

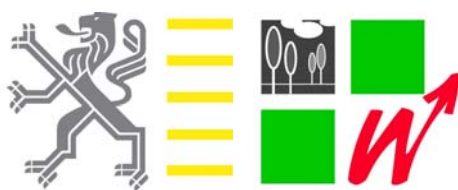
Inspectie-instrument

Atmosferische Bovengrondse Opslagtanks

Tweede Testversie

21/06/2009

Belgische Seveso-inspectieteams



Inleiding

Dit is een gezamenlijk inspectie-instrument van de drie gewestelijke inspectieteams die gevormd zijn in toepassing van artikel 27 van het samenwerkingsakkoord tussen de Federale Staat, het Vlaams Gewest, het Waals Gewest en het Brussels Hoofdstedelijk Gewest betreffende de beheersing van de gevaren van zware ongevallen waarbij gevaarlijke stoffen zijn betrokken.

De gewestelijke inspectieteams zijn samengesteld uit ambtenaren van de volgende inspectiediensten:

- a) **voor het Vlaams Gewest:** de dienst Toezicht zwarerisicobedrijven van de Afdeling Milieu-inspectie van het Departement Leefmilieu, Natuur en Energie
- b) **voor het Waals Gewest:** la Division de la Police de l'Environnement de la Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement du Ministère de la Région Wallonne
- c) **voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest:** Leefmilieu Brussel – BIM
- d) **voor het Federale niveau:**
 - de Afdeling van het toezicht op de chemische risico's van de FOD Werkgelegenheid, Arbeid en Sociaal Overleg
 - de Algemene directie kwaliteit en veiligheid van de FOD Economie, KMO, Middenstand en Energie.

In het kader van een open beleid wordt dit inspectie-instrument vrij ter beschikking gesteld van de bedrijven, om hen toe te laten zelf een onderzoek uit te voeren en er de gepaste conclusies uit te trekken ter verbetering van de preventie van zware ongevallen.

Inhoudstabel

1	Toelichting bij het inspectie-instrument.....	4
1.1	Toepassingsgebied	4
1.2	Gebruik van het inspectie-instrument.....	4
1.3	Referentiekader	5
1.4	Algemene toelichting	6
1.4.1	Elektrochemie	6
1.4.2	Materialen	9
1.4.3	Constructie	13
1.4.4	Inspectie-instrumenten.....	16
2	Vragenlijst voor bovengrondse atmosferische opslagtanks	20
2.1	Ontwerp & constructie	20
2.1.1	Constructiedossier	20
2.1.2	Lasverbindingen	21
2.1.3	Fundering	22
2.1.4	Dimensionering van de opslagtank	25
2.1.5	Instelling en dimensionering van de ademventielen	28
2.1.6	VLAREM vereisten bij constructie.....	30
2.2	Analyse van corrosieproblemen	32
2.3	Inwendige inspectie.....	34
2.3.1	Inspectieverslagen	34
2.3.2	Vastleggen van de inspectietermijn	35
2.3.3	Preliminare visuele test.....	38
2.3.4	Inspectie van de tankbodem.....	38
2.3.5	Inspectie van de tankwand en dak	47
2.3.6	Inspectie van de ademventielen	49
2.3.7	Overige	49
2.3.8	VLAREM vereisten bij inwendig (algemeen) onderzoek	50
2.4	Uitwendige inspectie.....	51
2.4.1	Grondige uitwendig inspectie	51
2.4.2	Bepaalde visuele controle	54
2.4.3	VLAREM vereisten voor uitwendig beperkt onderzoek	55
2.5	Herstellingen	56

1 Toelichting bij het inspectie-instrument

1.1 Toepassingsgebied

Dit inspectie-instrument heeft betrekking op bovengrondse atmosferische opslagtanks. Leidingen die aangesloten zijn op de tanks vallen buiten de scope van dit instrument.

Dit instrument richt zich tot de mechanische integriteit van de opslagtank. De veiligheidsfunctie van de opslagtank als omhulling wordt met deze vragenlijst onderzocht. De veiligheidsfunctie van een omhulling, of het nu een atmosferische tank, een leiding of een drukvat is, bestaat erin weerstand te bieden tegen de invloeden die de integriteit van de omhulling bedreigen, zoals

- fenomenen die aanleiding kunnen geven tot hoge en lage drukken
- fenomenen die aanleiding kunnen geven tegen hoge en lage temperaturen
- corrosieve condities in het inwendige van de tank
- corrosieve condities aan de buitenkant van de tank
- grondverzakkingen
- belasting door weervloeden (wind, sneeuw, ijs, ...)
- thermische spanningen
- cyclische belastingen.

De weerstand van een omhulling tegen deze fenomenen is uiteraard niet onbeperkt. Elke omhulling heeft inherente beperkingen die verband houden met de materiaalkeuze en de dimensionering (bv. ontwerpdruk en ontwerp temperatuur).

Het is daarom essentieel dat precies bepaald wordt in welke mate de omhulling weerstand kan bieden tegen elk mogelijk fenomeen dat tijdens de exploitatie verwacht kan worden en de integriteit van de omhulling kan bedreigen.

Indien er zich fenomenen kunnen voordoen waartegen de omhulling niet bestand is, zullen andere maatregelen moeten getroffen worden om het optreden van die fenomenen te voorkomen of de kans op optreden voldoende laag te houden. Dat zijn dan meestal zogenaamde actieve maatregelen zoals instrumentele beveiligingen, mechanische drukontlastingen, correctieve menselijke ingrepen. Deze actieve maatregelen, met uitzondering van de ademventielen, vallen buiten de scope van dit inspectie-instrument.

1.2 Gebruik van het inspectie-instrument

Dit inspectie-instrument heeft als doel om na gaan of de opslagtanks werden ontworpen, geconstrueerd en in stand gehouden zodanig dat ze de veiligheidsfuncties die ze dienen te vervullen (zoals toegewezen in de risicoanalyses) ook effectief en met de nodige betrouwbaarheid kunnen vervullen.

De vragenlijst begint met een deel over het ontwerp en de constructie van de tank. Nadien komen vragen over de analyse van corrosieproblemen en tenslotte is er een reeks vragen met betrekking tot de inspectie van de tanks. Deze volgorde is louter gekozen om de toepassing van de vragenlijst te vergemakkelijken. Met deze volgorde wordt dus geen levenscyclus gesuggereerd, waarbij men eerst een tank ontwerp en bouwt en zich vervolgens pas vragen stelt over de corrosiefenomenen.

De vragenlijst is toe te passen op één of meerdere opslagtanks die bij wijze van steekproef gekozen worden. Wanneer bepaalde tekortkomingen worden vastgesteld, moet nagegaan worden of deze tekortkomingen hun oorsprong vinden in de manier waarop de onderneming omgaat met het ontwerpen, construeren, inspecteren en herstellen van opslagtanks.

In dat geval dienen niet alleen corrigerende acties te worden genomen met betrekking tot de geselecteerde opslagtanks, maar ook ten aanzien van alle omhullingen die dezelfde tekortkomingen vertonen evenals ten aanzien van de werkwijze die gevolgd werd (en die beschreven zou moeten zijn in het kader van het beleid voor de preventie van zware ongevallen).

1.3 Referentiekader

De vragenlijst is gebaseerd op de volgende toepasselijke standaarden.

- API 650: Welded steel tanks for oil storage
- EN 14015: Specification for design and manufacture of tanks for storage of liquids
- API 653: Tank inspection, repair, alteration, and reconstruction
- API 576: Inspection of Pressure Relieving Devices (met betrekking tot de inspectie van ademventielen voor opslagtanks)
- API 575: Guidelines and methods for inspection of existing atmospheric and low-pressure storage tanks
- EEMUA 159: users' guide to the inspection, maintenance and repair of aboveground vertical cylindrical steel storage tanks

De bovenvermelde standaarden werden opgesteld door de industrie op basis van vele jaren praktische ervaring met het ontwerpen, construeren, inspecteren, onderhouden en herstellen van opslagtanks. De vernoemde standaarden zijn zeker niet de enigen die kunnen aangewend worden.

Doel van dit instrument is dan ook niet de volledige conformiteit van een opslagtank met een bepaalde norm nagaan maar aan de hand van de aspecten die in de normen aan bod komen nagaan of deze aspecten bij ontwerp, constructie en inspectie ook in overweging genomen zijn. Indien voor specifieke aspecten wordt verwezen naar formules, werk- of rekenmethodes is dit hoofdzakelijk illustratief en heeft dit vooral tot doel de vraagstelling te verduidelijken en de interpretatie van de voorgelegde voorbeelden te verbeteren. Daarom is in voorkomend geval ook steeds de norm waarnaar verwezen wordt opgenomen. Indien een andere norm werd gehanteerd wordt door de exploitant best toegelicht hoe dit specifieke aspect binnen deze norm wordt ingevuld. Het feit dat dit zal afwijken van de methode geschetst in deze vragenlijst is uiteraard logisch en betekent niet dat dit minder goed zou zijn.

Omdat bij de verschillende voorbeelden uit meerdere normen wordt geput kan de indruk ontstaan dat deze normen door elkaar kunnen worden gebruikt. Dit is, zeker voor wat betreft de constructienormen, uiteraard niet de bedoeling. Het basisgegeven blijft dat een norm in zijn totaliteit moet worden toegepast, zonder het stellen van supplementaire eisen uit andere normen die niet vanuit eenzelfde basisidee vertrekken. Voor de normen die handelen over inspectie, onderhoud en herstelling is het soms wel mogelijk uit meerdere normen te putten. Elke norm schetst wel in welke specifieke gevallen bepaalde methodes toepasbaar zijn. Dit dient uiteraard steeds gerespecteerd.

Deze vragenlijst omvat om praktische redenen slechts een selectie van de voorschriften van deze standaarden en kan uiteraard niet gezien worden als een vervanging van de standaarden.

Er mag ook niet besloten worden dat de voorschriften die in deze vragenlijst niet aan bod komen van ondergeschikt belang zouden zijn.

Omwille van volledigheid peilt de vragenlijst ook naar de conformiteit met andere wettelijke bepalingen dan het Samenwerkingsakkoord (zowel federaal als gewestelijk) die verband houden met ontwerp, constructie en inspectie van bovengrondse atmosferische opslagtanks.

- Voor het federaal niveau zijn dit de verplichtingen van het KB van 13/03/98 betreffende de opslag van zeer licht ontvlambare, licht ontvlambare en brandbare vloeistoffen
- Voor het Vlaams Gewest zijn dit de verplichtingen uit het VLAREM.

Het dient echter benadrukt dat uitsluitend voldoen aan de deze wettelijke bepalingen NIET automatisch betekent dat men ook voldoet aan de eisen van het Samenwerkingsakkoord.

1.4 Algemene toelichting

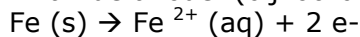
1.4.1 Elektrochemie

A. Chemische reacties bij corrosie

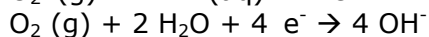
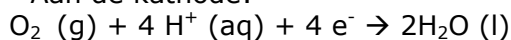
Opdat een metaal (bvb ijzer) een oxidatiereactie (anode, afgave van elektronen) zou kunnen ondergaan dient tegelijk een reductiereactie (kathode, opname van elektronen) plaats te vinden. Deze reductiereactie betreft de reductie van een meer edel metaal (zoals bvb koper voor ijzer) of de reductie van zuurstofgas of waterstof. Een tweede voorwaarde is dat er een gesloten elektrisch circuit kan bestaan door de aanwezigheid van een goed geleidend elektrolyt in contact met het metaal. Dit elektrolyt kan vloeibaar water zijn of waterdamp. In droge gebieden (zoals woestijnen) zal het corrosieprobleem dus veel minder groot zijn. Daartegenover zullen metalen in contact met zout water (zeer goede geleidbaarheid) een belangrijk risico vormen. Gezien het een gewone chemische reactie betreft zal de reactiesnelheid toenemen bij stijging van de temperatuur.

Concreet betreft het volgende redoxreacties:

- Aan de anode (bijvoorbeeld):



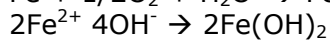
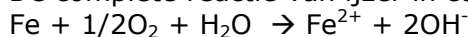
- Aan de kathode:



$2\text{H}^+ + 2 \text{ e}^- \rightarrow \text{H}_2$ (halfreactie zuur en Fe met halfcelpotentialiaal 0,44 V tegenover een standaard waterstof halfcel)

De waterstofionen in de reductiereactie van zuurstof worden onder meer geleverd door de reactie van opgelost koolstofdioxide in water (tot vorming van H_2CO_3). De concentratie aan waterstofionen in oplossing wordt weergegeven door de pH ($-\log [\text{H}^+]$), met concentratie in mol/l).

De complete reactie van ijzer in contact met zuurstof zal dan volgende zijn:



Ter conclusie kan gesteld worden dat ijzer in contact met een elektrolyt en een reducerend agens steeds spontaan een oxidatiereactie zal ondergaan.

De intensiteit van deze reactie hangt ten eerste af van het elektrolyt waarbij belangrijke parameters geleidbaarheid, pH, zuurstofgehalte en temperatuur zijn. Het zuurstofgehalte staat in water in relatie met de temperatuur. Ten tweede is het type reducerend agens belangrijk.

Bij zeer hoge temperaturen (bvb in ovens) zal het metaaloxide zelf optreden als elektrolyt, in plaats van bvb waterdamp, dit soort corrosie wordt temperatuur-corrosie genoemd. De meeste metalen die bij zeer hoge temperaturen gebruikt worden corroderen dus na verloop van tijd. De oxidelaag geleidt metaalionen die afkomstig zijn van het metaaloppervlak. Deze metaalionen combineren zich met de zuurstofkationen die aan het grensvlak tussen de oxidelaag en de zuurstof worden gevormd, met als gevolg dat er een metaaloxide ontstaat. Vandaar dat in een ovenatmosfeer een oxidelaag geen bescherming biedt tegen verdere oxidatie: de oxidelaag wordt steeds dikker of splintert af, terwijl het metaal steeds dunner wordt.

B. elektrochemie algemeen: theoretische onderbouw

B.a vergelijking van Nernst

Wanneer men een metaal in een electrolyt (bvb water) plaatst dan zal er een potentiaalverschil over de rand staan (meetbaar tegenover een inerte elektrode). Voor het berekenen van het potentiaalverschil bij bepaalde concentraties van ionen in het electrolyt wordt de uitdrukking van Nernst gebruikt.

$$E = E_0 + (R * T / n * F) * (\ln a_{Ox} / a_{Red})$$

E= elektrodepotentiaal

E₀= standaardelektrodepotentiaal

R= 8,31 J/molK

F= 96500 C

a_{Ox}= produkt van concentraties in molariteit van oxidans (vaste stof en water 1 stellen)

a_{Red}= produkt van concentraties in molariteit van reductans (vaste stof en water 1 stellen)

B.b vergelijking van Butler Valmer

a) oorspronkelijke formule

Wanneer men een potentiaalverschil (η) aanlegt kan men de uitdrukking van Butler Valmer gebruiken om de resulterend vloeiende ladingsoverdracht (stroom) te berekenen. Het betreft volgende vergelijking:

$$I = I_0 [\exp (0,5 * n * F * \eta / R * T) - \exp (- (0,5 * n * F * \eta) / R * T)]$$

I₀ is deze stroom die vloeit wanneer geen extern potentiaalverschil wordt aangelegd aan de elektrode. In die toestand is er een evenwicht en zal de kathodische en anodische reactie gelijk zijn, de elektrische stromen zijn dus gelijk (namelijk I₀) en er is geen netto stroom.

b) logaritmische voorstelling

Men verkiest doorgaans een logaritmische voorstelling (E tegenover logI, tafelrechten) om te redeneren over resulterende stromen bij het aanleggen van een bepaalde potentiaal. Hierbij wordt aangenomen dat het potentiaalverschil voldoende groot is om 1 term te kunnen verwaarlozen in de Butler-Valmer vergelijking. De logaritmische voorstelling zal dan een rechte zijn, hetgeen uiteraard een belangrijke vereenvoudiging is om te redeneren over corrosiefenomenen (conform onderstaande figuren).

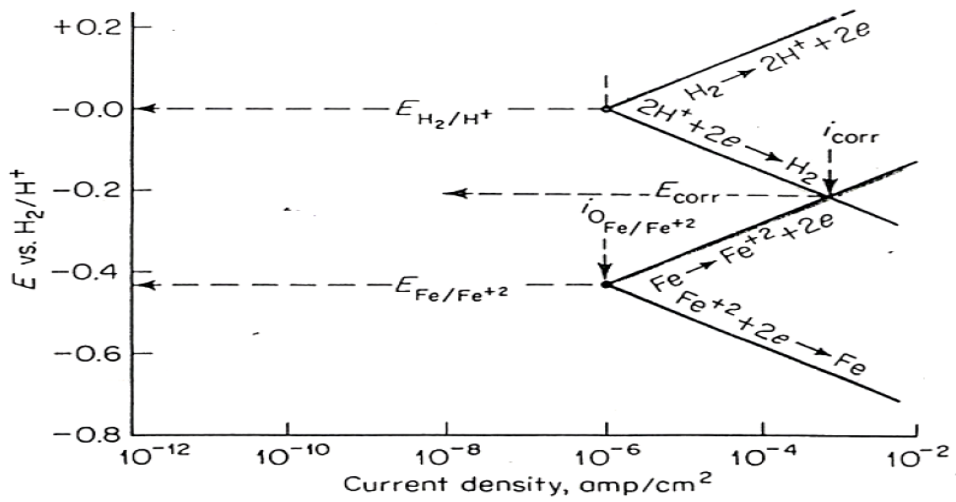
c) diagram voor ijzer

Onderstaande figuur toont de tafelrechten voor de waterstof halfcel en voor de ijzer halfcel. Bij een contact van een pure ijzerstaaf in een zuur milieu zal deze situatie zich voordoen. De waterstof zal een reductiereactie ondergaan en het ijzer een

oxidatiereactie. De beide stromen dienen uiteraard gelijk te zijn (evenveel elektronen leveren als er opgenomen worden).

