde seal
- c. Een vloeistofpenetrenderende seal

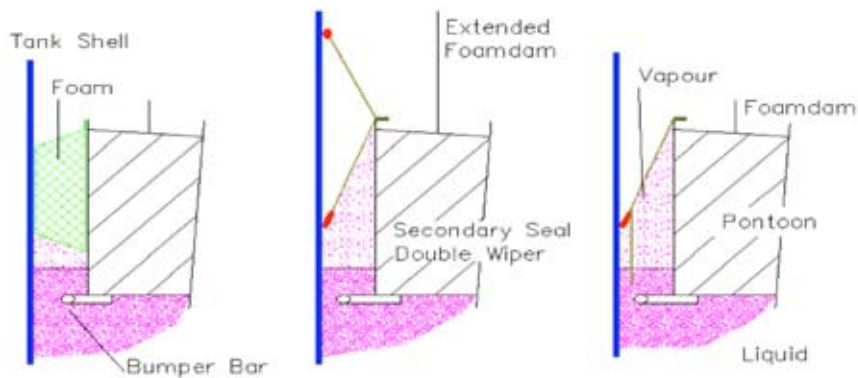
Onderstaande figuren geven voorbeelden van de verschillende seal-types weer

Figuur 4.4.5.4-1 Verschillende soorten van mechanische schoen seals



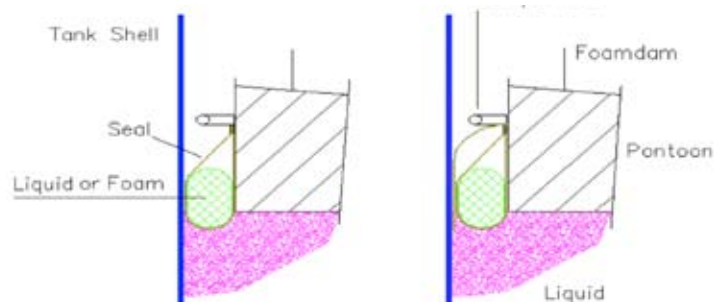
Deze seal-types wordt gekenmerkt door mechanisch ondersteunde - door veren of gewichten - metalen glijdplaten die de spleet tussen het dak en de tankwand overbruggen. De schoen penetreert het vloeistof-niveau en sluit een kleine dampruimte in.

Figuur 4.4.5.4-2 Verschillende soorten seals die in de dampruimte tussen het dak en de tankwand zijn gemonteerd



Deze seal-types worden gekenmerkt door het feit dat de afdichtingen van de spleet tussen het dak en de tankwand zich boven het vloeistofoppervlak in die spleet bevinden. Gelijk aan de mechanische schoen seals is er ook een dampruimte maar deze wordt niet door de seal omsloten.

Figuur 4.4.5.4-3 Verschillende soorten vloeistofpenetrerende seals



Deze seal-types zijn zodanig aangebracht dat er geen damp ruimte aanwezig is. De seal zelf is meestal een gesloten zaal, gevuld met een vloeistof of schuim. Dit medium geeft de seal de mogelijkheid oneffenheden in de tankwand te volgen.

Er bestaat een samenhang tussen de toelaatbare on rondheid van de tankwand en de effectiviteit van de seal met het oog op emissiebeperking. De EEMUA 159, 'Users Guide to the Maintenance and Repair of Above-ground, Vertical, Cylindrical Storage Tanks' [45] geeft daar de volgende beschrijving van:

Figuur 4.4.5.4-4 laat een normale tank zien, waarvan de relevante afmetingen zijn

Nominale tankdiameter:  $D_t = 50.0$  m.

Drijvend dak diameter:  $D_r = 49.6$  m.

Bovendien is aangegeven dat:

$R_n$  is de kleinste afstand tussen het drijvend dak en de tankwand. Het is een constructieparameter, die slechts bepaald wordt door de uitvoering van de seal. In dit voorbeeld heeft de seal een  $R_n = 75$  mm.

Het werkbare bereik van seals van drijvende daken is traditioneel bepaald als de waarde:  $R(-X | +X)$ , waar:

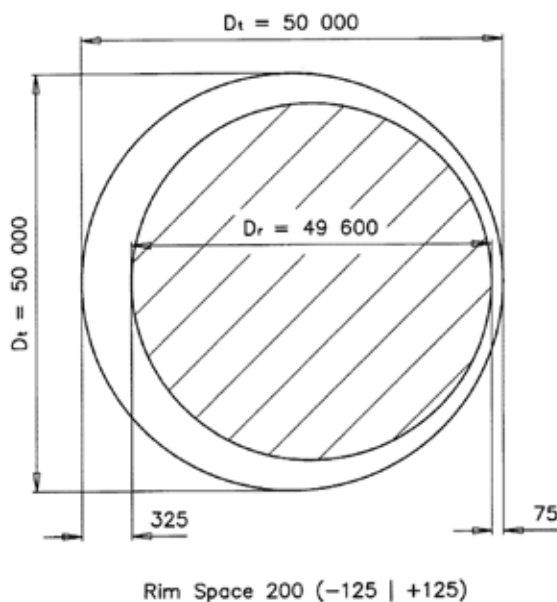
$R$  = De rimspleet: de ontworpen gemiddelde afstand tussen het drijvend dak en de tankwand, en:

$X = R - R_n$ .

De rim-spleet wordt nu bepaald door  $R = (D_t - D_r)/2 = 200$  mm. Dus:  $X = R - R_n = 125$  mm.

Figuur 4.4.5.4-4

Voorbeeld van een perfect ronde tank en een rimspleet van  $200 \pm 125$  mm.



In periodes met sterke wind, bv. tijdens onweer, zal het dak naar één kant van de tank drijven. Deze situatie wordt getoond in figuur 2.4.2.2-4. De grootste afstand van de tankwand tot het drijvend dak is nu:

$D_t - D_r - R_n = 325$  mm =  $200 + 125$  mm =  $R + X$ .

Conclusie: de rimspleet blijft gesloten.

Het bovengenoemde is, echter, slechts geldig voor tanks met een perfecte ronde doorsnede. In de praktijk zullen alle opslagtanks een zekere on rondheid hebben, die vooral veroorzaakt wordt door ongelijke zetting

langs de omtrek van de tank in het fundament, maar ook zeker ontstaat tijdens het bouwproces door lasspanningen in de tankwandplaten nabij de horizontale- en verticale lasnaden.

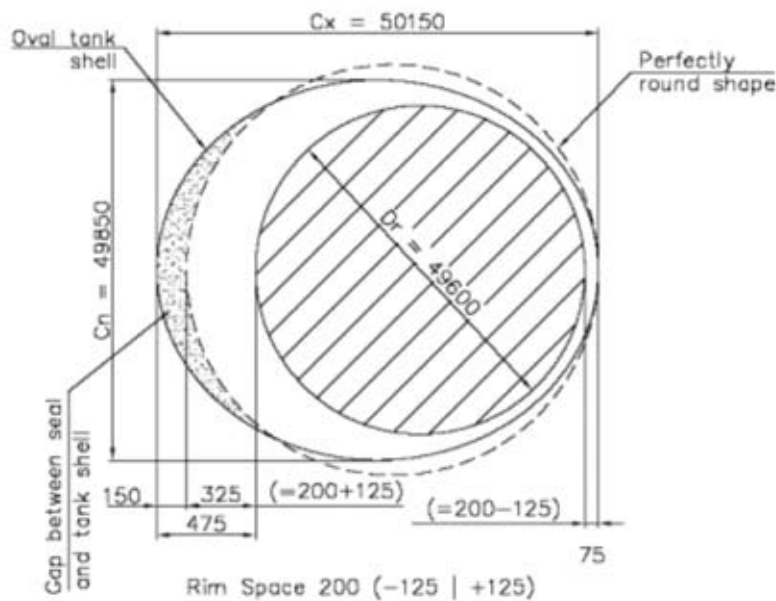
Als een tank, door ongelijke zetting scheef komt te staan dan vertoont de tankdoorsnede een ovale vorm. Als we aannemen dat de tank ovaal geworden is conform onderstaande figuur 4.4.5.4-5 met de volgende ovale vorm:

Kleinste tankdiameter:  $C_n = 49.850$  m.

Grootste tankdiameter:  $C_x = 50.150$  m.

Figuur 4.4.5.4-5

Ovale tank met rimspleet 200 (-125 | +125) mm.



De nominale diameter  $D_t$  blijft onveranderd. De grootste afstand van de tankwand naar het drijvend dak is nu:

$$C_x - D_t - R_n = 475 \text{ mm} > R + X = 325 \text{ mm}.$$

Het werkbare bereik van de seal  $R (-X | +X)$  is niet langer voldoende.

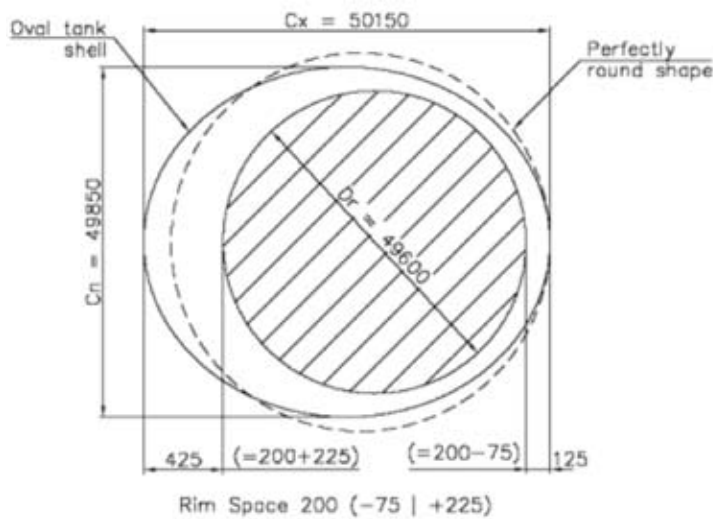
Conclusie: de seal lekt, omdat de eigenschap ontbreekt om de spleet te overbruggen van de verbrede rimspleet, veroorzaakt door de ovaliteit van de tank.

De damp die uit de niet te overbruggen rimspleet lekt, vormt een groot gevaar voor een rimbrand, vooral als dit soort seals toegepast wordt bij externe drijvende daken indien er onweer is. Maar geldt ook als gevaar bij inwendig drijvende daken als er een verschil in statische elektriciteit ontstaat tussen de tankwand en het drijvend dak door vonken die overslaan over de rimspleet.

De beste manier om deze gevaren te reduceren is het inbouwen van een seal die de bredere rimspleet wel kan overbruggen. Dit kan verkregen worden door het werk-bare bereik van de seal te vergroten van  $R (-X | +X)$  naar  $R (-X | +3X)$ , waarin  $X \geq (D_t - C_n)/2$ .

Deze situatie is getoond in figuur 2.4.2.2-6. De dimensies van de tank en het drijvend dak zijn identiek aan die van figuur 2.4.2.2-5. De minimale waarde van  $X = (D_t - C_n)/2 = 75$  mm.

Figuur 4.4.5.4-6 Ovale tank met rimspleet 200 (-75 | +225) mm.



Met de gemiddelde rimspleetbreedte van  $R = 200$  mm, zal de seal een  $R_n = 125$  mm moeten hebben. Er valt nu op, dat  $R_n$  niet langer een dimensioneringsparameter van de seal alleen is, maar deze maat ook afhankelijk is geworden van de nominale diameter van de tank, de diameter van het drijvend dak en van de maximale ovaliteit die de tankwand zou kunnen verkrijgen. De grootste afstand van tankwand tot drijvend dak is nu  $425 \text{ mm} = R + 3X$  geworden.

Conclusie: De seal blijft de rimafstand overbruggen, zelfs in extreme condities.

Deze theorie heeft ertoe geleid dat de EEMUA organisatie in haar richtlijn EEMUA 159 [45] bepaalde limieten aan de ovaliteitscriteria van tanks stelt. Deze theorie heeft wel invloed op de effectiviteit van de eerder genoemde verschillende types rimseals. Als gekeken wordt naar figuur 4.4.5.4-5, dan zal - bij de aanwezigheid van een mechanische schoen seal, conform figuur 4.4.5.4-1 - slechts de ruimte die niet overbrugd wordt door de seal (hier een spleet met een maximale breedte van 150 mm) bijdragen aan een verhoogde emissie. De spleet heeft dan een oppervlakte van ca.

$$\frac{1}{4} * \pi * D * \left( \frac{1}{2} * \text{spleetbreedte} \right) = \frac{1}{4} * \pi * 50.000 * \left( \frac{1}{2} * 150 \right) = 2,55 \text{ m}^2$$

Wanneer echter een seal gemonteerd is die overeenkomt met de types van figuur 4.4.5.4-2 - de seals die gemonteerd zijn in de dampruimte van de rimspleet - dan zal de gehele ruimte onder de seal bijdragen aan een verhoogde emissie, t.w.  $\pi * D * \text{Rimspleet} = \pi * 50.000 * 200 \text{ mm} = 31,4 \text{ m}^2$ . Dit is 1231% meer dan bij een mechanische schoenseal!

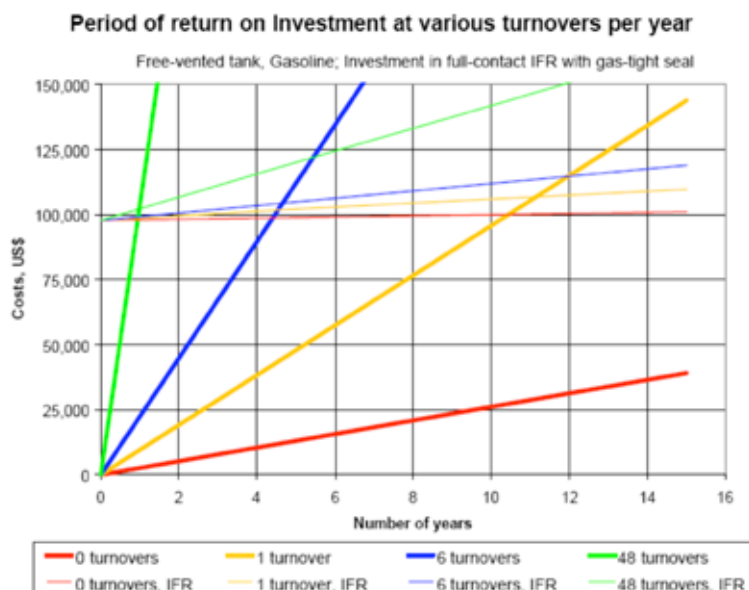
Het is o.a. om deze reden dat dit type seal - in de dampruimte gemonteerde seal -, in de formules van API en TNO, relatief hoge lekfactoren kent ten opzichte van de andere twee beschreven seal-types.

#### 4.4.5.5 Andere parameters die de effectiviteit van een inwendig drijvend dak beïnvloeden

Naast de bovengenoemde dakeigenschappen zijn er ook andere parameters die de effectiviteit van een inwendig drijvend dak mede bepalen. Niet in het minst zijn er natuurlijk de eigenschappen van de vloeistof waarop het inwendige dak drijft. Daarnaast is een wezenlijke factor het aantal vullingen en legingen per tijdseenheid (de zogenaamde 'turnovers'). De eerdergenoemde theorieën die beschikbaar zijn om

lekverliezen uit tanks met inwendige daken te kunnen berekenen, gebruiken die parameters in hun berekeningsmodel. In het Shell-rapport met nummer OP 00.00.91.32 d.d. 05-12-2000, 'Guidelines to the reduction of volatile organic compounds (V.O.C.) emissions from conventional storage tanks' [52], dat een handleiding geeft om te bepalen of het voor bepaalde product en dak/sealcombinaties zinvol is om investeringen voor deze componenten te rechtvaardigen, worden van bepaalde producten berekeningen getoond van emissieniveaus bij verschillende aantallen 'turnovers'. Ook effecten van tankwand/dak kleur, graden van roest op de tankwand zijn daarin beoordeeld. Deze laatste parameters hebben wel wat effect maar zijn, ten opzichte van de berekende waarden door de eerdergenoemde karakteristieke dak- en sealgegevens verwaarloosbaar. In onderstaande grafieken wordt het effect van het aantal 'turnovers' op het rendementsgedrag van een inwendig drijvend dak zichtbaar gemaakt.

Figuur 4.4.5.5-1 Het effect van het aantal 'turnovers' op het rendement van een inwendig drijvend dak



Deze grafieken zijn gemaakt aan de hand van berekende emissieniveaus uit een 10.000 m<sup>3</sup> opslagtank zonder en met een inwendig drijvend dak. De producten die zijn beoordeeld, zijn (i) autobenzine (bovenste grafiek) en (ii) ruwe olie (onderste grafiek). Het rendement van het inwendig drijvend dak is vergeleken met de terugverdientijd van de investeringskosten daarvoor afgezet tegen mogelijke mindere emissiewaarden - dus minder productverlies en daardoor meer opbrengst uit productverkoppen.

Duidelijk is te zien dat de investering voor een inwendig drijvend dak in een tank met autobenzine (gasoline) die per jaar geen wisselingen in productniveau kent, nooit terugverdiend wordt. Bij meer 'turnovers', in dit voorbeeld, 1, 6 en 48 vullingen/legingen per jaar, worden de terugverdientijden respectievelijk 11, 4,5 en 1 jaar. Bij het product ruwe olie, dat een veel lagere waarde voor de TVP (True Vapour Pressure) kent dan autobenzine worden de investeringen bij een aantal 'turnovers' van 0, 1 en 6 per jaar nooit terugverdiend, maar bij 48 'turnovers' wordt er berekend dat de investeringen binnen een vijftal jaren al terugverdiend worden.

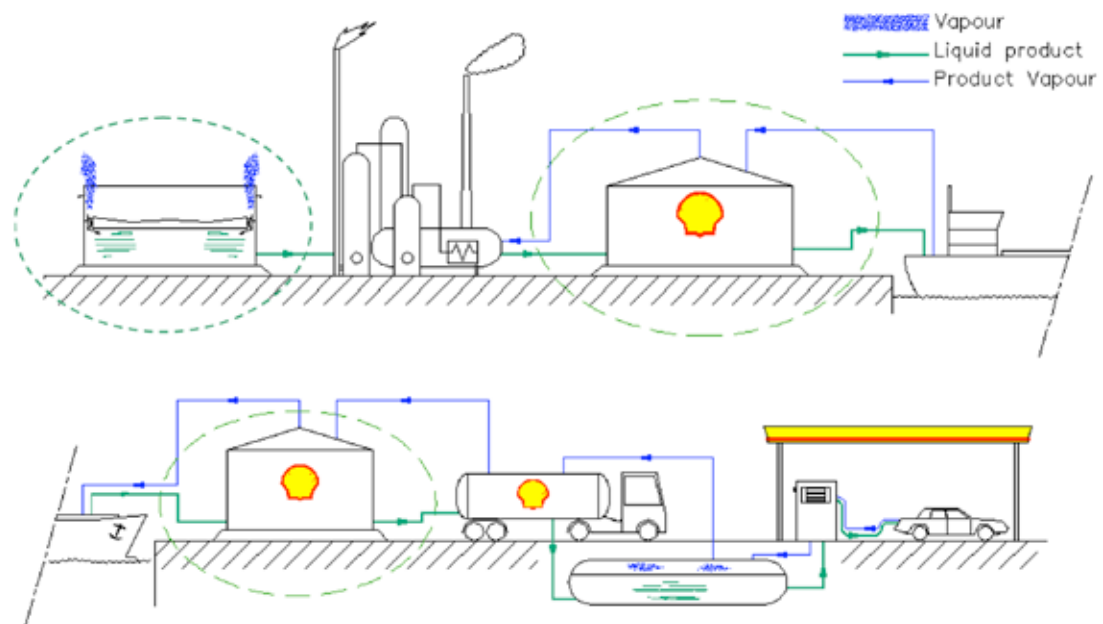
In die gevallen waar er voor het best presterende en meest dure inwendig drijvend dak en de best opererende seal de investering nooit gerechtvaardigd wordt geacht, zou een minder effectief inwendig drijvend dak - door zijn lagere investering - een terugverdientijd kunnen hebben die, in plaats van nooit, ineens wel binnen redelijke termijnen kan liggen. Hoewel het emissieniveau dan wel hoger zal zijn, wordt er toch een

beperking van de uitstoot van koolwaterstoffen gerealiseerd en dan nog voor mindere kosten, en er wordt nog een redelijke terugverdientijd verwacht. Binnen het kader van de uitgangspunten voor het Shell rapport ref. OP 00.00.91.32 [52] zijn die berekeningen echter niet uitgevoerd. Deze opmerkingen laten zien, dat het ook erg productgevoelig is (bijvoorbeeld de waarde van de TVP en het moleculair gewicht) om absolute uitspraken te doen over rendementen van inwendig drijvende daken.

#### 4.4.6 Dampbalans- of dampretoursystemen

De meest ideale ‘gesloten kring’ keten voor het overslaan van producten naar en uit opslagtanks wordt getoond in onderstaand gesimplificeerd schema in figuur 4.4.6-1 (uit het Shell-rapport ref. OP 00.00.91.32 [52]).

Figuur 4.4.6-1 Schema ‘gesloten kring’-keten voor be- en ontlading van opslagtanks



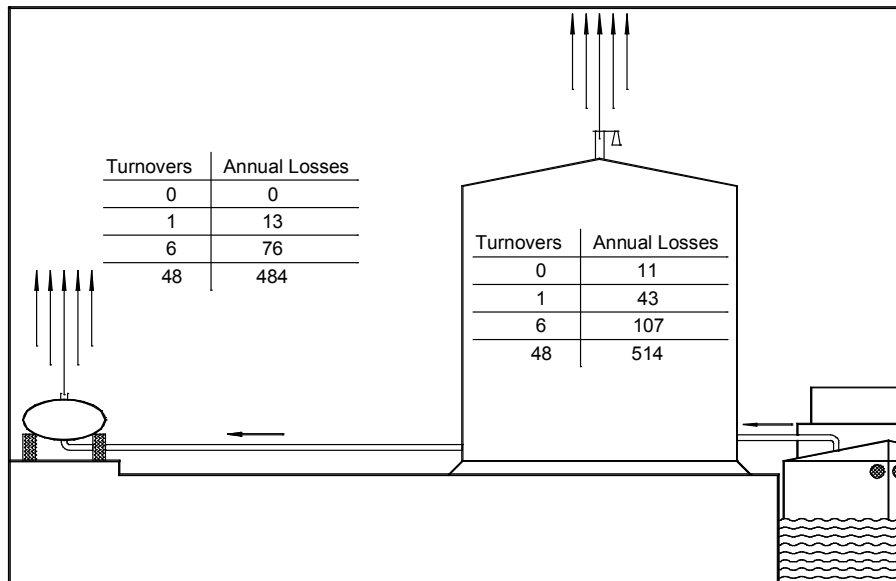
Toch zal hier nog steeds sprake zijn van zgn. ademverliezen uit de tanks bij temperatuursverschillen tussen dag en nacht en opwarming door nabije branden en door afkoeling door regenbuien. Voor de tankafmetingen en producten die gebruikt zijn voor het bepalen van de grafieken in sectie 4.4.5.5 (hierboven) zijn eveneens berekeningen gemaakt om te bepalen wat de invloed is van het koppelen van een tank aan de systemen waarvan of waarnaar gepompt wordt.

Een standaard opslagtank van 10.000 m<sup>3</sup> is gebruikt voor de emissieberekeningen. Het opgeslagen product is benzine voor auto's, de tank is wit geschilderd en de drukklasse van de tank is + 20 / -6 mbar. De emissieverliezen zijn weergegeven in onderstaande figuur 4.4.6-2 (dit is dezelfde tankconfiguratie die gebruikt is in sectie 4.4.2).



Figuur 4.4.6-2

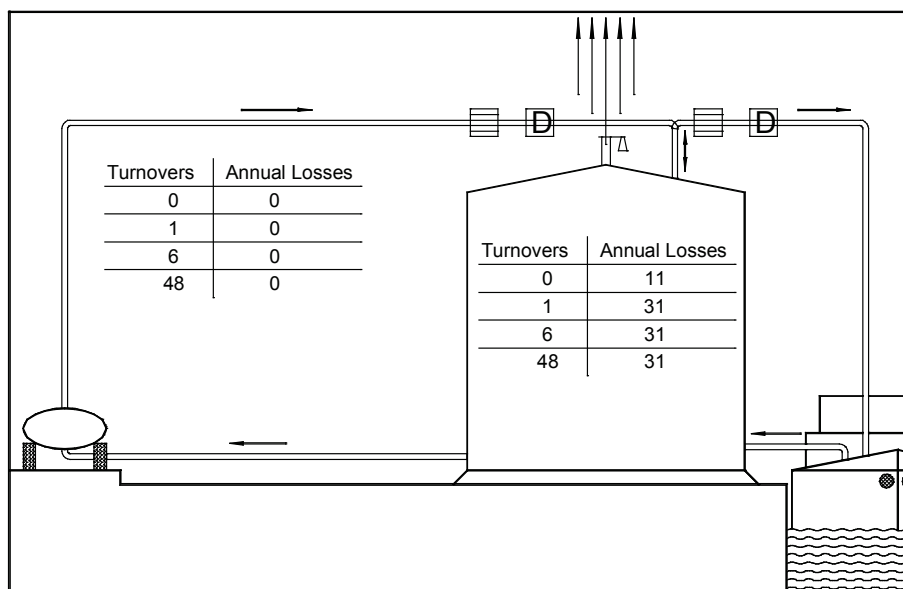
Benzinedepot zonder enig emissiereductiesysteem  
Emissiehoeveelheden in tonnen (gewicht product) per jaar



De verliezen uit de opslagtank zijn de som van de beladingsverliezen en de ademverliezen. Als er een dampretoursysteem wordt aangesloten dan zijn de verliezen berekend en weergegeven in figuur 4.4.6-3.

Figuur 4.4.6-3

Benzinedepot met dampretourleidingsysteem  
Emissiehoeveelheden in tonnen (gewicht product) per jaar



Voor de, in dit voorbeeld gebruikte, tank levert dit de volgende reducties op:

- Bij 0 turnovers : 0 ton/jaar
- Bij 1 turnover : 10 ton/jaar
- Bij 6 turnovers : 76 ton/jaar
- Bij 48 turnovers : 483 ton/jaar

Bemerkt dat de emissiewaarde gelijk blijft ondanks de verschillen in 'turnovers'. Die wordt dan ook alleen maar veroorzaakt door ademverliezen.

Let op de voorziening van vlamdoovers en detonatiebegrenzers in de aansluitleidingen tussen de opslagtank en de installaties waarnaar c.q. waaruit gepompt wordt. Vlamdoovers zijn installatieonderdelen die – gebaseerd op vastgestelde hoeveelheden door te laten gasvolumes – voorkomen dat vlammen terugslaan. Daartoe moeten ze betrouwbaar zijn onder hogere temperaturen en drukken. Het zijn geen detonatie- noch deflagratiebegrenzers. De Europese norm voor vlamdoorslagbeveiligingen is de EN 12875.

De begrippen detonatie en deflagratie en het vereiste beschermingsniveau dat deze installatieonderdelen dienen te bewerkstelligen zijn onderstaand aangegeven:

**Detonatie:**

snelheid van explosie:  $340 \leq V \leq 2000 \text{ m/s}$

maximale druk:  $P_{\text{max;stabile detonatie}} = 10xP_{\text{bedrijf}}$

**Deflagratie:**

snelheid van explosie:  $V \leq 340 \text{ m/s}$

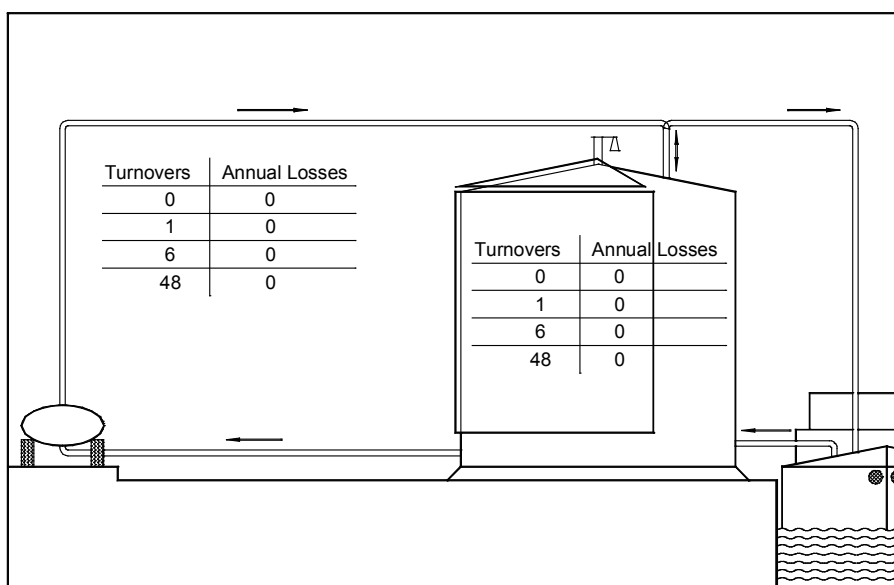
maximale druk:  $P_{\text{max}} = 3xP_{\text{max;stabile detonatie}}$

De pijplengte tussen de deflagratiebegrenzer en de ontstekingsbron moet kleiner zijn dan 20 x de diameter van de betreffende leiding (dus minder dan 2 m voor een 4" leiding). Indien de pijplengte deze L/D ratio overschrijdt dan zijn detonatiebegrenzers nodig. Deflagratiebegrenzers beschermen een installatie niet tegen detonaties.

Als nu op deze tank ook de zonneschermen geplaatst worden die beschreven zijn in sectie 4.4.2 (hierboven) kan de emissiereductie nog vergroot worden. Zie voor de resultaten onderstaande figuur 4.4.6-4.

Figuur 4.4.6-4

Benzinedepot met een dampretourleidingsysteem en een opslagtank die voorzien is van zonneschermen  
Emissiehoeveelheden in tonnen (gewicht product) per jaar



De totale emissiereducties voor de in dit voorbeeld gebruikte tank veroorzaakt door de dampretourleidingen en de zonnenschermen op de tank zijn nu:

Bij 0 turnovers	: 11 ton/jaar
Bij 1 turnover	: 43 ton/jaar
Bij 6 turnovers	: 107 ton/jaar
Bij 48 turnovers	: 514 ton/jaar.

Theoretisch zouden nu de vlamdoovers en de detonatiebegrenzers (zie figuur 4.4.6-3) niet geplaatst hoeven te worden in de dampretourleidingen omdat het tanksysteem nu geen lucht meer aanzuigt. De dampen zijn dus altijd verzadigd en de samenstelling van de damp ligt altijd boven de HEL- of de UFL-waarde.

## 4.4.7 Dampverwerkingsinstallaties (DVI's)

De volgende verschillende technieken zijn op de markt beschikbaar:

1. Membraanfiltratie (Membrane Filtration)
2. Drukvaladsorptie (Pressure Swing Adsorption)
3. (Cryo-) condensatie (Cryo-Condensation)
4. Thermische oxidatie (Thermal Oxidation)

Alle systemen kunnen worden uitgerust met een polijsteenheid voor het retentaat. Methoden om te polijsten zijn: drukvaladsorptie (PSA), katalytische oxidatie, thermische regeneratieve oxidatie of een gasmotor. Voor opstelling 1 is drukvaladsorptie de meest toegepaste polijstmethode, omdat er al een vacuumpomp voor het regenereren van de adsorbens (actieve koolstof of zeoliet) beschikbaar is.

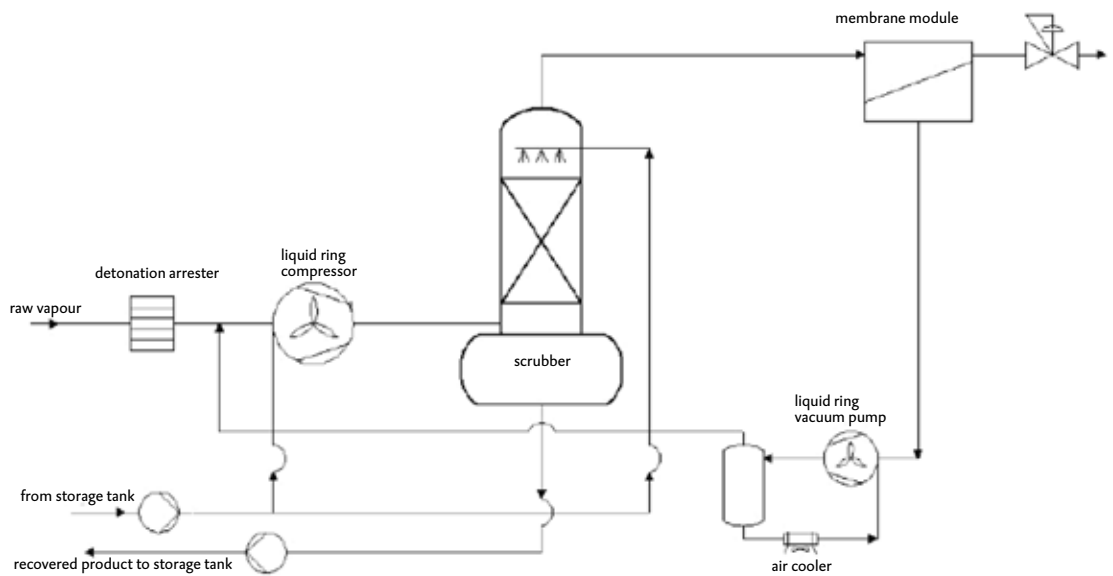
### 4.4.7.1 Membraanfiltratie

#### 4.4.7.1.1 Procesbeschrijving

Membraanfiltratie is gebaseerd op het scheiden van VOS (Vluchtige Organische Stoffen) uit een mengsel van VOS dampen en lucht of inertgas door een semi-doordringbaar membraan. Dit membraan heeft een grotere affiniteit voor VOS dan voor lucht. De VOS gaan bijvoorkeur door het membraan. Daarbij worden de ruwe dampen verdeeld in een VOS-arme en een VOS-rijke stroom. De VOS-arme stroom, aangeduid als 'retentaat', wordt afgeblazen naar de atmosfeer of naar een polijsteenheid gevoerd. De VOS-rijke stroom, die aangeduid wordt als 'permeaat', wordt toegevoerd aan de ruwe gasstroom, stroomopwaarts van de compressor. De drijvende kracht voor het scheiden van de VOS uit de oorspronkelijke dampstroom, zijn het concentratieniveau in de ruwe dampstroom en de drukverhouding over het membraan. Daarom bestaat een membraaninstallatie gewoonlijk uit de onderstaande toestellen:

- Een vloeistofringcompressor, die VOS-condensaat (of opgeslagen product) gebruikt als ringvloeistof. Afhankelijk van de toepassing kunnen ook zuiger- of schroefcompressoren worden gebruikt.
- Een scrubber, die VOS-condensaat, koud of op omgevingstemperatuur (of het opgeslagen product) gebruikt als scrubbevloeistof. In de scrubber worden de VOS-dampen gecondenseerd of, in het geval van arme ruwe dampen, verrijkt. Als er een vloeistofringcompressor wordt gebruikt, draagt deze ook bij aan het condenseren of verrijken van de ruwe dampen benedenstreams van de compressor. Bovenstreams van de compressor wordt de ruwe damp verrijkt door de hooggeconcentreerde permeaatdampen. In elk geval heeft het effluent van de damp van de scrubber een relatief hoge concentratie.
- Een membraanmodule met een oppervlak dat groot genoeg is voor de vereiste verwijderingsefficiëntie.
- Meestal een vloeistofring of een schuifschopenvacuumpomp om te zorgen voor een voldoende drukverhouding over het membraan.
- Product- en/of condensaatpompen indien de systeemdruk niet voldoende is om het product naar de opslagtank terug te voeren.

Figuur. 4.4.7.1.2-1 toont een typisch stroomschema voor een membraanfilterinstallatie.



#### 4.4.7.1.2 Systemconfiguratie

Voor de meeste toepassingen wordt een opstelling gekozen als getoond in fig. 4.4.7.1.2-1. Bij deze opstelling wordt gebruikt gemaakt van een opgeslagen product als absorbens en als ringvloeistof voor de compressor. Voor de vacuümpompen zijn vloeistoffen met een hoge dampdruk vereist om voldoende lage druk te kunnen opwekken. De teruggewonnen dampcomponenten worden vermengd met het opgeslagen product.

Fig. 4.4.7.1.2-1 Typisch stroomschema van een Membraanfiltratie systeem

In situaties waar geen absorbens beschikbaar zijn worden opstellingen als getoond in figuur 4.4.7.1.2-2 of in figuur 4.4.7.1.2-3 gebruikt.

Fig. 4.4.7.1.2-2 Membraanfiltratiesysteem zonder toepassing van absorbens

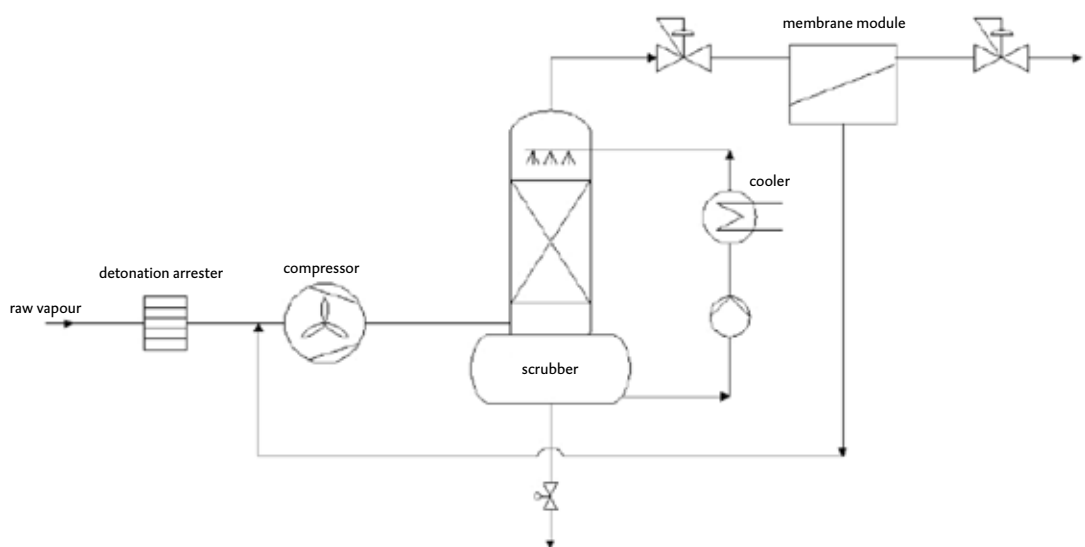
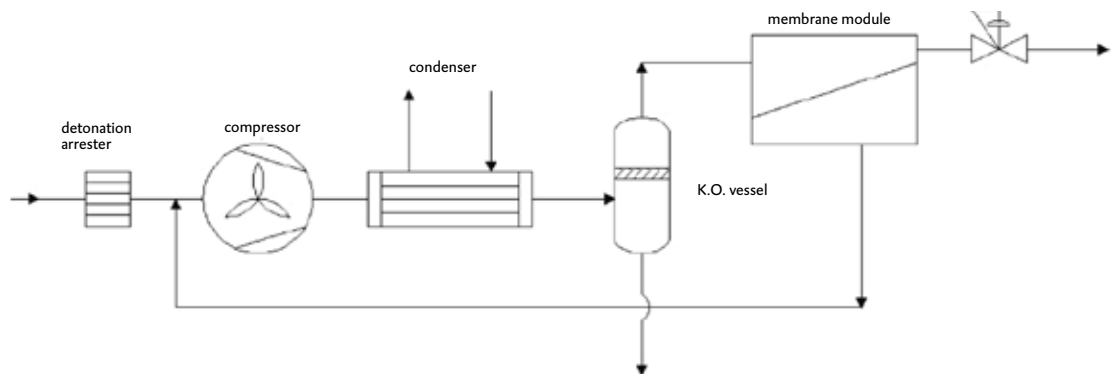


Fig. 4.4.7.1.2-3

Membraanfiltratiesysteem zonder toepassing van absorbens (alternatief voor systeem getoond in figuur 4.4.7.1.2-2)



Gewoonlijk worden zowel een compressor als een vacuümpomp toegepast om de vereiste drukverhouding over het membraan te verkrijgen. Indien voor dezelfde verwijderingsefficiëntie alleen een compressor wordt gebruikt, zal de vraag naar elektrisch vermogen toenemen en het vereiste membraanoppervlak kleiner zijn. Over het algemeen is opstelling 1 (zie fig. 4.4.7.1.2-1) het meest economische systeem.

### 4.4.7.1.3 Technische aspecten

#### Druk en drukverhouding

Voor het verwijderen van de voor deze richtlijn relevante producten, is de druk-verhouding over het membraan gewoonlijk 25. Deze verhouding, die voor alle Shell referenties aangehouden wordt, wordt bereikt met een druk tot 2.5 barg en een vacuüm van 0.1 bar.

Als een opstelling zonder vacuümpomp wordt gebruikt, worden de dampen gewoonlijk verdicht tot maximum 7-8 bar.

#### Verwijderingsefficiëntie

Voor het verwijderen van benzinedampen wordt het systeem gewoonlijk aangepast voor een emissiegrens van 20 g/Nm<sup>3</sup>. Met een ééntrapsopstelling is gewoonlijk een emissieconcentratie van 1 – 2 g/Nm<sup>3</sup> bereikbaar. Bij sommige toepassingen zijn concentraties van minder dan 0.15 g/Nm<sup>3</sup> mogelijk, bij een Shell-locatie in Duitsland bijvoorbeeld, waar een apparaat in bedrijf is voor het verminderen van platformate damp met een hoog gehalte aan aromaten.

Als een zeer lage emissieconcentratie vereist is, is polijsten noodzakelijk (bijvoorbeeld emissies van benzeen zijn gewoonlijk < 5 mg/Nm<sup>3</sup>).

#### Vereist absorbens

De absorbens moet bijvoorkeur een lage dampdruk hebben om het vereiste vermogen zo klein mogelijk te houden. Bij benzineterminals kan benzine gebruikt worden als absorbens en als ringvloeistof.

De belangrijkste eis is een schone vloeistof, die het inwendige van de scrubber niet vervuult.

De vereiste hoeveelheid absorbens is gewoonlijk 4 m<sup>3</sup>/h voor een systeemcapaciteit van 100 Nm<sup>3</sup>/h. Hiervan wordt ca. 1/3 toegevoerd aan de compressor als ringvloeistof en 2/3 direct aan de scrubber.

#### Vereist vermogen

Het vereiste elektrische vermogen ligt tussen de 0.15 en 0.25 kWh/m<sup>3</sup> behandeld dampmengsel.

Bij Shell-toepassingen met een emissievereiste van 20 g/Nm<sup>3</sup> is het vereiste vermogen minder dan 0.15 kWh/m<sup>3</sup> voor bewerkingen waarbij platformate als werkvloeistof wordt gebruikt.

### Turn-down ratio

De drie genoemde opstellingen kunnen werken met een capaciteit tussen de 0 en 100%.

### Systeemcapaciteiten

De systeemcapaciteit varieert gewoonlijk tussen de 100 en 3300 Nm<sup>3</sup>/h.

### Afmetingen en gewichten

Voor een typische systeemcapaciteit van 450 m<sup>3</sup>/h zijn de afmetingen als volgt:

L x B x H = 6 x 2,4 x 4 m, geleverd als één eenheid.

Schoorsteenhoogte gewoonlijk 6 m

Gewicht ca. 6000 kg

Voor een systeemcapaciteit van 1000 Nm<sup>3</sup>/h zijn de afmetingen:

L x B x H = 8 x 6 x 6 m totaal, geleverd als twee eenheden + compressoreenheid met 1 m vrije ruimte tussen de eenheden.

Schoorsteenhoogte gewoonlijk 6 m

Gewicht ca. 16,000 kg

#### 4.4.7.1.4

### Ontwerpcriteria

De teruggewonnen vloeistof bevat opgeloste lucht (of inert gas indien toegepast), die uiteindelijk uit de vloeistof zal ontsnappen. Dit zal een toename van de tankemissies tot gevolg hebben.

Bij enkele installaties trad schuimvorming in het condensaatvat op.

De opgeloste hoeveelheid lucht is afhankelijk van de druk in de scrubber en wordt geschat op 1,8 kg per 1 ton benzine voor een systeem van 4 bar en 4 kg / ton voor een systeem van 8 bar.

Een ander probleem dat vaak optreedt, is vervuiling van het inwendige van de scrubber. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door corrosie van stalen leidingen en/of fijne deeltjes uit de compartimenten van een binnenschip. Deeltjes in de dampstroom van een binnenschip kunnen ook de oorzaak zijn van vervuiling van de detonatiebeveiligingen.

Dit is vanzelfsprekend een algemeen probleem dat niet beperkt is tot de membraantechnologie.

Speciale aandacht dient te worden geschonken aan de beveiliging van de compressor. Daar de compressor bovenstreams van de eenheid moet worden geplaatst, werkt deze in een explosiegevaarlijke omgeving. Er zijn compressoren verkrijgbaar in categorie 1 geschikt voor een gebruik in een zone 0 volgens de ATEX vereisten.

#### 4.4.7.2

### Drukval adsorptie (Pressure Swing Adsorption)

#### 4.4.7.2.1

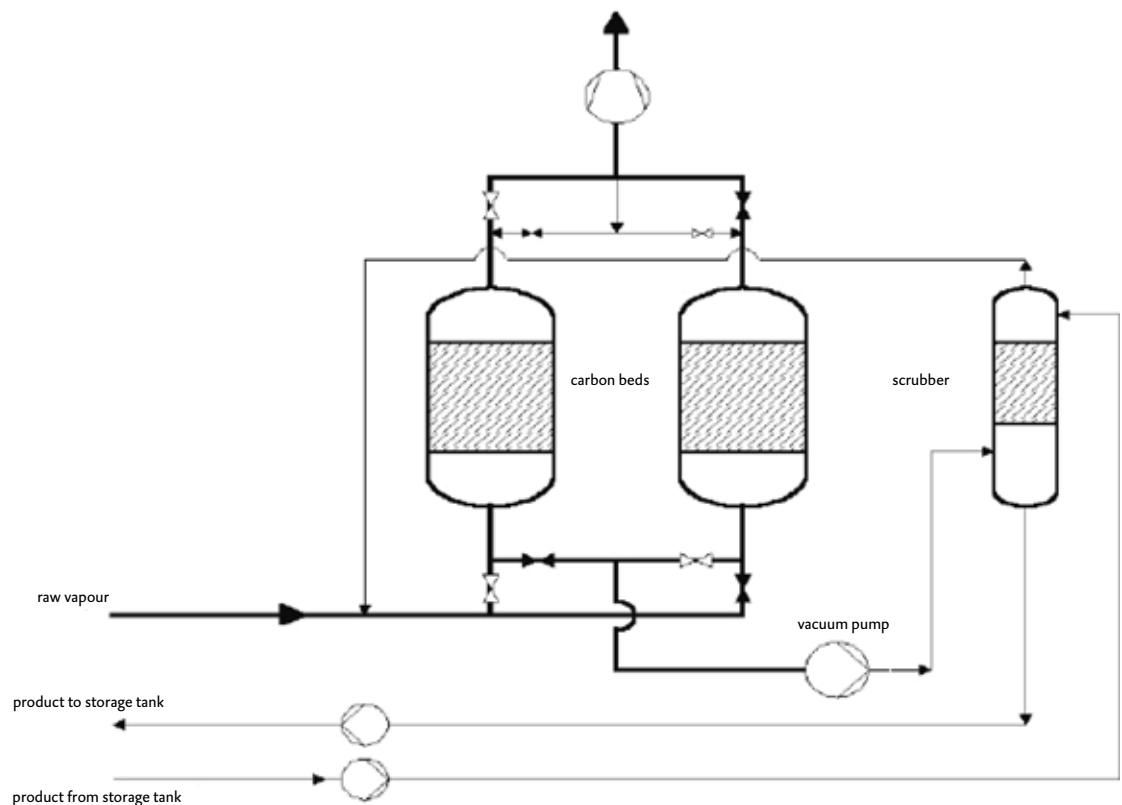
### Procesbeschrijving

In een drukvaladsorptie-installatie worden vluchtige organische stoffen uit een damp-stroom verwijderd door adsorptie op actieve koolstof. Na het laden van de actieve koolstof worden de geadsorbeerde VOS verwijderd door verdamping onder vacuüm.

Gewoonlijk bestaat een drukvaladsorptie-installatie uit twee parallelle bedden actieve koolstof. Terwijl één bed wordt geladen met VOS wordt het andere bed geregenereerd.

Fig. 4.4.7.2.1-1

Typisch stroomschema van een drukval adsorptiesysteem



De dampstroom wordt door de installatie getransporteerd door de verplaatsing van de dampen bij het vullen van de vaten met vloeistof. Ook kan een zuigventilator gebruikt worden, die moet functioneren in een schone en normaal veilige omgeving. Voor het regenereren van een koolstofbed wordt een vacuümpomp gebruikt. De verdampte VOS worden geabsorbeerd in een stroom opgeslagen product of gecondenseerd in een warmtewisselaar.

De cyclustijd voor absorptie/regeneratie bij het terugwinnen van geconcentreerde VOS dampen is gewoonlijk 10 - 15 minuten. De regeneratie begint onmiddellijk na de adsorptiecyclus. Het veranderen van de adsorptiemodus naar de regeneratiemodus wordt geregeld door temperatuurindicatie, concentratiemetingen of een voor-ingestelde tijdschakelaar.

Tijdens het regenereren is een minimale stroming door het koolstofbed vereist om de verdampte VOS te kunnen verwijderen. Daarom wordt een gedeelte van het effluent van het koolstofbed in de adsorptiemodus, naar het koolstofbed in de regeneratiemodus gestuurd.

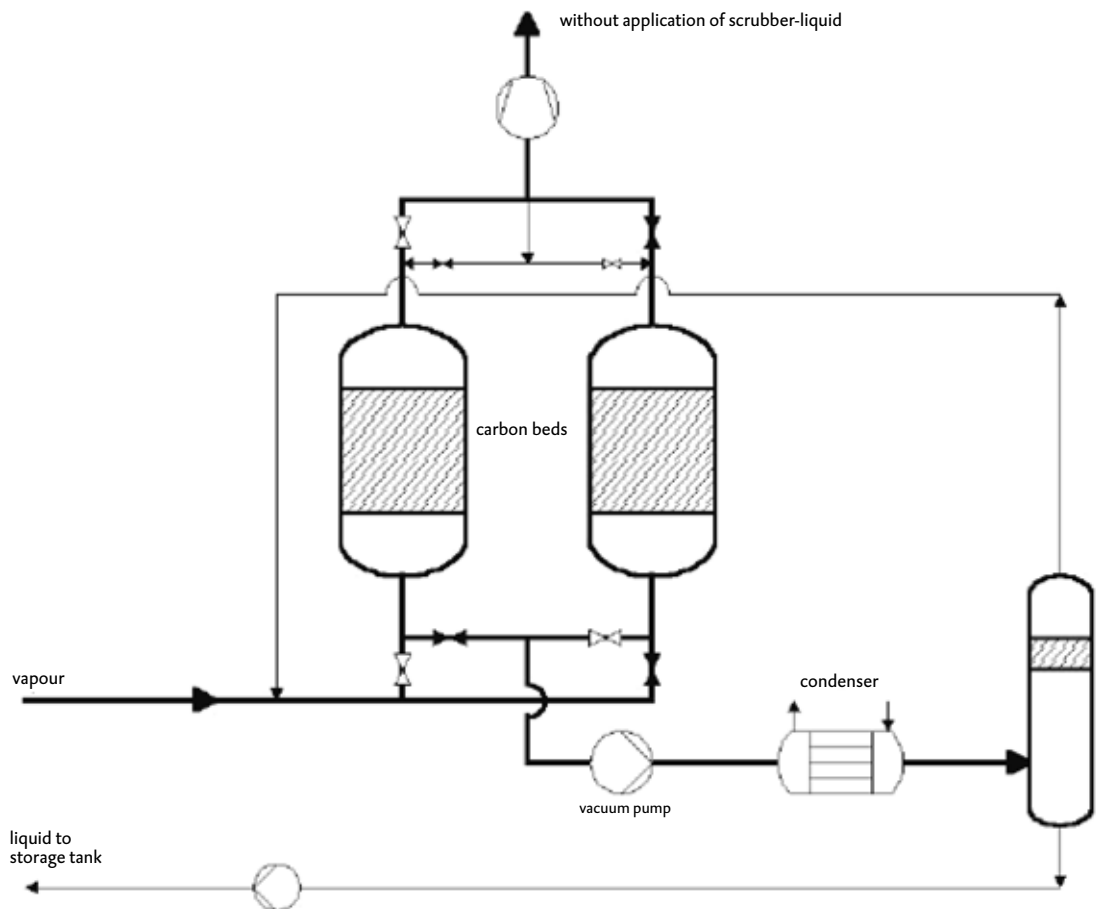
#### 4.4.7.2.2 **Systemconfiguratie**

Over het algemeen worden voornamelijk twee systemconfiguraties toegepast. Indien er een vloeistof beschikbaar is waarin de teruggewonnen VOS kunnen worden opgelost, wordt de voorkeur gegeven aan de opstelling volgens fig. 4.4.7.2.1-1. Indien er geen vloeistof beschikbaar is wordt de opstelling als getoond in fig. 4.4.7.2.2-2 toegepast.

In beide opstellingen kan een vacuümpomp met vloeistofring worden gebruikt, die gebruik maakt van een onvermengbare vloeistof met een lage dampspanning (bijvoorbeeld een ethyleenglycol/water-mengsel) als ringvloeistof.

Indien de damp bestanddelen bevat die oplossen in de ringvloeistof (bijv. ethanol), moet het gebruik van een droge vacuümpomp worden overwogen.

Figuur 4.4.7.2.2-2 Drukval adsorptie zonder vloeistofcirculatie



#### 4.4.7.2.2.3 Emissieconcentratie

Met drukvaladsorptie zijn zeer lage VOS-emissies mogelijk. Dit wordt voornamelijk bereikt door de bedgrootte te verhogen. Benzeenconcentraties, bijvoorbeeld uit benzine of uit zuivere benzeendampen, kunnen teruggebracht worden tot minder dan 5 mg/Nm<sup>3</sup>.

#### 4.4.7.2.4 Benodigde utiliteiten

##### Watertoevoer

Een installatie volgens fig. 4.4.7.2-2 kan zowel werken met koelwater (max. 10 °C) als met een koelmiddel uit een koelinstallatie.

##### Elektrische stroom

Het vereiste vermogen is 0.15 kWh / Nm<sup>3</sup> en 0.30 kWh / Nm<sup>3</sup>.

##### Instrumentenlucht

Instrumentenlucht kan worden gebruikt voor het bedienen van de kleppen. In deze situatie is 0.1 Nm<sup>3</sup>/min (bij 7 bar) vereist.



#### 4.4.7.2.5 Beperkingen m.b.t. sommige vervuilende componenten

De aanwezigheid van zwavel in het afvalgas kan problemen veroorzaken met de actieve koolstof, zoals de afzetting van elementair zwavel. Indien er zwavel aanwezig is (bijv. H<sub>2</sub>S en mercaptanen in ruwe oliedampen) kunnen de problemen worden voorkomen door voorbehandelen in een 'zelfopofferend' koolstofbed (vooraf geplaatst bed). Dit bed bevat een speciaal soort koolstof die selectief is voor zwavel. Dergelijke beschermbedden zijn relatief klein vergeleken met de regeneratieve bedden en moeten over het algemeen om de 6 tot 12 maanden worden vervangen.

Dampen die aldehyden, ketonen, en acrylaten bevatten mogen niet worden behandeld met adsorptie op actieve koolstof. Deze componenten wekken niet-controleerbare warmte op door bijvoorbeeld oxidatie en polymerisatie.

#### 4.4.7.2.6 Ontwerpcriteria

Tijdens adsorptie op actieve koolstof wordt warmte opgewekt. Deze zgn. warmte-adsorptie ligt ongeveer in dezelfde orde van grootte als de warmte die vrijkomt bij het condenseren van VOS. Enkele componenten wekken echter een buitensporige hoeveelheid warmte op. Een voorbeeld hiervan is methylethylketon. Door deze warmte kunnen tijdens de adsorptie zgn. 'hotspots' ontstaan, die het gevaar van ontbranding van de actieve koolstof vergroten. Ontbranding vindt plaats bij een temperatuur van ca. 280°C.

Om de vorming van hotspots te voorkomen moeten de volgende maatregelen genomen worden:

- Voordat een nieuw koolstofbed in gebruik wordt genomen wordt het bed eerst geladen met een verdunde (en soms inerte) dampstroom met lage VOS-concentraties. Dampen van producten als benzine zijn bijzonder geschikt om te worden voorgeladen. Deze dampcomponenten bezetten bijvoorkeur de meest actieve locaties op de actieve koolstof en zullen op deze plaats blijven tijdens de regeneratie.
- Tijdens de regeneratie is de onderdruk beperkt om verdampen van de hoogkokende VOS uit deze actieve locaties te voorkomen.
- Vóór het stilleggen van een installatie moeten beide bedden geregenereerd worden. In een niet-geregenereerd koolstofbed kan nog steeds warmte opgewekt worden die niet door de dampstroom wordt verwijderd. Deze opgewekte warmte kan na het stilleggen niet worden waargenomen. Bovendien is een geheel geregenereerde installatie weer onmiddellijk gereed om in gebruik te worden genomen.
- De installatie mag niet bedreven worden bij temperaturen > 80°C. Dit wordt waargenomen door thermokoppels in de koolstofbedden.

Als extra veiligheidsmaatregel kan de installatie worden uitgerust met vloeibare stikstof in drukflessen, die zuurstof zullen verwijderen zodra een hoge temperatuur of een hoog CO-gehalte wordt waargenomen.

### 4.4.7.3 (Cryo-)condensatie

#### 4.4.7.3.1 Procesbeschrijving

Condensatie is het koelen van de dampstroom door zeer lage temperaturen, in warmtewisselaars. Er kan worden gekoeld met conventionele methoden (door comprimeren/verdampen) voor het koelen van vloeistoffen zoals propaan, butaan, R22, of ammoniak. Koelen met vloeibaar stikstof wordt over het algemeen cryo-condensatie genoemd. Ook worden combinaties van conventionele koeling en cryo-condensatie gebruikt. Over het algemeen worden de volgende condensatiemethoden gebruikt:

- Type 1: indirecte stapsgewijze condensatie door conventionele koeling in verschillende warmtewisselaars.
- Type 2: directe condensatie van dampen in koud condensaat. Het condensaat wordt gekoeld door conventionele koeling.

- Type 3: indirecte stapsgewijze condensatie door conventionele koeling in verschillende warmtewisselaars, waarbij de laatste warmtewisselaar (cryo-condensator) vloeibaar stikstof gebruikt.
- Type 4: indirecte condensatie in een warmtewisselaar waar vloeibaar stikstof wordt gebruikt.
- Type 5: indirecte condensatie in een warmtewisselaar die koude gasvormige stikstof gebruiken.

Type 1: conventionele koeling in verschillende stappen door het gebruik van koelmiddelen zoals propaan, butaan, of R22. Over het algemeen worden drie warmtewisselaars gebruikt. De eerste warmtewisselaar koelt de damp tot +2°C om het grootste gedeelte van de waterdamp te verwijderen. De tweede warmtewisselaar koelt tot -30/-40°C en moet regelmatig ontdooid worden om het ijs te verwijderen. De derde warmtewisselaar koelt de damp af tot - 60 / -80°C.

Type 2: Absorptiecondensatie. Absorptie/condensatie in een bad koud condensaat. Meestal wordt een badtemperatuur van -35°C gebruikt. Anders dan bij indirecte condensatiemethoden worden geen aerosolen gevormd. Ook worden problemen met een isolerende gaslaag op het oppervlak van de warmtewisselaar vermeden. Het effect van de absorptie van de componenten in de koude vloeistof verbetert de efficiëntie. Vanwege de relatief hoge temperatuur van het bad is een polijsteenheid vereist om de concentratie van de dampemissie te verlagen. Over het algemeen wordt katalytische oxidatie gebruikt als polijstmethode.

Type 3: Combinatie van conventionele koeling en cryo-condensatie. Het verschil met conventionele koeling is dat in de derde warmtewisselaar vloeibaar stikstof wordt gebruikt. Sommige bijzondere installaties passen als laatste condensatiestap directe inspuiting van vloeibare stikstof in de dampstroom toe.

Type 4: een éénstapsproces, waarbij vloeibare stikstof wordt gebruikt als voeding voor een warmtewisselaar. Er kan een damptemperatuur van -100 tot -160°C worden bereikt.

Type 5: een proces waarbij eerst vloeibare stikstof wordt verdampt waarna de gasvormige stikstof bij een temperatuur van -170 °C aan de warmtewisselaar wordt toegevoerd. De stikstof die in deze warmtewisselaar wordt verwarmd, wordt gebruikt voor het verdampen van vloeibare stikstof. De weer afgekoelde stikstof wordt aan een tweede warmtewisselaar toegevoerd. Een derde warmtewisselaar wordt gebruikt om het koude schone gas opnieuw te verwarmen. (Duo-Condex systeem van de Messer Group GmbH).

#### 4.4.7.3.2 Technische aspecten

Tijdens de verwijdering van de dampcomponenten zullen de meeste componenten tot op zekere hoogte bevroren, afhankelijk van de configuratie van de warmte-wisselaars. Daarom worden condensatie-eenheden voorzien van een ontdooicyclus. Bij conventionele condensatie zijn de eerste condensatiestappen opgebouwd uit twee parallelle warmtewisselaars, waarvan er een kan worden bedreven in een ontdooimodus. Het ontdooien vraagt gewoonlijk 1-2 uur. De Duo-Condex systemen van Messer zijn voorzien van speciaal ontworpen warmtewisselaars waarin een gedeelte van het ijs wordt verwijderd door het naar beneden stromende condensaat. Hierdoor hoeft de eenheid minder vaak te worden ontdooid.

Een ander probleem van componenten met een hoog smeltpunt is de mogelijke vorming van aerosolen. Deze aerosolen worden niet uit de dampstroom verwijderd. De vorming van aerosolen is in het bijzonder te verwachten als in de warmtewisselaar vloeibare stikstof wordt gebruikt. Door de grote uitwisseling van warmte bij de dampinlaat hebben dampcomponenten de neiging om te condenseren in de dampstroom en niet op het oppervlak van de warmtewisselaar. De resterende damp wordt afgevoerd bij een lage temperatuur. Deze damp is zeer dicht en neigt er toe om van de schoorsteen naar beneden te stromen in plaats van in de atmosfeer te dispergeren. Daarom wordt de reststroom vaak in een extra warmtewisselaar opnieuw verwarmd tot ca. +15 °C.

De drukval over de (cryo-)condensatie-installaties ligt gewoonlijk tussen de 5 en 10 mbar. Daarom zijn voor het transport van de dampen over het algemeen geen ventilatoren of blowers nodig. De toepassing van een polijsteenheid zou kunnen betekenen dat er wel een ventilator vereist is. In een dergelijke situatie moet een zuigventilator worden gebruikt, die het nemen van veiligheidsmaatregelen (bijv. detonatiebeveiligingen), overbodig maakt.

Cryo-condensatie installaties zijn beschikbaar als modulaire eenheden met een nominale capaciteit van max. 500 of 1000 Nm<sup>3</sup>/h. Voor hogere capaciteiten zijn installaties beschikbaar die werken met conventionele koeling. Alle eenheden kunnen worden gebruikt voor tussen de 0% en 200% van de nominale capaciteit, hoewel de verwijderingsefficiëntie boven een capaciteit van 100% kleiner zal zijn. Het voordeel is dat een tijdelijke grote overbelasting mogelijk is zonder dat de eenheid uitvalt.

Voordeel van cryo-condensatie t.o.v. andere dampverwerkingsmethoden:

Het is niet nodig om tijdens overbelasting de eenheid uit bedrijf te nemen: damp-emissies kunnen nog steeds verminderd worden, hoewel minder efficiënt.

De drukverlaging in de installatie is erg klein (m.u.v. type 2).

## 4.4.7.4 Thermische oxidatie (verbrander, gasmotor, CEB-flare)

### 4.4.7.4.1 Introductie

Voor thermische oxidatie van dampen die tijdens opslag of beladingsactiviteiten vrij-komen, komen de volgende methoden in aanmerking:

- Oxidatie in een verbrandingsinstallatie.
- Oxidatie in een flare (schone, gesloten brander).
- Oxidatie in een gasmotor. Deze werkwijze wordt ook toegepast voor het polijsten van de afvoergassen van dampverwerkingsinstallaties.

### 4.4.7.4.2 Verbrander

#### 4.4.7.4.2.1 Algemeen

Door de verbranding van organische dampen heeft het afvoergas van de verbrandingskamer een hoge temperatuur. Om de vraag naar hulpbrandstof te verminderen kan de warmte uit de verbrandingsgassen worden teruggewonnen door de verbrandingslucht (primaire lucht) en/of het afvalgas voor te verwarmen.

Door warmteterugwinning kan een thermische efficiëntie worden bereikt van 60 - 70% en autothermische werking is mogelijk bij VOS-concentraties van ca. 10 g/Nm<sup>3</sup>.

De warmte van de verbrandingsgassen kan ook gebruikt worden voor het produceren van stoom of hete olie. Deze richtlijn gaat er van uit dat het produceren van stoom of hete olie niet vereist is daarom wordt alleen rekening gehouden met de volgende opstellingen:

Geen warmteterugwinning (zie figuur 4.4.7.4.2.1-3).

Voorverwarming van de dampstroom (figuur 4.4.7.4.2.1-1)

Voorverwarming van verbrandingslucht en voorverwarming van de dampstroom (figuur 4.4.7.4.2.1-2).

Fig. 4.4.7.4.2.1-1 Stroomschema met voorverwarming van de afvalgassen die verbrand worden

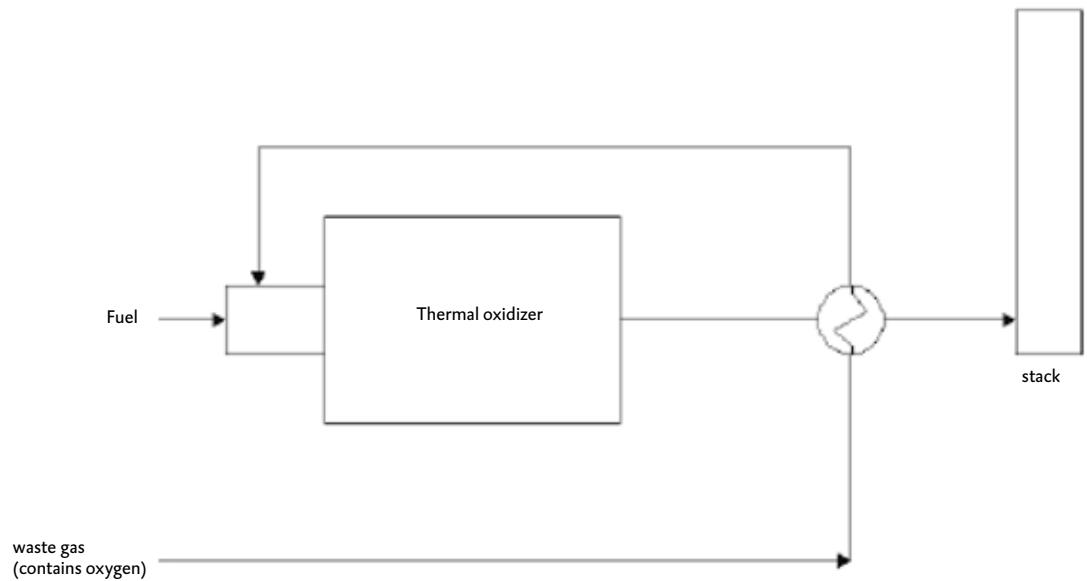
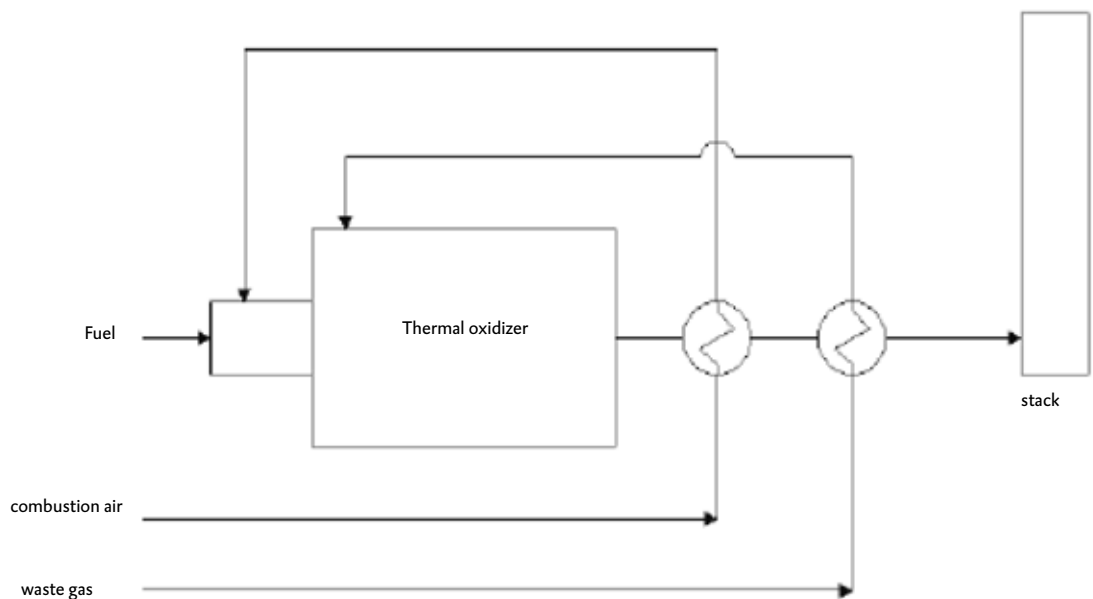


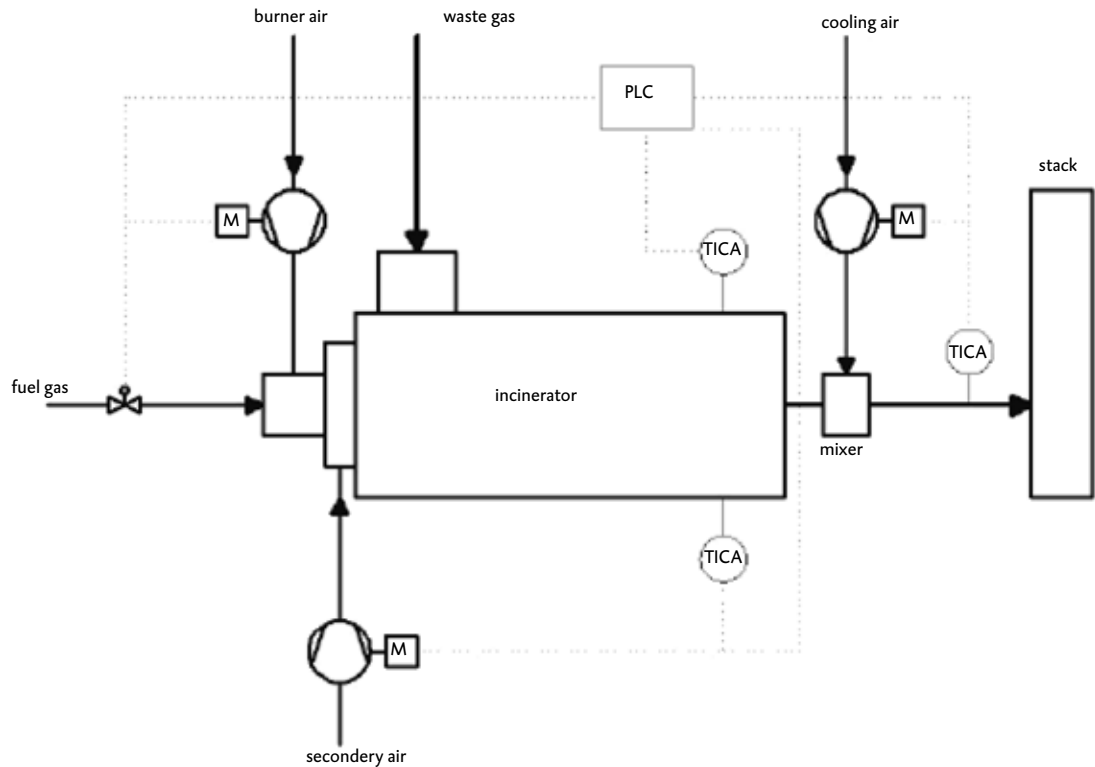
Fig. 4.4.7.4.2.1-2 Stroomschema met voorverwarming van zowel de verbrandingslucht als de afvalgassen die verbrand worden



In deze richtlijn wordt de opstelling zonder warmteterugwinning beschouwd als een 'base-case', omdat ontwerp en investering voor warmtewisselaars zeer sterk afhankelijk zijn van de specifieke eisen van de opdrachtgever. Ook zijn de investeringen voor warmtewisselaars hoog, wat er de oorzaak van zou kunnen zijn dat een totale investering voor een verbrandingseenheid niet concurrerend is met andere methoden voor het behandelen van damp.

Fig. 4.4.7.4.2.1-3

Stroomschema van verbranding van afvalgassen waarbun=ij geen terugwinning is van de opgewekte warmte



#### 4.4.7.4.2.2 Procesbeschrijving

Organische dampen kunnen vernietigd worden door oxidatie bij hoge temperaturen. De effectiviteit van het verbrandingsproces wordt bepaald door:

- Temperatuur in de verbrandingskamer, gewoonlijk 800 – 1000 °C;
- Verblijftijd, gewoonlijk minimaal 0.75 sec.;
- Turbulentie in de verbrandingskamer.

Het transport van afvalgas moet worden beveiligd met detonatiebeveiligingen EN door het voorconditioneren van de damp. Voorconditioneren kan plaats vinden door verdunning, verrijking of inertiesering. Over het algemeen bestaat het voor-conditioneren uit het verdunnen tot een VOS-concentratie die overeenkomt met 25 – 50% van de LFL (Lower Flammable Limit/onderste ontvlambaarheidsgrens) om de verbrandings-temperatuur te regelen.

#### 4.4.7.4.2.3 Technische aspecten

De turn-down ratio voor de afvalgasstroom en voor de brander zijn respectievelijk 5 : 1 en 40 : 1. Daar opslag- en ladingsbewerkingen gekenmerkt worden door langere perioden zonder afvalgasstroom leveren de beperkte turn-down ratio hoge operationele kosten op. Tijdens deze perioden moet de verbrandingsinstallatie in de stand-by modus blijven. Daarom is het gebruik van een buffervat waarin de dampen verzameld worden te overwegen.

Hoewel het afvalgas moet worden verdund tot 25 – 50% LFL, moeten de afvalgasleidingen bovendien worden uitgerust met detonatiebeveiligingen.

Vaak wordt voor het voorverwarmen van de verbrandingslucht een temperatuur van maximum 300 °C gebruikt. Afvalgas dat direct ingespoten wordt in de verbrandingskamer kan worden voorverwarmd tot een hogere temperatuur. Voor verbrandingsgastemperaturen tot 850 °C kunnen plaatwarmtewisselaars worden gebruikt. Voor hogere verbrandingsgastemperaturen kunnen alleen warmte-wisselaars met pijpenbundels worden gebruikt.

#### 4.4.7.4.3 Gasmotor

##### 4.4.7.4.3.1 Algemeen

Dampstromen kunnen worden geoxideerd in een gasmotor die voorzien is van een duaalbrandstofinrichting. Bij lage VOS-concentraties wordt propaan gebruikt als hulpbrandstof. Het bedrijf is gewoonlijk geheel automatisch door het gebruik van een softwarepakket voor brandstofmanagement. Door het installeren van een generator kan elektriciteit worden opgewekt en ook kan de warmte van de radiator worden gebruikt. Voor het opwekken van de elektriciteit is de efficiëntie ca. 34%, voor warmte-terugwinning ca. 85%. Om operationele redenen (bijv. peak-shaving) wordt gewoonlijk een gashouder gebruikt met een capaciteit van 60 – 120 m<sup>3</sup>.

##### 4.4.7.4.3.2 Technische aspecten

De capaciteit van een gasmotor wordt uitgedrukt in het maximale elektrische vermogen dat kan worden gegenereerd (kW<sub>e</sub>).

De gasmotor vraagt een verwarmingswaarde van de dampstroom van minstens 5 – 6 MJ/Nm<sup>3</sup>.

Bij een aangenomen gemiddelde verwarmingswaarde van 45 MJ/kg voor VOS komt dit overeen met een VOS-concentratie in de dampstroom van ca. 130 g/Nm<sup>3</sup>.

Een lagere concentratie moet worden gecompenseerd met extra hulpbrandstof (bijv. propaan).

Het door de motor opgewekte elektrische vermogen kan als volgt worden berekend:

$$45 \times C \times Q_v \times 0.34 / 3.6 = kW_e$$

De warmte-terugwinning kan als volgt worden berekend:

$$45 \times C \times Q_v \times (0.85 - 0.34) / 3.6 = kW_{th}$$

C = VOS-concentratie in kg/m<sup>3</sup>

Q<sub>v</sub> = dampstroom in m<sup>3</sup>/h.

#### 4.4.7.4.4 Ceb-flare (Clean Enclosed Burner – schone gesloten brander)

De CEB-flare bevat een rooster van metaalvezels die de vlam omsluiten. Dit rooster staat bekend als Metal Fibre Oxidizer (metaalvezelbrander) en kan ook worden geïnstalleerd in verbrandingsinstallaties.

Met een CEB-flare kan warmte teruggewonnen worden uit het verbrandingsgas.

Figuur 4.4.7.4.4-1 CEB-flare

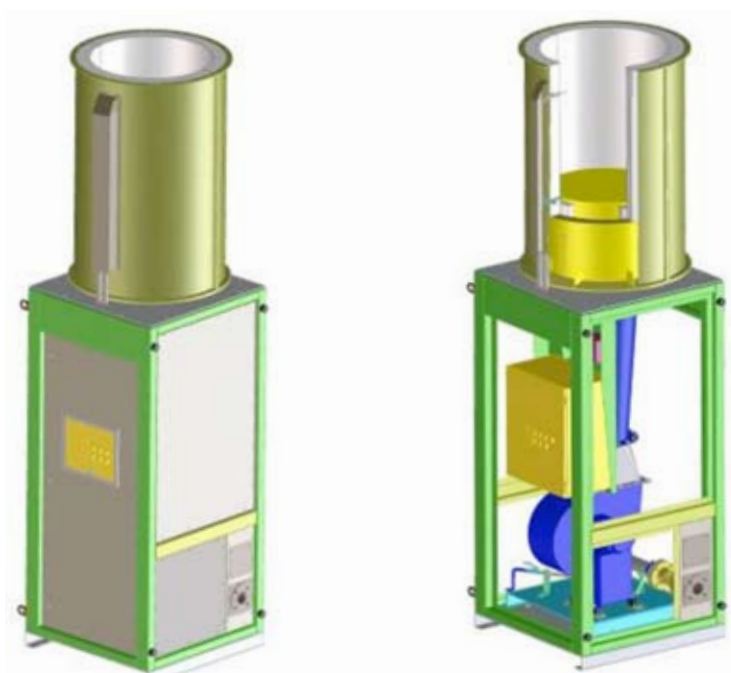
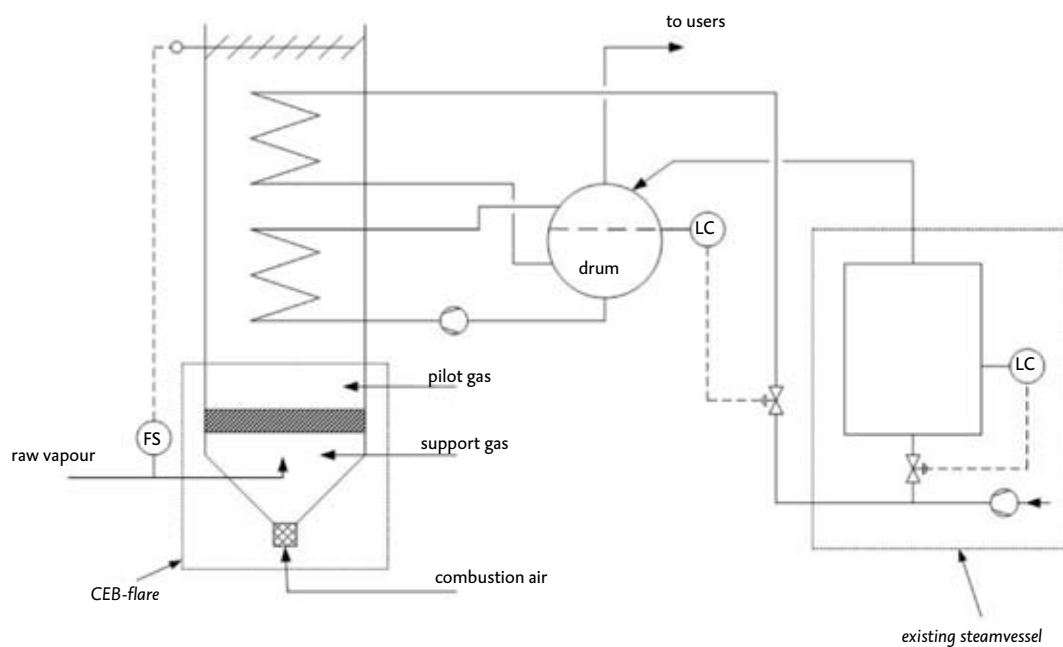


Fig. 4.4.7.4.4-2 toont een systeem voor het verminderen van de aardgasbehoefte bij een bestaande stoomketel.

Figuur 4.4.7.4.4-2 Systeem voor reductie van gasgebruik bij een stoomketel



## 4.4.7.5 Polijstmethoden voor dampverwerkingsinstallaties

### 4.4.7.5.1 Algemeen

Polijstmethoden (Polijsten is een woord dat aangeeft dat er dan aanvullende reiniging plaatsvindt) worden ingezet als de vereiste emissieconcentratie niet bereikt kan worden met een enkeltraps dampverwerkingsinstallatie (DVI).

Alleen met de DVI die werkt met adsorptie op actieve koolstof (bijv. drukvaladsorptie) is een emissieconcentratie van 10 – 50 mg/Nm<sup>3</sup> mogelijk. Met de meeste andere methoden (toegepast in enkeltraps DVI's) kunnen emissieconcentraties tot 1 g/Nm<sup>3</sup> worden bereikt.

Beschikbare polijstmethoden zijn:

- Drukvaladsorptie;
- Katalytische oxidatie;
- Regeneratieve thermische oxidatie;
- Niet-thermisch plasma.

Gasmotor en CEB-flare worden niet gezien als polijsteenheden, omdat deze methoden een verwarmingswaarde van de damp vereisen van minstens 6 MJ/Nm<sup>3</sup>. Dit komt overeen met een VOS-concentratie van ca. 150 g/Nm<sup>3</sup> in het dampmengsel.

### 4.4.7.5.2 Drukvaladsorptie (Pressure Swing Adsorption - PSA).

Deze polijstmethode wordt meestal gebruikt in combinatie met membraanfiltratie, omdat de uitlaat van een membraaneenheid meestal voorzien is van een terugdrukregeling. Dit houdt in dat voldoende druk beschikbaar is voor het damptransport door de drukvaladsorptie-eenheid.

Sommige membraaneenheden hebben een opstelling met een vacuümpomp om de vereiste drukverhouding over de membranen te creëren. Deze vacuümpomp kan worden gebruikt voor het regenereren van het adsorbensbedden.

Indien drukvaladsorptie gebruikt wordt als polijstmethode wordt als adsorbens vaak zeoliet i.p.v. actieve koolstof gebruikt.

### 4.4.7.5.3 Katalytische oxidatie (Catox )

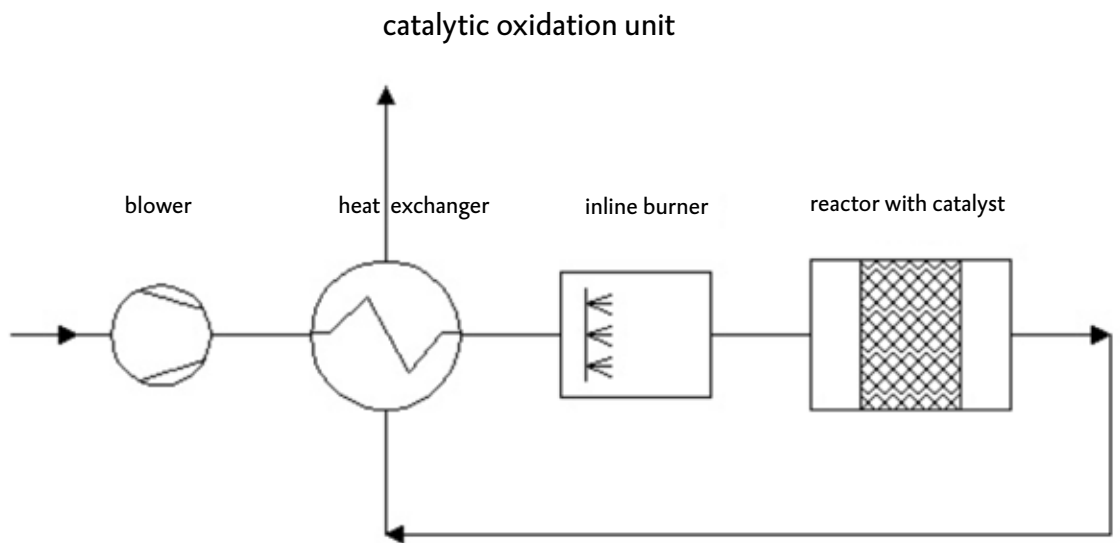
Voor katalytische oxidatie moet het afvalgas voorverwarmd worden. Voor de meeste VOS is een aanvang- (voorverwarmings) temperatuur vereist van 300 - 350 °C (maar methaan vereist > 400 °C).

De maximaal toegestane VOS-concentratie is 10 g/Nm<sup>3</sup>, beperkt door de toelaatbare temperatuurtoename in het katalysatorbed. Voor de meeste katalysatoren is de toelaatbare temperatuur minstens 600 °C. (een VOS-concentratie van 1 g/m<sup>3</sup> komt overeen met een temperatuurtoename van ca. 30 °C).

Voor het voorverwarmen van de damp is een inline-brander vereist, meestal in combinatie met een warmtewisselaar. Met een warmtewisselaar kan een thermische efficiëntie van ca. 60 % worden bereikt. Ook maakt een warmtewisselaar auto- thermische bediening bij een afvalgasconcentratie van 3 - 5 g/Nm<sup>3</sup> mogelijk.



Figuur 4.4.7.5.3-1 Schema van een katalytisch oxydatie systeem



#### 4.4.7.5.4 Regeneratieve thermische oxidatie (RTO)

Een typische regeneratieve thermische oxidatie-eenheid bestaat uit drie bedden keramische pakking die dienst doen als warmtewisselaars. Een vereenvoudigd installatieschema wordt hieronder getoond.

Door de stroming vaak te veranderen van een verwarmd bed naar een koud bed zal de verbrandingswarmte in de installatie blijven met als gevolg een thermische efficiëntie van 95%.

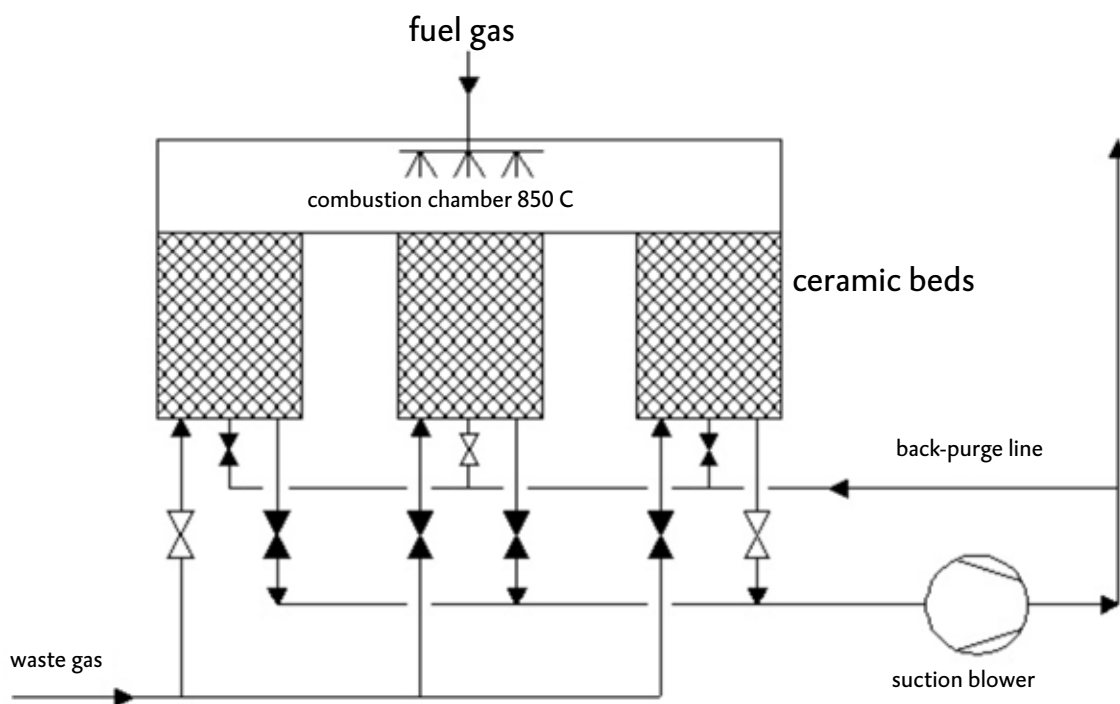
Door de verbrandingstemperatuur van 850 – 1000 °C is de verwijderingsefficiëntie van VOS > 99.9%.