De elektrodepotentiaal van deze reactie (als we de ijzerstaaf zouden verbinden met een SHE elektrode) is E_{corr} op de figuur, gevonden bij het snijpunt van de tafelrechten (i_{corr}).

Op de figuur is ook zichtbaar dat als men de potentiaal kunstmatig zou verlagen (bijvoorbeeld via batterij) dat in dat geval de corrosiestroom voor het ijzer fors zal verlagen. Het is dit principe dat wordt toegepast bij kathodische bescherming. Tegelijk kan men aflezen dat in dat geval de produktie van waterstofgas sterk verhoogd wordt, hetgeen vervelend kan zijn. Tevens is het ook nadelig dat men continu energie moet toevoeren om het ijzer te beschermen.



Figuur: schema (tafelrechten) voor gedrag van puur ijzer in een zure oplossing

d) diagram voor roestvast ijzer

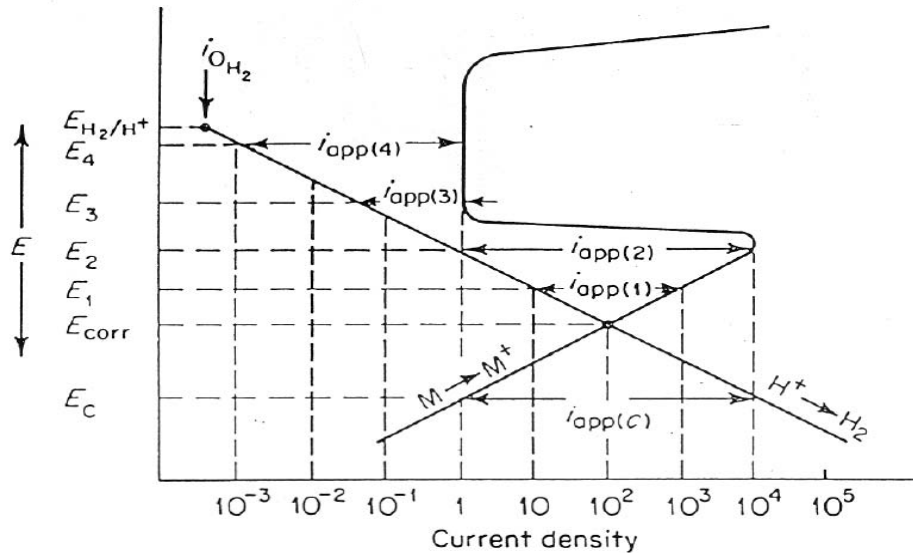
Onderstaande figuur omvat ten eerste de tafelrechte voor de reductiereactie van waterstof. Ten tweede is een kromme zichtbaar die de stroomdichtheid weergeeft van een passiverbaar metaal bij een veranderende elektrodepotentiaal. Deze kromme wordt experimenteel bepaald voor elke legering. Hierbij zal men de legering in water plaatsen en de stroom meten bij verschillende aangelegde potentiaalverschillen. Bij de proefname zal de externe spanningsbron dus zorgen voor een opname van elektronen in plaats van een zuur milieu. De kromme zal wijzigen wanneer meer zout wordt toegevoegd aan het water. Daarbij wordt de hoogte van het verticaal gedeelte steeds kleiner (zie figuur).

Wanneer de tafelrechte voor waterstof de kromme snijdt in het verticaal deel (passief deel) dan zal het blootgestelde metaal geen corrosie ondergaan aangezien de respectievelijke stroom van de oxidatiereactie te laag is. Dit wordt veroorzaakt omdat aan de buitenzijde van het metaal bij deze potentiaal een oxidelaag gevormd wordt. Ongelegeerd metaal is niet in staat om een dergelijke stabiele oxidelaag te vormen. In het geval van roestvast staal rvs 304 bijvoorbeeld zal het chroom zijn dat de oxidatiereactie ondergaat en een oxidelaagje vormt.

De stroom I_0 voor H_2 ligt meer naar rechts bij hogere pH. Dit betekent dat een metaal in bepaalde gevallen enkel gepassiveerd wordt als het zuur sterk genoeg is (of voldoende hoge concentratie). Enkel dan zal de tafelrechte voor waterstof de kromme snijden in het verticaal deel van de curve. Bijvoorbeeld zwavelzuur zal bij hogere concentraties metaal niet aantasten (een ijzersulfaatlaag wordt gevormd) en bij lagere concentraties wel.

De aanwezigheid van zout zorgt er echter voor dat het verschil tussen een passiverende, veilige potentiaal en een potentiaal waarbij pitting optreedt zeer klein wordt (het verticaal deel van de curve wordt zeer klein. Hierdoor kan lokaal de oxidelaag doorbroken worden.

In het geval van onderstaande figuur kan men ook passivatie bekomen door de potentiaal kunstmatig te gaan verhogen. Deze beschermingswijze heet anodische bescherming.



Figuur: algemeen schema van het gedrag van een passiverbare staalsoort

e) Pourbaix diagram

Bekend is ook het Pourbaix diagram (diagram met in de assen potentiaalverschil en pH, de invloed daarvan op de toestand van ijzer, invloed van de pH is in dit geval beperkt gezien ijzer niet passiverbaar is want er vormt zich geen stabiele oxidelaag ter bescherming).

1.4.2 Materialen

A. Algemeen

Staal wordt gekenmerkt door zijn koolstofgehalte, zijn inwendige structuur (austenitisch: kubisch vlakken gecentreerd, ferritisch: kubisch ruimtelijk gecentreerd,...) en zijn legeringselementen. De inwendige structuur wordt bepaald door de mechanische bewerkingen bij productie van het staal (warmwalsen, koudwalsen), door de warmtebehandelingen die het onderging en door de aanwezige legeringselementen. Verder voegt men soms ook specifiek aan de benaming toe welke mate van deoxidatie het staal onderging. Bij sterke deoxidatie (bvb met aluminiumtoevoeging) zal men spreken over killed carbon steel. De codering van het staal hangt af van de gebruikte norm. Er bestaan zeer vele manieren om een materiaal te karakteriseren. Het bekendste systeem is dat van het AISI, dit wordt hieronder verder toegelicht omdat het anders is voor roestvast staal en voor gewoon koolstofstaal.

Een ander systeem van benaming is bijvoorbeeld de Werkstoff-Nummer (WstNr) aanduiding. Het is een vijfcijferige code (X.XXXX) waarbij het cijfer voor het punt het hoofdelement aangeeft; voor staal is dit ijzer, aangeduid met 1. De 2 volgende cijfers geven een groep weer volgens een indelingstabel (bijvoorbeeld de groep chemisch

bestendige stalen met meer als 2% nikkel is nummer 47). De laatste 2 cijfers hebben geen betekenis en dienen enkel ter aanduiding.

Naast indelingen volgens samenstelling is het ook mogelijk om bijvoorbeeld in te delen op grond van sterktes. Dit werd vroeger gedaan volgens de DIN normen. Bijvoorbeeld St 37 staat voor een staalsoort (gewoon koolstofstaal) met een treksterkte van 37 kg/mm².

B. Koolstofstaal

Koolstofstaal is een legering van koolstof en ijzer, met een koolstofgehalte dat tussen ongeveer 0,06 % en 2,0 % ligt. De koolstof kan op verschillende manieren deel uitmaken van het staal. Enkel bij een kubisch vlakken gecentreerd rooster (austeniet) kan er voldoende koolstof opgenomen zijn in de staalstructuur (tot 2% bij 1150°C) zodat het materiaal technisch bruikbaar is. Bij snelle afkoeling van opgewarmd staal zal dit naar zijn evenwichtstoestand willen terugkeren bij lagere temperatuur (namelijk een kubisch ruimtelijk gecentreerd rooster). Door de opgenomen koolstofatomen wordt dit onmogelijk gemaakt waardoor een vervormde kristalstructuur ontstaat (martensiet). Deze vervormde structuur is zeer hard. Als men het materiaal terug wil omvormen of bewerken zal men het eerst een warmtebehandeling moeten laten ondergaan waarbij een rekristallisatie plaatsvindt en de vervormde structuur wordt hersteld.

Een belangrijke norm voor koolstofstaal is die van het American Iron and Steel Institute (AISI) waarbij het voor staal dat niet in de categorie roestvast valt, een 4cijferige code hanteert waarbij het eerste cijfer het voornaamste element aanduidt (inclusief koolstof, cijfer 1), gevolgd door het percentage van dit element en 2 cijfers ter aanduiding van het met 100 vermenigvuldigde koolstofgehalte.

C. Roestvast staal

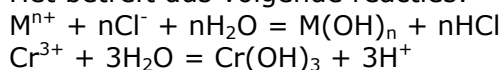
C.a Benaming

De roestvaste vervormingsstalen worden aangeduid door een 3 cijferig systeem (cfr AISI code). Het eerste cijfer heeft betrekking op de samenstelling. De meest gebruikte serie in de chemische industrie, de 300 serie, bestaat uit chroom-nikkel legeringen. In de 300 reeks wordt type 304 (18% Cr – 8% Ni) het vaakst gebruikt voor opslag van chemicaliën. Indien type 304 niet voldoet kan men type 316 gebruiken, dat 2% molybdeen bevat, toegevoegd om de corrosie-eigenschappen en de weerstand tegen putvormige corrosie te verbeteren.

C.b Putcorrosie

Putcorrosie komt vaak voor bij roestvast staal. De oorzaak ligt in het niet sluitend zijn van de passivatielaag, bijvoorbeeld door een oneffenheid of door het voorkomen van spanningen in het materiaal. Putcorrosie is moeilijk detecteerbaar door het beperkte gewichtsverlies en omdat de gevormde holtes klein zijn. De chloride-ionen gaan reageren met het metaal. De hydrolyse van het gevormde metaalchloride doet de pH dalen. Door de lagere pH gaat het metaalhydroxide beter oplossen, er gaan meer metaalionen in oplossing. Hierdoor gaan meer metaalionen chlorideionen aantrekken; er ontstaat een autokatalytisch proces.

Het betreft dus volgende reacties:



C.c Soorten roestvast staal

Er bestaan in theorie 5 verschillende soorten roestvast staal; namelijk ferritisch, martensiet, austeniet, duplex en pH staal. De eerste 2 worden in praktijk minder gebruikt omdat zij moeilijk te lassen zijn. Het austenitisch roestvast staal wordt het vaakst gebruikt omdat het chemisch resistent is maar ook goed lasbaar en hardbaar. Bekende types zijn rvs stalen van de 300 groep (conform AISI).

C.d Bijzondere legeringen

Bijzondere types roestvast staal zijn duplex (combinatie van ferritische en austenitische structuur) en PH staal (precipitatiehardend). Het duplex staal heeft een verbeterde weerstand tegen spanningscorrosie en is ook beter lasbaar. Bovendien heeft duplex staal een hogere elasticiteitsgrens.

Het pH staal kent een precipitatieharding door elementen zoals titanium, aluminum en koper op te nemen in kleine percentages in de staalstructuur. Er zijn diverse types pH staal (martenistisch, austenitisch,...).

D. Concrete toepassingen voor bepaalde corrosiefenomenen.

D.a Materialen voor zuur milieu

Indien gewoon koolstofstaal gebruikt werd, is de aanwezigheid van een zuur milieu (ongeacht het type zuur) risicoverhogend conform API 575. Een oplossing kan zijn om een veiligheidsmarge toe te voegen aan de vereiste materiaaldikte van de opslagtank. Een andere optie is het gebruik van roestvast staal waarbij een beschermende passiverende laag gevormd wordt.

Roestvast staal is echter gevoelig voor putcorrosie onder bepaalde omstandigheden zoals aanwezigheid van chloorionen (of analogen) bij verhoogde temperaturomstandigheden en restspanningen in het materiaal. In dat geval kan men bijvoorbeeld opteren om een duurder legering (rvs 316 L bijvoorbeeld) te gebruiken.

Het rvs 316 bevat als bijkomend legeringselement molybdeen waardoor de passivatielaag beter bestand wordt tegen een aantasting door chloorionen. Het impliceert zeker geen immuniteit tegen putcorrosie voor rvs 316.

Met betrekking tot de risico's van zuren wordt soms gesproken over polythionische stress corrosion cracking. Dit zijn zuren die ontstaan door oxidatie van zwavelhoudende verbindingen (bvb door activiteit van bacteriën).

D.b Aanwezigheid van een waterlaag op de tankbodem

Indien gewoon koolstofstaal gebruikt werd, is de aanwezigheid van een waterlaag (doorgaans onder in de tank) risicoverhogend conform API 575. In de eerste plaats wordt aanbevolen om deze situatie te vermijden door regelmatig te drainen. Men kan eventueel ook overwegen om roestvast staal te gebruiken of een corrosietoeslag (overdreven dikte voor de omhulling). De aanwezigheid van zuurstof zal bijdragen tot de vorming van een beschermende oxidelaag. Het water zal doorgaans echter ook chloorionen (zouten) bevatten.

In verwarmings- of koelsystemen wordt vaak geopteerd voor het gebruik van inhibitoren die de aanwezige zuurstof verwijderen. In processen is het gebruik van inhibitoren minder verspreid omdat deze chemicaliën een invloed kunnen hebben op het proces.

D.c Aanwezigheid van natriumhydroxide, ethanol of amines onder hogere temperatuursomstandigheden, in combinatie met restspanningen in het materiaal (zogenaamde caustic stress corrosion cracking).

Indien gewoon koolstofstaal gebruikt werd, is de aanwezigheid van natriumhydroxide of amines risicoverhogend. Bepaalde types van duplex staal (zie toelichting) zouden een verhoogde weerstand hebben tegen dit fenomeen (maar niet immuun).

Belangrijk is dat dit fenomeen enkel voorkomt als de 3 bovenvermelde voorwaarden vervuld zijn. De eerste maal vaststellingen waren in de 19^{de} eeuw bij stoomketels. De toegevoegde natriumhydroxide aan het ketelwater om het basisch te maken concentreerde zich aan de buitenzijde door verdamping bij lekken omdat de onderdelen niet sluitend verbonden waren (door klinknagelverbindingen). Ter hoogte van de verbindingpunten waren spanningen aanwezig en concentreerde het natriumhydroxide zich door verdampend water. Dit leidde tot scheuren op die plaatsen en explosie van de ketel.

De gevolgen van caustic stress corrosion cracking kunnen zowel transgranular als intergranular scheuren zijn in het materiaal. In de literatuur kon het concrete mechanisme niet teruggevonden worden, de vermelde produkten zijn deze waar het fenomeen reeds werd vastgesteld in het verleden (bv bij monoethanolamine).

D.d Aanwezigheid van chloride-ionen (of analogen zoals broom, iodide e.d.) onder hogere temperatuursomstandigheden

De aanwezigheid van chloride-ionen is risicoverhogend, zeker bij verhoogde temperaturen conform API 575. Gebruik van roestvast staal is niet aan te raden aangezien de chloride-ionen het mogelijk maken dat de passivatielaag lokaal doorbroken wordt, met putcorrosie tot gevolg. Een oplossing kan zijn om een corrosietoeslag toe te kennen of een coating aan te brengen.

Met hogere temperaturen wordt doorgaans meer als 60°C bedoeld maar lagere temperaturen sluiten het fenomeen nog niet uit.

D.e Aanwezigheid van H₂S met tegelijk lichte corrosie of aanwezigheid van waterstof.

De H₂S werkt als een katalysator voor de opname van H₂ in het materiaal waardoor een verbrossing ontstaat (zogenaamd hydrogen corrosion cracking).

D.f Lokale aanwezigheid hogere temperaturen optreden in de omhulling (bv. warme voeding, interne of externe warmtewisselaars ...).

Corrosie is een chemische reactie die sneller of vlotter verloopt door een verhoging van de temperatuur.

E. Mechanische eigenschappen

Hieronder worden de belangrijkste mechanische eigenschappen opgelijst voor constructiematerialen:

vloeigrens (in N/mm²) van het materiaal: trekspanning waarbij een maximale blijvende vervorming van 0,2% ontstaat. (Engelse term: yield strenght)

Kruip: tijdsafhankelijke toenemende rek bij een continue belasting.

Broos, taai en ductiel: Een broos materiaal ondergaat bijna geen vervorming als er een kracht op inwerkt. Bij een te grote kracht breekt dit materiaal. Een taai of ductiel materiaal zal eerst een zekere vervorming ondergaan alvorens het breekt

1.4.3 Constructie

A. Lassen

A.a Werkwijze

De te lassen plaat wordt op een spanning geplaatst en de laselektrode staat op een andere potentiaal (gelijkspanning). Bij nadering van de laselektrode wordt een vlamboog getrokken (de stroomsterkte is de bepalende parameter). Tussen de laselektrode kan men een staafje met lastoevoegmateriaal klemmen. Er ontstaat zo een smeltpoel van staalplaatmateriaal en lastoevoegmateriaal. Toevoegmateriaal dat niet opgaat in de smelt wordt erna verwijderd.

Om te vermijden dat zuurstof bij het smeltbad komt zal men de smelt afdekken met poeder of met inert gas. Bijvoorbeeld kan men een inert gas laten stromen langs de laselektrode (TIG). De houding van de elektrode en de snelheid van het bewegen zijn ook van invloed op de las.

A.b Kwaliteit van de las

De lasprocedure en de kwalificatie van de lasser moet gekend en geattesteerd worden in het constructiedossier. De bekwaamheid van de lasser en correctheid van de procedure wordt getest met een proeflas die onderzocht wordt op de mechanische eigenschappen. Een erkend organisme levert deze attesten af.

Wanneer het lassen niet zorgvuldig gebeurt is kunnen er spleten en holtes ontstaan met als gevolg verminderde mechanische eigenschappen. Om kwaliteitsredenen wordt zo'n 10% van de lassen gecontroleerd via radiografie (of ultrasoononderzoek). Om veiligheidsredenen of andere kan dit percentage veel hoger uitvallen.

Twee verschillende metalen die niet in elkaar oplossen kunnen in principe niet door een smeltlas met elkaar verbonden worden maar dit komt slechts uitzonderlijk voor. Ook zijn staalsoorten met verhoogd zwavelgehalte (onderdelen voor uitvoerige machinale bewerking) moeilijk lasbaar.

Zelfs indien de metalen compatibel zijn kan wel nog een probleem optreden door de snelle verhitting en afkoeling bij het lassen (bvb vorming van het brosse martensiet, weinig vervormbaar en dus gevoelig voor scheuren). De verhoogde temperatuur kan verder ook een restspanning veroorzaken in het materiaal die later tot spanningscorrosie kan aanleiding geven, daartoe dient men soms nabehandeling uit te voeren op de lasnaad

A.c Roestvast staal lassen

Wanneer men platen aan elkaar last veroorzaakt dit een plaatselijke hoge temperatuur aan de lasnaden. Dit kan ervoor zorgen bij roestvast staal dat het chroom zich verbindt met koolstof en migreert uit de staalstructuur (chromcarbiden) en aldus plaatselijk gewoon koolstofstaal wordt. Daartoe gebruikt men types met laag koolstofgehalte (aangeduid door L na staaltype bvb 304L).

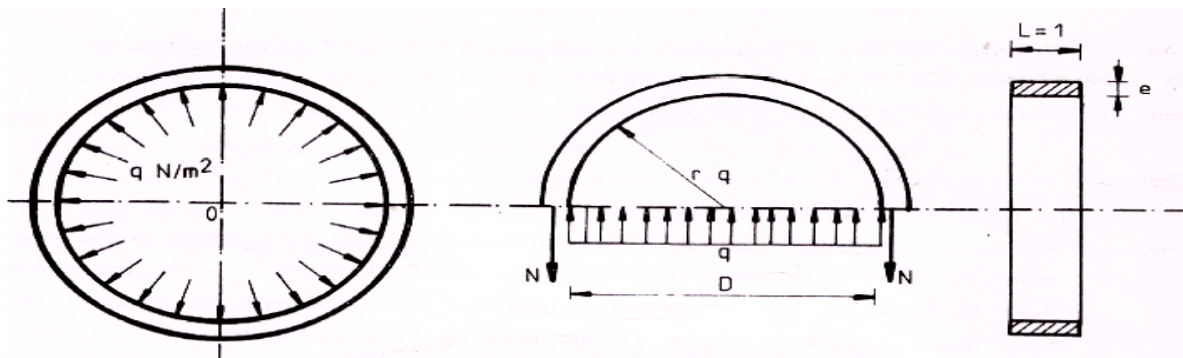
Opdat geen effectieve corrosie zou plaatsvinden bij een niet behandelde las kan men ook werken in een geschikt milieu (geen aanwezigheid van chloride-ionen). Het lastoevoegmateriaal is ook een belangrijke parameter om corrosie te vermijden.

B. Berekening materiaaldikte omhullingen

B.a Algemeen principe

De cilindrische omhullingen waarvan de wanddikte klein is tegenover de straal van de doorsnede, kunnen berekend worden met de eenvoudige formules van centrische trek en druk.

Voor omhullingen die onder een overdruk staan kan men volgende algemene formule (ketelformule genoemd) gebruiken (conform notaties in onderstaande figuur): $\sigma = q \cdot r / e$. Deze formule drukt uit dat de krachtwerking door de uniform verdeelde drukwerking ($2 \cdot r \cdot q \cdot dh$) gelijk moet zijn aan een tegengestelde kracht in de omhulling veroorzaakt door de normaalspanning ($2 \cdot \sigma \cdot e \cdot dh$) en dit beschouwd over een dunne ring met hoogte dh . Bij zeer grote drukken in reactoren is deze formule niet meer van toepassing.



Figuur : berekening spanningsverdeling

Wanneer men een bepaald materiaal selecteert zal men vooral rekening houden met de geschiktheid voor het produkt dat men wenst op te slaan. Elk constructiemateriaal wordt gekarakteriseerd door een Europese norm. Bijvoorbeeld voor roestvast staal geldt de EN norm nr. EN-10088. Deze norm geeft de mechanische eigenschappen en samenstelling van elk type roestvast staal. De meest karakteristieke eigenschap is de treksterkte waarbij het materiaal een minimale blijvende vervorming vertoont die nog net acceptabel is. In het engels wordt dit de yield strength (vloei grens) genoemd.

Voor een bepaald type koolstofstaal bijvoorbeeld accepteert men een plastische vervorming van 0,2%. De werkingsdruk mag maximaal 66% bedragen van de yield strength volgens de EN normen. De testdruk mag 75 % bedragen van de yield strength. Men vult dan in bovenstaande formule de maximale werkingsdruk in en de maximale resulterende spanning in het materiaal. Op deze manier bekomt men de vereiste materiaaldikte.

B.b Toepassing op opslagtanks

Voor de berekening van de normaalspanning (op een bepaalde hoogte) in de omhullende ring van een atmosferische opslagtank met hoogte H en wanddikte e (zie ook figuur) kan men aldus de ketelformule gebruiken. Men stelt daartoe $q = H * g * \rho$. In de EN norm voor opslagtanks (EN 14015) gebruikt men volgende formule voor berekening van de wanddikte (enkel rekening houdend met de vloeistofhoogte):

$$e = 2 * r * (98 \rho (H - 0,3) + p) / 20 \sigma$$

Hierbij kan p (druk boven vloeistofoppervlakte) verwaarloosd worden indien de ontwerpdruk lager als 10 mbar wordt gesteld. De gekozen hoogte is volgens de norm gelijk aan de hoogte van de tankwand. Indien men de waarde 0,3 verwaarloosd in de formule en men neemt 100 i.p.v. 98 dan ziet men de ketelformule terug verschijnen.

Deze formules zijn zoals eerder gesteld een vereenvoudiging en houden enkel rekening met de hydrostatische druk van de vloeistofkolom. Andere krachten die inwerken op de omhulling zijn bijvoorbeeld sneeuwval of vloeistof op het dak, wind, grondverzakkingen,...

Bemerk wel dat de berekende waarden wel nog moeten getoest worden aan de minimale waarden die in de EN norm zijn opgelijst voor tankwanden naargelang de diameter (tabel 16 van EN 14015).

C. Assemblage van onderdelen

C.a Algemene principes

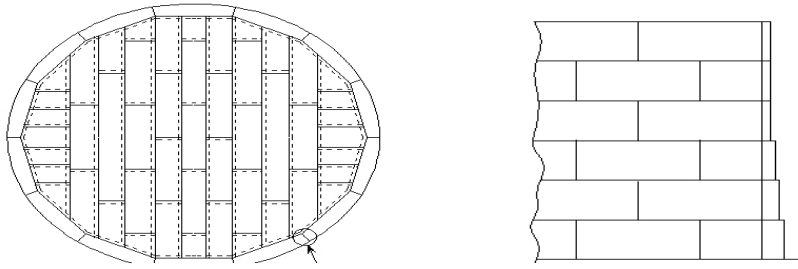
Elk onderdeel van een opslagtank moet over een materiaalcertificaat beschikken volgens een Europese norm. De nummering van de materialen verschilt van bijvoorbeeld Amerikaanse normen (304 L volgens AISI wordt 1.4306). Indien het materiaal een bewerking ondergaan heeft (buigen, smeden, walsen,...) is er een bijkomend keuringsverslag vereist ter bevestiging dat de bewerkingen werden uitgevoerd volgens de beschikbare normen. De verschillende types keuringsverslagen zijn beschreven in de norm EN- 10204.

C.b Opbouw opslagtanks

De omhullende schil van de tank wordt opgebouwd uit ringen met eenzelfde materiaaldikte die aan elkaar gelast worden (zie figuur). De dikte van de ringen neemt toe naar de bodem toe aangezien daar ook de grootste belasting is voor de omhulling. De bodem kan bestaan uit een ring van platen aan de rand van de tank met een grotere dikte (zogenaamde kroonplaten).

Binnenin deze ring worden platen aaneengelast in stroken (zie figuur). Deze constructiewijze wordt vooral gebruikt voor bodems van grotere opslagtanks. Voor een kleinere diameter hoeft dit niet.

In bepaalde gevallen zal men ook opteren voor een verzinking in het midden van de tank (sump). Hiertoe worden driehoekige platen gelast op de verzinking die dan ook een grotere materiaaldikte heeft. Indien men de tankbodem wenst te vervangen zal men steunen oplassen en telkens ondersteuningsblokken aanbrengen onder de tankwand. Vervolgens kan men de bodem afsnijden en een nieuwe oplassen.



Figuur: opbouw van een opslagtank (links: bodem, rechts: schil)

Zoals op de figuur 2 zichtbaar is overlappen de ringen elkaar licht, dit geldt ook voor de bodemplaten. In de EN norm is overlapping evenwel niet toegelaten voor de wanden. De platen moeten butt welded zijn (stompe las aan beide zijden van de tankwand). De bodemplaten mogen volgens de EN normen wel lapped welded zijn maar dan is een grotere materiaaldikte vereist (grotere kans op corrosie door de onregelmatige vorm van de bodem). De minimale dikte volgens de EN norm voor een tankbodem is vastgelegd naargelang het materiaal en de wijze van lassen. Een roestvast stalen bodem die butt welded is hoeft bijvoorbeeld maar 3 mm dik te zijn volgens de norm.

Relevant zijn verder ook nog volgende vereisten voor de wandplaten:

- indien de dikte klein is tegenover de diameter dienen de platen niet perfect volgens de omtrekscurve van de tank te worden gevormd (vanaf 5 mm dikte en 12 m diameter)
- de lasnaden van de verschillende ringen van de opslagtank (de ringen zijn doorgaans 2 meter hoog) mogen niet samenvallen
- de wandplaten mogen niet korter zijn als 1 meter.

1.4.4 Inspectie-instrumenten

Hieronder worden mogelijke inspectiemethoden opgelijst en samengevat:

A. Visuele inspectie

De meest eenvoudige manier om corrosie te detecteren is uiteraard de visuele inspectie. Om het inwendige te inspecteren is dan uiteraard wel shutdown van de installatie nodig hetgeen deze methode vaak niet toepasbaar maakt. Men dient er op te letten dat er voorzieningen getroffen zijn om ook op bepaalde plaatsen te controleren of geen corrosievorming optreedt onder de isolatie.

B. Corrosiecoupons

Een tweede methode is werken met corrosiecoupons, hetgeen goedkoop is op voorwaarde dat de coupons makkelijk plaatsbaar en verwijderbaar zijn.

C. Ultrasoononderzoek

Een andere optie is het uitvoeren van een ultrasoononderzoek. Dit is zeer geschikt om scheuren of vlakke interne fouten op te sporen in materialen. Dit is een voordeel tegenover radiografie. Een ander voordeel is dat het een snelle methode is. Nadelig is dan weer dat men ultrasoononderzoek niet voor alle soorten materialen kan gebruiken (het materiaal moet doordringbaar zijn voor ultrasoongolven en de vorm mag niet te onregelmatig zijn). Men kan ook niet alle plaatsen controleren dus eventuele plaatselijke corrosie is moeilijker detecteerbaar.

Een nieuw type van ultrasoon detectie (phased array, gebruikt door bepaalde erkende controleorganismes) is sinds enkele jaren in gebruik en zou dan toch toelaten dat ultrasoon onderzoek voor alle soorten materialen toepasbaar wordt. Bijvoorbeeld een las van roestvast staal op koolstofstaal of van 2 roestvast stalen onderdelen is in principe moeilijker te inspecteren via ultrasoondetectie.

De phased array methodiek zou veel betrouwbaarder zijn dan gewone ultrasoonmethode omdat hier gewerkt wordt met een "waaier" van golven.

Bij ultrasoononderzoek moet men de verf plaatselijk verwijderen en een vloeistof aanbrengen voor goede werking van de apparatuur (piëzo-elektrische probe). De werking van ultrasoononderzoek berust op het feit dat een geluidsgolf reflecteert bij een overgang tussen 2 materialen, waardoor een interne fout kan gedetecteerd worden. Het ultrasoon geluid wordt opgewekt via piëzo-elektrische kristallen en kent een frequentie tussen 0,5 en 10 MHz. Hoe hoger de frequentie hoe nauwkeuriger het onderzoek is maar hoe lager de penetratiediepte.

D. Elektrische weerstand onderzoek

De sensor bestaat uit een draad die blootgesteld is aan het corrosieve milieu waardoor zijn diameter afneemt. Bij afname van de diameter wijzigt de elektrische weerstand van de draad. Hierdoor is on-line monitoring van de corrosie mogelijk. De weerstand van de blootgestelde draad wordt vergeleken met de weerstand van een intacte draad die aan dezelfde temperatuur onderhevig is.

E. TOFD (time of flight diffraction)-techniek

Deze techniek maakt ook gebruik van ultrasoon golven maar dan via diffractie van de ultrasoon golf aan de rand van het defect in plaats van een reflectie op de discontinuïteit te detecteren. Deze techniek wordt als alternatief voor radiografie gebruikt bij controle van lassen. Men verplaatst de sonde, die zender en ontvanger bevat, evenwijdig met de las. De output van het onderzoek is onmiddellijk beschikbaar en digitaal, dus gemakkelijk op te slaan.

Deze techniek kan scheuren onder het metaaloppervlak beter detecteren dan de gewone ultrasoonmeting.

F. Radiografie

Men bestraalt de structuur aan 1 zijde en detecteert de ontvangen straling, die afwijkt naargelang er defecten of abnormaliteiten in het materiaal aanwezig zijn. Dit gebeurt met behulp van twee soorten elektromagnetische straling: röntgenstraling en gammastraling. Nadeel is uiteraard het stralingsgevaar en het feit dat beide zijden bereikbaar moeten zijn.

Verder is het zo dat vooral volumetrische fouten (gas-en slakinsluitingen bvb) gemakkelijk gedetecteerd worden met deze methode, detectie van scheuren is moeilijker. Ook is de te doorstralen dikte beperkt. Deze methode wordt vooral gebruikt voor detectie van fouten in lasnaden of voor detectie van fouten onder isolatie. Ze kan uiteraard ook voor andere zaken gebruikt worden. Belangrijkste voordeel is uiteindelijk dat deze methode bruikbaar is voor alle soorten materiaal, in tegenstelling tot bvb ultrasoononderzoek.

G. Akoestische emissie

Bij vervormen en scheuren (microscopisch) van een materiaal zullen geluidsgolven uitgezonden worden die detecteerbaar zijn. Uiteraard betreft het heel zachte geluiden en is er aldus een probleem wanneer er veel achtergrondlawaai is (bvb werkende compressoren, pompen,...). Men gebruikt dit vaak als eerste stap in een inspectieprogramma.

H. Magnetische veldlekmethode

Bij deze methode wordt een magnetisch veld opgewekt in een ferromagnetisch materiaal waarna discontinuïteiten worden opgespoord door een oplossing met magnetische partikels aan te brengen. Uit de resulterende veldlijnen kan een specialist eventuele defecten in het materiaal opsporen. Deze methode wordt vooral gebruikt voor tankbodems.

I. MFL (magnetic flux leakage)

Zoals vorige methode wordt hierbij een magnetisch veld opgewekt in een ferromagnetisch materiaal. Indien het materiaal aangetast is door corrosie zal dit een wijziging veroorzaken in de magnetische fluxdichtheid. De detectie gebeurt door sensoren die ingewerkt zijn in hetzelfde lichaam als de magneten die het veld veroorzaken. De sensoren detecteren driedimensionaal wijzigingen in de magnetische fluxdichtheid (uitgedrukt in Tesla). In principe gaat men ervan uit dat vooral het materiaalverlies kan gedecteerd worden met deze methode en dat men voor de dimensies en het type van de corrosie nadien moet overgaan tot bijkomende metingen met de ultrasontechniek. Sommige leveranciers stellen wel dat hun instrument op basis van bepaalde algoritmen toch een inschatting kan maken die UT overbodig zou maken. Voorlopig wordt aangenomen dat er nog geen betrouwbare methode bestaat waarbij MFL kan gebruikt worden zonder hulp van ultrasoonmetingen. De MFL techniek zal zowel interne als externe corrosie van de bodemplaten detecteren.

J. Thermografie

Kan gebruikt worden voor detecteren van fouten onder isolatie. Is in feite meer geschikt voor het detecteren van fouten in het algemeen (bvb opwarming lagers door slijtage, slechte elektrische contacten).

K. Chemische technieken

De corrosie zorgt voor een aanwezigheid van het metaal, in een opgeloste verbinding, in de processtromen. Staalname van de procesvloeistof kan een idee geven van de omvang van de corrosie. Verder kan men de toestand on-line opvolgen via pH- en zuurstofprobes.