Regeneratieve thermische oxidatie vereist een afvalgasconcentratie van max. 5 g VOS/Nm<sup>3</sup>

Voor autothermische werking is een VOS-concentratie van minimaal 1.5 g/Nm<sup>3</sup> vereist. Productie van thermische NO<sub>x</sub> is < 50 mg/Nm<sup>3</sup>.

Een installatie voor regeneratieve thermische oxidatie kan worden uitgerust met een zuigventilator. Daar de drukval in de RTO-installatie relatief laag is (30 – 50 mbar) kan een systeem met een dampverwerkingsinstallatie (DVI) + regeneratieve thermische oxidatie (RTO) soms worden bedreven met één ventilator.

Figuur 4.4.7.5.4-1 Schema van een regeneratief themisch oxydatiesysteem



# 5 Fasen van tank- depots/terminals



# Inhoudsopgave hoofdstuk 5

<b>5</b>	<b>Fasen van tankdepots/terminals</b>	<b>187</b>	5.3.9	Inspectie en onderhoud op basis van een risicogedreven methodiek	220
5.1	Planningfase	190	5.3.9.1	Algemeen	220
5.2	Ontwerp- en nieuwbouwfase	192	5.3.9.2	Risicomangement	221
5.3	Operationele fase en inspectie en onderhoud	192	5.3.9.2.1	Inleiding tot risicomangement	221
5.3.1	Basisprocedure tanksinspectie	192	5.3.9.3	Risk Based Inspection	222
5.3.2	Externe inspectie	192	5.3.9.3.1	Inleiding	222
5.3.3	Interne inspectie	194	5.3.9.3.2	Kans op een specifiek faalgedrag	223
5.3.4	Beschikbare Inspectiemethodieken	194	5.3.9.3.3	Consequenties van een specifiek faalgedrag	225
5.3.4.1	Inleiding	194	5.3.9.3.4	Risicoclassificatie	225
5.3.4.2	Beschikbare NDO technieken	195	5.3.9.3.5	Bepaling van de volgende vereiste inspectiedatum	227
5.3.4.2.1	Inleiding	195	5.3.9.3.6	Inspectieplan	229
5.3.4.2.2	MFL (Magnetic Flux Leakage) onderzoek	195	5.3.9.4	Reliability Centred Maintenance	229
5.3.4.2.3	Ultrasoon onderzoek (US)	197	5.3.9.4.1	Inleiding	229
5.3.4.2.4	SLOFEC (Saturation Low-Frequency Eddy Current) onderzoek	199	5.3.9.4.2	Vorbereidende stappen	231
5.3.4.2.5	Onderzoek door middel van Acoustische Emissie (AE)	202	5.3.9.4.3	Beschrijving van de rcm-analyse	232
5.3.4.3	NDO-technieken beschikbaar voor inspectie van annular platen als tank in bedrijf is.	204	5.3.9.4.4	Keuze van onderhoudstaken	235
5.3.4.3.1	Beschikbare methodieken	204	5.3.9.4.5	Uitvoering	237
5.3.4.3.2	LORUS (Long Range Ultrasonic) onderzoek	205	5.3.9.4.6	Heroverweging	237
5.3.4.3.3	PEC (Pulsed Eddy Current) onderzoek	206	5.3.9.5	Het PPM-proces	237
5.3.4.4	NDO-technieken voor lasnaden onderzoek	209	5.3.10	Integriteitsbepaling van belangrijke tankonderdelen	244
5.3.4.4.1	Inleiding	209	5.3.10.1	Inleiding	244
5.3.4.4.2	MP (Magnetic Particle) onderzoek	209	5.3.10.2	Gekozen belangrijke tankonderdelen voor restlevensduurbepaling	245
5.3.4.4.3	DP (Dye Penetrant) onderzoek	211	5.3.10.3	Theoretische achtergronden met betrekking tot toelaatbare spanningen in tankonderdelen	245
5.3.4.4.4	Röntgen onderzoek	213	5.3.10.4	Toelaatbare spanningen	246
5.3.4.4.5	TOFD (Time Of Flight Diffraction) onderzoek	213	5.3.10.5	Lasreductiefactor	247
5.3.4.4.5	Vacuümbox testen	216	5.3.10.6	Factoren die de afkeurgrens bepalen	247
5.3.5	Beoordeling van de omvang van het onderhoud	217	5.3.10.6.1	Integriteit van lasnaden voorkomende in tankonderdelen	247
5.3.6	Preventief onderhoud	218	5.3.10.6.2	Sterktecriterium	248
5.3.7	Reparatieonderhoud	218	5.3.10.6.3	Werkelijke lasreductiefactor versus aangenomen factor in bouwnormen	249
5.3.8	Gebruikelijke onderhoudswerkzaamheden en -methoden	218	5.3.10.6.4	Werkelijke materiaalspanning ten opzichte van in normen gespecificeerde spanningen	249
5.3.8.1	Algemeen	218	5.3.10.6.5	Dichtheids criterium	249
5.3.8.2	Tankconstructie	219	5.3.10.7	Afkeurgrens wandnozzles	251
5.3.8.2.1	Reparaties aan de tankbodem	219	5.3.10.8	Afkeurgrensversterkingsplaten van doorvoeringen	253
5.3.8.2.2	Reparaties aan de tankwand	219			
5.3.8.2.3	Reparaties aan het tankdak	219			
5.3.8.3	Tankfundatie	220			
5.3.8.4	Kritische zettingsgrenzen	220			

5.3.10.8.1	Inleiding	253	5.3.10.12.3.2	Onrondheid van tanks met vaste daken zonder een inwendig drijvend dak en van tanks met inwendige of uitwendige drijvende daken met een diameter < 40 m	265
5.3.10.8.2	Origineel ontwerp nozzles volgens theorie van bs 2654 [17] en en 14105 [21]	253	5.3.10.12.3.3	Onrondheid van tanks met inwendige of uitwendige drijvende daken met een diameter > 40 m	266
5.3.10.8.3	Afkeurgrens dubbelingsplaten ontworpen volgens de theorie van bs 2654 [17] en en 14015 [21]	255	5.3.10.12.3.4	Onrondheid van tankwand en spleten tussen tankwand en rimseal	267
5.3.10.8.4	Origineel ontwerp nozzles volgens de api 650 [18] theorie	255	5.4	Mothballing	268
5.3.10.8.5	Afkeurgrens dubbelingsplaten ontworpen volgens de api 650 [18]	257	5.5	Sloopfase	269
5.3.10.9	Afkeurgrens hoeklassen wand/bodemverbinding	258	5.5.1	Andere bestemming	269
5.3.10.9.1	Inleiding	258	5.5.2	'Like-for-like' vervangen van de opslagtank	269
5.3.10.9.2	Bodemhoeklassen van tanks met vaste daken met scheurnaadcriterium	258	5.5.3	Niet 'like-for-like' vervangen van de opslagtank	269
5.3.10.9.3	Bodemhoeklassen van tanks met vaste daken zonder scheurnaadcriterium en voor tanks met uitwendige drijvende daken	259			
5.3.10.9.4	Afkeurgrens dakpoten van inwendige en uitwendige drijvende daken	260			
5.3.10.10	Afkeurgrens platen van pontons en drijvers van drijvende daken	261			
5.3.10.10.1	Inleiding	261			
5.3.10.10.2	Top- en bodemplaten ponton en binnendek (membraan) van beide types drijvende daken	262			
5.3.10.10.3	Rimplaten van pontons	262			
5.3.10.10.3.1	Rimplaten 'lower edge type' drijvende dak	262			
5.3.10.10.3.2	Binnenrimplaten van het 'Flush type' drijvende dak	262			
5.3.10.10.3.3	Putcorrosie in pontononderdelen	262			
5.3.10.11	Afkeurgrens inwendig leidingwerk	263			
5.3.10.11.1	Inleiding	263			
5.3.10.11.2	Leidingen met inwendige/uitwendige druk	263			
5.3.10.11.3	Leidingen zonder inwendige/uitwendige druk	263			
5.3.10.12	Afkeurgrens onrondheid / ovaliteit in tankwanden	264			
5.3.10.12.1	Inleiding	264			
5.3.10.12.2	Onrondheid door scheefstand	264			
5.3.10.12.3	Onrondheid / ovaliteit veroorzaakt door lokale zetting van het fundament onder de annular sectie	265			
5.3.10.12.3.1	Inleiding	265			

Vooraf aan de ontwerp- en nieuwbouwfase van een tankopslaginstallatie of depot zal er een planningfase worden doorlopen waarin verschillende acties nodig zijn om tot de eigenlijke engineering en de bouw over te gaan. Dit gebeurt aan de hand van zgn. 'Milieu Effect Rapportage Studies', die gestoeld zijn op een compleet gedetailleerd onderzoek naar mogelijke beïnvloeding van de installatie of het milieu in de directe en minder directe omgeving van de te realiseren tankopslaginstallatie. Daarbij zal niet alleen gekeken worden naar effecten die zo'n installatie heeft op de flora en fauna maar ook – als er zich calamiteiten voordoen – op de lucht, bodem- en grondwatergebieden. Daarbij is het noodzakelijk een veiligheidsstudie te verrichten en alle risico's van zo'n installatie in kaart te brengen door middel van een Risico Inventarisatie en Evaluatie studie. De verschillende PGS-documenten en de te gebruiken normen voor de opslagsystemen – op hun beurt weer afhankelijk van het vlampunt en de dampspanning van het opgeslagen product – zie hoofdstukken 2.1, 2.1.1.1, 2.1.2.1, 2.1.3.1 en het stroomschema van hoofdstuk 2.1.3.2.4.1) – geven dan richtlijnen aan die men gebruikt voor zo'n RI&E studie.

Op basis van bijlage I van het Inrichtingen en Vergunningenbesluit (IvB) kan bepaald worden, afhankelijk van de grootte van de inrichting/activiteit of het bedrijf valt onder gemeentelijk – of onder provinciaal bevoegd gezag. Het indienen van een MER-studie bij die aangewezen overheid is niet te zien als een aanvraag voor een bouwvergunning.

De MER-studie en de reacties daarop van overheid en de eigenaar zijn publiek te maken door middel van publicaties, ter inzage legging e.d. en wettelijk vastgelegde termijnen daarvoor en voor het indienen van bezwaren door belanghebbenden, omgeving e.d., moeten gerespecteerd worden. Alle vragen door belanghebbenden zijn te behandelen, door tegemoetkoming, afwijzing (met redenen omkleed) en/of door aanpassing van de installatie. Beroep tegen genomen besluiten is mogelijk en het kader daarvan is vastgelegd in wettelijke besluiten. Beroepen tot de hoogste geleiding (Raad van State) kunnen de voortgang beïnvloeden, maar deze dienen wettelijk eerbiedigd te worden.

Na een positieve beoordeling van de MER-studie zal de overheid overgaan tot het verlenen van een toestemming tot de verdere implementatie van de opslaginstallatie. Daartoe zullen verder engineeringstappen door de eigenaar genomen worden. Als die engineeringstappen verder uitgewerkt zijn, zal een bouwvergunningaanvraag volgen. Behandeling door provinciale en gemeentelijke overheden en andere geleidingen. zullen dan volgen om de installatie vrij te geven voor de bouw. Bouw- en Woningtoezicht of door hun aangewezen Notified Bodies zullen de engineering-documenten verder beoordelen en vrijgeven.

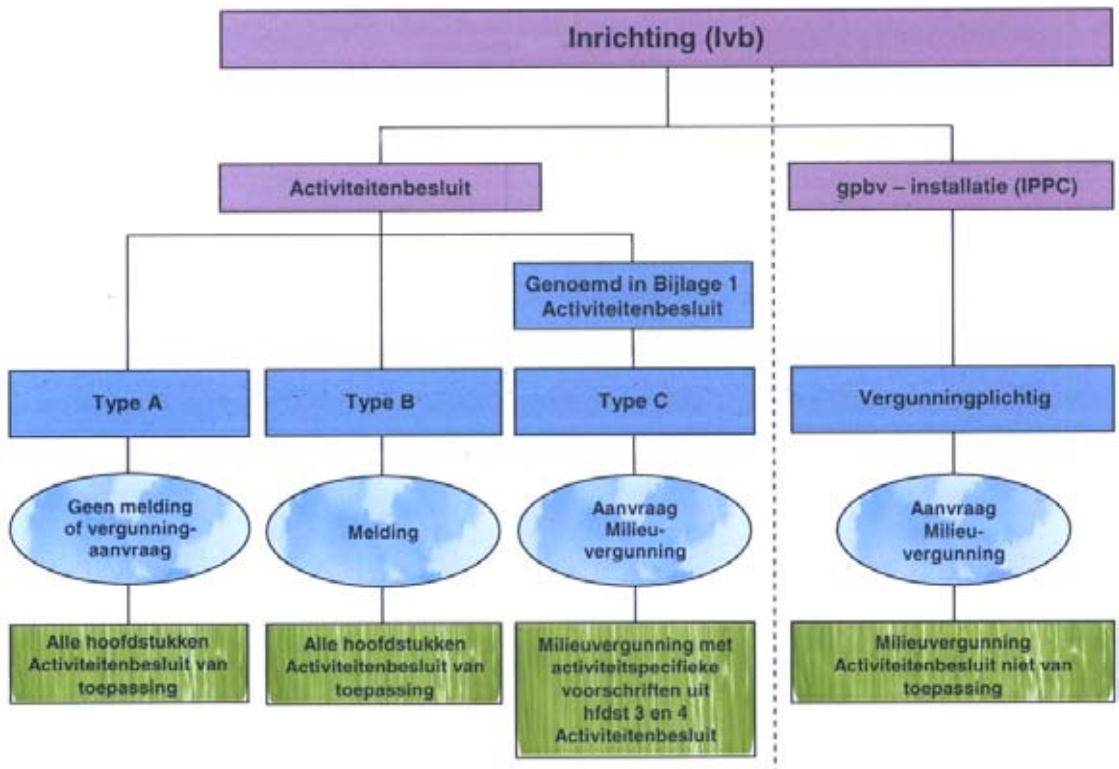
Als alles omvattende vergunning zal de overheid een milieuvergunning (Wm-vergunning) opstellen om de te bouwen tankopslaginstallatie operationele vrijheid te geven binnen de in die vergunning vastgelegde kaders.

In onderstaand stroomschema – figuur 5.1-1 – kan bepaald worden welke voorschriften voor welke inrichtingen gelden. Dit stroomschema is een uittreksel uit het Activiteitenbesluit en Landbouwbesluit 2008. Voor bijna alle gevallen geldt dat tank op- en overlageactiviteiten beschouwd kunnen worden als een 'Type C-inrichting'

Daarbij kan, uit dit stroomschema, dan bepaald worden, aan de hand van beschrijvingen aangegeven in paragrafen uit de Algemene Beoordelings Methodiek RWS (Abm) – één na laatste kolom van het stroomschema – welke hoofdstukken uit het Activiteitenbesluit 2008 van toepassing zijn – eerste kolom van het stroomschema. De activiteiten die dan in het Activiteitenbesluit zijn genoemd, hoeven niet in de Wm-vergunning meer geregeld te worden omdat deze dan direct werkend zijn.

Figuur 5.1-1

Stroomschema Activiteiten besluit: Wegwijzer Activiteitenbesluit en Landbouwbesluit 2008



Ondanks het bestaan van de 'storage BREF' van het IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) geeft Annex I van de IPPC-richtlijn aan dat een Tank op- en overslagbedrijf geen IPPC-inrichting is (althans daarin wordt tank op- en overslag niet genoemd). Wel heeft de Nederlandse wetgever bepaald dat ook niet IPPC-bedrijven moeten voldoen aan BBT. Dus kan o.a. de BREF gebruikt worden voor completeren van Wm-vergunningen (zie Wet milieubeheer). IPPC bedrijven hebben niets met het Activiteitenbesluit van doen. D.w.z. dat als een bedrijf onder IPPC valt men gewoon alles in de Wm-vergunning kan regelen.

## 5.2 Ontwerp- en nieuwbouwfase

Voor ontwerp- en nieuwbouwfases van opslagtanks geldt, volgens de PGS 29 [28], dat er te allen tijde, ook als de drukklasse van de tank kleiner is van 500 mbar (0,5 bar) en er eigenlijk geen NoBo-keuring hoeft plaats te vinden, die NoBo-keuring toch wordt voorgeschreven (keuring van de bouw en ontwerpgegevens door een Notified Body). Diezelfde PGS 29 [28] schrijft ook voor dat voor alle producten, die beschreven zijn in dit document en die opgeslagen worden in conventionele opslagtanks, de EN 14015 [21] de enige norm is die gebruikt moet worden voor het ontwerp, de keuze van de daarin toe te passen materialen, de bouwmethode het inspecteren van de lassen en de uitvoering van druk- en watertesten. Alle materialen de ontwerpberekeningen, de bouwtekeningen en de bouwtechnische handelingen moeten gekeurd worden door de NoBo-instantie. De EN 14015 [21] schrijft er tankonderdeel voor wat de inspectietechnieken zijn die toegepast moeten worden, heveel er geïnspecteerd moet worden (aantal meters lasnaad), wat de afkeur- of goedkeurparameters zijn bij voorkomende lasdefecten, welke toleranties gelden voor wat betreft afwijking in verticale, horizontale of rondingsdimensies e.d. De aannemer en de eigenaar dienen een compleet nieuwbouwrapport samen te stellen waarin alle berekeningen, de bouwtekeningen de materiaalcertificaten, de afnamerapporten van de NoBo-instantie e.d zijn opgenomen. Als de tank, na druk- en watertest compleet is opgeleverd en het nieuwbouwrapport is ondertekend door de NoBo-instantie kan de tank in gebruik genomen worden en geldt een ander regiem: de instandhoudings- fase voor operationele handelingen en voor routinematige inspecties en onder-houdswerkzaamheden.

## 5.3 Operationele fase en inspectie en onderhoud

### 5.3.1 Basisprocedure tankinspectie

Er dienen regelmatig externe inspecties plaats te vinden om een indruk te krijgen van mogelijke corrosie, lekkages en zettingen. Met de mantel verbonden leidingen moeten in deze inspectieprogramma's opgenomen worden. De frequentie van de externe inspecties is vooral afhankelijk van de omgevingsomstandigheden en gebaseerd op de ervaringen ter plaatse. Wanneer een tank ingepland is voor interne inspectie zal er van tevoren een uitgebreidere externe inspectie worden uitgevoerd, opdat eventueel noodzakelijke reparaties dan op tijd kunnen worden vastgesteld en gepland.

Voordat interne inspecties uitgevoerd worden, dient de tank gereinigd en gasvrij te zijn gemaakt.

### 5.3.2 Externe inspectie

Typische onderdelen die door een externe inspectie gedekt worden zijn:

- isolatie
- verfwerk
- dikte van wanden dakplaten
- ontluchtingen, afsluiters, meetinrichtingen en andere toebehoren
- rim seals van tanks met drijvende daken
- vervuiling van de centrale sumps van tanks met drijvende daken
- conditie van de tankterp
- zettingen bij de fundaties
- bodemlekkage bij de mantel





### 5.3.3

## Interne inspectie

De interne inspectie wordt elke 4 tot 20 jaar uitgevoerd, afhankelijk van het opgeslagen product, de omgevingsomstandigheden en of het een aparte tank is of één die representatief is voor een groep tanks. Bij de meeste tankonderdelen zal corrosie het meest voorkomende degradatiemechanisme zijn. Daarom zal daarop de grootste focus liggen met betrekking tot uit te voeren interne inspecties. Maar onderzoek naar andere degradatiemechanismen mag niet overgeslagen worden, mits de levenscyclus van de tanks aangeeft dat de kans van optreden van die mechanismen verwaarloosbaar zullen zijn.

Typische onderdelen die door een interne inspectie gedekt worden zijn:

- tankbodem
  - corrosie
  - lasscheuren
  - vormveranderingen
- tankwand
  - corrosie
  - lasscheuren
  - coating
- tankdak
  - corrosie van dakplaten en steunpoten
  - corrosie en vloeistofdichtheid van pontondaken
  - seals, aardkabels, afvoeren etc.

Ontwikkelingen van bodeminspectietechnieken in de tank tijdens bedrijf bijvoorbeeld met afstandbediende crawlers zouden in de nabije toekomst een aanvaardbare methode kunnen vormen om de noodzaak aan te geven de inspectiefrequenties te herzien.

### 5.3.4

## Beschikbare Inspectiemethodieken

#### 5.3.4.1

### Inleiding

In voorgaand hoofdstuk is aangegeven dat corrosie de meest voorkomende degradatievorm is. Er zijn verschillende technieken beschikbaar om grote oppervlakten van tankbodems, tankwanden en tankdaken op corrosie te checken en te beoordelen. Allereerst komen Niet Destructieve Onderzoekstechnieken (NDO) aan de orde die geschikt zijn om corrosie te detecteren en, al of niet, een restdikte kunnen bepalen (hoofdstuk 5.3.4.2). Daarna zullen enkele NDO-technieken behandeld worden die speciaal ontwikkeld zijn om corrosie van de annular sectie van de bodem te detecteren (zie hoofdstuk 5.3.4.3). Als laatste worden enkele NDO-technieken behandeld waarmee lasnaden onderzocht kunnen worden op interne of externe las-defecten (zie hoofdstuk 5.3.4.4). In het algemeen kan men stellen dat NDO dus onderzoek is met behulp van technieken waarbij dus geen materiaalverandering plaats vindt aan de te onderzoeken materialen, noch dat er proefmonsters uit de te onderzoeken materialen genomen moeten worden. Sommige NDO-technieken kunnen toegepast worden als de tank in bedrijf is; andere technieken zijn weer geschikt om te gebruiken als de tank uit bedrijf genomen is. In verdere hoofdstukken wordt, per beschreven techniek, aangegeven of dit toepasbaar is bij tanks die in bedrijf zijn of bij tanks die uit bedrijf genomen zijn.

## 5.3.4.2 Beschikbare NDO technieken

### 5.3.4.2.1 Inleiding

Er bestaan met betrekking tot tankinspecties veel **Niet-destructieve Onderzoek (NDO)**-technieken, maar slechts een aantal is geschikt om op grote schaal materiaaldikte-afname door corrosie te detecteren. Tevens is het van belang om te weten om welke tankonderdelen het gaat waar corrosie optreedt of op kan treden. De beschikbare technieken die in aanmerking kunnen komen voor onderzoek op grote plaatvelden (bodem-, wand- en/of dakplaten) zijn:

- a. MFL (Magnetic Flux Leakage)
- b. US (Ultrasoon onderzoek)
- c. SLOFEC (Saturation Low Frequency Eddy Current)
- d. AE (Acoustical Emission)

### 5.3.4.2.2 MFL (Magnetic Flux Leakage) onderzoek

#### a. Het principe

De Magnetic Flux Leakage (MFL) techniek is gebaseerd op het magnetiseren van een metaaloppervlak en het detecteren van dikte-afnamedefecten. Door aantastingen in c.q. aan het materiaaloppervlakte lekken de magnetische banen weg.

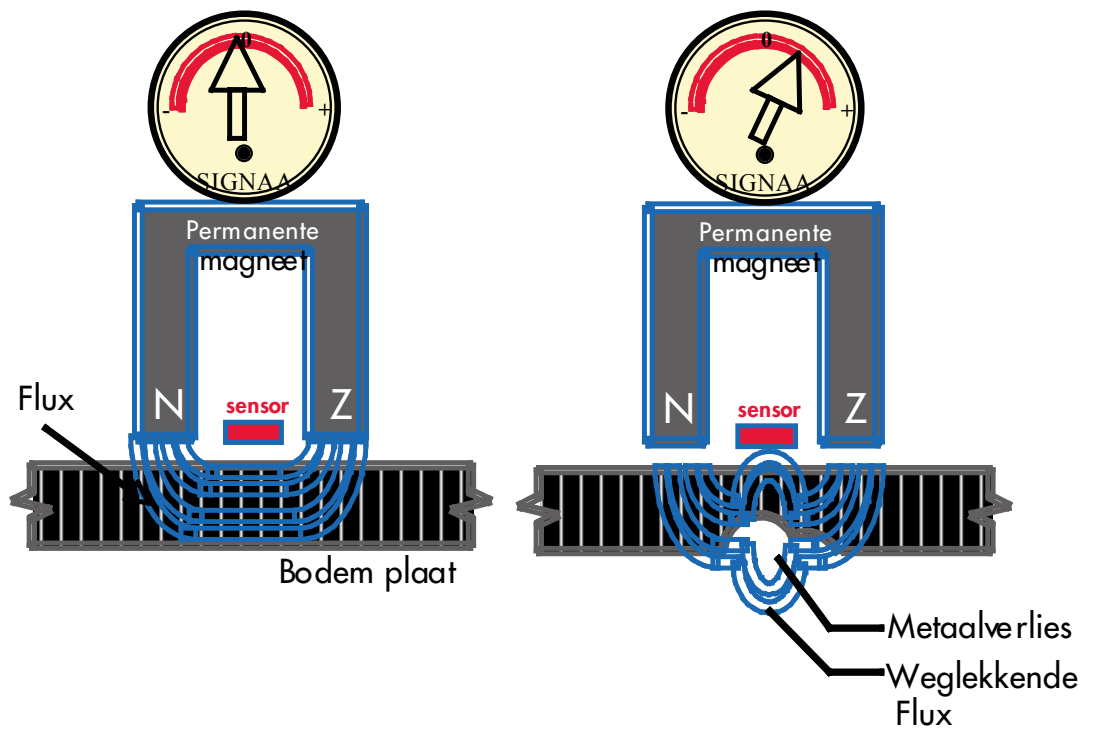
Vanuit het MFL-sigitaalpatroon is het mogelijk om corrosieaantasting dat een materiaalverlies veroorzaakt (wanddikteafname) te detecteren. Het principe is weergegeven in onderstaande figuur 5.3.4.2.2-1.

De drie belangrijkste gebieden van aandacht voor een goede toepassing van de MFL-methode zijn:

1. Mate van magnetisatie (Calibratie),
2. Sensoren (sensitiviteit),
3. Data analyse.

Ook de laagdikte van de aangebrachte coating aan het metaaloppervlakte zal invloed hebben op nauwkeurigheid van deze detectietechniek. Het is een kwalitatieve methode, d.w.z. men meet dat er corrosie is maar men meet niet de hoeveelheid corrosie. Er zijn slechts enkele ontwikkelingen (b.v. die van Rozen Inspectie) die aan de hand van de weggelekte fluxhoeveelheid direct een koppeling kunnen geven naar de mate van materiaalverlies (kwantitatieve methode). In de meeste gevallen wordt slechts gemeld dat er corrosie is of niet en daarna wordt dan met behulp van Ultrasonisch onderzoek bepaald wat de materiaalafname dan in werkelijkheid is.

Figuur 5.3.4.2.2-1 Het principe van de MFL-techniek



#### b. De toepasbaarheid

Deze techniek is goed toepasbaar op tankbodems en is semiautomatisch. De operator loopt achter een mechanisch aangedreven wagen waarin de magneten en de sensoren zijn ingebouwd. Figuur 5.3.4.2.2-2 geeft een indicatie van een MFL-meetsysteem.

Figuur 5.3.4.2.2-2 Een voorbeeld van een MFL-meetsysteem



### c. De voor- en nadelen

De volgende voordelen van deze techniek kunnen opgesomd worden:

- Geen beperking van de te onderzoeken materiaaldikte (van ca. 2 mm tot ca. 40 mm).
- Goede karakterisering van corrosieplekken mogelijk.
- Snelle techniek (ca. 1000 m<sup>2</sup> per dag mogelijk (indien er geen inwendige pijpleidingsystemen in de tank aanwezig zijn)).

De nadelen van deze techniek zijn:

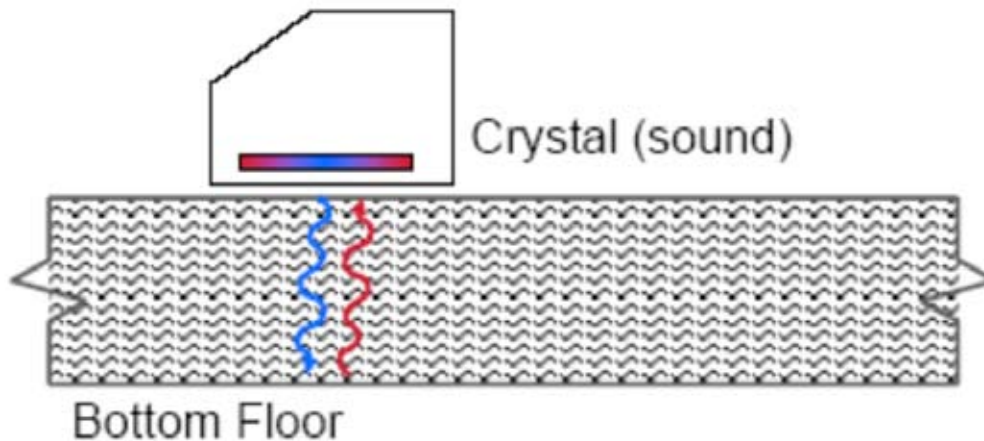
- Geen kwantitatieve methode (restwanddikte kan niet bepaald worden).
- Verflaagdikten > 1 mm beïnvloeden het magnetiserend effect en dus de nauwkeurigheid van deze methodiek.

## 5.3.4.2.3 Ultrasoon onderzoek (US)

### a. Het principe

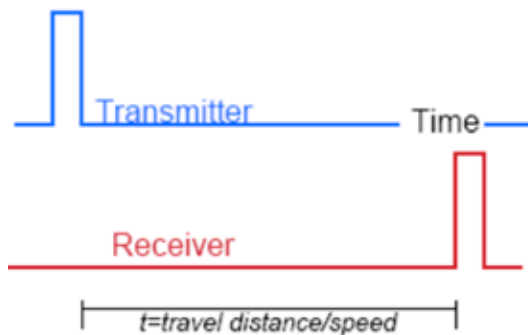
Zoals de naam al impliceert, maakt deze techniek gebruik van geluidsgolven die een hoge frequentie hebben (1 MHz, 2 MHz of 4 MHz). De geluidsgolven planten zich door het te onderzoeken materiaal heen en worden gereflecteerd door de onderzijde van het materiaal, of door verontreinigingen die zich in dat materiaal bevinden. De sensor is opgebouwd uit een piëzokristal, die de geluidsgolven uitzendt, en een microfoon die de teruggekaatste geluidsgolven weer opvangt en doorstuurt naar een apparaat waarop de reflectietijd zichtbaar gemaakt wordt (scope of monitor) of naar een dataprocesor. Figuur 5.3.4.2.3-1 geeft schematisch de opstelling van de sensor ten opzichte van het te onderzoeken materiaal weer.

Figuur 5.3.4.2.3-1 Schematische opstelling US sensor en de gegenereerde c.q. gereflecteerde geluidsgolven

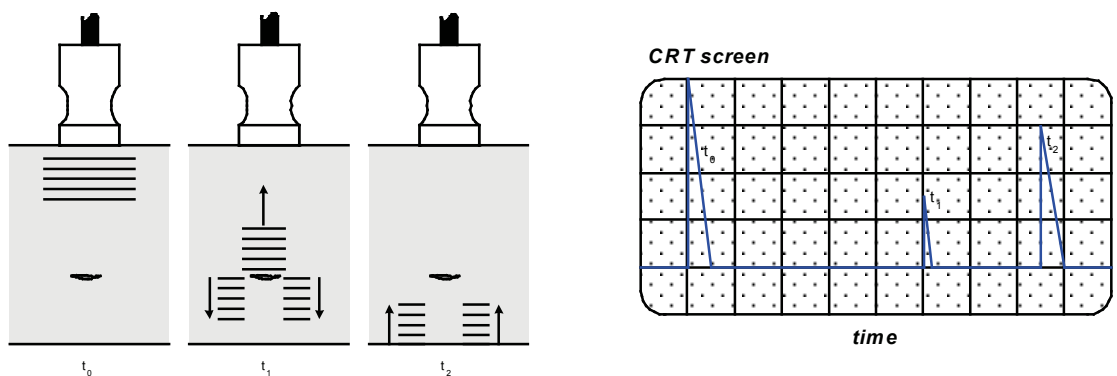


De moderne US technieken gebruiken voor het opwekken van de geluidsgolven een pulsgenerator waardoor de energie van de geluidsgolf versterkt wordt. Door nu de tijd te meten tussen de uitzending en de reflectie van de geluidspuls kan de dikte van een materiaal bepaald worden. Immers, het quotiënt van de reisafstand van de geluidspuls en de snelheid daarvan door dat materiaal is een maat voor de dikte van het materiaal. Aangezien de geluidspuls tweemaal door het materiaal moet om weer opgevangen te kunnen worden door de sensor (van de sensor naar de onderkant van het materiaal en weer terug naar de sensor) moet het quotiënt door een factor twee (2) gedeeld worden om de juiste dikte van dat materiaal te bepalen. Figuur 5.3.4.2.3-2 geeft dit proces schematisch weer.

Figuur 5.3.4.2.3-2 Schematische weergave geluidspuls uitzenden en ontvangen over een bepaalde tijd  
 NB: De geluidssnelheid door koolstofstaal is ca. 5900 m/s.



Figuur 5.3.4.2.3-3 Voorbeeld van detectie van een defect in het materiaal



De taster zendt de geluidsgolf uit en de geluidsgolf verplaatst zich door het metaal en wordt teruggekaatst door een defect of door de achterwand van de plaat. De monitor is onderverdeeld in een raster waarbij, bijvoorbeeld, elke afstand =  $0.5 \mu\text{s}$  bedraagt. In deze figuur ligt het defect dan op 5 afstanden:  $5 \times 0.5 \mu\text{s} = 2.50 \mu\text{s} = 2.50 \times 10^{-6} \text{ s}$ . De onderzochte plaat geeft een echo van 7,5 afstanden:  $6,5 \times 0.5 \mu\text{s} = 3.75 \mu\text{s} = 3.75 \times 10^{-6} \text{ s}$ . Bij een geluidssnelheid door het metaal van 5900 m/s zijn de volgende maten van toepassing:

**Dikte/diepte (t) = snelheid(v) x tijd(s)**

Defect: Diepte =  $5900 \text{ m/s} \times 2.5 \times 10^{-6} \text{ s} = 14.75 \text{ mm} / 2$  (heen en terug) = 7.4 mm.

Plaat: Dikte =  $5900 \text{ m/s} \times 3.75 \times 10^{-6} \text{ s} = 22.1 \text{ mm} / 2$  (heen en terug) = 10.1 mm.

### b. De toepasbaarheid

US onderzoek vraagt slechts toegang tot één zijde van het te onderzoeken materiaal, en de techniek kan uitgevoerd worden zonder dat de tank waarop het onderzoek wordt uitgevoerd, uit bedrijf genomen wordt (althans als deze techniek toegepast wordt bij onderzoek aan de tankwand en het tankdak (voor onderzoek aan de tankbodem zal de tank wel uit bedrijf genomen moeten worden). De bediening van de US-sensor is handmatig en dit beperkt de voortgangssnelheid van het onderzoek. Een gemiddelde van ca. 20 meter/dag onderzoek zal aangehouden moeten worden voor een economische afweging of deze techniek toepasselijk is voor het beoogde onderzoek (zie onderstaande figuur 5.3.4.2.3-3).

Figuur 5.3.4.2.3-3 Typische opstelling US-meting van restwanddikte



#### c. De voor- en nadelen

De volgende voordelen van deze techniek kunnen opgesomd worden:

- De techniek kan toegepast worden bij tanks die in gebruik zijn als het tankwanden en dakplaten betreft.
- Het is een relatief snelle techniek (ca. 20 m/d).
- Vraagt slechts toegang aan één zijde van het materiaal (eenzijdige stelling nodig).
- US is een kwantitatieve NDO-methodiek

De nadelen van deze techniek zijn:

- De minimale wanddikte voor een goede detectie en karakterisering van de lasfouten bedraagt 3-5 mm
- Voor onderzoek aan bodemplaten moet de tank uit bedrijf genomen worden;
- Karakterisering van de materiaalfout is beperkt.
- Fouten die zich bevinden in het midden van een plaat en die zeer dicht bij de oppervlakte liggen van welke zijde er geïnspecteerd wordt, zijn niet of nauwelijks te detecteren.

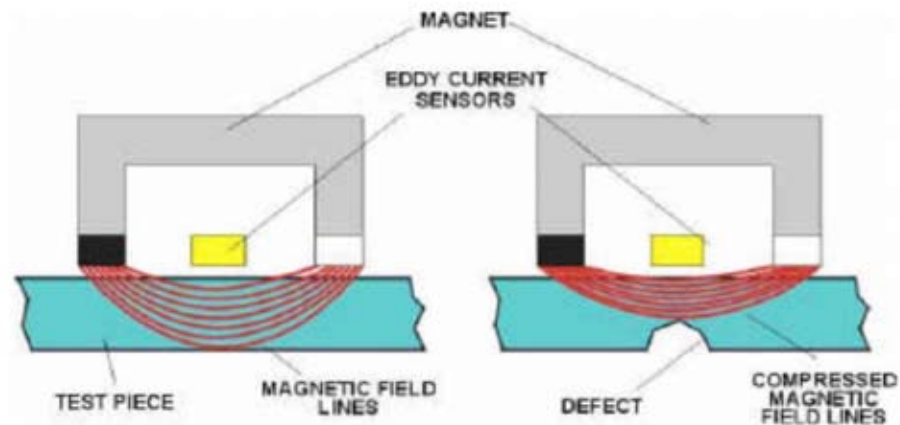
### 5.3.4.2.4

## SLOFEC (Saturation Low-Frequency Eddy Current) onderzoek

#### a. Het principe

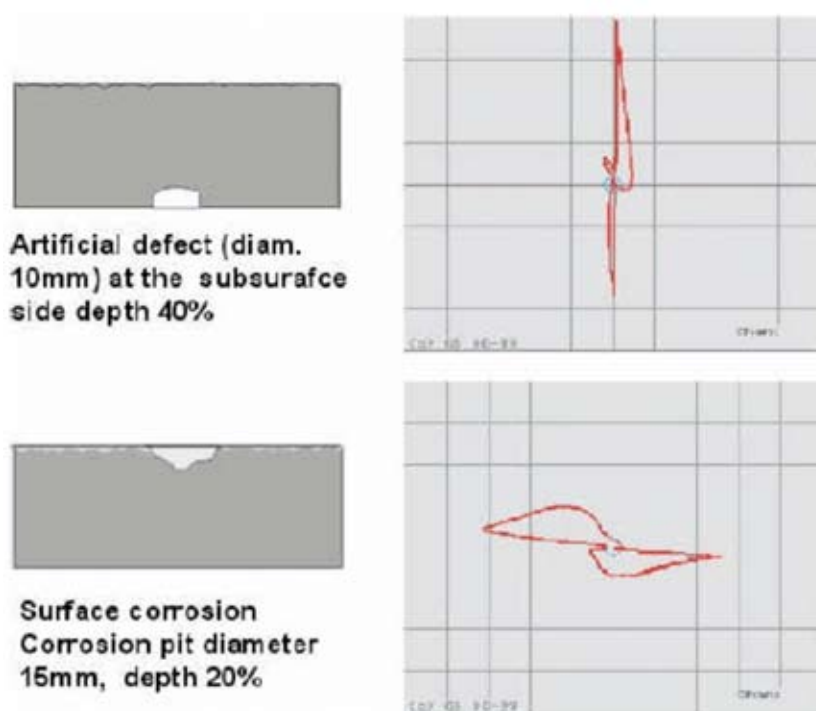
De SLOFEC techniek maakt gebruik van het Eddy current principe. Eddy currents ontstaan in een gemagnetiseerd materiaal om de werking van dat magnetisme tegen te gaan. De weerstand die een materiaal heeft daartegen is recht evenredig met de materiaaldikte. Figuur 5.3.4.2.4-1 toont het principe van een SLOFEC sensor en detectieapparaat.

Figuur 5.3.4.2.4-1 Het principe van de SLOFEC-detectietechniek



De magneet genereert een magnetisch veld (Flux) op basis van gelijkstroom (DC). In een plaat zonder corrosieaantasting wordt dan een uniforme constante fluxhoeveelheid gegenereerd, die afhankelijk is van de materiaalsoort en de materiaaldikte. Als de wanddikte van het materiaal afneemt, neemt de fluxhoeveelheid eveneens af. Deze verandering wordt opgemerkt door een Eddy current spoel, die tussen de polen van de magneet is geplaatst. Het signaal detecteert of de aantasting aan de bovenzijde of aan de onderzijde van een plaat optreedt. Onderstaande figuur 5.3.4.2.4-2 geeft dit weer.

Figuur 5.3.4.2.4-2 Differentiatie tussen aantastingen aan de onderzijde en de bovenzijde van een plaat met behulp van de SLOFEC methode



### b. De toepasbaarheid

Het apparaat dat gebruikt wordt door SLOFEC ziet er enigszins hetzelfde uit als die van de MFL-methode. Figuur 5.3.4.2.4-3 geeft een indicatie van een SLOFEC-apparaat.

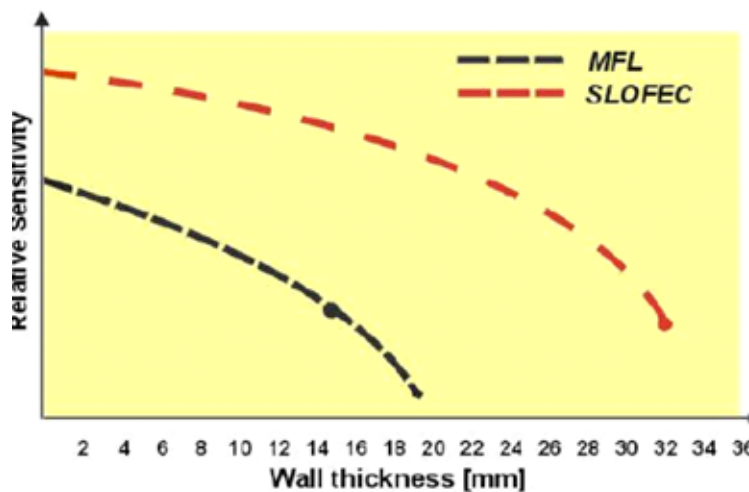


Figuur 5.3.4.2.4-3 Het SLOFEC-apparaat



Platen voorzien van non-metallic verf- of coatinglagen kunnen toch goed onderzocht worden door de SLOFEC-techniek. Directe koppeling tussen de sensor en het materiaal – zoals van toepassing bij de US- en in mindere mate bij de MFL- technieken geldt – is niet nodig dankzij het elektromagnetische principe. Dankzij dit principe kan de afstand tussen de sensor en het te onderzoeken materiaal ook veel groter zijn dan bij de MFL-techniek. Figuur 5.3.4.2.4-4 geeft een indicatie van het verschil tussen de MFL- en de SLOFEC-techniek voor wat betreft de gevoeligheid en nauwkeurigheid van deze technieken per dikte van het te onderzoeken materiaal.

Figuur 5.3.4.2.4-4 Relatieve gevoeligheid van verschillende NDO-technieken afhankelijk van de dikte van het te onderzoeken materiaal



### c. De voor- en nadelen

De volgende voordelen van deze techniek kunnen opgesomd worden:

- Bepaling van de foutgrootte is nauwkeurig.
- Lokalisering van fout ten opzichte van materiaaldikte is uitstekend.
- Vraagt slechts toegang aan één zijde van de lasnaadsectie (eenzijdige stelling nodig).
- Kan toegepast worden op materialen met coating waarvan de dikte beperkt is tot ca. 4 mm.
- Maakt onderscheid mogelijk tussen aantasting aan de boven- of onderzijde van het materiaal.

De nadelen van deze techniek zijn:

- Karakterisering van fout is beperkt (laminatie is moeilijk te bepalen);
- De minimale wanddikte voor een goede detectie van de fouten bedraagt 2 mm.

### 5.3.4.2.5

## Onderzoek door middel van Acoustische Emissie (AE)

### a. Het principe

Akoestische emissie is een methodiek die gebaseerd is op het meten van geluid dat veroorzaakt wordt door aantasting van een materiaal. Deze geluiden kunnen geïnitieerd worden door (i) het verschuiven van inwendige dislocaties van het kristalrooster, (ii) scheurgroei, (iii) corroderen of (iv) het losraken van restproducten uit het corrosieproces. Onderstaande figuur 5.3.4.2.5-1 geeft het resultaat aan van een tankbodemp die door AE werd onderzocht. De gradaties A t/m E geven de mate van corrosie aan, waarbij een A-gradatie aangeeft dat de bodemplaten nauwelijks corrosie kennen en een E-gradatie aangeeft dat de bodemplaten heel ernstige vergaande corrosievormen hebben.

Als de data van de sensoren via een computer zijn bewerkt, ontstaat er een kaart, die de locaties en de graad van corrosie aangeeft. De gradaties zijn dan:

- ‘A’ : heel gering
- ‘B’ : gering
- ‘C’ : gemiddeld
- ‘D’ : actief
- ‘E’ : erg actief.

Hoewel de geluidsintensiteit van leakages van een andere orde is en ook andere frequenties hebben, heeft men toch een parameter geïntroduceerd, de ‘Potential Leak Data’ parameter of **PLD** die de gradaties A t/m E onderverdeelt in 5 sub-gradaties volgens onderstaande tabel:

‘Hoofdgradatie’		A	B	C	D	E
	5	III	III	IV	IV	IV
PLD Gradatie’	4	II	III	III	IV	IV
	3	II	II	III	III	III
	2	I	I	II	II	nvt
	1	I	I	II	nvt	nvt

Hierin zijn:

nvt Niet van toepassing omdat dit, bij de gekozen instelling, niet voor komt

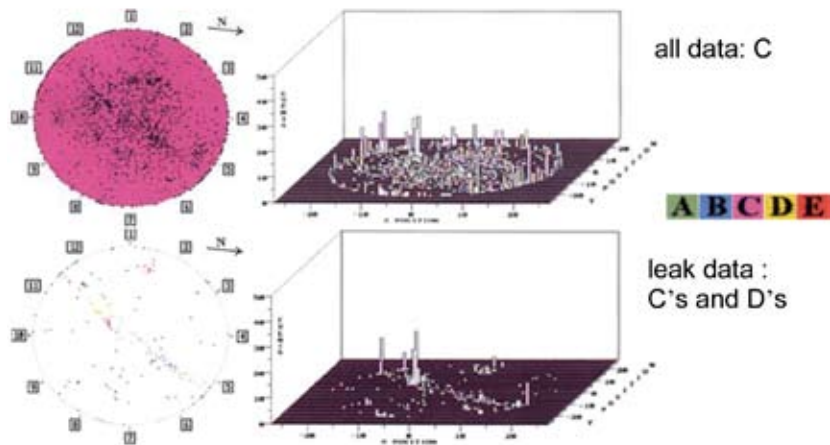
I Geen actieve aantasting, hertesten over 5 jaar.

II Geringe actieve aantasting, hertesten over 3 jaar.

III Actieve aantasting, plan reparaties, anders hertesten over 1 jaar.

IV Erg actieve aantasting, open tank en voer additionele inspecties uit met (rest) diktemeetapparatuur.

Figuur 5.3.4.2.5-1 Gradatie van mate van corrosie



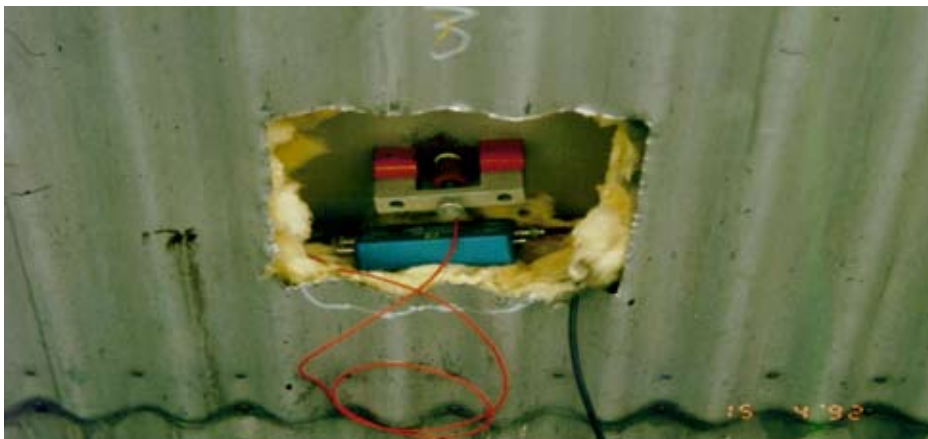
### b. De toepasbaarheid

Het aanbrengen van de geluidssensoren kan relatief simpel gebeuren. De sensoren worden door middel van magneten aan de tankwand bevestigd. Onderstaande figuur 5.3.4.2.5-2 laat de installatie van de geluidssensoren op een gewone tank (figuur a) en op een geïsoleerde tank (figuur b) zien.

Figuur 5.3.4.2.5-2a AE-sensor op een gewone tankwand

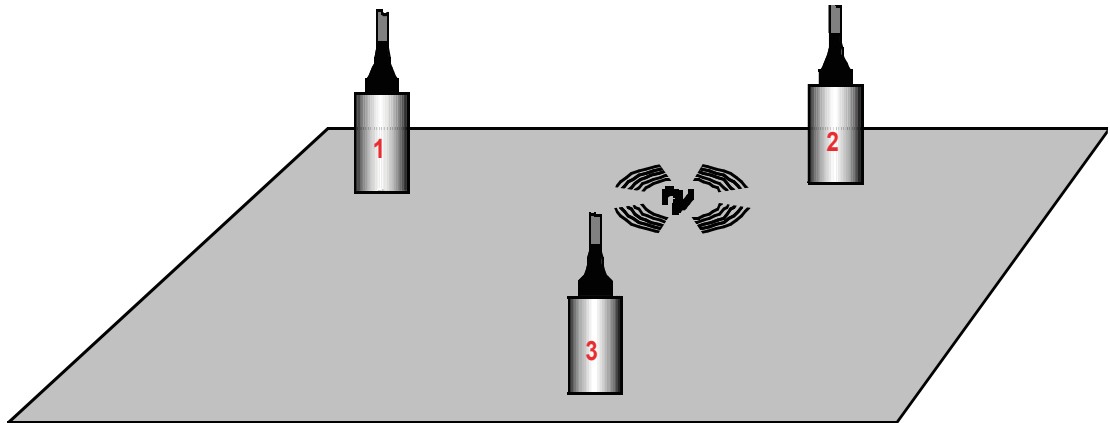


Figuur 5.3.4.2.5-2b AE-sensor op een geïsoleerde tankwand



AE geeft dan de mate van corrosie aan – waarbij opgemerkt moet worden dat de rapportage geen kwantitatieve restwanddikte kan vermelden – inclusief de plaats waar corrosie optreedt. Gelet moet worden op het feit, dat gedurende 24 uur vóór aanvang van de AE-metingen geen productstromen uit c.q. in de tank plaats mogen vinden. Ook regen en/of harde wind beperken de bruikbaarheid van AE. Sommige corrosievormen zijn door AE niet te detecteren. Microbiologische aantasting door bacteriën is niet of nauwelijks door AE waar te nemen.

Figuur 5.3.4.2.5-3 *Bepaling locatie van corrosie door middel van driehoeksmeting op basis van geluidsnelheid door metaal*



#### c. De voor- en nadelen

De volgende voordelen van deze techniek kunnen opgesomd worden:

- Bepaling van de aantastinggrootte is relatief nauwkeurig.
- Lokalisering van aantasting in het 3-D model is redelijk nauwkeurig.
- De tank hoeft niet uit bedrijf genomen te worden.
- Kan toegepast worden op materialen met coating waarvan de dikte beperkt is tot ca. 4 mm.

De nadelen van deze techniek zijn:

- Het is slechts een kwalitatieve methode (geeft geen restwanddikte aan).
- Karakterisering van aantasting is beperkt (laminatie is niet te bepalen, noch bacteriële corrosie).
- Indien de plaat volledig is doorgeroest, meet dit systeem op die plek geen corrosie en men kan denken dat er dan niets aan de hand is!?!).
- Is alleen toepasbaar bij bepalen van corrosieaantasting op bodemplaten van tanks.

### 5.3.4.3 **NDO-technieken beschikbaar voor inspectie van annular platen als tank in bedrijf is.**

#### 5.3.4.3.1 **Beschikbare methodieken**

Voor onderzoek aan de annular sectie – die in een tank het meest belaste onderdeel is, zeker met het oog op lage frequentievermoeiing die optreedt bij vullings/ legingscycli – zijn er de laatste tijd enkele technieken beschikbaar gekomen die – al of niet – kwalitatief of kwantitatief aangeven of er corrosie opgetreden is.

De meest gangbare technieken zijn:

- a. LORUS (Long Range UltraSonic) Onderzoek
- b. PEC (Pulsed Eddy Current) Onderzoek

### 5.3.4.3.2

## LORUS (Long Range Ultrasonic) onderzoek

### a. Het principe

Zoals het geval is bij normale ultrasone technieken worden ook hier geluidsgolven aan het materiaal doorgegeven. Daartoe wordt een taster op de buitenste teen van de annular sectie geplaatst. De grootte van de taster bepaalt de (restbreedte) die die teen nog moet hebben voor goede meetresultaten en voor een goede overdracht van de geluidsgolven.

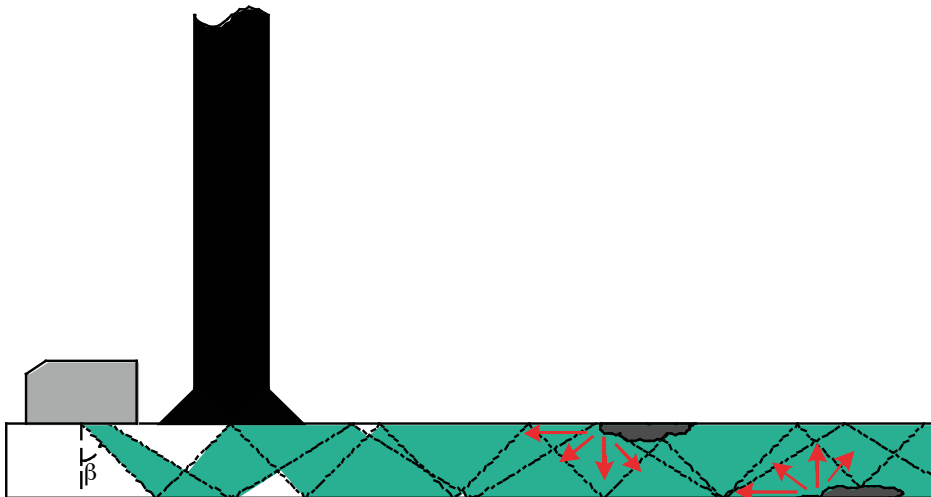
Het geluid wordt overgedragen en als er defecten zijn (gecorrodeerde plekken in de annular sectie worden de geluidsgolven gereflecteerd en opgevangen door de sensor in de taster. Als er geen defecten zijn, worden de geluidsgolven niet gereflecteerd en worden dan ook niet geregistreerd. Dit maakt dat de techniek slechts een kwalitatieve methode is om te bepalen of er corrosie is opgetreden of niet en een restdikte van de annular plaat waarop getest wordt, kan niet bepaald worden.

Enkel eigenschappen van deze techniek zijn:

- Slechts bedoeld als indicatieve methode.
- Geen kwantitatieve uitkomst van de meetresultaten.
- Relatief duur in vergelijking met normale US technieken.
- Acceptabele kans van detectie van corrosieplekken.
- Wel een groot aantal foutieve meldingen door terugkaatsen van geluid door de 'heat affected zones' van de hoeklassen in de bodem/wandverbinding.
- Minimale afmeting van de teen van de annular plaat is 50 mm; indien kleiner dan minder kans van detectie van corrosie.
- Diepte van meting door annular ring maximaal 500 mm, maar de beste resultaten worden gehaald met een maximale geluidpenetratiediepte van 300 mm.

Het principe van de LORUS-meting is als aangegeven in onderstaande figuur:

Figuur 5.3.4.3.2-1 Schematische voorstelling LORUS-metingen



Hoewel deze methode ook valse indicaties aangeeft omdat geluid kan weerkaatsen door de 'heat affected zones' van de hoeklassen van de bodem/wandverbinding wordt dit toch als een methode gezien die gebruikt kan worden als de tank in bedrijf is en men toch een indicatie wil hebben of er afname van de dikte van de annular ringplaten door inwendige of uitwendige corrosie plaats heeft gevonden of niet, zonder dan echt te weten hoeveel corrosie er heeft plaatsgevonden. Het kan zeker een methode zijn om gelijke tanks te beoordelen en dan te bepalen welke tank de meest kritische is.

### b. De toepasbaarheid

Zoals hierboven al is gemeld, moet er een minimale breedte van de teen van de annular sectie aanwezig zijn om toegang voor de taster en sensor te creëren. Dat maakt deze methode onnauwkeurig voor tanks waar al een groot deel van deze teen is weggecorrodeerd.

Onderstaand foto geeft een opstelling weer van de gebruikte sensor op de teen van de annular ring van een tank:

Figuur 5.3.4.3.2-2 LORUS-metingen in uitvoering



De volgende voordelen van deze techniek kunnen opgesomd worden:

- Bepaling van de aantasting van de annular sectie terwijl de tank in bedrijf is.
- Kan gebruikt worden om prioriteiten tussen tanks vast te stellen.
- De tank hoeft niet uit bedrijf genomen te worden.
- Kan toegepast worden op materialen met coating met een minimale dikte van de stalen annular sectie van 3,5 mm

De nadelen van deze techniek zijn:

- Het is slechts een kwalitatieve methode (geeft geen restwanddikte aan).
- Karakterisering van aantasting is niet mogelijk (bacteriële corrosie, externe of interne corrosie).
- Vereist een minimale breedte van de annular ring.
- Beperkte penetratiediepte (voor betere resultaten maximaal 300 mm).

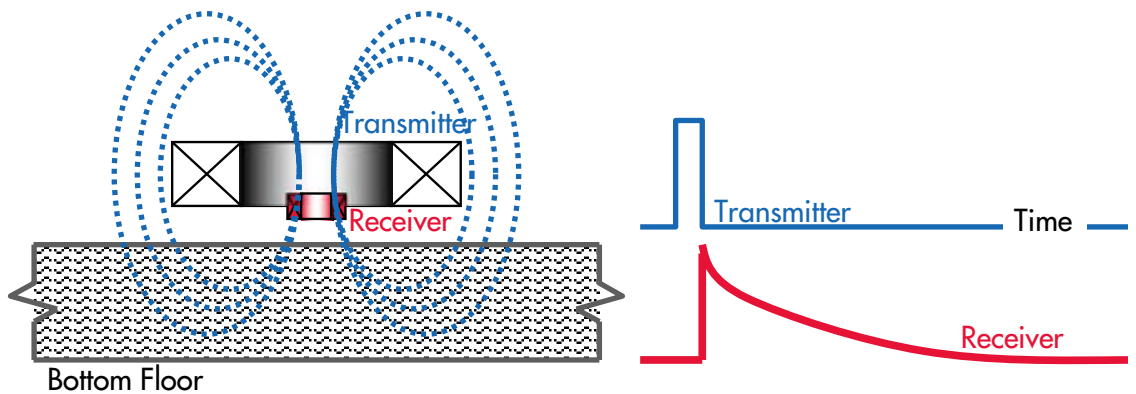
## 5.3.4.3.3 PEC (Pulsed Eddy Current) onderzoek

### a. Het principe

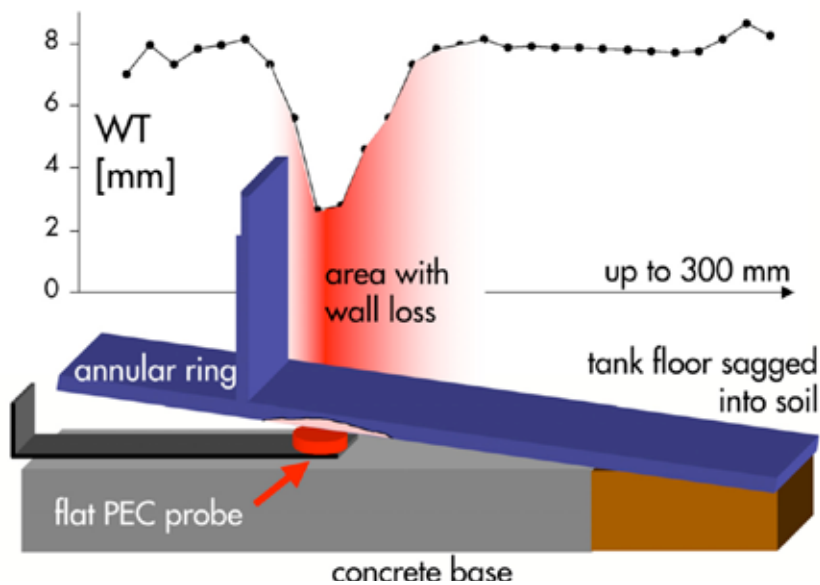
Als er een ruimte tussen de bodem en de fundatie aanwezig is door bijvoorbeeld ongelijke zetting langs de omtrek van de tank kan deze techniek gebruikt worden om een restdikte te bepalen van de annular sectie onder de tank. Deze techniek maakt geen onderscheid tussen externe of inwendige corrosie maar geeft slechts een dikte aan.

Gelijk aan de SLOFEC-methode (eerder beschreven) is dit een methode die tegenmagnetisme meet als een materiaal d.m.v. een gepulseerde spanning in een elektrische spoel, gemagnetiseerd wordt. De mate van tegenmagnetisme is direct evenredig met de restdikte van het materiaal. Onderstaande prinscheschets geeft de methode weer:

Figuur 5.3.4.3.3-1a Schematische voorstelling PEC-metingen

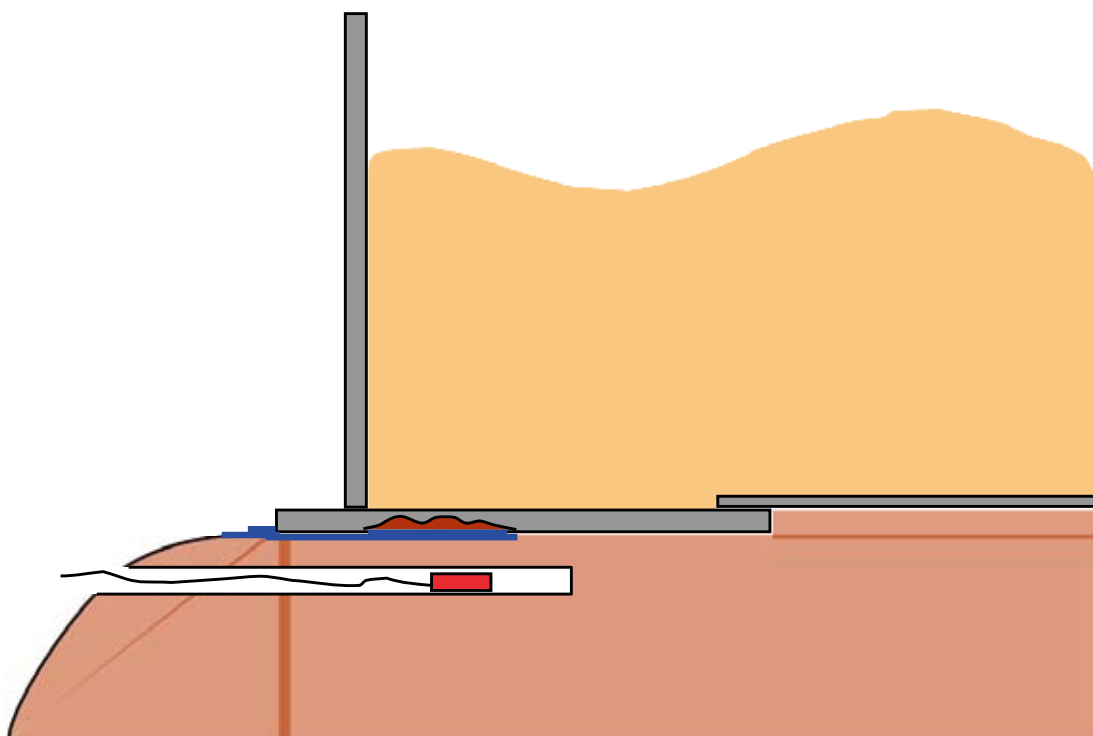


Figuur 5.3.4.3.3-1b Schematische voorstelling PEC-metingen



Restdiktemetingen zijn herleidbaar uit calibratiegegevens en calibratie moet steeds vooraf uitgevoerd worden voordat de taster ingezet wordt op een te meten onderdeel. Calibratie vindt bij voorkeur plaats op gelijke materiaalsoorten. Door de magnetische techniek hoeft de te onderzoeken plaat niet schoongemaakt te worden en is meting door dikke verflagen mogelijk. Echter, hoe dikker de verflaag hoe onnauwkeuriger de diktebepaling. Ook dit is dus een kwantitatieve meetmethode, maar zonder spleet tussen tankbodem en fundament is deze techniek niet toe te passen. Er zijn bedrijven bekend die inmiddels testpijpen in de fundatieschouder hebben aangebracht zodat de metingen toch kunnen worden uitgevoerd. Let er echter op, dat de afstand tot de annular sectie dan relatief groot is en de nauwkeurigheid van de metingen neemt dan sterk af.

Figuur 5.3.4.3.3-2 Schematische voorstelling van PEC-metingen door meetbuizen in de fundatieschouder



#### b. De toepasbaarheid

Onderstaande foto's geven een beeld van de PEC-metingen aan een tank die gefundeerd is op een betonnen plaat.

Figuur 5.3.4.3.3-3 PEC-metingen in uitvoering



De dunne taster en sensor kunnen hier relatief eenvoudig in een spleet tussen de tankbodem en het fundament geschoven worden. Dit zal, zeker bij grote tanks, niet (altijd) mogelijk zijn en daarmee wordt de toepassing van deze techniek beperkt.



### c. De voor- en nadelen

De volgende voordelen van deze techniek kunnen opgesomd worden:

- Bepaling van de aantasting van de annular sectie terwijl de tank in bedrijf is.
- Het is een kwantitatieve methode en geeft als resultaat een (rest)dikte van de annular ring.
- Kan gebruikt worden om prioriteiten tussen tanks vast te stellen.
- De tank hoeft niet uit bedrijf genomen te worden.
- Kan toegepast worden op materialen met coating met een minimale dikte van de stalen annular sectie van 3,5 mm.
- Geef nauwelijks valse waarden, mits goed gekalibreerd.
- Stelt geen eisen aan de breedte van de annular teensectie.
- Stelt geen eisen aan de kwaliteit van de annular sectie of haar coating.
- Meet door corrosieproducten heen en er hoeft niet een bepaalde schoonheid van de annular sectie gecreëerd te worden vooraf aan de metingen.

De nadelen van deze techniek zijn:

- Karakterisering van aantasting is niet mogelijk (bacteriële corrosie, externe of interne corrosie).
- Vereist een minimale spleetdikte tussen tankbodem en fundament, waardoor mogelijkheid van testen beperkt is
- Beperkte penetratiediepte (als de spleet al doorloopt of niet).

## 5.3.4.4 NDO-technieken voor lasnaden onderzoek

### 5.3.4.4.1 Inleiding

Achtereenvolgens worden de volgende – en meest gebruikte – methoden behandeld:

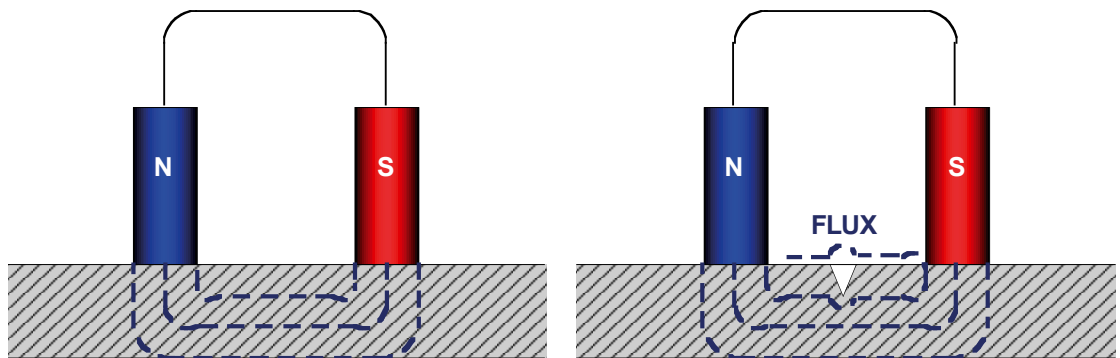
- MP (Magnetic Particle) onderzoek
- DP (Dey Penetrant) onderzoek
- Röntgen onderzoek
- TOFD (Time of Flight Diffraction) onderzoek
- Vacuümbox onderzoek

### 5.3.4.4.2 MP (Magnetic Particle) onderzoek

#### a. Het principe

Het magnetische veld, dat geïnitieerd wordt door een magneet, zal weglekken als er (oppervlakte)defecten in een lasnaad voorkomen. Mobiele magnetiseerbare deeltjes clusteren zich dan rond de weglekkende krachtlijnen van het magnetische veld en maken die defecten zichtbaar. Een defect is het best te zien als de krachtlijnen van het magnetische veld 90° verdraaid lopen ten opzichte van de richting van het defect.

Figuur 5.3.4.3.4-1 Schematische voorstelling PEC-metingen



Het magnetische veld kan op verschillende manieren worden aangebracht:

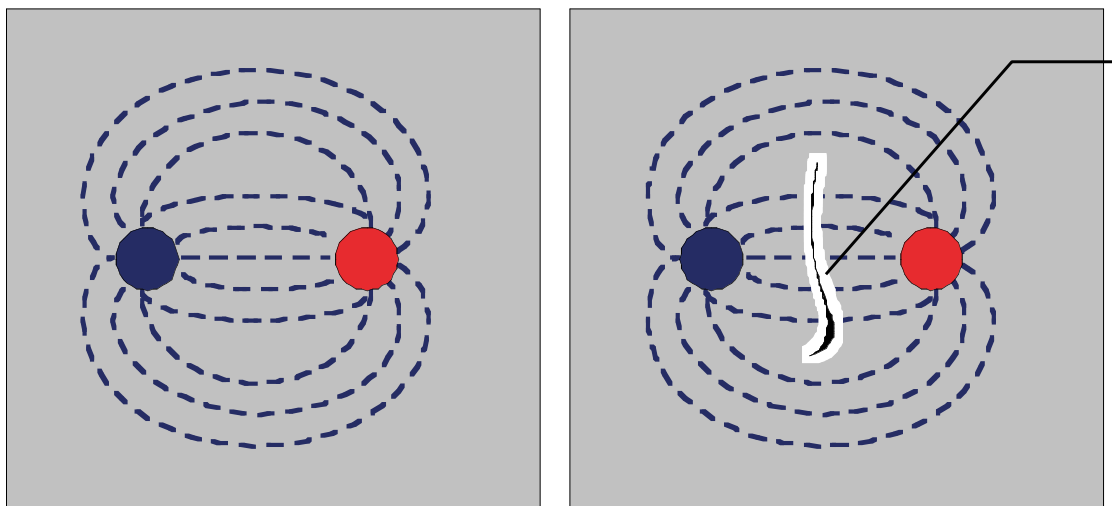
#### Directe magnetisatie

- Door het leiden van een stroom door het te onderzoeken object (arc strikes!!!)

#### Indirecte magnetisatie

- Door het gebruik van een permanente magneet zodanig te plaatsen dat de polen zich aan weerszijden van de te onderzoeken las over de lasnaad bevinden. Dit levert een onbekende en een beperkte krachtveldengrootte op. Er is geen stroombron nodig.
- Door het gebruik van een elektromagneet. Dit levert een sterk, altijd gelijk krachtveldgrootte dat naar behoefte ingeschakeld of uitgeschakeld kan worden.

Figuur 5.3.4.3.4-2 Schematische voorstelling detectie van oppervlakte defect lasnaad door MP-inspectie



#### b. De toepasbaarheid

Deze techniek is eenvoudig toe te passen en vereist geen groot opleidingstraject van de bediener. Het is overal op lasnaden toe te passen, mits bereikbaar voor een magneet en is daarmee geschikt om toe te passen op een grote variëteit van te onderzoeken objecten en vormen. Bij aanwezigheid van een coating over lasnaden neemt de detecteerbaarheid van (oppervlakte)defecten van lasnaden sterk af, maar bij verflagen < 75 microns is er nog een goede detectie mogelijk. De plaatvelden die aan elkaar gelast zijn moeten een minimale dikte hebben van 2 tot 3 mm om een goede krachtveldverdeling te creëren die nog waarneembaar is.

### c. De voor- en nadelen

#### Voordelen:

- MPI is een eenvoudige techniek die gebruikt kan worden om in korte tijd lange lasnaden te inspecteren door, relatief, goedkope inspecteurs, die geen lang opleidingstraject hoeven te doorlopen.
- Kan zowel met permanente als met elektromagneten uitgevoerd worden. Het gebruik van permanente magneten vraagt geen stroombron en is dus een veilige methode.
- Is toepasbaar bij een grote variëteit van te inspecteren lasnaden en vormen.

#### Nadelen:

- Detecteert alleen oppervlaktedefecten in lasnaden; bij gelijkstroom magneten (waarvan de krachtlijnen ook dieper in het materiaal penetreren) is een (gering) inwendig defect ook te vinden, maar dat vraagt meer opleidingsniveau van de inspecteur.
- Alleen geschikt bij (ferro)metalen i.v.m. magnetiseerbaarheid.
- Bij materialen waaraan na het inspecteren nog gelast moet worden, is soms demagnetiseren nodig (nikkelstaal).
- Vraagt soms om reiniging en oppervlaktebehandeling om tot goede resultaten te leiden. Corrosieproducten kunnen detecteerbaarheid van defecten onmogelijk maken.
- Bij gebruik van elektromagneten zijn vaak hoge amperages nodig om een voldoende krachtveldenpatroon te ontwikkelen.
- Levert geen permanent beeld op van de defecten (tenzij gefotografeerd).

## 5.3.4.4.3 DP (Dye Penetrant) onderzoek

### a. Het principe

Na reinigen van de te onderzoeken oppervlakte wordt een vloeistof met een lage oppervlaktespanning (een vloeistof die een grote penetreerbare eigenschap heeft) over de te inspecteren oppervlakte of lasnaad gespoten. Door capillaire werking dringt deze vloeistof in alle oppervlaktedefecten. De totale ingespoten oppervlakte wordt dan gereinigd met een vloeistof die niet in oppervlaktedefecten dringt (een vloeistof die dus een lage penetreerbare eigenschap heeft). Als laatste wordt een ontwikkelaar over de te onderzoeken oppervlakte gespoten en die zuigt de eerste vloeistof op. Door het gebruik van contrasterende kleuren zal een las- of oppervlaktefout zichtbaar worden (zie figuur 5.3.4.4.3-1).

Figuur 5.3.4.4.3-1 *Het uiteindelijke beeld van een lasfout na behandeling door verschillende vloeistoffen. Duidelijk is een scheur te zien in de lasnaad.*



### b. De toepasbaarheid

Is bruikbaar op vele oppervlakten, ongeacht grootte en vorm. Door de simpele handelingen vereist dit nauwelijks opleiding en dus goedkope inspecteurs. Soms kan het contrastbeeld groter gemaakt worden door het gebruik van een fluorescerende contrastvloeistof, maar dan is een speciale lichtbron noodzakelijk om de oppervlakte-defecten in lasnaden zichtbaar te maken (zie figuur 5.3.4.4.3-2). Is goed bruikbaar op bijv. de binnenhoeklas van de bodem/wandverbinding bij (grote) tanks. Het beeld blijft lang zichtbaar, mits er geen regen valt of er andere activiteiten direct naast de onderzochte las gebeuren.

Figuur 5.3.4.4.3-2 Visualisering van oppervlakte-defecten in lasnaden



Met fluorescerend contrast



Met kleurcontrast (rood door wit)

### c. De voor- en nadelen

#### Voordelen:

- Een simpele detectiemethode van oppervlaktefouten in lasnaden.
- Geschikt voor grote gebieden en lange lasnaden.
- Geschikt voor vele niet-poreuze materialen.
- De oriëntatie van de defecten is niet relevant.
- De materialen die gebruikt worden, zijn draagbaar.
- Vereist geen hoog opleidingsniveau van de inspecteurs.
- Is heel sensitief.

#### Nadelen:

- Detecteert alleen oppervlakte-defecten in lasnaden
- Vereist een goede reiniging van de te onderzoeken lasnaden, vooraf aan de toepassing.
- Niet geschikt bij toepassing op poreus materiaal.
- Alleen geschikt voor toepassing bij ambiënte temperaturen.
- Beperkte geschiktheid voor hertesten.
- Levert geen permanent beeld op van de defecten (tenzij gefotografeerd).
- De gebruikte materialen zijn potentieel chemisch afval.
- De inwerktijd van de verschillende vloeistoffen vragen een lange tijd voordat het (inspectie)resultaat bekend wordt.

#### 5.3.4.4.4

### Röntgen onderzoek

#### a. Het principe

Door middel van röntgenstralen die door een materiaal penetreren, wordt een gevoelige plaat belicht en na ontwikkeling van die plaat (tot foto) kan het inwendige van dat materiaal zichtbaar gemaakt worden. Voor elk type materiaal is de doordringbaarheid van de röntgenstralen anders en dat is dan tevens een maat voor de belichtingstijd. Daarnaast veroorzaken lasfouten – omdat daar de doordringbaarheid van de röntgenstralen anders is dan voor de rest van het materiaal – een lokale over- of onderbelichting op de gevoelige plaat (foto) zodat deze zichtbaar worden op de foto.

Röntgenstralen worden opgewekt door een röntgenbuis, maar er zijn ook technieken die gammastraling gebruiken die opgewekt worden door radioactieve materialen (isotopen). Omdat de gevoelige plaat aan een andere kant van het materiaal moet worden aangebracht dan de röntgenbuis – om de doorstraling op te vangen – moeten beide kanten van dat materiaal toegankelijk zijn voor de operator van deze NDO-techniek.

#### b. De toepasbaarheid

Röntgenonderzoek maakt het noodzakelijk om de te onderzoeken secties van lasnaden aan beide zijden van de lassectie, welke onderzocht moet worden, toegankelijk te maken voor de NDO-operator. Daarom zal deze techniek niet toegepast kunnen worden bij tanks die in gebruik zijn. Bovendien is de snelheid van onderzoek beperkt: ca. ½ tot 1 dag per omtrekslas van een tankwand, afhankelijk van de laslengte die onderzocht moet worden. Dit wordt niet alleen veroorzaakt door het eigenlijke onderzoek zelf (het plaatsen van de röntgenbuis en de gevoelige plaat) maar ook door het ontwikkelen van de foto en de interpretatie van de indicaties die op de foto zichtbaar zijn. Spleetvormige lasfouten die zich in de evenwijdige richting van de stralingsrichting bevinden zijn niet of nauwelijks te detecteren.

#### c. De voor- en nadelen

De volgende voordelen van deze techniek kunnen opgesomd worden:

- Geen beperking van de te onderzoeken materiaaldikte (van ca. 1 mm tot ca. 40 mm).
- Goede karakterisering van de lasfouten mogelijk.

De nadelen van deze techniek zijn:

- Röntgenstralen en gammastralen zijn gevaarlijk voor mensen en de onmiddellijke omgeving van de te onderzoeken lassectie zal afgeschermd moeten worden voor toegang.
- Detectie van bindingsfouten is beperkt, zeker als deze in het verlengde liggen van de stralingsrichting.
- Relatief langzame techniek.
- Vraagt toegang tot beide zijden van de te onderzoeken lassectie (dubbele stellingen nodig).

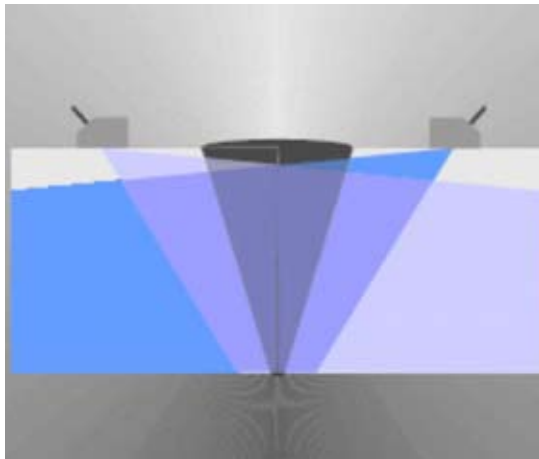
#### 5.3.4.4.5

### TOFD (Time Of Flight Diffraction) onderzoek

#### a. Het principe

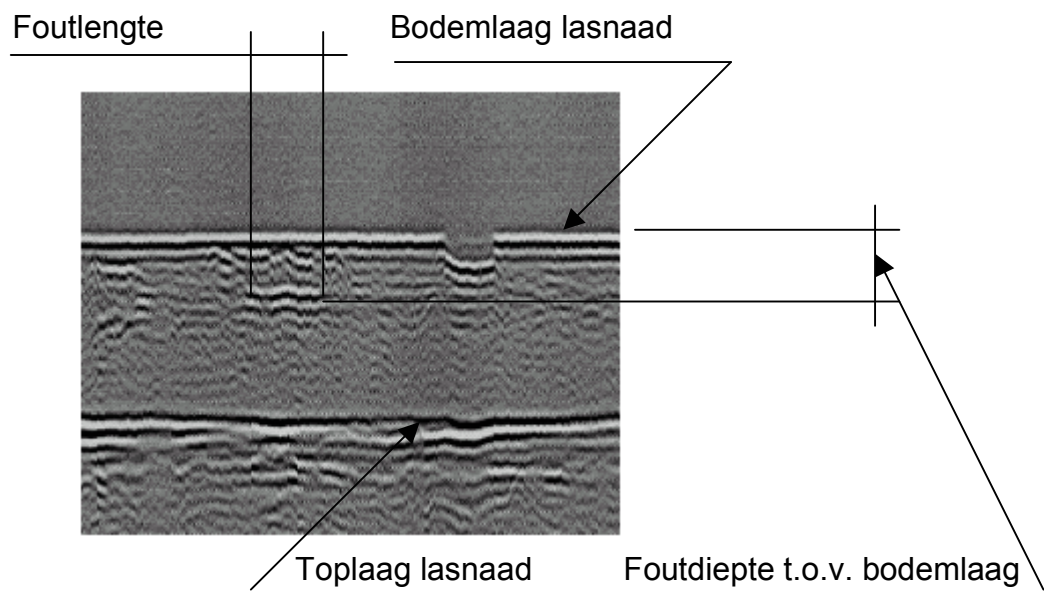
Hoewel deze techniek ook gebaseerd is op het puls/echoprincipe van ultrasoon onderzoek gebruikt deze techniek ter ontdekking en interpretatie van lasfouten niet de reflectie van de geluidsgolven maar de verstrooiing daarvan. Bij lasnaden wordt gebruikgemaakt van twee sensoren (één aan de bovenzijde en één aan de onderzijde van de lasnaad. In de sensor is ook het piëzokristal ondergebracht die de geluidspulsen uitzendt. Onderstaande figuur 5.3.4.4.5-1 geeft een indicatie van de opstelling van de sensoren ten opzichte van de lasnaad.

Figuur 5.3.4.4.5-1 Principeschets opstelling TOFD-sensoren ten opzichte van lasnaad



Het uitgezonden en opgevangen signaal (geluidspuls) wordt door middel van computerprogramma's en -simulaties omgezet in een digitale weergave van de onderzochte lasnaad waarbij, naast de totale lasdikte, ook de lengte en de diepte van eventuele daarin voorkomende foutindicaties zichtbaar worden gemaakt. Figuur 5.3.4.4.5-2 geeft een indicatie van een weergavepatroon van het TOFD-signaal.

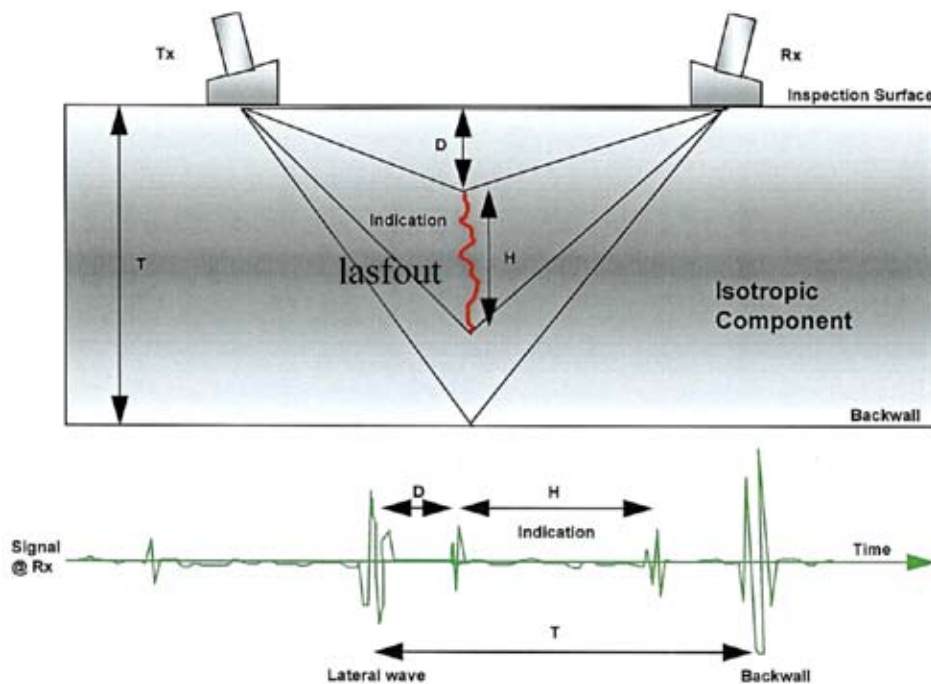
Figuur 5.3.4.4.5-2 Weergavepatroon van het TOFD-signaal



Een andere methode van rapportage is de volgende:

De diepte (D) waarin de lasfout in het lasmateriaal ten opzichte van de toplaag van het materiaal, de lasfouthoogte (H) en de lasfoutlengte (binnen de sectie van 520 mm: b.v. lopend vanaf 308-410 = 112 mm) worden dan gerapporteerd. Zie onderstaande figuur 5.3.4.4.5-3 voor uitleg.

Figuur 5.3.4.4.5-3 Uitleg betekenis gerapporteerde lasfouten



Note: De dimensies (D) en (H) kunnen in de rapportages ook in kleine letters - respectievelijk (d) en (h) - geschreven worden.

#### b. De toepasbaarheid

TOFD-onderzoek vraagt slechts toegang tot één zijde van het te onderzoeken materiaal, en de techniek kan uitgevoerd worden zonder dat de tank waarop het onderzoek wordt uitgevoerd uit bedrijf genomen wordt. De bediening van de TOFD-sensor is automatisch/mechanisch en dit maakt een grote voortgangsn snelheid van het onderzoek mogelijk. Een gemiddelde van ca. 100 meter/dag tot 150 meter/dag lasonderzoek is zeker haalbaar. De detectienauwkeurigheid (het vinden van lasfouten) is erg hoog en de bepaling van de foutlengte is eveneens heel nauwkeurig. Helaas is de karakterisering van lasfouten beperkt. Bovendien zijn lasfouten, die dicht aan de oppervlakte liggen waarop de sensor zich beweegt, niet te detecteren (een 90° uitzending van een geluidspuls is niet haalbaar).

#### c. De voor- en nadelen

De volgende voordelen van deze techniek kunnen opgesomd worden:

- De techniek kan toegepast worden bij tanks die in gebruik zijn.
- Het is een zeer snelle techniek (ca. 100 m/dag tot 150 m/dag).
- Bepaling van de foutgrootte is nauwkeurig.
- Detectie van lasfouten is onbeperkt.;
- Lokalisering van lasfout ten opzichte van lasnaaddikte is uitstekend.
- Vraagt slechts toegang aan één zijde van de lasnaadsectie (éénzijdige stelling nodig).