Waterstofprobes, die de vorming van atomaire waterstof opvolgen, worden voornamelijk gebruikt in raffinaderijen om spanningscorrosie ten gevolge van H₂S bij koolstofstaal te detecteren. Waterstofprobes zijn minder effectief voor detectie van putcorrosie.

L. Potentiaalmeetprobes

De potentiaal die het materiaal aanneemt in de procesvloeistof wordt gemeten ten opzichte van een inerte elektrode. Deze techniek vereist wel een goede kennis van de elektrochemie van het systeem.

M. Lasertechnieken

Onderzoek via laser kan enkel nuttig zijn voor het detecteren van uitwendige corrosie. Deze methode wordt minder toegepast maar is wel zeer nauwkeurig.

N. Wervelstromenonderzoek

Bij dit onderzoek wordt een activerende inspectie-spoel over of in een buis gebracht. De wisselstroom in de spoel veroorzaakt wervelstromen in het proefstuk die dan op hun beurt een magnetisch inductieveld induceren, die gedetecteerd wordt met een secundaire spoel of met de inspectie-spoel. De aanwezigheid van fouten in het materiaal veroorzaakt veranderingen in het wervelstroomp patroon. Bij meer complexe structuren is deze methode weliswaar niet bruikbaar omdat de interpretatie te ingewikkeld wordt. Deze methode wordt dus vooral gebruikt voor leidingen. Voordeel is dat deze methode bruikbaar is bij hogere temperaturen aangezien de sensor niet tegen de wand moet gebracht worden.

Deze methode vereist in principe geen extra meettechniek.

O. Penetrantonderzoek

Een vloeistof, het penetrant, wordt op het materiaaloppervlak aangebracht en dringt aldus door via de beschadigingen. Vervolgens wordt het oppervlak schoongemaakt en een ontwikkelaar aangebracht die opgenomen penetrant opzuigt en dus een beeld geeft van de beschadigingen. Deze methode is enkel bruikbaar op niet al te ruwe materialen en niet al te hoge temperaturen.

2 Vragenlijst voor bovengrondse atmosferische opslagtanks

2.1 Ontwerp & constructie

2.1.1 Constructiedossier

Identificatiecode en constructiedossier

1. Beschikt de opslagtank over een eenduidige identificatiecode?
2. Beschikt men over een volledig constructiedossier voor de opslagtank?
3. Indien niet volledig meent u dat dit constructiedossier toch nog de meest essentiële informatie omvat (zie ook verdere vragen) om een goede inschatting te maken van de huidige toestand van de tank en het tijdstip voor een nieuw onderhoud?
4. Indien nee, werd er voorzien om binnen de 10 jaar na de laatste inwendige inspectie (of indienstname) een nieuwe controle uit te voeren waarbij de meest essentiële ontbrekende informatie (zie ook verdere vragen) wordt toegevoegd aan het bestaande dossier? Deze termijn wordt voorzien in de API normen.
5. Indien men een langere termijn dan 10 jaar heeft voorzien, kan men toelichten op welke normen zich baseert?

Alle tanks moeten een eenduidige code hebben. Dit is noodzakelijk voor de link met de ontwerpdocumentatie. Deze code wordt ook vermeld op de opslagtank zelf met bijkomende informatie (zie sectie 20.2 van EN 14015 inzake de identificatieplaat).

Constructiedossier

6. Vermeldt het constructiedossier de norm of constructiecode die gebruikt werd?

De meeste bovengrondse atmosferische opslagtanks in België werden geconstrueerd volgens één van onderstaande constructienormen:

- 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 (Europese norm voor constructie van opslagtanks)
- API 650: Welded steel tanks for oil storage (American Petroleum Institute)
- BS 2654: Specification for manufacture of vertical steel welded non-refrigerated storage tanks with butt-welded shells for the petroleum industry (Britisch Standard, gelijkaardig als API)
- DIN4119-1: Oberirdische zylindrische Flachboden-Tankbauwerke aus metallischen Werkstoffen; Grundlagen, Ausführung, Prüfungen en DIN4119-2: Oberirdische zylindrische Flachboden-Tankbauwerke aus metallischen Werkstoffen; Berechnung (Duitse normen).
- CODRES: Code Français de Construction des Réservoirs Cylindriques Verticaux en Acier UCSIP et SNCT

Onderdelen van de opslagtank

7. Welk materiaal is gebruikt voor de constructie van de opslagtank?
8. Kent men de mechanische eigenschappen van dit materiaal (vloei grens, treksterkte, originele dikte)
9. Kent men de chemische eigenschappen van dit materiaal (corrosie-eigenschappen + interactie en bestendigheid bij bepaalde chemicaliën)?
10. Kan men de vermelde eigenschappen aantonen (bijvoorbeeld met een materiaalcertificaat van de leverancier van dit onderdeel of op enige andere wijze)?
11. Beschikt men over constructietekeningen voor de opslagtank waarmee verduidelijkt wordt hoe de assemblage van de (genummerde) onderdelen uitgevoerd is?

Meer informatie omtrent vereiste documentatie kan men terugvinden in de normen. Bijvoorbeeld i.v.m. vereiste documentatie voorziet EN 14015 in een overzichtslijst in sectie 20 van de norm.

Voor nieuwe tanks zou men in van de leverancier in principe volgende informatie moeten bekomen:

- een lijst van de onderdelen (bijvoorbeeld gevormde staalplaten, armaturen voor kleppen en instrumentatie,...) waarmee de opslagtank geconstrueerd werd
- een materiaalcertificaat van de leverancier voor elk onderdeel. Dit certificaat vermeldt de overeenstemming met respectievelijke normen voor constructiematerialen en de mechanische eigenschappen van het onderdeel
- voor elk onderdeel dat een bijkomende bewerking (buigen, vervormen,...) onderging over een keuringsverslag conform een norm (bvb. EN 10204).

Metaallegeringen met verschillende uitzettingscoëfficiënt

12. Wordt er op gelet om geen metaallegeringen met elkaar te verbinden die een zeer verschillende uitzettingscoëfficiënt hebben bij opwarming?

Bijvoorbeeld gebruik van gewone stalen bouten bij een roestvaststalen flensverbinding. Dit kan soms wenselijk zijn om bepaalde mechanische vereisten te bekomen (de roestvast stalen bouten zijn niet altijd herbruikbaar na inschroeven). De uitzettingscoëfficiënt van het koolstofstaal is echter veel lager zodat de bouten los kunnen komen.

2.1.2 Lasverbindingen

Identificatie lasverbindingen

13. Zijn alle geplaatste lassen geïdentificeerd?

Het identificeren van lassen houdt in dat de lassen genummerd worden. Het is aangewezen om bij te houden wie ze geplaatst heeft en met welke lasprocedure dit gebeurde. Afhankelijk van de gebruikte norm kan de wijze van identificeren licht verschillen.

Verdere bepalingen omtrent lassen kan men vinden in sectie 17 en 18 van EN 14015

of sectie 7 van API 650.

Voor nieuwe tanks zou men in principe documentatie moeten krijgen van de goedkeuringsprocedure van de lasprocedure volgens een norm (bvb EN 15614), deze procedure omvat het lassen van een teststuk.

Controle lasverbindingen

14. Vermeldt het constructiedossier welke controles werden uitgevoerd op de lasverbindingen na uitvoering?

De volgende soorten lasverbindingen kan men bijvoorbeeld onderscheiden:

- verticale las in de onderste tankwandring
- verticale lassen in de tankwand
- horizontale lassen in de tankwand
- T- joints (100% te testen als koolstofstaal met dikte meer als 30 mm).

Het percentage lasverbindingen dat men moet onderzoeken hangt af van volgende parameters:

- type onderdeel van de tank (bodem, dak, wand, overgangen)
- treksterkte, dikte van het materiaal
- koofstofstaal of roestvast staal
- locatie van lasverbinding (verticaal, T-joint,...)
- type van lasverbinding (stompe las = butt weld, hoeklas = fillet weld).

Men kan lasverbindingen onderzoeken onder meer via volgende technieken: visueel, penetrantonderzoek, magnetisch partikelonderzoek, vacuumboxonderzoek, radiografie, ultrasoononderzoek.

Verdere bepalingen omtrent testen van geplaatste lassen kan men vinden in sectie 19 van EN 14015. De concrete percentages zijn vermeld in tabel 29, 30 en 31 van EN 14015.

In geval men een fout vaststelt bij het testen schrijft bijvoorbeeld EN14015 voor om langs beide zijden van de fout 1 meter lasverbinding te onderzoeken. Indien hier ook een fout voorkomt dient men de volledige dagproductie te onderzoeken, van de automatische lasmachine of van de lasser.

2.1.3 Fundering

Tekeningen van de fundering

15. Bevat het constructiedossier duidelijke tekeningen van de fundering?

De tekeningen geven de bouwlagen en drainleidingen duidelijk weer met hun respectievelijke afmetingen.

Informatie omtrent constructie van funderingen voor opslagtanks is te vinden in appendix B van API 650 en sectie 14 van EN 14015.

Men kan de mogelijkheden voor een fundering globaal als volgt opdelen:

- de bestaande aanwezige ondergrond
- een betonring of stenen ring
- een betonplaat
- een aangebrachte ondergrond zoals kiezelstenen of stabilisé (mengsel van zand en cement)

Er zijn 3 opties voor het uitvoeren van een fundering. De eenvoudigste optie betreft het gebruik van de bestaande ondergrond als fundering. In bepaalde omstandigheden is dit echter niet mogelijk gezien de toestand van de ondergrond en zal men een betonnen sokkel gieten, eventueel op betonnen palen. Het gebruik van de bestaande ondergrond kan ook niet voldoende zijn bij grotere opslagtanks met een hoge tankwand. Het gewicht van de tankwand zal een betonnen ring vereisen. Binnen de ring kan men opvullen met grind of zandlagen.

Alle types van fundering (behalve die op volledig gegoten sokkel) vereisen een oliehoudende zandlaag van 5 cm onder de tankbodem om te vermijden dat water tot bij de tankbodem komt en om spanningscorrosie in de tankbodem te vermijden (zie verder hieronder).

Hoogte tankbodem

16. Is er een voldoende hoogteverschil tussen de tankbodem en de omringende grondoppervlakte?

De API 650 vereist bijvoorbeeld een hoogte van minstens 150 mm na de hydrostatische druktest.

Zettingsmetingen

17. Werden zettingsmetingen uitgevoerd voor indienstname van de opslagtank?

18. Is hierbij een plan opgesteld voor metingen in de toekomst (markeren van de meetpunten en vastlegging van toegelaten afwijkingen)?

19. Kunnen er verzakkingen van de ondergrond verwacht worden?

De API 653 (zie annex B: evaluation of tank bottom settlement) schrijft voor om minstens 8 meetpunten te selecteren (en te markeren voor toekomstige metingen). De afstand tussen 2 meetpunten mag niet meer zijn dan 9 meter langs de tankomtrek. De tank kan zich zich zetten in een uniform horizontaal vlak maar kan ook in zijn geheel lichtjes kantelen in een uniform vlak (planar tilt). Na vastlegging van de algemene zetting van de tank zal men bijkomend moeten nagaan of er lokale verzakkingen zijn. Deze kunnen bijvoorbeeld optreden door de belasting van de tankwand op de fundering.

Grondlaag onder tankbodem

20. Is het oppervlak onder de tankbodem voorzien van een fijnkorrelige zandlaag (eventueel oliehoudend) waarbij de constructie zo is dat deze niet kan weggeduwd worden in de onderliggende lagen door de belasting van de tank? Indien de sokkel volledig in beton gegoten is, is een dergelijke laag uiteraard niet vereist.

Het gebruik van grofkorrelig materiaal (bvb. kiezelstenen) onder de tankbodem wordt afgeraden in de API norm 650. Een contact van de tankbodem met grotere of scherpe partikels zou kunnen leiden tot lokale puntbelastingen in de tankbodem, hetgeen aanleiding geeft tot kleine corrosiecellen en finaal resulteert in putcorrosie.

Stabiliteitsberekeningen

21. Bevat het constructiedossier de nodige berekeningen die aangeven dat de fundering voldoende stabiliteit garandeert?

Men dient hiervoor enerzijds de drukkrachten door de vloeistofkolom ($\rho \cdot g \cdot h$) en de tankomhulling te berekenen. Anderszijds dient men de materiaaleigenschappen van het beton (druksterkte en treksterkte) en zijn wapening (treksterkte) en de draagkracht van de bodem te kennen. Vooraleer de constructie van een tank aan te vatten dient de ondergrond voorbereid. In eerste instantie dient de globale stabiliteit van de bodem te worden nagegaan. Men dient uit te maken of deze het gewicht van de tank bestaande uit de fundering, de metalen constructie en de toekomstige inhoud kan dragen. Dit kan door de vergelijking te maken tussen enerzijds de druk die de ondergrond zal ervaren en anderzijds de drukweerstand van de bodem. De eerste waarde kan worden bepaald door de verhouding tussen het totale gewicht van de gevulde tank en de grootte van het steunvlak te berekenen. De drukweerstand van de bodem kan het best worden bepaald door het uitvoeren van diepsonderingen of gegevens van eerder uitgevoerde diepsonderingen te bestuderen. Ook op basis van een boorprofiel of geologische kaarten kan uitgaande van de opbouw van de ondergrond een idee verkregen worden van de drukweerstand van de bodem. Indien de stabiliteit onvoldoende is kan de oplossing er in bestaan om betonpalen te plaatsen tot op een diepergelegen stabiele laag. Dit zal meestal de eerste kleilaag zijn die men aantreft in de ondergrond.

Verankering

22. Kan de opslagtank omkantelen door externe krachten (rukwinden).

Eventueel zal een verankering van de tank nodig zijn.

Via een berekening kan men nagaan of het risico aanwezig is, indien dit het geval is dient de tank verankerd. In voorkomend geval, zullen het aantal ankers en de gebruikte materialen ervoor eveneens dienen bepaald conform de constructienorm.

Omkantelen is mogelijk als het moment veroorzaakt door inbeuken van de wind op de tank groter is dan het moment dat nodig is om de tank te laten kantelen.

Methode volgens API 650: Om het eerste moment te berekenen wordt uitgegaan van rukwinden van 160 km/h. De norm voorziet correctieformules voor hogere en lagere windsnelheden. Afwijking in plus is nodig voor bepaalde streken, afwijkingen in min dienen gemotiveerd. De rukwinden oefenen een druk (kracht per m²) uit op de tank⁽¹⁾.

Door deze druk te vermenigvuldigen met de blootgestelde oppervlakken⁽¹⁾ en de hoogte van het zwaartepunt van de tank bekomt men het eerste moment. Om het

tweede moment te berekenen wordt het gewicht van de tank (exclusief membraanplaten) verminderd met het ophefeffect door de maximale interne druk (deze kracht = horizontale projectie van het dakoppervlak x deze druk) vermenigvuldigd met de straal van de tank. Als veiligheidsfactor wordt 2/3 voorgeschreven, moment 1 moet dus kleiner zijn dan 2/3 van moment 2.

⁽¹⁾ Men werkt met in een vlak geprojecteerde oppervlaktes en gecorrigeerde drukken. Voor een standaardtank worden wand en dak blootgesteld aan de wind:

	Geprojecteerd oppervlak	Ondervonden druk (bij 160 km/h)
Wand	hoogte wand x diameter tank	0,86 kN/m ²
Dak	Afhankelijk van vorm	0,72 kN/m ²

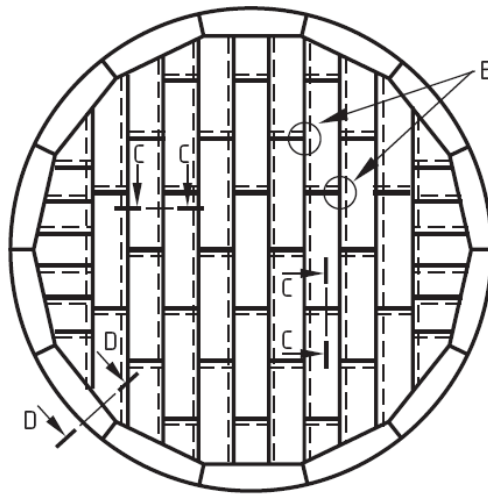
2.1.4 Dimensionering van de opslagtank

Specificatie en berekening van de wanddiktes

23. Vermeldt het constructiedossier de vereiste minimale diktes van de volgende delen van de omhulling:
 - tankbodem (membraanplaten)
 - ringen van de tankwand (ongeveer 2 meter hoog)
 - kroonplaten (buitenste ring van de tankbodem, normaal dikker dan rest van de bodem)
 - dakconstructie
 - armaturen (voor kleppen en instrumentatie)
24. Zijn de berekeningen van de vereiste minimale diktes opgenomen in het constructiedossier?
25. Houdt de sterkteberekening rekening met een maximale vulling door een product met dezelfde dichtheid als het product of de producten die in de tank opgeslagen worden?
26. Is duidelijk aangegeven in de sterkteberekening wat de maximale vullingsgraad is waarmee rekening wordt gehouden in de berekeningen ?

Toelichting bij berekeningen minimaal vereiste diktes van de verschillende bodemplaten.

Men dient onderscheid te maken tussen kroonplaten (buitenste rand) en membraanplaten (centrum). Dit is verduidelijkt in onderstaande figuur die de klassieke opbouw van de bodem illustreert. Bij bepaalde tanks (zeker met kleinere diameter) kan afgeweken worden van dit klassiek concept.



Klassieke opbouw van een bodem

1. Membraanplaten

De minimale dikte van de membraanplaten hangt af van de constructiewijze en het type materiaal.

API 650 schrijft voor een standaardtank (C-staal) een minimale dikte voor van 6 mm.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de minimale diktes voor de membraanplaten volgens EN 14015 in functie van gebruikt materiaal en type lasverbinding. Indien sprake van corrosieve producten dienen deze diktes steeds vermeerderd met een corrosietoeslag.

	overlapias	stompe las met onderlegstrip
C-staal	6 mm	5 mm
RVS	5 mm	3 mm

2. Kroonplaten

De kroonplaten hebben als belangrijke functie de wand te ondersteunen. Deze zullen dus meestal dikker zijn dan de membraanplaten. De minimale dikte hangt dan ook af van het gewicht van de wandplaten. Aangezien de dikte van de onderste plaatgang maatgevend is voor het gewicht van de wand (de diktes van andere plaatgangen worden op eenzelfde manier berekend) kan de minimale dikte van de kroonplaten afgeleid worden uit de dikte van de onderste plaatgang (berekening zie na vraag 32).

API 650 vereist daarnaast dat eveneens de toelaatbare spanning S in de onderste plaatgang mee in rekening wordt gebracht. Op basis van deze twee waarden kan de minimale dikte uit onderstaande tabel worden afgeleid.

dikte onderste plaatgang t (mm)	toelaatbare spanning in onderste plaatgang S (N/mm ²)			
	≤ 190	≤ 210	≤ 230	≤ 250
$t \leq 19$	6	6	7	9
$19 < t \leq 25$	6	7	10	11
$25 < t \leq 32$	6	9	12	14
$32 < t \leq 38$	8	11	14	17
$38 < t \leq 45$	9	13	16	19

Hierbij is
$$S = \frac{4,9 D (H - 0,3)}{t}$$

met S = toelaatbare spanning in de onderste plaatgang (N/mm²)
D = diameter tank (m)
H = maximale vloeistofhoogte in de tank (m)
t = dikte van de onderste plaatgang (mm)

Volgens EN 14015 is de minimale dikte van de kroonplaat gelijk aan 3 mm vermeerderd met één derde van de dikte van onderste plaatgang zonder dat dit minder dan 6 mm mag zijn.

Toelichting bij berekeningen minimaal vereiste diktes van de verschillende wandplaten.

De berekening van de dikte van de wandplaten (per plaatgang) hangt af van de hydrostatische druk en van de toegelaten inwendige overdruk boven de opgeslagen vloeistof. In de EN norm voor opslagtanks (EN 14015) gebruikt men volgende formule voor berekening van de wanddikte :

e = maximum van:

$$2 * r * (98 \rho (H - 0,3) + p) / 20 \sigma \text{ en}$$

$$2 * r * (98 \rho_t (H - 0,3) + p) / 20 \sigma_t$$

Verklaring symbolen:

e = vereiste minimale dikte (in mm)

σ = toelaatbare spanning in materiaal bij operationele condities, zijnde 2/3 van de vloeigrens (in N/mm²) van het materiaal (trekspanning waarbij een maximale blijvende vervorming van 0,2% ontstaat). (Engelse term: yield strenght)

Bijvoorbeeld: staal met een koolstofgehalte van 0,1% heeft een vloeigrens tussen 180 en 220 N/mm².

σ_t = toelaatbare spanning in materiaal bij testcondities, zijnde 3/4 van de vloeigrens (in N/mm²)

H= hoogte (in m) vloeistofkolom boven onderzijde beschouwde plaatgang

r= straal (in m) opslagtank

ρ = dichtheid (in kg/l) product dat men wenst op te slaan

ρ_t = dichtheid product (in kg/l) waarmee hydrostatische druktest wordt uitgevoerd. Meestal zal dit 1 zijn aangezien met water wordt gewerkt.

p = druk (in mbar) boven vloeistofoppervlakte. Deze kan verwaarloosd worden indien de ontwerpdruk lager als 10 mbar wordt gesteld. Verdere uitleg kan men terugvinden in sectie 9 van EN 14015.

API 650 hanteert dezelfde formule (met andere symbolen) maar voor de toelaatbare spanningen dient het minimum gekozen van:

Bij operationele condities: 2/3 van de vloeigrens en 2/5 van de treksterkte (trekspanning waarbij insnoering optreedt) (Engelse term: (ultimate) tensile strenght)

Bij testcondities: 3/4 van de vloeigrens en 3/7 van de treksterkte

API 650 laat ook andere rekenmethodes toe.

Onafhankelijk van de uitkomst van bovenstaande formules dient elke plaatgang een minimale dikte te hebben vermeld in de normen. Enkele waarden zijn samengevat in onderstaande tabel. Deze tabel geldt enkel voor C-staal, voor RVS gelden andere minimale diktes.

diameter tank (m)	minimale dikte wandplaten (mm) volgens ...	
	API 650 - 3.6.1.1	EN 14015 - table 14
< 15	5	5
15-30	6	6
30-36	6	8
36-60	8	8
60-90	10	10
>90	10	12

In de praktijk betekent dit (voor een tank geconstrueerd vlg. API 650 of EN 14015) dat de dikte van de onderste plaatgang wordt bepaald op basis van de sterkteberekeningen via bovenstaande formules. Vanaf een bepaalde plaatgang zal deze berekende waarde echter lager liggen dan de minimale waarde uit bovenstaande tabel en zal de tabel maatgevend zijn. Vanaf die hoogte zijn alle platen dan ook even dik.

Weerstand tegen belasting door sneeuw en wind

27. Houdt men bij de sterkteberekeningen rekening met realistische waarden voor belastingen door wind en sneeuw?

Weerstand tegen belasting bij betreding dak

28. Is de dakconstructie voldoende stevig om toe te laten dat deze veilig betreden kan worden?

Indien nodig moet men het dak kunnen betreden voor werkzaamheden of aflezen van instrumentatie.

2.1.5 Instelling en dimensionering van de ademventielen

Instelling ademventielen

29. Beschikt elk ademventiel over een identificatiecode die ter plaatse is aangebracht op de klep en gelinkt is met de ontwerpdocumentatie?
30. Vermeldt het constructiedossier de uiterste overdruk, onderdruk en temperatuur waartegen de omhulling bestand is?
31. Is de insteldruk (set pressure) van de ademventielen aangepast aan de ontwerpdruk van de tank?
32. Is de insteldruk (onderdruk/overdruk) ook afleesbaar ter plaatse bij het ademventiel?
33. Is de diameter van de inlaat-en uitlaatleiding gekend?
34. Is de diameter van de inlaatleiding vermeld op de identificatie ter plaatse?
35. Is er bij mogelijke opslag van ontvlambare vloeistoffen een vlammenstop (flame arrestor) aanwezig in de afblaasleiding?
36. Werd de invloed van de drukval over de vlammenstop mee in rekening gebracht bij de dimensioneringsberekeningen?

Conform de bepalingen van de EN 14015.

Afblaascapaciteit

37. Is de maximale vereiste afblaascapaciteit gekend (in Nm³/h) en komt deze overeen met de capaciteit van de ademventielen?
38. Zijn de berekeningen voor de maximale afblaascapaciteit opgenomen in het constructiedossier?

Conform de bepalingen van de EN 14015.

Deze afblaascapaciteit bij een bepaalde insteldruk moet ter plaatse aan het ademventiel vermeld zijn.

Voor het dimensioneren van de afblaasventielen dient men de verschillende relevante afblaasscenario's te beschouwen en de uiterste waarde te weerhouden. Deze scenario's zijn klassiek het afblazen of inzuigen bij:

- verpompings
- opwarming of afkoeling
- brand.

Meer uitleg kan men terugvinden in annex L van EN 14015 (ademventielen). Hier worden formules gegeven voor het berekenen van de vereiste maximale uitblaascapaciteit. Deze is afhankelijk van de pompcapaciteit, de thermische eigenschappen van de vloeistof en de gebruikte isolatie. Deze annex geeft ook bepalingen inzake de periodieke inspecties van de ademventielen (testen met lucht).

De meest voorkomende situatie daarbij is die van een niet-geïsoleerde opslagtank met beperkte dampspanning. Ter illustratie worden hiervoor de formules weergegeven:

Bij verpompings: $U_{op} = U_{pt}$

Bij opwarming: $U_{ot} = 0,25 * V_T^{0,9} * R_o$ met $R_o = (1 - dP_{ap}/140)^{1,6}$

Waarbij:

U_{op} = vereiste afblaascapaciteit bij verpompings in Nm³/h

U_{pt} = maximale verladingscapaciteit in m³/h

U_{ot} = vereiste afblaascapaciteit bij opwarming in Nm³/h

V_T = tank volume in m³

dP_{ap} = geaccumuleerde druk in de tank

R_o = reductiefactor, kan men 1 stellen als $dP_{ap} < 5$ mbar

In API 650 wordt verwezen naar berekeningen volgens API Std 2000.

2.1.6 VLAREM vereisten bij constructie

In VlareM dient onderscheid gemaakt tussen bestaande en nieuwe tanks. Bestaande tanks zijn in geval van opslag van P-producten (vloeistoffen met vlampunt < 250°C) tanks waarvoor een vergunning werd verleend (of aanvraag in behandeling was) vóór 01.01.1993. Voor niet P-producten spreekt men van bestaande tanks indien een vergunning werd verleend (of aanvraag in behandeling was) vóór 01.05.1999.

Bij onderstaande vragen is aangegeven of zij (volgens VlareM) enkel gelden voor nieuwe tanks, bestaande tanks of alle tanks.

Aspecten van vele vragen werden in voorgaande vragenreeks reeds bekeken. Vele vragen hoeven dat ook niet meer uitgebreid behandeld. Voor de duidelijkheid zijn deze vragen hieronder nog eens samen opgelijst.

39. Nieuwe tanks: Beschikt de exploitant over attesten aangaande de bouwwijze, keuringen en beproevingen waarin de gebruikte codes van goede praktijk, de uitgevoerde controles en de relevante vaststellingen duidelijk vermeld zijn?

Conform de bepalingen van VLAREM II (5.17.1.20).

40. Nieuwe tanks: Zijn deze gebruikte bouwwijze, keuringen en beproevingen aanvaard door een milieudeskundige of door een bevoegd deskundige?

Conform de bepalingen van VLAREM II (5.17.3.2.§1 en bijlage 5.17.2).

41. Alle tanks: Zijn alle metalen gedeelten van de houders, bestemd voor de opslag van P1- en/of P2-producten, het vlottend dak van de houders inbegrepen, op equipotentiaal gebracht?

Conform de bepalingen van VLAREM II (5.17.3.2.§2)

42. Nieuwe tanks: Beschikt de exploitant over een indienststellingskeuring?

Conform de bepalingen van VLAREM II (5.17.3.4):

- uitgevoerd na de installatie, maar vóór de in gebruikname van de houder
- controle van de houder, de leidingen en de toebehoren, het waarschuwings- of beveiligingssysteem tegen overvulling, de inkuiping en de brandbestrijdingsmiddelen en in voorkomend geval, het lekdetectiesysteem en de aanwezige voorzieningen ten behoeve van damprecuperatie
- onder toezicht van een milieudeskundige of een bevoegd deskundige

Voor bestaande tanks werd een termijn opgelegd waarbinnen, ter vervanging van de indienststellingkeuring, een eerste algemeen onderzoek diende te gebeuren. Dit wordt behandeld bij vraag 126-130.

43. Nieuwe tanks: Vermeldt het verslag de naam en het erkenningsnummer van de deskundige die het onderzoek heeft uitgevoerd?

Conform de bepalingen van VLAREM II (5.17.3.17).

44. Nieuwe tanks: Blijkt uit het verslag (attest opgesteld door deskundige naar aanleiding van onderzoek) ondubbelzinnig of de houder en de installatie al dan niet voldoen aan de voorschriften?

Conform de bepalingen van VLAREM II (5.17.3.17).

45. Nieuwe tanks: Is op de houder een kenplaat aangebracht?

Conform de bepalingen van VLAREM II (5.17.3.5.§1 en bijlage 5.17.2)

Op elke houder is op een zichtbare en goed bereikbare plaats een kenplaat blijvend aangebracht, waarop vermeld zijn (strikt genomen enkel voor tanks gebouwd volgens prototype):

- de naam en het merkteken van de constructeur;
- het fabricagenummer;
- de laatste twee cijfers van het jaartal van de controle;
- de inhoud in liter en de globale afmetingen (diameter en lengte);
- de aangewende norm;
- het nummer van de prototypekeuring;
- de proefdrukken in bar.

46. Alle tanks: Zijn volgende aanduidingen op een goed zichtbare plaats aanwezig op de houder?

Conform de bepalingen van VLAREM II (5.17.3.5.§2)

- het nummer van de houder;
- de naam of de codenummers of -letters van de opgeslagen vloeistof;
- de gevaarsymbolen;
- het waterinhoudsvermogen van de houder.

Vraag voor houders > 50.000 liter

47. Nieuwe tanks: Is een stabiliteitsstudie gemaakt door een deskundige ?

Conform de bepalingen van VLAREM II (5.17.3.6.§2).

2.2 Analyse van corrosieproblemen

Corrosie door aanwezige stoffen

48. Welke producten mogen opgeslagen worden in de tank?
49. Welk product is momenteel opgeslagen in de tank?
50. Kent men de concrete samenstelling van de opgeslagen producten (eventuele verontreinigingen)?
51. Wordt geverifieerd dat aangevoerd product de juiste samenstelling heeft?
52. Kan men aantonen dat het gebruikte constructiemateriaal geschikt is voor de opgeslagen producten?
53. Werd onderzocht welke stoffen aanwezig kunnen zijn bij abnormale omstandigheden?
54. Werden de eventuele corrosieproblemen onderzocht die het gevolg kunnen zijn van de aanwezigheid van ongewenste stoffen?

De aanwezigheid van volgende condities kan een versnelde corrosie veroorzaken:

- een licht zuur milieu: eventueel RVS gebruiken.
- een sterk zuur milieu: indien een passivatielaag gevormd wordt kan koolstofstaal worden gebruikt, anders eventueel emallaag aanbrengen.
- chloride-ionen: bij hoge concentraties geen RVS gebruiken, bij lagere concentraties kan gebruik van RVS 316L i.p.v. 304L volstaan.
- een basisch milieu met verhoogde temperaturen (natriumhydroxide, amines, ethanol, monoethanolamine,...): eventueel gebruik van duplex staal.
- waterstofsulfide: materiaal bestand tegen HCC fenomeen (hydrogen corrosion cracking).
- een waterlaag onderaan de opslagtank: regelmatig drainen.
- lokaal hogere temperaturen (warme voeding, interne of externe warmtewisselaars): grotere materiaaldikte kan vereist zijn.

Corrosie onder isolatie

55. Is de tank geïsoleerd?
56. Treden er temperatuurswisselingen op waardoor condensatie kan ontstaan achter de isolatie?
57. Is de isolatie waterdoorlatend?
58. Komt de isolatie tot aan het grondniveau?
59. Bevat het isolatiemateriaal chloride-ionen?
60. Werd de tank voorzien van een beschermende verflaag onder de isolatie?

Thermisch isoleren is in bepaalde gevallen noodzakelijk om economische redenen of om stollen te vermijden. Dit veroorzaakt wel enige nadelen. Ten eerste is visuele inspectie onmogelijk.

Ten tweede kan isolatie een belangrijke factor spelen in het optreden van externe

corrosie.

Isolatiematerialen die water kunnen absorberen geven aanleiding tot condities onder de isolatie die veel corrosiever zijn dan in geval van blootstelling aan de atmosfeer. Het vocht kan afkomstig zijn van regen of van uitrusting voor koeling of brandbestrijding (dat regelmatig getest wordt). Plaatsen waar de isolatie onderbroken wordt zijn bijgevolg erg kritisch: aansluitingen voor instrumentatie, mangaten, ondersteuning, hijsringen, drain- en staalnamepunten, enz. Water kan ook opgeslorpt worden van plassen indien de isolatie tot aan de grond reikt.

Een andere bron van water is de condensatie van vocht in de lucht. Dit probleem stelt zich in het bijzonder wanneer de temperatuur varieert (in een temperatuursgebied waarbinnen vocht kan condenseren), bijvoorbeeld als gevolg van het opstarten of stopzetten van de installatie of ten gevolge van de normale procesvoering.

Hoge temperaturen kunnen aanleiding geven tot het concentreren van zouten aanwezig in het vocht bij lage temperaturen. Deze zouten kunnen leiden tot verhoogde corrosie wanneer de temperatuur daalt en de isolatie opnieuw vocht opneemt.

Sommige isolatiematerialen bevatten bovendien chloridenionen (bijvoorbeeld pvc-isolatie) die door het vocht uitgeloozd worden en aanleiding kunnen geven tot corrosie van roestvaste staalsoorten.

Het isolatiemateriaal is niet de enige mogelijk bron van zouten. Zouten kunnen ook afkomstig zijn van de omgevingslucht, bijvoorbeeld in kustgebieden of ten gevolge van emissies in de omgeving.

Externe corrosie onder isolatie treedt voornamelijk op in een temperatuursgebied van -5°C en 105°C en in het bijzonder tussen 60°C en 80°C. Bij lagere temperaturen is de reactiesnelheid te traag en bij hogere temperaturen wordt het vocht in hoge mate verdreven.

Verflagen kunnen een (zekere mate van) bescherming bieden tegen het optreden van corrosie onder isolatie.