De nadelen van deze techniek zijn:

- Karakterisering van lasfout is beperkt (soort lasfout is moeilijk te bepalen).
- De minimale wanddikte voor een goede detectie van de lasfouten bedraagt 6 mm, waardoor deze techniek niet in aanmerking komt voor lasnaden in wandplaten die dunner zijn dan 6 mm.

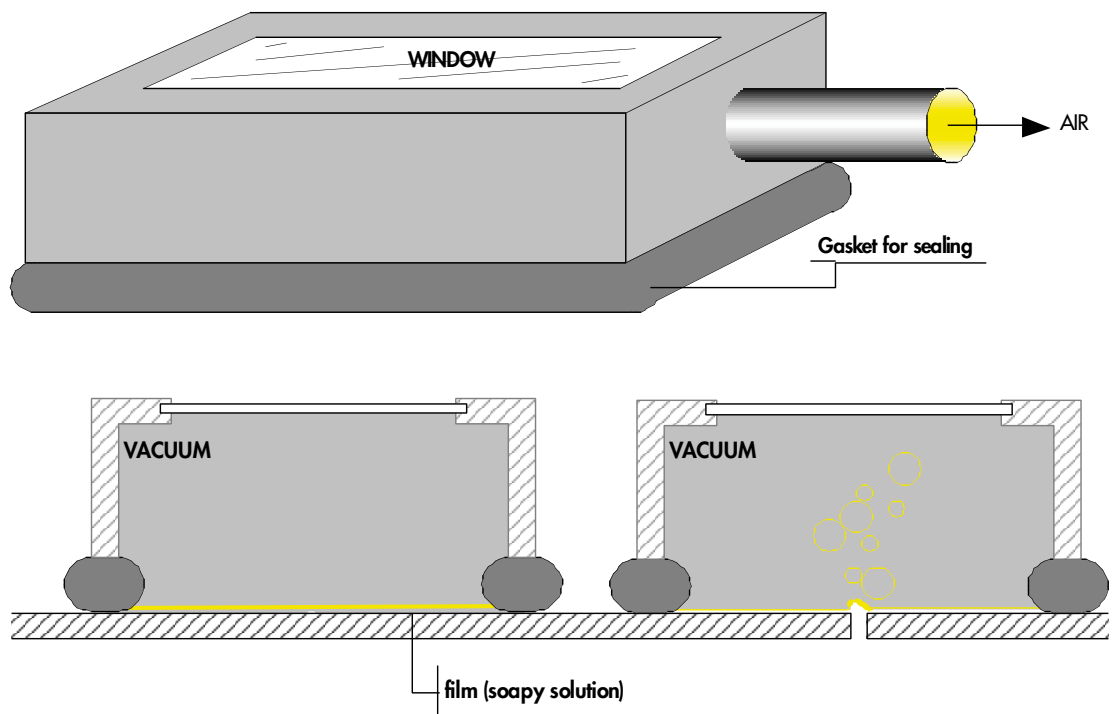
### 5.3.4.4.5

## Vacuümbox testen

### a. Het principe

Voordat geïnspecteerd wordt, spuit men een water/zeepsolutie over de te inspecteren oppervlakte uit. Daarna wordt een kast, aan de onderkant voorzien van een flexibele afdichting, geplaatst over een te onderzoeken gedeelte van de lasnaad. Vervolgens wordt in de kast (box) een vacuüm getrokken. Indien er zich een opening in die lasnaad bevindt, zal lucht aangezogen worden door die opening en er verschijnen lucht- en zeepbelletjes in de solutie. Het ontstaan van lucht/zeepbelletjes geeft dan een indicatie van een niet-vloeistofdichte of gasdichte las.

Figuur 5.3.4.4.6-1 Principeschets opstelling Vacuümboxmethode



### b. De toepasbaarheid

Deze eenvoudige methode wordt veel gebruikt om lasnaden van bodems van opslagtanks te inspecteren op vloeistofdichte of gasdichte eigenschappen. De donkere omgeving zal het detectievermogen doen afnemen, zeker als de inspecteur dit werk vele uren achtereen moet uitvoeren. Een lichtbron aangebracht aan de binnenkant van de vacuümbox zal het inspectieresultaat gunstig beïnvloeden, maar het blijft een relatief lastig karwei om de box, vele uren op je knieën, met je mee te zeulen en dan ook nog oplettend te zijn om kleine zeepbelletjes te ontdekken.



Figuur 5.3.4.4.6-2 Vacuümbox-inspectie in uitvoering



### c. De voor- en nadelen

De voordelen:

- Een simpele detectiemethode van dichtheid van lasnaden.
- Geschikt voor grote gebieden en lange lasnaden.
- Geschikt voor vele niet-poreuze materialen.
- De oriëntatie van de defecten is niet relevant.
- De materialen die gebruikt worden zijn draagbaar.
- Vereist geen hoog opleidingsniveau van de inspecteurs.

De nadelen:

- Niet geschikt bij toepassing op poreus materiaal.
- Alleen geschikt voor toepassing bij ambiënte temperaturen.
- Levert geen permanent beeld op van de defecten (tenzij gefotografeerd).
- Beperkte inspectiemogelijkheid door het lage niveau van vacuüm dat bereikt kan worden (max. 300 mbar).
- Moeilijke detectie in donkere omgeving.

## 5.3.5 Beoordeling van de omvang van het onderhoud

Er worden inspectierapporten opgesteld om de complete conditie van de betreffende tank te bepalen die, waar nodig, de basis zullen vormen voor onderhouds/reparatie-werk aan de tank of de fundatie.

De acceptatierichtlijnen/afkeuringslimieten die gebruikt worden om de omvang van het onderhoud te bepalen, worden in de volgende documenten aan de orde gesteld.

### **EEMUA publicatie 159 [45]**

Aanbevelingen voor de inspectie-intervallen van bovengrondse verticale cilindrische stalen opslagtanks.

### **API 653 [53]**

Tankinspectie, reparatie, wijziging en reconstructie.

## 5.3.6 Preventief onderhoud

Een **niet-geplande** tank shutdown voor onderhoud/reparatie is niet wenselijk en vaak zeer kostbaar. Om dit te voorkomen is regelmatige inspectie belangrijk om afwijkingen in de tankconstructie, de toebehoren en de fundatie op tijd vast te stellen en, waar mogelijk, te corrigeren.

Bijvoorbeeld:

- Oppervlaktecorrosie van de dak/mantelplaten.
- Vormverandering van de mantel en aansluitingen van leidingen / expansie-stukken.
- Functioneren/reinigen van de afvoerpomp van het drijvende dak, controleren van de opening van de rim(seal) en de aarding van het drijvende dak.
- Functioneren/reinigen van de vrije ontluchtingen en p/v-ventielen.
- Controleren/repareren van isolatie en verfwerk.
- Controleer bij scheefstand van tanks de onrondheid met de rimsealtolerantie.
- Controleer bij een ongelijkmatige zetting bij de mantel/bodemverbinding of er geen water ingesloten is bij de annular plaat, dat wil zeggen: zorg dat het afgevoerde water bij de tank vandaan loopt.

## 5.3.7 Reparatieonderhoud

Gewoonlijk worden tankreparaties, die niet tot de routine behoren, uitgevoerd tijdens een geplande shutdown (tank buiten bedrijf). De shutdownfrequentie van een tank is afhankelijk van het opgeslagen product en kan variëren van 4 tot 20 jaar.

De omvang van de onderhoudsreparatie is gebaseerd op de inspectierapporten die in deze situatie een volledige externe en interne inspectie beslaan.

Reparatieonderhoudswerk en methoden voor het verbeteren/vervangen van de tankonderdelen zoals het dak, de wand en de bodem die aangetast zijn door corrosie, vormveranderingen en zettingen van de fundatie worden in de volgende sectie besproken.

## 5.3.8 Gebruikelijke onderhoudswerkzaamheden en -methoden

### 5.3.8.1 Algemeen

In dit gedeelte worden de grotere tankreparaties besproken die niet als routine-werkzaamheden worden beschouwd. Men dient zich te realiseren dat bepaalde tankreparaties en vereiste tijdelijke werkzaamheden de structurele integriteit van een tank kunnen beïnvloeden en in het geval van twijfel wordt dan ook dringend aanbevolen om advies in te winnen bij de tankfabrikant en/of SIPM in den Haag. Men dient er nota van te nemen dat na uitvoering van een grote reparatie aan de tankbodem of de mantel een volledige hydro-statische test vereist is.

Reparaties dienen te worden uitgevoerd volgens dezelfde regels en specificaties als die van toepassing waren op het originele ontwerp en constructie.

## 5.3.8.2 Tankconstructie

### 5.3.8.2.1 Reparaties aan de tankbodem

Als de mate van corrosie van de bodemplaten van de tank zodanig is dat een afkeuring hiervan binnen de resterende bedrijfsperiode te verwachten is, verdient het aanbeveling de mogelijkheid te overwegen om een intern coating systeem aan te brengen, bijvoorbeeld een op epoxyhars gebaseerd verfsysteem of een laminaatsysteem op eenvolgende lagen epoxyhars/glasvezelmateriaal. In de meeste gevallen steekt deze oplossing uit economisch oogpunt voordelig af bij een vervanging van de gehele tankbodem.

Als de inspectie van de tankbodem leidt tot het afkeuren van de bodemplaten moet eerst bepaald worden of er zich koolwaterstoffen onder de tankbodem bevinden door op verschillende plaatsen gaten te boren via welke gastesten en monsters kunnen worden genomen.

Als er geen koolwaterstoffen worden waargenomen, kan besloten worden de bodem-platen te vervangen terwijl de tank op zijn plaats blijft.

Als er onder de tankbodem koolwaterstoffen aangetroffen worden, is het uit oogpunt van veiligheid en vervuiling vereist de tank door opvijzelen (5.3) te lichten.

### 5.3.8.2.2 Reparaties aan de tankwand

Afgekeurde gecorrodeerde wandplaten moeten losgebrand en één voor één vervangen worden. Om de plaatvervorming door laskrimpen tot een minimum te beperken dient de juiste lasvolgorde te worden aangehouden.

Als de interne corrosie van de onderste ring tot een gehele afkeuring heeft geleid, dient de tankwand van de bodem (annular) platen te worden losgebrand en opgevijzeld. Voor het opvijzelen dient een gespecialiseerde aannemer te worden ingehuurd.

Als de tankwand 50 mm is opgevijzeld, kan de onderste ring losgebrand worden van de annual platen en de nieuwe wandplaat geplaatst worden.

Als tankwandplaten door nieuwe moeten worden vervangen, dient men te overwegen een coatingsysteem op het inwendige oppervlak van de onderste ring en de tankbodem aan te brengen, afhankelijk van de mate van corrosie.

### 5.3.8.2.3 Reparaties aan het tankdak

Afgekeurde gecorrodeerde dakplaten moeten losgebrand en door nieuwe vervangen worden. Als inspectie heeft aangetoond dat de steunpoten verder zijn gecorrodeerd dan de toegestane grenzen, moeten deze worden versterkt of vervangen. In dit geval is het nodig vanaf de tankbodem tijdelijke steunconstructies, dat wil zeggen stalen kolommen, aan te brengen. In het geval deze reparatie samenvalt met het vernieuwen van de dakplaten verdient het aanbeveling de dakplaten te verwijderen, de reparatie/vervanging van de steunpoten uit te voeren en vervolgens de nieuwe dakplaten aan te brengen. Als de mate van corrosie van de dakplaten en/of steunpoten zodanig is, dat in de toekomst uitgebreide reparaties te verwachten zijn, verdient het aanbeveling het aanbrengen van een verfsysteem te overwegen.

### 5.3.8.3

## Tankfundatie

Opslagtanks bevinden zich vaak in gebieden met slechte fundatiekarakteristieken. De zetting van opslagtanks staat in direct verband met de mate van consolidatie van de ondergrondlagen en in mindere mate met de consolidatie van het materiaal in de terp. Dit laatste is in grote mate afhankelijk van het ontwerp en de kwaliteit van verdichting tijdens de constructie.

Doordat de eenvoud van tanks een grote flexibiliteit mogelijk maakt, zullen tankbodems en -wanden tot op zekere hoogte de zettingcontouren volgen die door de stabilisering ontstaan. Overschrijding hiervan kan de structurele integriteit en/of operationele betrouwbaarheid van de tank in gevaar brengen.

### 5.3.8.4

## Kritische zettingsgrenzen

Als richtlijn kan worden aangehouden dat de grenzen volgens de van toepassing zijnde voorschriften/regels kunnen worden gebruikt om een besluit te nemen over maatregelen ter verbetering. Er dient echter met vele factoren rekening te worden gehouden, zoals het uitlijnen van pijpverbindingen en de deformatiegrenzen van expansiestukken, de zetting van de tankbodem en de onderhoudsconditie van de tank.

Het zou zeer goed mogelijk kunnen zijn dat de ovaalheid van de mantel van een tank met een drijvend dak die veroorzaakt wordt door kantelen van het dak, al tot een beperking van de bewegingsvrijheid van het drijvende dak leidt, voordat de genoemde grenzen zijn bereikt.

Wat betreft de zetting van de tankbodem wordt gerefereerd aan de vergelijkende berekeningsmethode voor de maximaal toegestane verzakking van de tankbodem. Bovendien moet speciale aandacht worden besteed aan de deflectie bij de mantel/bodem verbinding door ongelijke zetting en of de tankbodem in contact zou kunnen zijn met grondwater of capillair water.

Als men tot de conclusie is gekomen dat een tank de kritische zettingsgrenzen heeft bereikt of op korte termijn zal bereiken, is het nodig herstelwerkzaamheden voor te bereiden en uit te voeren.

## 5.3.9

## Inspectie en onderhoud op basis van een risicogedreven methodiek

### 5.3.9.1

## Algemeen

De maximale frequenties tussen uitwendige en inwendige inspecties aan opslagtanks zijn weergegeven in de bovengenoemde tabel 5.3.2-1 als de tanks geïnspecteerd worden onder een regiem dat op basis van een **Tijdsgebonden Inspectie Model (Time Based Inspection)** is opgesteld. De PGS 29 [28] geeft aan dat ook een inspectie en onderhoudsregiem uitgevoerd kan worden op een Risicogedreven wijze. Daarbij valt de Inspectietermijn te bepalen op een **Risico-gebaseerd Inspectie Model (RBI)** en de Onderhoudstermijn op een **Betrouwbaarheids-gebonden Onderhouds Model (Reliability Centred Maintenance = RCM)**. De EEMUA 159 [45] heeft deze beide modellen samengevoegd in één inspectie- en onderhoudsmodel tw. **Probabilistisch Preventief Onderhoud**.

Het toepassen van risicogedreven en op de conditie van de tank gebaseerde technieken voor het optimaliseren van inspectie- en onderhoudsactiviteiten volgt de trend die over de hele wereld in de industrie wordt nagevolgd om de gebruikte tijdsafhankelijke onderhoudsmethode te verlaten voor een toestandsafhankelijke onderhoudsmethode. Risico en betrouwbaarheid worden gemeten door de toepassing van kansberekening. Het is al bewezen dat deze probabilistische technieken werken voor statische raffinaderijapparatuur zoals warmtewisselaars, drukvaten, leidingen, enz.

Men is de laatste tijd in gaan zien dat deze technieken goed kunnen worden toegepast op de totale aanpak van het onderhoud voor conventionele opslagtanks.

De feitelijke structuur van de PPM plannen van de gebruiker wordt door hemzelf bepaald en geëffectueerd. De leidraad die hierin wordt gegeven sluit het gebruik van commercieel beschikbare risicogedreven programma's en systemen niet uit.

## 5.3.9.2 Risicomanagement

### 5.3.9.2.1 Inleiding tot risicomanagement

Risicogedreven besluitvormingsprocessen zijn steeds belangrijker geworden als instrumenten voor het beheren van de activiteiten, processen, producten en diensten van een bedrijf. PPM is een dergelijk risicogedreven instrument voor het bepalen van de preventieve onderhoudstaken die vereist zijn om met een optimale onderhoudsinspanning de noodzakelijke beschikbaarheid van tanks te bereiken.

PPM als beschreven in dit hoofdstuk is gebaseerd op bestaande onderhouds- en inspectiemethodieken. Het omvat de hiermee samenhangende maar in wezen onafhankelijke RBI-en RCM-methodieken:

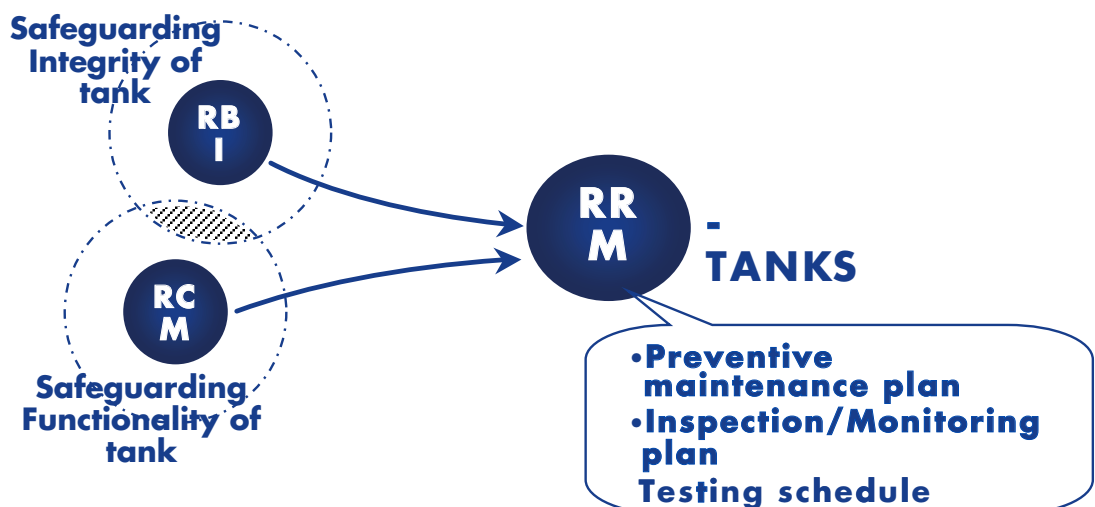
- RBI is een proces dat er voor moet zorgen dat de integriteit, met inbegrip van de veiligheid van apparatuur op de juiste wijze wordt gestuurd, terwijl de beschikbaarheid wordt verbeterd. De toepassing hiervan zal de tankintegriteit veiligstellen.
- RCM is een proces voor het op een rendabele manier bepalen van de optimale onderhoudseisen voor de bedrijfsmiddelen. De toepassing hiervan zal de functionaliteit van de tank waarborgen.

De belangrijkste resultaten van een dergelijk geïntegreerd concept zijn:

- ontwikkelen van een preventief onderhoudsplan
- opstellen van een inspectie/bewakingsplan
- ontwikkelen van een testplan (indien van toepassing).

Dit wordt verduidelijkt in de onderstaande Figuur 5.3.9.2.1-1:

Figuur 5.3.9.2.1-1 Resultaten van Tanks met PPM: een geïntegreerde benadering



De belangrijkste voordelen van een dergelijke geïntegreerde benadering voor het onderhoud van conventionele opslagtanks zijn:

- optimale betrouwbaarheid en beschikbaarheid van de tanks;
- vermindering van de onderhoudskosten;
- gewaarborgde integriteit;
- voldoen aan veranderende veiligheids-, gezondheids- en milieueisen (SHE), met inbegrip van wettelijke vereisten;
- alle items/componenten die verband houden met tanks worden door een onderhoudsplan, een inspectieplan en (indien van toepassing) een testplan gedekt.

Bovendien maakt PPM het mogelijk dat onderhoudsverrichtingen aan tanks op een transparante en gestructureerde wijze gekwalificeerd en gewogen worden.

De hierna volgende deelhoofdstukken beschrijven de minimale vereisten voor het toepassen van de PPM-benadering en wat het resultaat hiervan zou moeten zijn.

Men moet zich er wel van bewust zijn dat de waarde van risicogedreven methoden alleen merkbaar kunnen worden als de eigenaar van de tank dit instrument op dagelijkse basis gaat gebruiken. Deze methoden worden ook wel methoden op basis van bewijsstukken genoemd. Naarmate meer bewijs wordt verzameld en de toepassing voortdurend verbeterd is naarmate meer historische gegevens worden verkregen en gedocumenteerd, levert dit extra kennis over de geschiktheid voor bedrijf van een bepaald tankitem of component op. De gebruiker is hierdoor in staat om zijn kennis betreffende het risico, dat met het in gebruik houden van de tank gepaard gaat, voortdurend verder te verfijnen.

Alvorens de PPM-methodiek uitvoeriger te beschrijven zullen eerst de onafhankelijke methodieken RBI en RCM worden beschreven (5.3.9.3 en 5.3.9.4).

### 5.3.9.3 Risk Based Inspection

#### 5.3.9.3.1 Inleiding

RBI vervangt tijdsafhankelijke inspectiesystemen door flexibele inspectieprogramma's. Dit wordt bereikt door risicobeoordeling op basis van operationele, ontwerp-, materiaal- en milieuoverwegingen. Zoals al eerder opgemerkt, is dit een methodiek om de beschikbaarheid van een bedrijfsmiddel te verbeteren, waarbij er voor gezorgd wordt dat de integriteit goed aangepakt wordt.

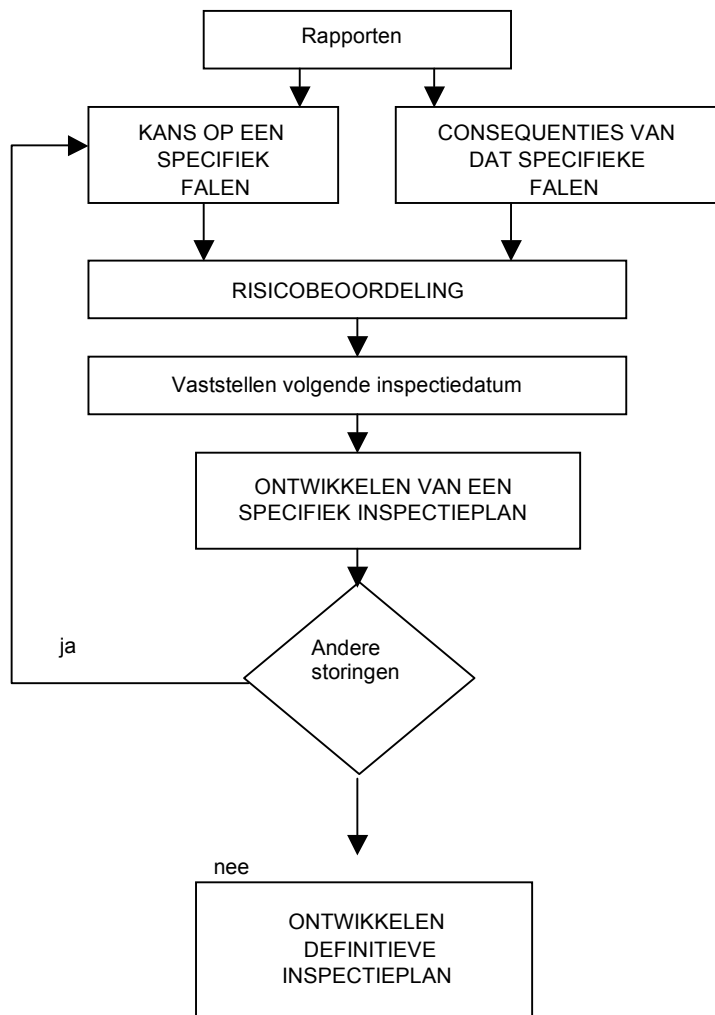
De integriteit heeft twee facetten: technische integriteit en operationele integriteit:

- een tank is technisch integer als, onder specifieke voorwaarden, het faalrisico waardoor de veiligheid van het personeel, het milieu of de waarde van de bedrijfsmiddelen in gevaar gebracht wordt zo laag is als redelijkerwijs aanvaardbaar (belangrijke factoren zijn bijvoorbeeld gecorrodeerd dak/tankwand/ bodem, zetting bodem-wandverbinding).
- een tank is operationeel integer als deze wordt geëxploiteerd als bedoeld, zodanig dat het opslagdoel bereikt kan worden zonder onnodig risico voor het personeel, het milieu of de tank zelf (bijvoorbeeld risico van te vol doen).

Zowel de technische als de operationele integriteit dienen te worden gehandhaafd, of beter, veiliggesteld door de gebruikte RBI-methode. Dit kan worden bereikt door bewaken en inspecteren met gebruikmaking van geschikte technieken, met een geschikt inspectiedoel dat kritische locaties dekt met een geoptimali-

seerde inspectiefrequentie. Deze inspectietechnieken kunnen worden toegepast terwijl de tank in of buiten bedrijf is. Het is algemeen erkend dat conventionele RBI-methoden voornamelijk gericht zijn op de metalen delen van de bedrijfsmiddelen. Maar voor tanks verdient het over het algemeen aanbeveling dat ook de fundatie binnen het RBI proces wordt meegenomen (met het oog op potentiële problemen zoals scheefstand en zetting). Dergelijke degradatiemechanismen, die de tankintegriteit in gevaar zouden kunnen brengen en waarvoor trends kunnen worden vastgesteld, zijn in het bijzonder geschikt voor de RBI-benadering.

Figuur 5.3.9.3.1-1 Algemeen concept van een RBI-proces

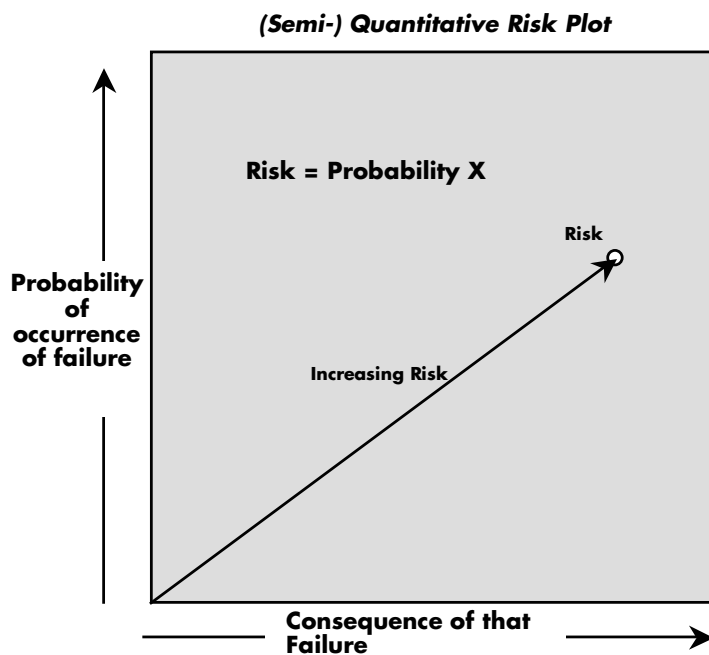


Onafhankelijk van de gebruikte RBI-methode dient het uiteindelijke resultaat van RBI een compleet en degelijk plan voor inspectie- en (degradatie)procesbewaking voor de gehele tank te zijn, of voor de betreffende tankcomponenten. De belangrijkste stappen van een RBI-proces worden getoond in bovenstaande Afbeelding.

### 5.3.9.3.2 Kans op een specifiek faalgedrag

De hoeksteen van RBI is de beoordeling van de risicoclassificatie van een item, daar de RBI-methodiek risicogedreven is. Over het algemeen wordt risico gedefinieerd als de kans (aannemelijkheid) op het voorkomen van schade (uitvallen) en de gevolgen van deze schade.

Figuur 5.3.9.3.2-1 Risicocurve bij het gebruik van (semi-) kwantitatieve methoden



Binnen de meeste bekende RBI-methodieken wordt de risicoclassificatie van een item vastgesteld op een semi-kwantitatieve wijze door het inschatten van een kans en een hieruit volgende consequentieklassie die, gecombineerd in een matrixberekening, de (semi) kwantitatieve risicoklasse opleveren.

Als een eerste stap binnen het RBI-roces wordt de kans op falen geschat volgens de stappen die leiden tot de kwalificatie van het risico. Binnen RBI is de kans op een specifieke storing, of liever de storing ten gevolge van een specifiek degradatie-mechanisme, een relevante maatstaf. De kans of aannemelijkheid van een gebeurtenis wordt vaak vastgesteld door gebruik van lijsten met genomen acties of ‘aspecten’ die de mate van voortschrijding van een bepaald degradatiemechanisme beïnvloeden (bijvoorbeeld de invloed van CP (corrosiebescherming) op het verminderen van de corrosiesnelheid).

Voorbeeld van kansclassificatie:

*Component/degradatiemechanisme: fundering/zetting bodem-wandverbinding.*

*Overmatige zetting bodem-wandverbinding:*

- |                        |                 |          |   |
|------------------------|-----------------|----------|---|
| • grote kans           | Hoog            | score is | 4 |
| • gemiddelde kans      | Gemiddeld       |          | 3 |
| • kleine kans          | Klein           |          | 2 |
| • verwaarloosbare kans | Verwaarloosbaar |          | 1 |

Beschikbare RBI-methoden verschillen onderling met betrekking tot de bepaalde aspecten die beschouwd worden en de uiteindelijke kansmeting. Het doel van dit deelhoofdstuk is om de gebruiker de weg te wijzen naar een eigen tenuitvoerlegging van RBI, waarvoor hij commercieel beschikbare programma’s of systemen kan gebruiken.

Over het algemeen houdt de RBI-methode rekening met degradatiemechanismen die invloed hebben op de tank tijdens normaal bedrijf (corrosie, vermoeidheid, enz.). Men dient echter ook rekening te houden met storingen die ontstaan door afwijkende oorzaken.



Veel degradatiemechanismen zijn tijdsafhankelijk (bijvoorbeeld algemene corrosie, verzakking). Als er weinig opgetekende metingen bestaan, kan een grafische voorstelling een constante degradatiesnelheid aangeven: zie Figuur 5.3.9.3.5-1. In werkelijkheid kan de degradatiesnelheid gedurende een bepaalde periode variëren. Met dit aspect dient rekening te worden gehouden en om acceptabele veiligheids-marges te verkrijgen moeten er veronderstellingen voor 'het slechtste geval' worden gemaakt. Door middel van inspectie kunnen de gemiddelde degradatiesnelheden beter worden bepaald.

Enkele degradatiemechanismen zijn tijdsonafhankelijk en doen zich voor onder specifieke omstandigheden. Deze omstandigheden zijn misschien niet voorzien tijdens de oorspronkelijke beoordeling. Om deze reden dient RBI te worden toegepast op basis van één enkel stuk of individuele stuks, waarbij tijdens het hele RBI-proces rekening wordt gehouden met de tankhistorie en specifieke ervaringen met deze tank in het bijzonder.

### 5.3.9.3.3 Consequenties van een specifiek faalgedrag

Na het beoordelen van de kans op het voorkomen van specifiek faalgedrag dienen de consequenties van dit faalgedrag te worden vastgesteld. EEMUA 159 [45] erkent minimaal drie consequentiecategorieën, die bij falen kunnen worden overwogen: economisch, gezondheid/veiligheid en milieu. De beoordeling van een consequentie dient dan ook te worden uitgevoerd door een deskundig team waarbij moet worden gezorgd voor inbreng uit alle vakgebieden, met inbegrip van het operationele personeel van de tank die moet worden beoordeeld, om zo het team in staat te stellen deze aspecten goed te beoordelen.

Binnen de meeste bekende RBI-methodieken wordt een consequentieclassificatie vastgesteld door gebruik te maken van een lijst met consequenties-van-falen van relevante aspecten, voor elke categorie, die de consequentie kan beïnvloeden of bepalen.

Voorbeeld van consequentieclassificatie:

*Fysiek gevolg/consequentie: lekkende tankbodem / economisch (reparatiekosten):*

*Totale reparatiekosten (totaal van arbeid, materiaal, niet-beschikbaarheid, product-verlies, enz.) is*

• >50% van investeringskosten (nieuwe tank)	Hoog	score is	4
• 10-50% van investeringskosten	Gemiddeld		3
• minder dan 10% van investeringskosten	Laag		2
• verwaarloosbare totale kosten	Verwaarloosbaar		1

Na voltooiing van het consequentieonderzoek dient de consequentieclassificatie (de uitkomst) in het tankdatasysteem te worden opgenomen.

### 5.3.9.3.4 Risicoclassificatie

Afweging van het risico wordt over het algemeen beoordeeld op een semi-kwantitatieve wijze door de kans in te schatten van een (specifiek) faalgedrag en een consequentieclassificatie voor dat faalgedrag dat, in combinatie met een matrixberekening voor risico's, een risicoklasse of –classificatie oplevert.

De meeste RBI- en RCM-methodieken maken gebruik van een risicobeoordelings-matrix (Risk Assessment Matrix RAM) van het type dat gewoonlijk wordt toegepast in de industrie voor het beoordelen van SHE-risico's als basis voor het maken van de risicoclassificatie. De grootte van deze RAMs kan variëren van een gewone 3x3 matrix tot een uitvoeriger en complexer 5x5 matrix. Figuur 5.3.9.3.4-1 toont een 4x4 matrix.

Na afweging van de kans op een specifiek faalgedrag en de totale consequentie-klasse wordt de risico-classificatie van het item bepaald door het snijpunt van de relevante kansrij en de consequentiekolommen als getoond in Figuur 5.3.9.3.4-1. Eén item kan meer dan één risicoclassificatie hebben. Eén voor elk mogelijk falen.

Voor bedrijfsmiddelen met weinig risico kan de inspectieinterval, die afgeleid is van de RBI-procedure langer zijn dan het bestaande gekozen tijdsafhankelijke interval, die op zijn beurt kan zijn voorgeschreven door lokale wetgeving. In dergelijke gevallen dienen de resultaten van de RBI-studie met de lokale autoriteiten te worden besproken om de nieuwe inzichten met betrekking tot RBI meer bekendheid te geven en optimale inspectieintervallen te verkrijgen.

Figuur 5.3.9.3.4-1 Voorbeeld van een 4x4 PPM-matrix voor risico's

			RISK ASSESSMENT MATRIX			
Proba bility class	H	High				<b>HIGH</b>
	M	Medium				
	L	Low				
	N	Negligible	<b>LOW</b>			
Consequence class			N	L	M	H

Het belangrijkste doel van risicoclassificatie is de aandacht te richten op de items met een hoog risico, terwijl er met betrekking tot inspectie en vermindering weinig of geen aandacht wordt geschonken aan items met een laag risico.

Het is bekend dat vele risico's niet adequaat kunnen worden verminderd door inspectie alleen. Voorbeelden van situaties, waarin inspectie niet voldoende kan zijn om risico's tot een aanvaardbaar niveau terug te brengen, zijn:

wanneer een item het einde van zijn levensduur/serviceduur nadert;

wanneer het risico door consequenties wordt bepaald (bijvoorbeeld waterbodem<sup>1</sup> voor een lekkende tank).

In dergelijke gevallen zullen verminderingsopties (zoals verminderde vulhoogte) de enige geschikte maatregelen zijn die kunnen worden genomen om het risico tot een aanvaardbaar niveau terug te brengen.

Er kunnen verschillende factoren zijn die het werkelijke risico veranderen en waarbij het verstandig is een RBI nieuwe beoordeling uit te voeren (bijvoorbeeld externe invloeden zoals verandering van product).

<sup>1</sup> Er kan water in een lekkende tank ingevoerd worden zodat het product op de 'waterbodem' drijft en er alleen water lekt.

### 5.3.9.3.5 Bepaling van de volgende vereiste inspectiedatum

Een van de moeilijke aspecten van RBI is het berekenen van de volgende inspectiedatum. Hier is een uitgebalanceerde benadering vereist.

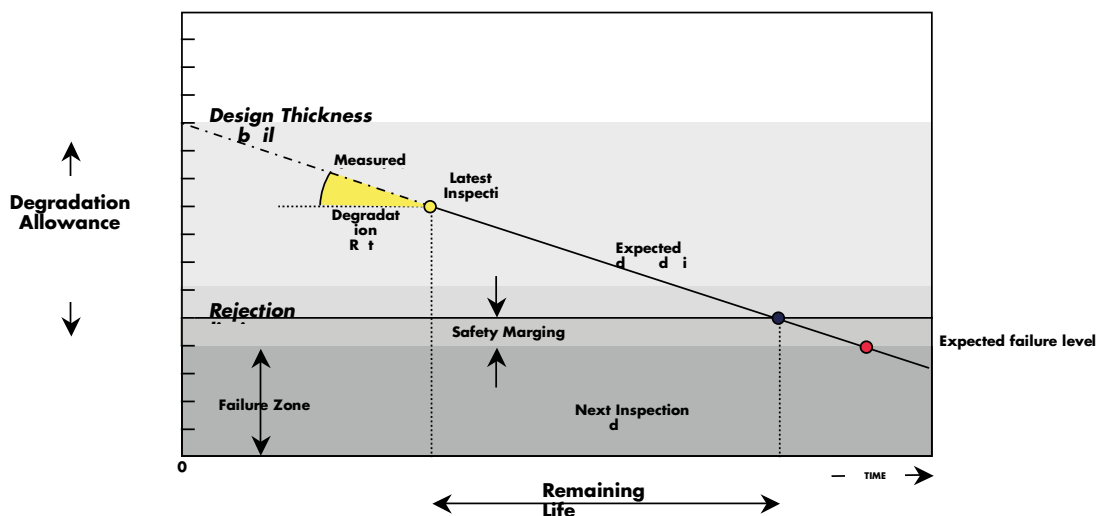
Het schatten van de resterende levensduur van een item of onderdeel is essentieel voor de planning van de inspectie. Hiervoor worden de degradatiesnelheid en de degradatietoeslag gebruikt, afgeleid van de relevante ontwerp- en reparatie-voorschriften en bedrijfsomstandigheden. Resterende levensduur wordt gedefinieerd als:

Resterende levensduur = degradatieruimte + degradatiesnelheid

Een diagrammatische voorstelling hiervan wordt getoond in Figuur 5.3.9.3.5-1.

Waar de resterende levensduur van een item niet kan worden vastgesteld door meting van de dikte (bijvoorbeeld in het geval van vermoeiing), kan deze worden vastgesteld aan de hand van een ontwerplevensduur van het onderdeel, minus de verstreken levensduur. Indien een item of een onderdeel verdacht wordt van een degradatiemechanisme met een potentieel hoge degradatiesnelheid, bijvoorbeeld scheuren door spanningscorrosie, dient de schatting van de resterende levensduur voldoende conservatief te zijn om ruimte te laten voor onzekerheden in de voorspelling van de snelheid. Indien er bewijzen zijn voor het risico van dergelijke degradatiemechanismen, verdient het aanbeveling om een correctief onderhoudsplan of een verandering van de operationele omstandigheden in te voeren.

Figuur 5.3.9.3.5-1 Verwachte degradatie van een specifiek faalgedrag



Terwijl de degradatiesnelheden bijvoorbeeld door corrosie van de tankwand en tankdak kunnen worden gemeten tijdens in-bedrijf inspecties, vereist de tankbodem een voorzigtiger benadering.

Over het algemeen wordt de risicoclassificatie afgeleid van het beoordelingsproces van een item dat gebruikt is om de volgende inspectiedatum te bepalen als een onderdeel van de resterende levensduur.

$$\text{Inspectieinterval} = K \times \text{resterende levensduur}$$

waarin de vertrouwensclassificatiefactor  $K$  ( $0 < K \leq 1$ ) het vertrouwen weergeeft dat het RBI-team heeft in de schatting van de resterende levensduur.

K hangt af van:

- actuele risicoclassificatie van het betreffende tankonderdeel (resultaat van Figuur 5.3.9.3.4-1)
- beoordeling van de stabiliteit van het degradatiemechanisme en de methoden voor de controle hiervan
- aantal uitgevoerde inspecties
- vorige inspectieinterval
- kwaliteit van de vorige inspectiegegevens
- kwaliteit van de inspectie/monitoring technieken te gebruiken voor toekomstige (in-bedrijf) inspecties (waaronder het vaststellen van de degradatiesnelheden)
- of preventieve maatregelen geschikt zijn

K moet worden bepaald door een gekwalificeerde technicus of Auditor van Opslagtanks. Over het algemeen worden er t.b.v. voldoende flexibiliteit geen vaste formules gebruikt voor het berekenen van K. Door het maken van case studies kan een eerste indicatie worden verkregen van de waarde van K; maar als een tank wordt geauditteerd en een nieuwe inspectieinterval wordt bepaald, is telkens een grondige analyse vereist om de waarde van K te bepalen.

Voorbeeld van een RBI-beoordeling van bodemplaten:

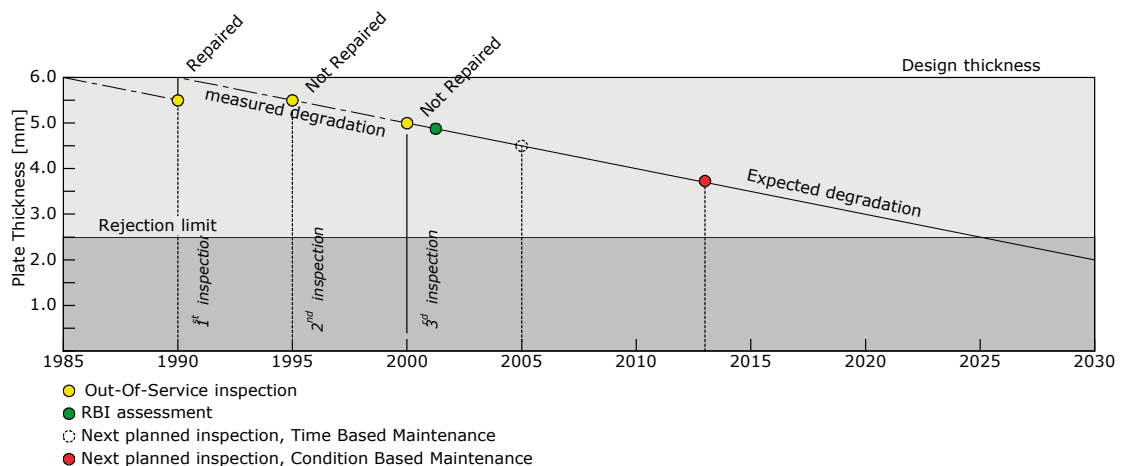
Gegeven:

- een tank gebouwd in 1985 is om de 5 jaar geïnspecteerd. De inspecties tot nu toe (1990, 1995 en 2000) laten een corrosiesnelheid van 0,1 mm/jaar zien voor de bodemplaten. Tijdens de inspectie van 1990 zijn alle corrosieplekken gerepareerd. Alle inspectieresultaten zijn goed gedocumenteerd.

Bereken:

- de volgende geplande inspectiedatum voor dit tankonderdeel gebaseerd op de huidige conditie.

Figuur 5.3.9.3.5-2 Degradatiecurve (Bodemplaatdikte vs Tijd)



Antwoord:

op basis van de resultaten van de inspectie van 2000 is de resterende levensduur  $RL = (\text{huidige nominale plaatdikte} - \text{afkeuringsgrens}) \div \text{corrosiesnelheid} = (5 - 2,5) \div 0,1 = 25$  jaar.

Dus zouden de bodemplaten in 2025 moeten worden afgekeurd (zie Figuur 5.3.9.3.5-2).

Uitgaande van een vertrouwensclassificatiefactor  $K = 0,5$  met de matrixberekening voor risicobeoordeling zou de volgende inspectie tijdens buiten-bedrijf, gebaseerd op de huidige condities, gepland staan vóór:  $2000 + 0,5 \times 25 = 2013$ .

Sommige RBI-methoden zullen waarden voor  $K$  geven, andere zullen een vooraf bepaalde volgende inspectie-interval volgens de risicoclassificatie voorschrijven en weer andere zullen slechts aanbevelingen doen.

### 5.3.9.3.6 Inspectieplan

Door inspectieactiviteiten zal de beschikbare informatie over de conditie van de apparatuur toenemen. Indien inspectieactiviteiten zijn uitgevoerd, dienen de resultaten te worden bekeken om te bepalen of er een RBI-herwaardering vereist is.

Het belangrijkste oogmerk van een RBI moet zijn het opstellen van een inspectieplan voor elk item dat is geëvalueerd. Het inspectieplan moet bijzonderheden geven over het resterende risico ten opzichte van het huidige bedrijf. Voor een risiconiveau dat onaanvaardbaar wordt geacht, dient het plan vermindering-activiteiten te bevatten om het risico terug te brengen tot een aanvaardbaar niveau.

Het inspectieplan dient minimaal het volgende te omvatten:

- omvang van de inspectie;
- inspectiebereik;
- voor inspectie te gebruiken techniek;
- datum van gespecificeerde inspectie.

Het rangschikken van de items of componenten per risiconiveau stelt de gebruikers in staat prioriteiten toe te kennen aan de verschillende inspectietaken. Het niveau van het risico dient te worden gebruikt om de urgentie van de uitvoering van de inspectie te berekenen.

## 5.3.9.4 Reliability Centred Maintenance

### 5.3.9.4.1 Inleiding

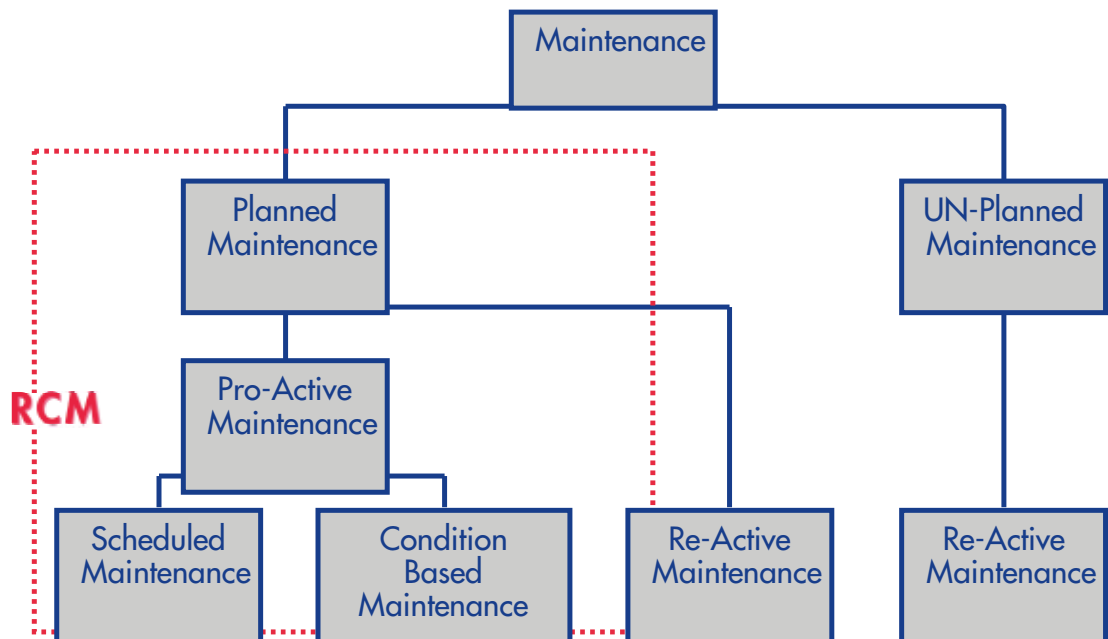
Gedurende de afgelopen twintig jaar hebben er veel veranderingen plaats gevonden in de wijze waarop onderhoudsactiviteiten worden gepland en uitgevoerd. Deze veranderingen zijn een gevolg van de enorme toename van het aantal en de variëteit van de fysieke bedrijfsmiddelen die moeten worden onderhouden, veel ingewikkelder ontwerpen, nieuwe onderhoudstechnieken en veranderde inzichten over organisatie en verantwoordelijkheden van het onderhoud. Over het algemeen ligt het zwaartepunt van de veranderde onderhoudswereld op het gebied van:

- verbeteren van de betrouwbaarheid en beschikbaarheid van bedrijfsmiddelen;
- optimaliseren van onderhoudsinspanning en –kosten;
- selecteren van geschikte en rendabele proactieve (preventieve) technieken en onderhoudstaken;
- een proactief i.p.v. een reactief onderhoudsregiem.

Maar in geen enkel geval mogen deze veranderingen de HSE-eisen of technische/ operationele integriteit van de bedrijfsmiddelen doorkruisen.

De verhouding tussen RCM en andere onderhoudsmogelijkheden wordt getoond in onderstaande Figuur 5.3.9.4.1-1.

Figuur 5.3.9.4.1-1 Verhouding tussen RCM en andere onderhoudsmogelijkheden



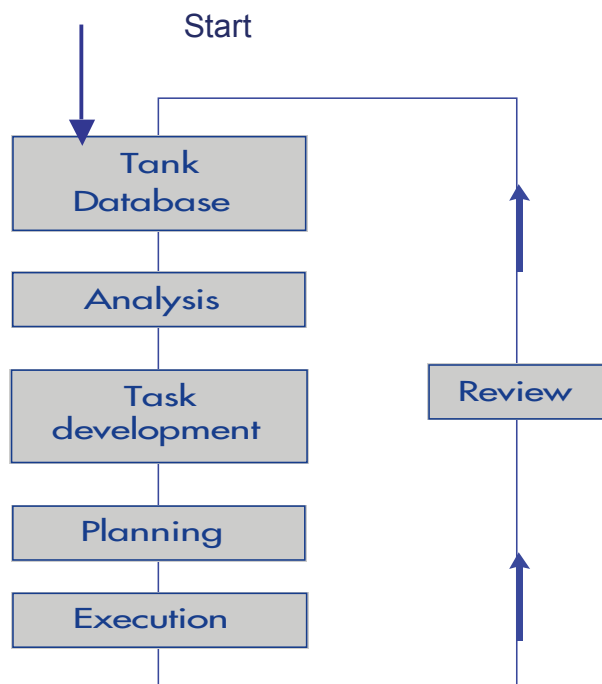
Dit hoofdstuk is niet bedoeld om uitgebreid in detail te treden, maar geeft een algemeen overzicht van het 'klassieke' RCM-proces. Meer bijzonderheden over dit proces zijn te vinden in 'Reliability-centered Maintenance', 2nd edition 1997 [54], door John Moubray.

Oorspronkelijk ontwikkeld in de aëronautische industrie houdt de RCM-methodiek in, dat een gestructureerd beslissingsondersteunend proces wordt gebruikt om (de optimale) onderhoudsvereisten vast te stellen en te documenteren van elk bedrijfsmiddel in zijn bedrijfsverband. RCM past analyse van faalgedrag- en de invloed van faalgedrag (FMEA) toe voor het vaststellen van faalgedrag dat de functionaliteit of prestatie van de betreffende apparatuur beïnvloedt door de consequenties van dit faalgedrag te meten. De uiteindelijke producten van deze analyse zijn (rendabele) preventieve onderhoudstaken die met een bepaalde interval moeten worden uitgevoerd; deze taken zijn gebaseerd op feitelijke bedrijfservaring en best practices.

Start RCM is één van de hoekstenen van het PPM-proces voor conventionele opslagtanks. Het einddoel van RCM is de totale betrouwbaarheid, beschikbaarheid en winstgevendheid van de gehele tank te optimaliseren door de onderhoudsinspanningen te optimaliseren door een proactievare (preventievare) i.p.v. reactieve wijze van onderhoud in te voeren.

De belangrijkste stappen van een RCM-proces worden getoond in Figuur 5.3.8.4.1-2. De eerste fase is de eerste RCM-analyse. Deze bestaat uit een studie om de proactieve onderhoudstaken te selecteren en geeft (reconstrueert) aanbevelingen. Tijdens de tweede fase wordt de aanvankelijke analyse geïntegreerd in het bestaande onderhoudsproces.

Figuur 5.3.9.4.1-2 RCM-proces



Taken worden opgenomen in een rooster in het planningsysteem. Door het analyseren van reactieve en proactieve onderhoudstaken en het verbeteren hiervan wordt het onderhoudsproces geoptimaliseerd waardoor de betrouwbaarheid en beschikbaarheid verbeteren.

Het RCM-analyseproces bestaat uit een aantal herkenbare stappen, elk met een eigen doel. Iedere hoofdstap in het proces zal in de volgende deelhoofdstukken uitvoeriger worden beschreven.

De belangrijkste voordelen en resultaten van RCM zijn:

- Begrijpen, elkaar deelgenoot maken en accepteren van geïdentificeerde consequenties en besluiten.
- Betere communicatie, teamwerk en verantwoordelijkheid voor de resultaten.
- Begrijpen hoe de tank zou moeten werken en uitval kan optreden.
- Ontwikkelen van preventieve onderhoudstaken.
- Omschrijven van een consistente werkomvang voor tijdens een shutdown.
- Schrapen van niet-passende en andere onderhoudsinspanningen die geen waarde toevoegen.
- Identificeren van 'rotte appels' en eisen voor onderzoeken en reconstructies.

### 5.3.9.4.2 Voorbereidende stappen

De eerste stap is het identificeren van de items of componenten die moeten worden geanalyseerd. Dit moet gebeuren in de juiste volgorde om er zeker van te zijn dat de juiste prioriteit wordt gegeven aan het item of de component die de grootste invloed heeft op het totale bedrijf.

Voor de analyse van alle items of componenten en het afwegen van de consequenties van faalgedrag moeten alle relevante gegevens verzameld worden. Deze informatie bestaat uit vastgelegde data of uit informatie die is verkregen uit ervaring van deskundigen. Het is daarom van wezenlijk belang dat het RCM-team bestaat uit mensen met deskundigheid én ervaring.

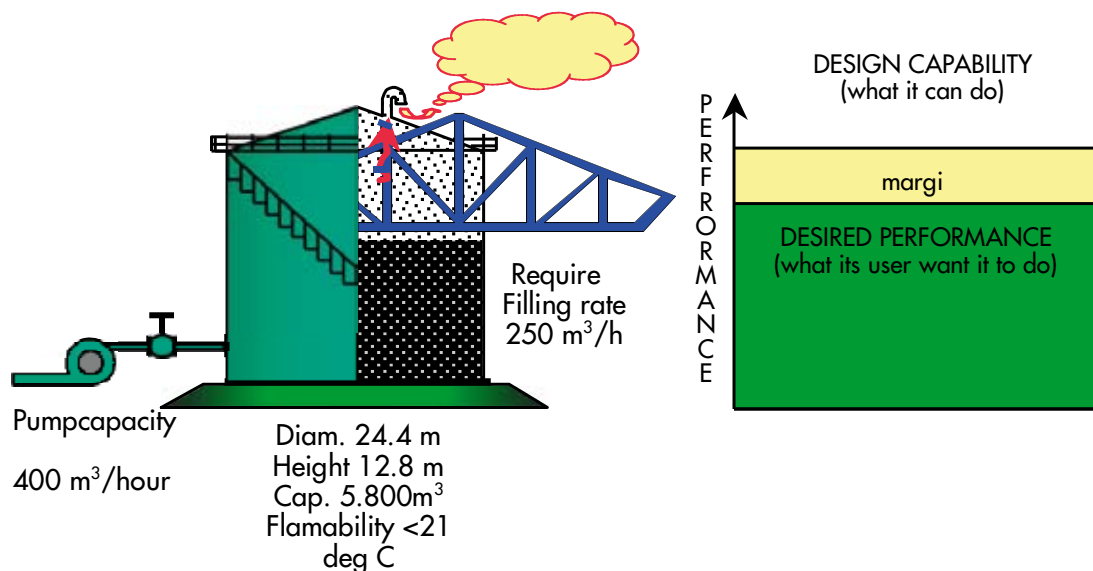
### 5.3.9.4.3 Beschrijving van de rcm-analyse

Het klassieke RCM-proces is geconcentreerd rond analyse van faalgedrag en invloed van faalgedrag (Failure Mode and Effect Analysis FMEA). Het FMEA-proces wordt gebruikt om te bepalen wat er moet worden gedaan om zeker te zijn van de ontwikkeling van optimale onderhoudstaken voor het betreffende bedrijfs-middel of item. Over het algemeen wil het FMEA-proces antwoord krijgen op de volgende vragen:

- wat zijn de functies en de erbij behorende prestatienormen van het item in zijn huidige bedrijfsverband?
- op welke manier(en) kan het te kort schieten bij het vervullen van zijn functies?
- wat is de oorzaak van elk falen van een functie?
- wat gebeurt er bij het falen?
- op welke manier is het falen van belang?
- wat kan er gedaan worden om elk falen te voorspellen of te voorkomen?
- wat moet er gebeuren als er geen geschikte preventieve taak kan worden gevonden?

De eerste stap van de analyse is het bepalen van de functie(s) van het item en het operationele kader waarin het geselecteerde item zou moeten presteren volgens de bepalingen van de gebruiker. Laten we eens kijken naar het druk/vacuüm (P/V) ventiel in het onderstaande voorbeeld getoond in Figuur 5.3.9.4.3-1.

Figuur 5.3.9.4.3-1 Voorbeeld van een P/V-ventiel en zijn doelmatigheid



Eén functie van het P/V-ventiel is het laten ontsnappen van overdruk boven een bepaalde druk door uitademen van de tank mogelijk te maken. Laten we aannemen dat dit P/V-ventiel gekozen is voor het ontlasten van 1600 m<sup>3</sup> lucht per uur (standaard maat P/V-ventiel).

Veronderstel de maximum vereiste luchtstroom is volgens API 2000 [23] 1500 m<sup>3</sup>/h. Dit betekent dat het vermogen (wat het kan doen) ca. 100 m<sup>3</sup>/h boven de gewenste prestatie (dat wat de gebruiker wil dat het doet) ligt. Het belangrijkste onderhoudsdoel is er voor te zorgen dat het vermogen boven het niveau blijft van de gewenste prestatie (1500 m<sup>3</sup>/h). Alleen onderhoud kan de ontluftingscapaciteit natuurlijk niet boven de ontwerpwaarde van 1600 m<sup>3</sup>/h brengen. Men dient tevens te controleren of het P/V-ventiel bij de ingestelde druk (boven het drempelniveau) opent.



Het P/V-ventiel zal niet aan zijn functie beantwoorden als het helemaal niet in staat is lucht af te voeren, of als de ontluuchtingscapaciteit minder is dan de vereiste 1500 m<sup>3</sup>/h. De volgende vraag die moet worden beantwoord is: welke gebeurtenis zou er voor kunnen zorgen dat het ventiel in een faaltoestand raakt? In RCM-terminologie staat een faaltoestand bekend als functioneel faalgedrag omdat deze optreedt als het item niet in staat is zijn functie uit te voeren op een prestatieniveau dat voor de gebruiker aanvaardbaar is.

Als elk type functioneel storingfaalgedrag eenmaal is geïdentificeerd, is de volgende stap te proberen om alle gebeurtenissen te identificeren die elke faaltoestand redelijkerwijs kunnen veroorzaken. Deze gebeurtenissen staan bekend als 'faalgedrag'. Het gebruikelijke faalgedrag van een P/V-ventiel is slecht functioneren bij vraag of blokkeren, bijvoorbeeld door product, vuil, bevriezing of nestelende vogels. Over het algemeen is het belangrijk om de oorzaak van elke falen voldoende uitvoerig te identificeren om ervoor te zorgen dat tijd en inspanning niet weggegooid worden bij pogingen de symptomen i.p.v. de oorzaken te behandelen. Aan de andere kant is het net zo belangrijk om er voor te zorgen dat er geen tijd wordt verspild aan de analyse zelf door te veel in detail te treden.

Men dient er op te letten dat faalgedrag (bijvoorbeeld lekkage, gecorrodeerde bodemplaat) niet wordt verward met faal (degradatie) mechanismen (corrosie in dit geval) als gebruikt in de RBI-terminologie. Opgemerkt moet worden dat faalgedrag wordt gedefinieerd voor een bepaalde configuratie van het item of de componenten en het systeem. Indien het bedrijfskader verandert, dient de bestaande lijst met faalgedrag, waar nodig, te worden herzien en gemodificeerd. Het bedrijfskader dient daarom te worden gespecificeerd. Typische faalgedragdescriptoren voor verschillende faalmechanismen zijn te vinden in de onderstaande Tabel 5.3.8.4.3-1.

Tabel 5.3.9.4.3-1 *Typische faalgedragdescriptoren (niet typisch voor P/V-ventielen)*

Faalmechanisme	Faalgedrag
Slijtagemechanismen	Versleten, gecorrodeerd, geërodeerd, vastgevreten
Mechanische storingsmechanismen	Inwendige/uitwendige lekkage, vastgevreten, losgeraakt, losse verbinding, vervuild, verontreinigd, dichtgestopt, aangekoekt, geblokkeerd
Verlies van structurele, materiële of systeem-integriteit	Ontzet, gebogen, gebroken, gescheurd, gebarsten, wil niet starten op vraag
Verlies van regelsysteem integriteit	Slecht functionerend, uitgevallen
Abnormale instrumentaflezing	Onregelmatige uitvoer, verloop, kalibratieverlies, getript, oververhit

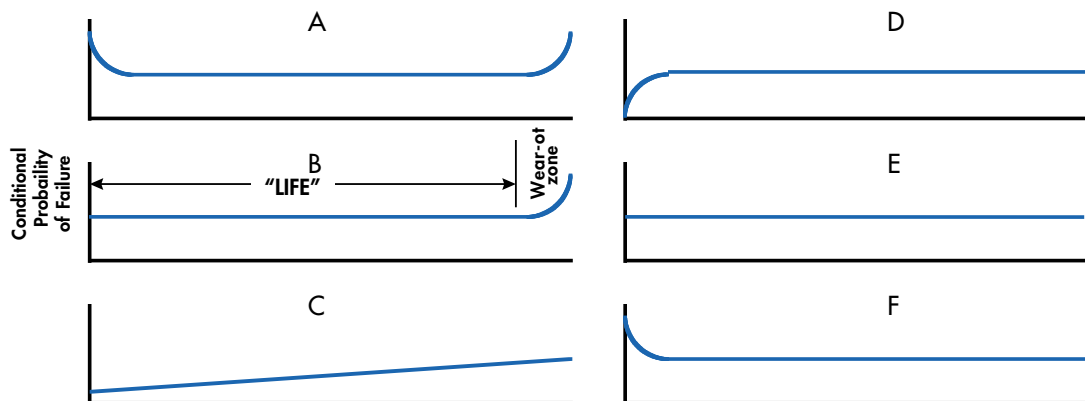
Behalve de identificatie van dominant faalgedrag is het ook belangrijk het relevante patroon van het faalgedrag te identificeren en vast te leggen. Het patroon van het faalgedrag kan zichtbaar gemaakt worden als een kromme van de conditionele kans op storing als een functie van de bedrijfsleeftijd. De conditionele kans op storing wordt gedefinieerd als de kans dat een item faalgedrag zal ontwikkelen tijdens een specifieke leeftijdsinterval, vooropgesteld dat het lang genoeg meegaat om in dit interval te komen. In moderne betrouwbaarheidstechnieken kunnen de meeste patronen in het faalgedrag worden gecategoriseerd als één van zes meest opvallende patronen van faalgedrag als getoond in Figuur 5.3.9.4.3-2 (zie Onderhoudsmethodiek op basis van de conditie van de tank, o.c.).

Identificatie van het patroon van het faalgedrag is belangrijk omdat het bepaalt of en welke preventieve onderhoudstaken gekozen moeten worden. Tijdsafhankelijk onderhoud is bijvoorbeeld totaal niet effectief als de storing samenhangt met patroonnummer D, E, of F.

De volgende stap in de analyse is te bepalen op welke manier het faalgedrag, indien dit zich ontwikkelt van belang is of wat de *invloed van het faalgedrag en consequenties van faalgedrag* zijn. Deze beschrijvingen moeten alle informatie bevatten die nodig is om de evaluatie van de consequenties van het faalgedrag te ondersteunen, zoals:

- welke tekenen wijzen erop dat het faalgedrag is opgetreden?
- op welke manieren vormt het een gevaar voor de veiligheid, gezondheid en het milieu?
- op welke manieren heeft het invloed op de productie of het bedrijf?
- welke fysieke schade heeft het faalgedrag veroorzaakt?
- wat moet er gebeuren om het faalgedrag te verhelpen?

Figuur 5.3.9.4.3-2 De zes (6) belangrijke patronen van faalgedrag geïllustreerd door conditionele kans op falen als een functie van tijd



Voorbeeld (anno 2008)

Neem het P/V-ventiel getoond in Figuur 5.3.9.4.3-1. Laten we aannemen dat de ontlastsnelheid i.p.v. 1500 m<sup>3</sup>/h beperkt is tot 1000 m<sup>3</sup>/h (falen van functie), door gedeeltelijke blokkering door een vogelnest (faalgedrag). Er is geen ander ontlast-systeem aanwezig. De tijd om het ventiel schoon te maken is 2 uur en de geschatte tijd tussen het optreden van dit faalgedrag (ETBF) is 3 jaar.

Als de tank niet met product kan worden gevuld, en dus niet beschikbaar is voor het bedrijf gedurende die tijd, zal het productieproces beïnvloed worden (er moet een alternatieve tank gevonden worden) en moet eventueel zelfs stilgelegd worden. De kosten voor de organisatie worden geraamd op € 5000 per dag voor niet-beschikbaarheid van de tank, om de 3 jaar, plus de kosten voor het schoonmaken van het P/V-ventiel.

In het ergste geval kunnen de consequenties van de blokkering zelf leiden tot catastrofaal falen van het dak (opbouw van inwendige druk). De kosten van de reparatie van het dak kunnen gemakkelijk oplopen tot € 125.000 en zouden dan nog bovenop de bovengenoemde kosten voor het productieverlies komen. De onderhoudsafdeling heeft besloten dat er elk halfjaar (regelmatige) controles zullen worden uitgevoerd door een onderhoudsmonteur en dat de totale tijd die voor de controle en het schoonmaken nodig is 30 minuten bedraagt. Bij een uurloon van € 35,00 zal elke controle € 17,50 kosten. Indien de EBTF 5 jaar is, zullen er 10 controles uitgevoerd zijn.

Met andere woorden, de kosten voor de controles bedragen  $10 \times \text{€ } 17,50 = \text{€ } 175$  per vijf jaar. In dit voorbeeld is het duidelijk dat de geplande onderhoudstaak rendabel is in vergelijking met de kosten van de operationele consequenties voor het bedrijf en daarom economisch gerechtvaardigd. Men dient echter rekening te houden met de invloed van het falen en de inspanning van het onderhoud in verhouding tot de grootte van het tankenpark.

Het zijn de consequenties die de grootste invloed hebben op in hoeverre we proberen elke falen te voorkomen. Met andere woorden, als een falen ernstige consequenties heeft, zullen we zeer veel inspanning doen om het te voorkomen. Aan de andere kant kunnen wij als het weinig of geen invloed heeft, besluiten om geen routine onderhoud te plegen, behalve gewoon schoonmaken en smeren. Een sterk punt van RCM is dat de consequenties van faalgedrag veel belangrijker zijn dan hun technische kenmerken. In feite erkent het dat de enige reden voor het uitvoeren van enige vorm van preventief onderhoud het voorkomen van de consequenties van faalgedrag is of tenminste het terugbrengen hiervan tot een aanvaardbaar niveau.

De belangrijkste reden om te beginnen met een FMEA-analyse is discussies over geregistreerde of anderszins behandelde analyse van faalgedrag na de gebeurtenis overbodig te maken. Preventief onderhoud betekent dat men zich met gebeurtenissen bezig houdt voordat deze plaats vinden, of tenminste met de beslissing over hoe zij moeten worden aangepakt als zij zich voordoen.

#### 5.3.9.4.4 Keuze van onderhoudstaken

De keuze en ontwikkeling van een geschikt plan en taken voor preventief onderhoud zijn de uiteindelijke doelstellingen van het RCM-proces. Het is algemeen bekend dat preventief onderhoud veel meer te maken heeft met het voorkomen of verminderen van de consequenties van faalgedrag dan met het voorkomen van faalgedrag zelf.

Over het algemeen worden de consequenties van faalgedrag in drie categorieën onderverdeeld:

- **consequenties voor veiligheid, gezondheid en milieu (HSE).** Faalgedrag heeft consequenties voor de veiligheid als dit zou kunnen leiden tot verwonding of overlijden van mensen en consequenties voor het milieu als dit leidt tot lekkage.
- **operationele consequenties.** Faalgedrag heeft operationele consequenties als dit invloed heeft op productie of operationele zaken
- **niet-operationele, niet-HSE consequenties** (afgekort tot 'niet-operationeel/HSE'). Faalgedrag in deze categorie heeft geen invloed op de veiligheid of de productie, dus brengt het alleen de directe reparatiekosten met zich mee.

Voor faalgedrag dat consequenties heeft voor de veiligheid of het milieu is een preventieve onderhoudstaak alleen de inspanning waard als het de kans op het faalgedrag tot een acceptabel niveau terug brengt. Als een dergelijke taak niet aan deze doelstelling kan voldoen, heeft men te maken met een veiligheids- of milieugevaar dat niet adequaat kan worden gecontroleerd of voorkomen. Dat betekent dat het systeem moet worden veranderd om aan de SHE-voorwaarden te voldoen.

Het totale economische effect van falen dat operationele consequenties heeft, is afhankelijk van twee factoren:

1. de kosten telkens als het faalgedrag zich voordoet, wat betreft de invloed hiervan op de bedrijfscapaciteit plus reparatiekosten;
2. de frequentie waarmee het faalgedrag zich voordoet.

In het bovenstaande voorbeeld van het P/V-ventiel is al uitgelegd dat voor faalgedrag met operationele consequenties een preventieve onderhoudstaak de inspanning waard is. Als een preventieve taak die ook economisch is, niet kan worden geïdentificeerd is het niet de inspanning waard om enig gepland onderhoud uit te voeren om het betreffende faalgedrag te voorkomen. Indien de consequenties echter onaanvaardbaar zijn, dient er iets te worden veranderd om de totale kosten te reduceren.

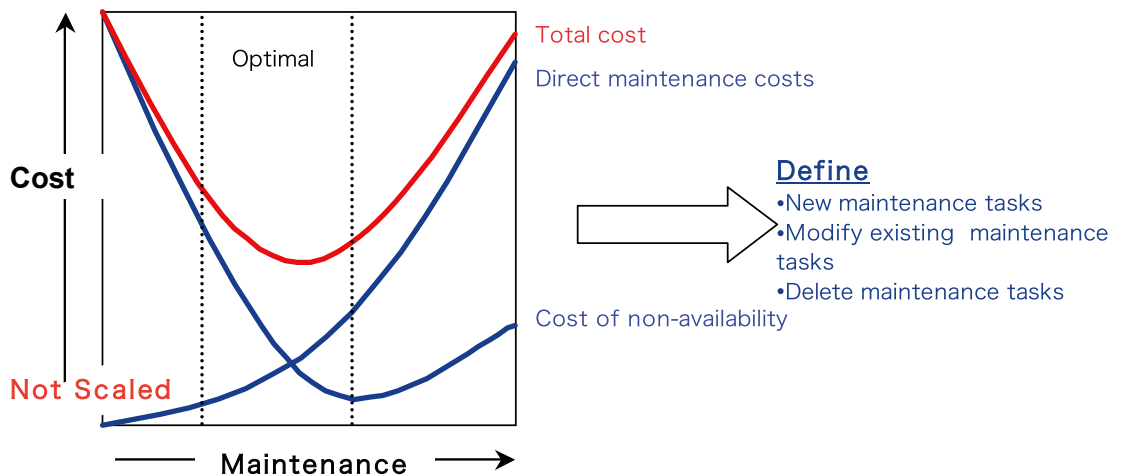
Voor faalgedrag dat geen operationele of SHE-consequenties heeft, kan dezelfde kosten-baten analyse als voor de categorie met operationele consequenties gebruikt worden. De economische invloed van niet-operationele / HSE-consequenties zijn alleen de directe reparatiekosten.

Neem een opstelling die lijkt op die in Figuur 5.3.9.4.3-1, behalve dat er een extra identiek P/V-ventiel is geïnstalleerd. Als één van de ventielen uitvalt, kan de andere nog beschikbaar zijn. In dit geval zouden er daarom geen dagelijkse kosten voor niet beschikbaarheid (€ 5000 in het vorige voorbeeld) zijn, noch de kosten voor een nieuw dak. Dus de enige kosten die voortkomen uit falen van een enkel ventiel zijn de reparatiekosten en de geïnstalleerde (investerings)kosten van het extra ventiel.

Let er echter op dat indien bevrozing of blokkering door product de meest voor de hand liggende oorzaak van slecht functioneren is, men met het dupliceren met een tweede identieke klep waarschijnlijk verwaarloosbare toegenomen betrouwbaarheid bereikt. Een economischer oplossing zou zijn om één ventiel te installeren terwijl er een tweede in voorraad wordt gehouden, deze periodiek uit te wisselen en het eerste ventiel een onderhoudsbeurt te geven als onderdeel van het geplande onderhoudsprogramma. Afhankelijk van het faalgedrag en het faalmechanisme moeten een passende onderhoudstaak en interval worden gekozen. Alleen effectieve onderhoudstaken moeten in overweging worden genomen.

Kosten en inspanningen voor alle onderhoudstaken moeten worden geoptimaliseerd. Dit kan leiden tot nieuwe, aangepaste of zelfs vervallen onderhoudstaken – zie onderstaande Figuur 5.3.9.4.4-1.

Figuur 5.3.9.4.4-1 Kosten en inspanning van onderhoudstaken optimaliseren



Een item zal gewoonlijk meer dan één dominant faalgedrag vertonen. Omdat in RCM elk faalgedrag apart wordt geanalyseerd, is het een goede gewoonte om alle preventieve onderhoudstaken die door het RCM-team zijn geselecteerd, opnieuw te bekijken. Taakrationalisering moet leiden tot een uiteindelijke lijst met (preventieve onderhouds)taken voor dat item.

#### 5.3.9.4.5 **Uitvoering**

Als de resultaten van de RCM-studie eenmaal in praktijk gebracht zijn, moeten de preventieve onderhoudstaken consistent uitgevoerd worden met de gespecificeerde onderhoudsinterval door het hiertoe aangewezen personeel.

#### 5.3.9.4.6 **Heroverweging**

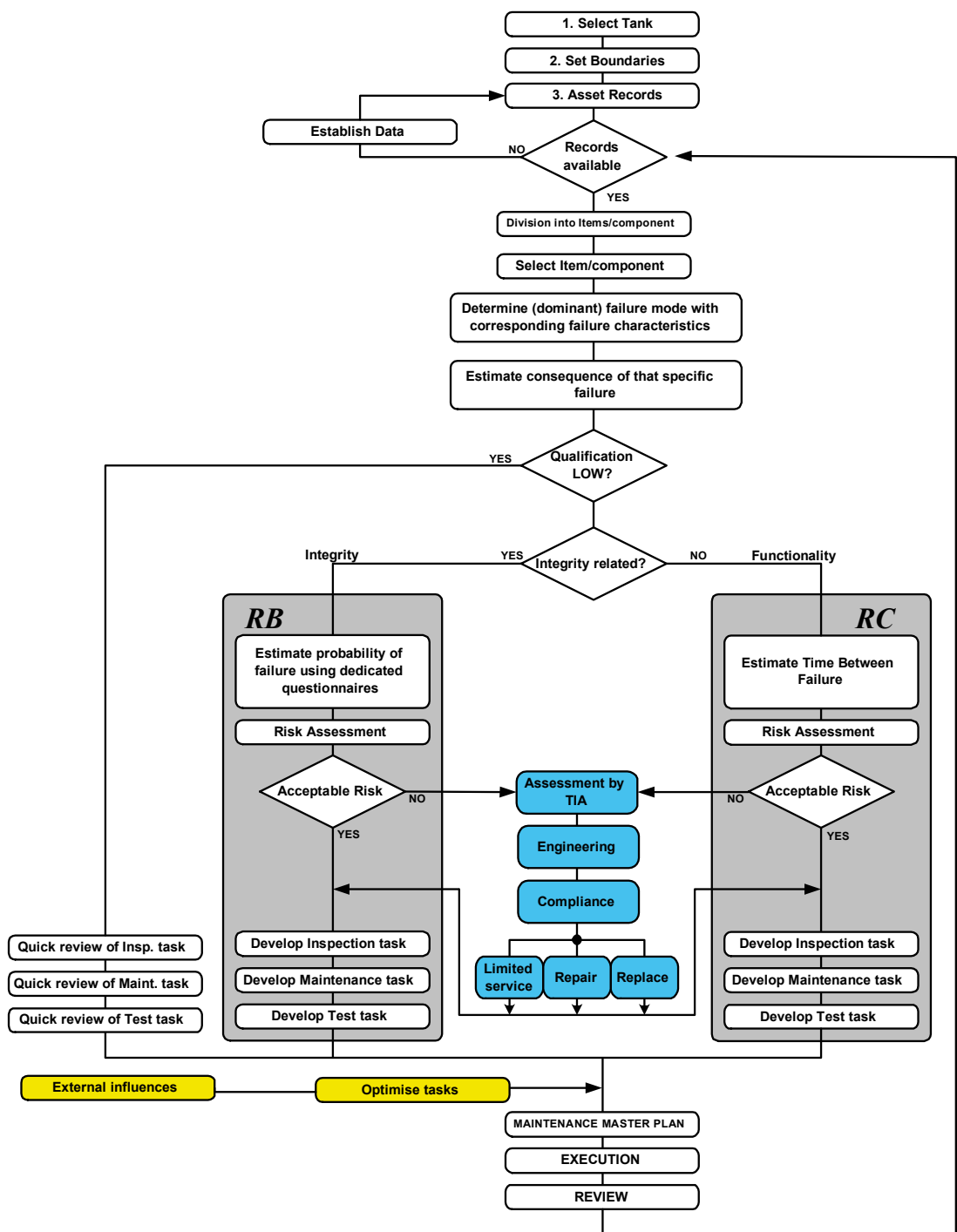
Nadat de eerste analyse voltooid is, moeten de nieuwe preventieve onderhoudstaken opgenomen worden in het bestaande onderhoudsplan. Nieuwe taken worden ingevoerd in het onderhoudsmanagementsysteem waar de uitvoering zal worden gepland en ingeroosterd. Als een taak is uitgevoerd zou hij een doorlichtingsproces moeten doorlopen om te bepalen of een heroverweging van de RCM-analyse noodzakelijk is. Reactieve onderhoudstaken moeten met hetzelfde doel worden heroverwogen.

Indien de werkelijke condities die tijdens de uitvoering van de preventieve onderhoudstaken aan het licht komen verschillen van wat verwacht werd, of indien uitgebreid reactief onderhoud vereist blijkt te zijn, dient de aanvankelijke RCM analyse te worden heroverwogen.

#### 5.3.9.5 **Het PPM-proces**

Een PPM-analyse is een teamopgave uitgevoerd door een groep specialisten uit de disciplines operations, onderhoud, materiaal/corrosie, inspectie, veiligheid, elektrisch, en instrumentatie. Deze groep zal worden aangeduid als het PPM-team.

Figuur 5.3.9.5 -1 PPM Stromingsdiagram voor conventionele opslagtanks



Het succes van het totale PPM-proces is afhankelijk van de deskundigheid van het PPM-team. De ultieme resultaten vereisen een grondige evaluatie samen met een gekwalificeerde Auditor van Opslagtanks om de structurele integriteit van de gehele tank te waarborgen.

Een uitvoerig overzicht van het PPM-proces is te vinden in Figuur 5.3.9.5-1, en de belangrijkste stappen van het proces worden hieronder uitvoeriger omschreven.

## Stap 1

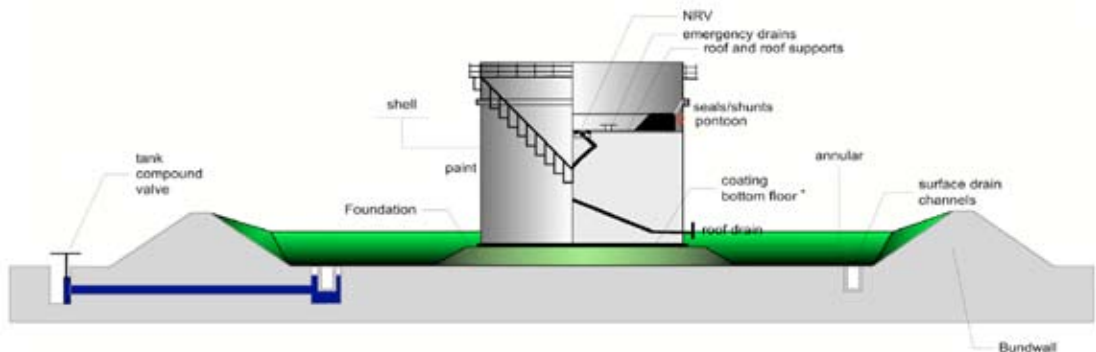
### Selecteer tank, stel grenzen vast

Een PPM-analyse begint met het selecteren van de tank die moet worden geanalyseerd, en het exact vaststellen van zijn grenzen. Het succes van de toepassing van de PPM-methode kan alleen worden bereikt als deze begint met een visuele inspectie ter controle van de algehele toestand van de tank ten tijde van de inspectie. Alle apparatuur buiten de grenzen wordt verondersteld goed te functioneren. Als een minimum en uit oogpunt van veiligheid is het noodzakelijk de volgende tankitems in het totale PPM-proces op te nemen – zie Figuur 5.3.9.5-2:

Het metalen omhulsel, inclusief alle hulpstukken als een ‘eerste verdedigingslinie’, het lekdetectie/monitorsysteem (indien aanwezig) binnen de tankfundatie als de ‘tweede verdedigingslinie’ (zie EEMUA Pub. 183 [28]) en de putdijk, inclusief de drainafsluiters van de tankput, en (indien aanwezig) de systemen met ondoordringbare kleimatten in het gehele omdijkte gebied, als de ‘derde verdedigingslinie’ (zie ook PGS 29 [28]).

Figuur 5.3.9.5-2

Tankgrenzen



## Stap 2

### Rapporten

De volgende stap is het verzamelen van alle relevante gegevens en informatie die noodzakelijk zijn voor het maken van een analyse, bijvoorbeeld proces- en constructiegegevens, historische onderhouds- en inspectie-informatie, enz. Merk op dat een toestandafhankelijke onderhoudsbenadering niet kan worden toegepast als er geen bruikbaar archiefsysteem bestaat.

Appendix A2 van EEMUA 159 [45] bevat een checklijst voor het beoordelen en verzamelen van alle basistankgegevens en rapporten die bruikbaar zijn voor het RBI- en RCM-beoordelingsproces. Indien er geen rapporten beschikbaar zijn, moeten verder onderzoek en/of uitvoerige visuele inspecties uitgevoerd worden om tenminste een basis te leveren van waaruit men het beoordelingsproces kan beginnen.

Het verdient tevens aanbeveling om externe invloeden vast te stellen zoals voorziene bedrijfscondities, volgende bedrijfsperiode, enz., voordat het team samenkomt voor de rest van de analyse.

## Stap 3

### Onderverdeling in items/ componenten

Maak voor iedere tank een lijst met een onderverdeling in hoofdtankitems en componentitems, die speciaal gericht is op de geselecteerde tank. Als het dossier met tankgegevens goed georganiseerd is, zal het de tankitems en hoofd-componenten laten zien.

#### Stap 4

##### **Selecteer items / componenten**

De selectie van tankitems en componenten voor een nadere analyse kan heel vaak gemaakt worden door de inhoud van het dossier met de tankgegevens te doorlopen, het resultaat van de visuele terreinschouw, het resultaat en de aanbevelingen van de vorige tankinspectie te bekijken.

#### Stap 5

##### **Bepaal dominant faalgedrag met bijbehorende faalkarakteristieken**

Het is van groot belang het dominante faalgedrag voor elk voor de analyse geselecteerde item of component vast te stellen. Het is mogelijk dat bij één item verschillende soorten faalgedrag optreden. Het potentiële risico van het dominante faalgedrag moet worden geëvalueerd zonder rekening te houden met de invloed van onderhoud en inspectie.

De primaire vragen die moeten worden beantwoord zijn:

- wat zijn de kritische onderdelen van het geselecteerde item of component?
- wat zijn de belangrijkste oorzaken van het specifieke faalgedrag?
- wat kan er fout gaan?
- wat zijn de gevolgen van het falen? (zie ook de volgende stap)
- wat is de belangrijkste oorzaak van het falen?

De lijst met tankcomponenten en het typische faalgedrag hiervan in Appendix E.2 van de EEMUA 159 [45] kan als leidraad worden gebruikt. Deze is gebaseerd op langdurig ervaring. Plaatselijke ervaringen kunnen anders zijn en dienen voor de volledigheid eveneens in de lijst te worden opgenomen.

#### Stap 6

##### **Maak een inschatting van de consequentie van dat specifieke faalgedrag**

Vervolgens moeten de totale fysieke consequenties van een falen beoordeeld worden en bekeken in het licht van het primaire doel van geen lekkage en geen brand. Met andere woorden, men dient één en ander goed tegen elkaar af te wegen om er voor te zorgen dat er geen consequenties zullen zijn voor het milieu en andere (naastgelegen) installaties.

#### Stap 7

##### **Kritische beoordeling**

NB – bij de eerste gelegenheid dat de PPM-methodiek wordt toegepast op een tank zal het PPM-team geen gegevens hebben om het voorbij gaan aan de RBI/RCM- 'vakjes' te rechtvaardigen en moet het direct doorgaan naar stap 8.

Deze fase kan worden beschouwd als een doorlichtingsproces voor het bepalen van de mate waarin een item in zijn bedrijfsverband kritisch is. Op basis van het beschikbare systeem met tankgegevens dient de actuele conditie van het geselecteerde item te worden vastgesteld.

De beoordeling van de kritikaliteit van elk tankitem / component dient rekening te houden met de bedrijfscondities en externe invloeden. De beoordeling dient te zijn gebaseerd op de verificatie/acceptatie/afkeuringscriteria in publicaties als het onderhavige document, API 653 [55], of specifieke bedrijfsnormen. De beoordeling dient te zijn gebaseerd op kennis en ervaring en niet op veronderstellingen.

Ten einde zich op de juiste prioriteiten te richten, dient er een onderscheid te worden gemaakt tussen items die als 'hoog' gerangschikt zijn in vergelijking met die aangegeven als 'laag' of 'gemiddeld'.

Het is algemeen bekend dat het evalueren van tankcomponenten met betrekking tot geverifieerde 'afkeurings/goedkeurings'-criteria van groot belang is. De criteria voor bodem en onderste annular platen, tankwandplaten en fundaties (alle belangrijke tank-onderdelen) worden beschreven in EEMUA 159 [45].



Over het algemeen zijn de positie in de lijst en de kwalificatie een aanwijzing voor het vertrouwen dat het PPM-team heeft in de mogelijkheid een degradatie van het geselecteerde item of component te voorspellen binnen een bepaald tijdsbestek. De waardering van de classificatie kan als volgt worden gedefinieerd:

- 'hoog' betekent dat actie vereist is. Voor deze items is een verdere RBI- of RCM- beoordeling vereist.
- 'gemiddeld' geeft aan dat het item moet worden aangepakt en een 'gestroomlijnde' benadering (zie hieronder) kan voldoende zijn voor het vaststellen van inspectie- en onderhoudseisen.
- 'verwaarloosbaar' of 'laag' geeft items aan die geen speciale aandacht vereisen tijdens de PPM-studie, maar er is een controle nodig om vast te stellen of inspectie en/of onderhoud vereist is.

Als richtlijn zijn de onderstaande acties voldoende voor de items met aanduiding 'V' of 'L':

- V = Verwaarloosbaar —
  1. houd item / component in bedrijf daar geen directe actie vereist is;
  2. bekijk bestaande onderhouds- en inspectietaken opnieuw;
  3. beveel aan de tank over 18 maanden of na verandering van het bedrijfsverband van de tank (bijvoorbeeld productverandering) opnieuw te bekijken;
  4. 'stroomlijn' de onderhoudstaken (bijvoorbeeld optimaliseer inspanning door taken te combineren).
- L = Laag —
  1. houd item / component in bedrijf;
  2. beveel aan de tank over 12 maanden of na verandering van het bedrijfsverband van de tank (bijvoorbeeld productverandering) opnieuw te bekijken;
  3. 'stroomlijn' de onderhoudstaken.

Verwijzend naar het stromingsdiagram (Figuur 5.3.9.5-1) zal of kan het aanbevolen taak/inspectieplan onderdeel vormen van het onderhoudsmasterplan (stap 12).

## Stap 8

### Samenhangend met integriteit?

#### In deze stap wordt de te gebruiken methodiek bepaald.

In samenhang met onderhoud en inspectie heeft elke methodiek een specifiek doel bij het optimaliseren van methoden voor onderhouds- en inspectiefrequenties en kan als volgt worden onderscheiden.

RCM wordt hoofdzakelijk gebruikt voor het optimaliseren van onderhoudsmethodieken en omvat mechanisch, civiel, elektrisch en instrumentatie. Het eindresultaat is de basis van een onderhoudsplan en een lijst met aanbevolen verbeteringen.

RBI is een doelgericht instrument voor het bepalen van de omvang van de inspectie voor de volgende geplande shutdown en het precieze onderdeel (onderdelen) van de apparatuur dat moet worden geïnspecteerd. Voor conventionele opslagtanks is RBI voornamelijk van toepassing voor de staalconstructie en de fundatie. Bovendien kan RBI gebruikt worden voor het bepalen van de inspecties die moeten worden uitgevoerd tijdens de in-bedrijf periode van de tank.

Behalve deze verschillen zijn er ook enkele overlappingen. De belangrijkste vraag is hier: schiet de technische integriteit van de tank tekort als het geselecteerde item/component uitvalt? Indien dit niet het geval is moet het geselecteerde item / component worden beoordeeld met de RCM methodiek, anders moet de RBI methodiek gebruikt worden.

## Stap 9

### Risicobeoordeling

Een hoeksteen van PPM is de beoordeling van de risicoklasse of classificatie van een item, daar beide (RBI en RCM) methodieken risicogedreven zijn. Hoofdstukken 5.3.8.3 en 5.3.8.4 beschrijven hoe de onderliggende risico-instrumenten (RBI en RCM) zich met deze risicokwalificatie bezig houden.

Figuur 5.3.9.5-3

Risico Assessment Matrix met daarin aangeven hoe (i) een kans van falen of (ii) de consequentie van dat falen kan worden verlaagd

		RBI	RCM	RISK ASSESSMENT MATRIX			
Probability rating	H	High	High	L	H	E	E
	M	Medium	Medium	L	M	H	E
	L	Low	Low	N	L	M	H
	N	Negligible	Negligible	N	N	L	M
Category	Economics			Slight Damage	Minor Damage	Local Damage	Major Damage
	Health and Safety			Slight Injury	Minor Injury	Major Injury	Single Fatality
	Environment			Slight Effect	Minor Effect	Localised Effect	Major Effect
Consequence rating				N	L	M	H

\*Mitigation effect

Effect of monitoring/inspection or upgrading material or improving design

De belangrijkste vraag hier is: welk risiconiveau is aanvaardbaar en hoe kan het onder controle worden gehouden? Deze vraag is niet eenvoudig te beantwoorden en kan van geval tot geval verschillen. Maar in alle gevallen moet het doel zijn gevaar voor personen, milieu, waarde van bedrijfsmiddelen of productie te voorkomen.

Er bestaan verschillende methoden om risico's tot een aanvaardbaar niveau te verlagen, zoals (zie Figuur 5.3.9.5-3):

- (meer) frequente inspecties
- betere inspectieomvang
- betere inspectieinstrumenten
- gebruik maken van on-stream en gerobotiseerde inspecties
- kwaliteit van materiaal/coating verbeteren
- kwaliteit van ontwerp van de component die de volgende inspectie bepaalt verbeteren of toename/verbetering van het bewakingsproces
- verbeterde onderhoudsprestatie
- reserve-apparatuur hebben (verminderingmaatregelen)
- beschermende/beveiligingsmaatregelen (verminderingmaatregelen)

**Over het algemeen geldt dat hoe hoger de risicoklasse, hoe meer inspanning er nodig is om het risico terug te brengen.**

## Stap 10

### Aanvaardbaar risico

Indien het risico onaanvaardbaar is dient een volledige tankintegriteitsbeoordeling te worden uitgevoerd door het PPM-team onder leiding van een gekwalificeerde Auditor van Opslagtanks. De Auditor moet in staat zijn een degelijke beoordeling te geven van de integriteit van opslagtank en fundatie om richtlijnen te kunnen geven voor de noodzaak van reparatie, de urgentie ervan en de methoden om dergelijke reparaties uit te voeren. Het is van belang onderstaande principes te volgen:

- Ken de betrokken risico's.
- Evalueer het niveau van de aanvaardbaarheid van het risico.
- Bepaal het vereiste controleniveau.
- Bepaal de betrouwbaarheid van de voorzieningen, defensiesystemen en noodzakelijke behoeften.
- Breng het bovenstaande ten uitvoer in een managementsysteem en houdt regelmatige audits om de naleving te controleren.

Het bewaken van trends in het degradatiemechanisme gedurende een vooraf bepaald tijdsbestek is een belangrijk onderdeel van dit evaluatieproces. De noodzaak van het opzetten van een geïntegreerd inspectie- en verzamelsysteem voor data voor dimensionale metingen is dan ook duidelijk. De uiteindelijke resultaten van de verzamelde gegevens en van uitvoering van de PPM vereisen een grondige evaluatie door een Auditor van Opslagtanks om er zeker van te zijn dat de structurele integriteit van de gehele tank zodanig gewaarborgd kan worden dat er vertrouwen is in de geschiktheid voor het doel tot de volgende vastgelegde inspectiedatum.

## Stap 11

### Taakontwikkeling en planning

Dit houdt in dat er met betrekking tot elk item of component van een tank inspectie-, onderhouds- en (indien van toepassing) testtaken worden ontwikkeld of heroverwogen. Een zorgvuldige benadering voorkomt dat items /componenten in het hele onderhoudsplan over het hoofd gezien worden.

De risicoclassificatie zal van invloed zijn op type, omvang en/of frequentie van de onderhouds-, inspectie- of testtaken voor de apparatuur. Het feitelijke proces is in deze fase erg afhankelijk van de gebruikte methodiek.

## Stap 12

### Onderhoudsmasterplan

Het resultaat van het PPM-proces kan er toe leiden dat veranderingen gemaakt moeten worden in het onderhoudsmasterplan.

## Stap 13

### Taakuitvoering

De geplande en in het rooster opgenomen onderhouds- en conditiebewakings (inclusief inspectie- en test-) taken worden vervolgens uitgevoerd. Enkele hiervan kunnen leiden tot kleine of grote reparaties.

Het management van deze taken ligt buiten de draagwijdte van dit document.

## Stap 14

### Heroverweging

Nadat de taken zijn uitgevoerd is het van belang dat het systeem met de tankgegevens wordt bijgewerkt. Informatie zoals inspectie- en testresultaten, gegevens betreffende de conditiebewaking en de werkelijke conditie die tijdens de uitvoering van de taken aan het licht is gekomen, dienen in het gegevenssysteem te worden ingevoerd. Het verdient aanbeveling de PPM-analyse te heroverwegen indien de werkelijke condities aanmerkelijk afwijken van de verwachtingen. Een dergelijke heroverweging is eveneens vereist als de bedrijfscondities aanzienlijk zijn veranderd.

## 5.3.10

## Integriteitsbepaling van belangrijke tankonderdelen

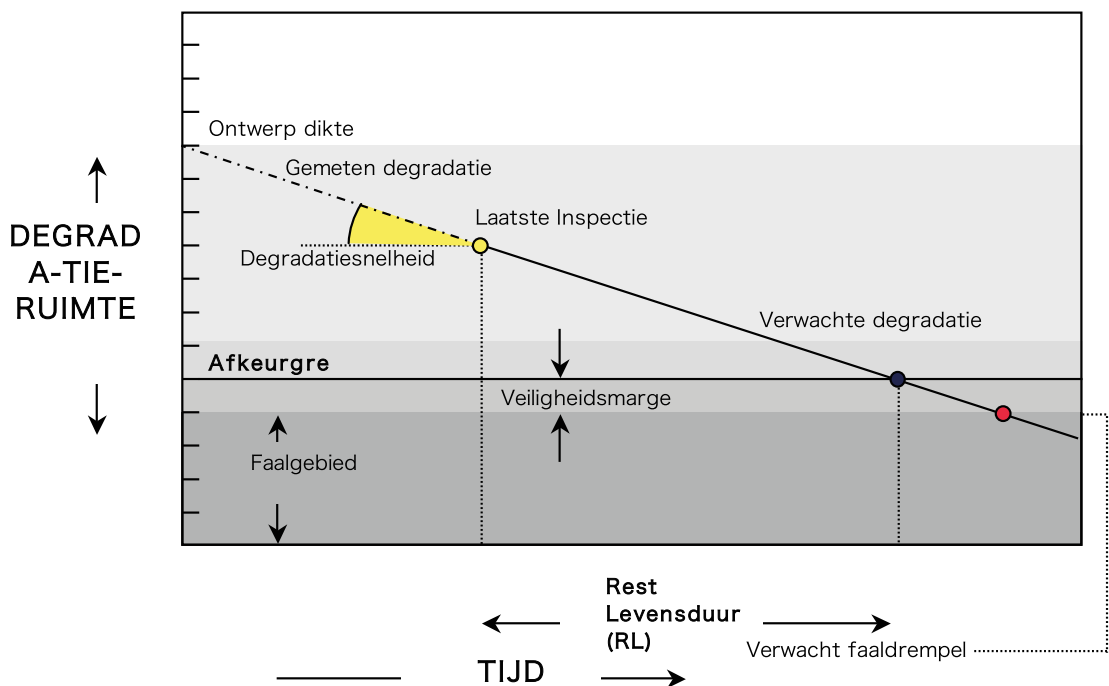
### 5.3.10.1

### Inleiding

Zonder duidelijke afkeurgrenzen en zonder kennis van het meest belangrijke degradatiemechanisme dat op belangrijke tankonderdelen van toepassing is, kan geen levensduurberekening uitgevoerd worden. Die levensduurberekening is noodzakelijk om te bepalen of een tank geschikt is voor zijn huidige doel onder huidige belastingen. Deze analyse wordt veelal uitgevoerd na een RBI-inspectie of na iedere inspectie waarbij afnames van dikten van belangrijke tankonderdelen worden vastgesteld. Zodra die levensduur bekend wordt kan, met behulp van een betrouwbaarheidsfactor, ook een nieuwe inspectietermijn bepaald worden en kunnen – en dat is uiteindelijk het doel van de invoering van de RBI-methodiek – duidelijke inspectietaken gedefinieerd worden.

Zoals ook al is aangegeven in de bovenbeschreven RBI-Methodiek geeft onderstaande figuur 5.3.10.1-1 aan hoe die methodiek toegepast kan worden:

Figuur 5.3.10.1-1 Theoretisch model ter bepaling van:  
Rest Levensduur (RL)  
en  
Volgende Inspectie Datum (VID)  
 $VID = K * RL$



De betrouwbaarheidsfactor  $K$  in de formule voor de bepaling van de volgende inspectiedatum is afhankelijk van het vertrouwen dat het onderzoeksteam heeft in de bepaling van de restlevensduur van dat tankonderdeel en is onder andere afhankelijk van de volgende criteria:

- Risico Classificatie van het tankonderdeel.
- Beoordeling van de stabiliteit van het degradatieproces.
- Aantal (hoeveelheid per onderdeel en per tijdsvak) en kwaliteit (nauwkeurigheid) van de uitgevoerde inspecties.
- Is er een betrouwbaar 'monitoring proces' ingesteld op de voortgang van het degradatieproces.
- Zijn er preventieve maatregelen genomen als het tankonderdeel faalt.
- Is onderhoud degelijk uitgevoerd.
- Het wordt bekend verondersteld dat de hoogte van de  $K$ -factor ligt in het domein:

$$K = [ 0.1 \dots 1.0 ]$$

Daarmee valt het tijdstip van de Volgende Inspectie Datum (VID) te allen tijde binnen de restlevensduur van het betreffende tankonderdeel. Aangenomen, dat de afkeurgrens bepaald is met een voldoende marge ten opzichte van het faalgebied (veiligheidsmarge).

### 5.3.10.2 Gekozen belangrijke tankonderdelen voor restlevensduurbepaling

Voor de restlevensduurbepaling van de tankonderdelen: fundamenten (zetting), bodems (corrosie), wanden (corrosie), vaste daken (corrosie) en dakondersteuning-constructies (corrosie) zijn de afkeurgrenzen uitgebreid beschreven in de EEMUA 159 [45] en de API 653 [53] normen en er wordt in dit document dan ook geen herhaling beschreven van wat daarin staat. Van vele andere belangrijke tank-onderdelen zijn die afkeurgrenzen niet beschreven in die normen, maar kunnen, aan de hand van de theorie die daarin beschreven staat, wel bepaald worden. In het onderstaande zijn de afkeurgrenzen voor de volgende tank-onderdelen verder uitgewerkt:

- Wanddiktes van nozzles (tankwanddoorvoeringen).
- Dikte van versterkingsplaten van doorvoeringen van dakpoten van drijvende daken.
- Hoeklassen van de wand/bodemverbinding.
- Wanddikte van pontons en drijflichamen van drijvende daken.
- Wanddikte van inwendig leidingwerk.
- Onrondheids/ovaliteitscriteria tankwanden.

### 5.3.10.3 Theoretische achtergronden met betrekking tot toelaatbare spanningen in tankonderdelen

Ten tijde van de bouw van de meeste tanks in het Botlek/Europoortgebied (de jaren 1960 t/m 1980) was er geen Nederlandse regelgeving omtrent eisen waaraan tanks moesten voldoen, noch tijdens het bouwen, noch bij het bepalen van de instandhouding daarvan. Men paste buitenlandse normen toe, zoals de Amerikaanse norm API 12C, de voorloper van de API 650 [18] en de Britse norm BS 2654 [17], in revisies zoals die toen geldig waren.

Voor het in stand houden van tanks verschenen eerst in 1994 de eerste uitgaven van de EEMUA 159 [45] en de API 653 [53]. De aanleiding voor het doen verschijnen van deze 'instandhoudingrichtlijnen' van opslag-tanks lag in het feit dat de tanks, die in die beginperiode van de ontwikkeling van de grote industriegebieden gebouwd waren, nu gedegen inspecties moesten ondergaan om ze in stand te houden. In die instandhouding-richtlijnen werden, naast richtlijnen wat en hoe er minimaal gedaan moest worden aan Niet Destructief

Onderzoek (NDO) aan hoofdonderdelen van opslagtanks (beperkt tot bodems, wanden en daken van tanks) en tot hoever zo'n belangrijk tankonderdeel mag degraderen voordat het vervangen moet worden. Dit laatste is in die instandhoudingrichtlijnen gedaan op basis van diepgaande onderzoeken aan faalfactoren die van toepassing zijn op materialen van opslagtanks en tevens gebaseerd op een 100 jaar tankervaring die binnen de EEMUA- en de API-comité's aanwezig is.

#### 5.3.10.4

### Toelaatbare spanningen

De in deze richtlijnen beschreven afkeurgrenzen zijn bepaald op basis van de kennis die er binnen de tankindustrie bestaat op basis van een 100-jarige ervaring met het bouwen, gebruiken, inspecteren, onderhouden en in stand houden van die opslagtanks. Over het algemeen wordt gebruik gemaakt van een aanvaardbaar veiligheidsniveau ten opzichte van de maximaal toegelaten materiaalspanning die in die tankonderdelen mag optreden. Wordt bij het bouwen van tanks – volgens de ontwerp- en bouwnormen API 650 [18] en BS 2654 [17] – ervan uitgegaan, dat de veiligheidsmarge ten opzichte van de maximaal toegelaten materiaalspanning een factor van 1,5 moet zijn, in instandhoudingrichtlijnen echter – zoals EEMUA 159 [45] en API 653 [53] – is bepaald dat deze veiligheidsmarge geringer mag zijn. De EEMUA 159 [45] theorie wordt normaliter gebruikt bij de verificatie tot geschiktheid voor het huidige doel van de tank voor tanks die ontworpen en gebouwd zijn volgens de BS 2654 [17] norm. De API 653 [53] is meer geëigend toegepast te worden bij tanks die ontworpen en gebouwd zijn volgens de API 650 [18] norm. In beide gevallen kennen deze richtlijnen een hogere waarde toe aan de toelaatbare spanning in materialen van tanks. Bij tankwanden is die maximaal toelaatbare spanning als volgt:

De EEMUA 159 [45] staat daarvoor toe:

a.  $S = 0,8 * \text{Yield strength [N/mm}^2\text{]} (1)$

of, (indien de minimaal gespecificeerde waarde van de **vloeigrens** van een materiaal (yield strength) niet bekend is):

b.  $S = 0,8 * 215 = 172 \text{ [N/mm}^2\text{]}. (2)$

De API 653 [53] staat toe, naast nog andere voorwaarden:

a.  $S = 0,88 * \text{Yield strength [N/mm}^2\text{]} \text{ voor de twee laagste ringen van de tankwand } (3)$

en

b.  $S = 0,9 * \text{Yield strength [N/mm}^2\text{]} \text{ voor alle andere tankwandringen. } (4)$

of, (indien de minimaal gespecificeerde waarde van de vloeigrens van een materiaal (yield strength) niet bekend is) wordt als minimale vloeigrens 207 N/mm<sup>2</sup> aangehouden in bovenstaande formules.

De API 653 [53] norm is duidelijk minder conservatief voor wat betreft veiligheids-factoren maar omdat vele Amerikaanse ASTM-staalsoorten minder sterk zijn dan Europese staalsoorten gebruikt men dan ook een lagere waarde voor de vloeigrens als die niet bekend zou zijn.

*NB: Let op dat de minimale vloeigrens van 215 N/mm<sup>2</sup> zoals hierboven genoemd alleen geldt voor wandplaten waarvan de materiaalspecificatie niet bekend is. Voor andere tankonderdelen kunnen andere minimale vloeigrenswaarden gehanteerd worden (zie ook hoofdstuk 3.2.3).*

Lokale overheden, echter, kunnen afwijken van deze internationaal gebruikte normen en richtlijnen bij het geven van vergunningen tot bouwen en in stand houden van opslagtanks. Voor nieuwbouw verschenen eerst in de jaren tachtig van de vorige eeuw de eerste Nederlandse richtlijnen, zoals de G-0801, Regels voor toestellen onder druk, Opslagtanks, Ongelegeerd en laag gelegeerd staal (1982) [20] en de beide rampbestrijdingsrichtlijnen CPR 9-2 (1985) [26] en CPR 9-3 (1984) [27]. Voor de in stand houding van tanks wordt, in Europa en in de Gemeenbest landen althans, overwegend gebruik gemaakt van de EEMUA 159 [45].

### 5.3.10.5

## Lasreductiefactor

In de genoemde revisies van de buitenlandse normen, die geldig waren ten tijde van de jaren waaraan hierboven gerefereerd wordt, werd – in de berekening van de plaatdiktes van tankwanden – een reductiefactor toegepast. Deze reductiefactor is bepaald als het quotiënt van de sterkte van de lasverbinding gedeeld door de sterkte van het moedermateriaal. Deze reductiefactor werd voor het eerst gebruikt bij geklonken naden, waar de klinknagelgaten een echte reductie van de sterkte betekenden. Toen lassen in plaats van klinken in toenemende mate werd toegepast, werd de reductiefactor gehandhaafd. De hoogte van de reductiefactor werd echter afhankelijk gesteld aan de lasnaadvorm en de hoeveelheid onderzoek (Niet Destructief Onderzoek, in het vervolg NDO genoemd) dat aan lasnaden werd uitgevoerd ter bepaling van de structurele integriteit daarvan. Tot 1968 was het de gewoonte om de structurele integriteit van tanks alleen te testen met behulp van een volledige watertest. Vandaar ook dat de EEMUA publicatie No. 159 [45] en de API 653 [53], normen en richtlijnen die zich bezighouden met het bepalen van de geschiktheid van oude tanks, die – om wat voor redenen dan ook – lokaal of integraal gedegradeerd zijn door corrosie en/of zettingen, per normrevisie en per lasnaadvorm voor tanks uit die jaren een specifieke reductiefactor aangeven.

Vanaf 1968 werd over het algemeen een factor  $E = 1,0$  gebruikt aangezien er vanaf die tijd:

- a. Minimale eisen golden met betrekking tot de hoeveelheid lassen die door middel van geëigende NDO-technieken onderzocht dienden te worden;  
En
- b. Betere lastechnieken beschikbaar kwamen en toegepast werden.

Bijlage 6 van dit document toont een opsomming van gebruikte reductiefactoren per lasnaadvorm en per revisie van de genoemde normen

De BS 2654 [17] en API 650 [18] normen, die gebruikt werden bij het ontwerpen en bouwen van tanks in de jaren vóór 1968, lieten dus dikkere platen en profielen uitrekenen op basis van de toegepaste reductiefactor dan die welke in feite nodig waren om de totale maximale druk, waartegen het tankonderdeel blootgesteld wordt, te weerstaan. Daarmee hadden tankonderdelen, in gebieden die niet beïnvloed werden door de lasnaden, een zekere overdikte.

Deze theorie is van toepassing op alle tankonderdelen waarin – althans voor de sterkte-technische bepaling daarvan – lasnaden voorkomen.

### 5.3.10.6

## Factoren die de afkeurgrens bepalen

#### 5.3.10.6.1

### Integriteit van lasnaden voorkomende in tankonderdelen

De huidige revisies van de normen – API 650 [18] en BS 2654 [17] beschrijven noodzakelijk onderzoek aan (lasnaden van) tanks en tankonderdelen om te onderzoeken of die lasnaden zodanig foutvrij zijn dat verklaard kan worden of de tanks en hun onderdelen die volgens die normen zijn gebouwd in gebruik genomen kunnen worden.

Naast het beschrijven van welk type onderzoek er plaats moet vinden, schrijven deze normen ook voor welke delen van lasnaden onderzocht moeten worden. Wel zal ter definitieve bepaling van de afkeurgrens van onderdelen waarin lassen voorkomen minimaal onderzoek moeten plaatsvinden naar de integriteit van die lasnaden.

Daarbij wordt ervan uitgegaan dat het natuurlijk niet zo kan zijn dat de eisen voor bestaande tanks – die overigens al vele jaren lang hun integriteit hebben bewezen, omdat er al die jaren producten in opgeslagen zijn zonder dat er productverliezen optraden – mits de tanks geopereerd werden binnen de ontwerpparameters – nu ineens onder een veel scherper keuringsstramien gesteld worden ten opzichte van nieuwe tanks.

Om het aantal onderzoeken dat er uitgevoerd moet worden aan representatieve en identieke tankonderdelen te bepalen, kan gebruikt gemaakt worden van de theorie met betrekking tot steekproefgrootte e.d., zoals die beschreven is in bijlage 5 van dit document. Als dan dat onderzoek heeft plaatsgevonden, kan, met behulp van een afweging van de lasnaadfout die overeenkwam met de toenmalig geldende lasreductiefactor (E), nu bepaald worden of die factor hoger of juist lager moet zijn dan de waarde die gold tijdens de nieuwbouwfase (bij stompe lasnaden gemiddeld  $E = 0,85$  voor tank gebouwd vóór 1968). Zie ook hoofdstuk 5.3.10.6.3 hieronder.

### 5.3.10.6.2 Sterktecriterium

Afkeurgrenzen worden over het algemeen bepaald op basis van de sterkte-eis die voor een bepaald onderdeel geldt. Zoals beschreven in hoofdstuk 2.2 gelden bij de bepaling van de afkeurgrens minder strikte veiligheidsfactoren dan ten tijde van de bouw van de constructies. Over het algemeen wordt in Nederland door de regel-gevende instanties (Bevoegd gezag, Bouw- en Woningtoezicht, DCMR, Ministerie VROM, Arbeidsinspectie e.d.) de veiligheidsmarge van  $\gamma = 0,8$  gehanteerd ten opzichte van  $\gamma = 0,67$  bij nieuwbouwfases. Hoewel er een principieel verschil bestaat tussen de API 650 [18] en de BS 2654 [17] en de daarbij respectievelijk horende ‘compliance’ richtlijnen [API 653 [53] en EEMUA 159 [45], wordt er in dit rapport gebruik gemaakt van de door deze overheden aangegeven maximale veiligheidsmarge van  $\gamma = 0,8$  ten opzichte van de minimale gespecificeerde vloeigrens van een materiaal. Tevens zal rekening gehouden moeten worden met de eerder beschreven lasreductiefactor, indien de corrosieaantasting zich bevindt binnen een afstand (L) van de lasnaad. De waarde van L wordt bepaald door de formule:

$$L = 12 * t_{\text{tankonderdeel}}$$

waarin:

L = afstand lasnaad ten opzichte van corrosieplaats.

$t_{\text{tankonderdeel}}$  = minimaal toelaatbare wanddikte van het betreffende tankonderdeel.

Binnen dit gebied geldt een maximale toelaatbare materiaalspanning van:

$$S = 0,8 * E * \text{Vloeigrens}$$

Waarin:

S = toelaatbare materiaalspanning.

E = lasreductiefactor (zie hoofdstuk 5.3.9.6.5 en bijlage 1).

Vloeigrens = minimale gespecificeerde vloeigrens van het materiaal van het betreffende tankonderdeel.



### 5.3.10.6.3 Werkelijke lasreductiefactor versus aangenomen factor in bouwnormen

Indien NDO-onderzoek aan lasnaden aantoont dat er lasfouten in de lasnaden zijn die – volgens de revisies van de bouwnormen die thans beschikbaar zijn (API 650 [18] en BS 2654 [17]) – nu niet meer acceptabel zijn, zal de lasreductiefactor (E) evenredig af moeten nemen. Immers, er kan niet vanuit gegaan worden dat een reparatie uitgevoerd wordt van alle lassen die inmiddels toch hun functie bewezen hebben tijdens het gebruik van de tank. Bij minder grotere lasfouten dan die nu acceptabel zijn in de genoemde bouwnormen (API 650 [18] en BS 2654 [17]) kan de lasreductiefactor (E) evenredig hoger gesteld worden. Daarbij moet dan wel een vergelijking gemaakt worden tussen de toelaatbare lasfouten die in de genoemde bouwnorm-revisies vóór 1968 nog acceptabel waren. Die bepaalden immers de toen gebruikte lasreductiefactor.

Indien de lasreductiefactor tot afkeurgrenzen leidt die de huidige status van de tank en haar onderdelen al gepasseerd is, zal aanvullend onderzoek nodig zijn om de invloed van de lasreductiefactor op die afkeurgrenzen te beperken of te niet te doen. In hoofdstuk 5.3.10.6.1 van dit document wordt daarom een theorie beschreven die gehanteerd kan worden indien het bovenstaande van toepassing is op de tanks waarop de afkeurgrenzen, die in dit rapport beschreven zijn al bereikt of overschreden zijn, althans in gebieden die door lasnaden worden beheerst.

Het is dan natuurlijk ondoenbaar om alle lassen in een tank en haar onderdelen door middel van NDO-technieken te onderzoeken teneinde de van toepassing zijnde lasreductiefactor te bepalen. Door toepassing van NDO aan een door een steekproefgrootte vastgestelde hoeveelheid lassen kan wel een gemiddelde van de lasreductiefactor bepaald worden. De theorie met betrekking tot de bepaling van de steekproefgrootte voor zo'n onderzoek is beschreven in bijlage 5 van dit rapport.

### 5.3.10.6.4 Werkelijke materiaalspanning ten opzichte van in normen gespecificeerde spanningen

De in berekeningen toe te passen vloeigrens van een materiaal (zie hoofdstukken 5.3.10.4), voor zowel nieuwbouw- als bestaande situaties, is de in de betreffende materiaalnormen gespecificeerde **minimale waarde** daarvan. De waarde van de vloeigrens van het tankonderdeel waarvoor de afkeurgrens gezocht wordt, kan daarvan afwijken en ligt meestal hoger dan deze minimale waarde.

Indien de gehanteerde vloeigrens tot afkeurgrenzen leidt die de huidige status van de tank en haar onderdelen al gepasseerd is, zal aanvullend onderzoek nodig zijn om de invloed van de vloeigrens op die afkeurgrenzen te beperken of te niet te doen. In hoofdstuk 5.3.19.6.1 van dit document werd daarom een theorie beschreven die gehanteerd kan worden indien het bovenstaande van toepassing is op de tanks waarop de afkeurgrenzen, die in dit rapport beschreven zijn, al bereikt of overschreden zijn.

### 5.3.10.6.5 Dichtheidscriterium

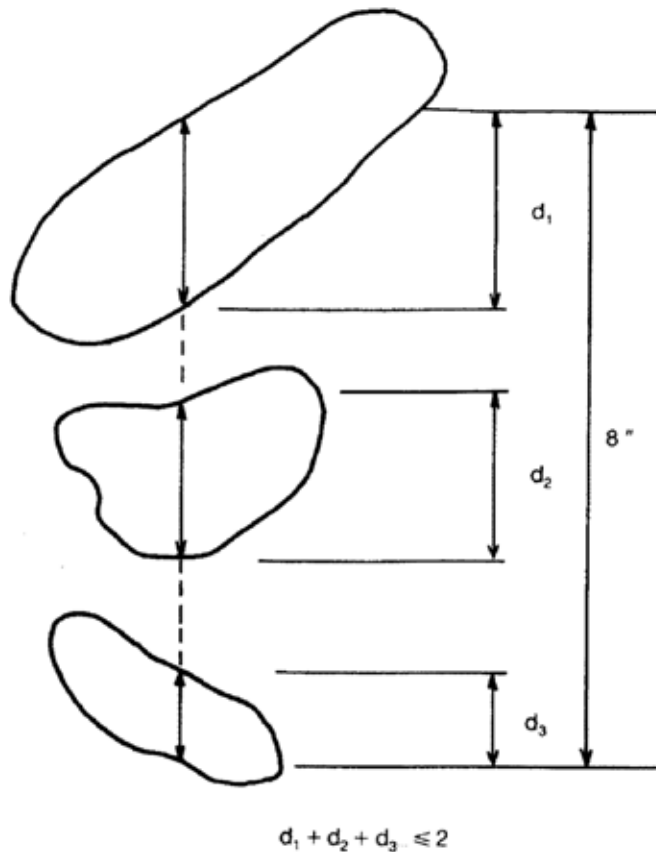
Indien de tankonderdelen aangetast zijn (of worden) door lokale degradatievormen (put- of spleetcorrosie) kan verondersteld worden, dat de omliggende materialen nog voldoende materiaaldikte hebben om aan het sterktecriterium te voldoen. Zowel de EEMUA 159 [45] als de API 653 [53] geven richtlijnen weer voor het bepalen van het feit of een aantasting nog gezien mag worden als een lokale aantasting (= **put- of spleetcorrosie**) waarvoor het dichtheidscriterium geldt, of wanneer de aantasting het onderdeel zodanig beïnvloedt dat het sterktecriterium voor de evaluatie van dat onderdeel geldt (= **algehele corrosie**).

De theorie van beide instandhoudingrichtlijnen is vrijwel identiek. Daar wordt het volgende beschreven:

Putcorrosie vormt normaal geen significante bedreiging voor de algehele structurele integriteit van de constructie tenzij putcorrosie voorkomt in een ernstige vorm met putten die heel dicht bij elkaar voorkomen.

Verspreide aantastingen mogen buiten beschouwing gelaten worden onder voorwaarde dat de som van de dimensies van de aantastingen langs een verticale lijn niet meer is dan 50 mm (2 inch) over een lengte van 200 mm (8 inch). Zie figuur 5.3.10.6.5-1.

Figuur 5.3.10.6.5-1 De toelaatbare vorm van putcorrosie in een tankonderdeel



### 5.3.10.7

## Afkeurgrens wandnozzles

Wanneer een onderzoek wordt uitgevoerd naar de conditie van een bestaande tank mag een onderzoek naar de nozzles in de wand niet ontbreken. Immers, als de zogenaamde nek van de nozzle (de nozzlewanddikte ter plaatse van de aansluiting daarvan aan de tankwand) te dun wordt, kan het gevolg gelijk zijn aan die van een te dunne tankwand. De tank zal kunnen gaan lekken of zelfs scheuren. Bovendien moet worden bekeken of de nozzle door externe en interne belastingen niet een te grote hoekverdraaiing laat zien. Deze hoekverdraaiing is het gevolg van ongelijke zetting van het aangesloten leidingwerk en de tank, onder simultane verdraaiing van de tankwand (ter plaatse van de nozzle) onder maximale vloeistofhoogte.

Vaak is de minimale dikte afhankelijk van de maximaal optredende momenten ten gevolge van de belasting door ongelijke zetting van de tank en (de ondersteuning van) leidingwerk. Appendix P van de API 650 [18] beschrijft een methode voor het bepalen van maximaal toelaatbare spanningen in tankwandnozzles. Bij de 'unity check' (het bepalen van het quotiënt van die twee grootheden) mag daarbij uitgegaan worden van de volgende waarde:

$$\frac{\sigma_{\text{optredend}}}{\sigma_{\text{toelaatbaar}}} P1$$

waarin:

$\sigma_{\text{optredend}}$  = De optredende totaalspanning in de nozzlewand ter plaatse van de aansluiting daarvan op de tankwand c.q. de verstevigingsplaat van de tankwand.

$\sigma_{\text{toelaatbaar}}$  = De maximaal toelaatbare spanning in de materialen van de tankwandnozzle (= 0,8 \* minimum gespecificeerde vloeigrens van het nozzlemateriaal).

Met betrekking tot minimale dikte blijkt uit berekeningen dat de optredende spanningen in nozzlepijpwanden, ten gevolge van de vloeistofdruk, bijzonder laag zijn, namelijk in de orde van grootte < 5N/mm<sup>2</sup>. Daarbij wordt gebruikt gemaakt van de ketelformule:

$$t_{\text{min}} = \frac{p \cdot R}{S}$$

waarin:

$t_{\text{min}}$  = minimale wanddikte nozzlepijp

$p$  = optredende totale druk in nozzle (dit is meestal de maximale vloeistofdruk in de tank, verhoogd met de druk in de dampruimte van de tank, of de persdruk in de leiding, uitgeoefend door de pomp die het product in de tank pompt).

$R$  = straal van de tankwandnozzle (halve inwendige diameter van de nozzlepijp).

$S$  = toelaatbare materiaalspanning (=0,8 \* minimaal gespecificeerde vloeigrens van het nozzlemateriaal).

Dit houdt in dat de minimaal toelaatbare dikte onder de 0.1 mm uit mag komen vanuit het oogpunt van sterkte. Let op dat, in verband met aangesloten leidingwerk, dat niet geaccepteerd zal worden (zie hierboven) en er zal daarom een andere ondergrens gekozen moeten worden.

Als ervan uitgegaan wordt, dat zettingen zodanig gecompenseerd worden dat er geen bovenmatige spanningen in tankwandnozzles optreden en dat er bij grote leidingen compensatie- c.q. expansiestukken (bellows) zijn toegepast, dan wordt aangehouden dat bij **algehele corrosie** de restwanddikte óf 50% van de originele wanddikte (zonder eventueel toegepaste corrosietoetslag in de ontwerpfase) óf 2.5 mm mag zijn

waarbij de **hoogste waarde** van deze twee geldt (deze waarden zijn door D&C engineering als minimale waarde gehanteerd op basis van vergelijkende berekeningen aan een serie opslagtanks, die met compensatiebellows op tankwandnozzles waren uitgevoerd: ref. rapport R.1778/1450/04.061 [55]).

Voor de bepaling van de 50% afkeurgrens kan gebruikt gemaakt worden van de onderstaande tabellen, die gehanteerd worden in de nieuwbouwnorm voor tanks vanaf 2004: NEN EN 14015 [21].

Er worden daar verschillen gehanteerd in toelaatbare dikte van nozzlepijpen tussen dak- en wandnozzles. Daarom zijn er twee tabellen opgenomen: figuur 5.3.10.7-1 wandnozzles en figuur 5.3.10.7-2 daknozzles.

Figuur 5.3.10.7-1 Minimale ontwerpdikte nozzlepijpen van wandnozzles

Outside diameter of nozzle $d_n$ mm	Minimum shell nozzle body thickness $e_n$	
	Carbon and carbon manganese steel mm	Stainless steel mm
$80 \leq d_n \leq 100$	7,5	6,0
$100 \leq d_n \leq 150$	8,5	7,0
$150 \leq d_n \leq 200$	10,5	8,0
$200 \leq d_n$	12,5	9,0

Flanges should conform to prEN 1759-1: 2000, class 150 or prEN 1092-1: 1994, PN 25

Figuur 5.3.10.7-2 Minimale ontwerpdikte nozzlepijpen van daknozzles

Nominal diameter of nozzle	Outside diameter of nozzle $d_n$	Diameter of hole in roof plate $d_n$	Minimum height of nozzle $h_n$	Minimum nozzle wall thickness $e_n$	
				Carbon and carbon manganese steel	Stainless steel
25	34	40	150	3,4	2,7
50	60	66	150	3,9	2,7
80	89	95	150	5,5	3,0
100	114	120	150	6,0	3,0
150	168	174	150	7,1	3,4
200	219	230	150	8,2	3,7
250	273	284	200	9,3	4,0
300	324	336	200	9,5	4,5

NOTE 1 Flanges should conform to class 150 of prEN 1759-1: 2000, or PN 25 of prEN 1092-1: 1994  
NOTE 2 See Figure 16.

In bovenstaande tabellen is ervan uitgegaan, dat de dak- of wandplaten uitgevoerd zijn met versterkingsplaten rondom de gatverzwakking van de originele plaat. Voor nozzles met diameters < 80 mm mag – volgens de bestaande ontwerp- en bouwnormen API 650 [18] en BS 2654 [17] – gekozen worden voor plaatsing zonder versterkingsplaten rondom de gatverzwakking. Voor deze nozzles kan tabel 5.3.10.7-3 toegepast worden.

Figuur 5.3.10.7-3 Minimale ontwerpdikte nozzlepipen met diameters < 80 mm, uitgevoerd zonder versterkingsplaat rond de gatverzwakking

Outside diameter of nozzle $d_n$	Minimum shell nozzle body thickness $e_n$	
	Carbon and carbon manganese steel	Stainless steel
mm	mm	mm
$d_n \leq 50$	5,0	3,5
$50 < d_n \leq 150$	5,5	5,0

Voor **putcorrosie** mag – onafhankelijk om welk type nozzle het gaat – volgens de bovengenoemde vergelijkende berekeningen, vanuit een sterkteoogpunt tot de berekende waarde gegaan worden (dit is **0.1 mm**, zoals berekend met de ketelformule).

## 5.3.10.8 Afkeurgrensversterkingsplaten van doorvoeringen

### 5.3.10.8.1 Inleiding

Over het algemeen accepteren de regelgevende instanties in Nederland alleen nozzles die zo zijn uitgevoerd dat de gatverzwakking van de plaat, waarin de nozzle wordt aangebracht, versterkt wordt door een dubbelingsplaat. Een andere methode is de toepassing van een barreltype nozzle. Dit is een nozzle die de gatverzwakking overneemt door toepassing van Een dikke nozzlepijpwand. Omdat de regelgevende instanties van Nederland voorkeur geven aan de toepassing van de versterkingsplaat- of dubbelingsplaattheorie wordt hier alleen de afkeurcriteria behandeld van dit laatste type nozzle.

### 5.3.10.8.2 Origineel ontwerp nozzles volgens theorie van bs 2654 [17] en en 14105 [21]

De BS 2654 [17] gaat ervan uit, dat het oppervlakte van de dubbelingsplaat over de verticale as, gemeten ter plaatse van de grootste diameter van de nozzle, wordt bepaald door de formule:

$$A_{\text{plaat}} = 0,75 * d * t_w$$

Waarin:

$A_{\text{plaat}}$  = dwarsdoorsnede dubbelingsplaat, bepaald door de formule:

$$A_{\text{plaat}} = (D_o - d) * t_c \text{ en } D_o \text{ volgt uit de vergelijking: } 1,5 * d \leq D_o \leq *d$$

$d$  = gat in tankwand, dus minimaal buitendiameter nozzlepijp

$D_o$  = buitendiameter versterkings- of dubbelingsplaat

$t_w$  = tankwanddikte

$t_c$  = dikte dubbelingsplaat

Bij aanbrengen van dit type nozzles volgens de BS 2654 [17] theorie zijn de daartoe toe te passen dimensies volgens onderstaande tabel (5.3.9.6.8.2-1)

Tabel 5.3.10.8.2-1 Maten nozzle details

Nominal Size		D Outside Diameter [mm]	D <sub>o</sub> Outside Diameter reinforcement plate [mm]	E [mm]	G [mm]	t <sub>p</sub> Minimum Thickness [mm]
DN [mm]	NPS [inch]					
40	1 1/2	48,3	no plate	150	150	5
50	2	60,3	no plate	150	180	5,5
80	3	89,0	180	180	235	7,5
100	4	114,3	230	180	260	8,5
150	6	168,3	330	200	310	10,5
200	8	219,3	430	200	360	12,5
250	10	273,0	550	230	420	12,5
300	12	323,9	650	230	470	12,5
350	14	355,6	710	255	500	12,5
400	16	406,6	810	255	550	12,5
450	18	457,2	910	255	600	12,5
500	20	508,0	1010	280	650	12,5
600	24	609,6	1210	305	750	12,5 *)
650	26	660,4	1330	305	810	12,5 *)
700	28	711,2	1430	305	860	12,5 *)
750	30	762,0	1530	305	910	12,5 *)
800	32	812,0	1630	330	960	12,5 *)
850	36	863,3	1730	330	1010	12,5 *)
900	38	914,4	1830	355	1060	12,5 *)

t<sub>c</sub> is minimaal t<sub>p</sub> met een minimum van 6 mm

t<sub>c</sub> = dikte dubbelingsplaat

t<sub>p</sub> = dikte nozzlepijp

\*) neem voor t<sub>p</sub> de hoogste waarde van de volgende vergelijkingen:

- volgend uit de tabel

of

- volgend uit de formule:  $t_p = \frac{t_w}{2}$

### 5.3.10.8.3

## Afkeurgrens dubbelingsplaten ontworpen volgens de theorie van bs 2654 [17] en en 14015 [21]

Als de buitendiameter ( $D_o$ ) van de dubbelingsplaat gelijk is aan de waarde genoemd in tabel 3.4.2-1, (dus ongeveer gelijk aan de formule: dan geldt dat de afkeurgrens van de dubbelingsplaat ligt bij  $\frac{2}{3}$  van de **originele dikte** ( $t_c$ ) van die dubbelingsplaat (66,67%).

Voorbeeld 1:

Nozzlediameter	= DN 450
$D_o$	= 910 mm
$t_c = t_p$	= 12,5 mm
$t_c$ afkeur	= 8,3 mm

Indien kleinere buitendiameters van de dubbelingsplaat zijn toegepast, zal een omgekeerd evenredige afnamegrens berekend kunnen worden uit de formule:

$$t_{c,afkeur} = \left( \frac{2*d}{D_o} \right) * 0,6667 * t_{c,origineel}$$

Voorbeeld 2:

Nozzlediameter	= DN 450
$D_o$	= $1,5 * d = 675$ mm
$t_c = t_p$	= 12,5 mm
$t_c$ afkeur	= $[(2 * 450) / 675] * 0,6667 * 12,5 = 11,11$ mm

### 5.3.10.8.4

## Origineel ontwerp nozzles volgens de api 650 [18] theorie

De API 650 [18] gaat ervan uit dat het oppervlakte van de dubbelingsplaat over de verticale as gemeten ter plaatse van de grootste diameter van de nozzle wordt bepaald door de formule:

$$A_{plaat} = d * t_w$$

Waarin:

$A_{plaat}$  = dwarsdoorsnede dubbelingsplaat, bepaald door de formule:

$$A_{plaat} = (D_o - d) * t_c \text{ en } D_o \text{ volgt uit de vergelijking: } D_o = 2 * d$$

$d$  = gat in tankwand, dus minimaal buitendiameter nozzlepijp

$D_o$  = buitendiameter versterkings- of dubbelingsplaat

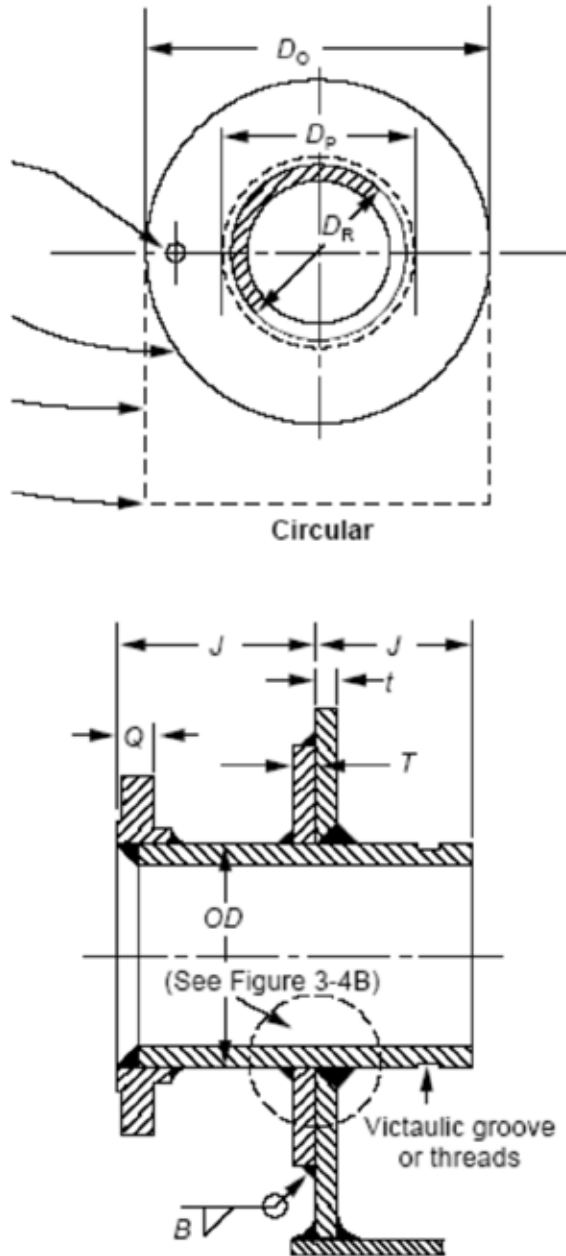
$t_w$  = tankwanddikte

$t_c$  = dikte dubbelingsplaat

In vergelijking met de theorie van de BS 2654 [17] en En 14015 [21] normen is de dwarsdoorsnede van de dubbelingsplaat dus niet 75% van waarde van het product van de gatdiameter en de plaatdikte van de tankwand, maar 100% daarvan.

Bij aanbrengen van dit type nozzles volgens de API 650 [18] theorie zijn de toe te passen dimensies volgens onderstaande tekening (zie figuur 5.3.10.8.4-1) en de daarbij behorende tabel (zie tabel 5.3.10.8.4-1):

Figuur 5.3.10.8.4-1 Typische nozzledetails volgens API 650 [18]





Tabel 5.3.10.8.4-1 Maten behorende bij figuur 5.3.10.8.4-1

Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5	Column 6	Column 7 <sup>c</sup>	Column 8 <sup>c</sup>	Column 9 <sup>c</sup>
NPS (Size of Nozzle)	Outside Diameter of Pipe	Nominal Thickness of Flanged Nozzle Pipe Wall <sup>a,h</sup> $t_n$	Diameter of Hole in Reinforcing Plate $D_R$	Length of Side of Reinforcing Plate <sup>b</sup> or Diameter $L = D_o$	Width of Reinforcing Plate $W$	Minimum Distance from Shell to Flange Face $J$	Minimum Distance from Bottom of Tank to Center of Nozzle Regular Type <sup>d</sup> $H_N$	Low Type $C$
Flanged Fittings								
48	1219.2 (48)	e	1222 (48 <sup>1/8</sup> )	2455 (96 <sup>3/4</sup> )	2970 (117)	400 (16)	1325 (52)	1230 (48 <sup>3/8</sup> )
46	1168.4 (46)	e	1172 (46 <sup>1/8</sup> )	2355 (92 <sup>3/4</sup> )	2845 (112)	400 (16)	1275 (50)	1180 (46 <sup>3/8</sup> )
44	1117.6 (44)	e	1121 (44 <sup>1/8</sup> )	2255 (88 <sup>3/4</sup> )	2725 (107 <sup>1/4</sup> )	375 (15)	1225 (48)	1125 (44 <sup>3/8</sup> )
42	1066.8 (42)	e	1070 (42 <sup>1/8</sup> )	2155 (84 <sup>3/4</sup> )	2605 (102 <sup>1/2</sup> )	375 (15)	1175 (46)	1075 (42 <sup>3/8</sup> )
40	1016 (40)	e	1019 (40 <sup>1/8</sup> )	2050 (80 <sup>3/4</sup> )	2485 (97 <sup>3/4</sup> )	375 (15)	1125 (44)	1025 (40 <sup>3/8</sup> )
38	965.2 (38)	e	968 (38 <sup>1/8</sup> )	1950 (76 <sup>3/4</sup> )	2355 (92 <sup>3/4</sup> )	350 (14)	1075 (42)	975 (38 <sup>3/8</sup> )
36	914.4 (36)	e	918 (36 <sup>1/8</sup> )	1850 (72 <sup>3/4</sup> )	2235 (88)	350 (14)	1025 (40)	925 (36 <sup>3/8</sup> )
34	863.6 (34)	e	867 (34 <sup>1/8</sup> )	1745 (68 <sup>3/4</sup> )	2115 (83 <sup>1/4</sup> )	325 (13)	975 (38)	875 (34 <sup>3/8</sup> )
32	812.8 (32)	e	816 (32 <sup>1/8</sup> )	1645 (64 <sup>3/4</sup> )	1995 (78 <sup>1/2</sup> )	325 (13)	925 (36)	820 (32 <sup>3/8</sup> )
30	762.0 (30)	e	765 (30 <sup>1/8</sup> )	1545 (60 <sup>3/4</sup> )	1865 (73 <sup>1/2</sup> )	300 (12)	875 (34)	770 (30 <sup>3/8</sup> )
28	711.2 (28)	e	714 (28 <sup>1/8</sup> )	1440 (56 <sup>3/4</sup> )	1745 (68 <sup>3/4</sup> )	300 (12)	825 (32)	720 (28 <sup>3/8</sup> )
26	660.4 (26)	e	664 (26 <sup>1/8</sup> )	1340 (52 <sup>3/4</sup> )	1625 (64)	300 (12)	750 (30)	670 (26 <sup>3/8</sup> )
24	609.6 (24)	12.7 (0.50)	613 (24 <sup>1/8</sup> )	1255 (49 <sup>1/2</sup> )	1525 (60)	300 (12)	700 (28)	630 (24 <sup>3/4</sup> )
22	558.8 (22)	12.7 (0.50)	562 (22 <sup>1/8</sup> )	1155 (45 <sup>1/2</sup> )	1405 (55 <sup>1/4</sup> )	275 (11)	650 (26)	580 (22 <sup>3/4</sup> )
20	508.0 (20)	12.7 (0.50)	511 (20 <sup>1/8</sup> )	1055 (41 <sup>1/2</sup> )	1285 (50 <sup>1/2</sup> )	275 (11)	600 (24)	525 (20 <sup>3/4</sup> )
18	457.2 (18)	12.7 (0.50)	460 (18 <sup>1/8</sup> )	950 (37 <sup>1/2</sup> )	1160 (45 <sup>3/4</sup> )	250 (10)	550 (22)	475 (18 <sup>3/4</sup> )
16	406.4 (16)	12.7 (0.50)	410 (16 <sup>1/8</sup> )	850 (33 <sup>1/2</sup> )	1035 (40 <sup>3/4</sup> )	250 (10)	500 (20)	425 (16 <sup>3/4</sup> )
14	355.6 (14)	12.7 (0.50)	359 (14 <sup>1/8</sup> )	750 (29 <sup>1/2</sup> )	915 (36)	250 (10)	450 (18)	375 (14 <sup>3/4</sup> )
12	323.8 (12 <sup>3/4</sup> )	12.7 (0.50)	327 (12 <sup>7/8</sup> )	685 (27)	840 (33)	225 (9)	425 (17)	345 (12 <sup>1/2</sup> )
10	273.0 (10 <sup>3/4</sup> )	12.7 (0.50)	276 (10 <sup>7/8</sup> )	585 (23)	720 (28 <sup>1/4</sup> )	225 (9)	375 (15)	290 (11 <sup>1/2</sup> )
8	219.1 (8 <sup>5/8</sup> )	12.7 (0.50)	222 (8 <sup>3/4</sup> )	485 (19)	590 (23 <sup>1/4</sup> )	200 (8)	325 (13)	240 (9 <sup>1/2</sup> )
6	168.3 (6 <sup>5/8</sup> )	10.97 (0.432)	171 (6 <sup>3/4</sup> )	400 (15 <sup>3/4</sup> )	495 (19 <sup>1/2</sup> )	200 (8)	275 (11)	200 (7 <sup>7/8</sup> )
4	114.3 (4 <sup>1/2</sup> )	8.56 (0.337)	117 (4 <sup>5/8</sup> )	305 (12)	385 (15 <sup>1/4</sup> )	175 (7)	225 (9)	150 (6)
3	88.9 (3 <sup>1/2</sup> )	7.62 (0.300)	92 (3 <sup>5/8</sup> )	265 (10 <sup>1/2</sup> )	345 (13 <sup>1/2</sup> )	175 (7)	200 (8)	135 (5 <sup>1/4</sup> )
2 <sup>f</sup>	60.3 (2 <sup>3/8</sup> )	5.54 (0.218)	63 (2 <sup>1/2</sup> )	—	—	150 (6)	175 (7)	i
1 <sup>1/2</sup> <sup>f</sup>	48.3 (1.90)	5.08 (0.200)	51 (2)	—	—	150 (6)	150 (6)	i
Threaded Fittings								
3 <sup>g</sup>	108.0 (4.250)	Coupling	111.1 (4 <sup>3/8</sup> )	285 (11 <sup>1/4</sup> )	360 (14 <sup>1/4</sup> )	—	225 (9)	145 (5 <sup>5/8</sup> )
2 <sup>f</sup>	76.2 (3.000)	Coupling	79.4 (3 <sup>1/8</sup> )	—	—	—	175 (7)	i
3 <sup>1/2</sup> <sup>f</sup>	63.5 (2.500)	Coupling	66.7 (2 <sup>5/8</sup> )	—	—	—	150 (6)	i
1 <sup>f</sup>	44.5 (1.750)	Coupling	47.6 (1 <sup>7/8</sup> )	—	—	—	125 (5)	i
3/4 <sup>f</sup>	35.0 (1.375)	Coupling	38.1 (1 <sup>1/2</sup> )	—	—	—	100 (4)	i

### 5.3.10.8.5 Afkeurgrens dubbelingsplaten ontworpen volgens de api 650 [18]

Aangezien de dubbelingsplaatdoorsnede nu geen 75% van de gatverzwakking vervangt, zoals er bij de theorie van de BS 2654 [17] vanuit gegaan wordt, mag de afkeurgrens dus ook een factor hoger liggen. Ligt de afkeurgrens bij de BS 2654 [17] nozzles op 2/3 van de originele wanddikte van de dubbelingsplaat, dan mag nu uitgaan worden van:

$$\text{Afkeurgrens} = \left( \frac{2}{3} \right) * 0,75 = 0,5 = 50\% \text{ Met andere woorden:}$$

Als de buitendiameter ( $D_o$ ) van de dubbelingsplaat gelijk is aan de waarde genoemd in tabel 5.3.10.8.4-1-1 (dus ongeveer gelijk aan de formule:  $D_o = 2*d$ ) geldt dat de afkeurgrens van de dubbelingsplaat ligt bij **50% van de originele dikte ( $t_c$ )** van die dubbelingsplaat.

Voorbeeld '3:

$$\begin{aligned} \text{Nozzlediameter} &= 18' = 457,2 \text{ mm} \\ D_o &= 950 \text{ mm} \\ t_c = t_p &= 12,7 \text{ mm} \\ t_c \text{ afkeur} &= 6,35 \text{ mm} \end{aligned}$$

## 5.3.10.9 Afkeurgrens hoeklassen wand/bodemverbinding

### 5.3.10.9.1 Inleiding

Als gesproken wordt over een afkeurgrens van de hoeklassen van de bodem/wandverbinding zal beoordeeld moeten worden aan welke eisen die lassen moeten voldoen. Er bestaat een wezenlijk verschil tussen de functies van deze lassen bij tanks met uitwendige drijvende daken en tanks met vast daken – al dan niet voorzien van een inwendig drijvend dak. Bij de tweede soort zal te allen tijde bewaakt moeten worden dat de bodem/wandverbindinglassen sterker zijn dan de lassen die de wand met de dakplaten verbinden. Immers, het scheurnaadcriterium zal – althans bij die tanks waarop dit van toepassing is – gewaarborgd moeten worden. Als de lassen van de wand/dakverbinding niet blootstaan aan een degradatievorm en de bodem/wandverbindinglassen wel, zou er een toestand kunnen ontstaan waarbij de bezwijkspanning van de laatste lassen minder groot is dan die van de verbinding van de wand en de dakplaten. Dan is aan het scheurnaadcriterium niet voldaan en moeten er andere maatregelen genomen worden om aan dit criterium te blijven voldoen.

### 5.3.10.9.2 Bodemhoeklassen van tanks met vaste daken met scheurnaadcriterium

Bij dit type tank is er – zoals in het vorige beschreven – dus geen vaste regel toe te passen voor de afkeurgrens van de in dit hoofdstuk beschreven lassen.

Om te bezien of de bezwijkspanning van de bodem/wandverbinding groter is dan die van de wand/dakverbinding kan gebruik gemaakt worden van de theorie die beschreven is in Appendix K van de norm NEN EN 14015 [21]. Bij nieuw-bouwsituaties geldt dat het verschil tussen de bezwijkspanning van de bodem/wandverbinding ten opzichte van die van de wand/dakverbinding bepaald moet worden met behulp van de formule:

$$p_b = 2 \cdot \gamma \cdot p_r$$

waarin:

$p_b$  = bezwijkspanning bodem/wandverbinding.

$\gamma$  = veiligheidsfactor binnen het domein [ $1 < \gamma < 1,5$ ].

$p_r$  = bezwijkspanning wand/dakverbinding.

Bij Fit-for-purpose analyses mag, zoals geldt voor alle andere tankonderdelen, een lagere veiligheidsfactor aangehouden worden. Bij vergelijking tussen de veiligheidsfactoren bij spanningsdragende constructieonderdelen is dit verschil  $\gamma = 0,67$  bij nieuwbouw- en  $\gamma = 0,8$  bij bestaande situaties (dat wil zeggen een verschil van 19,403%). Als deze vergelijking doorgezet wordt op de bezwijkspanningsanalyse van Appendix K van de norm NEN EN 14015 [21] wordt bij substitutie van deze verschilwaarde die dan geldt bij bestaande situaties:

$$p_b = 1,675 \cdot \gamma \cdot p_r$$

In dit geval (bij beoordeling van bestaande situaties) mag voor de veiligheidsfactor  $\gamma = 1$  aangehouden worden.

### 5.3.10.9.3

## Bodemhoeklassen van tanks met vaste daken zonder scheurnaadcriterium en voor tanks met uitwendige drijvende daken

De verschillende bouwnormen – API 650 [18] en BS 2654 [17] – schrijven verschillende lasdiktes voor die toegepast moeten worden bij de bodem/ wandverbinding. Bij beide normen is er een direct verband tussen de dikte van de annular ringplaten en de toe te passen lasdikte. In onderstaande tabellen zijn die relaties weergegeven:

Tabel 5.3.10.9.3-1 Originele dikte annular ringplaten en minimale keeldoorsnede hoeklassen (API 650 [18], sectie 3.5.3 en tabel 3)  
 \*) dikte van de onderste wandring (in ongecorrodeerde staat)  
 \*\*) Hydrostatische test spanning wordt bepaald met de formule  $[4,9 \cdot D \cdot (H - 0,3)] / t$ , waarin: D in m, H in m, t in mm

Plate thickness of 1st shell course *) [mm]	Hydrostatic test stress in 1st shell course **) [N/mm <sup>2</sup> ]				Minimum throat thickness corner welds [mm] (ontwerpfase)			
					Hydrostatic test stress [N/mm <sup>2</sup> ]			
	<190	<210	<230	<250	<190	<210	<230	<250
T ≤ 19	6,0	6,0	7,0	9,0	4,3	4,3	5,0	6,4
19 < t ≤ 25	6,0	7,0	10,0	11,0	4,3	5,0	7,1	7,8
25 < t ≤ 32	6,0	9,0	12,0	14,0	4,3	6,4	8,5	9,5
32 < t ≤ 38	8,0	11,0	14,0	17,0	5,7	7,8	9,5	9,5
38 < t ≤ 45	9,0	13,0	16,0	19,0	6,4	9,2	9,5	9,5

Tabel 5.3.10.9.3-1 Originele dikte annular ringplaten en minimale keeldoorsnede hoeklassen (BS 2654 [17], tabel 1)  
 \*) dikte van de onderste wandring (in ongecorrodeerde staat)

Plate thickness of 1st shell course *) [mm]	Original thickness [mm]	Minimum throat thickness corner welds (ontwerpfase) [mm]
t ≤ 19	8,0	8,0
19 < t ≤ 32	10,0	10,0
t > 32	12,5	10,0

Voor tanks ontworpen en gebouwd volgens de API 650 [18] norm zal over het algemeen de API 653 [53] instandhoudingrichtlijn toegepast worden om de limieten onder de uiterste vorm van degradatie te bepalen. Voor die tanks schrijft de API 653 [53] een minimale dikte voor van de annular ringplaten, eveneens gebaseerd op optredende belastingen (zoals toegepast in de API 650 [18] norm). Bij herleiding van die beschrijving naar afkeurwaarden van de hoeklassen van de bodem/ wandverbinding zal voor de API 650-tanks de volgende waarden van de keel-doorsnede van die hoeklassen gelden:

Tabel 5.3.10.9.3-3 Afkeurdikte annular ringplaten en afkeurdikte keeldoorsnede hoeklassen (API 653 [53], sectie 2.4.8.2, tabel 3)

\*) dikte van de onderste wandring (in ongecorrodeerde staat)

\*\*) Hydrostatische test spanning wordt bepaald met de formule  $[4,41 * D * (H - 0,3) / t]$ , waarin: D in m, H in m, t in mm

Plate thickness of 1st shell course *) [mm]	Stress in 1st shell course **)				Rejection limit throat thickness corner welds [mm]			
	[N/mm <sup>2</sup> ]				Hydrostatic test stress [N/mm <sup>2</sup> ]			
	<167.5	<186.1	<204.8	<223.4	<190	<210	<230	<250
T ≤ 19	4,3	5,1	5,8	7,6	3,0	3,6	4,1	5,4
19 < t ≤ 25	4,3	5,6	7,9	9,7	3,0	4,0	5,6	6,9
25 < t ≤ 32	4,3	6,6	9,7	12,2	3,0	4,7	6,9	8,6
32 < t ≤ 38	5,6	8,6	11,9	15,0	4,0	6,1	8,4	8,6
T > 38	6,9	10,2	13,5	17,3	4,9	7,2	9,5	8,6

Voor alle andere tanks zal de EEMUA 159 [45] instandhoudingrichtlijn toegepast worden ter bepaling van de afkeurgrenzen. Bij aanname dat de keeldoorsnede van de hoeklassen, onder degradatie, evenredig af mogen nemen met de dikte van de annular ringplaten dan zal de volgende tabel gelden voor de afkeurgrens van de hoeklassen van de bodem/wandverbinding:

Tabel 5.3.10.9.3-4 Afkeurdikte annular ringplaten en afkeurdikte keeldoorsnede hoeklassen (EEMUA 159 [45] sectie 8)

\*) dikte van de onderste wandring (in ongecorrodeerde staat)

Plate thickness of 1st shell course *) [mm]	Minimum allowable thickness [mm]	Rejection limit Throat thickness Corner welds [mm]
t ≤ 19	4,0	4,0
19 < t ≤ 32	5,0	5,0
t > 32	6,3	6,3

### 5.3.10.9.4 Afkeurgrens dakpoten van inwendige en uitwendige drijvende daken

Voor de bepaling van het aantal dakpoten en de dimensies daarvan is geen standaard voor alle typen drijvende daken. De ontwerpers en de constructeurs van zo'n dak zullen, binnen de randvoorwaarden die daarvoor in de bouwnormen (API 650 [18] en BS 1654 [17]) zijn opgenomen, zelf deze parameters vaststellen en vastleggen. De enige eis die de bouwnormen (API 650 [18] en BS 2654 [17]) voorschrijven, is dat de dakpoten, wanneer het dak geland is – dat wil zeggen: op de poten staat – een maximale belasting op moeten kunnen nemen van  $p = 1,2 \text{ kN/m}^2$  dakoppervlakte.

Daarom is het niet mogelijk een eenduidige afkeurgrens van dakpoten en hun doorvoeringen vast te leggen. Immers, er kan op voorhand niet vastgesteld worden wat de maximale belasting per poot is en welk rekenmodel ten grondslag lag aan de bepaling van de hoofddimensies van de poten, de doorvoeringen en de verbindingsspen tussen doorvoering en dakpoot.

In het verleden zijn er nogal wat faalscenario's opgetreden doordat er in vroegere ontwerp- en controleberekeningen vanuit gegaan werd dat de dakpoten altijd verticaal opgesteld waren. Niets is minder waar

gebleken. Ongelijke bodemzettingen en de speling die tussen de dakdoorvoering en de dakpoot aanwezig is kunnen een scheefstand veroorzaken die meestal maatgevend is voor de belastingsopnamecapaciteit van de dakpoten.

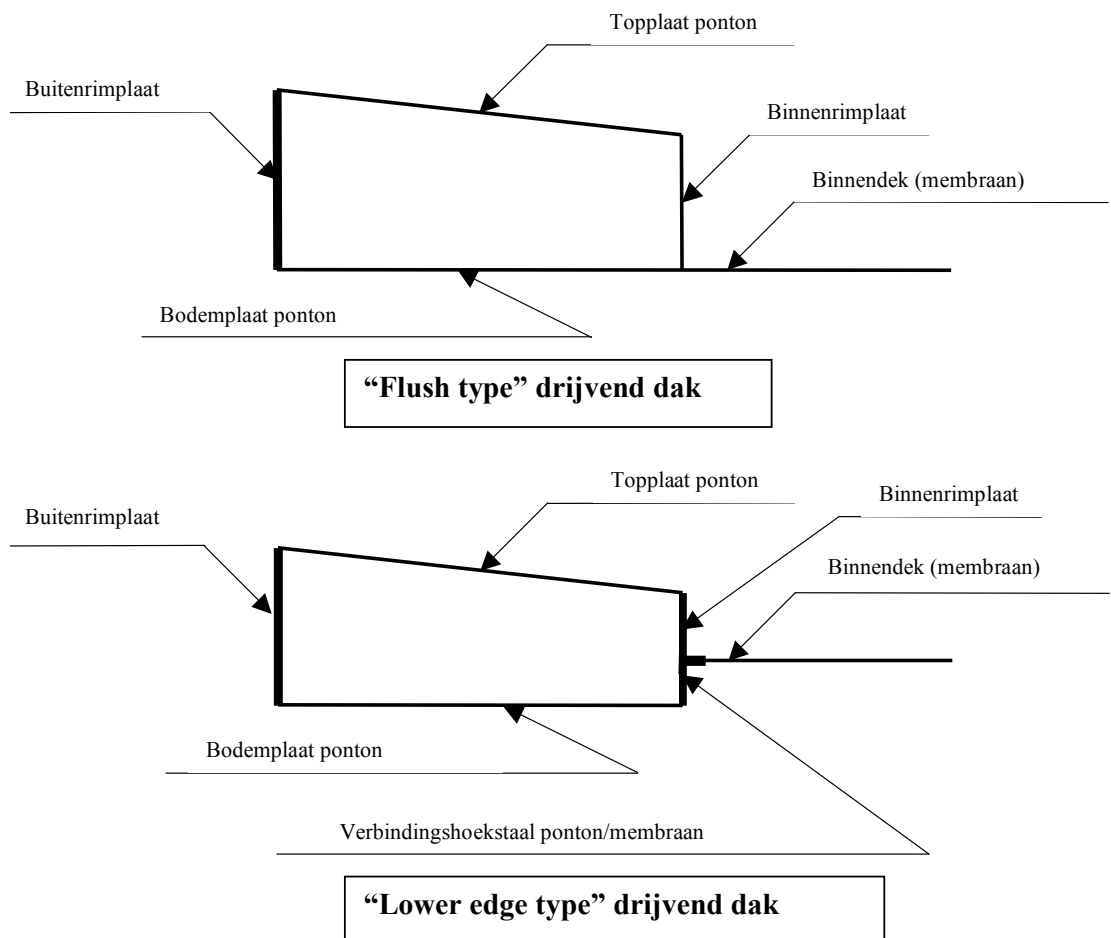
Het Duitse onderzoekinstituut 'Deutsche Wissenschaftliche Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle E.V.' heeft in haar onderzoeksrapport No. 505 [55] een berekeningsmethode ontwikkeld met behulp waarvan de standzekerheid en draagbelasting van dakpoten onder deze scheefstand kan worden bepaald. Wanneer deze methode overgenomen wordt binnen het rekenmodel van de toetsing van een op drukbelaste staaf met dubbele buiging (ongeschoord) volgens de Nederlandse norm NEN 6771 [56] kan dit model een goede analysemethode zijn voor de bepaling van de afkeurgrenzen van de dakpoten. Het verdient aanbeveling om deze analyse van elk type dak en hun dakpoten uit te voeren ter bepaling van de voor die dakpoten geldende afkeurgrenzen.

## 5.3.10.10 Afkeurgrenzen platen van pontons en drijvers van drijvende daken

### 5.3.10.10.1 Inleiding

Hier moet een onderscheid gemaakt worden tussen de functie van verschillende platen die in pontons of drijvers voorkomen. Onderstaande schetsen geven de meest voorkomende pontondoorsneden weer met de benaming van de verschillende, daarin voorkomende, platen.

Figuur 5.3.10.10.1-1 Typische vormen doorsnede van pontons enkeledeks drijvende daken



### 5.3.10.10.2 Top- en bodemplaten ponton en binnendek (membraan) van beide types drijvende daken

Voor deze constructieonderdelen gelden de afkeurgrenzen die aangegeven staan in de EEMUA 159 [45] instandhoudingrichtlijn, in de hoofdstukken 10, 11 en 12. Samengevat kan hiervoor genoemd worden:

- Geen perforaties toegestaan;
- Geen dunnere plek dan 2 mm in een gebied van 500 x 500 mm.

Verdere afkeurgrenzen zijn voor deze onderdelen van een drijvend dak niet aan te geven. Echter, indien er onder de topplaat van het ponton spanten zijn aangebracht die neerwaarts afgesteund zijn op de bodemplaat van het ponton kunnen er zich spanningsconcentraties voordoen ter plaatse van de afsteuning op de bodemplaat. In dat geval zal er een sterkte-technische analyse plaatsmoeten vinden van het bodemplaatgedeelte dat beïnvloed wordt door deze spanningsconcentraties. Bij deze sterkte-technische analyse mag de veiligheidsfactor verlaagd worden van  $\gamma = 0,67$  naar  $\gamma = 0,8$ .

### 5.3.10.10.3 Rimplaten van pontons

#### 5.3.10.10.3.1 Rimplaten 'lower edge type' drijvende dak

De buitenrimplaten van beide typen daken en de binnenrimplaten van het 'Lower edge type' drijvend dak worden aan de onderzijde, bij de bevestiging aan de bodemplaat van het ponton, aan één zijde belast door de opwaartse kracht die op de bodemplaat werkt. Door de opwaartse kracht bolt de bodemplaat naar boven. Daardoor wordt de rimplaat, aan de onderzijde, naar binnen (= krom) getrokken. Deze buigspanning is veelal een maatgevend belastinggeval voor de bepaling van de uiteindelijke dikte van de rimplaat. De afkeurgrens van dit constructieonderdeel kan daarom alleen bepaald worden op basis van een sterkte-technische analyse. Ook hier mag dan de veiligheidsfactor verlaagd worden van  $\gamma = 0,67$  naar  $\gamma = 0,8$ .

#### 5.3.10.10.3.2 Binnenrimplaten van het 'Flush type' drijvende dak

Bij het 'Flush type' drijvend dak zijn de membraankrachten, veroorzaakt door de opwaartse kracht in de binnendekplaten van het drijvend dak en de bodemplaat van het ponton in evenwicht (de opwaartse bolling van de bodemplaat is gelijk aan die van de platen van het binnendek). Daar vindt dus geen ongelijkzijdige spanningsconcentratie plaats aan de onderzijde van de binnenrimplaat. Daarom wordt van de binnenrimplaat van dit type drijvend dak de dikte veelal bepaald door de minimale waarden die bouwnormen voorschrijven voor constructieonderdelen. In dit geval kunnen voor de binnenrimplaat dezelfde afkeurgrenzen aangehouden worden als die gelden voor de top- en bodemplaten van de pontons.

#### 5.3.10.10.3.3 Putcorrosie in pontononderdelen

Voor afkeurgrenzen van putcorrosie in alle onderdelen van beide typen drijvende daken wordt verwezen naar hoofdstuk 5.3.9.6.6.3 van dit document.

## 5.3.10.11 Afkeurgrens inwendig leidingwerk

### 5.3.10.11.1 Inleiding

Hier moet een onderscheid gemaakt worden enerzijds inwendig leidingwerk dat aan een inwendige of uitwendige druk blootstaat, en dat volledig sterkte technisch dicht moet zijn om de functie, waarvoor dit leidingwerk in de tank is aangebracht, uit te kunnen voeren (dakdrains, verwarmingsspiralen e.d.) en anderzijds leidingwerk dat wel dicht moet zijn uit hoofde van de functie, maar bij stilstaande opslag van het product wordt er geen inwendige of uitwendige druk uitgeoefend (hoge/lage zuigleidingen, sump-drainleidingen e.d.).

### 5.3.10.11.2 Leidingen met inwendige/uitwendige druk

Leidingen die blootstaan aan een inwendige of uitwendige (vacuüm) druk vallen alle onder het sterkte criterium voor wat betreft de daarvoor te bepalen afkeurgrens. Bij dit criterium is de pijpwanddikte te berekenen op basis van de maximaal uit te oefenen druk (of vacuüm) die de pijp te verwerken krijgt gedurende operationele- of testcondities. In het ontwerp stadium wordt, conform de bouwcodes API 650 [18] en BS 2654 [17], een normale veiligheidsfactor gehanteerd van  $\gamma = 0,67$ . Mogelijk kan voor drukleidingen van stoomspiralen de rekenregels van het Stoomwezen toegepast zijn en daar kunnen andere veiligheidsfactoren gebruikt zijn, afhankelijk van het gekozen type materiaal. Bij gebruik van de veiligheidsfactor  $\gamma = 0,67$  mag voor de afkeurgrens de veiligheidsfactor van  $\gamma = 0,8$ . In alle overige gevallen mag de veiligheidsfactor die gebruikt is in de ontwerp fase verlaagd worden met 19,403% (zie ook hoofdstuk 5.3.10.9.2).

### 5.3.10.11.3 Leidingen zonder inwendige/uitwendige druk

Op deze leidingen is het dichtheidscriterium van toepassing, mits de dikte van de leiding bepaald wordt door het buigmoment in die leiding dat optreedt tussen twee ondersteuning. In het algemeen worden leidingen die in tanks voorkomen op basis van praktische bepalingen ondersteund in plaats van op basis van berekeningen. In dit geval zal de vuistregel gelden dat de afstand tussen ondersteuning in meters gelijk is aan de diameter van de leiding in inches. Dat komt dan neer op de volgende tabel:

Tabel 5.3.10.11.3-1 Afhangelijkheid tussenafstand ondersteuning per diameter leiding

diameter leiding [inch]	Tussenafstand ondersteuning [m]
2	2
2,5	2,5
3	3
4	4
6	6
8	8
10	10

In dit geval zal het niet de buigendmomentlijn zijn die de pijpwanddikte bepaalt maar de handelsmaat van normale leidingen (bv. klasse 150 volgens ANSI /ASME B16.5 [57] of 'schedule 40' pijpen).

In dit geval geldt de afkeurgrens die aangegeven is voor het dichtheidscriterium van wand- en daknozzles, zoals beschreven in hoofdstuk 5.3.10.6.5 (0,1 mm).

## 5.3.10.12 Afkeurgrens onrondheid / ovaliteit in tankwanden

### 5.3.10.12.1 Inleiding

Onrondheid/ovaliteit wordt veroorzaakt door een tweetal criteria:

Scheefstand van de tank in zijn geheel;  
Lokale ongelijke zetting van het fundament onder de annular sectie.

### 5.3.10.12.2 Onrondheid door scheefstand

Voor alle types tanks is de maximale onrondheid gelimiteerd door het scheefstandcriterium dat beschreven is in EEMUA 159 [45] instandhoudingrichtlijn, in hoofdstuk 7. Daar wordt een maximum gesteld aan de scheefstand die een tank mag hebben. De maximale scheefstand wordt daar bepaald door de formule:

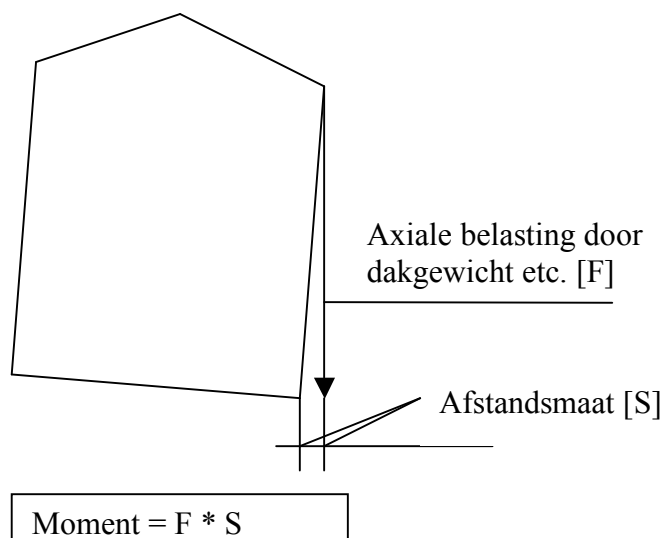
$$S = \frac{H}{100} (= 1\%)$$

waarin:

S = maximaal afwijking tussen top en bodem van een tankwand gemeten vanuit de neutrale verticale as in mm.  
H = tankwandhoogte is in m.

Deze maat beperkt de momenten die optreden, wanneer de axiale belasting die de tankwand moet opnemen niet over een verticaal vlak naar het fundament afgevoerd kan worden (zie onderstaand schema).

Figuur 5.3.10.12.2-1 Schematische weergave moment in tankwand veroorzaakt door scheefstand van tank



Dit zelfde criterium is geldig voor de onrondheidsafwijkingen tussen tankwandringen onderling, tenminste bij tanks met vaste daken zonder een inwendig drijvend dak. Per tankhoogte zal een pro-rata berekende maximale afwijking gelden, berekend van de totale scheefstand over de totale hoogte. Daarbij kan gebruikt gemaakt worden van onderstaand berekeningsvoorbeeld:



Voorbeeldberekening maximale onrondheidsafwijking tussen tankwandringen:

Stel: tank hoogte  $H = 14$  m:

Maximale scheefstand derhalve (1%): 140 mm

Aantal wandringen: 7

Hoogte per tankwandring:  $14/7 = 2$  m

Vershil hoogte tussen onderzijde 1 en bovenzijde 2<sup>e</sup> ring: 4 m

Maximale afwijking ten opzichte van neutrale verticale as over 4 m hoogte (1%):  $S=40$  mm.

Maximale onrondheidsverschil in elkaar opvolgende wandringen: +20 / -20 mm (samen  $S=40$  mm).

Maximaal onrondheidsverschil tussen onderste en bovenste wandring: +70 / -70 mm (samen  $S=140$  mm).

### 5.3.10.12.3 Onrondheid / ovaliteit veroorzaakt door lokale zetting van het fundament onder de annular sectie

#### 5.3.10.12.3.1 Inleiding

Er is een wezenlijk verschil tussen de toelaatbare onrondheid/ovaliteit voor tanks met – inwendige of uitwendige – drijvende daken en voor tanks met vaste daken.

Bij deze tanks spelen meer factoren mee om de maximale onrondheid c.q. ovaliteit te bepalen die een tank mag hebben. Deze factoren zijn:

- De rimspouw (de afstandsmaat tussen de tankwand en de buitenrimplaat van het drijvend dak, waarbij rekening gehouden moet worden met een eventueel daarin voorkomende ‘bumperbar’).
- Het werkbare gebied van de rimseal.
- De spleet die tussen de seal en de tankwand optreedt.

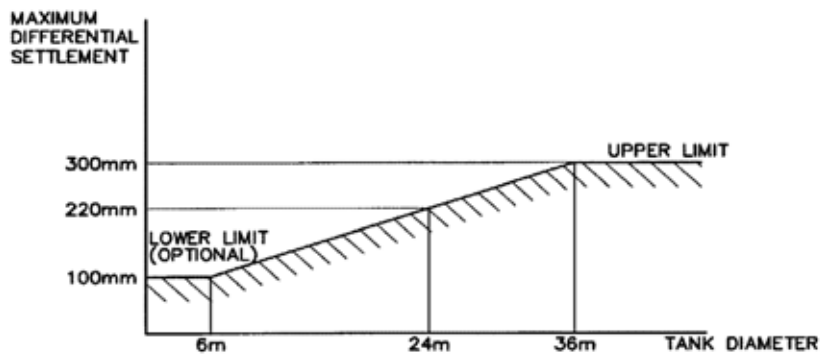
#### 5.3.10.12.3.2 Onrondheid van tanks met vaste daken zonder een inwendig drijvend dak en van tanks met inwendige of uitwendige drijvende daken met een diameter < 40 m

Onrondheid van een tankwand ontstaat als lokaal langs de omtrek er ongelijke zettingen plaatsvinden. Als één punt langs de omtrek meer zakt dan alle andere punten zal – ter plaatse van dat gezakte punt – de tankwand naar buiten uitstulpen. Aangezien de tankwand niet verlengt door deze uitstulping zal er 90 graden verder – veelal zowel links als rechts van de uitstulping – in de tankwand een naar binnen gerichte deuk optreden. In het horizontale vlak laat de cirkelvormige tankwand nu een ovaal zien. De optredende zetting langs de omtrek veroorzaakt in de tankwand dus een ovaliteit. De maximaal toegelaten ovaliteit is dus direct afhankelijk van de ongelijke zetting langs de omtrek.

De EEMUA 159 [45] instandhoudingrichtlijn geeft voor zettingen langs de omtrek de volgende limieten aan:

- 1% van de afstand tussen twee naast elkaar liggende meetpunten (waarbij de afstand tussen twee meetpunten niet groter mag zijn dan 10 m).
- het verschil tussen het hoogste en het laagste punt – ergens op de omtrek gemeten – mag niet groter zijn dan bepaald aan de hand van onderstaande grafiek (zie figuur 5.3.10.12.3.2-1).

Figuur 5.3.10.12.3.2-1 Maximale ongelijke zetting tussen het hoogste en het laagste gemeten langs de omtrek van een tank



Note: het aantal meetpunten wordt bepaald door de formule:

$$n = \frac{D}{3,05}$$

waarin:

D = diameter tank in m.

n = aantal meetpunten; waarbij geldt dat het minimale aantal meetpunten 8 moet zijn en de onderlinge afstand tussen de meetpunten niet groter mag zijn dan 10 m.

### 5.3.10.12.3.3 Onrondheid van tanks met inwendige of uitwendige drijvende daken met een diameter > 40 m

Zoals in paragraaf 5.3.10.12.3.1 al gemeld, worden de limieten voor ovaliteit voor tanks met drijvende daken tevens bepaald door de seal die in de rimspouw ingebouwd is tussen het drijvende dak en de tankwand. Het werkbare bereik van de rimseal geeft de mogelijkheid aan van de radiale bewegingen die een dak kan maken zonder dat er ruimtes ontstaan tussen de seal en de tankwand. De zettinglimieten, zoals door de EEMUA 159 [45] richtlijn zijn aangegeven – zie voor de beschrijving daarvan hoofdstuk 5.3.10.12.3.2 hierboven – impliceren dat het werkbare bereik van een rimseal daarop moet zijn aangepast. Appendix D.3 van de EEMUA 159 [45] richtlijn geeft aan dat, onafhankelijk van de diameter van de tank, de radiale bewegingen van de rimseal, als er uitzetting of indrukking plaatsvindt, niet gelijk aan elkaar kunnen zijn. Het mag bekend worden verondersteld, dat ruimtes tussen de rimseal en de tankwand de kans op branden in die rimruimte verhogen.

Indien er rimseals gemonteerd zijn, die een werkbaar bereik hebben zoals gemeld in Appendix D.3 van de EEMUA 159 [45] richtlijn geldt voor de toelaatbare onrondheid c.q. ovaliteit die in de tankwand optreedt door ongelijke zettingen, dat deze te allen tijde acceptabel zijn indien de ongelijke zettingen binnen de limieten vallen zoals uitgelegd in hoofdstuk 5.3.10.12.2 hierboven.

Indien er rimseals gemonteerd zijn die niet aan de criteria van Appendix D.3 van de EEMUA 159 [45] richtlijn voldoen, dan gelden strengere maximale zettinglimieten, want dan treden er eerder spleten tussen de rimseal en de tankwand door het geringere werkbare bereik van de rimseal. In dit geval geldt dat ongelijke zetting gelimiteerd wordt door de formule:

$$S \leq \frac{11000 * Y * L^2}{2 [E * H]}$$

Waarin:

S = maximale afwijking tussen top- en bodemzijde van een tankwand gemeten vanuit de neutrale verticale as in mm.

L = arc lengte tussen twee meetpunten in m.

E = elasticiteitsmodulus in MPa.

Y = minimal gespecificeerde vloeigrens van het materiaal van de tankwandplaten in MPa \*).

H = tankwandhoogte in m.

\*) Hierbij wordt ervan uitgegaan, dat de materialen van de annular ringplaten identiek zijn aan die van de onderste wandringplaten.

Voorbeeld 1:

Voor een tank met een diameter van 60 meter en een tankwandhoogte van 18 meter, waarbij de arc lengte van de onderlinge afstand van de meetpunten 10 meter bedraagt, geldt dat de tankwandplaten een minimaal gespecificeerde vloeigrens kennen van 240 N/mm<sup>2</sup>. Het koolstofstaal van de tankwand heeft een elasticiteitsmodulus van 210000 N/mm<sup>2</sup>.

De maximale verticale afwijking tussen de top- en bodemzijde van de tankwand mag dan zijn:

$$S \leq \frac{11000 * 240 * 10^2}{2 * [210000 * 18]} = +35\text{mm}/-35\text{mm}$$

#### 5.3.10.12.3.4 Onrondheid van tankwand en spleten tussen tankwand en rimseal

Indien de onrondheid/ovaliteit van tankwanden binnen de grenzen vallen die aangegeven zijn in de voorgaande hoofdstukken van dit rapport kunnen er, ondanks dat de rimseal voldoet aan de criteria van Appendix D.3 van de EEMUA 159 [45] richtlijn, toch nog kleine spleten ontstaan tussen de rimseal en de tankwand. Deze spleten worden dan veroorzaakt door lokale afwijkingen in de tankwandradius, ten opzichte van de gebogen vorm van de tankplaten (door lassen e.d.). Zodra deze spleten relatief groot worden, neemt de kans op branden in de rimruimte toe. Lokale afwijkingen tussen de tankwand en de rimseal kennen dus ook limieten om dit gevaar zo veel mogelijk te beperken.

Voor rimseals die voldoen aan de criteria van Appendix D.3 van de EEMUA 159 [45] richtlijn gelden de spleetlimieten zoals die zijn opgenomen in de EEMUA 159 [45] richtlijn in tabel 12.3.1-1.

Bij rimseals die een werkbaar bereik hebben dat kleiner is dan de seals die voldoen aan de criteria van Appendix D.3 van de EEMUA 159 [45] richtlijn, waardoor er dus grotere spleten kunnen optreden, moeten daarom kleinere grenzen kennen v.w.b. spleten tussen de rimseal en de tankwand. De optredende spleten zijn dan direct afhankelijk van de ruimte die de seal moet overbruggen (de rimruimte  $\delta$  = de afstand tussen de tankwand en de buitenrimplaat van het ponton van het drijvend dak). De maximale afwijking tussen de top- en bodemzijde van de tankwand, gemeten over de neutrale verticale as volgt dan uit de vergelijking:

$$S \leq \frac{L^2 * \delta}{H * D}$$

Waarin:

- S = maximale locale afwijking tussen top- en bodemzijde van een tankwandgedeelte gemeten vanuit de neutrale verticale as in mm.
- L = arc lengte tussen twee meetpunten in m.
- $\delta$  = rimruimte tussen tankwand en ponton drijvend dak in mm.
- H = tankwandhoogte in m.
- D = diameter van tank in m.

Voorbeeld 2:

De tank van voorbeeld 1 heeft een rimruimte van 200 mm tussen de tankwand en de buitenrimplaat van het ponton van het drijvend dak.

De maximale locale verticale afwijking tussen de top- en bodemzijde van de tankwand mag dan zijn:

$$S \leq \frac{10^2 * 200}{18 * 60} = + 18,5mm/-18,5mm$$

## 5.4 Mothballing

'Mothballing' zou kunnen voorkomen als een installatie, of delen daarvan, tijdelijk niet economisch ingezet kan of kunnen worden en er (nog) geen andere bestemming voor die (delen van de) installatie is gevonden. Tijdens de 'mothballing' fase van een dergelijke installatie zullen degradatieprocessen zoveel mogelijk beperkt moeten worden. Het opstarten van een installatie die tijdelijk of voor langere tijd heeft stilgestaan, vraagt veelal inzet van personeel en middelen en als er te veel degradatie heeft plaatsgevonden dan is de herstart van een installatie (bijna) niet meer economisch.