Corrosie door gebruik van verschillende metalen

61. Is het toegestaan om minder edele metalen in contact te brengen met het metaal van de opslagtank (bijvoorbeeld armaturen of stukken aangesloten leidingwerk)?

Men dient te vermijden dat minder edele metalen in contact staan met het metaal van de opslagtank (bijvoorbeeld armaturen of stukken aangesloten leidingwerk).

Wanneer een beperkte hoeveelheid van een onedel metaal in contact komt met een grotere hoeveelheid van een meer edel metaal (hogere elektrodepotentiaal) dan zal dit aanleiding geven tot ernstige corrosieverschijnselen. De stroomdichtheid in de anode zal dan immers zeer hoog zijn.

Erosie-corrosie

62. Stroomt de ingaande vloeistofstroom rechtstreeks tegen de tankwand?

Wanneer de ingaande vloeistofstroom rechtstreeks tegen de tankwand stroomt, kan de passivatielaag op wand beschadigd worden door erosie.

Corrosie ten gevolge van bezinksels

63. Kunnen er zich onder in de tank bezinksels of niet waterige fases accumuleren?
64. Is er een mogelijkheid om regelmatig water af te drainen?
65. Is de omhulling zo ontworpen dat alle water in de bodemlaag kan afgedraind worden?

Indien er op sommige plaatsen water kan blijven staan dan kan dit lijden tot ernstige corrosie op die plaats. Zelfs na verbruik van alle zuurstof in het stilstaande water kan de corrosie soms doorgaan door het principe van differentiële aëriatie of door de zure condities.

Corrosie ten gevolge van differentiële aëriatie

66. Is het mogelijk dat het vloeistofniveau in de tank zeer lange tijd behouden blijft?

De meest zuurstofrijke plaats (boven het vloeistofoppervlak, hogere elektrodepotentiaal conform de vergelijking van Nernst) zal fungeren als kathode en de minder zuurstofrijke plaats als anode en dus versneld gaan corroderen. Het risico wordt verhoogd als het produkt zwaarder is als water en er dus een waterlaag aanwezig is aan de vloeistofgrens. Een constant vloeistofniveau geeft dus een verhoogd risico van corrosie ter hoogte van het vloeistofoppervlak.

Bijkomende VLAREM vereisten (alle tanks)

67. Is de vloeistof waarmee de tank gevuld wordt deze waarvoor de tank ontworpen is?
68. Zoniet, is onderzocht door een milieudeskundige of een bevoegd deskundige dat de houder hiervoor geschikt is?

Conform de bepalingen van VLAREM II (5.17.1.17.9)

2.3 Inwendige inspectie

2.3.1 Inspectieverslagen

Beschikbaarheid inspectieverslagen

69. Beschikt men over een volledig gedocumenteerd verslag (zie ook verdere vragen) van de laatste inwendige inspectie van de opslagtank?
70. Indien niet volledig meent u dat dit verslag toch nog de meest essentiële informatie omvat (zie ook verdere vragen) om een goede inschatting te maken van de huidige toestand van de tank en het tijdstip voor een nieuw onderhoud?
71. Indien nee, werd er voorzien om binnen de 10 jaar na de laatste inwendige inspectie een nieuwe controle uit te voeren? Deze termijn wordt voorzien in de API normen.
72. Indien men een langere termijn dan 10 jaar heeft voorzien, kan men toelichten op welke normen zich baseert?

Een uitgebreid en voldoende gedocumenteerd inspectieverslag is een vereiste volgens API 575 en 653. Het moet de basis vormen voor inspectie en onderhoud in de toekomst.

Een inwendig onderzoek impliceert een grondige reiniging en het buiten dienst stellen van de opslagtank. Conform API 575 is een alternatieve inspectiemethode zoals akoestische emissie voor onderzoek van de interne corrosie enkel te gebruiken als aanvulling. Deze controles kunnen niet leiden tot een verlenging van de minimale vermelde termijnen in API 653 (gebaseerd op de corrosiesnelheid) voor intern onderzoek of een verzwakking van de vermelde basisprincipes (inzake grondigheid van de controle).

De EEMUA 159 adviseert in functie van het opgeslagen produkt een maximale termijn van 3 jaar (corrosieve produkten) tot 16 jaar (zeer zuivere, weinig corrosieve produkten). Deze laatste termijnen zijn eventueel verlengbaar indien meerdere gelijkaardige tanks met hetzelfde product aanwezig zijn en er op enkele onderzoeken zijn gebeurd met goede resultaten.

Kwalificatie van de inspecteurs

73. Is de kwalificatie van de inspecteurs vermeld op het keuringsverslag?

In de API code (API 653 punt 4.10) wordt aangegeven welke de vereiste kwalificaties zijn. Hierbij zal ervaring en opleidingsniveau gecombineerd worden. Bijvoorbeeld zal iemand met een ingenieursdiploma en 1 jaar relevante en vergelijkbare ervaring in tankkeuringen geschikt geacht worden om deze zelfstandig te beoordelen.

Voor de EEMUA code kan men een certificaat behalen voor 3 verschillende niveau's waarvan niveau 2 zelfstandige tankkeuringen toelaat.

Conclusies van inspectieverslag

74. Geeft het inspectieverslag duidelijk weer of er al dan niet herstellingen nodig zijn die onmiddellijk dienen uitgevoerd te worden opdat geen schade zou ontstaan voor mens en milieu?

75. Geeft het inspectieverslag duidelijk weer of er al dan niet herstellingen nodig zijn die kunnen uitgesteld worden tot het volgende inwendige onderzoek?

De bepalingen omtrent de conclusies van het inspectieverslag kan men terugvinden in de norm API 575 § 10.3.

2.3.2 Vastleggen van de inspectietermijn

Inspectietermijn

76. Welke termijn is vastgelegd voor een nieuw inwendig onderzoek van de opslagtank?

77. Werd de termijn voor een inwendig onderzoek vastgelegd op basis van de huidige toestand van de opslagtank en de verwachte corrosiesnelheid?

78. Indien nee, waarop baseert men zich voor het vastleggen van de termijn voor een nieuw inwendig onderzoek?

API 653

De corrosie van de tankbodem is doorgaans bepalend voor het vastleggen van de

inspectietermijn. Om de corrosiesnelheid te bepalen dient men nauwkeurig interne inspecties uit te voeren van de tankbodem. Hierbij dient men zowel de uniforme corrosiesnelheid te bepalen als de putcorrosiesnelheid (als dit probleem zich stelt, hetgeen doorgaans wel het geval is). Vervolgens dient men beide op tellen om te komen tot de totale corrosiesnelheid.

Verder dient men de maximale en gemiddelde putcorrosiediepte te bepalen en de uniforme corrosiediepte tegenover de originele dikte. De vrije parameters zijn dan de mate waarin men de corrosie herstelt en de inspectietermijn.

Naarmate men de corrosieschade meer herstelt wordt kan men de inspectietermijn gaan verlengen. De overblijvende dikte op het einde van de inspectietermijn mag nooit minder dan 2,4 mm (zie deel 4.4.2.1 van API 653) bedragen, tenzij er zowel lekdetectie als containment is bij eventuele lekken. De eventuele lekdetectie moet wel conform de instructies van de fabrikant regelmatig getest worden.

API 653 voorziet twee restricties op deze methode. Indien de berekende termijn groter is dan 20 jaar dient men na maximaal 20 jaar een inwendige inspectie uit te voeren. Indien men onvoldoende gegevens heeft om de berekeningen uit te voeren dient men na maximaal 10 jaar een inwendige inspectie uit te voeren.

EEMUA 159

Naast een tijdsgebonden inspectiesysteem met vaste termijnen in functie van opgeslagen product (zie eerder) beschrijft EEMUA 159 ook een risicogebaseerde inspectiemethode die de naam PPM (Probabilistic Preventive Maintenance) meekreeg. Het is een combinatie van RBI (risk based inspection) en RCM (reliability centered maintenance). Ter bepaling van de termijn om een inspectie uit te voeren zal men de restlevensduur moeten berekenen op basis van ontwerpgegevens, ervaringsgegevens bij andere tanks en gegevens van vorige inspecties. Men rekent dan de tijd uit tot een bepaalde afkeurdikte van het materiaal. Voor de bodem, die meestal de bepalende factor is, zal dit de helft van de initiële dikte zijn.

De volgende inwendige inspectie dient te gebeuren nadat een bepaald percentage van de restlevensduur is verlopen. Dit percentage is afhankelijk van het risico verbonden aan het falen van de tank en varieert tussen 0,3 en 1. Het risico wordt bepaald door een inschatting te maken van de waarschijnlijkheid en de gevolgen van het falen. Dit leidt tot een risicocategorie waarbij een bepaalde factor (tussen 0,5 en 0,9) hoort. Deze factor wordt vervolgens gecorrigeerd tot minimaal 0,3 en maximaal 1 door de betrouwbaarheid van de inspectiemethode in rekening te brengen. Dit gebeurt aan de hand van het beantwoorden van een aantal meerkeuzevragen.

RBI (risk based inspection)

Beide systemen kunnen beschouwd worden als RBI voor opslagtanks. API 580 is een norm die algemene principes voor RBI beschrijft. Deze worden zeer concreet ingevuld door API 581 die een sterk doorgedreven kwantitatieve techniek beschrijft die toepasbaar is op tal van procesinstallaties (bijv. destillatiekolommen, stoomtoestellen, recatoren, ...). Ook dergelijke (complexe) systemen die ondersteuning via een softwarepakket vragen kunnen op opslagtanks worden toegepast, maar zullen in de praktijk wellicht weinig voorkomen.

RBI leidt zeker niet noodzakelijk tot een verlenging van vermelde tijdsgebaseerde minimale inspectietermijnen in API 653 of EEMUA 159 of een afzwakking van de vermelde algemene principes in deze normen.

Een RBI systeem is gericht op het beantwoorden van drie vragen waarvan het ogenblik

van inspectie er slechts één is. De methode geeft ook antwoord op de vraag wat inspecteren en hoe inspecteren.

Los van de gehanteerde techniek geldt als wettelijk maximale termijn voor een inwendig onderzoek (deel van het algemeen onderzoek) van opslagtanks volgens de VLAREM-regelgeving 20 jaar. Men kan wel een afwijking verkrijgen bij de afdeling Milieuvergunningen die bevoegd is voor Leefmilieu. Dergelijke afwijking is mogelijk indien de gehanteerde alternatieve methode toelaat de kwaliteit en levensduur van de tank in te schatten en men kan aantonen dat de controlemethode als basis dient voor het voorkomen van de milieuschade die kan ontstaan vanaf de eerste controle met dit systeem (VLAREM II art. 5.17.3.16 §4).

Corrosiesnelheid

79. Wat is de verwachte gemiddelde uniforme corrosiesnelheid voor het inwendige van de opslagtank?
80. Wat is de verwachte gemiddelde pittingcorrosiesnelheid voor het inwendige van de opslagtank?
81. Zijn deze waarden gebaseerd op basis van inwendige onderzoeken (via tijdelijk buiten dienst stellen en reinigen van de opslagtank)?
82. Zijn deze waarden vermeld in het inspectieverslag?

Bij voorkeur gebruikt men informatie over voorgaande inwendige onderzoeken voor het inschatten van de corrosiesnelheid. Indien dit niet mogelijk is kan men zich baseren op gegevens van gelijkaardige opslagtanks of via ingebrachte corrosiecoupons. In dit geval dient men duidelijk aan te tonen dat deze gegevens relevant zijn.

Ter illustratie worden een aantal waarden voor de uniforme corrosiesnelheid gegeven, het volledige overzicht kan men in de EMUA norm terugvinden:

produkt	bodem	Wand (gasfaze)
nafta	0,15 - 0,35 mm/ jaar	0,15 - 0,35 mm/ jaar
Crude (high sulfur content)	0,4- 0,8 mm/jaar	0,4 - 0,6 mm/jaar

Berekening inspectietermijn op basis van corrosiesnelheid

83. Wordt voor het bepalen van de inspectietermijn een formule gebruikt uit een norm (bvb API 653)?

Ter illustratie wordt hierbij een formule gegeven zoals vermeld in API 653 (deel 2.4.7.1). Deze formule geldt voor de veronderstelling van maximale interne pitting corrosie tegenover een gemiddelde externe pitting corrosie (voor wat betreft de reeds aanwezige corrosie, de toekomstige corrosie wordt maximaal ingeschat voor elk type corrosie).

$$MRT_2 = T_o - GC_a - StP_m - UP_a - (StP_r + UP_r + GC_r) * O_r$$

Waarbij:

MRT_2 = minimum overblijvende dikte op het eind van de inspectietermijn ten gevolge van maximale interne pitting en gemiddelde externe pitting

T_o = originele plaatdikte bij constructie

StP_m = maximum diepte van de interne pitting na het uitvoeren van de herstellingen

UP_a = gemiddelde diepte van de externe pitting (onderkant bodem)

StP_r = maximum interne pittingsnelheid

UP_r = maximum uitwendige pittingsnelheid

O_r = verwachte inspectietermijn of periode dat de tank in dienst moet blijven

GC_a = gemiddelde diepte van een zone aangetast door algemene corrosie (tegenover originele dikte)

GC_r = maximale snelheid voor de algemene (uniforme) corrosie

2.3.3 Preliminare visuele test

Uitvoering en verslaggeving preliminare visuele test

84. Werd er een preliminare visuele inspectie uitgevoerd?
85. Werden de resultaten hiervan gedocumenteerd?
86. Werd in het verslag vastgelegd welke werkzaamheden vereist waren om een veilige betreding van het inwendige van de opslagtank toe te laten (bvb. herstelling van het dak)?
87. Blijkt uit het verslag duidelijk dat alle delen van de opslagtank visueel onderzocht werden?
88. Werd in het verslag vastgelegd (gemarkeerd op een schema) op welke plaatsen (platen) corrosie is waargenomen en om welk type corrosie het gaat?
89. Werd bij vlottende daken in het verslag vastgelegd welke de conclusies zijn van een onderzoek van de ophanging en afdichting van het dak tegenover de tankwand (mogelijke loshangende delen of abrasieverschijnselen aan de tankwand)?

De inhoud en werkwijze voor het uitvoeren van een voorafgaande visuele inspectie is beschreven in paragraaf 7.4.2 van API 575. Men dient hierbij eerst werkzaamheden te ondernemen om veilige betreding toe te laten. Vervolgens zal men eerst de plaatsen nakijken waar de meeste kans bestaat op corrosie, dit zijn met name:

- het deel van de tankwand in de gasfase
- de overgang tussen vloeistof en gasfase
- de bodem.

Het onderzoek moet worden uitgevoerd met voldoende verlichting.

2.3.4 Inspectie van de tankbodem

Vorbereiding

90. Werd de bodem grondig gereinigd om correcte meetresultaten te bekomen?

Bezinksel kan soms enkel verwijderd worden via zandstralen of een hogedrukreiniger.

Gebuurde technieken

Doel van deze vragen is te peilen naar de gehanteerde technieken en in voorkomend geval bijkomende informatie op te vragen rond de manier van toepassing. Het feit dat een

bepaalde techniek aan bod komt, betekent niet dat deze steeds moet toegepast worden. Het lijkt wel aangewezen een inwendig onderzoek niet te beperken tot een visuele controle maar minstens een aantal algemene diktemetingen van bodem, wand en dak uit te voeren en verdachte zones (op basis van visuele vaststellingen of omwille van kennis rond verhoogd risico bij specifieke omstandigheden) uitgebreider te onderzoeken. Indien geen algemene diktemetingen werden uitgevoerd in bepaalde zones (bijv. hogere plaatgangen) mag wel verwacht worden dat dit gemotiveerd wordt.

91. Werd de tankbodem volledig onderzocht op materiaalverlies en defecten in het materiaal via MFL (magnetic flux leakage) of een andere methode die toelaat de volledige bodem adequaat te onderzoeken (inclusief soil-side corrosion)?
92. Werd de instelling (calibratie via proefstuk) van de MFL-scanner of de andere gebruikte methode duidelijk beschreven in het verslag?
93. Werden verdachte lokaties verder onderzocht via ultrasoononderzoek (indien MFL gebruikt werd)?
94. Is het type van uitgevoerd ultrasoononderzoek (diffractie of reflectie bijvoorbeeld) gedetailleerd beschreven?
95. Is de instelling van het meetinstrument voor US –onderzoek (frequentie) beschreven in het verslag?
96. Blijkt uit het verslag dat de inschatting van de bodemdikte gebaseerd is op voldoende meetresultaten om statistisch relevant te zijn?

Een onderzoek via MFL wordt in de norm API 575 (§7.4.4) aangeduid als de beste beschikbare methode voor onderzoek van de volledige tankbodem. Enkel putcorrosie met zeer kleine diameter zal soms niet gedetecteerd worden en zal dus visueel moeten opgemerkt worden. Deze methode is ook bruikbaar voor opslagtanks met coating op voorwaarde dat de dikte ervan beperkt is.

De norm API 575 (§7.4.4) schrijft voor dat verdachte lokaties verder onderzocht moeten worden via ultrasoononderzoek of een andere bruikbare methode. Het type ultrasoononderzoek en de instelling van het meetinstrument is van groot belang. Voor onderzoek van de bodem is radiografie niet bruikbaar omdat beide zijden niet beschikbaar zijn.

Er konden in de literatuur of de normen geen gegevens teruggevonden worden omtrent het minimale aantal meetwaarden opdat de inschatting van de resterende wanddikte statistisch relevant zou zijn.