Men ontkomt er niet aan om de corrosiewerende middelen van een dergelijke installatie (verf, cathodische protectiesystemen, etc.) in stand te houden. Ook is het noodzakelijk op bepaalde operationele apparatuur aangesloten of opereerbaar te houden. Zoals eerder bij tankontwerp al is uitgelegd, ademt een tank door (klimatologische) temperatuursverschillen en door temperatuurschommelingen tussen dag en nacht. Iedere keer dat een tank afkoelt zal deze lucht aanzuigen. Die lucht bevat vocht en dat vocht condenseert tegen de binnenzijde van de tankwand en het tankdak en veroorzaakt dan corrosie. Om dit te beperken zou de tank onder een inwendige stikstofatmosfeer kunnen worden geplaatst. Omdat er dan minder zuurstof in de tank komt zal het corrosieproces afgeremd worden. Ook het vermeerderen of verminderen van de hoeveelheid stikstof bij atmosferische druk- en temperatuurschommelingen voorkomt dan dat er lucht door de tank aangezogen kan worden en dat zou het corrosieproces kunnen doen stoppen.

Uitwendige corrosie zal te allen tijde wel op kunnen treden en de opslagtank zal beschouwd moeten worden als 'in bedrijf' voor gewone onderhoudstaken ter voorkoming van uitwendige corrosie en voortgaande zetting (ter voorkoming van wateraccumulatie onder een tank door capillaire werking van de spleet tussen tankbodem en tankfundatie). Voor al deze activiteiten zijn geen normen beschikbaar en het is aan de eigenaar van een dergelijke tankinstallatie om te bepalen of hij alle voorzorgsmaatregelen neemt of niet. Slechts bij dermate voortschrijdende degradaties, dat er een gevaar voor de omgeving of voor inspectiepersoneel van de overheid op kan treden, dan pas heeft het bevoegd gezag middelen ter beschikking om daadwerkelijke acties van die eigenaar af te dwingen.

## 5.5 Sloopfase

Indien aan de levensfase van de tank een eind komt, bijvoorbeeld door overbodigheid, staking activiteiten van de eigenaar of door andere omstandigheden zal er besloten kunnen worden dat het opslagsysteem gesloopt moet worden. Daarbij zijn er drie mogelijkheden:

- het bedrijventerrein krijgt een andere bestemming.
- het bedrijventerrein blijft een tankop- en overslagbedrijf maar wil op dezelfde locatie een nieuwe tank plaatsen.
- het bedrijventerrein blijft een tankop- en overslagbedrijf maar wil op dezelfde locatie andere activiteiten ontplooiën anders dan, of waaronder uitgebreide tankopslag.

In alle gevallen geldt dat het eigenlijke slopen van het opslagobject binnen de regels van goedvakmanschap en volgens de eisen van de arbeidsinspectie moet worden gesloopt, waarbij rekening te houden is met de (restanten) van het al of niet toxische product dat opgeslagen was in de opslagtank, - drukvat.

### 5.5.1 Andere bestemming

In dit geval zijn de eisen van toepassing die daarvoor beschreven zijn in de PGS 29 [28]. Allereerst zal het eigenlijke sloopwerk moeten voldoen aan de richtlijnen van de EEMUA 154 [56]. In overleg met het bevoegd gezag zullen grondmonsters (voldoende in vorm en aantal) moeten uitwijzen of de ondergrond eventueel vervuild is of niet. In het laatste geval dient de eigenaar de grond, na saneren, voldoende schoon volgens de door het bevoegd gezag aan te wijzen criteria op te leveren.

### 5.5.2 ‘Like-for-like’ vervangen van de opslagtank

Aangezien er verondersteld kan worden dat de oude gesloopte tank volgens een oudere revisie van richtlijnen en normen is gebouwd en opereert, kan men niet uitgaan van de regelgeving die gold voor de te vervangen opslagtank. De nieuwe opslagtank dient zowel v.w.b. de tank zelf als voor de aangesloten infrastructuur (wegen, bundcapaciteiten, brandveiligheid e.d.) te voldoen aan de revisie van richtlijnen en normen die geldig zijn ten tijde van de planning-, ontwerp- en bouwphase van de nieuwe tank die op dezelfde locatie gebouwd zal worden. Bij vervanging zonder wijzigingen van het fundament en van de functie van de tank (opslag identieke producten op identieke wijze), kan de nieuwe tank zonder vergunningswijziging en zonder bouwaanvraag geplaatst worden.

### 5.5.3 Niet ‘like-for-like’ vervangen van de opslagtank

Bij het niet ‘like-for-like’ vervangen van de opslagtank zal een bouwaanvraag ingediend moeten worden bij het bevoegd gezag. Alle installaties die op de locatie van de oude opslagtank worden gepland of gebouwd, inclusief een eventuele nieuwe opslagtank die een andere functie heeft dan de bestaande of waarin anderssoortige producten op- en overgeslagen worden, vallen onder een wijziging van de milieuvergunning van het bedrijf en ook zullen voor alle nieuwe installaties op dezelfde locatie bouwvergunningen moeten worden aangevraagd. Ook hier zal de grond, bij eventuele vervuiling, conform de eisen van het bevoegd gezag gesaneerd moeten worden voordat van bouw van nieuwe installaties of nieuwe opslagtanks sprake kan zijn.



# Bijlagen



# Inhoudsopgave bijlagen

Bijlage 1:	Overzicht brancheverenigingen in Nederland	273
Bijlage 2:	In Nederland werkende tankbouw-bedrijven, tankinstallateurs	274
Bijlage 3:	Checklist inspectie tanks	275
Bijlage 4:	Beoordelingsformulier: Implementatiewijze en methode van bepaling van, op basis van RBI-methodeken bepaalde, inspectie-intervallen voor opslagtanks.	284
Bijlage 5:	Theorie met betrekking tot steekproef-grootte voor aantal metingen per oppervlakte-eenheid of per lasnaad-lengte-eenheid.	288
Bijlage 6:	Overzicht gebruikte lasreductiefactoren per verschillende norm/standaard	294
Bijlage 7:	Inventarisatie van geldende normen en richtlijnen, uitsluitend betrekking hebbend op tankop- en overslag	295



# Bijlage 1:

## Overzicht brancheverenigingen in Nederland

### CTGG

#### Commissie Transport Gevaarlijke Goederen

Postbus 350

2700 AJ ZOETERMEER

### FETSA

#### Federation of European Tank Storage Associations

Chausée de Wavre 1519

Waverse Steenweg

B-1160 BRUSSEL

België

### NOVE

#### Nederlandse Organisatie voor de Energiebranche

Postbus 25078

3001 HB ROTTERDAM

### VOTOB

#### Vereniging van onafhandelijke tankopslagbedrijven

Vlietweg 16

Postbus 443

2260 AK LEIDSCHENDAM

## Bijlage 2:

### In Nederland werkende tankbouwbedrijven, tankinstallateurs

#### Arma Tankbouw

Nieuwland Parc 415  
2952 DE ALBLASSERDAM

#### Blohm & Voss Repair

Hermann-Blohm-Strasse 2  
P.O. Box 100526  
20004 HAMBURG  
Duitsland

#### Entrepose Contracting

Boterbosstraat 2  
2820 RYMENAM  
België

#### Fabricom GTI Major Projects BV

Apolloweg 15  
4782 SB MOERDIJK

#### Geldof Metaalconstructie NV

Broelstraat 20  
8530 HARELBEKE  
België

#### A. Hak Industrie B.V.

Industrieweg 16a  
2995 BE HEERJANSDAM

#### J.J. de Jonge Flowsystems B.V.

Kon. Wilhelminahaven ZZ 18  
Haven 648  
3134 KG VLAARDINGEN

#### Mercon Steel Structures

Postbus 254  
4200 AG GORINCHEM

#### Siemerink B.V.

Postbus 38  
4930 AA GEERTRUIDENBERG

#### Verwater Aannemingsbedrijf

Steenhouwerstraat 19  
3194 AG HOOGLIET  
Postbus 48  
3190 AA HOOGLIET

# Bijlage 3:

## Checklist inspectie tanks

### Doel

Handreiking voor de kernteams van inspecteurs om een of meerdere opslagtanks projectmatig te inspecteren als onderdeel van een Brzo-inspectie.

### Benodigde documentatie (aan te geven in de inspectieagenda)

- P&ID (Piping and Instrumentation Diagram);
- inspectierapporten van tank en appendages;
- incidentenoverzicht van de laatste 2 jaar in de betreffende area;
- relevante operatorprocedures;
- relevante noodprocedures;
- relevante scenario's met betrekking tot de tank of omgeving;
- layout repressieve voorzieningen (blussysteem);
- risicostudies;
- deel A van de aandachtspuntenlijst kan meegestuurd naar het bedrijf met de uitnodiging voor de audit.

### PGS29

Bij inspectie van verticale cilindrische opslagtanks voor bovengrondse opslag van brandbare vloeistoffen (K1, K2, K3 en verwarmd K4) moet deze aandachtspuntenlijst in samenhang worden gezien met de PGS 29. Hiermee wordt ook basiskennis van deze richtlijn verondersteld.

Daar waar mogelijk wordt in de lijst gerefereerd aan paragrafen en hoofdstukken uit de PGS 29. De lijst richt zich met name op de gebruiksfase en de onderhoudsfase uit de levenscyclus.

De PGS 29 is niet van toepassing op opslag van gassen, peroxiden en ammoniak. Voor deze laatste stoffen zijn aparte PGS'en vastgesteld.

De PGS 29 kan beschouwd worden als de stand der veiligheidstechniek en bevat daarnaast verwijzingen naar andere normen (API650, BS2654, NEN EN 14015-1 etc.).

### Toepassing aandachtspuntenlijst

Deel A van de aandachtspuntenlijst, de documentenbeoordeling, is in principe ontworpen voor de inspectie van één afzonderlijke opslagtank maar is ook toepasbaar op meerdere tanks en daarmee geschikt om op systeemniveau een inspectie van een tankopslag uit te voeren (top-downbenadering). Met name de beoordelingsgrondslagen 'gedocumenteerd' en 'geschikt' komen hierbij aan bod.

Deel B van de aandachtspuntenlijst, de visuele inspectie, is maatregelgericht (bottom-up) en geschikt om steekproefsgewijs een tank te inspecteren. Dit deel van de inspectie richt zich op de beoordelingsgrondslag 'geïmplementeerd'.

Waarnemingen op de thema's kunnen in de Werklijst waarnemingen (achterin deze bijlage) worden bijgehouden.

## Deel A: Documentenbeoordeling

Item	Aandachtspunten	PGS 29	VBS
Tankenpark/tanknummer(s)			
Inhoud tank(s) (m <sup>3</sup> )			
Inhoud tank (m <sup>3</sup> )			c, d
Afmetingen tank (hoogte x diam)			c, d
Leeftijd tank(s)			c, d
Type tank(s)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• staand/liggend;</li> <li>• boven-/ondergronds;</li> <li>• druktank/atmosferisch;</li> <li>• verwarmd/gekoeld;</li> <li>• vast dak/(intern) drijvend dak.</li> </ul>		
Ontwerpnorm tank(s)	Welke ontwerpnormen zijn toegepast?	1.2, 6.1	c, d, e
Naam opgeslagen stof(fen)			c, d
Eigenschappen opgeslagen stoffen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• soortelijke massa;</li> <li>• dampspanning;</li> <li>• stolpunt;</li> <li>• risico op polymerisatie;</li> <li>• WMS-classificatie;</li> <li>• kookpunt;</li> <li>• Vlampunt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• i.v.m. calibratie niveaumetingen;</li> <li>• kans op ontsteking damp;</li> <li>• dichtzitten van meetleidingen;</li> <li>• dichtzitten van meetleidingen en veiligheden;</li> <li>• inschatting risico's.</li> </ul>		c, d
Betreffend bedrijfsscenario	Relatie met de scenario's, koppeling met het noodplan.	9.3	c
Recente wijzigingen aan of rond de tank/MOC	Ook tijdelijke wijzigingen, ook procedureel. Risicostudies aanwezig?	12.1	e
Risicostudies	Beeld vormen van de toepassing van de tank in relatie tot de risico's. LOD's en effectiviteit. Welk type risicostudie, juistheid en volledigheid, opvolging actiepunten.		c

Item	Aandachtspunten	PGS 29	VBS
<p>Niveaumeting en overvulbeveiliging:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• type;</li> <li>• calibratie;</li> <li>• grenzen LAH en LAL;</li> <li>• type LAHH of LSHH;</li> <li>• grens LAHH of LSHH;</li> <li>• onafhankelijkheid LAHH of LSHH;</li> <li>• ingrijpen LSHH/overvulbeveiliging.</li> </ul> <p>LAH = Level Alarm High (hoog niveau alarm) LAL = Level Alarm Low (laag niveau alarm) LAHH = Level Alarm High High (hoog hoog niveau alarm) LSHH = Level Switch High High (hoog hoog niveau schakelaar)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (verschil) druk/radar/vlotter/capacitatief;</li> <li>• 100%-niveau versus hoogte tank, soort en massa;</li> <li>• in %;</li> <li>• (verschil) druk/radar/vlotter/capacitatief;</li> <li>• t.o.v. 100%-niveau;</li> <li>• interlock onafhankelijk;</li> <li>• waar grijpt het LSHH op in (pomp/klep)/de betrouwbaarheid van de overvulbeveiliging.</li> </ul>	6.3.6	c, d
<p>Voorzieningen aan de tank (instrumenteel):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• doormelden alarmen;</li> <li>• hoge/lage temperatuur;</li> <li>• hoge- en lage druk;</li> <li>• trillingen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• per alarm of als verzamelalarm;</li> <li>• bij verwarming of kans polymerisatie;</li> <li>• indien van toepassing;</li> <li>• bij aanwezigheid van roerwerk.</li> </ul>		c,d
<p>Voorzieningen aan de tank (mechanisch):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• breekplaat of veiligheden of combinatie;</li> <li>• drukopbouw tussen breekplaat en veiligheidsklep;</li> <li>• beluchting van de tank.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inblokbaar?</li> <li>• signalering op defecte breekplaat, losstaand van breekplaatdetectie.</li> </ul>	6.3.1, 6.3.2	c,d
<p>Aanwezigheid detectie</p>	<p>LEL (lower explosion limit) en andere detectoren. Drijvend dakafdichting (rimseal) branddetectie.</p>		f, d

Item	Aandachtspunten	PGS 29	VBS
Dampverwerking: <ul style="list-style-type: none"> <li>• vlamdoovers;</li> <li>• noritvaten/silicagel;</li> <li>• purge- en inertiseringsleidingen;</li> <li>• dampretourleidingen en dampverwerkingsinstallaties (VRU).</li> </ul> VRU = Vapour Recovery Unit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• veiligheidsstudies;</li> <li>• uiterlijke staat/laatste controle;</li> <li>• vervangingsdatum;</li> <li>• aangesloten boven LAHH in verband met vollopen leiding;</li> <li>• verlenging van ontluchtingen.</li> </ul>	7.1	c, d
Elektrische vereisten/statistische elektriciteit/ explosieveiligheid: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ex gebied (cf ATEX);</li> <li>• gevarencategorie-indeling (cf ATEX);</li> <li>• (door)aarding tanks/leidingwerk;</li> <li>• maatregelen tegen statische elektriciteit;</li> <li>• bliksemafleiders;</li> <li>• elektrische installatie (NEN1010/3140);</li> <li>• aarding;</li> <li>• rioleringen en drainage.</li> </ul>	Zie ook Module 7.2 <ul style="list-style-type: none"> <li>• zoneringstekening;</li> <li>• afhankelijk van geleidbaarheid van de stof noodzakelijk;</li> <li>• maximale pompsnelheid;</li> <li>• ook op omliggende hoge constructies;</li> <li>• aanwezigheid en testen;</li> <li>• watergevuld om explosiegevaar te voorkomen.</li> </ul>	4.5.2 4.5.3 4.5.1 4.5.2 4.4	c, d
Tankputten en dijken (secondary containment)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opvangcapaciteit tankput;</li> <li>• inspectie en onderhoud putdijken en bunds;</li> <li>• doorvoeringen putdijken en tankputten;</li> <li>• productpompen in tankputten;</li> <li>• leidingen en afsluiters in tankput.</li> </ul>	5.3 5.4.2 5.4.3 5.7 5.8	d, f
Aansluitingen naar andere systemen	Aangesloten op andere tanks/ crosscontaminatie	7.3.1	c, d
Brandveiligheid	Onderlinge afstanden. Domino-effecten.	4.3, IP code -deel 19	f, d
Repressieve voorzieningen	Aanwezigheid van brandblusvoorzieningen/nooddouches/oogspoelflessen/sprinklers. Capaciteit sprinklers/monitoren/schuimblussing/brandbluspomp.	H8, H10	f, d

Item	Aandachtspunten	PGS 29	VBS
Organisatorische maatregelen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• borging van en beleid inzake functioneren beveiligingen/ overbruggingen van beveiligingen;</li> <li>• procedure laad- en losproces/ noodstop;</li> <li>• borging ontvangen product package/voldoende capaciteit in tank;</li> <li>• toezicht op verladen en lossen in de controlekamer;</li> <li>• werkvergunningensysteem;</li> <li>• MOC-procedure;</li> <li>• procedure productwisselingen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 7.3.1</li> <li>• 7.3.1</li> <li>• 7.3.1</li> <li>• 11.1, 11.2</li> </ul>	b, c, d, e
Organisatie en personeel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• deskundigheid personeel (opleiding en training);</li> <li>• voldoende personeelsbezetting;</li> <li>• shift-handover (wachtoverdracht) communicatie (verbaal en schriftelijk).</li> </ul>	9.2	b
Procescondities tijdens inpompen ten opzichte van de opslagcondities	Bij afkoeling van het product kan een onderdruk in de tank ontstaan, kans op stolling. Pompcapaciteit versus ontluchting. Max. pompdruk.		c, d
Procedures bij productwisselingen	Relevante operator richtlijnen, risico's bij instrumentatie bij bijvoorbeeld andere soortelijke massa. Compatibiliteit van producten.		c, e
Toezicht	Door camera's, operatorrondes, vaste bezetting.		d

Item	Aandachtspunten	PGS 29	VBS
Periodiek onderhoud	<p>Hoe is periodiek onderhoud geregeld voor tank, leidingen en instrumentatie?</p> <p>Welke richtlijnen worden gevolgd (PGS, API, EMUAA)?</p> <p>Opleveren aan onderhoud door productie en aan productie na onderhoud.</p> <p>Te denken valt aan inspectie en onderhoud van:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in- en uitwendige inspectie van tank en toebehoren;</li> <li>• tankbodem, wand en dak;</li> <li>• tankterp (zettingen en scheefstand);</li> <li>• instrumentatie en beveiligingen;</li> <li>• seals;</li> <li>• druk-vacuumentielen, ventielen;</li> <li>• afsluiters;</li> <li>• trappen, bordessen;</li> <li>• aarding en bliksembeveiliging;</li> <li>• verwarmingsapparatuur;</li> <li>• productleidingsystemen;</li> <li>• repressieve voorzieningen;</li> <li>• laad- en losinstallaties en voorzieningen</li> </ul>	11.3/11.4	d
Regelmatig terugkerende onderhoudszaken	<p>Heeft men op deze tank voor bepaalde appendages meer onderhoud uitgevoerd?</p> <p>Komen bepaalde zaken vaak terug (verstoppingen)?</p>		d, g
Toezicht op de prestaties Incidenten in de afgelopen periode	Van belang zijnde incidenten in de betreffende area.	9.6a	g



## Deel B: Visuele inspectie

Item	Aandachtspunten	VBS
Tanknummer		
Naam opgeslagen stof GEVI-code		
Inhoud tank (m <sup>3</sup> )		
Afmetingen tank (hoogte x diameter)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• staand/liggend;</li> <li>• boven-/ondergronds;</li> <li>• druktank/atmosferisch;</li> <li>• verwarmd/gekoeld;</li> <li>• vast dak/(intern) drijvend dak.</li> </ul>	
Leeftijd tank		
Ontwerpnorm		
Signalering: <ul style="list-style-type: none"> <li>• V&amp;G-signalering</li> <li>• zonerings</li> <li>• aanduiding repressieve voorzieningen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• leidingmarkering/gevaarsaanduiding;</li> <li>• ex tekens;</li> <li>• zijn blussers/nooddouches/vluchtweegen goed gemarkeerd?</li> </ul>	c, f
Toestand van de leidingen	(Put)corrosie/isolatie belopen/toestand verfsysteem/vliegroest.	d, g
Toestand van leuning, bordessen en roostervloeren	Losliggende en beschadigde roosters, beschadigde leuning, kooiladders, safety bar boven kooiladder.	d
Algehele toestand van tankdijken of betonwanden	Niet gescheurd of verzakt. Bij beton de coating in orde, kiezels of wapening in het beton zichtbaar?	d, g
Stand van afsluiters of lenspompjes in de tankput	Behoren dicht te staan. Pompen alleen op de hand te starten.	d, g
Drainafsluiter van de floatingrooftank	Behoort dicht te staan.	d, g
Aarding	Tanks/leidingen/constructie.	c, d
Bliksembeveiliging	Aanwezig.	c,d
Toestand van motoren en appendages: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ex status;</li> <li>• corrosie;</li> <li>• bekabeling;</li> <li>• tagnummers.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschadiging van kabels. Kabels in leidinggoten;</li> <li>• tagnummers aanwezig op kabels/instrumentatie;</li> <li>• explosievastheid van instrumentatie;</li> <li>• schakelkasten afgesloten.</li> </ul>	d, g
Toestand van ARBO-voorzieningen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• nooddouche;</li> <li>• oogspoelflessen;</li> <li>• vluchtmaskers/ademlucht.</li> </ul>	Aanwezig/algehele uiterlijke toestand/gebruiksgereed/houdbaarheidsdatum.	d, g

Item	Aandachtspunten	VBS
Toestand van repressieve voorzieningen: • handblussers; • sprinklers; • monitoren; • inertiseringssystemen; • schuimblusvoorzieningen rimfire; • handmelders.	Toestand van repressieve voorzieningen: • handblussers; • sprinklers; • monitoren; • inertiseringssystemen; • schuimblusvoorzieningen rimfire; • handmelders.	d, g
Bereikbaarheid van repressieve voorzieningen	Zowel toegankelijkheid voor operations als voor (externe) hulpdiensten.	d, g
Aanwezigheid en toestand van LELof andere detectoren.	Aanwezig/waar geplaatst/uiterlijke toestand/niet ingebouwd. Ook voor rimfiredetectie.	c, d
<b>Goed vakmanschap:</b>		
Drains afgeblind (bouten vast, pakking)	Drains dienen afgedopt of afgeblind te zijn, met het juiste aantal bouten en pakkingen.	d, g
Flenzen voorzien van alle bouten (en vastgezet)	Alle boutgaten dienen benut te worden. Bouten mogen niet 'handvast' zitten.	d, g
Aanwezigheid van slangen en aansluitingen voor slangen	Losse slangen wijzen op 'niet standaard' procescondities.	d, g
Open mangaten	Wijzen op (proces) storingen rondom de tanks.	d, g
Vreemde voorwerpen	Bezemstelen, hamers, stukken hout, keggen, tie-raps wijzen op niet normale procesomstandigheden en/of gemakszucht. Algehele indruk, loszwerende pallets, drums, afval. Vloeren schoon, niet gescheurd.	d, g
Housekeeping	Algehele indruk, loszwerende pallets, drums, afval.	g, d
<b>Controlekamer:</b>		
(Veilig)werkvergunningen voor werkzaamheden bij de betreffende tank	Ook vergunningen van de afgelopen weken. TRA's/volledig ingevuld.	c, d, g
Interview operator	Dagelijkse werkzaamheden, knelpunten, problemen in de area, wachtoverdracht. Laad- en losprocedures. Plaatsing noodstop.	d
Interview paneloperator	Hoe komen alarmen binnen, hoe moet je reageren? Werkdruk, aantal processen tegelijkertijd. Wachtboek inzien. Bevoegdheden met betrekking tot wijzigen setpoints.	b, d, g
Aantal alarmen per wacht	Veel alarmen, tijd om er op te reageren. Onterechte alarmen. Steeds terugkerende alarmen.	g

## Werklijst waarnemingen

Bedrijf		Inspecteur(s):	
Datum:		Gesprekspartners:	
Tijd:			

	Waarneming/bevinding	Opmerkingen
Tanknummer		
Naam opgeslagen stof GEVI-code		
Inhoud tank (m <sup>3</sup> )		
Afmetingen tank (hoogte x diam)		
Type tank		
Leeftijd tank		

Activiteit De items uit de aandachtspuntenlijst	Waarneming/bevinding	Opmerkingen

## Bijlage 4:

### Beoordelingsformulier: Implementatiewijze en methode van bepaling van, op basis van RBI-methodieken bepaalde, inspectie-intervallen voor opslagtanks.

Conform de PGS 29 [1], voorschrift 248, kunnen inspectie-intervallen van onderdelen van een opslagtank bepaald worden op basis van:

- tussen de eigenaar en het bevoegd gezag overeengekomen maximale inspectie-intervallen;
- de tabel zoals opgenomen in appendix B-3 van de EEMUA 159 [2];
- de PPM-methodiek overeenkomstig de EEMUA 159 [2];
- een eigen ontwikkelde methodiek van de eigenaar die de goedkeur behoeft van het bevoegd gezag.

Indien de inspectie-intervallen bepaald worden op basis van (i) de in EEMUA 159 [2] in bijlage 7 en Appendix E beschreven “Probabilistic Preventive Maintenance” methodiek of (ii) een door de eigenaar zelf ontwikkelde RBI-methodiek, dan heeft het bevoegd gezag de taak deze systematiek te beoordelen en te voorzien van een toestemming voor gebruik. Het bevoegd gezag moet dan, naast een technische beoordeling van de rekenroutines van het RBI-systeem en de gegevens van de tank(s) die gebruikt worden in het RBI-systeem, de volgende minimale “organieke” keuringseisen aan de gebruiker van het systeem overleggen:

1. Het RBI-systeem moet deel uitmaken van het totale veiligheids- en kwaliteitswaarborgsysteem dat binnen de organisatie van de eigenaar is geïmplementeerd. De directie of plantmanager meldt de implementatie van het RBI-systeem in de beleidsvisie van het bedrijf en implementeert dit binnen het totale veiligheids- en kwaliteitswaarborgsysteem van het bedrijf. Een kopie van de beleidsvisie dient overlegd te worden aan het bevoegd gezag.
2. De functionaris die verantwoordelijk is gesteld voor de uitvoering van het RBI-systeem is een staffunctionaris die rechtstreeks aan de directie of plantmanager rapporteert. Deze persoon heeft de bevoegdheid en autorisatie de laad- en losactiviteiten te staken in de betreffende tanks indien de maximale berekende inspectie-intervallen zijn overschreden. Een kopie van de functiebeschrijving, die de bevoegdheden en autorisaties specificeert dient overlegd te worden aan het bevoegd gezag.
3. De functionaris, zoals beschreven in artikel 2 hierboven, is de enige persoon die toegang heeft tot de rekenroutines van het computerprogramma waarmee de, op basis van de gekozen RBI-methodiek, de inspectie-intervallen worden berekend. Alleen de cellen van het computerprogramma waarin tankgegevens moeten worden ingevuld zijn toegankelijk voor andere (bedrijfs)medewerkers en/of tankengineers. Zij hebben geen toegang tot de rekenroutines en zij hebben ook geen toegang tot de beschermcode(s) van die rekenroutines. De auditeur die de implementatie en de uitvoering van het RBI-systeem beoordeelt zal moeten dit controleren en vastleggen.
4. Het RBI-systeem vraagt een multidisciplinaire aanpak en (bedrijfs)vertegenwoordigers met civiele- en tanktechnische kennis en ervaring zowel als engineers die de instrumentatie- en brandbeveiligingsmiddelen testen en beoordelen hebben invloed op de uiteindelijke bepaling van de rekenroutines. Een organisatieschema van de RBI-werkgroep dient overlegd te worden aan het bevoegd gezag. Dit organisatieschema dient de competenties en de opleidingsniveaus van de betreffende functionarissen weer te geven. De leden van de multidisciplinaire RBI-werkgroep kunnen ook ingeleenden zijn, mits dit in het organisatieschema is opgenomen. De functionaris, zoals bedoeld onder artikel 2 hierboven, dient echter een eigen personeelslid te zijn, gelet op de verantwoordelijkheden en taken.
5. De te implementeren RBI-methodiek dient door de directie goedgekeurd en getekend te zijn en (een kopie van) de verklaring van goedkeuring van de directie dient aan het bevoegd gezag overlegd te worden.

6. De functionaris, zoals bedoeld onder artikel 2 hierboven, mag wijzigingen in het RBI-systeem voorstellen aan de directie. De implementatie van wijzigen kan alleen na goedkeuring van de directie. Van de verhandeling tussen de functionaris en de directie worden notulen gehouden. Deze notulen, of kopieën daarvan, dienen aan het bevoegd gezag overlegd te worden.
7. Het uiteindelijk geïmplementeerde RBI-systeem kent een serie- en/of revisienummer. Dit unieke nummer dient zichtbaar te zijn op iedere bladzijde van het document dat de handleiding en de achtergrondgegevens van het RBI-systeem beschrijft. De technische uitvoer en de berekende inspectie-intervallen zullen ook verwijzen naar dit unieke nummer. Het serie- en/of revisienummer dient aan het bevoegd gezag getoond te worden, die dat vastlegt in het goedkeuringsdocument.
8. De beheersing van het document dat de handleiding en de achtergronden van het RBI-systeem beschrijft dient opgenomen te zijn in de artikelen van het kwaliteitshandboek van het bedrijf, gestoeld op de ISO 9000 norm, of gelijkwaardig, waarin beheersing van documenten aan de orde wordt gesteld. Onder beheersing wordt verstaan dat gewaarborgd wordt dat gebruikers alleen werken met de laatste revisie van dat document en dat alle oudere revisies zijn vernietigd of niet meer toegankelijk zijn voor gebruikers. Indien dit beschreven is in een aparte procedure, dan dient die procedure toegevoegd te worden aan het kwaliteitshandboek. Een verklaring van de directie dat het bovenstaande is opgenomen in het kwaliteitshandboek van het bedrijf dient aan het bevoegd gezag te worden overlegd.
9. Het bevoegd gezag kan aanvullende eisen stellen aan het RBI-systeem. Deze eisen kunnen eerst overlegd worden na een inventarisatie van de rekenroutines ter bepaling van de inspectie-intervallen, de tankgegevens die voor invoer gebruikt worden en de componenten van de opslagtank(s) die binnen het RBI-systeem vallen. Onderdelen van tanks, waarvan de inspectie-intervallen bepaald worden op basis van een andere methodiek dan het betreffende RBI-systeem waarvoor goedkeuring wordt gevraagd, moeten in het document, dat de handleiding van het systeem en dat de achtergrondgegevens van de gebruikte theorie beschrijft, opgenomen te zijn.

*Toelichting: De PPM-methodiek zoals beschreven in bijlage 7 en Appendix E van de EEMUA 159 [2] geeft slechts voorbeelden van rekenroutines, uitgewerkt voor de bodem, de wand en het dak van opslagtanks. De bodem van een opslagtank zal uit meer onderdelen bestaan bv. hoeklassen van de wand/bodemverbinding, de sump, onderlinge lasnaden van de verschillende bodemplaten, ondersteuningsconstructies van inwendige piping, dubbelingsplaten onder landingspoten van interne of externe drijvende daken e.d.). Bij wanden en daken van opslagtanks kan gedacht worden aan nozzles, versterkingsplaten van nozzles, ondersteuningsconstructies van de dakplaten en/of van (zware) daknozzles e.d. Indien deze onderdelen niet opgenomen zijn in het te keuren RBI-systeem, dan moet de gebruiker aangeven hoe hij van die onderdelen de inspectie-interval bepaalt.*

10. De technische data van tanks, de hoeveelheid metingen (over de levensduur van de opslagtank) en de omvang van metingen aan een onderdeel van die opslagtank die gebruikt worden voor de bepaling van de inspectie-intervallen, moeten voldoen aan de beschrijving van de EEMUA 159 [2]. Bij twijfel omtrent de geschiktheid van de gebruikte gegevens beslist het bevoegd gezag. De gebruiker dient de gegevens dan aan te passen aan de, door het bevoegd gezag gestelde, eisen, voordat het bevoegd gezag toestemming geeft voor het gebruik van het beoogde RBI-systeem.

Referenties:

- [1] Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen 29: "Richtlijn voor bovengrondse opslag van brandbare vloeistoffen in verticale cilindrische tanks", uitgegeven door het ministerie van VROM.
- [2] EEMUA publication No.159, "User's guide to the inspection, maintenance and repair of aboveground vertical cylindrical steel storage tanks", volumes 1 and 2, Third edition: 2003, incorporating Corrigenda and Amendment No. 1: 2004 and Corrigenda and Amendment No. 2: 2005.

## Lijst van checkpunten voor toestemmingsverklaring gebruik van een RBI-systeem voor bepaling inspectie-intervallen voor opslagtanks of onderdelen daarvan

Voorschrift Nummer	Verkorte omschrijving van keuringseis	Voldaan
1a	In de beleidsvisie voor waarborging van veiligheid en kwaliteit van de bedrijfsprocessen is de implementatie van het RBI-systeem opgenomen.	ja nee
1b	Kopie van beleidsvisie is overlegd aan bevoegd gezag.	ja nee
2a	De functionaris belast met RBI-implementatie en verwerking rapporteert rechtstreeks aan de directie	ja nee
2b	Deze persoon heeft autorisatie de laad- en losprocessen voor de tanks te staken.	ja nee
2c	Deze autorisatie is opgenomen in de functieomschrijving van de functionaris.	ja nee
2d	Een kopie van de functieomschrijving is getoond aan het bevoegd gezag.	ja nee
3a	De rekenroutines ter bepaling van inspectie-intervallen zijn alleen toegankelijk voor de persoon bedoeld in voorschrift 2a en andere gebruikers is toegang tot deze rekenroutines onmogelijk gemaakt.	ja nee
3b	De wijze waarop de rekenroutines zijn beschermd is getoond aan de auditeur van het bevoegd gezag en de auditeur verklaart zich daarmee akkoord.	ja nee
4a	Het organigram van de RBI-werkgroep binnen het bedrijf kent een multifunctionele samenstelling.	ja nee
4b	Het organigram toont de competenties en de opleidingsniveaus van de verschillende leden van de RBI-werkgroep.	ja nee
4c	De persoon bedoeld in voorschrift 2a is een eigen medewerker van het bedrijf dat het RBI-systeem implementeert en daarmee werkt.	ja nee
5a	De directie van het bedrijf heeft een verklaring ondertekend waarin opgenomen is dat de, te implementeren, RBI-methodiek goedgekeurd is door hem.	ja nee
5b	Deze verklaring is aan het bevoegd gezag getoond.	ja nee
6a	Er worden notulen gehouden van verhandelingen tussen de directie en de persoon bedoeld onder voorschrift 2a, waarin wijzigingen aan het RBI-systeem worden voorgesteld en bekrachtigd.	ja nee
6b	Kopieën van die notulen, getekend door de directie, zijn getoond aan het bevoegd gezag.	ja nee
7a	Het te gebruiken RBI-systeem kent een uniek serie- en/of revisienummer dat op alle bladen van de handleiding en van de technische uitvoer waarin de inspectie-intervallen zijn berekend wordt getoond.	ja nee

Voorschrift Nummer	Verkorte omschrijving van keuringseis	Voldaan
7b	Het unieke serie- en/of revisienummer is bekend bij het bevoegd gezag	ja nee serie- en/of revisie nummer:
8a	De procedure van beheersing van het document waarin de handleiding tot het gebruik van het RBI-systeem is beschreven en dat de technische achtergronden bevat van de rekenwijze waarop inspectie-intervallen worden berekend is opgenomen in het kwaliteitshandboek van het bedrijf.	ja nee
8b	De directieverklaring dat deze procedure van beheersing is opgenomen in het kwaliteitshandboek van het bedrijf is getoond aan het bevoegd gezag.	ja nee
9a	Het beoogde RBI-systeem berekent inspectie-intervallen voor de meest voorkomende tankonderdelen en een lijst van onderdelen die NIET opgenomen zijn binnen dat systeem is aan het bevoegd gezag overhandigd.	ja nee
9b	Van de onderdelen die geen deel uitmaken van het RBI-systeem zijn de bepalingen van de inspectie-intervallen bekend en overeengekomen met het bevoegd gezag.	ja nee
10a	Het bevoegd gezag heeft de technische data van de opslagtank(s), de meetgegevens van degradatievoortgang en de omvang van de inspecties beoordeeld en de tankdossiers geschikt verklaard voor gebruik binnen het RBI-systeem.	ja nee
10b	Indien afwijkingen ten opzichte van de eisen van de EEMUA 159 [2] zijn geconstateerd dan zijn die afwijkingen schriftelijk overlegd aan het bedrijf dat het RBI-systeem wil implementeren, gebruikt of wil gebruiken.	ja nee
10c	De verklaring, zoals bedoeld in voorschrift 10a, is afgegeven aan het bedrijf dat het RBI-systeem wil implementeren, gebruikt of wil gebruiken.	ja nee

## Bijlage 5:

Theorie met betrekking tot steekproefgrootte voor aantal metingen per oppervlakte-eenheid of per lasnaadlengte-eenheid.

### 1 Inleiding

In onderstaande hoofdstukken is de theorie met betrekking tot de steekproefgrootte beschreven, die toegepast kan worden ter bepaling van:

- Hoeveelheid lasonderzoek aan bestaande lassen van identieke
- Tankonderdelen.
- Aantal onderdelen waaraan NDO onderzoek plaats moet vinden.
- Hoeveelheid destructief onderzoek naar materiaaleigenschappen van
- tankonderdelen waarvan die eigenschappen niet bekend zijn.

### 2 Literatuuronderzoek met betrekking tot steekproefgrootte

Er is een literatuuronderzoek uitgevoerd om te bepalen welke theorie van toepassing kan zijn op het bepalen van een juiste steekproefgrootte die representatief kan zijn voor de totale aantallen lasmeters in tanks die gebouwd zijn in de vorige eeuw. Naast raadpleging van beschikbare literatuur zijn ook internetsites bezocht waarop informatie omtrent steekproefgroottes e.d. beschikbaar is. De referentielijst van hoofdstuk 4 geeft weer welke boeken, dictaten en websites geraadpleegd zijn.

### 3 Algemene theorie met betrekking tot steekproefgrootte

#### 3.1 Inleiding

Bij het bepalen van een steekproefgrootte moet ook een opgave gedaan worden van de betrouwbaarheid die geëist wordt en wat de grootte van de nauwkeurigheidsmarge mag zijn van de meting. Immers een 100% betrouwbaarheid en een 100% nauwkeurigheid kunnen alleen gerealiseerd worden als de totale hoeveelheid waarop het onderzoek betrekking heeft wordt onderzocht. En dat beogen we met een representatieve steekproef nu juist te voorkomen. Hoewel er nauwelijks verschil lijkt tussen de twee begrippen betrouwbaarheid en nauwkeurigheid geeft onderstaand voorbeeld aan dat er wel degelijk verschil is:

1. Een betrouwbare uitspraak, die onnauwkeurig is: 'Morgen wordt het tussen de 10 °C en 30 °C'.
2. Een nauwkeurige uitspraak, die niet erg betrouwbaar is: 'Morgen wordt het 15 °C'.



Een algemene stelregel, die geldt bij onderzoeken met een steekproefgrootte, is de eerste regel van de logica:

*Doe niet meer als met minder hetzelfde (of beter) resultaat kan worden verkregen.*

Maar om dat te bewerkstelligen dient men eerst vast te stellen wat het gewenste betrouwbaarheidsniveau moet zijn van het uit te voeren onderzoek. De verschillende theorieën met betrekking tot steekproefgrootte e.d. [9] t/m [17] noemen daarvoor wel een 10-tal definities die allemaal van toepassing zijn op het begrip betrouwbaarheid:

1. **Betrouwbaarheid = Reproducibility:** Een test geeft bij herhaling dezelfde uitkomst. Om dit te verifiëren doet men vaak een test-hertestonderzoek.
2. **Betrouwbaarheid = Probability:** Kans dat een gemeten resultaat overeenkomt met een te vergelijken situatie. Dit moet worden geformuleerd in de NULhypothese. Er is een statistische toets nodig om te bepalen of deze NULhypothese al of niet geaccepteerd moet worden. Men relateert dan een verkregen steekproefgemiddelde aan een bestaand gemiddelde uit een gedefinieerde populatie of aan gegevens uit een ander onderzoek. Deze vorm van betrouwbaarheid is een **schatter voor een bepaald interval** en kan worden vastgesteld in een kans percentage (**Betrouwbaar Gebied, Confidence Interval percentage (CI%)**). Het gaat hierbij eigenlijk om de onzekerheid op de mate van betrouwbaarheid zo veel mogelijk te verkleinen. Dat kan worden bereikt met een solide steekproefselectie en de keuze van de juiste statistische toets. Valt een toetsresultaat BUITEN dit betrouwbare gebied, dan spreekt men van statistisch significant (verschil van de NULhypothese).
3. **Betrouwbaarheid = Conditional Probability.** Het gaat hier om het begrip waarschijnlijkheid of mathematische kans.
  - 3.a. **a-priori probability**, dat wil zeggen de kans op succes, uitgaande van een vast aantal keuzemogelijkheden. Vergelijk een dobbelsteen, dit is de kans waarmee een bepaalde gebeurtenis plaatsvindt.
  - 3.b. **a-posteriori probability**, dat wil zeggen de kans op succes van een bepaalde gebeurtenis, indien bekend is dat aan bepaalde voorwaarden is voldaan.

Bij 3.a en 3.b kan men dan nog verder gaan door experimenten te doen met ‘teruglegging’, dat wil zeggen het object in kwestie wordt al of niet teruggeplaatst in de populatie waaruit de steekproef (monster) wordt getrokken.
- 3.c. **Mathematical probability:** de kans op een gebeurtenis is te berekenen door de breuk:  $w / M$ , waarbij:
  - $w$  = aantal gevallen (frequentie) waarmee het verschijnsel optreedt;
  - $M$  = de som van het totaal aantal gelijke mogelijkheden in de verzameling. De breuk  $w / M$  wordt ook wel genoemd de relatieve frequentie.
4. **Betrouwbaarheid = Precision.** Hiermee geeft men aan het interval, waarbinnen een meting of een gemiddelde van een reeks metingen ligt of moet liggen. Men heeft hier dus altijd te maken met een schattingsgebied. De grootte van dit interval wordt vooraf beïnvloed door de aanwezigheid van zogenaamde ‘random errors’ (toevallige meetfouten). Door de omvang van een onderzoek (steekproef) te vergroten, verkleint men de ‘random error’ en begroot men de precisie. Dit kan ook worden bereikt door een verbeterde definitie van de onderzoekspopulatie en door gebruik te maken van een gestratificeerde steekproef (zie 9).

5. Betrouwbaarheid = **Accuracy**. Hiermee wordt bedoeld de nauwkeurigheid van de meting. Verscheidene metingen op eenzelfde object met hetzelfde (geijkte) meetinstrument behoren te leiden tot eenzelfde uitkomst. Hierbij moet men dan alle metingen in hetzelfde aantal decimalen weergeven. Extra decimalen vallen immers weg, als men de uitkomsten middelt.
6. Betrouwbaarheid = **Reliability** (Validity, Consistency). Hierbij probeert men de validiteit van een meetinstrument te bepalen. Bijvoorbeeld de vragenlijst van een enquête, de items van de multiple choice toets. Men wil dan weten: wordt er gemeten wat de bedoeling is? Is het meetresultaat consistent (geeft het bij herhaling hetzelfde resultaat met een andere steekproef)? Is de meting onafhankelijk van tijd en plaats? Hierbij is dus van groot belang de verhouding tussen de gemeten scores en de werkelijke scores uit het te onderzoeken domein.
7. Betrouwbaarheid = **Representability**. Hierbij wil men vaststellen in hoeverre een bepaaldsteekproef, na selectie, de situatie weergeeft, zoals in een goed omschreven populatie. Dit behoort tot de methodologische procedure van een onderzoeksopzet. Men kijkt dan vervolgens in hoeverre het RESULTAAT van de steekproef representatief is. Een representatieve steekproef weerspiegelt een evenredige vertegenwoordiging en is niet a-select.
8. Betrouwbaarheid = **Inter (intra-) beoordelaarbetrouwbaarheid**. Hoe goed kan men zich verlaten op de beoordeling van één of meerdere onderzoekers bij een bepaalde testsituatie. Deze situatie wordt veel gebruikt in de medische diagnostiek.
9. Betrouwbaarheid = **Sampling precision**. Bij het trekken van een 'random steekproef' – zie hierna – is de kans op afwijkingen of meetfouten (dat wil zeggen 'random errors') en dus het verkrijgen van een minder precies resultaat van schatters (bijvoorbeeld gemiddelde of standaard afwijking) vrij groot. Dit kan worden gereduceerd (dat wil zeggen het precisie-interval kan worden vernauwd) door een gestratificeerde steekproef uit te voeren. Bij een gestratificeerde steekproef worden in de strata bovendien reeds kenmerken als criteria opgenomen, zodat men dan kan volstaan met een geringere steekproefomvang om dezelfde mate van 'betrouwbaarheid' te verkrijgen. Hiermee wordt tevens de representativiteit van de steekproef (dat wil zeggen het resultaat) vergroot.
10. Betrouwbaarheid = **Conclusivity**. Hiermee geeft men aan de mate van de doorslaggevendheid, waarmee een (eind)conclusie naar aanleiding van een steekproefresultaat mag worden getrokken. Hierbij worden betrokken motivatie voor de steekproeftrekking (de methode), de mate van representativiteit, de keuze voor de statistische benadering en de verwerking en de visuele weergave van het resultaat in tabellen en grafieken.

### 3.3 Betrouwbare gebied CI %, en de $\alpha$ -waarde

De potentiële invloed van 'random errors' op een bepaalde gemiddelde waarde kan rekenkundig worden vastgelegd met een foutenanalyse. Daar bij een zeer groot aantal waarnemingen het aantal meetfouten groter dan de werkelijke score en het aantal kleiner dan de werkelijke score de neiging hebben even veel op te treden, ontstaat bij grafische uitzetting van de verzamelde scores een symmetrische verdeling. Dit noemt men ook wel de populatieruimte. Dat gedeelte van de curve waarvan men wenst dat het nog behoort tot het (ideale) gemiddelde, noemt men het betrouwbare gebied CI (Confidence Interval). Het is dus altijd een interval. In veel onderzoeken hanteert men als regel een intervalgrens die maximaal 95% van deze curve afsnijdt of omvat. Het restant noemt men het onzekerheidsgebied, significantiegebied of  $\alpha$  ( $\alpha = 100\% - CI\%$ ).  $\alpha$  is dus het kritische of grensoverschrijdende significantie gebied. De waarde van  $\alpha$  is arbitrair en hangt af van de steekproefomvang. Kiest men voor  $\alpha$  5% of 0,05, dan geldt een maximale betrouwbaarheid van 95% (CI=95% of 0,95).

De som van het betrouwbaarheidsinterval (CI, Confidence Interval) plus het gebied  $\alpha$  omvat de totale populatieruimte en is dus altijd 100%. Deze ruimte is een uitputtende lijst van alle mogelijke uitkomsten, die behoren tot de populatie. Ook bestaat er natuurlijk een steekproefruimte. Indien het resultaat van de steekproef (bijvoorbeeld het gemiddelde) terecht komt in het gebied  $\alpha$ , dan is het verschil tussen het steekproefgemiddelde en het populatiegemiddelde zo groot, dat men spreekt van overschrijdend. Of wel: 'De kritische grens is overschreden'.

Om nu de betrouwbaarheid in formulevorm uit te kunnen drukken moeten er meer variabelen onderzocht worden. De afwijking die een steekproefgemiddelde kan hebben ten opzichte van een populatiegemiddelde wordt een standaardfout genoemd ( $S_x$ ). Deze wordt berekend door de standaardafwijking ( $s$ ) van de populatie te delen door de wortel van het aantal waarnemingen ( $n$ ) in de steekproef. In formule is dit:

$$S_x = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

De standaardfout geeft aan hoe goed de steekproef is. Hoe groter de standaardfout, hoe groter de kans dat het steekproefgemiddelde afwijkt van het populatiegemiddelde ( $\mu$ ). De standaardfout wordt gebruikt bij de berekening van het betrouwbaarheidsinterval (CI). Gebruikmakend van de eigenschappen van de normale verdeling geldt dat het steekproefgemiddelde ligt in het interval, dat aan weerszijden wordt begrensd door het populatiegemiddelde ( $\mu$ ) plus (rechts) of min (links)  $z$  maal de standaardfout. In formulevorm is dit:

$$\mu - z * S_x \leq X \leq \mu + z * S_x \quad (2)$$

Bij elke waarde van  $z$  hoort een betrouwbaarheidsniveau. De breedte van het interval wordt dus mede bepaald door de betrouwbaarheid, waarmee men een uitspraak wil doen over c.q. een conclusie wil trekken uit een steekproef.

### 3.4 Nauwkeurigheid van een steekproef

In hoofdstuk 3.1.1 is beschreven, dat betrouwbaarheid niet de enige afhankelijke is die het slagen van een steekproef bepaalt. Ook de nauwkeurigheid is een bepalende factor daarvoor. Als men naar de nauwkeurigheidsmarge wil kijken dan wordt gevraagd naar de maximale afwijking (meestal 5% of 10%) die aanvaardbaar wordt geacht ten opzichte van het populatiegemiddelde. Met andere woorden: hoever mag het populatiegemiddelde afwijken van het steekproefgemiddelde?

De nauwkeurigheidsmarge, waarin het steekproefgemiddelde zich hoort te bevinden, wordt bepaald door de 'maximale fout', uitgedrukt als percentage ( $\varepsilon$ ) van het populatiegemiddelde ( $\mu$ ).

In formulevorm wordt dit:

$$X = \mu \pm \varepsilon * \mu \quad (3)$$

### 3.5 Formule voor bepaling van een steekproefgrootte

Er bestaan veel formules voor het bepalen van de steekproefomvang, al naar gelang men iets weet van de eigenschappen van de populatie en de bekendheid van de parameters in die populatie, zoals onderlinge verhouding van de elementen, het populatiegemiddelde, de populatiestandaarddeviatie, de populatiegrootte en zo meer. Uit de voorgaande hoofdstukken kan nu afgeleid worden, dat er twee (2) maten voor de kwaliteit van een steekproef gelden: de betrouwbaarheid en de nauwkeurigheid. Deze hangen met elkaar samen:

Uit formule (2) kan herleid worden, dat de betrouwbaarheidsfout zich bevindt in het interval:

$$\left| X - \mu \right| = z * S_x \quad (4) \text{ (betrouwbaarheid)}$$

Terwijl uit formule (3) herleid kan worden, dat de nauwkeurighedsfout zich bevindt in het interval:

$$\left| X - \mu \right| = \varepsilon * \mu \quad (5) \text{ (nauwkeurigheid)}$$

Samengevoegd geeft dit de formule:

$$z * S_x = \varepsilon * \mu \quad (6)$$

Indien bij een steekproef van te voren de nauwkeurigheid- en betrouwbaarheidsmarges worden vastgesteld dan kan de daarbij behorende steekproefomvang worden bepaald aan de hand van de substitutie van de formule (1) in (6):

$$z * \frac{S}{\sqrt{n}} = \varepsilon * \mu \quad (7)$$

Bij uitwerking geeft dit de formule voor de steekproefomvang:

$$z * \frac{z^2}{\varepsilon^2} * \left( \frac{S}{\mu} \right)^2 \quad (8)$$

In het algemeen past men bij steekproeven een  $\alpha$ -waarde toe van 5%. Het betrouwbaarheidsinterval wordt daarmee: CI = 100% - 5% = 95%. Bij deze CI-waarde hoort een z-waarde van 1,96. Indien de conclusie een betrouwbaarheidsniveau mag hebben van CI = 90% dan wordt de z-waarde 1,645. Voor een berekening op 99% niveau (een betrouwbaarheidsinterval van 99%) wordt de z-waarde 2,575.

Voor de nauwkeurigheidsmarge wordt meestal eveneens een waarde van 5% ( $\alpha = 0,05$ ) toegepast.

Bij invulling van deze waarden in de formule (8) wordt deze:

$$n \geq \frac{1,96^2}{0,05^2} * \left( \frac{S}{\mu} \right)^2 =$$
$$n \geq 1536,64 * \left( \frac{S}{\mu} \right)^2 \quad (9)$$

De theorie met betrekking tot de standaardafwijking en het populatiegemiddelde geeft weer dat het quotiënt hiervan altijd kleiner is dan 1. Immers, de standaardafwijking moet altijd kleiner zijn dan het populatiegemiddelde. Als het quotiënt kleiner dan 1 is, dan betekent dit dat de grootte van de steekproef altijd kleiner zal zijn dan  $n = 1536,64$ . Op basis van deze theorie zal dan bekend worden wat de steekproefgrootte van het aantal te onderzoeken onderdelen of lassen in de tanks zal zijn.

### 3.6

### Correctie steekproefgrootte in verband met eindige populatie

Indien de steekproefgrootte deel uitmaakt van de totale populatie waarop het onderzoek van toepassing is en onder de voorwaarde dat de steekproefomvang ( $n$ ) tenminste 10% of meer bedraagt van de populatiegrootte ( $N$ ), dan mag er een correctiefactor toegepast worden op de steekproefgrootte volgens onderstaande formule:

$$\text{Correctiefactor} = \frac{N}{n + (N-1)} \quad (10)$$

Daarmee wordt de minimale steekproefgrootte van een onderzoek, mits de onderdelen (of lassen) deel uitmaken van de totale populatie en onder voorwaarde dat de steekproefomvang groter is dan 10% van de populatiegrootte ( $N$ ):

$$n_{\text{gecorrigeerd}} \geq n * \frac{N}{n + (N-1)} = 1536,64 * \frac{N}{1536,64 + (N-1)} = \quad (11)$$

## 4

## Referenties

- [1] Dubbel, Taschenbuch für den Maschinenbau, Auflage 15, Springer Verlag (ISBN 3-540-12418-7), Sektion A, Abteilung 9, Mathematik, Auswertungen von Beobachtungen und Messungen.
- [2] Hogeschool voor Rotterdam en Omstreken, Collegedictaat 'Toegepaste statistiek', delen 1, 2 & 3, uitgave 1985.
- [3] Statistiek voor historici, Steekproefsgewijze analyse en Voortgezette statistiek voor historici, Steekproeven en statistische toetsen, [www.let.leidenuniv.nl](http://www.let.leidenuniv.nl).
- [4] Berekeningen van steekproefmarges en –grootte, [www.nipo.nl](http://www.nipo.nl).
- [5] De steekproefgrootte voor betrouwbaarheidsintervallen van percentages, [www.hro.nl](http://www.hro.nl).
- [6] Hoe bereken je steekproefgrootte (vooraf) en (on)nauwkeurigheid (achteraf), [www.wisfaq.nl](http://www.wisfaq.nl).
- [7] Statistics & Methods, Bereken de grootte van een steekproef uit bekende proporties van kenmerken, zoals deze in de populatie aanwezig zijn, [www.euronet.nl](http://www.euronet.nl).
- [8] A new view on statistics, Correctie op de standaardafwijking, de minimum steekproefomvang en tabellen sample size, [www.euronet.nl](http://www.euronet.nl).
- [9] Methodologie, meetfouten & steekproeven, Algemene methodologie (Keuze van statistische test, testgroepen, [www.euronet.nl](http://www.euronet.nl)).

## Bijlage 6:

### Overzicht gebruikte lasreductiefactoren per verschillende norm/standaard




#### Uittreksel uit API 653 [5]

**Table 4-2** Joint efficiencies for welded joints

Standard	Edition	Type of joint	Joint efficiency	Applicable limits
API 650	7th and later	Butt	1,00	Basic standard
		Butt	0,85	Appendix A; Spot X-ray
		Butt	0,70	Appendix A; No X-ray
	1 <sup>st</sup> - 6 <sup>th</sup>	Butt	0,85	Basic standard
		Butt	1,00	Appendices D and G
API 12C	14 <sup>th</sup> and 15 <sup>th</sup>	Butt	0,85	
		Lap <sup>a</sup>	0,75	max t = 3/8 inch
	3 <sup>rd</sup> - 13 <sup>th</sup>	Butt <sup>c</sup>	0,85	
		Lap <sup>a</sup>	0,70	max t = 7/16 inch
	1 <sup>st</sup> and 2 <sup>nd</sup>	Lap <sup>b</sup>	0,50 + k/5	max t = 1/4 inch
		Butt <sup>c</sup>	0,85	
Unknown		Lap <sup>a</sup>	0,70	max t = 7/16 inch
		Lap <sup>b</sup>	0,50 + k/5	max t = 1/4 inch
		Butt <sup>c</sup>	0,70	
		Lap <sup>c</sup>	0,35	

- Notes:
- <sup>a</sup> Full double lap-welded
  - <sup>b</sup> Full fillet weld with at least 25% intermittent full fillet opposite side.  
k= percentage of intermittent weld expressed in decimal form.
  - <sup>c</sup> Single butt-welded joints with a back-up bar.
  - <sup>d</sup> Single lap-welded only.

#### Uittreksel uit EEMUA 159 [4]

Type of weld	Riveted or One side lap-welded only	Double lap-welded	Butt-welded
			
Joint efficiency factor	E = 0,35	E = 0,50	built after 1968 E = 1,00 built before 1968 E = 0,85

## Bijlage 7:

### Inventarisatie van geldende normen en richtlijnen, uitsluitend betrekking hebbend op tankop- en overslag

## 7.1 Gerefereerde normen en rapporten in document

- [1] Model Code of Safe Practice part 19: Fire precautions at petroleum refineries and bulk storage installations, februari 2007.
- [2] Evaporative Loss from Fixed Roof Tanks, 1 oktober 1991 (vervangen door API MPMS, Chapter 19.1, 1 maart 2002).
- [3] ASTM D323-06, Standard Test Method for Vapor Pressure of Petroleum Products (Reid Method), 1999.
- [4] Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen 16 t/m 24 (publicatiedatum tussen 1984 en 1998).
- [5] Pressure Equipment Directive (PED), ref. 97/23/CE, opgesteld door de Europese Commissie, 1997.
- [6] Besluit Risico's Zware Ongevallen, 1999.
- [7] Richtlijn 94/9/EG (ATEX 95), betreffende apparaten en beveiligingssystemen bedoeld voor gebruik op plaatsen waar ontploffingsgevaar kan heersen, Europese Raad, 23 maart 1994.
- [8] Richtlijn 1999/92/EG (ATEX 137) van het Europees Parlement en de Raad van 16 december 1999 betreffende minimumvoorschriften voor de verbetering van de gezondheidsbescherming en van de veiligheid van werknemers die door explosieve atmosferen gevaar kunnen lopen (vijftiende bijzondere richtlijn in de zin van artikel 16, lid 1, van Richtlijn 89/391/EEG).
- [9] NPR 2578, Beheer en onderhoud van LPG-, propaan- en butaaninstallaties, 1 augustus 2007.
- [10] PGS 17, juli 2005.
- [11] NPR 7910-1, normering voor plaatsen met ontploffingsgevaar, 2001.
- [12] EEMUA 147, Recommendations for the Design and Construction of Refrigerated Liquefied Gas Storage Tanks, 1986.
- [13] BS 7777, Flat-bottomed, vertical, cylindrical storage tanks for low temperature service. Guide to the general provisions applying for design, construction, installation and operation, British Standards Institution, 15 juni 1993.
- [14] EN 14620, Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed steel tanks for the storage of refrigerated, liquefied gases with operating temperatures between 0°C and -165°C, 2006.
- [15] ACI 376, Concrete Structures for Refrigerated Liquefied Gas Containment, 2004.
- [16] EEMUA 190, Guide for the Design, Construction and Use of Mounded Horizontal Cylindrical Steel Vessels for Pressurised Storage of LPG at Ambient Temperatures, 2000, herdruk oktober 2005 met errata, wijziging november 2004.
- [17] BS 2654, Vertical mild steel welded storage tanks with butt-welded shells for the petroleum industry, Part 1, Design and fabrication: 1956, Part 2, Erection: 1961.
- BS 2654, Vertical mild steel welded storage tanks with butt-welded shells for the petroleum industry, Part 1, Design and fabrication: 1965, Amendment No. 1: november 1966, Amendment No. 2: mei 1967, Amendment No. 3: april 1968, Amendment No. 4: januari 1970, Part 3, Higher design stresses: 1967
- BS 2654: Specification for vertical steel welded storage tanks with butt-welded shells for the petroleum industry: 1973, Amendment No. 1: augustus 1975
- BS 2654, Specification for manufacture of vertical steel welded non-refrigerated storage tanks with butt-welded shells for the petroleum industry: 1989, Amendment No.1: 1997

- [18] API 650, Welded steel tanks for oil storage, 1e editie: 1961, 6e editie: 1978, 7e editie: 1980, 10e editie: 1998, Addendum No.1: januari 2000, Addendum No.2: november 2001, Addendum No. 3: september 2003, Addendum No. 4 December 2005, 11e editie: 2007. En de voorgangers van de API 650, de API publicaties 12C en 12 D:
- API 12C, Welded steel tanks for oil storage.  
First edition: 1936.  
Second edition: 1939.  
Third edition: 1940.  
Thirteenth edition: 1956.  
Fourteenth edition: 1957.  
Fifteenth edition: 1958.
- API 12D, Specification for field welded tanks for storage of production liquids.  
Ninth edition: 1982.  
Supplement No. 2: 1985.
- [19] DIN 4119, Above-ground Cylindrical Flat-bottomed Tank Installations of Metallic Materials; Fundamentals, Design, Tests, 1 juni 1979.
- [20] G0801, Regels voor toestellen onder druk, Opslag-tanks, Ongelegeerd en laag gelegeerd staal: 1982, (gebaseerd op de BS 2654: 1973 en Amendment No.1: augustus 1975), eerste revisie: 1985.
- [21] NEN EN 14015, Specification for the design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed, above ground, welded, steel tanks for the storage of liquids at ambient temperature and above, 1e druk: 2004.
- [22] Code of Practice, Institute of Petroleum, augustus 1994).
- [23] API 2000, Venting Atmospheric and Low-Pressure Storage Tanks (Non-refrigerated and Refrigerated), 1 januari 1973, vervangen door API Std 2000, 1 april 1998.
- [24] EEMUA 180, Frangible Roof Joints for Fixed Roof Storage Tanks: Guide for designers and users, 1 januari 2007.
- [25] Model Code of Safe Practice for the Petroleum Industry - Part 15: Area Classification Code for Installations Handling Flammable Fluids, Energy Institute, 1 augustus 2002, vervangen door EI IP-MCSP-P15 (1 augustus 2005).
- [26] CPR 9-2, Vloeibare aardolieproducten, bovengrondse opslag, kleine installaties, 1e editie: 1985.
- [27] CPR 9-3, Vloeibare aardolieproducten, bovengrondse opslag, grote installaties, 1e editie: 1984.
- [28] PGS 29, Richtlijn voor bovengrondse opslag van brandbare vloeistoffen in verticale cilindrische tanks, maart 2005.
- [29] EEMUA 183, Guide for the Prevention of Bottom Leakage from Vertical, Cylindrical, Steel Storage Tanks, 1999, amendement januari 2004.
- [30] GEST 92/169 'Guidelines for the safe handling and use of chlorine', September 2002.
- [31] Euro Chlor documenten (zie Adviesraad Gevaarlijke Stoffen).
- [32] NEN 3650, Buisleidingen - Van ontwerp tot afsluiting, 1992, gewijzigd in 2003.
- [33] PGS 13, Toepassing als koudemiddel voor koelinstallaties en warmtepompen, juli 2005.
- [34] CPR-13, Richtlijnen voor opslag en verlading van ammoniak en voor de toepassing van ammoniak als koudemiddel in koelinstallaties en warmtepompen, 21 juli 1999.
- [35] PGS 12, Opslag en verlading, juli 2005.
- [36] PGS 2, Methods for the calculation of physical effects, due to releases of hazardous materials (liquids and gases), 1996, 3e editie: 2005.
- [37] EN 10088-1, Corrosievaste staalsoorten - Deel 1: Lijst van corrosievaste staalsoorten, 2005.
- [38] EN 10088-2, Roestvaste staalsoorten - Deel 2: Technische leverings-voorwaarden voor plaat en band van corrosievaste staalsoorten voor algemeen gebruik, 1 juni 2005.



- [39] EN 12573, Welded static non-pressurised thermo-plastic tanks - Part 1: General principles, November 2005.
- [40] API RP 1004, Bottom Loading and Vapour Recovery for MC-306 & DOT-406 Tank Motor Vehicles, 8e editie, 1 januari 2003.
- [41] API 505, Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Zone 0, and Zone 2 1e editie, 1 november 1997.
- [42] NEN-EN-IEC 60079-10, Elektrisch materieel voor plaatsen waar gasontploffingsgevaar kan heersen - Deel 10: Classificatie van gevaarlijke gebieden, 1 mei 2003.
- [43] EN 1127-1, Ontploffbare atmosferen - Voorkoming van en bescherming tegen ontploffingen - Deel 1: Grondbeginselen en methodologie, 1 januari 2005.
- [44] EN 13463-1, Niet-elektrisch materieel voor plaatsen waar ontploffingsgevaar kan heersen - Deel 1: Basismethodologie en eisen, 1999, gewijzigd 2001.
- [45] EEMUA 159, Users' Guide to the Inspection, Maintenance and Repair of Above ground Vertical Cylindrical Steel Storage Tanks, 1e editie: 1994, Amendment No. 1 en 2e editie: 1997.
- EEMUA publication No.159, Users' Guide to the Inspection, Maintenance and Repair of Above ground Vertical Cylindrical Steel Storage Tanks, Volumes 1 en 2, 3e editie: 2003.
- [46] API Chapter 19, section 1, Manual of Petroleum Measurement Standards Chapter 19 - Evaporative Loss Measurement Section 1 - Evaporative Loss from Fixed-Roof Tanks, 1 maart 2002.
- [47] KWS 2000, No. 20, Richtlijn betreffende de beheersing van de uitstoot van vluchtige organische stoffen (VOS) als gevolg van de opslag van benzine en de distributie van benzine vanaf terminals naar benzinstations, 31 december 1998.
- [48] Rapport VROM, 'Emissiefactoren, Lekverliezen van apparaten en verliezen bij op- en overslag', No. 8, Publicatierreeks Emissieregistratie, april 1993.
- [49] Rapport VROM, 'Diffuse emissies en emissies bij op- en overslag', Handboek emissiefactoren, Rapportagereeks Doelgroepmonitoring, IPC serie 680, versie VMD-03-046, oktober 2003.
- [50] Storage BREF, E-IPPC, 'Reference Document on Best Available Techniques on Emissions from Storage Tanks', European Commission, Directorate- General, Joint Research Centre, Institute for Protective Technological Studies, Technologies for Sustainable Development, 2004.
- [51] R.1663, Verification TESTP Emission Report, D&C engineering, 6 juli 2001.
- [52] Shell-rapport OP 00.00.91.32, 'Guidelines to the reduction of Volatile Organic Compounds (V.O.C.), emissions from conventional storage tanks', 5 december 2000.
- [53] API 653, Tank inspection, repair, alteration and reconstruction, 1e editie: 1994, 3e editie: 2001.
- [54] BoBo-richtlijn, Richtlijn voor bovengrondse opslag van brandbare vloeistoffen in verticale cilindrische tanks, maart 2005.
- [55] Onderzoekrapport No. 505, Schwimmdachstützen von Flachbodentanks, Standsicherheitsnachweis am Gesamtsystem, DGMK Deutsche Wissenschaftliche Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle e.V., 1e editie: november 1995.
- [56] NEN 6771, Technische Grondslagen voor Bouwconstructies - TGB 1990 - Staalconstructies – Stabiliteit, 1 januari 2000.
- [57] ANSI/ASME B16.5, Pipe Flanges and Flanged Fittings, American Society of Mechanical Engineers, 1 december 2003.

## 7.2 Algemeen

### 7.2.1 Introduction

Only the most recent editions of Standards have been listed. However, withdrawn standards have been listed when they are still available but superseded/replaced by another standard. Withdrawn items are marked as such by 'WITHDRAWN ITEM'. Valid codes and standards are indicated by the word 'Standard'. Draft standards are not incorporated in the overview.

Standards that are applicable for more than one storage mode have been mentioned in each applicable section.

The following sections present an overview of the found data, one subsection per publishing country.

### 7.2.2 Codes and standards for aboveground storage

#### 7.2.2.1 United States of America

##### Standard

**API 048 (RS)** 1-DEC-1989

The Net Social Cost of Mandating Out-of-Service Inspections of Aboveground Storage Tanks in the Petroleum industry

##### Standard

**API 065 (RS)** 1-SEP-1992

Estimated Costs and Benefits of Retrofitting Aboveground Petroleum Industry Storage Tanks with Release Prevention Barriers

##### Standard

**ANSI/API 12B** 1-FEB-1995

Specification for Bolted Tanks for Storage of Production Liquids

##### Standard

**ANSI/API 12D** 1-NOV-1994

Specification for Field Welded Tanks for Storage of Production Liquids

##### Standard

**ANSI/API 12F** 1-NOV-1994

Specification for Shop Welded Tanks for Storage of Production Liquids

##### Standard

**ANSI/API 2610** 1-Jul-1994

Design, Construction, Operation, Maintenance, and Installation of Terminal and Tank Facilities

##### Standard

**API 1629** 10-OCT-1993

Guide for Assessing and Remediating Petroleum Hydrocarbons in Soils

##### Standard

**API 2000** 1-APR-1998

Venting Atmospheric and Low-Pressure Storage Tanks: Nonrefrigerated and Refrigerated

##### Standard

**API 2015** 1-MAY-1994

Safe Entry and Cleaning of Petroleum Storage Tanks, Planning and Managing Tank Entry From Decommissioning Through Recommissioning

##### Standard

**API 2021A** 1-JUN-1998

Interim Study Prevention and Suppression of Fires in Large Aboveground Atmospheric Storage Tanks

##### Standard

**API 2202** 1991

Dismantling and Disposing of Steel from Aboveground Leaded Gasoline Storage Tanks

##### Standard

**API 2350** 1996

Overfill Protection for Petroleum Storage Tanks

WITHDRAWN ITEM

**API 2517** 1989

Evaporation Loss from External Floating-Roof Tanks - Includes 1994 Addenda

##### Standard

**API 2517D** 1-MAR-1993

Documentation File for API Publication 2517, Evaporation Loss from External Floating-Roof Tanks

WITHDRAWN ITEM

**API 2518** 1-OCT-1991

Evaporative Loss from Fixed Roof Tanks

WITHDRAWN ITEM

**API 2519** 1-JUN-1983

Evaporation Loss from Internal Floating-Roof Tanks

**Standard**

**API 2519D** 1-MAR-1993

Documentation File for API Publication 2597, Evaporation Loss from Internal Floating-Roof Tanks

**Standard**

**API 301** 1991

Aboveground Tank Survey: 1989, 1991

**Standard**

**API 306** 1991

An Engineering Assessment of Volumetric Methods of Leak Detection in Aboveground Storage Tanks

**Standard**

**API 307** 1991

An Engineering Assessment of Acoustic Methods of Leak Detection in Aboveground Storage Tanks

**Standard**

**API 322** 1994

An Engineering Evaluation of Acoustic Methods of Leak Detection in Aboveground Storage Tanks

**Standard**

**API 323** 1994

An Engineering Evaluation of Volumetric Methods of Leak Detection in Aboveground Storage Tanks

**Standard**

**API 325** 1-MAY-1994

An Evaluation of a Methodology for the Detection of Leaks in Aboveground Storage Tanks

**Standard**

**API 327** 1-SEP-1994

Aboveground Storage Tank Standards: A Tutorial

**API 334** 1-SEP-1995

A Guide to Leak Detection for Aboveground Storage Tanks

**Standard**

**API 340** 1-OCT-1 997

Liquid Release Prevention and Detection Measures for Aboveground Storage Facilities

**Standard**

**API 341** 1-FEB-1998

A Survey of Diked-Area Liner Use at Aboveground Storage Tank Facilities

**Standard**

**API 351** 1-APR-1999

Overview of Soil Permeability Test Methods

**Standard**

**API 579** 2000

Recommended Practice for Fitness-for-Service

**Standard**

**API 620** 1-FEB-1996

Design and Construction of Large, Welded, Low-Pressure Storage Tanks, Ninth Edition

**Standard**

**API 650** 1-NOV-1998

Welded Steel Tanks for Oil Storage

**Standard**

**ANSI/API 651** 1-DEC-1 997

Cathodic Protection of Aboveground Petroleum Storage Tanks

**ANSI/API 652 I** -DEC-1997

Lining of Aboveground Petroleum Storage Tank Bottoms

**Standard**

**API 653** 1-DEC-1995

Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction

**Standard**

**API 910** 1-NOV-1997

Digest of State Boiler, Pressure Vessel, Piping, and Aboveground Petroleum Storage Tank Rules and Regulations

**Standard**

**API MPMS Chapter 19.2** 1-APR-1997

Evaporative Loss Measurement: Documentation File for API Manual of Petroleum Measurement Standards Chapter 19.2

– Evaporative Loss from Floating Roof Tanks

**Standard**

**API MPMS Chapter 19.3C** 1-JUL-1998

Evaporative Loss Measurement - Part C: Weight Loss Test Method for the Measurement of Rim-Seal Loss Factors for Internal Floating-Roof Tanks

#### Standard

##### **API MPMS Chapter 7.4** 1993

Static Temperature Determination Using Fixed Automatic Tank Thermometers

#### Standard

##### **API RP 575** 1-NOV-1995

Inspection of Low-Pressure Storage Tanks

WITHDRAWN ITEM

##### **API RP 2000-1952** 31-DEC-1969

Guide for Tank Venting and Recommended Procedure for Testing Venting Devices for Low-Pressure Aboveground Storage Tanks for Petroleum and Petroleum Products

#### Standard

##### **AWMA 91.15.5** 1-JUN-1991

Detection of Leaks in the Floor of Aboveground Storage Tanks by Means of a Passive Acoustic Sensing System

#### Standard

##### **ANSI/AWWA DI10-95** 1995

Wire-wound Circular Prestressed Concrete Water Tanks (includes addendum DI10a-96)

WITHDRAWN ITEM

##### **NACE 37928** 1991

Aboveground Storage Tanks: A State-of-the-Art Review, Volume I--

WITHDRAWN ITEM

##### **NACE (none)** 1992

Aboveground Storage Tanks: Current Issues-Design, Operations, Maintenance, Inspection and the Environment, Volume II

#### Standard

##### **UL 142** 1992

Steel Aboveground Storage Tanks for Flammable and Combustible Liquids

#### Standard

##### **NFPA 30A**

Code for Motor Fuel Dispensing Facilities and Repair Garages, 2000 Edition

#### Standard

##### **NFPA 22**

Standard for Water Tanks for Private Fire Protection, 1998 Edition

#### Standard

##### **NFPA 395**

Standard for the Storage of Flammable and Combustible Liquids at Farms and Isolated Sites, 1993 Edition

### 7.2.2.2 Germany

#### Standard

##### **DIN 4119-1** 1-JUN-1979

Above-Ground Cylindrical Flat-Bottomed Tank Installations of Metallic Material – Fundamentals, Design, Tests

#### Standard

##### **DIN 4119-2** 1-FEB-1980

Above-Ground Cylindrical Flat-Bottom Tank Installations of Metallic Material – Calculation

#### Standard

##### **DIN 6600** 1-SEP-1989

Steel Tanks for the Storage of Flammable and Non-Flammable Water  
Polluting Liquids; Concepts and Inspection

### 7.2.2.3 United Kingdom

#### Standard

##### **BS 2654** 1989

Specification for Manufacture of Vertical Steel Welded Non-Refrigerated Storage Tanks with Butt-Welded Shells for the Petroleum Industry

#### Standard

##### **BS 2654 Amendment 1** 1997

Amendment 1 - Specification for Manufacture of Vertical Steel Welded Non-Refrigerated Storage Tanks with Butt-Welded Shells for the Petroleum Industry

##### **BS 8007** 1987

Code of practice for design of concrete structures for retaining aqueous liquids

### Standard

#### **EEMUA 154**

Guidance to Owners on Demolition of Vertical Cylindrical Steel Storage Tanks

### Standard

#### **EEMUA 159** 1994

Users' Guide to the Maintenance and Inspection of Above-ground Vertical Cylindrical Steel Storage Tanks

### Standard

#### **EEMUA 180** 1996

Guide for Designers and Users on Frangible Roof Joints for Fixed Roof Storage Tanks

### Standard

#### **EEMUA 183** 1999

Guide for the Prevention of Bottom Leakage from Vertical, Cylindrical, Steel Storage Tanks

#### **IP 33 /59**

Flashpoints by the Abel Apparatus - Petroleum (Consolidation) Act 1928 Method Obsolete  
Last edition printed: 49th, 1990

#### **IP 34 /99**

Determination of Flash point - Pensky-Martens closed cup method  
IP-ASTM Joint Method  
ASTM D 93-97

#### **IP 35 /63(86)**

Determination of open flash and fire point - Pensky-Martens method  
Equivalent Standards: BS 2000: Part 35: 1993

#### **IP 36 /84 (89)**

Determination of Open Flash and Fire Point - Cleveland Method  
IP-ASTM Joint Method  
ASTM D 92-97

#### **IP 81 /59**

Bitumen Emulsion - Coagulation, on Storage  
Obsolete  
Last edition printed: 22nd, 1963

#### **IP 82 /53**

Bitumen Emulsion - Long Period Storage Stability  
Obsolete  
Last edition printed: 30th, 1971

#### **IP 113 /53**

Flash Point (Closed) Cutback Bitumen  
Obsolete  
Last edition printed: 1992

#### **IP 170 /99**

Petroleum products and other liquids - Determination of flash point - Abel closed cup method  
Equivalent Standards: BS 2000: Part 170: 1998; \BS EN ISO 13736: 1998; ISO 13736: 1997

#### **IP 230 /81 (87)**

Minimum handling and storage temperature of fuels  
Obsolete  
Last edition printed: 1997

#### **IP 303 /83 (88)**

Determination of closed flash point - mini equilibrium method  
IP-ASTM Joint Method  
ASTM D 3828-97  
IP 304 /80  
Determination of Flash Point Closed Cup Equilibrium Method

#### **IP 329 /84**

Corrosive Properties of Water Based Hydraulic Fluid  
Obsolete  
Last edition printed: 1993

#### **IP 331 /82**

Resistance to Oxidation and Hydrolysis of Non- aqueous Fire Resistant Fluids  
Obsolete  
Last edition printed: 1993

#### **IP 378 /87**

Storage Stability at 43{.}C of Distillate Fuel  
IP-ASTM Joint Method  
ASTM D 4625-92 (98)

### **IP 403 /94**

Petroleum products - Determination of flash and fire points  
- Cleveland open cup method  
Equivalent Standards: BS 2000: Part 403: 1994; BS EN 22592:  
1994; ISO 2592: 1973

### **IP 404 /94**

Petroleum products and lubricants - Determination of flash  
point - Pensky-Martens closed cup method  
Equivalent Standards: BS 2000: Part 404: 1994; BS EN 22719:  
1994; ISO 2719: 1988

### **IP 420 /95**

LPG - Calculation of density and vapour pressure  
Superseded by IP 432  
Last edition printed: 1997

### **IP PM AN**

Fire resistance of fluids measured by the persistence of a  
wick flame  
Obsolete; Proposed Method

### **IP PM CE /1996**

Determination of flash point - transparent liquids - Pensky-  
Martens closed tester  
Obsolete; Proposed Method

### **IP PM CH /99**

Determination of the hot storage stability of modified  
bituminous binders  
Proposed Method

## **7.2.2.4 France**

### **Standard**

#### **CODRES 1991**

Code Français de construction des réservoirs cylindriques  
verticaux en acier avec tôles de robe soudées bout à bout,  
pour stockage de produits pétroliers liquides. – FRENCH

## **7.2.2.5 The Netherlands**

### **Standard**

Rules for Pressure Vessels  
Dutch Code for Construction of Unfired Pressure Vessels.  
Section G.  
Sections G801, G802 and G803

### **Standard**

#### **CPR 9-2 1985**

Vloeibare aardolieproducten. Bovengrondse opslag, kleine  
installaties - DUTCH

### **Standard**

#### **CPR 9-3 1984**

Vloeibare aardolieproducten. Bovengrondse opslag, grote  
installaties – DUTCH

#### **CPR 9-6 25 mei 1998 Nr. 98/88**

De opslag van vloeibare aardolieproducten

#### **CPR 9-6 19 juli 1999 Nr. 99/135**

Richtlijn voor opslag tot 150 m<sup>3</sup> van brandbare vloeistoffen  
met een vlammpunt van 55 tot 100 oC in bovengrondse tanks

#### **CPR 12E 3 februari 1998 Nr. 98/11**

Berekeningsmethoden voor opstellen risicoanalyse gevaar-  
lijke stoffen

#### **CPR-12 28 juli 1997 Nr. 97/131**

Methoden voor het bepalen en verwerken van kansen

#### **CPR 12E 1 november 1999 Nr. 99/194**

Methods for determining and processing probabilities

#### **CPR 14E juli 1997 Nr. 97/13128**

Methods for the calculation of physical effects

#### **CPR 14E 1 november 1999 Nr. 99/194**

Methods for the calculation of physical effects

#### **CPR 15-1 1994**

Richtlijn 15-1 van de CPR, getiteld 'Opslag gevaarlijke stoffen  
in emballage; Opslag van vloeistoffen en vaste stoffen (0 ton  
tot 10 ton)', tweede druk, uitgave 1994

**CPR 15-2** 1991

Richtlijn 15-2 van de CPR, getiteld 'Opslag gevaarlijke stoffen, chemische afval stoffen en bestrijdingsmiddelen in emballage; opslag van grote hoeveelheden', eerste druk, 1991

**CPR-16** 28 juli 1997 Nr. 97/131

Methoden voor het bepalen van mogelijke schade aan mensen en goederen

**CPR 16E** 1 november 1999 Nr. 99/194

Methods for the determination of possible damage

**CPR 18E** 1 november 1999 Nr. 99/194

Guidelines for quantitative risk assessment

**CPR 20** 31 januari 2000 Nr. 2000/013

RIB, Rapport Informatie-eisen BRZO'99

## 7.2.3 Codes and standards for underground storage

### 7.2.3.1 United States of America

**Standard**

**API 1604** I-MAR-1996

Closure of Underground Petroleum Storage Tanks

**Standard**

**API 1615** I-MAR-1996

Installation of Underground Petroleum Storage Systems

**API 1621** I-MAY-1993

Bulk Liquid Stock Control at Retail Outlets

**Standard**

**API 1629** 10-OCT-1993

Guide for Assessing and Remediating Petroleum Hydrocarbons in Soils

**Standard**

**API 1631** I-OCT-1997

Interior Lining of Underground Storage Tanks

**Standard**

**API 1632** I-MAY-1996

Cathodic Protection of Underground Petroleum Storage Tanks and Piping Systems

WITHDRAWN ITEM

**API 1635-1987** 1987

Recommended Practice for Underground Petroleum Product Storage Systems at Marketing and Distribution Facilities, 3rd Edition

**Standard**

**API 1650** 1989

Set of Six API Recommended Practices on Underground Petroleum Storage Tank Management

**Standard**

**API 1663A**

Underground Storage Tank Installation Training Module - SET  
- Includes  
API 1663B, 1663C, 1663D, and 1663E

**Standard**

**API 1663B**

Underground Storage Tank Installation Training Module

**Standard**

**API 1663C**

Underground Storage Tank Installation Workbook/Exhibit Book Set  
To accompany API 1663B

**Standard**

**API 1663D**

Underground Storage Tank Removal Training Module

**Standard**

**API 1663E**

Underground Storage Tank Removal Workbook/Exhibit Book Set To accompany API 1663D

**Standard**

**API 2000** I-APR-1998

Venting Atmospheric and Low-Pressure Storage Tanks: Nonrefrigerated and Refrigerated

**Standard**

**ASTM D4021-92** 15-JUN-1992

Standard Specification for Glass-Fiber-Reinforced Polyester Underground Petroleum Storage Tanks

#### Standard

**ASTM E1430-91** 6-SEP-1991

Standard Guide for Using Release Detection Devices with Underground Storage Tanks

#### Standard

**ASTM E1526-93** 15-MAR-1993

Standard Practice for Evaluating the Performance of Release Detection Systems for Underground Storage Tank Systems

**ASTM E1 990-98** 10-OCT-1998

Standard Guide for Performing Evaluations of Underground Storage Tank Systems for Operational Conformance with 40 CFR, Part 280 Regulations

#### Standard

**ASTM G158-98** 10-SEP-1998

Standard Guide for Three Methods of Assessing Buried Steel Tanks

WITHDRAWN ITEM

**GPA 8175-77** 1977

GPA Method for the Underground Storage of Natural Gas Liquids

#### Standard

**NACE RP0285-95** 1995

Standard Recommended Practice - Corrosion Control of Underground Storage Tank Systems by Cathodic Protection

#### Standard

**NFPA (fire) 326** 1999

Safe Entry of Underground Storage Tanks

#### Standard

**PEI RP100** 1997

Recommended Practices for Installation of Underground Liquid Storage Systems

#### Standard

**UL 1316** 1994

Glass Fiber Reinforced Plastic Underground Storage Tanks for Petroleum Products, Alcohols, and Alcohol -Gasoline Mixtures

#### Standard

**UL 1746** 1993

External Corrosion Protection Systems for Steel Underground Storage Tanks

#### Standard

**UL 1746 Amendment 1** 3-NOV-1997

External Corrosion Protection Systems for Steel Underground Storage Tanks

#### Standard

**UL 1746 Amendment 2** 24-SEP-2000

External Corrosion Protection Systems for Steel Underground Storage Tanks

#### Standard

**UL 1746 Amendment 3** 16-MAY-2000

External Corrosion Protection Systems for Steel Underground Storage Tanks

### 7.2.3.2 Germany

#### Standard

**DIN 6600** 1-SEP-1989

Steel Tanks for the Storage of Flammable and Non-Flammable Water Polluting Liquids; Concepts and Inspection

#### Standard

**DIN EN 1918-5** JUL-1998

Gas supply systems - Underground gas storage – Part 5: Functional recommendations for surface facilities

#### Standard

**DIN EN 976-1** 1-SEP-1997

Underground Tanks of Glass-Reinforced Plastics (GRP)- Horizontal Cylindrical Tanks for the Non-Pressure Storage of Liquid Petroleum Based Fuels -Part 1: Requirements and Test Methods for Single Wall Tanks - GERMAN

#### Standard

**DIN EN 976-2** 1-SEP-1997

Underground Tanks of Glass-Reinforced Plastics (GRP) - Horizontal Cylindrical Tanks for the Non-Pressure Storage of Liquid Petroleum Based Fuels - Part 2: Transport, Handling, Storage and Installation of Single Wall Tanks - GERMAN



#### Standard

**DIN EN 977** 1-SEP-1997

Underground Tanks of Glass-Reinforced Plastics (GRP) - Method for One Side Exposure to Fluids - GERMAN

#### Standard

**DIN EN 978** 1-SEP-1997

Underground Tanks of Glass-Reinforced Plastics (GRP) - Determination of Creep Factor and Factor - GERMAN

### 7.2.3.3 United Kingdom

#### Standard

**BS 2594** 1975

Specification for Carbon Steel Welded Horizontal Cylindrical Storage Tanks

#### Standard

**BS EN 1918-1** 1998

Gas Supply Systems - Underground Gas Storage - Functional Recommendations for Storage in Aquifers

#### Standard

**BS EN 1918-2** 10-JAN-1998

Gas Supply Systems - Underground Gas Storage - Functional Recommendations for Storage in Oil & Gas Fields

#### Standard

**BS EN 1918-5** 1998

Gas Supply Systems - Underground Gas Storage - Functional Recommendations for Surface Facilities

#### Standard

**BS EN 976-1** 1997

Underground Tanks of Glass-Reinforced Plastics (GRP)- Horizontal Cylindrical Tanks for the Non-Pressure Storage of Liquid Petroleum Based Fuels -Part 1: Requirements and Test Methods for Single Wall Tanks - ENGLISH

#### Standard

**BS EN 976-2** 1997

Underground Tanks of Glass-Reinforced Plastics (GRP) - Horizontal Cylindrical Tanks for the Non-Pressure Storage of Liquid Petroleum Based Fuels - Part 2: Transport, Handling, Storage and Installation of Single Wall Tanks - ENGLISH

#### Standard

**BS EN 977** 1-SEP-1997

Underground Tanks of Glass-Reinforced Plastics (GRP) - Method for One Side Exposure to Fluids - ENGLISH

#### Standard

**BS EN 978** 1-SEP-1997

Underground Tanks of Glass-Reinforced Plastics (GRP) - Determination of Creep Factor and Factor – ENGLISH

#### **IP 33 /59**

Flashpoints by the Abel Apparatus - Petroleum (Consolidation) Act 1928 Method Obsolete Last edition printed: 49th, 1990

#### **IP 34 /99**

Determination of Flash point - Pensky-Martens closed cup method IP-ASTM Joint Method ASTM D 93-97

#### **IP 35 /63(86)**

Determination of open flash and fire point - Pensky-Martens method Equivalent Standards: BS 2000: Part 35: 1993

#### **IP 36 /84 (89)**

Determination of Open Flash and Fire Point - Cleveland Method IP-ASTM Joint Method ASTM D 92-97

#### **IP 170 /99**

Petroleum products and other liquids - Determination of flash point - Abel closed cup method Equivalent Standards: BS 2000: Part 170: 1998; BS EN ISO 13736: 1998; ISO 13736: 1997

#### **IP 230 /81 (87)**

Minimum handling and storage temperature of fuels Obsolete Last edition printed: 1997

#### **IP 303 /83 (88)**

Determination of closed flash point - mini equilibrium method IP-ASTM Joint Method ASTM D 3828-97

#### **IP 304 /80**

Determination of Flash Point Closed Cup Equilibrium Method

#### **IP 329 /84**

Corrosive Properties of Water Based Hydraulic Fluid Obsolete Last edition printed: 1993

### **IP 331 /82**

Resistance to Oxidation and Hydrolysis of Non- aqueous Fire Resistant Fluids Obsolete Last edition printed: 1993

### **IP 403 /94**

Petroleum products - Determination of flash and fire points - Cleveland open cup method Equivalent Standards: BS 2000: Part 403: 1994; BS EN 22592: 1994; ISO 2592: 1973

### **IP 404 /94**

Petroleum products and lubricants - Determination of flash point - Pensky-Martens closed cup method Equivalent Standards: BS 2000: Part 404: 1994; BS EN 22719: 1994; ISO 2719: 1988

### **IP 420 /95**

LPG - Calculation of density and vapour pressure Superseded by IP 432 Last edition printed: 1997

### **IP PM AN**

Fire resistance of fluids measured by the persistence of a wick flame Obsolete; Proposed Method

## **7.2.3.4 France**

### **Standard**

**AFNOR NF EN 976-1** 1-SEP-1997

Underground Tanks of Glass-Reinforced Plastics (GRP)- Horizontal Cylindrical Tanks for the Non-Pressure Storage of Liquid Petroleum Based Fuels -Part 1: Requirements and Test Methods for Single Wall Tanks - FRENCH

### **Standard**

**AFNOR NF EN 976-2** 1-SEP-1997

Underground Tanks of Glass-Reinforced Plastics (GRP) - Horizontal Cylindrical Tanks for the Non-Pressure Storage of Liquid Petroleum Based Fuels - Part 2: Transport, Handling, Storage and Installation of Single Wall Tanks - FRENCH

### **Standard**

**AFNOR NF M 88-514** 1-MAR-1980

Dual Material Tanks for Underground Storage of Liquid Petroleum Products. Steel Exterior Tank. Plastic Interior Tank

### **Standard**

**AFNOR NF M 88-550** 1979

Storage Tanks in Reinforced Plastic. Underground Tanks for Liquid Petroleum Products.

## **7.2.3.5 The Netherlands**

### **Standard**

**CPR 9-1** 1983

Vloeibare aardolieproducten. Ondergrondse opslag – DUTCH

**CPR 12E** 3 februari 1998 Nr. 98/11

Berekeningsmethoden voor opstellen risicoanalyse gevaarlijke stoffen

**CPR-12** 28 juli 1997 Nr. 97/131

Methoden voor het bepalen en verwerken van kansen

**CPR 12E** 1 november 1999 Nr. 99/194

Methods for determining and processing probabilities

**CPR 14E** 28 juli 1997 Nr. 97/131

Methods for the calculation of physical effects

**CPR 14E** 1 november 1999 Nr. 99/194

Methods for the calculation of physical effects

**CPR 15-1** 1994

Richtlijn 15-1 van de CPR, getiteld 'Opslag gevaarlijke stoffen in emballage; Opslag van vloeistoffen en vaste stoffen (0 ton tot 10 ton)', tweede druk, uitgave 1994

**CPR 15-2** 1991

Richtlijn 15-2 van de CPR, getiteld 'Opslag gevaarlijke stoffen, chemische afval stoffen en bestrijdingsmiddelen in emballage; opslag van grote hoeveelheden', eerste druk, 1991

**CPR-16** 28 juli 1997 Nr. 97/131

Methoden voor het bepalen van mogelijke schade aan mensen en goederen

**CPR 16E** 1 november 1999 Nr. 99/194

Methods for the determination of possible damage

**CPR 18E** 1 november 1999 Nr. 99/194

Guidelines for quantitative risk assessment

**CPR 20** 31 januari 2000 Nr. 2000/013

RIB, Rapport Informatie-eisen BRZO'99

## 7.2.4 Codes and standards for pressurised storage

### 7.2.4.1 United States of America

General

#### Standard

**API 520-1** 2000

Sizing, Selection, and Installation of Pressure-Relieving Devices in Refineries: Part 1 - Sizing and Selection

#### Standard

**AS 1210 Amendment 1** 1-FEB-1998

Unfired Pressure Vessels - Advanced Design and Construction

#### Standard

**AS 1210 Supplement 1** 1990

Unfired Pressure Vessels - Advanced Design and Construction - Remains current as supplement for 1997 edition

#### Standard

**AS 1210 Supplement 1 - Amd 1** 5-SEP-1995

Unfired Pressure Vessels - Advanced Design and Construction (Amendment 1 to Supplement 1)

#### Standard

**AS 1210 Supplement 1 - Amd 2** 1-JUL-1997

Unfired Pressure Vessels - Advanced Design and Construction (Amendment 2 to Supplement 1)

#### Standard

**ASME Section IIA** 1-JAN-98

1998 ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section 11: Materials - Part A: Ferrous Material Specifications

#### Standard

**ASME Section IIB** 1-JAN-98

1998 ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section 11: Materials - Part B: Nonferrous Material Specifications

#### Standard

**ASME Section IIC** 1-JAN-98

1998 ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section 11: Materials - Part C: Specifications for Welding Rods, Electrodes and Filler Metals

#### Standard

**ASME Section IID** 1-JAN-98

1998 ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section 11: Materials - Part D: Properties

#### Standard

**ASME Section V** 1-JAN-98

1998 ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section V: Nondestructive Examination

#### Standard

**ASME Section VIII-DIV 1** 1998

1998 ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 1: Pressure Vessels

#### Standard

**ASME Section VIII-DIV 2** 1998

1998 ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 3: Alternative Rules

#### Standard

ASME Section VIII-DIV 3 1998

1998 ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 3:

Alternative Rules for Construction of High Pressure Vessels

#### Standard

ASME Section X 1-JAN-98

1998 ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section X: Fiber-Reinforced Plastic Pressure Vessels

#### Standard

ASME CodeCases: BPV 01-JUL-98

1998 ASME Boiler & Pressure Vessel Code - Code Cases: Boilers and Pressure Vessels

*Mounded Storage (Above also apply)*

WITHDRAWN ITEM

**GPA 8175-77** 1977

GPA Method for the Underground Storage of Natural Gas Liquids

#### Standard

**NACE RP0285-95** 1995

Standard Recommended Practice - Corrosion Control of Underground Storage Tank Systems by Cathodic Protection

#### Standard

**NFPA (fire) 326** 1999  
Safe Entry of Underground Storage Tanks

#### Standard

**PEI RP100** 1997  
Recommended Practices for Installation of Underground Liquid Storage Systems

#### Standard

**UL 1746** 1993  
External Corrosion Protection Systems for Steel Underground Storage Tanks

#### Standard

**UL 1746 Amendment 1** 3-NOV-1997  
External Corrosion Protection Systems for Steel Underground Storage Tanks

#### Standard

**UL 1746 Amendment 2** 24-SEP-2000  
External Corrosion Protection Systems for Steel Underground Storage Tanks

#### Standard

**UL 1746 Amendment 3** 16-MAY-2000  
External Corrosion Protection Systems for Steel Underground Storage Tanks

### 7.2.4.2 Germany

<< None found >>

### 7.2.4.3 United Kingdom

#### General

#### Standard

**BS 527** 6-1-1984  
Pressure vessel details (dimensions). Specification for davits for branch covers of steel vessels

#### Standard

**BS EN 286-1** 1998  
Simple Unfired Pressure Vessels Designed to Contain Air or Nitrogen - Pressure Vessels for General Purposes

#### Standard

**BS PD 5500** 15-NOV-1999  
Specification for unfired fusion welded pressure vessels

#### Standard

**BS 7005** 1988  
Specification for design and manufacture of carbon steel unfired pressure vessels for use in vapour compression refrigeration systems

#### Standard

**AMD 10830**  
Amendment to PD 5500:2000. Specification for unfired fusion welded pressure vessels

#### Standard

**Enquiry Case 5500/33** 2000  
Enquiry case to PD 5500:2000. Specification for unfired fusion welded pressure vessels

#### Standard

**Enquiry Case 5500/119** 2000  
Enquiry case to PD 5500:2000. Specification for unfired fusion welded pressure vessels

#### Standard

**Enquiry Case 5500/127** 2000  
Enquiry case to PD 5500:2000. Specification for unfired fusion welded pressure vessels

#### Standard

**PD 6497** 1982  
Stresses in horizontal cylindrical pressure vessels supported on twin saddles: a derivation of the basic equations and constants used in G.3.3 of BS 5500:1982

#### Standard

**PD 6550-1** 1989  
Explanatory supplement to BS 5500:1988 'Specification for unfired fusion welded pressure vessels', section three 'Design'. Domed ends (heads)

#### Standard

**PD 6550-2** 1989  
Explanatory supplement to BS 5500:1988 Specification for unfired fusion welded pressure vessels', section three 'Design'. Openings and branch connections

### Standard

#### **PD 6550-3** 1989

Explanatory supplement to BS 5500:1988 'Specification for unfired fusion welded pressure vessels', section three 'Design'. Vessels under external pressure

### Standard

#### **BS TH42069** 1993

Pressure Vessels - Germany

### Standard

#### **BS TH42070** 1993

Pressure Vessels - France

*Mounded Storage. (Above apply as well)*

### Standard

#### **EEMUA 190** 2000

Guide for the Design, Construction and Use of Mounded Horizontal Cylindrical Vessels for Pressurised Storage of LPG at Ambient Temperature

#### **IP 33 /59**

Flashpoints by the Abel Apparatus - Petroleum (Consolidation) Act 1928 Method  
Obsolete Last edition printed: 49th, 1990

#### **IP 34 /99**

Determination of Flash point - Pensky-Martens closed cup method IP-ASTM Joint Method ASTM D 93-97

#### **IP 35 /63(86)**

Determination of open flash and fire point - Pensky-Martens method  
Equivalent Standards: BS 2000: Part 35: 1993

#### **IP 36 /84 (89)**

Determination of Open Flash and Fire Point - Cleveland Method  
IP-ASTM Joint Method  
ASTM D 92-97

#### **IP 170 /99**

Petroleum products and other liquids - Determination of flash point - Abel closed cup method  
Equivalent Standards: BS 2000: Part 170: 1998; BS EN ISO 13736: 1998; ISO 13736: 1997

#### **IP 303 /83 (88)**

Determination of closed flash point - mini equilibrium method  
IP-ASTM Joint Method  
ASTM D 3828-97

#### **IP 304 /80**

Determination of Flash Point Closed Cup Equilibrium Method

#### **IP 329 /84**

Corrosive Properties of Water Based Hydraulic Fluid  
Obsolete  
Last edition printed: 1993

#### **IP 331 /82**

Resistance to Oxidation and Hydrolysis of Non- aqueous Fire Resistant Fluids  
Obsolete  
Last edition printed: 1993

#### **IP 403 /94**

Petroleum products - Determination of flash and fire points - Cleveland open cup method  
Equivalent Standards: BS 2000: Part 403: 1994; BS EN 22592: 1994; ISO 2592: 1973

#### **IP 404 /94**

Petroleum products and lubricants - Determination of flash point - Pensky-Martens closed cup method  
Equivalent Standards: BS 2000: Part 404: 1994; BS EN 22719: 1994; ISO 2719: 1988

#### **IP 410 /99**

Liquefied petroleum products - Determination of gauge vapour pressure - LPG method  
Equivalent Standards: BS 2000: Part 410: 1998; BS EN ISO 4256: 1998; ISO 4256: 1996

#### **IP 420 /95**

LPG - Calculation of density and vapour pressure  
Superseded by IP 432  
Last edition printed: 1997

#### **IP PM AN**

Fire resistance of fluids measured by the persistence of a wick flame  
Obsolete; Proposed Method

## 7.2.4.4 France

### Standard

CODAP 95

French Code for Construction of Unfired Pressure Vessels

## 7.2.4.5 The Netherlands

### Standard

#### Rules for Pressure Vessels

Dutch Code for Construction of Unfired Pressure Vessels.  
Section D.

**CPR 12E** 3 februari 1998 Nr. 98/11

Berekeningsmethoden voor opstellen risicoanalyse  
gevaarlijke stoffen

**CPR-12** 28 juli 1997 Nr. 97/131

Methoden voor het bepalen en verwerken van kansen

**CPR 12E** 1 november 1999 Nr. 99/194

Methods for determining and processing probabilities

**CPR 14E** 28 juli 1997 Nr. 97/131

Methods for the calculation of physical effects

**CPR 14E** 1 november 1999 Nr. 99/194

Methods for the calculation of physical effects

**CPR 15-1** 1994

Richtlijn 15-1 van de CPR, getiteld 'Opslag gevaarlijke stoffen  
in emballage; Opslag van vloeistoffen en vaste stoffen (0 ton  
tot 10 ton)', tweede druk, uitgave 1994

**CPR 15-2** 1991

Richtlijn 15-2 van de CPR, getiteld 'Opslag gevaarlijke stoffen,  
chemische afval stoffen en bestrijdingsmiddelen in embal-  
lage; opslag van grote hoeveelheden', eerste druk, 1991

**CPR-16** 28 juli 1997 Nr. 97/131

Methoden voor het bepalen van mogelijke schade aan  
mensen en goederen

**CPR 16E** 1 november 1999 Nr. 99/194

Methods for the determination of possible damage

**CPR 17-1** 25 mei 1998 Nr. 98/88

De richtlijn aardgas-afleverstations voor motor-voertuigen

**CPR 17-2** 11 januari 1999 Nr. 99/001

Richtlijn voor het veilig stellen en repareren van motor-  
voertuigen

**CPR 17-3** 16 maart 1999 Nr. 99/038

Concept richtlijn voor installaties voor de inpandige afleve-  
ring van gecompriemd aardgas aan motorvoertuigen  
(Concept CPR 17-3)

**CPR 18E** 1 november 1999 Nr. 99/194

Guidelines for quantitative risk assessment

**CPR 20** 31 januari 2000 Nr. 2000/013

RIB, Rapport Informatie-eisen BRZO'99

## 7.2.5 Codes and standards for refrigerated storage

### 7.2.5.1 United States of America

#### Standard

**API 620** I-FEB-1996

Design and Construction of Large, Welded, Low-Pressure  
Storage Tanks,

Ninth Edition - Appendix Q Liquids down to -168 °C

#### Standard

**API 620** I-FEB-1996

Design and Construction of Large, Welded, Low-Pressure  
Storage Tanks, Ninth Edition -- Appendix R Liquids down to

-51 °C

#### Standard

**API 2000** I-APR-1998

Venting Atmospheric and Low-Pressure Storage Tanks:  
Nonrefrigerated and Refrigerated

#### Standard

**UL 641** 1994

Type L Low-Temperature Venting Systems

#### Standard

**UL 873** 1994

Temperature-Indicating and -Regulating Equipment

#### Standard

**NFPA 50**

Standard for Bulk Oxygen Systems at Consumer Sites, 1996  
Edition

#### Standard

##### **NFPA 50A**

Standard for Gaseous Hydrogen Systems at Consumer Sites, 1999 Edition

#### Standard

##### **NFPA 50B**

Standard for Liquefied Hydrogen Systems at Consumer Sites, 1999 Edition

#### Standard

##### **NFPA 57**

Liquefied Natural Gas (LNG) Fuel Systems Code, 1999 Edition

#### Standard

##### **NFPA 59**

Standard for the Storage and Handling of Liquefied Petroleum Gases at Utility Gas Plants, 1998 Edition

#### Standard

##### **NFPA 59A**

Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG). 1996 Edition

### 7.2.5.2 Germany

<< None found >>

### 7.2.5.3 United Kingdom

WITHDRAWN ITEM

##### **BS 4741** 1971

Specification for vertical cylindrical welded steel storage tanks for low-temperature service: single-wall tanks for temperatures down to -50°C

WITHDRAWN ITEM

##### **BS 5387** 1976

Specification for vertical cylindrical welded storage tanks for low-temperature service: double-wall tanks for temperatures down to -196°C

#### Standard

##### **BS 5429** 1976

Code of practice for safe operation of small-scale storage facilities for cryogenic liquids

#### Standard

##### **BS 6364** 1984

Specification for valves for cryogenic service

#### Standard

##### **BS EN 1160** 1997

Installations and equipment for liquefied natural gas. General characteristics of liquefied natural gas

#### Standard

##### **BS 7777-1** 1993

Flat-Bottomed, Vertical, Cylindrical Storage Tanks for Low Temperature Service - Part 1: Guide to the General Provisions Applying for Design, Construction, Installation, and Operation

#### Standard

##### **BS 7777-2** 1993

Flat-Bottomed, Vertical, Cylindrical Storage Tanks for Low Temperature Service - Part 2: Specification for the Design and Construction of Single, Double and Full Containment Metal Tanks for the Storage of Liquefied Gas at Temperatures Down to 165 deg. C

#### Standard

##### **BS 7777-3** 1993

Flat-Bottomed, Vertical, Cylindrical Storage Tanks for Low Temperature Service - Part 3: Recommendations for the Design and Construction of Prestressed and Reinforced Concrete Tanks and Tank Foundations, and Design and Installation of Tank Insulation, Liners and Coatings

#### Standard

##### **BS 7777-4** 1993

Flat-Bottomed, Vertical, Cylindrical Storage Tanks for Low Temperature Service - Part 4: Specification for the Design and Construction of Single Containment Tanks for the Storage of Liquid Oxygen, Liquid Nitrogen and Liquid Argon

#### Standard

##### **EEMUA 147**

Recommendations for the Design and Construction of Refrigerated Liquefied Gas Storage Tanks

##### **IP 33 /59**

Flashpoints by the Abel Apparatus - Petroleum (Consolidation) Act 1928 Method  
Obsolete  
Last edition printed: 49th, 1990

**IP 34 /99**

Determination of Flash point - Pensky-Martens closed cup method  
IP-ASTM Joint Method  
ASTM D 93-97

**IP 35 /63(86)**

Determination of open flash and fire point - Pensky-Martens method  
Equivalent Standards: BS 2000: Part 35: 1993

**IP 36 /84 (89)**

Determination of Open Flash and Fire Point - Cleveland Method  
IP-ASTM Joint Method  
ASTM D 92-97

**IP 170 /99**

Petroleum products and other liquids - Determination of flash point - Abel closed cup method  
Equivalent Standards: BS 2000: Part 170: 1998; \BS EN ISO 13736: 1998; ISO 13736: 1997

**IP 181 /76**

Sampling Petroleum Gases including LPG  
Obsolete  
Last edition printed: Part IV

**IP 194 /74 (81)**

Butadiene purity - GC method  
Obsolete  
Last edition printed: 1995

**IP 230 /81 (87)**

Minimum handling and storage temperature of fuels  
Obsolete  
Last edition printed: 1997

**IP 251 /76**

Static Measurement of Refrigerated Hydrocarbon Liquids  
Published as Part XII Section 1 of the IP Petroleum Measurement Manual

**IP 252 /76**

Static Measurement of Refrigerated Hydrocarbon Liquids  
Published as Part XIII Section 1 of the IP Petroleum Measurement Manual

**IP 264 /72 (85)**

Determination of Composition of LPG and Propylene Concentrates - Gas chromatography Method  
IP-ASTM Joint Method  
ASTM D 2163-91 (96)

**IP 303 /83 (88)**

Determination of closed flash point - mini equilibrium method  
IP-ASTM Joint Method  
ASTM D 3828-97

**IP 304 /80**

Determination of Flash Point Closed Cup Equilibrium Method

**IP 317 /95**

Determination of residues in liquefied petroleum gases (LPG) - Low temperature evaporation method  
IP-ASTM Joint Method  
ASTM D 2158-92  
Equivalent Standards: BS 2000: Part 317: 1995

**IP 329 /84**

Corrosive Properties of Water Based Hydraulic Fluid  
Obsolete  
Last edition printed: 1993

**IP 337 /78 (95)**

Composition of Non-associated Natural Gas - Quantitative Gas Chromatography Method

**IP 331 /82**

Resistance to Oxidation and Hydrolysis of Non- aqueous Fire Resistant Fluids  
Obsolete  
Last edition printed: 1993

**IP 345 /80**

Composition of Associated Natural Gas - Gas Chromatography Method

**IP 395 /98**

Liquefied petroleum gases - Assessment of the dryness of propane - Valve freeze method  
IP-ASTM Joint Method



### **ASTM D 2713-91 (95)**

Equivalent Standards: BS 2000: Part 395: 1997; BS EN ISO 13758: 1997; ISO 13758: 1996

### **IP 403 /94**

Petroleum products - Determination of flash and fire points  
- Cleveland open cup method

Equivalent Standards: BS 2000: Part 403: 1994; BS EN 22592: 1994; ISO 2592: 1973

### **IP 404 /94**

Petroleum products and lubricants - Determination of flash point - Pensky-Martens closed cup method

Equivalent Standards: BS 2000: Part 404: 1994; BS EN 22719: 1994; ISO 2719: 1988

### **IP 405 /94**

Commercial propane and butane - Analysis by gas chromatography

Equivalent Standards: BS 2000: Part 405: 1994; BS EN 27941: 1994; ISO 7941; 1988

### **IP 410 /99**

Liquefied petroleum products - Determination of gauge vapour pressure - LPG method

Equivalent Standards: BS 2000: Part 410: 1998; BS EN ISO 4256: 1998; ISO 4256: 1996

### **IP 420 /95**

LPG - Calculation of density and vapour pressure

Superseded by IP 432

Last edition printed: 1997

### **IP 432 /2000**

Liquefied petroleum gases - Calculation method for density and vapour pressure

Equivalent Standards: BS 2000: Part 432: 1999; BS EN ISO 8973: 1999; ISO 8973: 1997

### **IP PM AN**

Fire resistance of fluids measured by the persistence of a wick flame

Obsolete; Proposed Method

### **IP PM CD /96**

Determination of the composition of liquefied petroleum gases - gas chromatography method.

Proposed Method

## **7.2.5.4 France**

<< None found >>

## **7.3.5.5 The Netherlands**

### **Standard**

#### **Rules for Pressure Vessels**

Dutch Code for Construction of Unfired Pressure Vessels.  
Section G.

Sections G804 and G805

#### **CPR 11-6** 25 mei 1998 Nr. 98/88

Propana. Vulstations voor spuitbussen met propana, butaan en demethyl-ether als drijfgas

#### **CPR 12E** 3 februari 1998 Nr. 98/11

Berekeningsmethoden voor opstellen risicoanalyse gevaarlijke stoffen

#### **CPR-12** 28 juli 1997 Nr. 97/131

Methoden voor het bepalen en verwerken van kansen

#### **CPR 12E** 1 november 1999 Nr. 99/194

Methods for determining and processing probabilities

#### **CPR 13** 21 juli 1999 Nr. 99/137

Richtlijnen voor opslag en verlading van ammoniak en voor de toepassing van ammoniak als koudemiddel in koelinstallaties en warmtepompen

#### **CPR 13-1** 25 mei 1998 Nr. 98/88

De opslag en verlading van ammoniak

#### **CPR 13-1** 21 juli 1999 Nr. 99/137

Ammoniak; opslag en verlading

#### **CPR 13-2** 21 juli 1999 Nr. 99/137

Ammoniak; toepassing als koudemiddel in koelinstallaties en warmtepompen

#### **CPR 14E** 28 juli 1997 Nr. 97/131

Methods for the calculation of physical effects

#### **CPR 14E** 1 november 1999 Nr. 99/194

Methods for the calculation of physical effects

**CPR 15-1** 1994

Richtlijn 15-1 van de CPR, getiteld 'Opslag gevaarlijke stoffen in emballage; Opslag van vloeistoffen en vaste stoffen (0 ton tot 10 ton)', tweede druk, uitgave 1994

**CPR 15-2** 1991

Richtlijn 15-2 van de CPR, getiteld 'Opslag gevaarlijke stoffen, chemische afval stoffen en bestrijdingsmiddelen in emballage; opslag van grote hoeveelheden', eerste druk, 1991

**CPR-16** 28 juli 1997 Nr. 97/131

Methoden voor het bepalen van mogelijke schade aan mensen en goederen

**CPR 16E** 1 november 1999 Nr. 99/194

Methods for the determination of possible damage

**CPR 18E** 1 november 1999 Nr. 99/194

Guidelines for quantitative risk assessment

**CPR 20** 31 januari 2000 Nr. 2000/013

RIB, Rapport Informatie-eisen BRZO'99

## 7.2.6 Codes and standards for iso containers or ibc's

### 7.2.6.1 United States of America

**Standard**

**AS/NZS 3833-1998** 5-SEP-1998

The Storage & Handling of Mixed Classes of Dangerous Goods in Packages & Intermediate Bulk Containers

**Standard**

**ABS 13-1998** 1998

Rules for Certification of Cargo Containers

**Standard**

**AMCA 99** 1986

Standards Handbook

**Standard**

**ANSI MH26.1-1998** 1998

Specifications for Industrial Metal Containers

**Standard**

**ANSI MH5.1.3M-1992** 1992

Requirements for Tank Containers for Liquids and Gases

**Standard**

**ANSI MH5.1.5-1990** 1990

Road/Rail Closed Dry Van Containers

**Standard**

**ANSI MH5.1.9-1990** 1990

Freight Containers - Automatic Identification

**Standard**

**ANSI PRD1-1998** 1998

Pressure Relief Devices for Natural Gas Vehicle (NGV) Fuel Containers

WITHDRAWN ITEM

**ANSI Z48.1** 1971

Marking Portable Compressed Gas Containers - WITHDRAWN, No Replacement

**Standard**

**ARI Guideline K (1997)** 1997

Containers for Recovered Fluorocarbon Refrigerators

**Standard**

**ARI Guideline N (1995)** 1995

Assignment of Refrigerant Container Colors

**Standard**

**AS 2278-1986** 1986

Metal Aerosol Containers

**Standard**

**AS 2278-1986 Amendment 1** 1-JUN-1988

Metal Aerosol Containers

**Standard**

**ASTM C148-00** 2000

Standard Test Method for Polariscopic Examination of Glass Containers

**Standard**

**ASTM C149-86(1995)** 31-JAN-1986

Standard Test Method for Thermal Shock Resistance of Glass Containers

**Standard**

**ASTM C224-78(R1999)** 27-JAN-1978

Standard Practice for Sampling Glass Containers

**Standard**

**ASTM C225-85(R1999)** 26-JUL-1985  
Standard Test Methods for Resistance of Glass Containers to Chemical Attack

**Standard**

**ASTM D2463-95** 10-NOV-1995  
Standard Test Method for Drop Impact Resistance of Blow-Molded Thermoplastic Containers

**Standard**

**ASTM D2561-95** 10-NOV-1995  
Standard Test Method for Environmental Stress-Crack Resistance of Blow-Molded Polyethylene Containers

**Standard**

**ASTM D2659-95** 10-NOV-1995  
Standard Test Method for Column Crush Properties of Blown Thermoplastic Containers

**Standard**

**ASTM D2684-95** 10-NOV-1995  
Standard Test Method for Permeability of Thermoplastic Containers to Packaged Reagents or Proprietary Products

**WITHDRAWN ITEM**

**ASTM D3068-80 (R1991)** 30-MAY-1980  
Standard Specification for Safe Fill of Aerosol Containers - WITHDRAWN - No Replacement

**Standard**

**ASTM D3074-94** 15-NOV-1994  
Standard Test Method for Pressure in Metal Aerosol Containers

**Standard**

**ASTM D3694-95** 15-FEB-1995  
Standard Practices for Preparation of Sample Containers and for Preservation of Organic Constituents

**Standard**

**ASTM D3844-96** 10-JUN-1996  
Standard Guide for Labeling Halogenated Hydrocarbon Solvent Containers

**Standard**

**ASTM D4306-97** 10-DEC-1997  
Standard Practice for Aviation Fuel Sample Containers for Tests Affected by Trace Contamination

**Standard**

**ASTM D4728-95** 10-NOV-1995  
Standard Test Method for Random Vibration Testing of Shipping Containers

**Standard**

**ASTM D4991-94(R1999)** 15-JUN-1994  
Standard Test Method for Leakage Testing of Empty Rigid Containers by Vacuum Method

**Standard**

**ASTM D6063-96** 10-DEC-1996  
Standard Guide for Sampling Drums & Similar Containers by Field Personnel

**Standard**

**ASTM D997-80(R1986)** 3-MAR-1980  
Standard Test Method for Drop Test for Loaded Cylindrical Containers

**Standard**

**ASTM D998-94** 15-MAY-1994  
Standard Test Method for Penetration of Liquids into Submerged Loaded Shipping Containers

**Standard**

**ASTM D999-96** 10-FEB-1996  
Standard Methods for Vibration Testing of Shipping Containers

**Standard**

**ASTM ES26-93** 28-JUL-1993  
Emergency Standard Specification for Cautionary Labeling for Plastic Five-Gallon Open-Head Containers (Buckets)

**Standard**

**ASTM F1115-95** 10-SEP-1995  
Standard Test Method for Determining the Carbon Dioxide Loss of Beverage Containers

**Standard**

**ASTM F1615-95** 10-SEP-1995  
Standard Specification for Cautionary Labeling for Five-Gallon Open-Head Plastic Containers

**Standard**

**ASTM F302-78(R1989)** 25-AUG-1978  
Standard Practice for Field Sampling of Aerospace Fluids in Containers

**Standard**

**ASTM F926-85** 23-AUG-1985  
Standard Specification for Cautionary Labeling of Portable  
Kerosine Containers for Consumer Use

WITHDRAWN ITEM

**AWS F4.1-94** 1994  
Recommended Safe Practices for Preparation for Welding  
and Cutting of Containers and Piping

WITHDRAWN ITEM

**EIA 556A** 11-NOV-1999  
Outer Shipping Container Bar Code Label Standard

**Standard**

**EIA 556B** 1-NOV-1999  
Outer Shipping Container Bar Code Label Standard

**Standard**

**EIA JEP130** 1-AUG-1997  
Guidelines for Packing and Labeling of Integrated Circuits in  
Unit Container Packing

**Standard**

**IEC 60096-1 Amendment 2** 25-JUN-1993  
Amendment No. 2

WITHDRAWN ITEM

**IEC 60204-3**  
Electrical Equipment of Industrial Machines - WITHDRAWN  
- Contained in IEC 60204-1

**Standard**

**IEC 60249-1 Amendment 4** 13-MAY-1993  
Amendment No. 4

WITHDRAWN ITEM

**IEC 60249-2-1 Amendment 2** 18-MAY-1993  
Amendment No. 2

**Standard**

IEC 60249-2-10 Amendment 3 18-MAY-1993  
Amendment No. 3

**Standard**

**IEC 60249-2-11 Amendment 2** 18-MAY-1993  
Amendment No. 2

**Standard**

**IEC 60249-2-12 Amendment 2** 18-MAY-1993  
Amendment No. 2

**Standard**

**IEC 60249-2-14 Amendment 3** 18-MAY-1993  
Amendment No. 3

WITHDRAWN ITEM

**IEC 60249-2-2 Amendment 3** 13-MAY-1993  
Amendment No. 3

WITHDRAWN ITEM

**IEC 60249-2-3 Amendment 2** 13-MAY-1993  
Amendment No. 2

WITHDRAWN ITEM

**IEC 60249-2-4 Amendment 3** 18-MAY-1993  
Amendment No. 3

**Standard**

**IEC 60249-2-5 Amendment 3** 13-MAY-1993  
Amendment No. 3

**Standard**

**IEC 60249-2-6 Amendment 2** 13-MAY-1993  
Amendment No. 2

**Standard**

**IEC 60249-2-7 Amendment 2** 13-MAY-1993  
Amendment No. 2

**Standard**

**IEC 60249-2-9 Amendment 3** 18-MAY-1993  
Amendment No. 3

**Standard**

**IEC 60264-1** 31-DEC-1969  
Packaging of winding wires. Part 1: Containers for round  
winding wires

**Standard**

**IEC 60344 Amendment 1** 1985  
Amendment No. 1

**Standard**

**IEC 60390A** 1976  
First supplement

**Standard**

**IEC 60708-1 Amendment 3** 1988  
Amendment No. 3

**Standard**

**IEC 60804 Amendment 1** 15-SEP-1989  
Amendment No. 1

**Standard**

**IEC 60804 Amendment 2** 21-SEP-1993  
Amendment No. 2

**Standard**

**IEEE C135.1-1999** 30-DEC-1999  
Galvanized Steel, Bolts and Nuts for Overhead Line  
Construction

**Standard**

**UL 147B Amendment 1** 1-MAR-1999  
Nonrefillable (Disposable) Type Metal Container Assemblies  
for Butane

**Standard**

**UL 2003 Outline** 28-AUG-1992  
Proposed Standard - Portable LP Gas Container Assemblies

**WITHDRAWN ITEM**

**CGA C-4** 1990  
American National Standard Method of Marking Portable  
Compressed Gas Containers to Identify the Materials  
Contained - WITHDRAWN

**Standard**

**CGA G-6.7** 1996  
Safe Handling of Liquid Carbon Dioxide Containers That  
Have Lost Pressure

**Standard**

**FED A-A-1235A** 6-DEC-1984  
Containers, Plastic, Molded (For Liquids, Pastes, and Powders)

**Standard**

**FED A-A-2597A** 25-JUL-1996  
Dishpan (Food Container Pan)

**Standard**

**FED A-A-30132A** 18-MAY-1987  
Disposable Container, Hypodermic Needle and Syringe

**Standard**

**FED A-A-50019B** 18-MAR-1988  
Racks, Milk Container, Mobile and Racks, Egg Container,  
Mobile

**Standard**

**FED A-A-50486A** 23-NOV-1992  
Container, Insulated, Shipping

**Standard**

**FED A-A-51625B** 24-NOV-1989  
Disposal Container, Hypodermic Needle and Syringe  
(Non-Needle Removal)

**Standard**

**FED A-A-51703(DM)** 13-OCT-1986  
Container and Pump, Dental (Mouthrinse)

**Standard**

**FED A-A-52193A** 18-JUL-1994  
Food Container, Insulated, with Inserts

**Standard**

**FED A-A-52486** 13-DEC-1984  
Mount, Shipping Container, Resilient: Shock and Vibration  
Damping

**Standard**

**FED A-A-58041** 15-MAR-1995  
Trailer, LD-3 Container, Side Transfer, Turntable

**Standard**

**FED A-A-59209** 15-APR-1998  
Paperboard, Ammunition Container

**Standard**

**FED O-F-1044B** 24-FEB-1975  
Fuel, Engine Primer: Cold Starting, In Pressurized and  
Nonpressurized Containers

**Standard**

**FED RR-C-550D** 8-APR-1991  
Containers, Fluid, for Paint Spray Equipment

**Standard**

**FED RR-C-550D Amendment** 19-FEB-1993  
Amendment 1 - Containers, Fluid, for Paint Spray Equipment

WITHDRAWN ITEM

**NFPA (fire) 327** 1993

Cleaning or Safeguarding Small Tanks and Containers Without Entry

WITHDRAWN ITEM

**NFPA 55**

Standard for the Storage, Use and Handling of Compressed and Liquefied Gases in Portable Cylinders, 1998 Edition

## 7.2.6.2 Germany

**(Draft) Standard**

**DIN 30823** MAR 1999

Intermediate bulk containers – Rigid IBC – Metal, rigid plastics and composite intermediate bulk containers; dimension, design, requirements, marking

**Standard**

**DIN 55461** 1 FEB 1990

Large size packages; flexible IBC; concepts, forms, dimensions, testing of dimensions

**Standard**

**DIN 55461** 2 JUL 1991

Large size packages; flexible IBC; dimensions

**Standard**

**DIN 10955** 1-APR-1983

Sensory Analysis - Testing of Container Materials and Containers for Food Products

**Standard**

**DIN 168-1** 1-DEC-1979

External Screw Threads - Part 1 - Especially for Glass Containers - Thread Sizes

**(Draft) Standard**

**DIN EN ISO 15867** NOV 1997

Intermediate bulk containers (IBC) for non-dangerous goods - Terminology

**(Draft) Standard**

**ISO/DIS 11895** JAN 1996

Specification for flexible intermediate bulk containers for non-dangerous goods

**(Draft) Standard**

**98/714098 DC** APR 2000

Pallet borne flexible intermediate bulk containers (PB FIBCs) for non-dangerous goods

**Standard**

**ISO 10327** 1-FEB-1995

Aircraft-Certified Aircraft Container for Air Cargo-Specification and Testing

**Standard**

**ISO 10374** 1-OCT-1991

Freight containers -- Automatic identification

**Standard**

**ISO 11242** 1-JUN-1996

Aircraft-Pressure Equalization Requirements for Cargo Containers

**Standard**

**ISO 11418-1** 1-OCT-1996

Containers and accessories for pharmaceutical preparations -- Part 1: Drop-dispensing bottles

**Standard**

**ISO 11418-2** 1-OCT-1996

Containers and accessories for pharmaceutical preparations -- Part 2: Screw-neck bottles for syrops

**Standard**

**ISO 11418-4** 1-OCT-1996

Containers and accessories for pharmaceutical preparations -- Part 4: Tablet bottles

**Standard**

**ISO 11418-5** 1-OCT-1997

Containers and accessories for pharmaceutical preparations -- Part 5: Dropper assemblies

**Standard**

**ISO 1161** 1984

Series 1 Freight Containers -- Corner Fittings -- Specification

**Standard**

**ISO 1496-1** 1990

Series 1 Freight Containers -- Specification and Testing -- Part 1: General Cargo Containers for General Purposes - Includes Amendments 1(1993) & 2 (1998)

### Standard

**ISO 1496-1/AMD1** 1-OCT-1993

Amendment 1 to ISO 1496-1:1990 1AAA and 1BBB containers

### Standard

**ISO 1496-2** 1996

Series 1 Freight Containers - Specification and Testing -  
Part 2: Thermal Containers - Includes Technical Corrigendum  
1:1997

### Standard

**ISO 1496-3** 1995

Series 1 Freight Containers - Specification and Testing -  
Part 3: Tank Containers for Liquids, Gases and Pressurized  
Dry Bulk

### Standard

**ISO 1496-4** 1991

Series 1 Freight Containers -- Specification and Testing --  
Part 4: Non-Pressurized Containers for Non-Bulk

### Standard

**ISO 1496-4/AMD1** 1-OCT-1994

AMENDMENT 1 to ISO 1496-4:1991 1AAA and 1BBB  
containers

### Standard

**ISO 1496-5** 1991

Series 1 Freight Containers -- Specification and Testing --  
Part 5: Platform and Platform-Based Containers

### Standard

**ISO 1496-5/AMD1** 1-OCT-1993

Amendment 1 to ISO 1496-5:1991 1AAA and 1BBB containers

### Standard

**ISO 2308** 1972

Hooks for Lifting Freight Containers of Up To 30 Tonnes  
Capacity - Basic Requirements

### HISTORICAL ITEM

#### Standard

**ISO 3871** 1-FEB-1980

Labelling of Containers for Petroleum or Non-Petroleum  
Base Brake Fluid

### HISTORICAL ITEM

#### Standard

**ISO 3874** 1988

Series 1 Freight Containers - Handling and Securing

#### Standard

**ISO 3874** 1-OCT-1997

Series 1 freight containers -- Handling and securing

#### Standard

**ISO 4118** 1-APR-1996

Non-Certified Lower Deck Containers for Air Transport-  
Specification and Testing

#### Standard

**ISO 4128** 1-SEP-1985

Air Mode Modular Containers

#### Standard

**ISO 6346** 1995

Freight Containers - Coding, Identification, and Marking

#### Standard

**ISO 668** 1995

Series 1 Freight Containers -- Classification, Dimensions and  
Ratings

#### Standard

**ISO 6967** 1-SEP-1994

Wide Body Aircraft Main Deck Container/Pallet Loader-  
Functional Requirements

#### Standard

**ISO 6968** 1-SEP-1994

Wide Body Aircraft Lower Deck Container/Pallet Loader-  
Functional Requirements

#### Standard

**ISO 7458** 1984

Glass Containers - Internal Pressure Resistance - Test  
Methods

#### Standard

**ISO 7459** 1984

Glass Containers - Thermal Shock Resistance and Thermal  
Shock Endurance - Test Methods

**Standard**

**ISO 8106** 1985

Glass Containers - Determination of Capacity by Gravimetric Method - Test Method

**Standard**

**ISO 8162** 1985

Glass Containers - Tall Crown Finishes - Dimensions

**Standard**

**ISO 8163** 1985

Glass Containers - Shallow Crown Finishes - Dimensions

**Standard**

**ISO 8164** 1990

Glass Containers - 520 ml Euro-form Bottles - Dimensions

**Standard**

**ISO 8167** 1-OCT-1989

Projections for resistance welding

**HISTORICAL ITEM**

**Standard**

**ISO 830** 1981

Freight Containers - Terminology

**Standard**

**ISO 830** 1-OCT-1999

Freight containers -- Vocabulary

**Standard**

**ISO 8323** 1995

Freight Containers -- Air/Surface (Intermodal) General Purpose Containers -- Specification and Tests

**Standard**

**ISO 90-2** 1-OCT-1997

Light gauge metal containers -- Definitions and determination of dimensions and capacities -- Part 2: General use containers

**Standard**

**ISO 9009** 1991

Glass Containers - Height and Non-Parallelism of Finish with Reference to Container Base - Test Methods

**Standard**

**ISO 9056** 1990

Glass Containers - Series of Pilferproof Finish - Dimensions

**Standard**

**ISO 9057** 1991

Glass Containers - 28 mm Tamper-Evident Finish for Pressurized Liquids - Dimensions

**Standard**

**ISO 9058** 1992

Glass Containers - Tolerances

**Standard**

**ISO 9100** 1-OCT-1992

Wide-mouth glass containers -- Vacuum lug finishes -- Dimensions

**Standard**

**ISO 9669** 1990

Series 1 Freight Containers -- Interface Connections for Tank Containers

**Standard**

**ISO 9711-1** 1990

Freight Containers -- Information Related to Containers on Board Vessels -- Part 1: Bay Plan System

**Standard**

**ISO 9711-2** 1990

Freight Containers -- Information Related to Containers on Board Vessels -- Part 2: Telex Data Transmission

**Standard**

**ISO 9897** 1-OCT-1997

Freight containers -- Container equipment data exchange (CEDEX) -- General communication codes

**Standard**

**ISO/IEC 2258** 31-DEC-1976

Printing ribbons - Minimum markings to appear on containers

**Standard**

**ISO/TR 15070** 1996

Series 1 Freight Containers - Rationale for Structural Test Criteria



### 7.2.6.3 United Kingdom

WITHDRAWN ITEM

**BS 1136** 1972

Specification for mild steel refuse storage containers

#### Standard

**BS 1133-7.7** 1990

Packaging Code - Paper & Board Wrappers, Bags & Containers - Composite Containers

WITHDRAWN ITEM

**BS 3951-1 Section 1.3** 1979

Freight Containers - Specification for Minimum Internal Dimensions for General Purpose Series 1 Freight Containers - WITHDRAWN, No replacement

#### Standard

**BS 3951-2 Section 2.5** 1992

Freight Containers. Specification and Testing of Series 1 Freight Containers. Platform and Platform-Based Containers

#### Standard

**BS 5045-1 Amendment 1** 1-AUG-1986

Amendment 1 - Transportable Gas Containers - Part 1: Specification for Seamless Steel Gas Containers above 0.5 Litre Water Capacity

#### Standard

**BS 5045-1 Amendment 2** 1991

Amendment 2 - Transportable Gas Containers - Part 1: Specification for Seamless Steel Gas Containers above 0.5 Litre Water Capacity

#### Standard

**BS 5045-1 Amendment 3** 1-NOV-1993

Amendment 3 - Transportable Gas Containers - Part 1: Specification for Seamless Steel Gas Containers above 0.5 Litre Water Capacity

#### Standard

**BS 5045-1 Amendment 4** 1997

Amendment 4 - Transportable Gas Containers - Part 1: Specification for Seamless Steel Gas Containers above 0.5 Litre Water Capacity

#### Standard

**BS 5045-1 Amendment 5** 15-SEP-1997

Amendment 5 - Transportable Gas Containers - Part 1: Specification for Seamless Steel Gas Containers above 0.5 Litre Water Capacity

#### Standard

**BS 5045-5** 1986

Transportable Gas Containers - Specification for Aluminium Alloy Containers Above 0.5 Litre up to 130 Litres Water Capacity with Welded Seams

#### Standard

**BS 5045-6** 1987

Transportable Gas Containers - Specification for Seamless Containers of Less than 0.5 Litre Water Capacity

#### Standard

**BS 5430-1** 31-MAY-1990

Periodic Inspection, Testing and Maintenance of Transportable Gas Containers (Excluding Dissolved Acetylene Containers). Specification for Seamless Steel Containers of Capacity 0.5 Litres and Above

#### Standard

**BS 5430-2** 31-DEC-1990

Periodic Inspection, Testing and Maintenance of Transportable Gas Containers (Excluding Dissolved Acetylene Containers). Specification for Welded Steel Containers of Water Capacity 0.5 L up to 150 L

#### Standard

**BS 5430-3** 31-DEC-1990

Periodic Inspection, Testing and Maintenance of Transportable Gas Containers (Excluding Dissolved Acetylene Containers). Specification for Seamless Aluminium Alloy Containers of Water Capacity 0.5 Litres and Above

#### Standard

**BS 5430-6** 15-JUL-1994

Periodic Inspection, Testing and Maintenance of Transportable Gas Containers (Excluding Dissolved Acetylene Containers). Specification for Seamless Steel and Aluminium Alloy Containers Having a Water Capacity of Less Than 0.5 Litre

#### Standard

**BS 7320 Amendment 1** 15-MAY-1994

Specification for Sharps Containers

#### Standard

**BS 7864** 1997

Specification for Plastics Containers for Surface Coatings

#### Standard

**BS EN 20090-2** 1993

Light Gauge Metal Containers - Definitions and Determination Methods for Dimensions and Capacities - Part 2: General Use Containers

#### Standard

**BS EN 20090-2 Amendment 1** 1-MAR-1993

Amendment 1 - Light Gauge Metal Containers - Definitions and Determination Methods for Dimensions and Capacities - Part 2: General Use Containers

#### Standard

**BS EN 28362-1** 1993

Injection Containers for Injectables and Accessories - Part 1: Injection Vials Made of Glass Tubing

#### Standard

**BS EN 28362-2** 1993

Injection Containers for Injectables and Accessories - Part 2: Closures for Injection Vials

#### Standard

**BS EN 28362-3** 1993

Injection Containers for Injectables and Accessories - Part 3: Aluminium Caps for Injection Vials

#### Standard

**BS EN 28362-4** 1993

Injection Containers for Injectables and Accessories - Part 4: Injection Vials Made of Moulded Glass

#### **IP 230 /81 (87)**

Minimum handling and storage temperature of fuels

Obsolete

Last edition printed: 1997

### 7.2.6.4 France

#### Standard

**AFNOR NF M 88-610** 1970

Petroleum Industry. Calibration Identification Plate for Containers

### 7.2.6.5 The Netherlands

<< None found >>

### 7.2.7 Codes and standards for caverns for lpg pressurised storage or mineral oil

#### 7.2.7.1 United States of America

##### Standard

**API 1114** 1-JUN-1994

Design of Solution-Mined Underground Storage Facilities

##### Standard

**API 1115** 1-SEP-1994

Operation of Solution-Mined Underground Storage Facilities

#### 7.2.7.2 Germany

<< None found >>

#### 7.2.7.3 United Kingdom

##### Standard

**BS EN 1918-3** 1998

Gas Supply Systems - Underground Gas Storage - Functional Recommendations for Storage in Solution-mined Salt Cavities

##### Standard

**BS EN 1918-4** 1998

Gas Supply Systems - Underground Gas Storage - Functional Recommendations for Storage in Rock Caverns

##### Standard

**BS EN 1918-5** 1998

Gas Supply Systems - Underground Gas Storage - Functional Recommendations for Surface Facilities

##### Standard

**CAS Z341-98** 1-DEC-1998

Storage of Hydrocarbons in Underground Formulations

#### 7.2.7.4 France

<< None found >>

## 7.2.7.5 The Netherlands

<< None found >>

### REFERENCES

#### Overview of Internet sites.

Most data have been derived from:

#### **American Standards Procurement site**

<http://www.techstreet.com>

#### **BSI** -- British Standards Institution

<http://bsonline.techindex.co.uk>

Other sites used:

#### **EEMUA** -- The Engineering Equipment and Materials Users Association

<http://www.eemua.co.uk>

#### **NEN** -- Nederlands Normalisatie Instituut

<http://www.nni.nl>

same as: <http://www.nen.nl>

#### **DIN** --- Deutsches Institut für Normung

<http://www.din.de>

[http://www.din\\_katalog.de](http://www.din_katalog.de)

<http://www2.beuth.de>

<http://www.ad-merkblaetter.de>

#### **CEN** -- Comité Européen de Normalisation

<http://www.cenorm.be>

#### **ISO** -- International Organisation for Standardisation

<http://www.iso.ch>

#### **ANSI** – American National Standards Institute

<http://www.ansi.org>

#### **API** – American Petroleum Institute

<http://www.api.org>

#### **ASME** – American Society of Mechanical Engineers

<http://www.asme.org>

#### **UL** – Underwriters Laboratories

<http://www.ul.com>

#### **NFPA** – National Fire Protection Association

<http://www.nfpa.org>

#### **WSSN** -- World Standards Services Network

<http://www.wssn.net>

#### **IP** – The Institute Of Petroleum

<http://www.petroleum.co.uk>

<http://www.minszw.nl>

<http://www.nieuwsbank.nl>

#### **Dienst voor het Stoomwezen**

<http://www.Stoomwezen.nl>

## 7.3 Normen voor piping, valves en fittings

### 7.3.1 Introduction

Only the most recent editions of Standards have been listed. However, withdrawn standards have been listed when they are still available but superseded/replaced by another standard.

Withdrawn items are marked as such by 'WITHDRAWN ITEM'. Valid codes and standards are indicated by the word 'Standard'.

Draft standards are not incorporated in the overview. Standards that are applicable for more than one storage mode have been mentioned in each applicable section. The following sections present an overview of the found data, one subsection per publishing country.

### 7.3.2 American codes and standards for piping, valves and fittings

#### Standard

**ANSI/NSF 61-2000** 13-SEP-2000  
Drinking Water System Components - Health Effects

#### Standard

**ANSI/AWWA C105/A21.5-99** 2000  
American National Standard for Polyethylene Encasement for Ductile-Iron Pipe Systems

#### WITHDRAWN ITEM

**ANSI/ISA S67.10** 1994  
Sample-Line Piping and Tubing Standards for Use in Nuclear Power Plants

#### Standard

**ANSI/API 574** 1-JUN-1998  
Inspection Practices for Piping System Components

#### Standard

**API GVT015** 1-JUN-1996  
Introduction to Oil and Gas Production (Book 1 in Vocational Training Series)  
Iron and Copper Alloy Flanges - Section 3.1: Specification for Steel Flanges

#### Standard

**ASTM A350/A350M-00a** 10-JUN-2000  
Standard Specification for Carbon and Low-Alloy Steel Forgings, Requiring Notch Toughness Testing for Piping Components

#### Standard

**ASTM Volume 01.01** 2000  
ASTM Book of Standards Volume 01.01: Iron and Steel Products: Steel - Piping, Tubing, Fittings

#### Standard

**ASTM A395/A395M-99** 10-DEC-1999  
Standard Specification for Ferritic Ductile Iron Pressure-Retaining Castings for Use at Elevated Temperatures

#### Standard

**ASTM A694/A694M-99** 10-NOV-1999  
Standard Specification for Forgings, Carbon and Alloy steel, for Pipe Flanges, Fittings, Valves, and Parts for High-Pressure Transmission Service

#### Standard

**ASTM A182/A182M-99** 10-NOV-1999  
Standard Specification for Forged or Rolled Alloy-Steel Pipe Flanges, Forged Fittings, and Valves and Parts for High-Temperature Service

#### Standard

**ASTM C450-99** 10-SEP-1999  
Standard Practice for Prefabrication and Field Fabrication of Thermal Insulating Fitting Covers for NPS Piping, Vessel Lagging, and Dished Head Segments

#### Standard

**ASTM F1970-99** 10-APR-1999  
Standard Specification for Special Engineered Fitting or Appurtenances for use in Poly (Vinyl Chloride) (PVC) or Chlorinated Poly (Vinyl Chloride) (CPVC) Systems

#### Standard

**ASTM A961-99** 10-MAR-1999  
Standard Specification for Common Requirements for Steel Flanges, Forged Fittings, Valves, and Parts for Piping Applications

#### Standard

**ASTM A988-98** 10-MAR-1998

Standard Specification for Hot Isostatically-Pressed Stainless Steel Flanges, Fittings, Valves, & Parts for High Temperature Service

#### Standard

**ASTM A989-98** 10-MAR-1998

Standard Specification for Hot Isostatically-Pressed Alloy Steel Flanges, Fittings, Valves, & Parts for High Temperature Service

#### Standard

**ASTM A105/105M-98** 10-MAR-1998

Standard Specification for Forgings, Carbon Steel, for Piping Applications

#### Standard

**ASTM B462-97** 10-OCT-1997

Standard Specification for Forged or Rolled UNS N08020, UNS N08024, UNS N08026, UNS N08367, and UNS R20033 Alloy Pipe Flanges Forged Fittings, and Valves and Parts for Corrosive High-Temperature Service

#### Standard

**ASTM A727/A727M-97** 10-SEP-1997

Standard Specification for Carbon Steel Forgings for Piping Components with Inherent Notch Toughness

WITHDRAWN

**ASME B31.7-1969** 01-JAN-69

Nuclear Piping, WITHDRAWN ITEM- No Replacement

#### Standard

**ASME A13.1-1996** 01-JAN-96

Scheme for the Identification of Piping Systems, Includes 1998 Erratum

#### Standard

**ASME B31G-1991** 01-JAN-91

Manual for Determining the Remaining Strength of Corroded Pipelines: a Supplement to B31, Code for Pressure Piping

#### Standard

**ASME B31.11-1989(R1998)** 01-JAN-89

Slurry Transportation Piping Systems

#### Standard

**ASME B31.9-1996** 01-JAN-96

Building Services Piping

#### Standard

**ASME B31.5-1992** 01-JAN-92

Refrigeration Piping

#### Standard

**ASME B31.2-1968** 01-JAN-68

Fuel Gas Piping

#### Standard

**ASME B31.4-1998** 01-JAN-98

Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons and other Liquids

WITHDRAWN ITEM

**ASME B31.8-1995** 01-DEC-95

Gas Transmission Distribution and Piping Systems

#### Standard

**ASME B31.3-1999** 01-JAN-99

Process Piping

#### Standard

**NACE RP0190-95** 1-MAR-1990

Standard Recommended Practice - External Protective Coatings for Joints, Fittings, and Valves on Metallic Underground or Submerged Pipelines and Piping Systems

#### Standard

**NFPA 31**

Standard for the Installation of Oil-Burning Equipment, 1997 Edition

#### Standard

**NFPA 54**

National Fuel Gas Code, 1999 Edition

#### Standard

**NFPA 54**

National Fuel Gas Code, 1996 Edition (Spanish)

#### Standard

**NFPA 99C**

Standard on Gas and Vacuum Systems, 1999 Edition

**Standard**

**NFPA 59A**

Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG). 1996 Edition

**Standard**

**NFPA 57**

Liquefied Natural Gas (LNG) Fuel Systems Code, 1999 Edition

**Standard**

**NFPA 560**

Standard for the Storage, Handling, and Use of Ethylene Oxide for Sterilization and Fumigations, 1995 Edition

**Standard**

**NFPA 50B**

Standard for Liquefied Hydrogen Systems at Consumer Sites, 1999 Edition

**Standard**

**NFPA 50A**

Standard for Gaseous Hydrogen Systems at Consumer Sites, 1999 Edition

**Standard**

**NFPA 37**

Standard for the Installation and Use of Stationary Combustion Engines and Gas Turbines, 1998 Edition

**Standard**

**NFPA 30A**

Code for Motor Fuel Dispensing Facilities and Repair Garages, 2000 Edition

**Standard**

**NFPA 24**

Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances, 1995 Edition

**Standard**

**NFPA 22**

Standard for Water Tanks for Private Fire Protection, 1998 Edition

**Standard**

**NFPA 14**

Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems, 1996 Edition

**Standard**

**NFPA 13D**

Standard for the Installation of Sprinkler Systems in One- And Two- Family Dwellings and Manufactured Homes, 1999 Edition

**Standard**

**NFPA 13**

Installation of Sprinkler Systems, 1999

**Standard**

**NFPA 25**

Inspection, Testing and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems, 1998 Edition

**Standard**

**NFPA 99**

Standard for Health Care Facilities, 1999 Edition

**Standard**

**NFPA 20**

Standard for the Installation of Stationary Fire Pumps for Fire Protection, 1999

**Standard**

**NFPA 1991**

Standard on Vapor-Protective Suits for Hazardous Chemical Emergencies, 1994 Edition

**Standard**

**NFPA 1991**

Standard on Vapor-Protective Ensembles for Hazardous Materials Emergencies, 2000 Edition

**Standard**

**NFPA 11**

Standard for Low-Expansion Foam, 1998 Edition

### 7.3.3 German codes and standards for piping, valves and fittings

#### Standard

**DIN 3383-2** 1-DEC-1996

Hose Assemblies and Connection Valves for Gas - Part 2:  
Hose Assemblies for Rigid Connection - GERMAN ONLY

#### Standard

**DIN 2999-1** 1-JUL-1983

Whitworth Pipe Threads for Tubes and Fittings - Parallel  
Internal Thread and Taper External Thread - Thread  
Dimensions

#### Standard

**DIN 3383-2** 1-DEC-1996

Hose Assemblies and Connection Valves for Gas - Part 2:  
Hose Assemblies for Rigid Connection - GERMAN ONLY

#### Standard

**DIN EN 1092-1** 1-NOV-1994

Flanges and their Joints - Part 1: Circular Flanges for Pipes,  
Valves, Fittings and Accessories - GERMAN ONLY

#### Standard

**ISO 5755** 1-OCT-1996

Sintered metal materials - Specifications

#### Standard

**ISO 12092** 1-OCT-2000

'Fittings, valves and other piping system components made  
of unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U), chlorinated  
poly(vinyl chloride) (PVC-C), acrylonitrile-butadiene-styrene  
(ABS) and acrylonitrile-styrene-acrylester (ASA) for pipes  
under pressure -- Resistance to internal pressure -- Test met

#### Standard

**ISO 10931-1** 15-FEB-1997

Plastics Piping Systems for Industrial Applications -  
Poly(vinylidene Fluoride) (PVDF) - Part 1 : General

#### Standard

**ISO 10931-4** 1-DEC-1997

Plastics Piping Systems for Industrial Applications -  
Poly(vinylidene fluoride) (PVDF) - Part 4: Valves

#### Standard

**ISO 4422-4** 1997

Pipes and Fittings Made of Unplasticized Poly(vinyl Chloride)  
(PVC-U) for Water Supply - Specifications - Part 4: Valves and  
Ancillary Equipment

#### Standard

**ISO 4422-5** 1997

Pipes and Fittings Made of Unplasticized Poly(vinyl Chloride)  
(PVC-U) for Water Supply – Specifications - Part 5: Fitness for  
Purpose of the System

#### Standard

**ISO 10931-1** 15-FEB-1997

Plastics Piping Systems for Industrial Applications -  
Poly(vinylidene Fluoride) (PVDF) - Part 1 : General

#### Standard

**ISO 10931-4** 1-DEC-1997

Plastics Piping Systems for Industrial Applications -  
Poly(vinylidene fluoride) (PVDF) - Part 4: Valves

#### Standard

**ISO 12092** 1-OCT-2000

'Fittings, valves and other piping system components made  
of unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U), chlorinated  
poly(vinyl chloride) (PVC-C), acrylonitrile-butadiene-styrene  
(ABS) and acrylonitrile-styrene-acrylester (ASA) for pipes  
under pressure -- Resistance to internal pressure -- Test met

#### Standard

**ISO 4422-4** 1997

Pipes and Fittings Made of Unplasticized Poly(vinyl Chloride)  
(PVC-U) for Water Supply - Specifications - Part 4: Valves and  
Ancillary Equipment

#### Standard

**ISO 4422-5** 1997

Pipes and Fittings Made of Unplasticized Poly(vinyl Chloride)  
(PVC-U) for Water Supply - Specifications - Part 5: Fitness for  
Purpose of the System

#### Standard

**ISO 5752** 1-JUN-1982

Metal Valves For Use In Flanged Pipe Systems - Face-To-Face  
& Center-To-Center Dimensions

#### Standard

**ISO 5753** 1-OCT-1991

Rolling bearings - Radial internal clearance

#### Standard

**ISO 5754** 1-OCT-1978

Sintered metal materials, excluding hardmetals - Unnotched impact test piece

#### Standard

**ISO 5755** 1-OCT-1996

Sintered metal materials - Specifications

#### Standard

**ISO 5758** 1-OCT-1987

Cinematography -- Labelling of containers for motion-picture film and magnetic materials -- Minimum information for exchange of materials

#### Standard

**ISO 5759** 1-OCT-1980

Cinematography -- Sound motion-picture camera cartridge, 8 mm Type S, Model 1 -- Cartridge-camera interface and take-up core drive -- Dimensions and specifications

#### Standard

**ISO 576** 1-OCT-1976

Textile machinery and accessories -- Paper patterns for dobbies -- Dimensions

#### Standard

**ISO 5763** 1-OCT-1989

Photography -- Electronic flash equipment -- Automatic control of exposure

#### Standard

**ISO 5764** 1-OCT-1987

Milk -- Determination of freezing point -- Thermistor cryoscope method

#### Standard

**ISO 5766** 1-OCT-1990

Pallet stackers and high-lift platform trucks - Stability tests

#### Standard

**ISO/R 784** 31-DEC-1969

Conventional Signs to be Used in Schemes for the Installations of Sanitary Systems in Ships

### 7.3.4 British codes and standards for piping, valves and fittings

#### Standard

**BS EN 12117** 15-MAR-1998

Plastics Piping Systems - Fittings, Valves & Ancillaries - Determination of Gaseous Flow Rate/pressure Drop Relationships

#### Standard

**BS EN 12107** 15-MAR-1998

Plastics Piping Systems - Injection-moulded Thermoplastics Fittings, Valves & Ancillary Equipment. Determination of the Long-term Hydrostatic Strength of Thermoplastics Materials for Injection Moulding of Piping

#### Standard

**BS 2782-11 Method 1150B** 1998

Methods of Testing Plastics - Thermoplastics Pipes, Fittings and Valves - Plastics Pipes and Fittings - Preparation of Polyethylene (PE) Pipe/Pipe or Pipe/Fitting Test Piece Assemblies by Butt Fusion

#### Standard

**BS 2782-12: Method 1209C** 1998

Methods of Testing Plastics - Part 12: Reinforced Plastics Pipes, Fittings, & Valves

#### Standard

**BS 2782-11 Method 1127P** 15-AUG-1997

Methods of Testing Plastics - Thermoplastics Pipes, Fittings and Valves - Thermoplastics Pipes, for the Conveyance of Fluids - Resistance to Internal Pressure - Test Method

#### Standard

**BS EN 1092-2** 1-JUN-1997

Flanges and Their Joints - Circular Flanges for Pipes, Valves, Fittings and Accessories, PN Designated - Part 2: Cast Iron Flanges

#### Standard

**BS 2782-11 Method 1150E** 1997

Methods of Testing Plastics - Thermoplastics Pipes, Fittings & Valves - Plastics Pipes & Fittings - Preparation of Test Piece Assemblies between a Polyethylene (PE) Pipe & an Electrofusion Fitting



### Standard

**BS EN 558-1** 1996

Industrial Valves - Face-to-Face and Centre-to-Face Dimensions of Metal Valves for Use in Flanged Pipe Systems - Part 1: PN-Designated Valves

### Standard

**BS 2782-11 Method 1121H** 1996

Methods of Testing Plastics. Thermoplastics Pipes, Fittings and Valves. Thermoplastics Pipes for the Transport of Liquids Under Pressure. Calculation of Head Losses

### Standard

**BS 4504-3S3.1** 1989

Flanges & Bolting for Pipes, Valves, and Fittings, Metric Series - Part 3: Steel, Cast Iron and Copper Alloy Flanges - Section 3.1: Specification for Steel Flanges

### Standard

**BS 4504-3S3.1 Amendment 1** 1-SEP-1990

Amendment 1 - Flanges & Bolting for Pipes, Valves, and Fittings, Metric Series - Part 3: Steel, Cast

### Standard

**BS 4504-3S3.1 Amendment 2** 1991

Amendment 2 - Flanges & Bolting for Pipes, Valves, and Fittings, Metric Series - Part 3: Steel, Cast Iron and Copper Alloy Flanges - Section 3.1: Specification for Steel Flanges

### Standard

**BS 4504-3S3.1 Amendment 3** 1-JUN-1993

Amendment 3 - Flanges & Bolting for Pipes, Valves, and Fittings, Metric Series - Part 3: Steel, Cast Iron and Copper Alloy Flanges - Section 3.1: Specification for Steel Flanges

WITHDRAWN ITEM

**BS 4504-3S3.2** 1989

Flanges & Bolting for Pipes, Valves and Fittings, Metric Series - Part 3: Steel, Cast Iron and Copper Alloy Flanges - Section 2: Specification for Cast Iron Flanges - WITHDRAWN

### Standard

**BS 4504-3S3.3** 1989

Flanges & Bolting for Pipes, Valves, and Fittings, Metric Series - Part 3: Steel, Cast Iron and Copper Alloy Flanges - Section 3.3: Specification for Copper Alloy and Composite Flanges

### Standard

**BS 4504-3S3.3 Amendment 1** 1-NOV-1989

Amendment 1 - Flanges & Bolting for Pipes, Valves, and Fittings, Metric Series - Part 3: Steel, Cast Iron and Copper Alloy Flanges - Section 3.3: Specification for Copper Alloy and Composite Flanges

### Standard

**BS EN 1092-2** 1-JUN-1997

Flanges and Their Joints - Circular Flanges for Pipes, Valves, Fittings and Accessories, PN Designated - Part 2: Cast Iron Flanges

### Standard

**BS EN 12107** 15-MAR-1998

Plastics Piping Systems - Injection-moulded Thermoplastics Fittings, Valves & Ancillary Equipment. Determination of the Long-term Hydrostatic Strength of Thermoplastics Materials for Injection Moulding of Piping

### Standard

**BS EN 12117** 15-MAR-1998

Plastics Piping Systems - Fittings, Valves & Ancillaries - Determination of Gaseous Flow Rate/pressure Drop Relationships

### Standard

**BS EN 558-1** 1996

Industrial Valves - Face-to-Face and Centre-to-Face Dimensions of Metal Valves for Use in Flanged Pipe Systems - Part 1: PN-Designated Valves

### Standard

**EEMUA 153 /96** EEMUA Supplement to ASME B31.3

Date 1996 Edition, Process Piping (& Amendments N° 1, May 97 and N° 2, Mar 98)

### Standard

**EEMUA 167**

EEMUA Specification for Quality Levels for Carbon Steel Valve Castings  
Date 1991

### Standard

**EEMUA 170**

Specification for the Production Testing of Valves. Part 1 - Ball Valves  
Date 1991 (& Errata & Amdts N° 1, Apr 96)

**Standard**

**EEMUA 171**

Part 2 - Plug Valves

Date 1994 (& Errata & Amdts N° 1, Apr 96)

**Standard**

**EEMUA 172**

Part 3 - Gate Valves

Date 1995 (& Amdts N° 1 Jan 96)

**Standard**

**EEMUA 173**

Part 4 - Butterfly and Globe Valves

Date 1995

**Standard**

**EEMUA 182**

Specification for Integral Block and Bleed Valve Manifolds for Direct Connection to Pipework (Incorporating Information Sheet No. 20: Application Guidelines)

Date 1995

**Standard**

**EEMUA 184**

Guide to the Isolation of Pressure Relieving Devices

Date 1996

**Standard**

**EEMUA 185**

Guide for Hot Tapping on Piping and other Equipment

Date 1996

**Standard**

**EEMUA 188**

Guide for Assessing Safety Valve Operating Periods

Date 1999

**Standard**

**EEMUA 192**

Guide for the Procurement of Valves for Low Temperature (Non-Cryogenic) Service

Date 1998

**Standard**

**EEMUA 196**

Valve Purchasers' Guide to the European Pressure Equipment Directive

Date 1999

**Standard**

**EEMUA 144**

90/10 Copper Nickel Alloy Piping for Offshore Applications. Tubes - Seamless and Welded

Date (Revised 1987)

**Standard**

**EEMUA 145**

90/10 Copper Nickel Piping for Offshore Applications. Flanges – Composite and Solid

Date 1987

**Standard**

**EEMUA 146**

90/10 Copper Nickel Alloy Piping for Offshore Applications. Fittings

Date 1987

**Standard**

**EEMUA 194**

Guidelines for Materials Selection and Corrosion Control for Subsea Oil and Gas Production Equipment

Date September 1999

**Standard**

**EEMUA 149**

Code of Practice for the Identification and Checking of Materials of Construction Pressure Systems in Process Plants

Date (1997 revised)

**Standard**

**EEMUA 195**

Compendium of EEMUA Information Sheets on Topics Related to Pressure-Containing Equipment

Date Oct. 1999

**Standard**

**IP 387 /90**

Filter Blocking Tendency of Gas Oils and Distillate Diesel Fuels

**Standard**

**IP PM AW**

Filter blocking tendency of gas oils and distillate diesel fuels Proposed Method; Revised and raised to Standard under the number IP 387 in 1989

### 7.3.5 Dutch codes and standards for piping, valves and fittings

#### Standard

##### **ENV 1401-2:2000 EN**

Plastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage - Unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U) - Part 2: Guidance for assessment of conformity, 2000-05-01

#### Standard

##### **N 130:1932 NL**

Sewer fittings - Cast iron road gully covers and gratings - Cast iron frames with steel gratings

#### Standard

##### **N 131:1952 NL**

Sewer fittings - Concrete reservoirs for road gullies (small model)

#### Standard

##### **N 133:1951 NL**

Sewer fittings - Cast iron frames for road gullies

#### Standard

##### **NEN 1091:1994 NL**

Safety requirements for steel gas transport pipelines operating at design pressures greater than 1 bar and not exceeding 16 bar

#### Standard

##### **NEN 1093:1979 NL**

Safety requirements for ductile cast iron gas pipelines operating at pressures exceeding 1 bar

#### Standard

##### **NEN 1184:1986 NL**

Indicating plates for fire hydrants, fire service underground supply of open water and apparatus in water-, gas- and town heating pipelines and for sewerage

#### Standard

##### **NEN 1092:1984 NL**

Safety requirements for polyethylene (PE) gas pipe lines operating at working pressures exceeding 1 bar

#### Standard

##### **NEN 1273:1967 NL**

Push-on ends and hose adapters for gas

#### Standard

##### **NEN 1571:1967 NL**

Pressure test nipples for gas

#### Standard

##### **NEN 2078:1997 NL**

Requirements for industrial gas installations

#### Standard

##### **NEN 2078:1997/ONTW.A1:2000 NL**

Requirements for industrial gas installations

#### Standard

##### **NEN 2078ENGELS:1998 EN**

Requirements for industrial gas installations

#### Standard

##### **NEN 2128:1957 NL**

Float valve for flushing cistern

#### Standard

##### **NEN 2159:1965 NL**

Hydrant pit

#### Standard

##### **NEN 2160:1959 NL**

Pit for gas and water supply systems

#### Standard

##### **NEN 2195:1985 NL**

Technical drawings - Symbols for process engineering diagrams

#### Standard

##### **NEN 2323:1983 NL**

Seamless steel tubes - Dimensions and masses

#### Standard

##### **NEN 2376:1961 NL**

Plastic pipes - Outside diameters and nominal pressures

#### Standard

##### **NEN 2381:1968 NL**

Hose adapters for propane and butane

**Standard**

**NEN 2541:1967 NL**

Fittings and connections for gas conduits

**Standard**

**NEN 2542:1967 NL**

Fittings and connections with outside thread for gas conduits

**Standard**

**NEN 2543:1967 NL**

Fittings for soldering for gas conduits

**Standard**

**NEN 2544:1967 NL**

Coupling nuts for fittings for gas and water conduits

**Standard**

**NEN 2545:1967 NL**

Packing rings for fittings for gas conduits

**Standard**

**NEN 2547:1967 NL**

Fittings and connections with outside thread for water conduits

**Standard**

**NEN 2547:1967 NL**

Fittings and connections with outside thread for water conduits

**Standard**

**NEN 2548:1967 NL**

Packing rings for fittings for water conduits

**Standard**

**NEN 2550:1968 NL**

Male screw piece, one side outside thread, for three-piece unions for gas and water conduits

**Standard**

**NEN 2551:1968 NL**

Male screw piece, one side inside thread, for three-piece unions for gas conduits

**Standard**

**NEN 2552:1968 NL**

Male screw piece, one side inside thread, for three-piece unions for water conduits

**Standard**

**NEN 2671:1970 NL**

Code of practice for construction of service pipe lines of PVC for transport of drinking-water

**Standard**

**NEN 2672:1979 NL**

Installation of unplasticized PVC sewerage and drainage systems

**Standard**

**NEN 2673:1972 NL**

Code of practice for installation of PE-waste pipes indoors

**Standard**

**NEN 2673:1972/C1:1973 NL**

Code of practice for installation of PE-waste pipes indoors

**Standard**

**NEN 2982:1986 NL**

Stainless steel collars for flanges with connecting dimensions according to ISO-PN 10

**Standard**

**NEN 2983:1989 NL**

Non-metallic flat gaskets for flanges with connection dimensions according to ISO-PN 10 - Type IBC

**Standard**

**NEN 3045:1957 NL**

Cast iron pipes and fittings for pressure main lines

**Standard**

**NEN 3045:1957/C1:1974 NL**

Cast iron pipes and fittings for pressure main lines

**Standard**

**NEN 3048:1967 NL**

Symbols for pipe lines and accessories

**Standard**

**NEN 3050:1972 NL - FR**

Identification colours for pipes conveying fluids in liquid or gaseous condition in land installations and on board ships

**Standard**

**NEN 3116:1990 NL**

Construction drawings - Basic symbols for the interchange of data about the position of underground cables and pipelines

**Standard**

**NEN 3120-I:1967 NL**

Stop cocks for water supply (disk type)

**Standard**

**NEN 3214:1992 NL**

Sewerage inside dwellings - Representation of parts on drawings

**Standard**

**NEN 3215:1997 NL**

Sewerage inside dwellings - Requirements and determination methods

**Standard**

**NEN 3219:1985 ONTW. NL**

Drainage and sewerage outside buildings - Symbols for drawings

**Standard**

**NEN 3263:1984 NL**

Asbestos-cement pipes and joints for thrust boring - Requirements and test methods

**Standard**

**NEN 3277:1976 NL**

Rubber hose with reinforcement for natural gas with a working pressure less than 5 kPa (50 mbar)

**Standard**

**NEN 3279:1991 NL**

Asbestos cement sewer manholes and sewer manhole pipes

**Standard**

**NEN 3287:1986 NL**

Sewerage inside dwellings - Connection of condensate producing gas-fired heaters

**Standard**

**NEN 3300:1996 NL**

Drainage and sewerage outside buildings - Terminology

**Standard**

**NEN 3399:1992 NL**

Sewerage systems outside buildings - Classification system for visual inspection of sewers

**Standard**

**NEN 3399ENGELS:1994 EN - FR - DE**

Sewerage systems outside buildings - Classification system for visual inspection of sewers

**Standard**

**NEN 3650:1992 NL**

Requirements for steel pipe line transportation systems

**Standard**

**NEN 3650:1992/C1:1996 NL**

Requirements for steel pipe line transportation systems

**Standard**

**NEN 3650ENGELS:1998 EN**

Requirements for steel pipeline transportation systems

**Standard**

**NEN 3651:1994 NL**

Additional requirements for steel pipelines in crossings of important public works

**Standard**

**NEN 3651:1994/A1:2000 NL**

Additional requirements for steel pipelines in crossings of important public works

**Standard**

**NEN 3652:1998 NL**

Additional requirements for non-steel pipelines in crossings of important public works

**Standard**

**NEN 3826:1970 NL**

Diaphragm valves for water supply

**Standard**

**NEN 5064:1995 NL**

Heating and cooling installations - Calculation of the pressure loss in pipes

**Standard**

**NEN 5654:1980 NL**

Rubber hose with reinforcement for butane and propane gas

**Standard**

**NEN 5654:1980/ENGELS:1996 EN**

Rubber hose with reinforcement for butane and propane gas

**Standard**

**NEN 5658:1971 NL**

Rubber hoses without reinforcement for butane-, propane gas and natural gas with a working pressure less than 0,05 bar

**Standard**

**NEN 7012:1975 NL**

Pipes of ABS for soil and waste discharge systems inside buildings

**Standard**

**NEN 7013:1980 NL**

PVC and ABS expansion units for discharge systems inside buildings

**Standard**

**NEN 7029:1980 NL**

Unplasticized PVC pipes and double sockets for pressure pipelines for drain and sewer purposes

**Standard**

**NEN 7033:1976 NL**

Adhesives for cold welding of soil and waste pipes and fittings of unplasticized PVC inside buildings

**Standard**

**NEN 7033:1988 ONTW. NL**

Plastic pipes for the transport of waste water - Adhesives for joints in soil and waste pipes of unplasticized PVC (PVC-U) inside buildings - Requirements and test methods

**Standard**

**NEN 7041:1976 NL**

Zinc and/or plastics coated steel pipes and fittings for domestic sewerage systems

**Standard**

**NEN 7046:1978 NL**

Unplasticized PVC fittings for soil, waste, drain and sewer purposes

**Standard**

**NEN 7046:1978/A1:1984 NL**

Supplement to NEN 7046 - Unplasticized PVC fittings for soil, water, drain and sewer purposes

**Standard**

**NEN 7046:1978/C1:1979 NL**

Unplasticized PVC fittings for soil, waste, drain and sewer purposes

**Standard**

**NEN 7047:1989 NL**

Wrapping material made of cocos fibres for land drainage pipes

**Standard**

**NEN 7047:1989/C2:1991 NL**

Wrapping material made of cocos fibres for land drainage pipes

**Standard**

**NEN 7048:1989 NL**

Wrapping material made of peat fibres for land drainage pipes

**Standard**

**NEN 7048:1989/C1:1989 NL**

Wrapping material made of peat fibres for land drainage pipes

**Standard**

**NEN 7060:1984 NL**

Unplasticized PVC sockets for casting into circular concrete or reinforced concrete pipes for drain and sewer purposes

**Standard**

**NEN 7060:1984/C1:1985 NL**

Unplasticized PVC sockets for casting into circular concrete or reinforced concrete pipes for drain and sewer purposes

**Standard**

**NEN 7062:1986 NL**

Cast-iron waste-pipes and fittings of the plain-end type

**Standard**

**NEN 7062ENGELS:1986 EN**

Cast-iron waste-pipes and fittings of the plain-end type

**Standard**

**NEN 7080:1982 NL**

Thermoplastics cylindric sockets with snap on connection for ribbed sub-oil drainage pipes

**Standard**

**NEN 7080:1982/C1:1983 NL**

Thermoplastics cylindric sockets with snap on connection for ribbed sub-oil drainage pipes

**Standard**

**NEN 7081:1983 ONTW. NL**

Pipes and fittings of glass reinforced thermosetting resins - Locked socket and spigot joints with elastomeric sealing rings for underground pipelines - Requirements and test methods

**Standard**

**NEN 7088:1987 NL**

Unplasticized polyvinylchloride (PVC-U) connecting pieces for soil and waste pipesystems outside buildings of unplasticized polyvinylchloride

**Standard**

**NEN 7089:1990/C2:1993 NL**

Oil and mud traps - Types, requirements and test methods

**Standard**

**NEN 7104:1983 NL**

Pipes of amorphous thermoplastics materials - Determination of the creep behaviour of the pipes by flexion in the circumferential direction

**Standard**

**NEN 7104:1983/C1:1983 NL**

Pipes of amorphous thermoplastics materials - Determination of the creep behaviour of the pipes by flexion in the circumferential direction

**Standard**

**NEN 7130:1989 ONTW. NL**

Plastics pipe systems for the transport of hot and cold water - Definitions - Classification

**Standard**

**NEN 7200:1988 NL**

Plastics pipelines for the transport of gas, drinking water and waste water - Buttwelding of PE pipes and fittings with a density of at least 930 kg/m<sup>3</sup>

**Standard**

**NEN 7203:1984 NL**

Gasinstallations - Single-walled aluminium pipes and fittings for gas vents

**Standard**

**NEN 7204:1984 NL**

Installations for gas - Flexible aluminium pipes for gas vents

**Standard**

**NEN 7205:1983 NL**

Gasinstallations - Loose insulation pieces in gas conduits

**Standard**

**NEN 7206:1982 NL**

Non-return valves for gas, air and oxygen

**Standard**

**NEN 7207:1988 NL**

Gasinstallations - Double walled discharge system

**Standard**

**NEN 7212:1987 NL**

Rubber seals in distribution systems for natural gas

**Standard**

**NEN 7212ENGELS:1987 EN**

Rubber seals in distribution systems for natural gas

**Standard**

**NEN 7230:1998 NL**

Plastics piping systems for gas supply - Pipes of high-impact poly(vinyl chloride) (PVC-HI) - Requirements and test methods

**Standard**

**NEN 7231:1997 NL**

Plastics piping systems for gas supply - Fittings of modified poly(vinyl chloride) (modified-PVC) - Requirements and test methods

**Standard**

**NEN 7231:1997 NL**

Plastics piping systems for gas supply - Fittings of modified poly(vinyl chloride) (modified-PVC) - Requirements and test methods

**Standard**

**NEN 7232:1997 NL**

Plastics piping systems for gas supply - Saddles with clamp connection of modified poly (vinyl chloride) (modified PVC) - Requirements and test methods

**Standard**

**NEN 7240:1998 NL**

Plastics piping systems for gas supply - Tensile resistant couplings of high-impact poly(vinyl chloride) (PVC-HI) - Requirements and test methods

**Standard**

**NEN-EN 10208-1:1997 EN**

Steel pipes for pipelines for combustible fluids - Technical delivery conditions - Part 1: Pipes of requirement class A

**Standard**

**NEN-EN 10208-2:1996 EN**

Steel pipes for pipe lines for combustible fluids - Technical delivery conditions - Part 2: Pipes of requirement class B

**Standard**

**NEN-EN 10208-2:1996/C1:1997 EN**

Steel pipes for pipe lines for combustible fluids - Technical delivery conditions - Part 2: Pipes of requirements class B

**Standard**

**NEN-EN 10208-3:1997 ONTW. EN**

Steel pipes for pipe lines for combustible fluids - Technical delivery conditions - Part 3: Pipes of class C

**Standard**

**NEN-EN 10216-1:1995 2E ONTW. EN**

Seamless steel tubes for pressure purposes - Technical delivery conditions - Part 1: Non-alloy steel tubes with specified room temperature properties

**Standard**

**NEN-EN 10216-2:1999 2E ONTW. EN**

Seamless steel tubes for pressure purposes - Technical delivery conditions - Part 2: Non-alloy and alloy steel tubes with specified elevated temperature properties

**Standard**

**NEN-EN 10216-3:1999 2E ONTW. EN**

Seamless steel tubes for pressure purposes - Technical delivery conditions - Part 3: Non-alloy and alloy fine grain steel tubes

**Standard**

**NEN-EN 10216-4:1999 2E ONTW. EN**

Seamless steel tubes for pressure purposes - Technical delivery conditions - Part 4: Non-alloy and alloy steel tubes with specified low temperature properties

**Standard**

**NEN-EN 10216-5:1999 ONTW. EN**

Seamless steel tubes for pressure purposes - Technical delivery conditions - Part 5: Stainless steel tubes

**Standard**

**NEN-EN 10217-1:1995 2E ONTW. EN**

Welded steel tubes for pressure purposes - Technical delivery conditions - Part 1: Non-alloy steels with specified room temperature properties

**Standard**

**NEN-EN 10217-4:1999 2E ONTW. EN**

Welded steel tubes for pressure purposes - Technical delivery conditions - Part 4: Electric welded non-alloy steel tubes with specified low temperature properties

**Standard**

**NEN-EN 10224:1995 2E ONTW. EN**

Steel tubes and fittings for the conveyance of aqueous liquids including water for human consumption

**Standard**

**NEN-EN 10241:2000 EN**

Steel threaded pipe fittings

**Standard**

**NEN-EN 10242:1995 EN**

Threaded pipe fittings in malleable cast iron

**Standard**

**NEN-EN 10242:1995/A1:1999 EN**

Threaded pipe fitting in malleable cast iron

**Standard**

**NEN-EN 10242:1995/A1:1999/C1:1999 EN**

Threaded pipe fitting in malleable cast iron

**Standard**

**NEN-EN 10246-10:2000 EN**

Non-destructive testing of steel tubes - Part 10: Radiographic testing of the weld seam of automatic fusion arc welded steel tubes for the detection of imperfections

**Standard**

**NEN-EN 10246-11:2000 EN**

Non-destructive testing of steel tubes - Part 11: Liquid penetrant testing of seamless and welded steel tubes for the detection of surface imperfections



#### Standard

##### **NEN-EN 10246-12:2000 EN**

Non-destructive testing of steel tubes - Part 12: Magnetic particle inspection of seamless and welded ferromagnetic steel tubes for the detection of surface imperfections

#### Standard

##### **NEN-EN 10246-13:2000 EN**

Non-destructive testing of steel tubes - Part 13: Automatic full peripheral ultrasonic thickness testing for seamless and welded (except submerged arc welded) steel tubes

#### Standard

##### **NEN-EN 10246-14:1999 EN**

Non-destructive testing of steel tubes - Part 14: Automatic ultrasonic testing of seamless and welded (except submerged arc-welded) steel tubes for the detection of laminar imperfections

#### Standard

##### **NEN-EN 10246-15:2000 EN**

Non-destructive testing of steel tubes - Part 15: Automatic ultrasonic testing of strip/plate used in the manufacture of welded steel tubes for the detection of laminar imperfections

#### Standard

##### **NEN-EN 10246-16:2000 EN**

Non-destructive testing of steel tubes - Part 16: Automatic ultrasonic testing of the area adjacent to the weld seam of welded steel tubes for the detection of laminar imperfections

#### Standard

##### **NEN-EN 10246-17:2000 EN**

Non-destructive testing of steel tubes - Part 17: Ultrasonic testing of tube ends of seamless and welded steel tubes for the detection of laminar imperfections

#### Standard

##### **NEN-EN 10246-18:2000 EN**

Non-destructive testing of steel tubes - Part 18: Magnetic particle inspection of tube ends of seamless and welded ferromagnetic steel tubes for the detection of laminar imperfections

#### Standard

##### **NEN-EN 10246-1:1996 EN**

Non-destructive testing of steel tubes - Part 1: Automatic electromagnetic testing of seamless and welded (except submerged arc welded) ferromagnetic steel tubes for verification of hydraulic leaktightness

#### Standard

##### **NEN-EN 10246-1:1996 NL**

Non-destructive testing of steel tubes - Part 1: Automatic electromagnetic testing of seamless and welded (except submerged arc welded) ferromagnetic steel tubes for verification of hydraulic leaktightness

#### Standard

##### **NEN-EN 10246-2:2000 EN**

Non-destructive testing of steel tubes - Part 2: Automatic eddy current testing of seamless and welded (except submerged arc-welded) austenitic and austenitic-ferritic steel tubes for verification of hydraulic leak-tightness

#### Standard

##### **NEN-EN 10246-3:1999 EN**

Non-destructive testing of steel tubes - Part 3: Automatic eddy current testing of seamless and welded (except submerged arc-welded) steel tubes for the detection of imperfections

#### Standard

##### **NEN-EN 10246-4:1999 EN**

Non-destructive testing of steel tubes - Part 4: Automatic full peripheral magnetic transducer/flux leakage testing of seamless ferromagnetic steel tubes for the detection of transverse imperfections