Inspectie van klinknagelverbindingen

97. Indien klinknagelverbindingen gebruikt zijn, op welke wijze werd de dichtheid van de verbinding gecontroleerd?
98. Werd het onderzoek van de klinknagelverbindingen beschreven in het verslag?

Klinknagelverbindingen komen enkel nog voor bij oudere tanks. De verbonden platen hebben een grotere dikte nodig dan vandaag vereist wordt. De verbinding wordt gerealiseerd door het inslaan van een opgewarmde nagel. De afkoeling zal de verbonden platen samentrekken. Om deze verbindingen te controleren kan men proberen om met een fijn mes tussen de 2 verbonden platen te gaan. Indien dit lukt is de verbinding niet meer in orde.

Bekwaamheid inspecteur

99. Is de bekwaamheid van de inspecteur aangetoond via onderzoek van een proefstuk?
De normen vereisen dit niet maar bevelen het aan.

De norm API 575 (§7.4.4) raadt aan om de inspecteur en zijn methoden aan een test te onderwerpen omdat er grote variatie blijkt te bestaan in de degelijkheid van tankbodemonderzoeken. De kwaliteit van het onderzoek is afhankelijk van de bekwaamheid van de inspecteur en de kwaliteit van de gebruikte procedures en de meetinstrumenten.

Inspectie van waterafvoersystemen

100. Werd de toestand van de waterafvoersystemen duidelijk weergegeven in het verslag?

De norm API 575 (§7.4.4) geeft aan dat waterafvoersystemen extra gevoelig zijn voor corrosie.

Oneffenheden en verzakkingen in tankbodem

101. Werd de tankbodem onderzocht op oneffenheden en lichte verzakkingen?
102. Werden de resultaten van dit onderzoek beschreven in het verslag?

De norm API 653 (appendix C) geeft richtlijnen inzake toelaatbaarheid van lokale oneffenheden en verzakkingen.

In wat volgt is, ter illustratie, een overzicht gegeven van enkele evaluatiemethodes voor effecten van zettingen uit API 653 (1th edition) en EEMUA 159 (3th edition). Daarnaast zijn er ook andere evaluatiemethodes mogelijk.

Als belangrijke bemerking dient meegegeven dat het hier steeds vrij eenvoudige evaluatiemethodes betreft. Het principe van deze methodes is steeds dat het voldoen aan een gegeven criteria betekent dat bij de tank voor het bekeken aspect geen problemen te verwachten zijn. Het niet voldoen betekent niet automatisch dat er wel een probleem is, maar wel dat een grondiger onderzoek nodig is om een definitieve uitspraak te kunnen doen.

1. Differentiële zettingen langs de rand van de tank

API 653 beschrijft een methode ter beoordeling van differentiële zettingen ter hoogte van de wand. Op basis van de methode kan men de zettingen onderling vergelijken om tot een uitspraak te komen of zij al dan niet een bedreiging zouden kunnen vormen voor de tank.

Voor de toepassing van de methode dient op een aantal plaatsen langs de rand van de tank de hoogte gemeten. Deze plaatsen worden gelijkmatig verdeeld langs de rand en zodanig gekozen dat aan de volgende twee voorwaarden is voldaan:

- er worden minstens N meetpunten voorzien. N wordt bekomen door de diameter in meter van de tank te delen door 3,048 (of in feet gedeeld door 10) en af te ronden naar het hoger gelegen geheel getal. Indien N lager is dan 8, worden 8 meetpunten voorzien.

- de afstand gemeten langs de rand tussen twee meetpunten is maximaal 9,14 meter (30 feet).

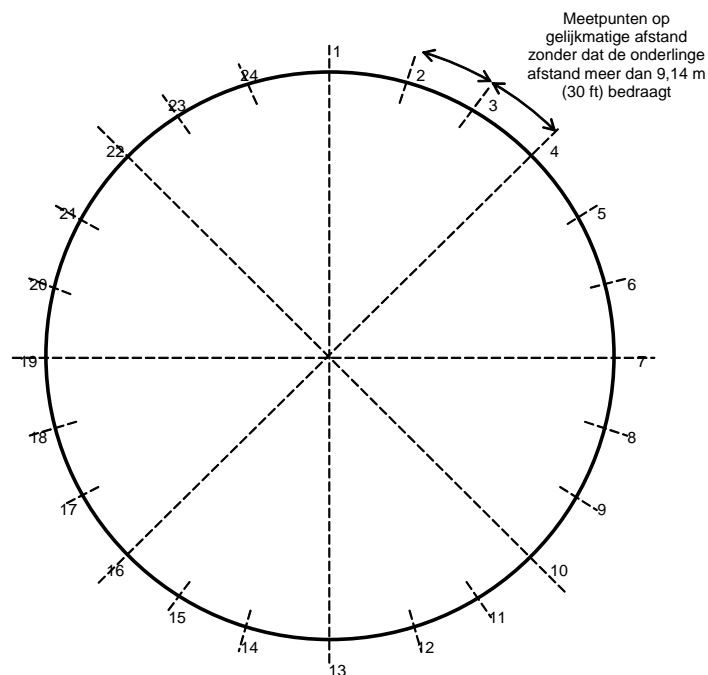
Het hoogteverschil ten opzichte van de ontworpen situatie (y-as) per meetpunt (x-as) wordt grafisch uitgezet. Indien de oorspronkelijke hoogte niet gekend is, kan hier een theoretische referentiehoogte voor aangenomen worden die hoger ligt dan het hoogste meetpunt. De precieze keuze van deze theoretische referentiehoogte is niet van belang, aangezien dit geen invloed heeft op de uiteindelijke evaluatie van de differentiële zettingen. In figuur 1 en 2 is een voorbeeld gegeven van dergelijke voorstelling bij een tank met 24 meetpunten.

Uit deze grafiek kan de relatieve differentiële zetting S_i voor elk meetpunt worden afgeleid. Dit getal, uitgedrukt in mm, moet voor elk punt kleiner zijn dan een waarde die kan berekend worden uit de afmetingen van de tank en de eigenschappen van het constructiemateriaal aan de hand van formule (1).

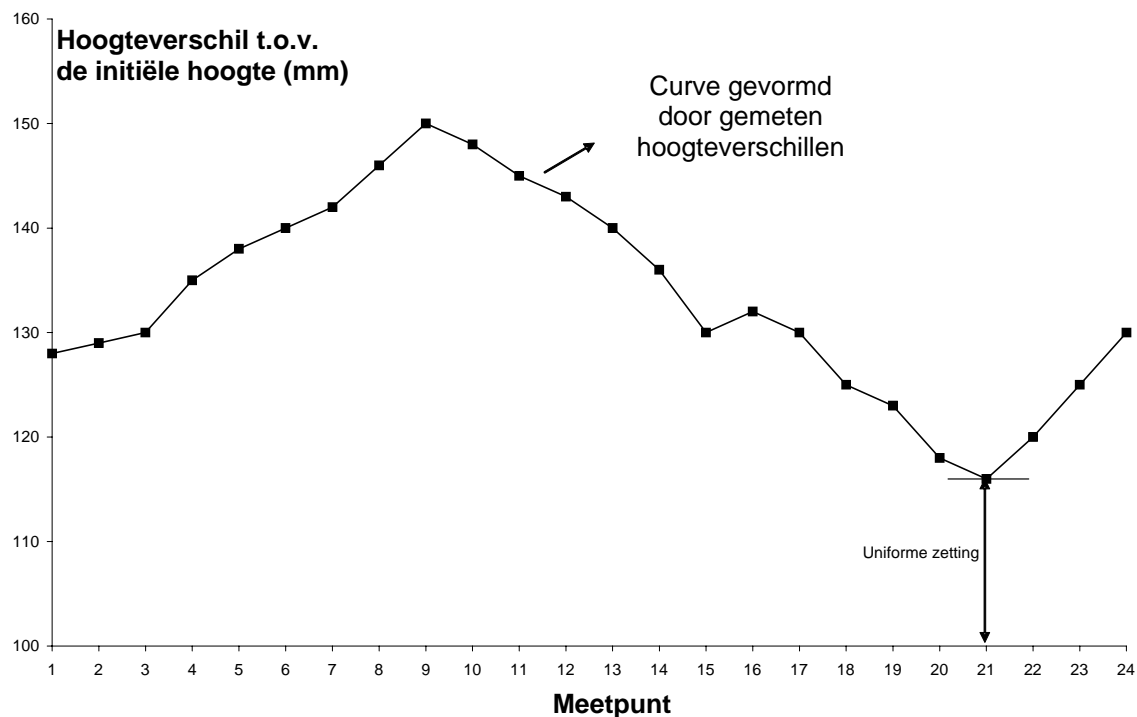
$$S \leq \frac{11000 R_e L^2}{2 E H} \quad (1)$$

- met
- R_e = vloeigrens van het gebruikte materiaal (N/mm²)
 - L = afstand gemeten langs de rand van de tank tussen twee meetpunten (m)
 - E = elasticiteitsmodulus van het gebruikte materiaal (N/mm²)
 - H = hoogte van de tank (m)

Uit de grafische voorstelling kunnen de differentiële zettingen afgeleid worden door de voorgestelde wandzetting op te splitsen in zijn verschillende componenten (uniforme zetting, planaire zetting en differentiële zetting). Het verschil tussen de oorspronkelijke hoogte (bij constructie) en het hoogste meetpunt wordt beschouwd als maatgevend voor de uniforme zetting. Indien wordt gewerkt met een theoretische referentiehoogte is deze waarde enkel indicatief en kan deze dienen voor onderlinge vergelijking met toekomstige metingen. De grootte van de uniforme zetting is in de grafiek dus de y-waarde van het meetpunt met de kleinste zetting (zie figuur 2).



Figuur 1: Locatie meetpunten



Figuur 2: Hoogteverschil per meetpunt

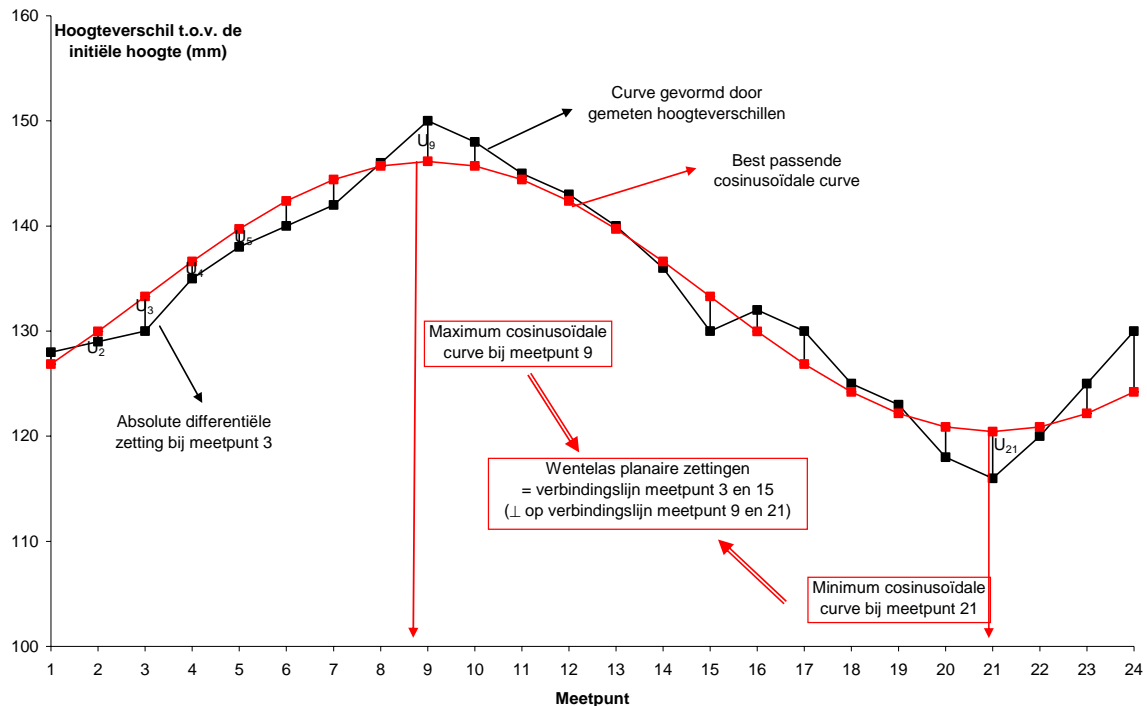
Indien de tank naast de uniforme zettingen enkel planaire zettingen ondergaat zal de grafische voorstelling een cosinusoïdale curve zijn. De as waarrond het bodemvlak wentelt bij deze planaire zetting stemt overeen met de middellijn van de tank die loodrecht staat op de verbindinglijn tussen de meetpunten waarbij de cosinusgolf zijn minimum en maximum bereikt. De afwijkingen in de grafiek ten opzichte van de cosinusoïdale curve zijn dan het gevolg van de differentiële zettingen. Om de zetting op te splitsen in de planaire en differentiële zettingen gaat men ervan uit dat het gevolg van de planaire zettingen overeenstemt met de best passende cosinusoïdale curve die door de meetpunten kan getrokken worden.

Deze curve kan eventueel via trial en error met de hand getrokken worden, maar wordt best via cosinusoïdale regressie op basis van een wiskundig programma bepaald. De absolute differentiële zetting U_i per meetpunt is het verschil tussen de gemeten waarde en de waarde aangegeven door de cosinusoïdale curve. Indien de curve van gemeten hoogtes boven de cosinusoïdale curve ligt is U_i positief, indien er onder is U_i negatief. De best passende cosinusoïdale curve kan worden gedefinieerd als deze waarbij $\sum(U_i)^2$ minimaal is. Eén en ander is verduidelijkt in figuur 3.

Uit de absolute differentiële zetting U_i kan de relatieve differentiële zetting S_i voor elk meetpunt worden berekend via formule (2).

$$S_i = U_i + \frac{1}{2}(U_{i-1} + U_{i+1}) \quad (2)$$

Deze relatieve differentiële zettingen dienen in absolute waarde alle kleiner te zijn dan de berekende waarde volgens formule (1).

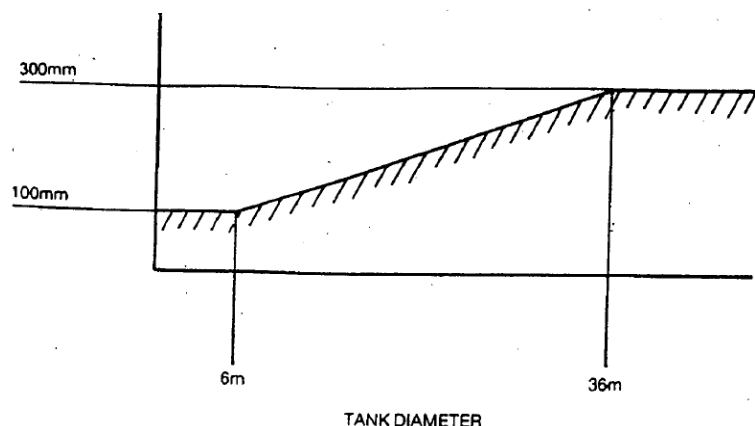


Figuur 3: Bepaling absolute differentiële zetting per meetpunt

EEMUA 159 bevat een methode ter beoordeling van differentiële zettingen bij tanks met een diameter tot 40 meter en zonder vlottend dak. De hoogteverschillen tussen punten gemeten langs de rand moeten aan twee condities voldoen:

- voor punten op minder dan 10 meter van elkaar (gemeten langs de rand) mag het hoogteverschil nooit meer dan 100 mm bedragen
- voor iedere set van twee willekeurige punten, onafhankelijk van de onderlinge afstand, mag het hoogteverschil nooit meer bedragen dan een waarde die op basis van de diameter van de tank kan worden afgeleid uit figuur 4.

MAXIMAAL TOELAATBAAR
HOOGTEVERSCHIL



Figuur 4: Maximaal toelaatbaar hoogteverschil tussen twee meetpunten i.f.v. de tankdiameter

Voor tanks met diameter kleiner dan 6 meter is de maximaal toelaatbare differentiële zetting 100 mm, voor tanks met diameter groter dan 36 meter is dit 300 mm. Voor tanks met diameter tussen 6 en 36 meter is dit een waarde tussen 100 en 300 mm die via

interpollatie kan worden bepaald aangezien dit deel van de grafiek lineair is.

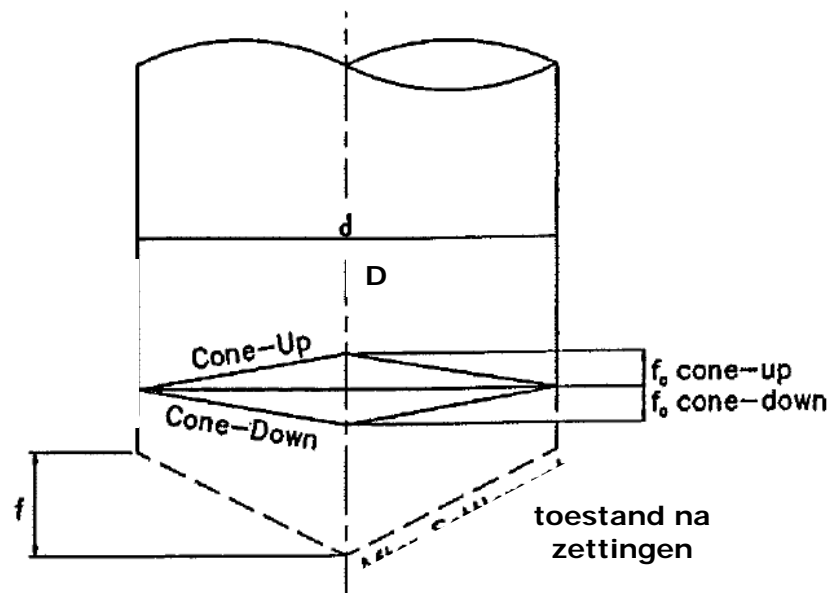
Indien sprake van tanks met een diameter groter dan 40 meter en/of met vlottend dak verwijst EEMUA 159 naar de methode beschreven in API 653.