#### Standard

##### **NEN-EN 10246-5:1999 EN**

Non-destructive testing of steel tubes - Part 5: Automatic full peripheral magnetic transducer/flux leakage testing of seamless and welded (except submerged arc welded) ferromagnetic steel tubes for the detection of longitudinal imperfections

#### Standard

##### **NEN-EN 10246-6:1999 EN**

Non-destructive testing of steel tubes - Part 6: Automatic full peripheral ultrasonic testing of seamless steel tubes for the detection of transverse imperfections

#### Standard

##### **NEN-EN 10246-7:1996 EN**

Non-destructive testing of steel tubes - Part 7: Automatic full peripheral ultrasonic testing of seamless and welded (except submerged arc welded) steel tubes for the detection of longitudinal imperfections

**Standard**

**NEN-EN 10246-8:1999 EN**

Non-destructive testing of steel tubes - Part 8: Automatic ultrasonic testing of the weld seam of electric welded steel tubes for the detection of longitudinal imperfections

**Standard**

**NEN-EN 10246-9:2000 EN**

Non-destructive testing of steel tubes - Part 9: Automatic ultrasonic testing of the weld seam of submerged arc welded steel tubes for the detection of longitudinal and/or transverse imperfections

**Standard**

**NEN-EN 10253-1:1999 EN**

Butt-welding pipe fittings - Part 1: Wrought carbon steel for general use and without specific inspection requirements

**Standard**

**NEN-EN 10253-2:1999 ONTW. EN**

Butt welding pipe fittings - Part 2: Wrought carbon and ferritic alloy steels with specific inspection requirements

**Standard**

**NEN-EN 10266:1995 ONTW. EN**

Steel tubes, fittings and structural hollow sections - Definitions and symbols for use in product standards

**Standard**

**NEN-EN 10284:2000 EN**

Malleable cast iron fittings with compression ends for polyethylene (PE) piping systems

**Standard**

**NEN-EN 10285:1996 ONTW. EN**

Steel tubes and fittings for on and offshore pipelines - External three layer extruded polyethylene based coatings

**Standard**

**NEN-EN 10286:1996 ONTW. EN**

Steel tubes and fittings for on and offshore pipelines - External three layer extruded polypropylene based coating

**Standard**

**NEN-EN 10287:1996 ONTW. EN**

Steel tubes and fittings for on and offshore pipelines - External fused polyethylene based coatings

**Standard**

**NEN-EN 10288:1996 ONTW. EN**

Steel tubes and fittings for on and offshore pipelines - External two layer extruded polyethylene based coatings

**Standard**

**NEN-EN 10289:1997 ONTW. EN**

Steel tubes and fittings for on and offshore pipelines - External liquid applied epoxy and epoxy-modified coatings

**Standard**

**NEN-EN 10290:1997 ONTW. EN**

Steel tubes and fittings for on and offshore pipelines - External liquid applied polyurethane and polyurethane-modified coatings

**Standard**

**NEN-EN 10298:1998 ONTW. EN**

Steel tubes and fittings for on shore and offshore pipelines - Internal lining with cement mortar

**Standard**

**NEN-EN 10300:1998 ONTW. EN**

Steel tubes and fittings for onshore and offshore pipelines - External coatings by bitumen or coal tar derived materials

**Standard**

**NEN-EN 10301:1998 ONTW. EN**

Steel tubes and fittings for on and offshore pipelines - Internal coating for the reduction of friction for conveyance of non corrosive gas

**Standard**

**NEN-EN 10311:1999 ONTW. EN**

Joints for the connection of steel tubes and fittings for the conveyance of aqueous liquids including water for human consumption

**Standard**

**NEN-EN 10312:1999 ONTW. EN**

Stainless steel tubes and fittings for the conveyance of aqueous liquids including water for human consumption

**Standard**

**NEN-EN 1042:1993 ONTW. EN**

Plastics piping systems - Fusion joints between polyolefin pipes and/or fittings - Determination of resistance to internal pressure at constant temperature

### Standard

#### **NEN-EN 1046:1993 ONTW. EN**

Plastics piping and ducting systems - Plastics systems outside building structures - Recommended practice for installation above and below ground

### Standard

#### **NEN-EN 1053:1995 EN**

Plastics piping systems - Thermoplastics piping systems for non-pressure applications - Test method for watertightness

### Standard

#### **NEN-EN 1054:1995 EN**

Plastics piping systems - Thermoplastics piping systems for soil and waste discharge - Test method for airtightness of joints

### Standard

#### **NEN-EN 1055:1996 EN**

Plastics piping systems - Thermoplastics piping systems for soil and waste discharge inside buildings - Test method for resistance to elevated temperature cycling

### Standard

#### **NEN-EN 1056:1996 EN**

Plastics piping and ducting systems - Plastics pipes and fittings - Test method for exposure to direct (natural) weathering

### Standard

#### **NEN-EN 1092-1:1997 2E ONTW. EN**

Flanges and their joints - Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories - PN designated - Part 1: Steel flanges

### Standard

#### **NEN-EN 1092-2:1997 EN**

Flanges and their joints - Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories, PN designated - Part 2: Cast iron flanges

### Standard

#### **NEN-EN 1092-3:1994 ONTW. EN**

Flanges and their joints - Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories - Part 3: Copper alloy and composite flanges, PN designated

### Standard

#### **NEN-EN 1092-4:1995 ONTW. EN**

Flanges and their joints - Circular flanges for pipes, valves fittings and accessories, PN designated - Part 4: Aluminium alloy flanges

### Standard

#### **NEN-EN 1115-1:1998 EN**

Plastics piping systems for underground drainage and sewerage under pressure - Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) based on unsaturated polyester resin (UP) - Part 1: General

### Standard

#### **NEN-EN 1115-2:1993 ONTW. EN**

Plastics piping systems for underground drainage and sewerage under pressure - Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) based on polyester resin (UP) - Part 2: Pipes with flexible, reduced articulation or rigid joints

### Standard

#### **NEN-EN 1115-3:1996 EN**

Plastics piping systems for underground drainage and sewerage under pressure - Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) based on polyester resin (UP) - Part 3: Fittings

### Standard

#### **NEN-EN 1115-4:1993 ONTW. EN**

Plastics piping systems for underground drainage and sewerage under pressure - Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) based on polyester resin (UP) - Part 4 (informative): Ancillary equipment

### Standard

#### **NEN-EN 1115-5:1996 EN**

Plastics piping systems for underground drainage and sewerage under pressure - Glas-reinforced thermosetting plastics (GRP) based on unsaturated polyester resin (UP) - Part 5: Fitness for purpose of the joints

### Standard

#### **NEN-EN 1115-6:1993 ONTW. EN**

Plastics piping systems for underground drainage and sewerage under pressure - Glas reinforced thermosetting plastics (GRP) based on polyester resin (UP) - Part 6: Recommended practice for installation

### Standard

#### **NEN-EN 1115-7:1996 ONTW. EN**

Plastics piping systems for underground drainage and sewerage under pressure - Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) based on polyester resin (UP) - Part 7: Assessment of conformity

### Standard

#### **NEN-EN 1119:1996 EN**

Plastics piping systems - Joints for glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes and fittings - Test method for leaktightness and resistance to damage of flexible and reduced-articulation joints

### Standard

#### **NEN-EN 1120:1996 EN**

Plastics piping systems - Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes and fittings - Determination of the resistance to chemical attack from the inside of a section in a deflected condition

### Standard

#### **NEN-EN 1123-1:1999 EN**

Pipes and fittings of longitudinally welded hot-dip galvanized steel pipes with spigot and socket for waste water systems - Part 1: Requirements, testing, quality control

### Standard

#### **NEN-EN 1123-2:1999 EN**

Pipes and fittings of longitudinally welded hot-dip galvanized steel pipes with spigot and socket for waste water systems - Part 2: Dimensions

### Standard

#### **NEN-EN 1124-1:1999 EN**

Pipes and fittings of longitudinally welded stainless steel pipes with spigot and socket for waste water systems - Part 1: Requirements, testing, quality control

### Standard

#### **NEN-EN 1124-2:1999 EN**

Pipes and fittings of longitudinally welded stainless steel pipes with spigot and socket for waste water systems - Part 2: System S - Dimensions

### Standard

#### **NEN-EN 1124-3:1999 EN**

Pipes and fittings of longitudinally welded stainless steel pipes with spigot and socket for waste water systems - Part 3: System X - Dimensions

### Standard

#### **NEN-EN 12007-1:2000 EN**

Gas supply systems - Pipelines for maximum operating pressure up to and including 16 bar - Part 1: General functional recommendations

### Standard

#### **NEN-EN 12007-2:2000 EN**

Gas supply systems - Pipelines for maximum operating pressure up to and including 16 bar - Part 2: Specific functional recommendations for polyethylene (MOP up to and including 10 bar)

### Standard

#### **NEN-EN 12007-3:2000 EN**

Gas supply systems - Pipelines for maximum operating pressure up to and including 16 bar - Part 3: Specific functional recommendations for steel

### Standard

#### **NEN-EN 12007-4:2000 EN**

Gas supply systems - Pipelines for maximum operating pressure up to and including 16 bar - Part 4: Specific functional recommendations for renovation

### Standard

#### **NEN-EN 12061:1999 EN**

Plastics piping systems - Thermoplastics fittings - Test method for impact resistance

### Standard

#### **NEN-EN 12068:1998 EN**

Cathodic protection - External organic coatings for the corrosion protection of buried or immersed steel pipelines used in conjunction with cathodic protection - Tapes and shrinkable materials

### Standard

#### **NEN-EN 12095:1997 EN**

Plastics piping systems - Brackets for rainwater piping systems - Test method for bracket strength

### Standard

#### **NEN-EN 12099:1997 EN**

Plastics piping systems - Polyethylene piping materials and components - Determination of volatile content

### Standard

#### **NEN-EN 12100:1997 EN**

Plastics piping systems - Polyethylene (PE) valves - Test method for the resistance to bending between supports

**Standard**

**NEN-EN 12106:1997 EN**

Plastics piping systems - Polyethylene (PE) pipes - Test method for the resistance to internal pressure after application of squeeze-off

**Standard**

**NEN-EN 12107:1997 EN**

Plastics piping systems - Injection-moulded thermoplastics fittings, valves and ancillary equipment - Determination of the long-term hydrostatic strength of thermoplastics materials for injection moulding of piping components

**Standard**

**NEN-EN 12117:1997 EN**

Plastics piping systems - Fittings, valves and ancillaries - Determination of gaseous flow rate/pressure drop relationships

**Standard**

**NEN-EN 12119:1997 EN**

Plastics piping systems - Polyethylene (PE) valves - Test method for resistance to thermal cycling

**Standard**

**NEN-EN 12293:2000 EN**

Plastics piping systems - Thermoplastics pipes and fittings for hot and cold water - Test method for the resistance of mounted assemblies to temperature cycling

**Standard**

**NEN-EN 12295:2000 EN**

Plastics piping systems - Thermoplastics pipes and associated fittings for hot and cold water - Test method for resistance of joints to pressure cycling

**Standard**

**NEN-EN 1229:1996 EN**

Plastics piping systems - Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes and fittings - Test methods to prove the leaktightness of the wall under short-term internal pressure

**Standard**

**NEN-EN 12308:1998 EN**

Installations and equipment for LNG - Suitability testing of gaskets designed for flanged joints used on LNG piping

**Standard**

**NEN-EN 12327:2000 EN**

Gas supply systems - Pressure testing, commissioning and decommissioning procedures - Functional requirements

**Standard**

**NEN-EN 12473:2000 EN**

General principles of cathodic protection in sea water

**Standard**

**NEN-EN 12474:1996 ONTW. EN**

Cathodic protection for submarine pipelines

**Standard**

**NEN-EN 12495:2000 EN**

Cathodic protection for fixed steel offshore structures

**Standard**

**NEN-EN 12514-2:2000 EN**

Installations for oil supply systems for oil burners - Part 2: Safety requirements and tests - Parts, valves, pipes, filters, oil de-aerators, meters

**Standard**

**NEN-EN 12565:1996 ONTW. EN**

Directives for static calculations of fibre-cement pipelines

**Standard**

**NEN-EN 12573-4:2000 EN**

Welded static non-pressurised thermoplastic tanks - Part 4: Design and calculation of flanged joints

**Standard**

**NEN-EN 12585:1998 EN**

Glass plant, pipeline and fittings - Pipeline and fittings DN 15 to 1000 - Compatibility and interchangeability

**Standard**

**NEN-EN 12666-1:1997 ONTW. EN**

Plastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage - Polyethylene (PE) - Part 1: Specifications for pipes, fittings and systems

**Standard**

**NEN-EN 12732:2000 EN**

Gas supply systems - Welding steel pipework - Functional requirements

**Standard**

**NEN-EN 12760:1999 EN**

Valves - Socket welding ends for steel valves

**Standard**

**NEN-EN 12827:1999 EN**

Inland navigation vessels - Connections for the transfer of diesel oil

**Standard**

**NEN-EN 12842:2000 EN**

Ductile iron fittings for PVC-U or PE piping systems - Requirements and test methods

**Standard**

**NEN-EN 1293:1999 EN**

General requirements for components used in pneumatically pressurized discharge pipes, drains and sewers

**Standard**

**NEN-EN 12954:1997 ONTW. EN**

Cathodic protection of buried or immersed metallic structures - General principles

**Standard**

**NEN-EN 12982:2000 EN**

Industrial valves - End-to-end and centre-to-end dimensions for butt welding end valves

**Standard**

**NEN-EN 13052-1:1997 ONTW. EN**

Influence of materials on water intended for human consumption - Organic materials - Piping systems - Colour and turbidity assessment of water - Part 1: Test method

**Standard**

**NEN-EN 1305:1996 EN**

Inland navigation vessels - Connections for the discharge of oily mixture

**Standard**

**NEN-EN 1306:1996 EN**

Inland navigation vessels - Connections for the discharge of sewage water

**Standard**

**NEN-EN 13467:1999 ONTW. EN**

Thermal insulating products for building equipment and industrial installations - Determination of dimensions, squareness and linearity of preformed pipe insulation

**Standard**

**NEN-EN 13469:1999 ONTW. EN**

Thermal insulating products for building equipment and industrial installations - Determination of water vapour transmission properties of preformed pipe insulation

**Standard**

**NEN-EN 13470:1999 ONTW. EN**

Thermal insulating products for building equipment and industrial installations - Determination of the apparent density of preformed pipe insulation

**Standard**

**NEN-EN 13472:1999 ONTW. EN**

Thermal insulating products for building equipment and industrial installations - Determination of short term water absorption by partial immersion of preformed pipe insulation

**Standard**

**NEN-EN 13480-1:1999 ONTW. EN**

Metallic industrial piping - Part 1: General

**Standard**

**NEN-EN 13480-2:1999 ONTW. EN**

Metallic industrial piping - Part 2: Materials

**Standard**

**NEN-EN 13480-3:1999 ONTW. EN**

Metallic industrial piping - Part 3: Design and calculation

**Standard**

**NEN-EN 13480-4:1999 ONTW. EN**

Metallic industrial piping - Part 4: Fabrication and installation

**Standard**

**NEN-EN 13480-5:1999 ONTW. EN**

Metallic industrial piping - Part 5: Inspection and testing

**Standard**

**NEN-EN 13480-6:1999 ONTW. EN**

Metallic industrial piping - Part 6: Safety systems

**Standard**

**NEN-EN 13483:1999 ONTW. EN**

Hoses and hose assemblies with internal vapour recovery for measured fuel dispensing systems - Specification

**Standard**

**NEN-EN 13766:1999 ONTW. EN**

Thermoplastic multi-layer (non-vulcanized) hoses and hose assemblies for the transfer of liquid petroleum gas and liquefied natural gas - Specification

**Standard**

**NEN-EN 1555-1:1994 ONTW. EN**

Plastics piping systems for gaseous fuels supply - Polyethylene (PE) - Part 1: General

**Standard**

**NEN-EN 1555-2:1994 ONTW. EN**

Plastics piping systems for gaseous fuels supply - Polyethylene (PE) - Part 2: Pipes

**Standard**

**NEN-EN 1555-3:1995 ONTW. EN**

Plastics piping systems for gaseous fuels supply - Polyethylene (PE) - Part 3: Fittings

**Standard**

**NEN-EN 1555-4:1995 ONTW. EN**

Plastics piping systems for gaseous fuels supply - Polyethylene (PE) - Part 4: Valves

**Standard**

**NEN-EN 1555-5:1995 ONTW. EN**

Plastics piping system for gaseous fuels supply - Polyethylene (PE) - Part 5: Fitness for purpose of the system

**Standard**

**NEN-EN 1555-6:1995 ONTW. EN**

Plastic piping systems for gaseous fuels supply - Polyethylene (PE) - Part 6: Recommended practice for installation

**Standard**

**NEN-EN 1555-7:1995 ONTW. EN**

Plastics piping systems for gaseous fuels supply - Polyethylene (PE) - Part 7: Assessment of conformity

**Standard**

**NEN-EN 1594:2000 EN**

Gas supply systems - Pipelines for maximum operating pressure over 16 bar - Functional requirements

**Standard**

**NEN-EN 1680:1997 EN**

Plastics Piping systems - Valves for polyethylene (PE) piping systems - Test method for leaktightness under and after bending applied to the operating mechanism

**Standard**

**NEN-EN 1704:1997 EN**

Plastics piping systems - Thermoplastics valves - Test methods for the integrity of a valve after temperature cycling under bending

**Standard**

**NEN-EN 1705:1997 EN**

Plastics piping systems - Thermoplastics valves - Test method for the integrity of a valve after an external blow

**Standard**

**NEN-EN 1759-3:1995 ONTW. EN**

Flanges and their joints - Circular flangers for pipes, valves, fittings and accessories, class designated - Part 3: Copper alloy and composite flanges

**Standard**

**NEN-EN 1759-3:1995 ONTW. EN**

Flanges and their joints - Circular flangers for pipes, valves, fittings and accessories, class designated - Part 3: Copper alloy and composite flanges

**Standard**

**NEN-EN 1759-4:1997 ONTW. EN**

Flanges and their joints - Circular flanges for pipes, valves, fittings and accessories, class designated - Part 4: Aluminium alloy flanges

**Standard**

**NEN-EN 1852-1:1997 EN**

Plastics piping system for non-pressure underground drainage and sewerage - Polypropylene (PP) - Part 1: Specifications for pipes, fittings and the system

**Standard**

**NEN-EN 1852-1:1997/ONTW. A1:2000 EN**

Plastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage - Polypropylene (PP) - Part 1: Specifications for pipes, fittings and the system

**Standard**

**NEN-EN 1905:1999 EN**

Plastics piping systems - Unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U) pipes, fittings and material - Method for assessment of the PVC content based on total chlorine content

**Standard**

**NEN-EN 1916:2000 2E ONTW. EN**

Concrete pipes and fittings, unreinforced, steel fibre and reinforced

**Standard**

**NEN-EN 45512:1994 ONTW. EN**

Guide for procurement - Pipework and valves - Boiler and high pressure piping valves including safety valves

**Standard**

**NEN-EN 45513:1994 ONTW. EN**

Guide for procurement - Pipework and valves - High pressure piping including supports

**Standard**

**NEN-EN 476:1998 EN**

General requirements for components used in discharge pipes, drains and sewers for gravity systems

**Standard**

**NEN-EN 545:1995 EN**

Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water pipelines - Requirements and test methods

**Standard**

**NEN-EN 558-1:1995 EN**

Industrial valves - Face-to-face and centre-to-face dimensions of metal valves for use in flanged pipe systems - Part 1: PN-designated valves

**Standard**

**NEN-EN 558-2:1995 EN**

Industrial valves - Face-to-face and centre-to-face dimensions of metal valves for use in flanged pipe systems - Part 2: Class-designated valves

**Standard**

**NEN-EN 561:1995 EN**

Gas welding equipment - Quick-action couplings with shut-off valves for welding, cutting and allied processes

**Standard**

**NEN-EN 598:1995 EN**

Ductile cast iron pipes, fittings, accessories and their joints for sewerage application - Requirements and test methods

**Standard**

**NEN-EN 682:1998 2E ONTW. EN**

Elastomeric seals - Materials requirements for seals used in pipes and fittings carrying gas and hydrocarbon fluids

**Standard**

**NEN-EN 712:1994 EN**

Plastics piping systems - End-load bearing mechanical joints between pressure pipes and fittings - Test method for resistance to pull-out under constant longitudinal force

**Standard**

**NEN-EN 713:1994 EN**

Plastics piping systems - Mechanical joints between fittings and polyolefin pressure pipes - Test method for leaktightness under internal pressure of assemblies subjected to bending

**Standard**

**NEN-EN 715:1994 EN**

Thermoplastics piping systems - End-load bearing joints between small diameter pressure pipes and fittings - Test method for leaktightness under internal water pressure, including end thrust

**Standard**

**NEN-EN 727:1994 EN**

Plastics piping and ducting systems - Thermoplastics pipes and fittings - Determination of Vicat softening temperature (VST)

**Standard**

**NEN-EN 728:1997 EN**

Plastics piping and ducting systems - Polyolefin pipes and fittings - Determination of oxidation induction time

**Standard**

**NEN-EN 752-4:1998 EN**

Drain and sewer systems outside buildings - Part 4: Hydraulic design and environmental considerations



#### Standard

##### **NEN-EN 773:1999 EN**

General requirements for components used in hydraulically pressurized discharge pipes, drains and sewers

#### Standard

##### **NEN-EN 802:1994 EN**

Plastics piping and ducting systems - Injection-moulded thermoplastics fittings for pressure piping systems - Test method for maximum deformation by crushing

#### Standard

##### **NEN-EN 803:1994 EN**

Plastics piping system - Injection-moulded thermoplastics fittings for elastic sealing ring type joints for pressure piping - Test method for resistance to a short-term internal pressure without end thrust

#### Standard

##### **NEN-EN 858-1:1992 2E ONTW. EN**

Installation for separation of light liquids (e.g. oil and petrol) - Part 1: Principles of design - Performance and testing - Marking and quality control

#### Standard

##### **NEN-EN 877:1999 EN**

Cast iron pipes and fittings, their joints and accessories for the evacuation of water from buildings - Requirements, test methods and quality assurance

#### Standard

##### **NEN-EN 917:1997 EN**

Plastics piping systems - Thermoplastics valves - Test methods for resistance to internal pressure and leaktightness

#### Standard

##### **NEN-EN 969:1995 EN**

Ductile iron pipes, fittings accessories and their joints for gas pipelines - Requirements and test methods

#### Standard

##### **NEN-EN 969:1995/A1:1999 EN**

Ductile iron pipes, fittings accessories and their joints for gas pipelines - Requirements and test methods

#### Standard

##### **NEN-EN-ISO 1127:1996-10 NL**

Stainless steel tubes - Dimensions, tolerances and conventional masses per unit length

#### Standard

##### **NEN-EN-ISO 12162:1995 EN**

Thermoplastics materials for pipes and fittings for pressure applications - Classification and designation - Overall service (design) coefficient

#### Standard

##### **NEN-EN-ISO 13623:1997 ONTW. EN**

Petroleum and natural gas industries - Pipeline transportation systems

#### Standard

##### **NEN-EN-ISO 13703:1998 ONTW. EN**

Petroleum and natural gas industries - Design and installation of piping systems on offshore production platforms

#### Standard

##### **NEN-EN-ISO 14723:2000 ONTW. EN**

Petroleum and natural gas industries - Pipeline transportation systems - Subsea pipeline valves

#### Standard

##### **NEN-EN-ISO 15493-1:1999 ONTW. EN**

Plastics piping systems for industrial applications - ABS, PVC-U and PVC-C - Specifications for components and piping systems - Part 1: Metric series

#### Standard

##### **NEN-EN-ISO 3171:1999 EN**

Petroleum liquids - Automatic pipeline sampling

#### Standard

##### **NEN-EN-ISO 6412-1:1995 NL**

Technical drawings - Simplified representation of pipelines - Part 1: General rules and orthogonal representation

#### Standard

##### **NEN-EN-ISO 6412-2:1995 NL**

Technical drawings - Simplified representation of pipelines - Part 2: Isometric projection

#### Standard

##### **NEN-EN-ISO 6412-3:1996 NL**

Technical drawings - Simplified representation of pipelines - Part 3: Terminal features of ventilation and drainage systems

#### Standard

##### **NEN-EN-ISO 6708:1995 NL**

Pipe components - Definition and selection of DN (nominal size)

**Standard**

**NEN-ISO 10803:1999 EN**

Design method for ductile iron pipes

**Standard**

**NEN-ISO 2327:1977 EN**

Pneumatic handling appliances for loose bulk materials - Piping

**Standard**

**NEN-ISO 3183-3:2000 EN**

Petroleum and natural gas industries - Steel pipe for pipelines - Technical delivery conditions - Part 3: Pipes of requirement class C

**Standard**

**NEN-ISO 4440:1987 EN**

Polyethylene (PE) pipes and fittings - Determination of melt flow rate

**Standard**

**NEN-ISO 4451:1987 EN**

Polyethylene (PE) pipes and fittings - Determination of reference density of uncoloured and black polyethylenes

**Standard**

**NEN-ISO 8361-2:1992 EN**

Thermoplastics pipes and fittings - Water absorption - Part 2: Test conditions for unplasticized poly(vinyl chloride)(PVC-U) pipes and fittings

**Standard**

**NPR 2727:1990 NL**

Guidelines for the cathodic protection of off-shore steel structures (including pipelines)

**Standard**

**NPR 3378-4:1999 NL**

Guidelines for NEN 1078 - Part 4: Dimensioning of gas installation pipework for propane by means of the graphic method

**Standard**

**NPR 3398:1992 NL**

Sewerage systems outside buildings - Inspection and condition-assessment of sewers

**Standard**

**NPR 3659:1996 NL**

Underground pipelines - Basic principles for strength calculation

**Standard**

**NPR 6906:1983 NL**

Laying of underground pipelines consisting of steel pipes and fittings externally coated with epoxy resin

**Standard**

**NPR 6911:1983 NL**

Laying of underground pipelines consisting of steel pipes and fittings externally coated with asphaltic bitumen

**Standard**

**NPR 6912:1997 NL**

Cathodic protection on shore pipelines and metal constructions

**Standard**

**NPR 7061:1984 NL**

Installation of buried unplasticized PVC sewer pipelines under pressure

**Standard**

**NPR 7061:1984/C1:1984 NL**

Installation of buried unplasticized PVC sewer pipelines under pressure

**Standard**

**NPR-CR 13932:2000 EN**

Rotodynamic pumps - Recommendations for fitting of inlet and outlet on piping

**Standard**

**NPR-ISO/TR 16913:1999 EN**

Plastics pipes and fittings - Definitions of types of test

**Standard**

**NPR-ISO/TR 9494:1998 EN**

Petroleum liquids - Automatic pipeline sampling - Statistical assessment of performance of automatic samplers determining the water content in hydrocarbon liquids

**Standard**

**NVN-ENV 1993-4-3:1999 EN**

Eurocode 3: Design of steel structures - Part 4-3: Silos, tanks and pipelines - Pipelines

**Standard**

**NVN-ENV 1998-4:1998 EN**

Eurocode 8 - Design provisions for earthquake resistance of structures - Part 4: Silos, tanks and pipelines

#### Standard

##### **SPE 1078:2000 NL**

Guidelines to NEN 1078:1999 - Appliance rooms and boiler rooms

#### Standard

##### **SPE 90155:1999 EN**

PPDisc - Plastics Piping Disc (only subscription)

### 7.3.6 French codes and standards for piping, valves and fittings

#### Standard

##### **AFNOR NF D 36-121** 1-NOV-1996

Household Economy - Corrugated Metallic Flexible Piping for the External Connection of Domestic Appliances Using Gaseous Fuels Distributed by Network - INCLUDES Amendment 1: 11/96 - FRENCH ONLY

#### Standard

##### **AFNOR NF D 36-123** 1-DEC-1994

Household Economy - Corrugated Metallic Flexible Piping, Other than Flexible Piping to Standards NFD 36-121 and NFD 36-125, for the External Connection of Gas-fired Appliances - FRENCH ONLY

#### Standard

##### **AFNOR NF D 36-124** 1-DEC-1994

Household Economy - Quick Couplings with Automatic Obturation for the External Connection by Flexible Piping of Gas-fired Appliances, other than Domestic Cooking Appliances, Washing Machines & Clothes Dryers - FRENCH ONLY

#### Standard

##### **AFNOR NF T 54-065** 1-NOV-1987

Plastics; Polyethylene Pipes for Gaseous Fuel Distribution Networks; Specifications and Test Methods

#### Standard

##### **AFNOR E 44-202** 1-NOV-1986

Industrial Pumps. Fittings of the Inlet and the Outlet Pipings. Design Specifications

#### Standard

##### **AFNOR NF F 37-008** 1-AUG-1984

Railway Transport Equipment. Tank Wagons for Petroleum or Assimilated Products and for Alcohols. 80 mm Round Threaded Connecting Pipe - FRENCH ONLY

#### Standard

##### **AFNOR NF E 03-005** 1-DEC-1981

Pipe Threads where Pressure Tight Joints Are not Made on the Threads (Parallel Internal & External Threads)

#### Standard

##### **AFNOR NF E 03-004** 1-DEC-1981

Pipe Threads where Pressure Tight Joints Are Made on the Threads (Tapered External Thread & Parallel Internal Thread)

#### Standard

##### **AFNOR NF EN 417** 1-NOV-1992

Non-Refillable Metallic Gas Cartridges for Liquefied Petroleum Gases, With or Without a Valve, for Use With Portable Appliances. Construction, Inspection, Testing and Marking - FRENCH ONLY

#### Standard

##### **AFNOR NF M 87-400** 1-DEC-1984

Petroleum Industry - Steel Gate Valves With-On Flanges and Joints - ISO PN 20 to ISO PN 420 - FRENCH ONLY

#### Standard

##### **AFNOR NF M 87-401** 1-MAY-1985

Petroleum Industry - Acceptance Testing and Inspection of Valves - Performance Under Pressure

#### Standard

##### **AFNOR NF M 87-402** 1-JUN-1973

Petroleum Industry - Flanges and Solid Wedge Steel Gate -Valves

#### Standard

##### **AFNOR NF M 87-404** 1-OCT-1983

Petroleum Industry - Steel Gate Valves - ISO PN 20. ISO PN 50 - ISO PN 100 - Dimensional Characteristics

#### Standard

##### **AFNOR NF M 87-412** 1-DEC-1986

Petroleum Industry - Forged Steel Valves - Specifications - FRENCH ONLY

### 7.3.7 Other codes and standards for piping, valves and fittings

#### Standard

**MIL MIL-STD-777E** 7-FEB-1986

Schedule of Piping, Valves, Fittings, and Associated Piping Components for Naval Surface Ships

#### Standard

**MIL MIL-STD-777E Amendment** 1-JUN-1995

Notice 3 - Schedule of Piping, Valves, Fittings, and Associated Piping Components for Naval Surface Ships

#### Standard

**MISC TP410**

Flow of Fluids Through Valves, Fittings, and Pipes

#### Standard

**MSS SP54-1999** 1999

Quality Standard for Steel Castings for Valves, Flanges and Fittings and Other Piping Components - Radiographic Examination Method

#### Standard

**MSS SP53-1999** 1999

Quality Standard for Steel Castings and Forgings for Valves, Flanges and Fittings and Other Piping Components-Magnetic Particle Exam Method

#### Standard

**MSS SP93-1999** 1999

Quality Standard for Steel Castings and Forgings for Valves, Flanges, and Fittings and Other Piping Components - Liquid Penetrant Examination Method

#### Standard

**MSS SP94-1999** 1999

Quality Standard for Ferritic and Martensitic Steel Castings for Valves, Flanges, and Fittings and Other Piping Components - Ultrasonic Examination Method

WITHDRAWN ITEM

**MSS SP53-1995** 1995

Quality Standard for Steel Castings and Forgings for Valves, Flanges and Fittings and Other Piping Components-Magnetic Particle Exam Method

#### Standard

**MSS SP53-1999** 1999

Quality Standard for Steel Castings and Forgings for Valves, Flanges and Fittings and Other Piping Components-Magnetic Particle Exam Method

WITHDRAWN ITEM

**MSS SP54-1995** 1995

Quality Standard for Steel Castings for Valves, Flanges and Fittings and Other Piping Components - Radiographic Examination Method

#### Standard

**MSS SP54-1999** 1999

Quality Standard for Steel Castings for Valves, Flanges and Fittings and Other Piping Components - Radiographic Examination Method

#### Standard

**MSS SP55-1996** 1996

Quality Standard for Steel Castings for Valves, Flanges and Fittings and Other Piping Components - Visual Method for Evaluation of Surface Irregularities

#### Standard

**MSS SP6-1996** 1996

Standard Finishes for Contact Faces of Pipe Flanges and Connecting-End Flanges of Valves and Fittings

WITHDRAWN ITEM

**MSS SP93-1987** 1987

Quality Standard for Steel Castings and Forgings for Valves, Flanges, and Fittings and Other Piping Components - Liquid Penetrant Examination Method

#### Standard

**MSS SP93-1999** 1999

Quality Standard for Steel Castings and Forgings for Valves, Flanges, and Fittings and Other Piping Components - Liquid Penetrant Examination Method

WITHDRAWN ITEM

**MSS SP94-1992** 1992

Quality Standard for Ferritic and Martensitic Steel Castings for Valves, Flanges, and Fittings and Other Piping Components - Ultrasonic Examination Method

### Standard

**MSS SP94-1999** 1999

Quality Standard for Ferritic and Martensitic Steel Castings for Valves, Flanges, and Fittings and Other Piping Components - Ultrasonic Examination Method

### Standard

**prEN 144-2** 1-JUN-1998

Respiratory Protective Devices - Gas Cylinder Valves - Outlet Connections

### Standard

**CSA B137.4-99** 1-JUL-1999

Polyethylene Piping Systems Fittings for Gas Services

### Standard

**CSA B125-93** 1-AUG-1994

Plumbing Fittings

### Standard

**CI 6** 1-APR-1993

Chlorine Institute Pamphlet 6: Piping Systems for Dry Chlorine

### Overview of Internet sites.

Most data have been derived from:

#### **American Standards Procurement site**

<http://www.techstreet.com>

**BSI** -- British Standards Institution

<http://bsonline.techindex.co.uk>

Other sites used:

**EEMUA** -- The Engineering Equipment and Materials Users

Association

<http://www.eemua.co.uk>

**NEN** -- Nederlands Normalisatie Instituut

<http://www.nni.nl> same as: <http://www.nen.nl>

**DIN** --- Deutsches Institut für Normung

<http://www.din.de>

[http://www.din\\_katalog.de](http://www.din_katalog.de)

<http://www2.beuth.de>

<http://www.ad-merkblaetter.de>

**CEN** -- Comité Européen de Normalisation

<http://www.cenorm.be>

**ISO** -- International Organisation for Standardisation

<http://www.iso.ch>

**ANSI** -- American National Standards Institute

<http://www.ansi.org>

**API** -- American Petroleum Institute

<http://www.api.org>

**ASME** -- American Society of Mechanical Engineers

<http://www.asme.org>

**UL** -- Underwriters Laboratories

<http://www.ul.com>

**NFPA** -- National Fire Protection Association

<http://www.nfpa.org>

**WSSN** -- World Standards Services Network

<http://www.wssn.net>

**IP** -- The Institute Of Petroleum

<http://www.petroleum.co.uk>

Dienst voor het Stoomwezen

<http://www.Stoomwezen.nl>

## 7.4 Normen voor instrumentatiesystemen

### 7.4.1 Introduction

Only the most recent editions of Standards have been listed. However, withdrawn standards have been listed when they are still available but superseded/replaced by another standard.

Withdrawn items are marked as such by 'WITHDRAWN ITEM'. Valid codes and standards are indicated by the word 'Standard'.

Draft standards are not incorporated in the overview.

Standards that are applicable for more than one storage mode have been mentioned in each applicable section.

The following sections present an overview of the found data, one subsection per publishing country.

### 7.4.2 American codes and standards for instrumentation

#### Standard

**ASTM E1112-00** 10-JUN-2000

Standard Specification for Electronic Thermometer for Intermittent Determination of Patient Temperature

#### Standard

**ASTM D4575-99** 10-NOV-1999

Standard Test Method for Rubber Deterioration: Reference and Alternative Method(s) for Determining Ozone Level in Laboratory Test Chambers

#### Standard

**ASTM STP1358** 1999

Field Instrumentation of Soil and Rock

#### Standard

**ASTM Section 14** 1999

ASTM Book of Standards - Section 14 - General Methods and Instrumentation (Vols 14.01-14.04)

#### Standard

**ASTM E603-98a** 10-DEC-1998

Standard Guide for Room Fire Experiments

#### Standard

**ASTM D6304-98a** 10-NOV-1998

Standard Test Method for Determination of Water in Petroleum Products, Lubricating Oils, & Additives by Coulometric Karl Fisher Titration

#### Standard

**ASTM E313-98** 10-OCT-1998

Standard Practice for Calculating Yellowness and Whiteness Indices from Instrumentally Measured Color Coordinates

#### Standard

**ASTM D6230-98** 10-FEB-1998

Standard Test Method for Monitoring Ground Movement Using Probe-Type Inclinometers

WITHDRAWN ITEM

**ASTM C997-83(R1993)** 27-MAY-1983

Standard Test Method for Chemical and Instrumental Analysis of Nuclear-Grade Sodium and Cover Gas - WITHDRAWN - No Replacement

#### Standard

**ASTM D2244-93** 15-SEP-1993

Standard Test Method for Calculation of Color Differences from Instrumentally Measured Color Coordinates

#### Standard

**ASTM D4406-93(R1998)** 15-JUN-1993

Standard Test Method for Creep of Cylindrical Rock Core Specimens in Triaxial Compression

#### Standard

**ASTM D4440-95a** 10-OCT-1995

Standard Practice for Rheological Measurement of Polymer Melts Using Dynamic Mechanical Procedures

#### Standard

**ASTM D4575-99** 10-NOV-1999

Standard Test Method for Rubber Deterioration: Reference and Alternative Method(s) for Determining Ozone Level in Laboratory Test Chambers

**Standard**

**ASTM D5142-90(R1998)** 30-NOV-1990  
Standard Test Methods for Proximate Analysis of the Analysis Sample of Coal and Coke by Instrumental Procedures

**Standard**

**ASTM D5215-93(R1999)** 15-JAN-1993  
Standard Test Method for Instrumental Evaluation of Staining of Vinyl Flooring by Adhesives

**Standard**

**ASTM D5291-92** 10-APR-1996  
Standard Test Methods for Instrumental Determination of Carbon, Hydrogen, and Nitrogen in Petroleum Products and Lubricants

**Standard**

**ASTM D5373-93(R 1997)** 15-MAR-1993  
Standard Test Method for Instrumental Determination of Carbon Hydrogen, and Nitrogen in Laboratory Samples of Coal and Coke

**Standard**

**ASTM D5720-95** 15-APR-1995  
Standard Practice for Static Calibration of Electronic Transducer-Based Pressure Measurement Systems for Geotechnical Purposes

**Standard**

**ASTM D6027-96** 10-OCT-1996  
Standard Test Method for Calibrating Linear Displacement Transducers for Geotechnical Purposes

**Standard**

**ASTM D6230-98** 10-FEB-1998  
Standard Test Method for Monitoring Ground Movement Using Probe-Type Inclometers

**Standard**

**ASTM D6304-98a** 10-NOV-1998  
Standard Test Method for Determination of Water in Petroleum Products, Lubricating Oils, & Additives by Coulometric Karl Fisher Titration

**Standard**

**ASTM E1112-00** 10-JUN-2000  
Standard Specification for Electronic Thermometer for Intermittent Determination of Patient Temperature

**Standard**

**ASTM E1164-94** 15-APR-1994  
Standard Practice for Obtaining Spectrophotometric Data for Object-Color Evaluation

**Standard**

**ASTM E1336-96** 10-MAY-1996  
Standard Test Method for Obtaining Colorimetric Data from a Video Display Unit by Spectroradiometry

**Standard**

**ASTM E1341-96** 10-JUN-1996  
Standard Practice for Obtaining Spectroradiometric Data from Radiant Sources for Colorimetry

**Standard**

**ASTM E1347-97** 10-MAY-1997  
Standard Test Method for Color and Color-Difference Measurement by Tristimulus (Filter) Colorimetry

**WITHDRAWN ITEM**

**ASTM E1581-93** 15-NOV-1993  
Standard Practice for Using Pre-Control in the Instrumental Analytical Laboratory - WITHDRAWN - No Replacement

**Standard**

**ASTM E1893-97** 10-JUN-1997  
Standard Guide for Selection and Use of Portable Radiological Survey Instruments for Performing in Situ Radiological Assessments in Support of Decommissioning

**Standard**

**ASTM E313-98** 10-OCT-1998  
Standard Practice for Calculating Yellowness and Whiteness Indices from Instrumentally Measured Color Coordinates

**Standard**

**ASTM E603-98a** 10-DEC-1998  
Standard Guide for Room Fire Experiments

**Standard**

**ASTM E633-95** 10-OCT-1995  
Standard Guide for Use of Thermocouples in Creep and Stress-Rupture Testing to 1800 deg F (1000 deg C) in Air

**Standard**

**ASTM E750-88 (R1993)** 31-OCT-1988  
Standard Practice for Characterizing Acoustic Emission Instrumentation

**Standard**

**ASTM E805-94** 15-APR-1994  
Standard Practice for Identification of Instrumental Methods of Color or Color Difference Measurement of Materials

**Standard**

**ASTM E915-96** 1-APR-1996  
Standard Test Method for Verifying the Alignment of X-Ray Diffraction Instrumentation for Residual Stress Measurement

**Standard**

**ASTM ES35-94** 15-JAN-1994  
Emergency Standard Test Method for Analysis of Digested Samples for Lead By Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES), Flame Atomic Absorption (FAAS), or Graphite Furnace Atomic Absorption (GFAAS) Techniques

**Standard**

**ASTM F1611-95** 15-AUG-1995  
Standard Terminology for Sizing of IMFDs for Application to Reamed Diaphyseal Bone and Associated Instrumentation

**Standard**

**ASTM F457-94(R1999)** 15-FEB-1994  
Standard Test Method for Speed and Distance Calibration of a Fifth Wheel Equipped With Either Analog or Digital Instrumentation

**Standard**

**ASTM Section 14** 1999  
ASTM Book of Standards - Section 14 - General Methods and Instrumentation (Vols 14.01-14.04)

**Standard**

**ASTM STP1358** 1999  
Field Instrumentation of Soil and Rock

**Standard**

**ANSI/ISA 67.14.01-2000** 2000  
Qualifications and Certification of Instrumentation and Control Technicians in Nuclear Facilities

**Standard**

**ANSI/ISA 67.04.01-2000** 2000  
Setpoints for Nuclear Safety-Related Instrumentation

**Standard**

**ANSI/ISA 67.02.01-1999** 1999  
Nuclear Safety-Related Instrument Sensing Line Piping and Tubing Standards for Use in Nuclear Power Plants

**Standard**

**ANSI/NCITS X3.187-1990(R1996)** 1990  
Recorded Magnetic Tape for Longitudinal Recording of Instrumentation Data-Interchange

**Standard**

**ANSI/IEEE C63.2-1996** 12-MAR-1996  
American National Standard for Electromagnetic Noise and Field Strength Instrumentation, 10 Hz to 40 GHz-Specifications

**Standard**

**ANSI/IEEE N317-1980(R1991)** 1980  
American National Standard for Performance Criteria for Instrumentation Used for Inplant Plutonium Monitoring

**Standard**

**ANSI/IEEE N320-1979(R1993)** 1979  
American National Standard Performance Specifications for Reactor Emergency Radiological Monitoring Instrumentation

**Standard**

**ANSI/IEEE N42.17C-1989** 1989  
American National Standard Performance Specifications for Health Physics Instrumentation-Portable Instrumentation for Use in Extreme Environmental Conditions

**Standard**

**ANSI/IEEE N42.23-1996** 1996  
American National Standard Measurement and Associated Instrumentation Quality Assurance for Radioassay Laboratories

**Standard**

**ANSI/IEEE N42.4-1971(R1991)** 1971  
American National Standard for High-Voltage Connectors for Nuclear Instrumentations

**Standard**

**ANSI/ISA 5.3-1983** 30-JUN-1983  
Graphic Symbols for Distributed Control / Shared Display Instrumentation, Logic, and Computer Systems



**Standard**

**ANSI/ISA 5.4-1991** 1991  
Instrument Loop Diagrams

**Standard**

**ANSI/ISA 67.02.01-1999** 1999  
Nuclear Safety-Related Instrument Sensing Line Piping and Tubing Standards for Use in Nuclear Power Plants

**Standard**

**ANSI/ISA 67.04.01-2000** 2000  
Setpoints for Nuclear Safety-Related Instrumentation

**Standard**

**ANSI/ISA 67.14.01-2000** 2000  
Qualifications and Certification of Instrumentation and Control Technicians in Nuclear Facilities

**Standard**

**ANSI/ISA 77.70-1994** 1994  
Fossil Fuel Power Plant Instrument Piping Installation

**Standard**

**ASME PTC10-1997** 1997  
Compressors and Exhausters

**Standard**

**ASME ZZ0794** 1994  
ASME P.E. Review Video Course - Tape #7: Controls / Instrumentation

**Standard**

**ASME PTC12.4-1992(R 1997)** 1992  
Moisture Separator Reheaters

**Standard**

**IEC 61577-2** 9-OCT-2000  
Radiation protection instrumentation - Radon and radon decay product measuring instruments - Part 2: Specific requirements for radon measuring instruments

**Standard**

**IEC 61577-1** 10-AUG-2000  
Radiation protection instrumentation - Radon and radon decay product measuring instruments - Part 1: General requirements

**Standard**

**IEC 61504** 30-MAY-2000  
Nuclear power plants - Instrumentation and control systems important to safety - Plant-wide radiation monitoring

**Standard**

**IEC 61468** 21-MAR-2000  
Nuclear power plants - In-core instrumentation - Characteristics and test methods of self-powered neutron detectors

**Standard**

**IEC 62117** 10-DEC-1999  
Nuclear reactor instrumentation - Pressurized light water reactors (PWR) - Monitoring adequate cooling within the core during cold shutdown

**Standard**

**IEC 61501** 10-NOV-1998  
Nuclear reactor instrumentation - Wide range neutron fluence rate meter - Mean square voltage method

**Standard**

**IEC 61874** 30-OCT-1998  
Nuclear instrumentation - Geophysical borehole instrumentation to determine rock density ('density logging')

WITHDRAWN ITEM

**IEC/TR3 61940** 1-JUN-1998  
Nuclear Instrumentation - A Review of the Application of IEC 60880(1986)

**Standard**

**IEC 61560** 23-FEB-1998  
Radiation protection instrumentation - Apparatus for non-destructive radiation tests of fur and other cloth samples

**Standard**

**IEC 60050-393** 6-NOV-1996  
International Electrotechnical Vocabulary - Chapter 393: Nuclear instrumentation: Physical phenomena and basic concepts

**Standard**

**IEC 60050-394** 31-OCT-1995  
International Electrotechnical Vocabulary - Chapter 394: Nuclear instrumentation: Instruments

**Standard**

**IEC 60050-394 Amendment 1** 18-APR-1996  
Amendment No. 1 to IEC Chapter 394: Nuclear instrumentation: Instruments

**Standard**

**IEC 60092-375** 1977  
Electrical installations in ships. Shipboard telecommunication cables and radio-frequency cables. General instrumentation, control and communication cables

**Standard**

**IEC 60092-504** 22-SEP-1994  
Electrical installations in ships - Part 504: Special features - Control and instrumentation

**Standard**

**IEC 60231** 1970  
General principles of nuclear reactor instrumentation

**Standard**

**IEC 60231B** 1972  
Second supplement: Principles of instrumentation of direct cycle boiling water power reactors

**Standard**

**IEC 60231C** 1974  
Third supplement: Instrumentation of gas-cooled graphite-moderated reactors

**Standard**

**IEC 60231D** 1975  
Fourth supplement: Principles of instrumentation for pressurized water reactors

**Standard**

**IEC 60231E** 1977  
Fifth supplement: Principles of instrumentation of high temperature indirect cycle gas-cooled power reactors (HTGR)

**Standard**

**IEC 60313** 1983  
Coaxial cable connectors used in nuclear instrumentation

**Standard**

**IEC 60498** 1975  
High-voltage coaxial connectors used in nuclear instrumentation

**Standard**

**IEC 60515** 1975  
Radiation detectors for the instrumentation and protection of nuclear reactors; characteristics and test methods

**Standard**

**IEC 60516** 1975  
A modular instrumentation system for data handling; CAMAC system

**Standard**

**IEC 60527** 1975  
Direct current amplifiers; characteristics and test methods

**Standard**

**IEC 60552** 1977  
CAMAC - Organization of multi-crate systems. Specification of the Branch-highway and CAMAC crate controller Type A1

**Standard**

**IEC 60557** 1982  
IEC terminology in the nuclear reactor field

**Standard**

**IEC 60568** 1977  
In-core instrumentation for neutron fluence rate (flux) measurements in power reactors

**Standard**

**IEC 60643** 1979  
Application of digital computers to nuclear reactor instrumentation and control

**Standard**

**IEC 60650** 1979  
Analogue counting ratemeters. Characteristics and test methods

**Standard**

**IEC 60677** 1980  
Block transfers in CAMAC systems

**Standard**

**IEC 60678** 1980  
Definitions of CAMAC terms used in IEC publications

**Standard**

**IEC 60739** 1983

Digital counting ratemeters - Characteristics and test methods

**Standard**

**IEC 60808** 30-SEP-1985

Complementary instrumentation for counting ratemeters - Characteristics and test methods

**Standard**

**IEC 60833** 15-NOV-1987

Measurement of power-frequency electric fields

WITHDRAWN ITEM

**IEC 60902** 1987

Industrial Process Design & Control - Terms and Definitions

**Standard**

**IEC 60912** 18-JUN-1996

Nuclear instrumentation - ECL (emitter coupled logic) front panel interconnections in counter logic (Revision of IEC 912)

**Standard**

**IEC 61000-4-7** 28-AUG-1991

Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 7: General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto

**Standard**

**IEC 61074** 15-SEP-1991

Determination of heats and temperatures of melting and crystallization of electrically insulating materials by differential scanning calorimetry

**Standard**

**IEC 61134** 30-JUN-1992

Airborne instrumentation for measurement of terrestrial gamma radiation

**Standard**

**IEC 61137** 25-AUG-1992

Radiation protection instrumentation - Installed personnel surface contamination monitoring assemblies - Low energy X and gamma emitters

**Standard**

**IEC 61151** 15-SEP-1992

Nuclear instrumentation - Amplifiers and preamplifiers used with detectors of ionizing radiation - Test procedures

**Standard**

**IEC 61172** 30-SEP-1992

Radiation protection instrumentation - Monitoring equipment - Radioactive aerosols in the environment

**Standard**

**IEC 61225** 31-MAR-1993

Nuclear power plants - Instrumentation and control systems important for safety - Requirements for electrical supplies

**Standard**

**IEC 61226** 13-MAY-1993

Nuclear power plants - Instrumentation and control systems important for safety - Classification

**Standard**

**IEC 61250** 31-JAN-1994

Nuclear reactors - Instrumentation and control systems important for safety - detection of leakage in coolant systems

**Standard**

**IEC 61304** 31-MAY-1994

Nuclear instrumentation - Liquid-scintillation counting systems - Performance verification

**Standard**

**IEC 61306** 5-AUG-1994

Nuclear instrumentation - Microprocessor based nuclear radiation measuring devices

**Standard**

**IEC 61323** 18-JAN-1995

Radiation protection instrumentation - Neutron radiation - Direct reading personal dose equivalent and/or dose equivalent rate monitors

**Standard**

**IEC 61342** 1-MAR-1995

Nuclear instrumentation - Multichannel pulse height analyzers - Main characteristics, technical requirements and test methods

#### Standard

**IEC 61343** 20-MAR-1996

Nuclear reactor instrumentation - Boiling light water reactors (BWR) - Measurements in the reactor vessel for monitoring adequate cooling within the core

#### Standard

**IEC 61435** 5-DEC-1996

Nuclear instrumentation - High-purity germanium crystals for radiation detectors

#### Standard

**IEC 61453** 21-MAR-1997

Nuclear instrumentation - Thallium activated sodium iodide detector systems for assay of radionuclides - Calibration and usage

#### Standard

**IEC 61455** 7-FEB-1995

Nuclear instrumentation - MCA histogram data interchange format for nuclear spectroscopy

#### Standard

**IEC 61468** 21-MAR-2000

Nuclear power plants - In-core instrumentation - Characteristics and test methods of self-powered neutron detectors

#### Standard

**IEC 61501** 10-NOV-1998

Nuclear reactor instrumentation - Wide range neutron fluence rate meter - Mean square voltage method

#### Standard

**IEC 61504** 30-MAY-2000

Nuclear power plants - Instrumentation and control systems important to safety - Plant-wide radiation monitoring

#### Standard

**IEC 61560** 23-FEB-1998

Radiation protection instrumentation - Apparatus for non-destructive radiation tests of fur and other cloth samples

#### Standard

**IEC 61577-1** 10-AUG-2000

Radiation protection instrumentation - Radon and radon decay product measuring instruments - Part 1: General requirements

#### Standard

**IEC 61577-2** 9-OCT-2000

Radiation protection instrumentation - Radon and radon decay product measuring instruments - Part 2: Specific requirements for radon measuring instruments

#### Standard

**IEC 61874** 30-OCT-1998

Nuclear instrumentation - Geophysical borehole instrumentation to determine rock density ('density logging')

#### Standard

**IEC 62117** 10-DEC-1999

Nuclear reactor instrumentation - Pressurized light water reactors (PWR) - Monitoring adequate cooling within the core during cold shutdown

#### Standard

**IEC/TR 60784** 30-DEC-1984

Instrumentation for electric road vehicles

#### Standard

**IEC/TR 60784** 30-DEC-1984

Instrumentation for electric road vehicles

#### Standard

**IEC/TR 3 61276** 15-AUG-1994

Nuclear instrumentation - Guidelines for selection of metrologically supported nuclear radiation spectrometry systems

WITHDRAWN ITEM

**IEC/TR 3 61940** 1-JUN-1998

Nuclear Instrumentation - A Review of the Application of IEC 60880(1986)

#### Standard

**IEEE 603-1998** 20-NOV-1998

IEEE Standard Criteria for Safety Systems for Nuclear Power Generating Stations

#### Standard

**IEEE 1050-1996** 1996

IEEE Guide for Instrumentation and Control Grounding in Generating Stations

#### Standard

**IEEE 1129-1992** 1992

IEEE Recommended Practice for Monitoring and Instrumentation of Turbine Generators

#### Standard

**IEEE 1155-1992** 20-SEP-1993

IEEE Standard for VMEbus Extensions for Instrumentation: VXIbus

#### Standard

**IEEE 1308-1994** 25-APR-1995

IEEE Recommended Practice for Instrumentation: Specifications for Magnetic Flux Density and Electric Field Strength Meters-10 Hz to 3 kHz

#### Standard

**IEEE 336-1985(R1991)** 1985

Installation, Inspection, and Testing Requirements for Power Instrumentation and Control Equipment at Nuclear Facilities

#### Standard

**IEEE 488.1-1987(R1994)** 1987

IEEE Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation

#### Standard

**IEEE 488.2-1992** 18-JUN-1992

IEEE Standard Codes, Formats, Protocols, and Common Commands For Use With IEEE Std 488.1-1987, IEEE Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation

#### Standard

**IEEE 583-1982(R1994)** 15-DEC-1981

IEEE Standard Modular Instrumentation and Digital Interface System (CAMAC - Computer Automated Measurement and Control)

#### Standard

**IEEE 603-1998** 20-NOV-1998

IEEE Standard Criteria for Safety Systems for Nuclear Power Generating Stations

#### Standard

**IEEE 993-1997** 20-MAR-1997

IEEE Standard for Test Equipment Description Language (TEDL)

#### Standard

**IEEE N323-1978(R1993)** 1978

American National Standard for Radiation Protection Instrumentation Test and Calibration

#### Standard

**IEEE N323A-1997** 1997

American National Standard Radiation Protection Instrumentation Test and Calibration Portable Survey Instruments

#### Standard

**IEEE N42.17A-1989** 1989

American National Standard Performance Specifications for Health Physics Instrumentation-Portable Instrumentation for Use in Normal Environmental Conditions

#### Standard

**IEEE N42.17B-1989** 1989

American National Standard Performance Specifications for Health Physics Instrumentation Occupational Airborne Radioactivity Monitoring Instrumentation

#### Standard

**IEEE N42.18-1980(R1991)** 1980

American National Standard Specification and Performance of On-Site Instrumentation for Continuously Monitoring Radioactivity in Effluents

#### Standard

**IEEE N42.23-1996** 16-JUL-1996

American National Standard Measurement and Associated Instrumentation Quality Assurance for Radioassay Laboratories

#### Standard

**NFPA 37**

Standard for the Installation and Use of Stationary Combustion Engines and Gas Turbines, 1998 Edition

#### Standard

**NFPA 266**

Standard Method of Test for Fire Characteristics of Upholstered Furniture Exposed to Flaming Ignition Source, 1998 Edition

#### Standard

**UL 2250 Amendment 2** 22-NOV-1999

Instrumentation Tray Cable

**Standard**

**UL 2250 Amendment 1** 27-OCT-1998  
Instrumentation Tray Cable

**Standard**

**UL 2250** 1996  
Instrumentation Tray Cable

**Standard**

**UL 2250 Amendment 1** 27-OCT-1998  
Instrumentation Tray Cable

**Standard**

**UL 2250 Amendment 2** 22-NOV-1999  
Instrumentation Tray Cable

**Standard**

**UL 2250 Subscription** 1996  
Instrumentation Tray Cable

### 7.4.3 German codes and standards for instrumentation

**Standard**

**DIN 19227-1** 1-OCT-1993  
Control Technology; Graphical Symbols & Identifying Letters for Process Control Engineering; Symbolic Representation for Functions

**Standard**

**DIN 19227-2** 1-FEB-1991  
Control Technology; Graphical Symbols & Identifying Letters for Process Control Engineering; Representation of Details

**Standard**

**ISO 6487** 1-OCT-2000  
Road vehicles -- Measurement techniques in impact tests -- Instrumentation

**Standard**

**ISO 10238** 1-OCT-1999  
Carbonaceous materials used in the production of aluminium -- Pitch for electrodes -- Determination of sulfur content by an instrumental method

**Standard**

**ISO 8041/Amd1** 1-OCT-1999  
Human Response to Vibration - Measuring Instrumentation - Includes Technical Corrigendum 1-1993 8041/Amd1

**Standard**

**ISO 15319** 1-OCT-1999  
Recycled pulps -- Estimation of visible contraries by instrumental means using reflected light

**Standard**

**ISO 10216** 1999  
Anodized aluminium and aluminium alloys - Instrumental determination of image clarity of anodic oxidation coatings - Instrumental method

**Standard**

**ISO 105-J02/Cor1** 1-OCT-1998  
Textiles - Tests for Colour Fastness - Part J02: Instrumental Assessment of Relative Whiteness - Includes Technical Corrigendum 1 (1998) 105-J02/Cor1

**Standard**

**ISO 105-J02 Technical Corrigendum** 1998  
Technical Corrigendum 1 - Textiles - Tests for Colour Fastness - Part J02: Instrumental Assessment of Relative Whiteness

**Standard**

**ISO 105-A05/Cor1** 1-OCT-1997  
Textiles - Tests for Colour Fastness - Part A05: Instrumental Assessment of Change in Colour for Determination of Grey Scale Rating 105-A05/Cor1

**Standard**

**ISO 9370** 1-OCT-1997  
Plastics - Instrumental Determination of Radiant Exposure in Weathering Tests - General Guidance and Basic Test Method

**Standard**

**ISO 10216** 1999  
Anodized aluminium and aluminium alloys - Instrumental determination of image clarity of anodic oxidation coatings - Instrumental method

**Standard**

**ISO 10238** 1-OCT-1999  
Carbonaceous materials used in the production of aluminium -- Pitch for electrodes -- Determination of sulfur content by an instrumental method

### Standard

**ISO 105-A04** 1989

Textiles - Tests for Colour Fastness - Part A04: Method for the Instrumental Assessment of the Degree of Staining of Adjacent Fabrics

### Standard

**ISO 105-A05** 1996

Textiles - Tests for Colour Fastness - Part A05: Instrumental Assessment of Change in Colour for Determination of Grey Scale Rating

### Standard

**ISO 105-A05/Cor1** 1-OCT-1997

Textiles - Tests for Colour Fastness - Part A05: Instrumental Assessment of Change in Colour for Determination of Grey Scale Rating 105-A05/Cor1

### Standard

**ISO 105-A06** 1995

Textiles - Tests for Colour Fastness - Part A06: Instrumental Determination of 1/1 Standard Depth of Colour

### Standard

**ISO 105-J02** 1997

Textiles - Tests for Colour Fastness - Part J02: Instrumental Assessment of Relative Whiteness - Includes Technical Corrigendum 1 (1998)

### Standard

**ISO 105-J02 Technical Corrigendum** 1998

Technical Corrigendum 1 - Textiles - Tests for Colour Fastness - Part J02: Instrumental Assessment of Relative Whiteness

### Standard

**ISO 105-J02/Cor1** 1-OCT-1998

Textiles - Tests for Colour Fastness - Part J02: Instrumental Assessment of Relative Whiteness - Includes Technical Corrigendum 1 (1998) 105-J02/Cor1

### Standard

**ISO 13232-4** 1-DEC-1996

Motorcycles-Test and Analysis Procedures for Research Evaluation of Rider Crash Protective Devices Fitted to Motorcycles-Part 4: Variables to be measured, Instrumentation and Measurement Procedures

### Standard

**ISO 15319** 1-OCT-1999

Recycled pulps -- Estimation of visible contraries by instrumental means using reflected light

### Standard

**ISO 1858** 1-OCT-1977

Information processing - General purpose hubs and reels, with 76 mm (3 in) centrehole, for magnetic tape used in interchange instrumentation applications

### Standard

**ISO 1859** 1-OCT-1973

Information processing - Unrecorded magnetic tapes for interchange instrumentation applications - General dimensional requirements

### Standard

**ISO 2690** 1-OCT-1973

Unrecorded magnetic tapes for instrumentation applications - Physical properties and test methods

### Standard

**ISO 3511-1** 1977

Process Measurement Control Functions & Instrumentation - Symbolic Representation - Part 1: Basic Requirements

### Standard

**ISO 3511-2** 1984

Process Measurement Control Functions & Instrumentation - Symbolic Representation - Part 2: Extension of Basic Requirements

### Standard

**ISO 3511-3** 1984

Process Measurement Control Functions & Instrumentation - Symbolic Representation - Part 3: Detailed Symbols for Instrument Interconnection Diagrams

### Standard

**ISO 3511-4** 1985

Industrial Process Measurement Control Functions & Instrumentation - Symbolic Representation - Part 4: Basic Symbols for Process Computer, Interface, & Shared Display/control Functions

**Standard**

**ISO 3719** 1994

Mechanical Vibration - Symbols for Balancing Machines and Associated Instrumentation

**Standard**

**ISO 3802** 1-OCT-1976

Information processing - General purpose reels with 8 mm (5/16 in) centre hole for magnetic tape for interchange instrumentation applications

**Standard**

**ISO 6011** 1-MAY-1987

Earth-Moving Machinery-Operating Instrumentation

**Standard**

**ISO 6012** 1997

Earth-Moving Machinery - Service Instrumentation

**Standard**

**ISO 6068** 1-OCT-1985

Information processing - Recording characteristics of instrumentation magnetic tape (including telemetry systems) - Interchange requirements

HISTORICAL ITEM

**Standard**

**ISO 6487** 1-JUL-1987

Measurement Techniques in Impact Tests-Instrumentation

**Standard**

**ISO 6487** 1-OCT-2000

Road vehicles -- Measurement techniques in impact tests -- Instrumentation

**Standard**

**ISO 8041** 1990

Human Response to Vibration - Measuring Instrumentation - Includes Technical Corrigendum 1-1993

**Standard**

**ISO 8041/Amd1** 1-OCT-1999

Human Response to Vibration - Measuring Instrumentation - Includes Technical Corrigendum 1-1993 8041/Amd1

**Standard**

**ISO 8721** 1-OCT-1987

Measurement Techniques in Impact Tests-Optical Instrumentation

**Standard**

**ISO 9370** 1-OCT-1997

Plastics - Instrumental Determination of Radiant Exposure in Weathering Tests - General Guidance and Basic Test Method

**Standard**

**ISO/IEC 1858** 31-DEC-1977

Information processing - General purpose hubs and reels, with 76 mm (3 in) centre hole, for magnetic tape used in interchange instrumentation applications

**Standard**

**ISO/IEC 1859** 31-DEC-1973

Information processing - Unrecorded magnetic tapes for interchange instrumentation applications - General dimensional requirements

**Standard**

**ISO/IEC 1860** 31-DEC-1986

Information processing - Precision reels for magnetic tape used in interchange instrumentation applications

**Standard**

**ISO/IEC 2690** 1973

Unrecorded magnetic tapes for instrumentation applications - Physical properties and test methods

**Standard**

**ISO/IEC 3802** 31-DEC-1976

Information processing - General purpose reels with 8 mm (5/16 in) centre hole for magnetic tape for interchange instrumentation applications

**Standard**

**ISO/IEC 6068** 31-DEC-1985

Information processing - Recording characteristics of instrumentation magnetic tape (including telemetry systems) - Interchange requirements

**Standard**

**ISO/IEC TR 6371** 1-OCT-1989

Information processing - Interchange practices and test methods for unrecorded instrumentation magnetic tape



#### Standard

ISO/IEC/TR0 6371 31-DEC-1989

Information processing - Interchange practices and test methods for unrecorded instrumentation magnetic tape

### 7.4.4 British codes and standards for instrumentation

#### Standard

**BS 1041-3** 31-MAY-1989

Temperature Measurement - Guide to Selection and Use of Industrial Resistance Thermometers

#### Standard

**BS 1041-4** 1992

Temperature Measurement - Guide to the Selection and Use of Thermocouples

#### Standard

**BS 1134-1** 1988

Assessment of Surface Texture - Part 1: Methods & Instrumentation

#### Standard

**BS 5225-1** 1975

Specification for Photometric Data for Luminaires - Photometric Measurements

#### Standard

**BS 5308-1** 1986

Instrumentation Cables - Specification for Polyethylene Insulated Cables

#### Standard

**BS 5308-2** 1986

Instrumentation Cables - Specification for PVC Insulated Cables

#### Standard

**BS 5731** 1991

Specification for Mountings & Apertures for External Equipment Controls on Agricultural & Forestry Tractors

#### Standard

**BS 6161-19** 1993

Methods of Test for Anodic Oxidation Coatings on Aluminium and Its Alloys - Part 19: Determination of Image Clarity - Instrumental Method

#### Standard

**BS 7725-1** 1994

Evaluation and Routine Testing in Medical Imaging Departments - General

#### Standard

**BS EN 45510-8-1** 1998

Guide for the Procurement of Power Station Equipment - Control & Instrumentation

#### Standard

**BS EN 45510-8-1** 1998

Guide for the Procurement of Power Station Equipment - Control & Instrumentation

#### Standard

**BS EN 61000-4-7** 1993

Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques - Section 7: General Guide on Harmonics and Interharmonics Measurements and Instrumentation, for Power Supply Systems and Equipment Connected Thereto - SAME AS IEC 61000-4-7

#### Standard

**BS EN 61000-4-7 Amendment 1** 15-JUL-1995

Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and Measurement Techniques - Section 7: General Guide on Harmonics and Interharmonics Measurements and Instrumentation, for Power Supply Systems and Equipment Connected Thereto

#### Standard

**EEMUA 123-1981** 1981

Guide to the Engineering of Microprocessor-Based Systems for Instrumentation and Control (Reprint of EEUA Handbook No. 38)

#### Standard

**IP IP-MCSP-P14** 1992

Model Code of Safe Practice for the Petroleum Industry - Part 14: Inspection and Testing of Protective Instrumentation Systems

## 7.4.5 Dutch codes and standards for instrumentation

### **NEN 10092-504:1995 EN - FR**

Electrical installations in ships - Part 504: Special features - Control and instrumentation

### **NEN 10231:1978 EN - FR**

Nuclear reactor instrumentation - General principles

### **NEN 10232:1969 EN - FR**

General characteristics of nuclear reactor instrumentation

### **NEN 10516:1988 EN - FR**

Modular instrumentation system for data processing - CAMAC system

### **NEN 11003-1:1993 EN - FR**

Industrial-process control systems - Instruments with analogue inputs and two- or multi-state outputs - Part 1: Methods of evaluating the performance

### **NEN 11005:1992 EN - FR**

Portable neutron ambient dose equivalent ratemeters for use in radiation protection

### **NEN 21859:1975 EN**

Automatic data processing - Unrecorded magnetic tape for instrumentation applications - General dimensional requirements

### **NEN 22690:1975 EN**

Automatic data processing - Unrecorded magnetic tapes for instrumentation applications - Physical properties and test methods

### **NEN 3009:1958 NL**

Terms and definitions for automatic control techniques - Principles

### **NEN 3009ENGELS:1958 EN**

Terms and definitions for automatic control techniques - Principles

### **NEN 3157:1985 NL**

Technical drawings - Symbols for instrumentation - Basic symbols for process instrumentation

### **NEN 3347:1987 NL**

Technical drawings - Symbols for instrumentation - Detailed symbols for process instrumentation

### **NEN-EN 13625:1999 ONTW. EN**

Non-destructive testing - Leak test - Guide to the selection of leak test instrumentation

### **NEN-EN 45510-8-1:1998 EN**

Guide for procurement of power station equipment - Part 8-1: Control and instrumentation

### **NEN-ISO 3511-4:1987 EN**

Technical drawings - Symbols for instrumentation - Basic symbols for process computer, interface and shared display/control functions

### **NPR 10643:1980 EN - FR**

Nuclear reactors - Digital computers to instrumentation and control - Applications

### **NPR 5164:1984 NL**

Process measurement control - Functions and instrumentation - Pure logic diagrams for protection

### **NPR 5164:1984/C1:1986 NL**

Process measurement control - Functions and instrumentation - Pure logic diagrams for protection

### **NPR 5164ENGELS:1984 EN**

Measurement and control engineering - Pure logic diagrams for protections, control and signalling - Symbols and examples

### **NPR 5269:1993 NL - EN**

Industrial-process measurement and control - Basic documentation set for process control installations

## 7.4.6 French codes and standards for instrumentation

### **Standard**

### **AFNOR NF M 87-202 1-SEP-1987**

Petroleum Industry - Instrumentation Cables - Specifications

## 7.4.7 Other codes and standards for instrumentation

### Standard

**FDA 90-4227** 1-AUG-1990

Export of Medical Devices - A Workshop Manual

### Standard

**FED FED-STD-370** 1-MAR-1977

Instrumental Photometric Measurements of Retroreflective Materials and Retroreflective Devices

### Standard

**FED W-T-1553/01** 12-AUG-1996

Tape Instrumentation Recording, Magnetic Oxide-Coated 345 Oersteds Coercivity, 5 Dropouts Per 100 Foot (FT) 30 Meters (M) of Tape, with 76.2 Millimeter (MM) (3 Inch) Center-Hole Diameter Reel

### Standard

**FED W-T-1553/02** 12-AUG-1996

Tape Instrumentation Recording, Magnetic Oxide-Coated 345 Oersteds Coercivity, 4 Dropouts Per 100 Foot (FT) 30 Meters (M) of Tape, with 76.2 Millimeter (MM) (3 Inch) Center-Hole Diameter Reel

### Standard

**FED W-T-1553/03** 12-AUG-1996

Tape Instrumentation Recording, Magnetic Oxide-Coated 700 Oersteds Coercivity, 4 Dropouts Per 100 Foot (FT) 30 Meters (M) of Tape, with 76.2 Millimeter (MM) (3 Inch) Center-Hole Diameter Reel

### Standard

**FED W-T-1553/04** 12-AUG-1996

Tape Instrumentation Recording, Magnetic Oxide-Coated 800 Oersteds Coercivity, 2 Dropouts Per 100 Foot (FT) 30 Meters (M) of Tape, with 76.2 Millimeter (MM) (3 Inch) Center-Hole Diameter Reel

### Standard

**FED W-T-1553B** 12-AUG-1996

Tape, Instrumentation Recording, Magnetic Oxide-Coated, General Specification For

### Standard

**AS/NZS 1269.1-1998** 5-MAR-1998

Occupational Noise Management - Measurement and Assessment of Noise Immission & Exposure

### Standard

**JIS MECHANICAL** 1998

Mechanical Instrumentation Handbook

### Standard

**CGSB 48.14-M86** 1-FEB-1986

Advanced Manual For Eddy Current Test Method

### Standard

**CSA C22.2 No. 239-97** 1-MAY-1997

Control and Instrumentation Cables

### Standard

**CSA N289.5-M91**

Seismic Instrumentation for CANDU Nuclear Power Plants

### Standard

**CTI ATC105** 1-JUL-1997

Acceptance Test Code for Water Cooling Towers

### Standard

**CTI ATC105** 1-JUL-1997

Acceptance Test Code for Water Cooling Towers

### Standard

**EIA CPEB3** 1970

Measurement Instrumentation for X-Radiation from Television Receivers

### Standard

**ICEA T-26-465** 1990

Guide for Frequency of Sampling Extruded Dielectric Power, Control, Instrumentation, and Portable Cables for Test

### Standard

**ISA RP37.2-1982(R1995)** 1982

Guide for Specifications and Tests for Piezoelectric Acceleration Transducers for Aerospace Testing

### Standard

**ISA RP42.1-1992** 1992

Nomenclature for Instrument Tube Fittings

**Standard**

**JIS MECHANICAL** 1998  
Mechanical Instrumentation Handbook

**Standard**

**MIL DOD-STD-1678** 26-DEC-1984  
Fiber Optics Test Methods & Instrumentation

**Standard**

**NCCLS H20-A** 1992  
Reference Leukocyte Differential Count (Proportional) and Evaluation of Instrumental Methods; Approved Standard

**Standard**

**NCITS 341 DRAFT** 2000  
Information Technology - 25.4 mm (1 in) Type DCRsi Recorded Instrumentation - Digital Cartridge Tape Format

**Standard**

**NCITS 344 DRAFT**  
Information Technology - 12.65 mm wide Magnetic Tape Format for Information Interchange - Helical Scan Recording - Recorded Instrumentation Format

**Standard**

**NEMA HP100 SET** 1-AUG-1991  
High Temperature Instrumentation and Control Cables - Set of Five Standards

**Standard**

**NEMA HP100.1-1991** 1991  
High Temperature Instrumentation and Control Cables Insulated and Jacketed with FEP Fluorocarbons

**Standard**

**NEMA HP100.2-1991** 1991  
High Temperature Instrumentation and Control Cables Insulated and Jacketed with ETFE Fluoropolymers

**Standard**

**NEMA HP100.3-1991** 1995  
High Temperature Instrumentation and Control Cables Insulated and Jacketed with Cross-Linked (Thermoset) Polyolefin (XLPO)

**Standard**

**NEMA HP100.4-1991** 1991  
High Temperature Instrumentation and Control Cables Insulated and Jacketed with ECTFE Fluoropolymers

**Standard**

**NEMA WC53-1990** 1990  
Standard Test Methods for Extruded Dielectric Power, Control, Instrumentation, and Portable Cables

**Standard**

**NEMA WC54-1990** 1990  
Guide for Frequency of Sampling Extruded Dielectric Power, Control, Instrumentation, and Portable Cables for Test

**Standard**

**NEMA WC55-1992** 1992  
Instrumentation Cables and Thermocouple Wire

**Standard**

**SABS NRS 048-5** 1998  
Electricity Supply - Quality of Supply - Part 5: Instrumentation and Transducers for Voltage Quality Monitoring and Recording

**Standard**

**SAE J1492** 1-MAY-1998  
Measurement of Light Vehicle Stationary Exhaust System Sound Level Engine Speed Sweep Method

**Standard**

**SAE J2424** 1998  
Free Motion Headform Impact Tests of Heavy Truck Cab Interiors

**Standard**

**SAE J1030** 1-FEB-1987  
Maximum Sound Level for Passenger Cars and Light Trucks

**Standard**

**SAE J1492** 1-MAY-1998  
Measurement of Light Vehicle Stationary Exhaust System Sound Level Engine Speed Sweep Method

**Standard**

**SAE J2424** 1998  
Free Motion Headform Impact Tests of Heavy Truck Cab Interiors

### Standard

SAE J88 1-APR-1995

Sound Measurement--Off-Road Work Machines--Exterior

### Standard

SAE J919 1-APR-1995

Sound Measurement--Off-Road Work Machines--Operator--Singular Type

### Standard

SAE/AIR 1093 1970

Numeral, Letter & Symbol Dimension/Aircraft Instrumentation

### Standard

TAPPI 0101R186 1992

Film Extrusion Manual-Process, Materials, Properties

### REFERENCES

#### Overview of Internet sites.

Most data have been derived from:

#### **American Standards Procurement site**

<http://www.techstreet.com>

**BSI** -- British Standards Institution

<http://bsonline.techindex.co.uk>

Other sites used:

**EEMUA** -- The Engineering Equipment and Materials Users Association

<http://www.eemua.co.uk>

**NEN** -- Nederlands Normalisatie Instituut

<http://www.nni.nl>

same as: <http://www.nen.nl>

**DIN** --- Deutsches Institut für Normung

<http://www.din.de>

[http://www.din\\_katalog.de](http://www.din_katalog.de)

<http://www2.beuth.de>

<http://www.ad-merkblaetter.de>

**CEN** -- Comité Européen de Normalisation

<http://www.cenorm.be>

**ISO** -- International Organisation for Standardisation

<http://www.iso.ch>

**ANSI** -- American National Standards Institute

<http://www.ansi.org>

**API** -- American Petroleum Institute

<http://www.api.org>

**ASME** -- American Society of Mechanical Engineers

<http://www.asme.org>

**UL** -- Underwriters Laboratories

<http://www.ul.com>

**NFPA** -- National Fire Protection Association

<http://www.nfpa.org>

**WSSN** -- World Standards Services Network

<http://www.wssn.net>

**IP** -- The Institute Of Petroleum

<http://www.petroleum.co.uk>

Dienst voor het Stoomwezen

<http://www.Stoomwezen.nl>

## 7.5 Normen voor pompen

### 7.5.1 Introduction

Only the most recent editions of Standards have been listed. However, withdrawn standards have been listed when they are still available but superseded/replaced by another standard.

Withdrawn items are marked as such by 'WITHDRAWN ITEM'. Valid codes and standards are indicated by the word 'Standard'.

Draft standards are not incorporated in the overview.

Standards that are applicable for more than one storage mode have been mentioned in each applicable section.

The following sections present an overview of the found data, one subsection per publishing country.

### 7.5.2 American standards and codes for pumps

#### Standard

**API 076 (RS)** 1-DEC-1994

Paying for Automobile Insurance at the Pump: A Critical Review

#### Standard

**ANSI/API 1104** 1-SEP-1999

Welding of Pipelines and Related Facilities - 19th Edition

#### Standard

**API 1111** 1-JUL-1999

Design, Construction, Operation and Maintenance of Offshore Hydrocarbon Pipelines (Limit State Design)

#### Standard

**API 11AR** 1-JUN-2000

Recommended Practice for Care and Use of Subsurface Pumps

HISTORICAL ITEM

#### Standard

**ANSI/API 11AR-1989** 1-JUN-1989

Recommended Practice for Care and Use of Subsurface Pumps - Includes Supplements 1 and 2 - HISTORICAL PUBLICATION

#### Standard

**API 11AX** 1-MAR-1996

Specification for Subsurface Sucker Rod Pumps and Fittings

#### Standard

**API 11B** 1998

Specification for Sucker Rods

#### Standard

**API 11E** 1994

Specifications for Pumping Units

#### Standard

**ANSI/API 11ER** 1990

Guarding of Pumping Units

#### Standard

**ANSI/API 11G** 1-NOV-1994

Recommended Practice for Installation and Lubrication of Pumping Units

#### Standard

**ANSI/API 11L** 1-JUN-1988

Design Calculations for Sucker Rod Pumping Systems (Conventional Units)

#### Standard

**API 11L3** 1-MAY-1970

Sucker Rod Pumping System Design Book

#### Standard

**API 11L4** 1-APR-1970

Curves for Selecting Beam Pumping Units

#### Standard

**API 11L6** 1-JUN-1993

Electric Motor Prime Mover for Beam Pumping Unit Service

**Standard**

**API 11L6-S1** 1-DEC-1996

Supplement 1 - Electric Motor Prime Mover for Beam Pumping Unit Service

**Standard**

**API 11S** 1-NOV-1994

Recommended Practice for the Operation, Maintenance and Troubleshooting of Electric Submersible Pump Installations

**Standard**

**API 11S1** 15-DEC-1997

Recommended Practice for Electrical Submersible Pump Teardown Report

**Standard**

**API 11S2** 1-AUG-1997

Recommended Practice for Electric Submersible Pump Testing

**Standard**

**API 11S3** 1-MAR-1999

Recommended Practice for Electric Submersible Pump Installations

**Standard**

**API 11S4** 1-MAY-1993

Recommended Practice for Sizing and Selection of Electric Submersible Pump Installations

**Standard**

**API 11S6** 1-DEC-1995

Recommended Practice for Testing of Electrical Submersible Pump Cable Systems

**Standard**

**API 11S7** 1-JUL-1993

Recommended Practice of Application and Testing of Electric Submersible Pump Seal Chamber Section

**Standard**

**API 11S8** 1-MAY-1993

Recommended Practice on Electric Submersible Pump System Vibrations

WITHDRAWN ITEM

**Standard**

**API 11U** 30-MAY-1986

Recommended Practice for Sizing and Selection of Electric Submersible Pump Installations- WITHDRAWN - Replaced by API 11S4

**Standard**

**ANSI/API 12GDU** 15-DEC-1990

Specification for Glycol-Type Gas Dehydration Units

WITHDRAWN ITEM

**API 1601** 1970

Base Lay-Out of Single-Unit Service Station Pumps or Dispensers - WITHDRAWN - NO S/S

**API 1610** 1970

Recommended Standard for the Base Lay-Out of Single and Single Product Twin Service Station Pumps or Remote Dispensers, and Two Product Remote Dispensers

**Standard**

**ANSI/API 2610** 1-JUL-1994

Design, Construction, Operation, Maintenance, and Installation of Terminal and Tank Facilities

**Standard**

**API 41** 1-FEB-1995

Presenting Performance Data on Cementing and Hydraulic Fracturing Equipment

**Standard**

**API 4525** 1-NOV-1990

A Compilation of Field-Collected Cost and Treatment Effectiveness Data for the Removal of Dissolved Gasoline Components from Groundwater

**Standard**

**API 4561** 1-DEC-1992

Pump and Treat: The Petroleum Industry Perspective

**Standard**

**API 4612** 1-APR-1994

1993 Study of Refinery Fugitive Emissions from Equipment Leaks, Volumes I and II

**Standard**

**API 4672** 1-OCT-1998

The Use of Treatment Wetlands for Petroleum Industry Effluents

**Standard**

**API 4682** 1-JUN-1999

Free-Product Recovery of Petroleum Hydrocarbon Liquids

**Standard**

**ANSI/API 610** 1-JUN-1995

Centrifugal Pumps for General Refinery Service

WITHDRAWN ITEM

**API 610-1989** 1989

Centrifugal Pumps for General Refinery Service-WITH-DRAWN, REPLACED WITH CURRENT VERSION

**Standard**

**API 614** 1-APR-1999

Lubrication Shaft-Sealing and Control-Oil Systems for Special-Purpose Applications

**Standard**

**ANSI/API 674** 1-JUN-1995

Positive Displacement Pumps – Reciprocating

**Standard**

**API 675** 1-OCT-1994

Positive Displacement Pumps - Controlled Volume

**Standard**

**API 676** 1-DEC-1994

Positive Displacement Pumps – Rotary

**Standard**

**API 676 Amendment 1** 15-JUN-1999

Positive Displacement Pumps – Rotary

**Standard**

**API 681** 1-FEB-1996

Liquid Ring Vacuum Pumps and Compressors for Petroleum, Chemical, and Gas Industry Services

**Standard**

**ANSI/API 682** 1-OCT-1994

Shaft Sealing Systems for Centrifugal and Rotary Pumps

**Standard**

**API 7L** 1-DEC-1996

Procedures for Inspection, Maintenance, Repair, and Remanufacture of Drilling Equipment

**Standard**

**ANSI/HI 2.6-1994** 1994

Vertical Pump Test

**Standard**

**ANSI/HI 3.6-1994** 1994

Rotary Pump Test

**Standard**

**ANSI/HI 6.6-1994** 1994

Reciprocating Pump Test

**Standard**

**HI Guide** 1997

Seven Ways to Save Energy in Pumps & Pumping Systems

**Standard**

**HIR101** 1997

Pumping Manual

**Standard**

**HIR102** 1997

Leak-Free Pumps & Compressors Handbook

**Standard**

**HIR103** 1997

Pumps Users Handbook

**Standard**

**HIR104** 1997

Centrifugal Pumps & Allied Machinery

**Standard**

**HS102** 1994

Centrifugal Pumps - 4-Volume Set

**Standard**

**HS103** 1994

Vertical Pumps - 3-Volume Set

**Standard**

**HS104** 1994

Rotary Pumps - 4-Volume Set



**Standard**

**HI S105** 1994  
Reciprocating Pumps - 5-Volume Set

**Standard**

**HI S107** 1994  
Centrifugal Pump Test - ANSI/HI 1.6

**Standard**

**HI S108** 1994  
Sealless Centrifugal Pumps - ANSI/HI 5.1-5.6

**Standard**

**HI S110** 1994  
Vertical Pump Test - ANSI/HI 2.6

**Standard**

**HI S111** 1994  
Rotary Pumps - ANSI/HI 3.1-3.5

**Standard**

**HI S112** 1994  
Rotary Pump Test - ANSI/HI 3.6

**Standard**

**HI S113** 1994  
Sealless Rotary Pumps - 4.1-4.6

**Standard**

**HI S114** 1994  
Reciprocating Power Pumps - ANSI/HI 6.1-6.5

**Standard**

**HI S115** 1994  
Reciprocating Pump Test - ANSI/HI 6.6

**Standard**

**HI S116** 1994  
Controlled Volume Pumps - ANSI/HI 7.1-7.5

**Standard**

**HI S117** 1994  
Direct Acting (Steam) Pumps - ANSI/HI 8.1-8.5

**Standard**

**HI S118** 1994  
Pumps - General Guidelines - ANSI/HI 9.1-9.5

**Standard**

**HI S120** 1-OCT-1998  
HI 9.8 - Pump Intake Design

**Standard**

**HI VIDEO**  
Energy Reduction in Pumps and Pumping Systems - Video Program

**Standard**

**ASME B5.28-1971 (R1994)** 1971  
Mounting Dimensions of Lubricating and Coolant Pumps for Machine Tools

WITHDRAWN ITEM

**ASME B73.2-1975** 1975  
Specification for Vertical In-Line Centrifugal Pumps for Chemical Process - CANCELLED S/S by B73.2M-1991

**Standard**

**ASME B73.2M-1991** 1991  
Specification for Vertical In-Line Centrifugal Pumps for Chemical Process

**Standard**

**ASME PTC18.1-1978(R1984)** 1978  
Pumping Mode of Pump/Turbines

WITHDRAWN ITEM

**ASME PTC7-1949(R1969)** 1970  
Reciprocating Steam-Driven Displacement Pumps - WITHDRAWN - No Replacement

**Standard**

**ASME PTC7.1-1962(R1969)** 1970  
Displacement Pumps

**Standard**

**ASME PTC8.2-1990** 1990  
Centrifugal Pumps

**Standard**

**ASTM D2809-94** 15-DEC-1994  
Standard Test Method for Cavitation Corrosion and Erosion-Corrosion Characteristics of aluminum Pumps With Engine Coolants

**Standard**

**ASTM D3829-93(R1998)** 15-SEP-1993  
Standard Test Method for Predicting the Borderline Pumping Temperature of Engine Oil

**Standard**

**ASTM D3890-85** 26-JUL-1985  
Standard Test Method for Number of Strokes to Prime a Mechanical Pump Dispenser

**Standard**

**ASTM D4041-89** 31-MAR-1989  
Standard Test Method for Determining Spray Patterns of Manually Operated Pump Dispensers

**Standard**

**ASTM D4133-82(R1998)** 28-MAY-1982  
Standard Practice for Sampling Phytoplankton with Pumps

**Standard**

**ASTM D4335-99** 10-OCT-1999  
Standard Test Method for the Determination of the Component Retention of a Mechanical Pump Dispenser

**Standard**

**ASTM D4336-84** 24-FEB-1984  
Standard Test Method for Determination of Output Per Stroke of a Mechanical Pump Dispenser

**Standard**

**ASTM D4353-85** 29-MAR-1985  
Standard Test Method for Basic Stability of a Mechanical Pump Dispenser and Product

**Standard**

**ASTM E294-72 (R1994)** 29-SEP-1972  
Standard Test Method for Effective Pumping Speed of Vacuum Chamber Systems

**Standard**

**ASTM E295-82 (R1992)** 24-SEP-1982  
Standard Test Method for Measured Speed of Oil Diffusion Pumps

**Standard**

**ASTM F1510-98** 10-NOV-1998  
Standard Specification for Rotary Positive Displacement Pumps, Commercial Ships Use 141594

**Standard**

**ASTM F1607-95** 15-AUG-1995  
Standard Guide for Reporting of Test Performance Data for Oil Spill Response Pumps

**Standard**

**ASTM F1718-99** 10-JAN-1999  
Standard Specification for Rotary Positive Displacement Fuel Pumps

**Standard**

**ASTM F998-97** 10-NOV-1997  
Standard Specification for Centrifugal Pump, Shipboard Use

**Standard**

**IEC 60193** 16-NOV-1999  
Hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines - Model acceptance tests

WITHDRAWN ITEM

**IEC 60198** 1-MAY-1972  
International Code for the Field Acceptance Tests of Storage Pumps - WITHDRAWN - Replaced by IEC 60041

WITHDRAWN ITEM

**IEC 60497** 1976  
International code for model acceptance tests of storage pumps

**Standard**

**IEC 60805** 30-SEP-1985  
Guide for commissioning, operation and maintenance of storage pumps and of pump-turbines operating as pumps

WITHDRAWN ITEM

**IEC/TR3 61366-1** 1-MAR-1998  
Hydraulic Turbines, Storage Pumps & Pump-turbines - Tendering Documents - Part 1: General & Annexes

**Standard**

**IEC/TR3 61366-1** 11-MAR-1998  
Hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines - Tendering Documents - Part 1: General and annexes

WITHDRAWN ITEM

**IEC/TR3 61366-2** 1-MAR-1998  
Hydraulic Turbines, Storage Pumps & Pump-turbines - Tendering Documents - Part 2: Guidelines for Technical Specifications for Francis Turbines

### Standard

**IEC/TR3 61366-2** 11-MAR-1998

Hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines - Tendering Documents - Part 2: Guidelines for technical specifications for Francis turbines

WITHDRAWN ITEM

**IEC/TR3 61366-3** 1-MAR-1998

Hydraulic Turbines, Storage Pumps & Pump-turbines - Tendering Documents - Part 3: Guidelines for Technical Specifications for Pelton Turbines

### Standard

**IEC/TR3 61366-3** 11-MAR-1998

Hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines - Tendering documents - Part 3: Guidelines for technical specifications for Pelton turbines

WITHDRAWN ITEM

**IEC/TR3 61366-4** 1-MAR-1998

Hydraulic Turbines, Storage Pumps & Pump-turbines - Tendering Documents - Part 4: Guidelines for Technical Specifications for Kaplan & Propeller Turbines

### Standard

**IEC/TR3 61366-4** 11-MAR-1998

Hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines - Tendering Documents - Part 4: Guidelines for technical specifications for Kaplan and propeller turbines

WITHDRAWN ITEM

**IEC/TR3 61366-5** 1-MAR-1998

Hydraulic Turbines, Storage Pumps & Pump-turbines - Tendering Documents - Part 5: Guidelines for Technical Specifications for Tubular Turbines

### Standard

**IEC/TR3 61366-5** 11-MAR-1998

Hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines - Tendering Documents - Part 5: Guidelines for technical specifications for tubular turbines

WITHDRAWN ITEM

**IEC/TR3 61366-6** 1-MAR-1998

Hydraulic Turbines, Storage Pumps & Pump-turbines - Tendering Documents - Part 6: Guidelines for Technical Specifications for Pump-turbines

### Standard

**IEC/TR3 61366-6** 11-MAR-1998

Hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines - Tendering Documents - Part 6: Guidelines for technical specifications for pump-turbines

WITHDRAWN ITEM

**IEC/TR3 61366-7** 1-MAR-1998

Hydraulic Turbines, Storage Pumps & Pump-turbines - Tendering Documents - Part 7: Guidelines for Technical Specifications for Storage Pumps

### Standard

**IEC/TR3 61366-7** 11-MAR-1998

Hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines - Tendering Documents - Part 7: Guidelines for technical specifications for storage pumps

WITHDRAWN ITEM

**IEEE 1017-1991** 1991

Recommended Practice for Field Testing Electric Submersible Pump Cable - WITHDRAWN

WITHDRAWN ITEM

**IEEE 1019-1991** 1991

Recommended Practice for Specifying Electric Submersible Pump Cable - Polypropylene Insulation - WITHDRAWN

### Standard

**NFPA (fluid) T3.9.13-1982** 1982

Hydraulic Fluid Power - Pumps and Motors - Glossary

WITHDRAWN ITEM

**NFPA (fire) 1921** 1993

Fire Department Portable Pumping Units

WITHDRAWN ITEM

**NFPA (fire) 1922** 1994

Fire Service Self-Contained Pumping Units

WITHDRAWN ITEM

**NFPA (fire) 21** 1982

Operation and Maintenance of Steam Fire Pumps

### Standard

**NFPA 20** 1999

Standard for the Installation of Stationary Fire Pumps for Fire Protection, 1999

### Standard

**UL 1081 Amendment 1** 17-MAY-1999  
Swimming Pool Pumps, Filters, and Chlorinators

### Standard

**UL 1207 Amendment 1** 19-JUL-1996  
Sewage Pumps for Use in Hazardous (Classified) Locations

### Standard

**UL 1247 Amendment 1** 5-MAY-1997  
Diesel Engines for Driving Centrifugal Fire Pumps

### Standard

**UL 1450 Amendment 1** 22-SEP-1997  
Motor-Operated Air Compressors, Vacuum Pumps, and Painting Equipment

### Standard

**UL 1450 Amendment 2** 22-OCT-1998  
Motor-Operated Air Compressors, Vacuum Pumps, and Painting Equipment

### Standard

**UL 1478 Amendment 1** 22-JUL-1996  
Fire Pump Relief Valves

### Standard

**UL 218 Amendment 1** 6-FEB-1998  
Fire Pump Controlers

### Standard

**UL 343 Amendment 1** 9-APR-1998  
Pumps for Oil-Burning Appliances

### Standard

**UL 343 Amendment 2** 25-FEB-1999  
Pumps for Oil-Burning Appliances

### Standard

**UL 343 Amendment 3** 22-DEC-1999  
Pumps for Oil-Burning Appliances

### Standard

**UL 448 Amendment 1** 21-AUG-1998  
Pumps for Fire Protection Service

### Standard

**UL 448 Amendment 2** 20-MAY-1999

Pumps for Fire Protection Service

WITHDRAWN ITEM

**UL 559** 1985

Heat Pumps

WITHDRAWN ITEM

**UL 559 Subscription** 1985

Heat Pumps - with 3-Year Subscription Service

### Standard

**UL 79 Amendment 1** 2-APR-1999

Power-Operated Pumps for Petroleum Product Dispensing Systems

## 7.5.3 German standards and codes for pumps

### Standard

**DIN 1944** 1970

Acceptance Tests on Centrifugal Pumps (VDI Rules for Centrifugal Pumps)

### Standard

**DIN 24250** 1984

Centrifugal Pumps; Denomination and Numbering of Components

WITHDRAWN ITEM

**DIN 24255** 1987

End-Suction Centrifugal Pump, Rating 10 BAR, with Bearing Bracket; Designation, Nominal Duty Point, Main Dimensions - WITHDRAWN, Replaced by DIN EN 733

WITHDRAWN ITEM

**DIN 24256** 1-NOV-1978

End-Suction Centrifugal Pump, Rating 16 BAR, with Bearing Bracket; Designation, Nominal Duty Point, Main Dimensions - WITHDRAWN, Replaced by DIN EN22858

### Standard

**DIN 24289-1** 1-DEC-1987

Reciprocating Displacement Pumps and Pump Units - Requirements and Testing

### Standard

**DIN 24293** 5-JAN-1989

Centrifugal Pumps - Technical Documents - Terms, Delivery Range, Layout – GERMAN

**Standard**

**DIN 24295** 1-MAR-1981

Pumps and Pump Units for Liquids - Safety Requirements

**Standard**

**DIN 42023-2** 1-JUL-1980

Built-on Motors for Oil Burners; Mounting Dimensions for the Mounting of the Oil Pump

**Standard**

**DIN 45635-13** 1-FEB-1977

Measurement of Airborne Noise Emitted by Machines; Enveloping Surface Method, Compressors, Vacuum Pumps Included (Displacement-, Turbo- & Jet Compressors)

**Standard**

**DIN 45635-24** 1-MAR-1980

Noise Measurement on Machines; Airborne Noise Measurement; Enveloping Surface Method; Pumps for Liquids

**Standard**

**DIN 45635-35** 1-APR-1986

Measurement of Noise Emitted by Machines; Airborne Noise Emission; Enveloping Surface Method; Heat Pump Units with Electrically Driven Compressors

**Standard**

**DIN 51524-2** 1-JUN-1985

Pressure Fluids - Hydraulic Oils - HLP Hydraulic Oils - Minimum Requirements

**Standard**

**DIN 5440** 1-AUG-1978

Pumps; Coolant Pumps for Machine Tools; Nominal Capacity, Dimensions

**Standard**

**DIN 58362-1** 1-APR-1994

Infusion - Infusion Equipment and Accessories - Gravity-Fed Infusion Equipment - Nomenclature, Requirements, Testing

**Standard**

**DIN 8900-2** 1-OCT-1980

Heat Pumps - Heat Pump Units With Electrically Driven Compressors - Test Conditions, Extent of Testing, Marking - WITHDRAWN

WITHDRAWN ITEM

**DIN 8900-3** 1-SEP-1982

Heat Pumps - Heat Pump Units with Electrically Driven Compressors - Testing of Water/Water and Brine/Water Heat Pumps - WITHDRAWN

WITHDRAWN ITEM

**DIN 8900-4** 1-JUN-1982

Heat Pumps - Heat Pump Units with Electrically Driven Compressors - Testing of Air/Water Heat Pumps - WITHDRAWN

**Standard**

**DIN EN 22858**

End-Suction Centrifugal Pumps (Rating 16 bar); Designation, Nominal Duty Point and Dimensions

**Standard**

**DIN EN 733** 1-AUG-1995

End-Suction Centrifugal Pumps, Rating 10 Bar with Bearing Bracket - Nominal Duty Point, Main Dimensions, Designation System; German Version EN 733

**Standard**

**DIN EN 809** 1-MAR-1993

Pumps and Pump Units for Liquids - Safety Requirements - GERMAN ONLY - Version of prEN 809

**Standard**

**ISO 10431** 1993

Petroleum and Natural Gas Industries-Pumping Units-Specification

**Standard**

**ISO 13253** 1-OCT-1995

Ducted air-conditioners and air-to-air heat pumps - Testing and rating for performance

**Standard**

**ISO 13256-1** 15-AUG-1998

Water-source Heat Pumps - Testing & Rating for Performance - Part 1: Water-to-air & Brine-to-air Heat Pumps

**Standard**

**ISO 13256-2** 15-AUG-1998

Water-source Heat Pumps - Testing & Rating for Performance - Part 2: Water-to-water & Brine-to-water Heat Pumps

**Standard**

**ISO 13948-1** 15-APR-2000

Diesel engines -- Fuel injection pumps and fuel injector low-pressure connections -- Part 1: Threaded connections

**Standard**

**ISO 14847** 1-MAY-1999

Rotary Positive Displacement Pumps - Technical Specifications

**Standard**

**ISO 1607-1** 1993

Positive-Displacement Vacuum Pumps - Measurement of Performance Characteristics - Part 1: Measurement of Volume Rate of Flow (Pumping Speed)

**Standard**

**ISO 1607-2** 1993

Positive-Displacement Vacuum Pumps - Measurement of Performance Characteristics - Part 2: Measurement of Ultimate Pressure

**Standard**

**ISO 1608-1** 1993

Vapour Vacuum Pumps - Measurement of Performance Characteristics - Part 1: Measurement of Volume Rate of Flow (Pumping Speed)

**Standard**

**ISO 1608-2** 1989

Vapour Vacuum Pumps - Measurement of Performance Characteristics - Part 2: Measurement of Critical Backing Pressure

**Standard**

**ISO 1609** 1-OCT-1986

Vacuum technology -- Flange dimensions

**Standard**

**ISO 2548** 6-JAN-1973

Centrifugal, Mixed Flow and Axial Pumps - Code for Acceptance Tests - Class C

**Standard**

**ISO 2550** 1-OCT-1972

Textile floor coverings -- Hand-made carpets -- Determination of types of knots

**Standard**

**ISO 2714** 1-OCT-1980

Liquid hydrocarbons -- Volumetric measurement by displacement meter systems other than dispensing pumps

**Standard**

**ISO 2858** 1975

End-Suction Centrifugal Pumps (Rating 16 bar) - Designation, Nominal Duty Point and Dimensions

**Standard**

**ISO 3069** 1974

End Suction Centrifugal Pumps - Dimensions of Cavities for Mechanical Seals and for Soft Packing

**Standard**

**ISO 307** 1-OCT-1994

Plastics - Polyamides - Determination of viscosity number

**Standard**

**ISO 3529-2** 1981

Vacuum Technology - Vocabulary - Part 2: Vacuum Pumps and Related Terms

**Standard**

**ISO 3529-3** 1-OCT-1981

Vacuum technology -- Vocabulary -- Part 3 : Vacuum gauges

**Standard**

**ISO 3555** 1977

Centrifugal, Mixed Flow and Axial Pumps - Code for Acceptance Tests - Class B

**Standard**

**ISO 3661** 1977

End-Suction Centrifugal Pumps - Baseplate and Installation Dimensions

**Standard**

**ISO 3662** 1976

Hydraulic Fluid Power - Pumps & Motors - Geometric Displacements

**Standard**

**ISO 4008-1** 1-NOV-1980

Fuel Injection Pump Testing-Part 1: Dynamic Conditions

**Standard**

**ISO 4008-2** 1-AUG-1983

Fuel Injection Pump Testing-Part 2: Static Conditions

**Standard**

**ISO 4008-3** 1-JUN-1987

Fuel Injection Pump Testing-Part 3: Application and Test Procedures

**Standard**

**ISO 4093** 15-DEC-1999

Diesel engines -- Fuel injection pumps -- High-pressure pipes for testing

WITHDRAWN ITEM

**ISO 4093-1986** 1-FEB-1986

Fuel Injection Pumps-High-Pressure Pipes for Testing

**Standard**

**ISO 4409** 1986

Hydraulic Fluid Power - Positive Displacement Pumps, Motors & Integral Transmissions - Determination of Steady-State Performance

**Standard**

**ISO 5151** 1-OCT-1994

Non-ducted air conditioners and heat pumps - Testing and rating for performance

**Standard**

**ISO 5198** 1987

Centrifugal, Mixed Flow and Axial Pumps - Code for Hydraulic Performance Tests - Precision Grade

**Standard**

**ISO 5199** 1986

Technical Specifications for Centrifugal Pumps - Class II

**Standard**

**ISO 520** 1-OCT-1977

Cereals and pulses -- Determination of the mass of 1000 grains

**Standard**

**ISO 6519** 1-JUN-1993

Fuel Injection Pumps-Tapers for Shaft Ends and Hubs

**Standard**

**ISO 652** 1-OCT-1975

Enclosed-scale calorimeter thermometers

**Standard**

**ISO 7299** 1-MAY-1996

Diesel Engines-End-Mounting Flanges for Fuel Injection Pumps

**Standard**

**ISO 7612** 1-DEC-1994

Diesel Engines-Base Mounted In-Line Fuel Injection Pumps-Mounting Dimensions

**Standard**

**ISO 7876-1** 1-NOV-1990

Fuel Injection Equipment-Vocabulary - Part 1: Fuel Injection Pumps

**Standard**

**ISO 7876-1 Amendment 1** 1-MAY-1999

Fuel Injection Equipment-Vocabulary - Part 1: Fuel Injection Pumps

**Standard**

**ISO 7876-1/AMD1** 1-OCT-1999

Amendment 1 to ISO 7876-1:1990

**Standard**

**ISO 8278** 1-NOV-1986

Hydraulic, Pressure Compensated, Variable Delivery Pumps - General Requirements

**Standard**

**ISO 8426** 1988

Hydraulic Fluid Power - Positive Displacement Pumps & Motors - Determination of Derived Capacity

**Standard**

**ISO 8849** 1990

Small Craft - Electrically Operated Bilge Pumps

**Standard**

**ISO 9534** 1-MAY-1989

Fuel Pump Electric Connections

#### Standard

**ISO 9905** 1994

Technical Specifications for Centrifugal Pumps -- Class I

#### Standard

**ISO 9906** 1-OCT-1999

Rotodynamic pumps -- Hydraulic performance acceptance tests -- Grades 1 and 2

#### Standard

**ISO 9908** 1993

Technical Specifications for Centrifugal Pumps - Class III

#### Standard

**ISO 9909** 1-OCT-1997

Oil of Dalmatian sage (*Salvia officinalis* L.)

#### Standard

**ISO 9910** 1-OCT-1991

Oil of sweet orange -- Determination of the total carotenoids content

#### Standard

**ISO 9911** 1-OCT-1993

Agricultural irrigation equipment - Manually operated small plastics valves

#### Standard

**ISO 9912-2** 1-OCT-1992

Agricultural irrigation equipment - Filters - Part 2: Strainer-type filters

#### Standard

**ISO/DIS 14617-23** 1997

Graphical Symbols for Diagrams - Part 23: Pumps, Compressors & Fans

### 7.5.4 British standards and codes for pumps

WITHDRAWN ITEM

**BS 1394-1** 1987

Stationary Circulation Pumps for Heating and Hot Water Service Systems - Part 1: Specification for Safety Requirements - WITHDRAWN, Replaced by BS EN 60335-2-51

#### Standard

**BS 1394-2** 1987

Stationary Circulation Pumps for Heating and Hot Water Service Systems - Part 2: Specification for Physical and Performance Requirements

#### Standard

**BS 2000-281** 1993

Methods of Test for Petroleum and its Products. Determination of Anti-Wear Properties of Hydraulic Fluids. Vane Pump Method

#### Standard

**BS 4001-2** 31-DEC-1969

Care and Maintenance of Underwater Breathing Apparatus - Standard Diving Equipment

#### Standard

**BS 4082-1** 31-DEC-1969

Specification for External Dimensions for Vertical In-Line Centrifugal Pumps - Part 1: 'I' Type

#### Standard

**BS 4082-2** 31-DEC-1969

Specification for External Dimensions for Vertical In-Line Centrifugal Pumps - Part 2: 'U' Type

#### Standard

**BS 5000-40** 1973

Specification for rotating electrical machines of particular types or for particular applications. Motors for driving power station auxiliaries

#### Standard

**BS 5173-102-102.3** 1998

Methods of Test for Rubber and Plastics Hoses and Hose Assemblies - Hydraulic Pressure Tests - Determination of Volumetric Expansion of Fuel-Dispensing Pump Hoses

#### Standard

**BS 5257** 1975

Specification for Horizontal End-Suction Centrifugal Pumps (16 bar)

#### Standard

**BS 5316-1** 1976

Specification for Acceptance Tests for Centrifugal, Mixed Flow and Axial Pumps - Part 1: Class C Tests



**Standard**

**BS 5316-2** 1977

Specification for Acceptance Tests for Centrifugal, Mixed Flow and Axial Pumps - Part 2: Class B Tests

**Standard**

**BS 5316-3** 1988

Specification for Acceptance Tests for Centrifugal, Mixed Flow and Axial Pumps - Part 3: Precision Class Tests

**Standard**

**BS 5860** 1980

Method for Measuring the Efficiency of Hydraulic Turbines, Storage Pumps and Pump-Turbines (Thermodynamic Method)

**Standard**

**BS 5944-1** 1992

Measurement of Airborne Noise from Hydraulic Fluid Power Systems and Components - Part 1: Methods of Test for Pumps

**Standard**

**BS 5944-5** 1985

Measurement of Airborne Noise from Hydraulic Fluid Power Systems and Components - Part 5: Simplified Method of Determining Sound Power Levels from Pumps Using an Anechoic Chamber

**Standard**

**BS 5944-6** 1992

Measurement of Airborne Noise from Hydraulic Fluid Power Systems and Components - Part 6: Method of Test for Pumps Using a Parallelepiped Microphone Array

**Standard**

**BS 599** 31-DEC-1969

Methods of Testing Pumps

**Standard**

**BS 6276** 1987

Specification for Dimensions and Identification Code for Mounting Flanges and Shafts Ends for Hydraulic Fluid Power Pumps and Motors

WITHDRAWN ITEM

**BS 6836**

Specification for Centrifugal Pumps: Class II - Renumbered as BS EN 25199

**Standard**

**BS 8005-2** 1987

Sewerage - Part 2: Guide to Pumping Stations and Pumping Mains

**Standard**

**BS EN 1012-1** 1997

Compressors and Vacuum Pumps. Safety Requirements. Compressors

**Standard**

**BS EN 1012-2** 1997

Compressors and Vacuum Pumps. Safety Requirements. Vacuum Pumps

**Standard**

**BS EN 12055** 1998

Liquid Chilling Packages & Heat Pumps with Electrically Driven Compressors - Cooling Mode - Definitions, Testing & Requirements

**Standard**

**BS EN 1360** 15-JUN-1997

Rubber Hoses and Hose Assemblies for Measured Fuel Dispensing – Specification

**Standard**

**BS EN 22858** 1993

End-Suction Centrifugal Pumps (Rating 16 Bar). Designation, Nominal Duty Point and Dimensions

**Standard**

**BS EN 23661** 1993

End-Suction Centrifugal Pumps. Baseplate and Installation Dimensions

**Standard**

**BS EN 25199** 1992

Technical Specification for Centrifugal Pumps. Class II

**Standard**

**BS EN 25199 Amendment 1** 1-DEC-1992

Amendment 1 - Technical Specification for Centrifugal Pumps. Class II

### Standard

**BS EN 255-1** 1997

Air Conditioners, Liquid Chilling Packages and Heat Pumps with Electrically Driven Compressors - Heating Mode - Part 1: Terms, Definitions and Designations

### Standard

**BS EN 255-2** 1997

Air Conditioners, Liquid Chilling Packages and Heat Pumps with Electrically Driven Compressors - Heating Mode - Part 2: Testing and Requirements for Marking for Space Heating Units

### Standard

**BS EN 255-3** 1997

Air Conditioners, Liquid Chilling Packages and Heat Pumps with Electrically Driven Compressors - Heating Mode - Part 3: Testing and Requirements for Marking for Sanitary Hot Water Units

### Standard

**BS EN 255-4** 1997

Air Conditioners, Liquid Chilling Packages and Heat Pumps with Electrically Driven Compressors - Heating Mode - Part 4: Requirements for Space Heating and Sanitary Hot Water Units

### Standard

**BS EN 28849** 1993

Small Craft - Electrically Operated Bilge Pumps (d.c.)

### Standard

**BS EN 378-1** 1995

Specification for Refrigerating Systems and Heat Pumps - Safety and Environmental Requirements - Basic Requirements

### Standard

**BS EN 45510-5-4** 15-MAY-1998

Guide for the Procurement of Power Station Equipment - Hydraulic Turbines, Storage Pumps and Pump-turbines

### Standard

**BS EN 60335-2-40** 1993

Safety of Household and Similar Electrical Appliances - Part 2 - Section 40: Particular Requirements for Electric Heat Pumps, Air Conditioners and Dehumidifiers

### Standard

**BS EN 60335-2-40 Amendment 1** 1-APR-1997

Amendment 1 - Safety of Household and Similar Electrical Appliances - Part 2 - Section 40: Particular Requirements for Electric Heat Pumps, Air Conditioners and Dehumidifiers

### Standard

**BS EN 60335-2-41** 1996

Specification for Safety of Household and Similar Electrical Appliances - Particular Requirements. Pumps for Liquids Having a Temperature not Exceeding 35°C

### Standard

**BS EN 60335-2-51** 15-JAN-1998

Specification for Safety of Household and Similar Electrical Appliances - Part 2: Particular Requirements - Section 51: Stationary Circulation Pumps for Heating and Service Water Installations

### Standard

**BS EN 60335-2-51** 1991

Specification for Safety of Household and Similar Electrical Appliances - Part 2: Particular Requirements - Section 51: Stationary Circulation Pumps for Heating and Service Water Installations

### Standard

**BS EN 60335-2-79** 1998

Safety of Household and Similar Electrical Appliances - Part 2 - Section 79: Particular Requirements for High Pressure Cleaners and Steam Cleaners, for Industrial and Commercial Use

### Standard

**BS EN 60601-2-24** 1-MAY-1998

Safety of Medical Electrical Equipment - Part 2: Particular Requirements for the Safety of Infusion Pumps and Controllers

### Standard

**BS EN 60601-2-24 Amendment 1** 15-JUL-1998

Amendment 1 - Safety of Medical Electrical Equipment - Part 2: Particular Requirements for the Safety of Infusion Pumps and Controllers

### Standard

**BS EN 733** 1995

End-Suction Centrifugal Pumps, Rating With 10 Bar With Bearing Bracket. Nominal Duty Point, Main Dimensions, Designation System

#### Standard

**BS EN 752-6** 15-SEP-1998

Drain & Sewer Systems Outside Buildings - Pumping Installations

#### Standard

**BS EN 809** 15-DEC-1998

Pumps and Pump Units for Liquids - Common Safety Requirements

#### Standard

**BS EN 814-1** 1997

Air Conditioners & Heat Pumps with Electrically Driven Compressors - Cooling Mode - Part 1: Terms, Definitions & Designations

#### Standard

**BS EN 814-2** 1997

Air Conditioners & Heat Pumps with Electrically Driven Compressors - Cooling Mode - Testing & Requirements for Marking

#### Standard

**BS EN 814-3** 1997

Air Conditioners & Heat Pumps with Electrically Driven Compressors - Cooling Mode – Requirements

#### Standard

**EEMUA 107**

Recommendations for the Protection of Diesel Engines for Use in Zone 2 Hazardous Areas  
Date 1992

#### Standard

**EEMUA 151**

Liquid Ring Vacuum Pumps and Compressors  
Date 1987

#### Standard

**EEMUA 164**

Seal-less Centrifugal Pumps: Class 1  
Date 1993

## 7.5.5 Dutch standards and codes for pumps

#### Standard

**EN 12056-4:2000 EN**

Gravity drainage systems inside buildings - Part 4: Wastewater lifting plants - Layout and calculation

#### Standard

**NEN 10041:1994 EN – FR**

Field acceptance tests to determine the hydraulic performance of hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines

#### Standard

**NEN 10994:1995 EN - FR**

Guide for field measurement of vibrations and pulsations in hydraulic machines (turbines, storage pumps and pump-turbines)

#### Standard

**NEN-EN 1012-1:1996 EN**

Compressors and vacuum pumps - Safety requirements - Part 1: Compressors

#### Standard

**NEN-EN 1012-2:1996 EN**

Compressors and vacuum pumps - Safety requirements - Part 2: Vacuum pumps

#### Standard

**NEN-EN 1028-1:1993 ONTW. EN**

Fire fighting pumps - Part 1: Requirements of fire fighting centrifugal pumps with primer

#### Standard

**NEN-EN 1028-2:1993 ONTW. EN**

Fire fighting pumps - Part 2: Testing of fire fighting centrifugal pumps with primer

#### Standard

**NEN-EN 1115-4:1993 ONTW. EN**

Plastics piping systems for underground drainage and sewerage under pressure - Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) based on polyester resin (UP) - Part 4 (informative): Ancillary equipment

### Standard

#### **NEN-EN 1151:1999 EN**

Pumps - Rotodynamic pumps - Circulation pumps having an electrical effect not exceeding 200 W for heating installations and domestic hot water installations - Requirements, testing, marking

### Standard

#### **NEN-EN 12050-1:1995 ONTW. EN**

Effluent lifting plants for buildings and sites - Principles of construction and testing - Part 1: Effluent lifting plants for effluent containing faecal matter

### Standard

#### **NEN-EN 12050-2:1995 ONTW. EN**

Effluent lifting plants for buildings and sites - Principles of construction and testing - Part 2: Effluent lifting plants for faecal-free effluent

### Standard

#### **NEN-EN 12050-3:1995 ONTW. EN**

Effluent lifting plants for buildings and sites - Principles of construction and testing - Part 3: Effluent lifting plants for effluent containing faecal matter for limited applications

### Standard

#### **NEN-EN 12050-4:1995 ONTW. EN**

Effluent lifting plants for buildings and sites - Principles of construction and testing - Part 4: Non-return valves for faecal free effluent and effluent containing faecal matter

### Standard

#### **NEN-EN 12055:1998 EN**

Liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors - Cooling mode - Definitions, testing and requirements

### Standard

#### **NEN-EN 12076:1995 ONTW. EN**

Measurement of noise emissions from compressors and vacuum pumps (engineering method)

### Standard

#### **NEN-EN 12157:1999 EN**

Rotodynamic pumps - Coolant pumps units for machine tools - Nominal flow rate, dimensions

### Standard

#### **NEN-EN 12162:1995 ONTW. EN**

Liquid pumps - Hydrostatic testing

### Standard

#### **NEN-EN 12259-12:2000 ONTW. EN**

Fixed firefighting systems - Components for sprinkler and water spray systems - Part 12: Sprinkler pumps

### Standard

#### **NEN-EN 12262:1998 EN**

Rotodynamic pumps - Technical documents - Terms, delivery range, layout

### Standard

#### **NEN-EN 1232:1997 EN**

Workplace atmospheres - Pumps for personal sampling of chemical agents - Requirements and test methods

### Standard

#### **NEN-EN 12462:1998 EN**

Biotechnology - Performance criteria for pumps

### Standard

#### **NEN-EN 12483:1999 EN**

Liquid pumps - Pump units with frequency inverters - Guarantee and compatibility tests

### Standard

#### **NEN-EN 12639:2000 EN**

Liquid pumps and pump units - Noise test code - Grade 2 and 3 of accuracy

### Standard

#### **NEN-EN 12723:2000 EN**

Liquid pumps - General terms for pumps and installations - Definitions, quantities, letter symbols and units

### Standard

#### **NEN-EN 12919:1999 EN**

Workplace atmospheres - Pumps for the sampling of chemical agents with a volume flow rate of over 5 l/min - Requirements and test methods

### Standard

#### **NEN-EN 13275:2000 EN**

Cryogenic vessels - Pumps for cryogenic service

**Standard**

**NEN-EN 13386:1999 ONTW. EN**

Liquid pumps - Submersible pumps and pump units - Particular safety requirements

**Standard**

**NEN-EN 13951:2000 ONTW. EN**

Liquid pumps - Safety requirements - Agrifoodstuffs equipment - Design rules to ensure hygiene in use

**Standard**

**NEN-EN 1796-4:1995 ONTW. EN**

Plastics piping systems for water supply with or without pressure - Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) based on polyester resin (UP) - Part 4: Ancillary equipment

**Standard**

**NEN-EN 1829:1995 ONTW. EN**

High pressure cleaners - High pressure water jet machines - Safety requirements

**Standard**

**NEN-EN 1947:1995 ONTW. EN**

Semi-rigid reel hoses for firefighting pumps and vehicles

**Standard**

**NEN-EN 225:1988 EN**

Atomizing oil burners - Pumps with rotating shaft and external drive - Dimensions

**Standard**

**NEN-EN 225:1988/C1:1991 EN**

Atomizing oil burners - Pumps with rotating shaft and external drive - Dimensions

**Standard**

**NEN-EN 255-1:1997 EN**

Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors - Heating mode - Part 1: Terms, definitions and designations

**Standard**

**NEN-EN 255-3:1997 EN**

Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors - Heating mode - Part 3: Testing and requirements for marking for sanitary hot water pumps

**Standard**

**NEN-EN 255-3:1997/C1:1997 EN**

Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors - Heating mode - Part 3: Testing and requirements for marking for sanitary hot water pumps

**Standard**

**NEN-EN 255-4:1997 EN**

Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors - Heating mode - Part 4: Requirements for space heating and sanitary hot water units

**Standard**

**NEN-EN 45510-5-4:1998 EN**

Guide for procurement of power station equipment - Part 5-4: Hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines

**Standard**

**NEN-EN 45510-6-4:1999 EN**

Guide for procurement of power station equipment - Part 6-4: Turbine auxiliaries - Pumps

**Standard**

**NEN-EN 45519:1994 ONTW. EN**

Guide for procurement - Turbine Auxiliaires - Cooling water systems

**Standard**

**NEN-EN 50216-10-4:1996 ONTW. EN**

Power transformer and reactor fittings - Part 10: Cooling equipment - Section 4: Electric pumpsets for transformer oil

**Standard**

**NEN-EN 60335-2-41:1996 EN - FR**

Safety of household and similar electrical appliances - Part 2-41: Particular requirements for electric pumps for liquids having a temperature not exceeding 35°C

**Standard**

**NEN-EN 733:1995 EN**

End-suction centrifugal pumps, rating with 10 bar with bearing bracket - Nominal duty point, main dimensions, designation system

**Standard**

**NEN-EN 734:1995 EN**

Side channel pumps PN 40 - Nominal duty point, main dimensions, designation system

**Standard**

**NEN-EN 735:1995 EN**

Overall dimensions of rotodynamic pumps - Tolerances

**Standard**

**NEN-EN 752-6:1998 EN**

Drain and sewer systems outside buildings - Part 6: Pumping installations

**Standard**

**NEN-EN 809:1998 EN**

Pumps and pump units for liquids - Common safety requirements

**Standard**

**NEN-EN-IEC 60193:2000 EN - FR**

Hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines - Model acceptance tests

**Standard**

**NEN-EN-IEC 60335-2-51:1997 EN - FR**

Safety of household and similar electrical appliances - Part 2-51: Particular requirements for stationary circulation pumps for heating and service water installations

**Standard**

**NEN-EN-IEC 60609-2:1999 EN - FR**

Cavitation pitting evaluation in hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines - Part 2: Evaluation in Pelton turbines

**Standard**

**NEN-EN-IEC 61702:1999 EN - FR**

Rating of direct coupled photovoltaic (PV) pumping systems

**Standard**

**NEN-EN-ISO 13709:1998 ONTW. EN**

Centrifugal pumps for petroleum, heavy-duty chemical, and gas industry services

**Standard**

**NEN-EN-ISO 13710:1999 ONTW. EN**

Reciprocating positive displacement pumps for use in the petroleum and natural gas industries - Technical specifications

**Standard**

**NEN-EN-ISO 14617-9:2000 ONTW. EN**

Graphical symbols for diagrams - Part 9: Pumps, compressors and fans

**Standard**

**NEN-EN-ISO 14847:1999 EN**

Rotary positive displacement pumps - Technical requirements

**Standard**

**NEN-EN-ISO 15136-1:1999 ONTW. EN**

Downhole equipment for petroleum and natural gas industries - Progressing cavity pump systems for artificial lift - Part 1: Pumps

**Standard**

**NEN-EN-ISO 16330:1999 ONTW. EN**

Reciprocating positive displacement pumps - Technical requirements

**Standard**

**NEN-EN-ISO 5198:1998 EN**

Centrifugal, mixed flow and axial pumps - Code for hydraulic performance tests - Precision class

**Standard**

**NEN-EN-ISO 5199:1999 ONTW.**

Technical specifications for centrifugal pumps - Class II

**Standard**

**NEN-EN-ISO 9905:1997 EN**

Technical specifications for centrifugal pumps - Class I

**Standard**

**NEN-EN-ISO 9906:2000 EN**

Rotodynamic pumps - Hydraulic performance acceptance tests - Grades 1 and 2

**Standard**

**NEN-EN-ISO 9908:1997 EN**

Technical specifications for centrifugal pumps - Class III

**Standard**

**NEN-ISO 13457:2000 EN**

Agricultural irrigation equipment - Water-driven chemical injector pumps

**Standard**

**NEN-ISO 13726:1998 EN**

Hydraulic fluid power - Single rod cylinders, 16 MPa (160 bar) compact series with bores from 250 mm to 500 mm - Accessory mounting dimensions

**Standard**

**NEN-ISO 2697:2000 EN**

Diesel engines - Fuel nozzles - Size 'S'

**Standard**

**NEN-ISO 2858:1993 EN**

End-suction centrifugal pumps (rating 16 bar) - Designation, nominal duty point and dimensions

**Standard**

**NEN-ISO 3019-1:1995 EN**

Hydraulic fluid power - Positive displacement pumps and motors - Dimensions and identification code for mounting flanges and shaft ends - Part 1: Inch series show in metric units

**Standard**

**NEN-ISO 3019-2:1993 EN**

Hydraulic fluid power - Positive displacement pumps and motors - Dimensions and identification code for mounting flanges and shaft ends - Part 2: Two- and four-hole flanges and shaft ends - Metric series

**Standard**

**NEN-ISO 3019-3:1993 EN**

Hydraulic fluid power - Positive displacement pumps and motors - Dimensions and identification code for mounting flange and shaft ends - Part 3: Polygonal flanges (including circular flanges)

**Standard**

**NEN-ISO 3069:1982 EN**

End-suction centrifugal pumps - Dimensions of cavities for mechanical seals and for soft packing

**Standard**

**NEN-ISO 3661:1993 EN**

End-suction centrifugal pumps - Baseplate and installation dimensions

**Standard**

**NEN-ISO 4391:1992 NL**

Hydraulic fluid power - Pumps, motors and integral transmissions - Parameter definitions and letter symbols

**Standard**

**NEN-ISO 4409:1995 EN**

Hydraulic fluid power - Positive displacement pumps, motors and integral transmissions - Determination of steady state performance

**Standard**

**NEN-ISO 5199:1993 EN**

Technical specifications for centrifugal pumps - Class II

**Standard**

**NEN-ISO 7919-5:1997 EN**

Mechanical vibration on non-reciprocating machines - Measurements on rotating shafts and evaluation criteria - Part 5: Machine sets in hydraulic power generating and pumping plants

**Standard**

**NEN-ISO 8849:1994 EN**

Small craft - Electrically operated bilge-pumps

**Standard**

**NPR 5775:1991 ONTW. NL**

Soil - Determination for the execution of pumping tests

**Standard**

**NPR-CR 13930:2000 EN**

Rotodynamic pumps - Design of pump intakes - Recommendation for installation of pumps

**Standard**

**NPR-CR 13932:2000 EN**

Rotodynamic pumps - Recommendations for fitting of inlet and outlet on piping

**Standard**

**NVN-ENV 12102:1996 EN**

Air conditioners, heat pumps and dehumidifiers with electrically driven compressors - Measurement of airborne noise - Determination of the sound power level

## 7.5.6 French standards and codes for pumps

**Standard**

**AFNOR E 44-202** 1-NOV-1986

Industrial Pumps. Fittings of the Inlet and the Outlet Pipings. Design Specifications

**Standard**

**AFNOR NF E 44-165** 1-JUL-1990

Industrial Pumps. Centrifugal, Mixed Flow and Axial Pumps. Allowable Level for Mechanical Vibrations

## Standard

**AFNOR NF EN 25199** 1993

Industrial Pumps. Technical Specification for Centrifugal Pumps - FRENCH ONLY

## Overview of Internet sites.

Most data have been derived from:

### American Standards Procurement site

<http://www.techstreet.com>

**BSI** -- British Standards Institution

<http://bsonline.techindex.co.uk>

Other sites used:

**EEMUA** -- The Engineering Equipment and Materials Users Association

<http://www.eemua.co.uk>

**NEN** -- Nederlands Normalisatie Instituut

<http://www.nni.nl>

same as: <http://www.nen.nl>

**DIN** --- Deutsches Institut für Normung

<http://www.din.de>

[http://www.din\\_katalog.de](http://www.din_katalog.de)

<http://www2.beuth.de>

<http://www.ad-merkblaetter.de>

**CEN** -- Comité Européen de Normalisation

<http://www.cenorm.be>

**ISO** -- International Organisation for Standardisation

<http://www.iso.ch>

**ANSI** -- American National Standards Institute

<http://www.ansi.org>

**API** -- American Petroleum Institute

<http://www.api.org>

**ASME** -- American Society of Mechanical Engineers

<http://www.asme.org>

**UL** -- Underwriters Laboratories

<http://www.ul.com>

**NFPA** -- National Fire Protection Association

<http://www.nfpa.org>

**WSSN** -- World Standards Services Network

<http://www.wssn.net>

**IP** -- The Institute Of Petroleum

<http://www.petroleum.co.uk>

**Dienst voor het Stoomwezen**

<http://www.Stoomwezen.nl>



## 7.6 Normen voor be- en ontladingsystemen

### 7.6.1 Introduction

Only the most recent editions of Standards have been listed. However, withdrawn standards have been listed when they are still available but superseded/replaced by another standard.

Withdrawn items are marked as such by 'WITHDRAWN ITEM'. Valid codes and standards are indicated by the word 'Standard'.

Draft standards are not incorporated in the overview.

Standards that are applicable for more than one storage mode have been mentioned in each applicable section.

The following sections present an overview of the found data, one subsection per publishing country.

### 7.6.2 American codes and standards for loading equipment

#### Standard

**ANSI S2.15-1972(R1997)** 1986

American National Standard Specifications for the Design, Construction, and Operation of Class HI (High-Impact) Shock-Testing Machine for Lightweight Equipment

#### Standard

**API 1525** 1-JUN-1997

Bulk Oil Testing, Handling, and Storage Guidelines

#### Standard

**API 2510** 1-MAY-1995

Design and Construction of Liquefied Petroleum Gas Installations (LPG)

#### Standard

**API 2A-WSD** 1-OCT-2000

Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms - Working Stress Design

#### Standard

**ANSI/API 2RD** 1-JUN-1998

Design of Risers for Floating Production Systems (FPSs) and Tension-Leg Platforms (TLPs)

#### Standard

**API 340** 1-OCT-1997

Liquid Release Prevention and Detection Measures for Aboveground Storage Facilities

#### Standard

**ANSI/API 4F** 1-JUN-1995

Specification for Drilling and Well Servicing Structures

#### Standard

**API 67** 1-MAR-1994

Oilfield Explosives Safety

#### Standard

**ANSI/API 671** 1-OCT-1998

Special-Purpose Couplings for Petroleum, Chemical, and Gas Industry Services

#### Standard

**API 7K** 1-FEB-1996

Specification for Drilling Equipment

#### Standard

**API MPMS Chapter 17.8** 1-AUG-1998

Marine Measurement - Section 8: Guidelines for Pre-Loading Inspection of Marine Vessel Cargo Tanks

#### Standard

**ASME B30.13-1996** 1996

Storage/Retrieval(S/R) Machines and Associated Equipment

#### Standard

**ASME PTC20.1-1977(R1988)** 1977

Speed and Load-Governing Systems for Steam Turbine-Generator Units

#### Standard

**ASTM C301-98** 10-MAR-1998

Standard Test Method for Vitrified Clay Pipe

**Standard**

**ASTM D4027-98** 10-MAY-1998  
Standard Test Method for Measuring Shear Properties of Structural Adhesives by the Modified-Rail Test

**Standard**

**ASTM D4395-84(R1998)** 12-NOV-1984  
Standard Test Method for Determining the In Situ Modulus of Deformation of Rock Mass Using the Flexible Plate Loading Method

**Standard**

**ASTM D4602-93** 15-SEP-1993  
Standard Guide for Nondestructive Testing of Pavements Using Cyclic-Loading Dynamic Deflection Equipment

**Standard**

**ASTM E1637-98** 10-SEP-1998  
Standard Specification for Structural Standing Seam Aluminum Roof Panel Systems

**Standard**

**ASTM D4948-89(R2000)** 26-MAY-1989  
Standard Test Method for Determination of the Upper Layer Separated from a Viscous Liquid

**Standard**

**ASTM F1971-99** 10-APR-1999  
Standard Test Method for Electrical Resistance of Tires Under Load On the Test Bench

**Standard**

**ANSI/AWS C3.5-99** 1-MAR-1999  
Specification for Induction Brazing

**Standard**

**ANSI/AWS C3.6-99** 1-MAR-1999  
Specification for Furnace Brazing

**Standard**

**ANSI/AWS C3.7-99** 1-MAR-1999  
Specification for Aluminum Brazing

**Standard**

**IEC 61097-1** 25-JUL-1992  
Global maritime distress and safety system (GMDSS) - Part 1: Radar transponder - Marine search and rescue (SART) - Operational and performance requirements, methods of testing and required test results

**Standard**

**IEC 60065** 17-JUL-1998  
Audio, video and similar electronic apparatus - Safety requirements

**Standard**

**IEC 60255-14** 1981  
Electrical relays. Part 14: Endurance tests for electrical relay contacts - Preferred values for contact loads

**Standard**

**IEC 60364-5-523** 19-FEB-1999  
Electrical installations of buildings - Part 5: Selection and erection of electrical equipment - Section 523: Current-carrying capacities in wiring systems

**Standard**

**IEC 60364-7-713** 20-FEB-1996  
Electrical installations of buildings - Part 7: Requirements for special installations and locations - Section 713: Furniture

**Standard**

**IEC 60512-10-4** 10-MAY-1996  
Electromechanical components for electronic equipment - Basic testing procedures and measuring methods - Part 10: Impact tests (free components), static load tests (fixed components), endurance tests and overload tests - Section 4: Test 10d: Electrical overload (connectors)

**Standard**

**IEC 60512-5** 15-MAY-1992  
Electromechanical components for electronic equipment; basic testing procedures and measuring methods - Part 5: Impact tests (free components), static load tests (fixed components), endurance tests and overload tests

**Standard**

**IEC 60601-2-15** 14-DEC-1988  
Medical electrical equipment. Part 2: Particular requirements for the safety of capacitor discharge X-ray generators

**Standard**

**IEC 60947-6-1** 15-JAN-1998  
Low-voltage switchgear and controlgear - Part 6-1: Multiple function equipment - Automatic transfer switching equipment --CONSOLIDATED EDITION

### Standard

**IEC 61000-4-4** 18-JAN-1995

Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test. Basic EMC Publication

### Standard

**IEC 61010-2-041** 19-DEC-1995

Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use - Part 2-041: Particular requirements for autoclaves using steam for the treatment of medical materials, and for laboratory processes

### Standard

**IEC 61010-2-042** 28-APR-1997

Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use - Part 2-042: Particular requirements for autoclaves and sterilizers using toxic gas for the treatment of medical materials, and for laboratory processes

### Standard

**IEC 61010-2-043** 28-APR-1997

Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use - Part 2-043: Particular requirements for dry heat sterilizers using either hot air or hot inert gas for the treatment of medical materials, and for laboratory processes

### Standard

**IEC 61557-3** 14-FEB-1997

Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1000 V a.c. and 1500 V d.c. - Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures - Part 3: Loop impedance

### Standard

**IEC 61800-2** 20-MAR-1998

Adjustable speed electrical power drive systems - Part 2: General requirements - Rating specifications for low voltage adjustable frequency a.c. power drive systems

### Standard

**IEC 62056-31** 30-NOV-1999

Electricity metering - Data exchange for meter reading, tariff and load control - Part 31: Use of local area networks on twisted pair with carrier signalling

WITHDRAWN ITEM

**IEC/TR 61462** 1-NOV-1998

Composite Insulators - Hollow Insulators for Use in Outdoor & Indoor Electrical Equipment - Definitions, Test Methods, Acceptance Criteria & Design Recommendations

WITHDRAWN ITEM

**IEC/TR 62051** 1-APR-1999

Electricity Metering - Glossary of Terms

### Standard

**IEC/TR2 60947-5-4** 24-OCT-1996

Low-voltage switchgear and controlgear - Part 5: Control circuit devices and switching elements - Section 4: Method of assessing the performance of low energy contacts. Special tests

### Standard

**IEC/TR2 61462** 27-NOV-1998

Composite insulators - Hollow insulators for use in outdoor and indoor electrical equipment - Definitions, test methods, acceptance criteria and design recommendations

### Standard

**IEC/TR2 62056-41** 16-NOV-1998

Electricity metering - Data exchange for meter reading, tariff and load control - Part 41: Data exchange using wide area networks: Public switched telephone network (PSTN) with LINK+ protocol

### Standard

**IEC/TR2 62056-51** 24-NOV-1998

Electricity metering - Data exchange for meter reading, tariff and load control - Part 51: Application layer protocols

### Standard

**IEC/TR3 62051** 23-APR-1999

Electricity metering - Glossary of terms

WITHDRAWN ITEM

**IEEE 0000** 1980

Standard for Rotating Electric Machinery for Rail and Road Vehicles

### Standard

**IEEE 11-2000** 31-JUL-2000

Standard for Rotating Electric Machinery for Rail and Road Vehicles

#### Standard

**IEEE 693-1997** 9-DEC-1997

IEEE Recommended Practice for Seismic Design of Substations

#### Standard

**IEEE 743-1995** 1995

IEEE Standard Equipment Requirements and Measurement Techniques for Analog Transmission Parameters for Telecommunications

#### Standard

**IEEE C62.11-1999** 2-AUG-1999

IEEE Standard for Metal-Oxide Surge Arresters for Alternating Current Power Circuits (>1 kV)

#### Standard

**UL 142** 1993

Steel Aboveground Tanks for Flammable and Combustible Liquids

#### Standard

**UL 1778** 1994

Uninterruptible Power Supply Equipment

#### Standard

**UL 924** 1995

Emergency Lighting and Power Equipment

### 7.6.3 German codes and standards for loading equipment

#### Standard

**DIN 15222** 1-MAY-1978

Continuous Mechanical Handling Equipment; Chain Conveyors with Load Carriers or Pushers, Examples for the Protection against Injury from Pushers or Shrouds - GERMAN ONLY

#### Standard

**DIN 25623-2** 1-APR-1978

Terms for Railway Vehicle Parts; Windows, Trap-Doors, Ventilation of Compartments, Loading and Ventilation Equipment for Covered Wagons - GERMAN ONLY

#### Standard

**DIN/IEC 60512-5** 1-MAY-1994

Electromechanical Components for Electronic Equipment; Basic Testing Procedures and Measuring Methods; part 5: Impact Tests (Free Components), Static Load Tests (Fixed Components), Endurance Tests and Overload Tests - GERMAN ONLY

#### Standard

**ISO 10328-4** 1996

Prosthetics - Structural Testing of Lower-limb Prostheses - Part 4: Loading Parameters of Principal Structural Tests

#### Standard

**ISO 10328-6** 1996

Prosthetics - Structural Testing of Lower-limb Prostheses - Part 6: Loading Parameters of Supplementary Structural Tests

#### Standard

**ISO 10531** 1-OCT-1992

'Packaging -- Complete, filled transport packages -- Stability testing of unit loads'

#### Standard

**ISO 10658** 1-OCT-1996

Industrial trucks operating in special conditions of stacking with load laterally displaced by powered devices - Additional stability test

#### Standard

**ISO 11661** 15-AUG-1998

Mobile Cranes - Presentation of Rated Capacity Charts

#### Standard

**ISO 11995** 1-JUN-1996

Aircraft-Stability Requirements for Loading and Servicing Equipment

#### Standard

**ISO 12118** 1-APR-1995

Air Cargo Equipment-Identification of Double-Stud Tie-Down Fittings Having an Omnidirectional Rated Load Capacity of 22 250N (5 000 lbf) or above

#### Standard

**ISO 12485** 10-NOV-1998

Tower Cranes - Stability Requirements

**Standard**

**ISO 1249** 1-OCT-1974

Zinc chromate pigments - Basic zinc potassium chromate pigments and zinc tetrahydroxychromate pigments

**Standard**

**ISO 1249/Cor1** 1-OCT-1992

Zinc chromate pigments - Basic zinc potassium chromate pigments and zinc tetrahydroxychromate pigments 1249/Cor1

**Standard**

**ISO 12491** 1-OCT-1997

Statistical methods for quality control of building materials and components

**Standard**

**ISO 12499** 1-OCT-1999

Industrial fans -- Mechanical safety of fans -- Guarding

**Standard**

**ISO 125** 1-OCT-1990

Natural rubber latex concentrate - Determination of alkalinity

**Standard**

**ISO 13783** 1-OCT-1997

Plastics piping systems - Unplasticized poly(vinyl chloride) (PVC-U) end-load-bearing double-socket joints - Test method for leaktightness and strength while subjected to bending and internal pressure

**Standard**

**ISO 14615** 1-DEC-1997

Adhesives - Durability of Structural Adhesive Joints - Exposure to Humidity & Temperature Under Load

**Standard**

**ISO 1816** 1-OCT-1975

Continuous mechanical handling equipment for loose bulk materials and unit loads - Belt conveyors - Basic characteristics of motorized driving pulleys

**Standard**

**ISO 2020-1** 1997

Aerospace - Preformed Flexible Steel Wire Rope for Aircraft Controls - Part 1: Dimensions & Loads

**Standard**

**ISO 2175** 1-OCT-1981

Industrial wheels for non-powered equipment - Dimensions and nominal load capacities

**Standard**

**ISO 3108** 1-OCT-1974

Steel wire ropes for general purposes - Determination of actual breaking load

**Standard**

**ISO 3569** 1-OCT-1976

Continuous mechanical handling equipment - Classification of unit loads

**Standard**

**ISO 3723** 1-OCT-1976

Hydraulic fluid power - Filter elements - Method for end load test

**Standard**

**ISO 3739-2** 1-OCT-1992

Industrial tyres and rims - Part 2: Pneumatic tyres (metric series) on 5 degrees tapered or flat base rims - Load ratings

**Standard**

**ISO 4116** 1-JUL-1986

Air Cargo Equipment-Ground Equipment Requirements for Compatibility with Aircraft Unit Load Devices

**Standard**

**ISO 4171** 1-SEP-1993

Air Cargo Equipment-Interline Pallets

**Standard**

**ISO 5041** 1-OCT-1977

Continuous mechanical handling equipment for unit loads - Crate-carrying chain conveyors having biplanar chains for flat-bottomed unit loads - Safety code

**Standard**

**ISO 5042** 1-OCT-1977

Continuous mechanical handling equipment for unit loads - Slat band chain conveyors - Safety code

**Standard**

**ISO 5699** 1-OCT-1979

Agricultural machines, implements and equipment - Dimensions for mechanical loading with bulk goods

**Standard**

**ISO 6237** 1-OCT-1987

Adhesives -- Wood-to-wood adhesive bonds -- Determination of shear strength by tensile loading

**Standard**

**ISO 6238** 1-OCT-1987

Adhesives -- Wood-to-wood adhesive bonds -- Determination of shear strength by compression loading

**Standard**

**ISO 6966** 1-DEC-1993

Basic Requirements for Aircraft Loading Equipment

**Standard**

**ISO 75-1** 15-SEP-1993

Plastics - Determination of Temperature of Deflection Under Load - Part 1: General Test Method

**Standard**

**ISO 75-2** 15-SEP-1993

Plastics - Determination of Temperature of Deflection Under Load - Part 2: Plastics and Ebonite

**Standard**

**ISO 75-3** 1993

Plastics - Determination of Temperature of Deflection Under Load - Part 3: High-Strength Thermosetting Laminates and Long-Fibre-Reinforced Plastics

**Standard**

**ISO 7500-2** 1-OCT-1996

Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines - Part 2: Tension creep testing machines - Verification of the applied load

**Standard**

**ISO 7546** 1-APR-1983

Earth-Moving Machinery-Loader and Front Loading Excavator Buckets-Volumetric Ratings

**Standard**

**ISO 7547** 1-OCT-1985

Air-conditioning and ventilation of accommodation spaces on board ships -- Design conditions and basis of calculations

**Standard**

**ISO 755-1** 1-OCT-1981

Butan-1-ol for industrial use -- Methods of test -- Part 1 : General

**Standard**

**ISO 755-2** 1-OCT-1981

Butan-1-ol for industrial use -- Methods of test -- Part 2 : Determination of acidity -- Titrimetric method

**Standard**

**ISO 755-3** 1-OCT-1981

Butan-1-ol for industrial use -- Methods of test -- Part 3 : Sulphuric acid colour test

**Standard**

**ISO 7550** 1-OCT-1985

Laboratory glassware - Disposable micropipettes

**Standard**

**ISO 7551** 1-OCT-1996

Dental absorbent points

**Standard**

**ISO 7558** 1-OCT-1988

Guide to the prepacking of fruits and vegetables

**Standard**

**ISO 756-1** 1-OCT-1981

Propan-2-ol for industrial use -- Methods of test -- Part 1 : General

**Standard**

**ISO 756-2** 1-OCT-1981

Propan-2-ol for industrial use -- Methods of test -- Part 2 : Determination of acidity -- Titrimetric method

**Standard**

**ISO 756-3** 1-OCT-1981

Propan-2-ol for industrial use -- Methods of test -- Part 3 : Test for miscibility with water

**Standard**

**ISO 7560** 1-OCT-1995

Cucumbers -- Storage and refrigerated transport

**Standard**

**ISO 7561** 1-OCT-1984

Cultivated mushrooms -- Guide to cold storage and refrigerated transport

**Standard**

**ISO 7562** 1-OCT-1990

Potatoes -- Guidelines for storage in artificially ventilated stores

**Standard**

**ISO 7716** 1-SEP-1985

Air Cargo Equipment-Unit Load Devices Transport Vehicle (UTV) - Functional Requirements

**Standard**

**ISO 7797** 1-OCT-1985

Cross-country skis -- Determination of breaking load and deflection at break with quasistatic load

**Standard**

**ISO 7798** 1-OCT-1984

Cross-country skis -- Determination of fatigue indexes -- Cyclic loading test

**Standard**

**ISO 7867-2** 1-OCT-1996

Tyres and rims (metric series) for agricultural tractors and machines - Part 2: Service description and load ratings

**Standard**

**ISO 7867-2/Cor1** 1-OCT-1996

Tyres and rims (metric series) for agricultural tractors and machines - Part 2: Service description and load ratings 7867-2/Cor1

**Standard**

**ISO 8269** 1-OCT-1985

Doorsets -- Static loading test

**Standard**

**ISO 8275** 1-OCT-1985

Doorsets -- Vertical load test

**Standard**

**ISO 8664** 1-OCT-1992

Agricultural tractor drive-wheel tyres - Service description (load index - speed symbol) marked tyres

**Standard**

**ISO 8686-3** 1-NOV-1998

Cranes - Design Principles for Loads and Load Combinations - Part 3: Tower Cranes

**Standard**

**ISO 9465** 1991

Alpine Ski-Bindings - Lateral Release Under Impact Loading - Test Method

**Standard**

**ISO 9469** 1-DEC-1991

Air Cargo Equipment-Unit Load Devices for Transportation of Horses

**Standard**

**ISO 9585** 1990

Implants for Surgery - Determination of Bending Strength and Stiffness of Bone Plates

**Standard**

**ISO 9788** 1-DEC-1990

Air Cargo Equipment-Cast Components of Double Stud Fitting Assembly with a Load Capacity of 22250 N (5000 lbf), for Aircraft Cargo Restraint

**Standard**

**ISO/TR 10232** 1-OCT-1989

General-purpose flat pallets for through transit of goods -- Design rating and maximum working load

**Standard**

**ISO/TR 5047** 1-OCT-1982

Continuous mechanical handling equipment - Chain conveyors with bearing devices or load carriers - Examples of protection against injuries by load carriers

**Standard**

**ISO/TR 7553** 1-OCT-1987

Fertilizers - Sampling - Minimum mass of increment to be taken to be representative of the total sampling unit

## 7.6.4 British codes and standards for loading equipment

### Standard

**BS 669-1** 1989

Flexible Hoses, End Fittings & Sockets for Gas Burning Appliances - Specification for Strip-wound Metallic Flexible Hoses, Covers, End Fittings and Sockets for Domestic Appliances Burning 1st and 2nd Family Gases

### Standard

**BS 669-2** 1997

Flexible Hoses, End Fittings & Sockets for Gas Burning Appliances - Specification for Corrugated Metallic Flexible Hoses, Covers, End Fittings & Sockets for Catering Appliances Burning 1st, 2nd & 3rd Family Gases

WITHDRAWN ITEM

**BS 1435-1** 30-OCT-1987

Rubber Hose Assemblies for Oil Suction and Discharge Services - Part 1: Specification for the Assemblies - WITHDRAWN

### Standard

**BS 1435-2** 31-MAY-1990

Rubber Hose Assemblies for Oil Suction and Discharge Services - Part 2: Recommendations for Storage, Testing and Use

### Standard

**BS EN 1474** 1997

Installation & Equipment for Liquefied Natural Gas - Design & Testing of Loading/Unloading Arms

### Standard

**BS 2M52** 1989

Methods for Impulse Testing of Hydraulic Hose, Tubing, and Fitting Assemblies of Aerospace Fluid Systems

### Standard

**BS 3212** 1991

Specification for Flexible Rubber Tubing, Rubber Hose and Rubber Hose Assemblies for Use in LPG Vapour Phase and LPG/Air Installations

WITHDRAWN ITEM

**BS 3395** 1989

Specification for Electrically Bonded Rubber Hoses & Hose

Assemblies for Dispensing Petroleum Based Fuels - WITHDRAWN - Replaced by BS EN 1360

WITHDRAWN ITEM

**BS 3395 Amendment 1** 1-SEP-1992

Specification for Electrically Bonded Rubber Hoses & Hose Assemblies for Dispensing Petroleum Based Fuels - WITHDRAWN - Replaced by BS EN 1360

### Standard

**BS 4089** 1989

Specification for Hoses and Hose Assemblies for Liquefied Petroleum Gas

WITHDRAWN ITEM

**BS 4983** 1992

Specification for Textile Reinforced Thermoplastics Hydraulic Hoses and Hose Assemblies - SAME AS ISO 3949 - WITHDRAWN

WITHDRAWN ITEM

**BS 5173-101.1**

Methods of Test for Rubber & Plastics Hoses & Hose Assemblies - Measurement of Dimensions (Excluding Length) - WITHDRAWN - Replaced by BS EN 24671

### Standard

**BS 5173-102-102.3** 1998

Methods of Test for Rubber and Plastics Hoses and Hose Assemblies - Hydraulic Pressure Tests - Determination of Volumetric Expansion of Fuel-Dispensing Pump Hoses

WITHDRAWN ITEM

**BS 5173-4** 1977

Methods of Test for Rubber & Plastics Hoses & Hose Assemblies - Electrical Tests - WITHDRAWN - Replaced by BS EN 28031

WITHDRAWN ITEM

**BS 5173-5** 1977

Methods of Test for Rubber & Plastics Hoses & Hose Assemblies - Chemical resistance tests - WITHDRAWN - No Replacement

### Standard

**BS 5842** 1980

Specification for Thermoplastic Hose Assemblies for Dock, Road and Tanker Use



**Standard**

**BS 6501-1** 1991  
Specification for Corrugated Hose Assemblies

**Standard**

**BS 6501-2** 1991  
Flexible Metallic Hose Assemblies - Specification for Strip Wound Hoses and Hose Assemblies

**Standard**

**BS 6847** 1987  
Specification for Plastics hoses for Suction and Low-Pressure Discharge of Petroleum Liquids

**Standard**

**BS 6920-2.2.2** 15-MAY-2000  
Suitability of Non-Metallic Products for Use in Contact with Water Intended for Human Consumption with Regard to Their Effect on the Quality of Water. Methods of Test. Odour and Flavour of Water. Method of Testing Odours and Flavours Imparted to Water by Hoses and Composite Pipes and Tubes

**Standard**

**BS 6920-2.2.3** 15-MAY-2000  
Suitability of Non-Metallic Products for Use in Contact w/ Water Intended for Human Consumption w/Regard to Their Effect on the Quality of Water. Methods of Test. Odour & Flavour of Water. Method of Testing Odours & Flavours Imparted to Water by Hoses for Conveying Water for Food & Drink Preparation

**Standard**

**BS 7844-3** 1998  
Three-Phase Dry-Type Distribution Transformers 50 Hz, from 100 to 2500 kVA with Highest Voltage for Equipment not Exceeding 36 kV - Determination of the Power Rating of a Transformer Loaded with Non-Sinusoidal Current

**Standard**

**BS EN 12342** 15-NOV-1998  
Breathing Tubes Intended For Use With Anaesthetic Apparatus and Ventilators

**Standard**

**BS EN 1360** 15-JUN-1997  
Rubber Hoses and Hose Assemblies for Measured Fuel Dispensing - Specification

**Standard**

**BS EN 1361** 1997  
Rubber Hoses & Hose Assemblies for Aviation Fuel Handling - Specification

**Standard**

**BS EN 138** 1-AUG-1994  
Respiratory Protective Devices - Specification for Fresh Air Hose Breathing Apparatus for Use with Full Face Mask, Half Mask or Mouthpiece Assembly - Requirements, Testing, Marking

**Standard**

**BS EN 1762** 1998  
Rubber Hoses & Hose Assemblies for Liquefied Petroleum Gas, LPG (liquid or gaseous phase), & Natural Gas up to 25 bar (2,5 MPa) - Specification

**Standard**

**BS EN 1765** 15-FEB-1998  
Rubber Hose Assemblies for Oil Suction and Discharge Services. Specification for the Assemblies

**Standard**

**BS EN 2079** 1995  
Bearings, Precision Ball with Flange in Corrosion Resisting Steel, for Instruments and Equipment - Dimensions and Loads

**Standard**

**BS EN 21746** 1993  
Rubber or Plastics Hoses & Tubing - Bending Tests

**Standard**

**BS EN 21746 Amendment 1** 1-APR-1993  
Rubber or Plastics Hoses & Tubing - Bending Tests

**Standard**

**BS EN 24671** 1993  
Rubber & Plastics Hose & Hose Assemblies - Methods of Measurement of Dimensions - SAME AS ISO 4671

**Standard**

**BS EN 24672** 1993  
Rubber & Plastics Hoses - Sub-ambient Temperature Flexibility Tests

**Standard**

BS EN 24672 Amendment 1 1-APR-1993  
Rubber & Plastics Hoses - Sub-ambient Temperature Flexibility Tests

**Standard**

BS EN 26801 1990  
Rubber or Plastics Hoses - Determination of Volumetric Expansion

**Standard**

BS EN 26801 Amendment 1 1-MAY-1989  
Rubber or Plastics Hoses - Determination of Volumetric Expansion

**Standard**

BS EN 26801 Amendment 2 15-APR-1993  
Rubber or Plastics Hoses - Determination of Volumetric Expansion

**Standard**

BS EN 271 15-APR-1995  
Respiratory Protective Devices - Compressed Air Line or Powered Fresh Air Hose Breathing Apparatus incorporating a Hood for Use in Abrasive Blasting Operations - Requirements, Testing, Marking

**Standard**

BS EN 27326 1993  
Rubber & Plastics Hoses - Assessment of Ozone Resistance under Static Conditions - SAME AS ISO 7326

**Standard**

BS EN 27326 Amendment 1 1-AUG-1993  
Rubber & Plastics Hoses - Assessment of Ozone Resistance under Static Conditions

**Standard**

BS EN 28031 1993  
Rubber & Plastics Hoses & Hose Assemblies - Determination of Electrical Resistance

**WITHDRAWN ITEM**

BS EN 28031 1993  
Rubber & Plastics Hoses & Hose Assemblies - Determination of Electrical Resistance - WITHDRAWN, Replaced by ISO 8031

**Standard**

BS EN 559 15-DEC-1994  
Gas Welding Equipment. Rubber Hoses for Welding, Cutting and Allied Processes

**Standard**

BS EN 560 1-SEP-1995  
Gas Welding Equipment - Hose Connections for Equipment for Welding, Cutting and Allied Processes

**Standard**

BS EN 853 1997  
Rubber hoses and hose assemblies. Wire braid reinforced hydraulic type. Specification

**Standard**

BS EN 856 1997  
Rubber Hoses and Hose Assemblies - Rubber-Covered Spiral Wire Reinforced Hydraulic Type - Specification

**Standard**

BS EN 60512-10-4 15-MAR-1997  
Electromechanical Components for Electronic Equipment - Basic Testing Procedures & Measuring Methods - Impact Tests (Free Components), Static Load Tests (Fixed Components), Endurance Tests & Overload Tests - Test 10d - Electrical Overload (Connectors).

**Standard**

BS EN ISO 7500-2 15-SEP-1997  
Metallic materials. Verification of static uniaxial testing machines. Tension creep testing machines. Verification of the applied load

**Standard**

IP IP-MCSP-P20 1995  
Model Code of Safe Practice for the Petroleum Industry - Part 20: Design and Operation of On-Board Truck Computer Systems for Road Tankers

## 7.6.5 Dutch codes and standards for loading equipment

### Standard

#### **NEN-EN 1305:1996 EN**

Inland navigation vessels - Connections for the discharge of oily mixture

### Standard

#### **NEN-EN 1306:1996 EN**

Inland navigation vessels - Connections for the discharge of sewage water

### Standard

#### **NEN-ISO 1823-1:1997 EN**

Rubber hoses and hose assemblies - Part 1: On-shore oil suction and discharge - Specification

### Standard

#### **NEN-ISO 1823-2:1997 EN**

Rubber hoses and hose assemblies - Part 2: Ship/dockside discharge - Specification

### Standard

#### **NEN 3050:1972 NL - FR**

Identification colours for pipes conveying fluids in liquid or gaseous condition in land installations and on board ships

### Standard

#### **NEN-ISO 3078:1989 EN**

Shipbuilding - Cargo winches

### Standard

#### **NEN 3333:1993 NL**

Symbols for safety plans of ships

### Standard

#### **NEN 3333:1993/C1:1993 NL**

Symbols for safety plans of ships

### Standard

#### **NEN 3375:1973 NL**

Liquid gas installations on board of ships

### Standard

#### **NEN-ISO 3730:1989 EN**

Shipbuilding - Mooring winches

### Standard

#### **NEN-ISO 3786:1976 EN**

Inland navigation - Towing hooks - Tractive forces

### Standard

#### **NEN-ISO 3828:1985 EN - FR**

Shipbuilding - Deck machinery - Glossary and nine-lingual vocabulary

### Standard

#### **NEN-ISO 3926:1987 EN**

Inland navigation - Couplings for oil and fuel reception - Mating dimensions

### Standard

#### **NEN-EN-ISO 5778:2000 EN**

Ships and marine technology - Small weathertight steel hatches

### Standard

#### **NEN-EN-ISO 6042:2000 EN**

Ships and marine technology - Weathertight single-leaf steel doors

### Standard

#### **NEN-ISO 6043:1989 EN**

Shipbuilding and marine structures - Eye and fork assemblies under tension load - Main dimensions

### Standard

#### **NEN-ISO 6044:1989 EN**

Shipbuilding and marine structures - Derrick boom heel fittings - Main dimensions

### Standard

#### **NEN-ISO 6045:1989 EN**

Shipbuilding and marine structures - Bearings for derrick goosenecks - Assemblies and components

### Standard

#### **NEN-ISO 6067:1987 EN**

Shipbuilding - Winches for lifeboats

### Standard

#### **NEN-ISO 6555:1989 EN**

Shipbuilding - Topping winches

**Standard**

**NEN-ISO 7364:1984 EN**

Shipbuilding and marine structures - Deck machinery - Accommodation ladder winches

**Standard**

**NEN-ISO 7365:1984 EN**

Shipbuilding and marine structures - Deck machinery - Towing winches for deep sea use

**Standard**

**NEN-ISO 7825:1986 EN**

Shipbuilding - Deck machinery - General requirements

**Standard**

**NEN-ISO 9089:1990 EN**

Maritime structures - Mobile offshore units - Anchor winches

**Standard**

**NEN-EN-ISO 9785:2000 ONTW. EN**

Ships and marine technology - Ventilation of cargo spaces where internal combustion engine vehicles may be driven - Calculation of theoretical total airflow required

**Standard**

**NEN 10092-506:1996 EN**

Electrical installations in ships - Part 506: Special features - Ships carrying specific dangerous goods and materials hazardous only in bulk

**Standard**

**NEN 10092-504:1995 EN - FR**

Electrical installations in ships - Part 504: Special features - Control and instrumentation

**Standard**

**NEN-EN 12827:1999 EN**

Inland navigation vessels - Connections for the transfer of diesel oil

**Standard**

**NEN-EN 12195-1:2000 2E ONTW. EN**

Load restraint assemblies on road vehicles - Safety - Part 1: Calculation of lashing forces

**Standard**

**NEN-EN 12195-2:1995 ONTW. EN**

Load restraint assemblies - Safety - Part 2: Web lashing equipment made from man-made fibres

**Standard**

**NEN-EN 12195-3:1997 ONTW. EN**

Load restraint assemblies - Safety - Part 3: Lashing chains

**Standard**

**NEN-EN 12640:2000 EN**

Securing of cargo on road vehicles - Lashing points on commercial vehicles for goods transportation - Minimum requirements and testing

**Standard**

**NEN-EN-ISO 13628-2:1998 ONTW. EN**

Petroleum and natural gas industries - Design and operation of subsea production systems - Part 2: Flexible pipe systems for subsea and marine applications

**Standard**

**NEN-EN-ISO 13628-4:1999 EN**

Petroleum and natural gas industries - Design and operation of subsea production systems - Part 4: Subsea wellhead and tree equipment

**Standard**

**NEN-EN 13711:1999 ONTW. EN**

Inland navigation vessels - Winches for ship operation - Safety requirements

**Standard**

**NEN-ISO 15364:2000 EN**

Ships and marine technology - Pressure/vacuum valves for cargo tanks

**Standard**

**NEN 28383:1988 EN**

Lifts on ships - Safety requirements

**Standard**

**NEN-IEC 60092-502:1999 EN - FR**

Electrical installations in ships - Part 502: Special features - Tankers

#### Standard

##### **NEN-IEC 61363-1:1998 EN - FR**

Electrical installations of ships and mobile and fixed offshore units - Part 1: Procedures for calculating short-circuit currents in three-phase a.c.

#### Standard

##### **NEN-IEC 61097-10:1999 EN**

Global maritime distress and safety system (GMDSS) - Part 10: Inmarsat-B ship earth station equipment - Operational and performance requirements, methods of testing and required test results

#### Standard

##### **ETS 300019-1-6:1992 EN**

Equipment engineering (EE) - Environmental conditions and environmental tests for telecommunications equipment - Part 1-6: Classification of environmental conditions - Ship environments

#### Standard

##### **ETS 300019-2-6:1994 EN**

Equipment engineering (EE) - Environmental conditions and environmental tests for telecommunications equipment - Part 2-6: Specification of environmental tests - Ship environment

#### Standard

##### **SPE 200:2000 NL**

Catalogue - Standards for the maritime sector

### 7.6.6 French codes and standards for loading equipment

#### Standard

##### **AFNOR NF M 88-263** 1-OCT-1986

Petroleum Products. Hoses for Volumetric Supply of Liquefied Petroleum Gas. Specifications. Controls - FRENCH ONLY

#### Standard

##### **AFNOR NF M 88-091** 1-FEB-1986

Road Tankers for Liquid Petroleum Products. Source (Bottom) Loading. Coupling Devices nd 80 - FRENCH ONLY

#### Standard

##### **AFNOR NF M 88-261** 1-JUL-1974

Transport and Handling of Petroleum Products - Fixed Positions for Top Loading in Bulk of Road Tankers with Butane and Propane - FRENCH ONLY

#### Standard

##### **AFNOR P 61-515** 1-DEC-1983

Testing of Ceramic Floor Tiles. Determination of the Non-Slipping Characteristics, Wet-Loaded Barefoot Areas

#### Standard

##### **AFNOR NF M 08-006** 1-FEB-1990

Crude Petroleum Oil - Transfer Accountability - Method for Estimation on Ships of Total Quantity Remaining on Board (rob) - FRENCH ONLY

### 7.6.7 Other codes and standards for loading equipment

#### Standard

##### **ARP 011** 1990

The application of SABS 0157: 'Quality systems' Part 1 or Part 2 within the non-static, load-bearing equipment manufacturing industry

#### Standard

##### **CKS 209** 1977

Medicine spoon (plastics)

#### Standard

##### **CKS 447** 1987

High-low beds

#### Standard

##### **CKS 477 WITHDRAWN** 1977

Safety belts for gymnasts

#### Standard

##### **CKS 635** 1988

Adjustable ward beds

#### Standard

##### **CFR 46CFR 200-499** 1-OCT-1997

Code of Federal Regulations - Title 46: Parts 200-499 - Shipping

#### Standard

##### **CFR 47CFR 80-END** 1999

Code of Federal Regulations - Title 47: Parts 80 - END - Telecommunication

**Standard**

**3A 50-00** 1-SEP-1992

Level Sensing Devices for Dry Milk and Dry Milk Products

**Standard**

**ACI 351.1R-99** 1999

Grouting Between Foundations and Bases for Support of Equipment and Machinery

**Standard**

**ASHRAE 52.2-1999** 3-DEC-1999

Method of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size

**Standard**

**CSA C22.2 No. 61010-2-042-98** 10-JAN-1998

Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control, & Laboratory Use - Part 2-042: Particular Requirements for Autoclaves & Sterilizers Using Toxic Gas for the Treatment of Medical Materials, & for Laboratory Processes

**Standard**

**CSA C22.2 No. 61010-2-043-98** 1998

Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control, & Laboratory Use - Part 2-043: Particular Requirements for Dry Heat Sterilizers Using Either Hot Air or Hot Inert Gas for the Treatment of Medical Materials, & for Laboratory Processes

**Standard**

**HEI HEI7-1995** 1995

Standards for Direct Contact Barometric & Low Level Condensers, 6th Edition

WITHDRAWN ITEM

**MIL MIL-L-35078M** 4-APR-1998

Loads, Unit: Preparation of Semiperishable Subsistence Items; Clothing, Personal Equipment and Equipage; General Specification for - WITHDRAWN - Replaced by DSCP Form 3507

**Standard**

**MIL MIL-L-35078M Amendment** 23-MAR-1999

Cancellation Notice 2 - Loads, Unit: Preparation of Semiperishable Subsistence Items; Clothing, Personal Equipment and Equipage; General Specification for

**Standard**

**prEN 13150** 16-FEB-1998

Work Benches for Laboratories - Safety Requirements and Test Methods

**Standard**

**SAE J1113/12** 1-SEP-1994

Electrical Interference by Conduction and Coupling?Coupling Clamp

**Standard**

**SAE J743** 1-MAR-1992

Lift Capacity Calculation and Test Procedure - Pipelayer and Sideboom

**Standard**

**SMACNA 1689** 1998

Residential Comfort System Installation Standards Manual

**Standard**

**SABS 0180** 1984

Colour identification of the liner polymer in flexible rubber hoses for use in the chemical and petrochemical industries

**Standard**

**SABS 0365-2**

On site sanitation systems Part 2: Septic tank installations with soakaways

**Standard**

**SABS 1128-2** 1977

Fire fighting equipment Part 2: Hose couplings, connectors and branch pipe and nozzle connections

**Standard**

**SABS 1156-1** 1977

Rubber hose for liquefied petroleum gas (LPG) Part 1: Hoses used in road and rail transport

**Standard**

**SABS 1456-1** 1989

Collapsible delivery hose for fire fighting purposes Part 1: General requirements and methods of test

**Standard**

**SABS 1456-2** 1989

Collapsible delivery hose for fire-fighting purposes Part 2: Percolating fire hose

#### Standard

**SABS 1456-3** 1989

Collapsible delivery hose for fire fighting purposes Part 3: Uncoated non-percolating fire hose

#### Standard

**SABS 1456-4** 1989

Collapsible delivery hose for fire-fighting purposes Part 4: Coated non-percolating fire hose

#### Standard

**SABS 1456-5** 1989

Collapsible delivery hose for fire fighting purposes Part 5: Oil-resistant and chemical-resistant fire hose

#### Standard

**SABS 1475-2 WITHDRAWN** 1994

The production of reconditioned fire-fighting equipment Part 2: Fire hose reels

#### Standard

**SABS 1475-2** 1998

The production of reconditioned firefighting equipment Part 2: Fire hose reels

#### Standard

**SABS 543** 1992

Fire hose reels (with hose)

#### Standard

**SABS 582** 1973

Hoses for welding gases

#### Standard

**SABS ISO 9539** 1988

Materials for equipment used in gas welding, cutting and allied processes

#### Standard

**SABS 0100-2** 1992

The structural use of concrete Part 2: Materials and execution of work

#### Standard

**SABS 0100-2 PROJECT**

The structural use of concrete Part 2: Materials and execution of work

#### Standard

**SABS 0102-1** 1987

Selection of pipes for buried pipelines Part 1: General provisions

#### Standard

**SABS 0102-2** 1987

Selection of pipes for buried pipelines Part 2: Rigid pipes

#### Standard

**SABS 0208-1** 1995

Design of structures for the mining industry Part 1: Headgear and collar structures

#### Standard

**SABS 0208-2** 1995

Design of structures for the mining industry Part 2: Stages

#### Standard

**SABS 0208-3** 1994

Design of structures for the mining industry Part 3: Conveyances

#### Standard

**SABS 0208-3 DRAFT**

The design of structures for the mining industry Part 3: Conveyances

#### Standard

**SABS 0316** 1999

Aircraft ground support - Vehicle-mounted loading equipment

#### Standard

**SABS 061-1** 1994

The installation of communal and single antenna systems for the reception of television and sound broadcast transmissions Part 1: VHF and UHF television and VHF sound antenna systems

#### Standard

**SABS 089-2** 1965

The petroleum industry Part 2: Electrical code

#### Standard

**SABS 1080** 1983

Restraining devices (safety belts) for occupants of adult build in motor vehicles (revised requirements)

**Standard**

**SABS 1122** 1976  
Mobile homes

**Standard**

**SABS 1126** 1977  
Mechanical jacks

**Standard**

**SABS 1252** 1993  
Passive antennae for the reception of VHF and UHF television and VHF sound transmissions

**Standard**

**SABS 1455-2** 1988  
Respiratory equipment for protection against harmful particulates and gas Part 2: Particulate respiratory filters

**Standard**

**SABS 1455-3** 1988  
Respiratory equipment for protection against harmful particulates and gas Part 3: Particulate filtering masks

**Standard**

**SABS 1528-1** 1992  
Furniture Part 1: Seating

**Standard**

**SABS 1550 SET**  
Motor vehicle tyres and rims: Dimensions and loads Parts 1 - 7 and 10; together with ARP 007, bound together, loose-leaf, binder extra

**Standard**

**SABS 1550-5 PROJECT**  
Motor vehicle tyres and rims - Dimensions and loads Part 5: Off-the-road vehicle tyres

**Standard**

**SABS 1550-5** 1992  
Motor vehicle tyres and rims: Dimensions and loads Part 5: Off-the-road vehicle tyres

**Standard**

**SABS 1550-6 PROJECT**  
Motor vehicle tyres and rims - Dimensions and loads Part 6: Agricultural vehicle tyres

**Standard**

**SABS 1550-6** 1992  
Motor vehicle tyres and rims: Dimensions and loads Part 6: Agricultural vehicle tyres

**Standard**

**SABS 1550-7 PROJECT**  
Motor vehicle tyres and rims - Dimensions and loads Part 7: Industrial vehicle tyres

**Standard**

**SABS 1550-7** 1992  
Motor vehicle tyres and rims: Dimensions and loads Part 7: Industrial vehicle tyres

**Standard**

**SABS 1592** 1993  
Short-link steel chain (close-tolerance) for lifting appliances

**Standard**

**SABS 1594** 1995  
Manually operated chain blocks

**Standard**

**SABS 1595** 1993  
Forged steel lifting hooks with point and eye for use with steel chains of strength grade M(4), P(5), S(6), T(8) and V(10)

**Standard**

**SABS 1596** 1993  
Drop forged eyebolts and eye nuts for lifting purposes

**Standard**

**SABS 1599-0-1** 1995  
Cranes Part 0: General Section 1: Classification

**Standard**

**SABS 1599-0-2** 1995  
Cranes Part 0: General Section 2: Wind load assessment

**Standard**

**SABS 1599-2** 1994  
Cranes Part 2: Power-driven mobile cranes

**Standard**

**SABS 1599-4-1** 1995  
Cranes Part 4: Overhead travelling cranes and portal bridge cranes Section 1: Classification



**Standard**

**SABS 1599-4-5** 1995

Cranes Part 4: Overhead travelling and portal bridge cranes  
Section 5: Design principles for loads and load combinations

**Standard**

**SABS 1599-5** 1997

Cranes Part 5: Lorry loaders

**Standard**

**SABS 1636** 1995

Manually operated chain lever hoists

**Standard**

**SABS 1638** 1995

Pneumatically operated chain hoists

**Standard**

**SABS 1838-1** 1999

Electronic self-indicating road vehicle mass measuring equipment for use by road traffic authorities Part 1: Non-automatic mass measuring equipment for static mass measurement

**Standard**

**SABS 514 WITHDRAWN** 1975

Immersion heaters for electric storage water heaters

**Standard**

**SABS 514 WITHDRAWN** 1998

Immersion heaters for electric storage water heaters

**Standard**

**SABS 514** 1999

Immersion heaters for electric storage water heaters

**Standard**

**SABS 550-1** 1991

Wooden ladders Part 1: General requirements and methods of test

**Standard**

**SABS 676** 1986

Reinforced concrete pressure pipes

**Standard**

**SABS 677** 1986

Concrete non-pressure pipes

**Standard**

**SABS 755 WITHDRAWN** 1964

Mineral-insulated metal-sheathed air-heating units for appliances

**Standard**

**SABS 755** 1998

Mineral-insulated metal-sheathed air-heating units for appliances

**Standard**

**SABS 975** 1970

Prestressed concrete pipes

**Standard**

**SABS CISPR 11 WITHDRAWN** 1990

Limits and methods of measurement of electromagnetic disturbance characteristics of industrial, scientific and medical (ISM) radio frequency equipment

**Standard**

**SABS CISPR 11** 1997

Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment - Electromagnetic disturbance characteristics - Limits and methods of measurement

**Standard**

**SABS IEC 60034-22** 1996

Rotating electrical machines Part 22: AC generators for reciprocating internal combustion (RIC) engine driven generating sets

**Standard**

**SABS IEC 60056** 1987

High-voltage alternating-current circuit-breakers

**Standard**

**SABS IEC 60146-2 DRAFT** 1999

Semiconductor converters Part 2: Self-commutated semiconductor converters including direct d.c. converters

**Standard**

**SABS IEC 60146-2** 1974

Semiconductor converters Part 2: Semiconductor self-commutated converters

### Standard

#### **SABS IEC 60146-3** 1977

Semiconductor convertors Part 3: Semiconductor direct d.c. convertors (d.c. chopper convertors)

### Standard

#### **SABS ISO 10472-3** 1997

Safety requirements for industrial laundry machinery Part 3: Washing tunnel lines including component machines

### Standard

#### **SABS ISO 2262** 1984

General purpose thimbles for use with steel wire ropes - Specification

### Standard

#### **SABS ISO 4301-5** 1991

Cranes - Classification Part 5: Overhead travelling and portal bridge cranes

### Standard

#### **SABS ISO 8187** 1991

Household refrigerating appliances - Refrigerator-freezers - Characteristics and test methods

### Standard

#### **SABS ISO 8539** 1986

Forged steel lifting components for use with grade T(8) chain

### Standard

#### **VC 8007 WITHDRAWN** 1965

Portable electrical appliances for heating liquids

### Standard

#### **VC 8010 WITHDRAWN** 1965

The safety of electrical stoves and hotplates

## REFERENCES

### Overview of Internet sites.

Most data have been derived from:

#### **American Standards Procurement site**

<http://www.techstreet.com>

#### **BSI** -- British Standards Institution

<http://bsonline.techindex.co.uk>

Other sites used:

#### **EEMUA** -- The Engineering Equipment and Materials Users Association

<http://www.eemua.org>

#### **NEN** -- Nederlands Normalisatie Instituut

<http://www.nni.nl>

same as: <http://www.nen.nl>

#### **DIN** --- Deutsches Institut für Normung

<http://www.din.de>

[http://www.din\\_katalog.de](http://www.din_katalog.de)

<http://www2.beuth.de>

<http://www.ad-merkblaetter.de>

#### **CEN** -- Comité Européen de Normalisation

<http://www.cenorm.be>

#### **ISO** -- International Organisation for Standardisation

<http://www.iso.ch>

#### **ANSI** -- American National Standards Institute

<http://www.ansi.org>

#### **API** -- American Petroleum Institute

<http://www.api.org>

#### **ASME** -- American Society of Mechanical Engineers

<http://www.asme.org>

#### **UL** -- Underwriters Laboratories

<http://www.ul.com>

#### **NFPA** -- National Fire Protection Association

<http://www.nfpa.org>

#### **WSSN** -- World Standards Services Network

<http://www.wssn.net>

#### **SABS** -- The South African Bureau of Standards

<http://www.sabs.co.za>

## Colofon

Dit is een uitgave van het  
Interprovinciaal Overleg (IPO)  
Postbus 16107  
2500 BC Den Haag  
Telefoon 070 888 1212  
[www.ipo.nl](http://www.ipo.nl)

Vormgeving: Haagsblauw, den Haag

IPO-publicatienummer 278

Den Haag, maart 2009