2 Differentiële zettingen tussen binnen- en buitenzijde van de bodem die voor verlenging van de afstand zorgen die de bodemplaat moet overbruggen

EEMUA 159 reikt een methode aan om dit effect te beoordelen. Eerst dient men door opmeting van de bodem het hoogteverschil tussen centrum en rand te kwantificeren. Aan de hand van formule (3) kan men vervolgens evalueren of dit al dan niet te veel afwijkt van het initiële hoogteverschil. Enkele parameters zijn verduidelijkt in figuur 5.

$$\frac{100 f}{D} \leq \sqrt{\left(\frac{100 f_0}{D}\right)^2 + \frac{3280 R_e}{E}} \quad (3)$$

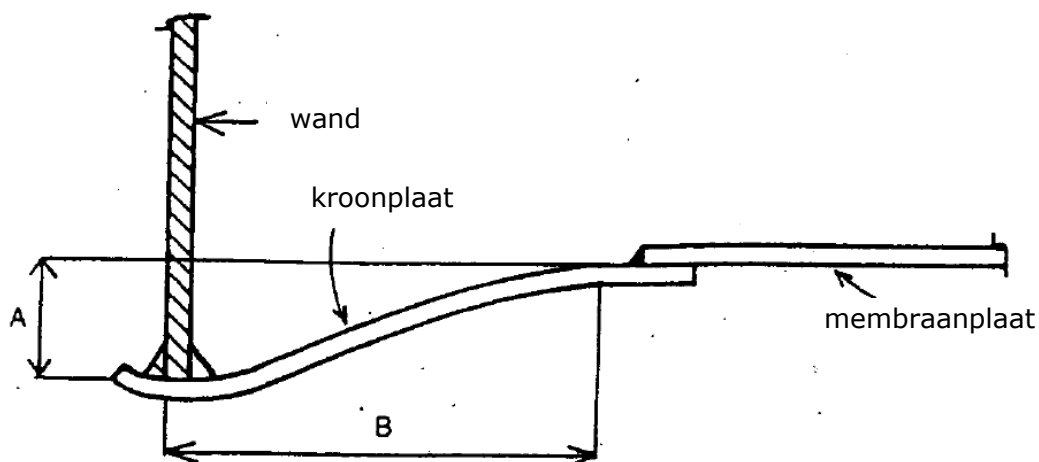
- me f = het gemeten hoogteverschil tussen centrum en rand (m)
- t f_0 = het initiële hoogteverschil (ontwerpsituatie) tussen centrum en rand (m)
- R_e = vloeigrens van het gebruikte materiaal (N/mm²)
- E = elasticiteitsmodulus van het gebruikte materiaal (N/mm²)
- D = diameter van de tank (m)



Figuur 5: Wijziging van cone-up of cone-down door zettingen

3 Differentiële zettingen tussen binnen- en buitenzijde van de bodem die voorspanningen in de kroonplaat zorgen

Volgens EEMUA 159 kan men dit evalueren door op dezelfde middellijn de hoogte aan de buitenzijde vlak tegen de wand en aan de binnenzijde op 750 mm van de wand te meten. Het hoogteverschil mag nooit meer dan 125 mm bedragen (figuur 6). Indien de grootste verbuiging echter dicht bij de wand optreedt en het punt op 750 mm dus quasi op gelijke hoogte ligt als punten veel dicht bij de wand wordt vermeld dat men de verbuiging grondiger moet onderzoeken en niet op basis van deze methode mag beslissen dat er geen probleem is. Een concrete methode wordt niet gegeven.



Figuur 6: Verbuiging kroonplaat door zettingen (voor $B = 750$ mm moet $A < 125$ mm)

De methode beschreven in API 653 is vergelijkbaar maar legt voor de meting langs de binnenzijde geen vaste afstand op. Men dient te meten op de plaats het dichtst bij de wand waar de originele bodempositie behouden gebleven is. De verhouding tussen het hoogteverschil en de afstand langs de binnenzijde mag niet groter worden dan 0,030833.

Deze methode is heel wat strenger dan EEMUA 159, want indien de plaats het dichtst bij de wand waar de originele bodempositie behouden gebleven is op 750 mm ligt mag het hoogteverschil slechts 23 mm bedragen volgens API 653 in tegenstelling tot 125 mm volgens EEMUA 159. Dit is wellicht te verklaren doordat deze methode ook de verbuigingen dicht bij de wand mee in beschouwing neemt en dat hiervoor een strengere evaluatie nodig is.

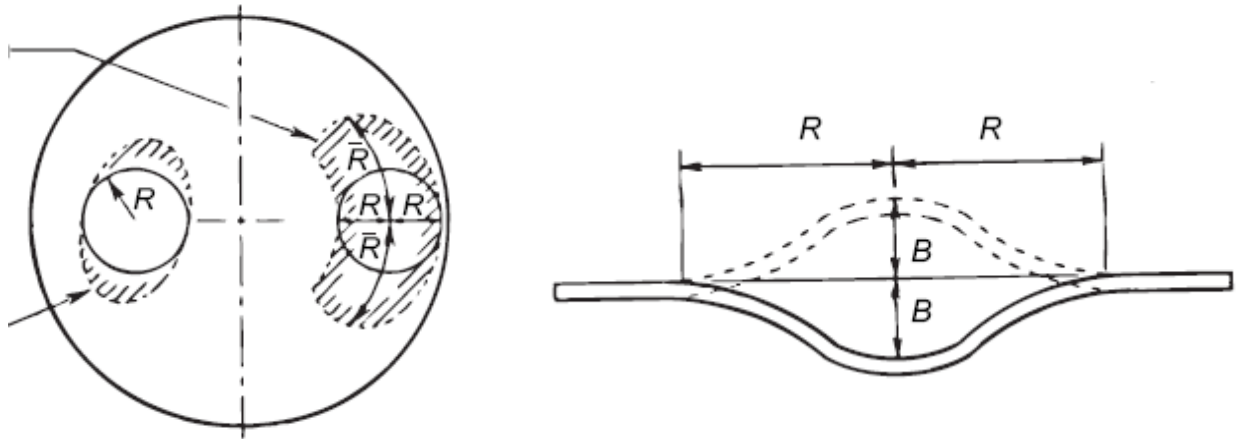
4 Rimpels in de bodemplaten

Volgens EEMUA 159 moet de verhouding tussen de hoogte en de breedte van de rimpels steeds kleiner zijn dan 0,15. API 653 bevat geen afkeurcriteria voor rimpels.

5 Bulten in de bodemplaten

Volgens EEMUA 159 moet de verhouding tussen de hoogte en de breedte van de bulten waaronder zich een ledige ruimte bevindt steeds kleiner zijn dan $1/15 \approx 0,0667$. Dit is dus veel kleiner dan voor rimpels. Indien de ruimte onder de bult gevuld is met funderingsmateriaal vormen zij geen bedreiging voor de tank.

De methode in API 653 bestaat erin om uit de dimensies van de bult drie maatgevende parameters af te leiden, zijnde een maatgevende halve lengte \bar{R} , hoogte B en straal R (figuur 7 en 8).



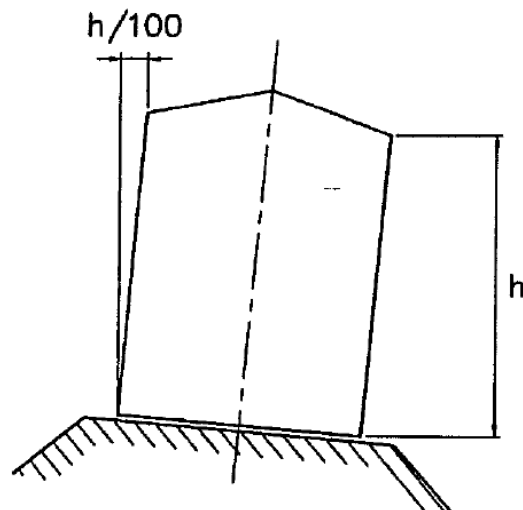
Figuur 7 en 8: Bepaling van de maatgevende afmetingen van bulten

De verhouding tussen B en R mag niet groter zijn dan 0,030833. Voor bulten waarvan $\bar{R} > 2R$ en die in de buurt van de wand gelegen zijn volstaat dit niet. Er dient een grondigere evaluatie te gebeuren. In latere edities van API 653 wordt hier invulling aan gegeven.

De criteria van beide normen benaderen elkaar vrij goed aangezien de hoogte en breedte van de bult volgens EEMUA 159 quasi overeenstemmen met respectievelijk de maatgevende hoogte B en twee maal de maatgevende straal R volgens API 653. De verhouding tussen de criteria benadert vrij goed twee.

6 Scheefstand van de tank

EEMUA 159 laat een afwijking tot $1/100^{\text{ste}}$ van de verticaliteit toe (figuur 9). Dit kan het makkelijkst beoordeeld worden door de verticaliteit van de wanden te meten, maar kan eventueel ook uit de helling van het bodemvlak op basis van zettingsmetingen langs de rand of van de bodemplaat worden afgeleid.



Figuur 9: Toelaatbare scheefstand van een opslagtank

In de eerste editie van API 653 wordt geen evaluatiemethode gegeven voor scheefstand.

Lekdichtheid van de bodem

103. Werd een hydrostatische test uitgevoerd? Dit is geen verplichting, andere onderzoeken kunnen de lektheid ook voldoende aantonen.

De hydrostatische test is beschreven in EMUA en omvat een vulling met water tot de maximale vulhoogte.

2.3.5 Inspectie van de tankwand en dak

Tankwand

104. Blijkt uit het verslag dat platen van de tankwand met corrosieverschijnselen verder onderzocht werden via ultrasoononderzoek?

105. Blijkt uit het verslag dat de verbindingen van aanzetstukken (nozzles) met de tankwand meer nauwkeurig (met vergrootglas en goede verlichting) onderzocht werden?

106. Blijkt uit het verslag dat de inschatting van de wanddikte gebaseerd is op voldoende meetresultaten om statistisch relevant te zijn?

De norm API 575 vereist een verder onderzoek van vastgestelde corrosie op de platen van de tankwand. De norm geeft aan dat ultrasoononderzoek hiervoor geschikt is.

Indien blijkt dat er scheurtjes in de lasverbindingen ontstaan zijn, dient men een grondiger onderzoek uit te voeren op die plaats via penetrantonderzoek, magnetische partikels onderzoek of ultrasoon diffractie onderzoek (=alternatief voor radiografie onderzoek).

Er konden in de literatuur of de normen geen gegevens teruggevonden worden omtrent het minimale aantal meetwaarden opdat de inschatting van de resterende wanddikte statistisch relevant zou zijn.

Verbinding tankwand en bodem

107. Blijkt uit het verslag dat de verbinding van tankwand en bodem zeer nauwkeurig (bij voorkeur niet enkel visueel) onderzocht werd?

Op deze plaats zijn de spanningen in het materiaal het grootst en dus ook het risico op corrosie. De norm API 575 vereist dus een nauwkeurig onderzoek, niet alleen visueel, maar ook via penetrantonderzoek en/of magnetische partikels onderzoek.

Klinknagelverbindingen

108. Indien klinknagelverbindingen gebruikt zijn, op welke wijze werd de dichtheid van de verbinding gecontroleerd?

109. Werd het onderzoek van de klinknagelverbindingen beschreven in het verslag?

Klinknagelverbindingen komen enkel nog voor bij oudere tanks. De verbonden platen hebben een grotere dikte nodig dan vandaag vereist wordt. De verbinding wordt gerealiseerd door het inslaan van een opgewarmde nagel. De afkoeling zal de verbonden platen samentrekken. Om deze verbindingen te controleren kan men proberen om met een fijn mes tussen de 2 verbonden platen te gaan. Indien dit lukt is de verbinding niet meer in orde.

Coatings

- 110. Vermeldt het verslag dat de coating volledig visueel onderzocht werd?
- 111. Vermeldt het verslag een meer nauwkeurig onderzoek van beschadigde coating?
- 112. Wordt de aanwezigheid van glascoating (email) aangeduid op de buitenzijde van de opslagtank?

Als een coating beschadigd is kan men deze verder onderzoeken met een elektrode (high voltage en low current waarbij één pool verbonden is met de buitenzijde en één pool met de elektrode). Openingen in de coating zal men detecteren omdat er een vlamboog ontstaat.

Als alternatief kan men de penetrantmethode gebruiken. De magnetische partikels methode is niet bruikbaar bij niet ferromagnetische materialen.

Een glaslining kan ernstig beschadigd raken door een impact op de binnenzijde of buitenzijde van de opslagtank die bij andere tanks onschadelijk is. Daarom is een aanduiding op de buitenzijde aangewezen.

Tankdak

- 113. Vermeldt het verslag dat het dak volledig gecontroleerd werd op corrosie?
- 114. Vermeldt het verslag dat alle ondersteuningën onderzocht werden op corrosie?
- 115. Wordt bij opslagtanks met vlottende daken melding gemaakt van de toestand van de afdichting van het dak met de tankwand?
- 116. Wordt bij opslagtanks met vlottende daken melding gemaakt van de toestand van de verbinding (pantograaf) van het dak met de tankwand?

Indien men corrosie vaststelt, dient men deze op een schema te markeren en verder te onderzoeken met ultrasoononderzoek. Ter ondersteuning van het onderzoek kan men met lichte hamerklopjes de stevigheid nagaan van het materiaal.

2.3.6 Inspectie van de ademventielen

Inspectie op goed werking

117. Is er bij de inwendige inspectie een onderzoek voorzien van de ademventielen (overdruk en vacuüm)?
118. Vermeldt het verslag dat gecontroleerd werd (conform API 576 § 6.2.20) dat het ademventiel vrij kan bewegen en niet gehinderd wordt door enige versperring (door vervuiling, stolling of ijsvorming)?
119. Vermeldt het verslag dat gecontroleerd werd dat de eventueel aanwezige vlamstoppen (flame arrestors) vrij zijn van vervuiling?
120. Is er een inschatting van de lektheid van de ademventielen?
121. Is er een visuele inspectie van de ademventielen en de inlaatleiding voor reiniging?

De ademventielen kunnen op termijn vervuild of gecorrodeerd raken.

Controle insteldruk

122. Vermeldt het verslag dat gecontroleerd werd dat de insteldruk (door gewicht of door veer) nog steeds in overeenstemming is met de identificatieplaat (conform API 576 § 6.2.20)?
123. Wordt gecontroleerd of de ademventielen opengaan bij de gewenste insteldruk door deze te verwijderen en te testen op een testtank (procedure volgens EN 14015 annex L)?
124. Indien ja, is er een onafhankelijk persoon aanwezig bij de testen of wordt om een grafisch verloop van de test gevraagd (druk tegenover afblaasdebiet)?

De norm EN 14015 annex L geeft instructies voor het testen van ademventielen op een testtank. De norm API 576 § 6.2.20 vereist geen afname van het ademventiel om deze te testen maar wel een periodieke visuele inspectie en reiniging.

2.3.7 Overige

Zettingsmeting

125. Is er bij de inwendige inspectie een zettingsmeting gebeurd van de opslagtank?

Voor mogelijke evaluatiemethodes (zie bij commentaar vraag 104)

Bij de inwendige inspectie heeft men de gelegenheid om eventuele problemen meteen te corrigeren door de tank op te vijzelen.

Merk op dat de zetting van de tank problemen kan opleveren bij vlottende daken (klemmen of net onvoldoende afdichten).

Verwarmingsspiralen

126. Indien de tank amines of caustic (NaOH) bevat, was er dan een meer nauwkeurig onderzoeken op scheuren in de buurt van eventuele verwarmingsspiralen?

Dit risico wordt beschreven in punt 7.2.8 van API 575.

Dichtheidsproef

127. Wordt de opslagtank regelmatig (5- jaarlijks) onderworpen aan een dichtheidsproef?

Indien de opslagtank ontvlambare vloeistoffen kan bevatten en niet is geconstrueerd volgens een norm of een goede praktijk (formeel aanvaard door een deskundige) is deze proef reglementair verplicht.

Deze reglementaire verplichting werd vastgelegd in artikel 16 en 68 (§2) van het KB van 13/03/98 betreffende de opslag van zeer licht ontvlambare, licht ontvlambare en brandbare vloeistoffen.

2.3.8 VLAREM vereisten bij inwendig (algemeen) onderzoek

128. Wanneer werd het laatst een algemeen onderzoek uitgevoerd?

129. Omvat dit onderzoek (en blijkt dit ook uit het verslag) :

- de onderwerpen van het beperkt onderzoek (zie verder vraag 157)
- het onderzoek op de staat van de binnenwand
- voor verticale houders omvat het onderzoek bovendien:
 - a. het onderzoek van de staat van het vakwerk en de inwendige toebehoren zoals [afsluiters, verwarmingsspiralen,] dak- en bodemwateraflaten en afdichtingen van de vlottende daken
 - b. het onderzoek van de bodemplaten voor het opsporen van in- en uitwendige corrosie
 - c. het onderzoek van bodemvervorming en eventueel het opmeten van het profiel
- een drukproef op de eventuele verwarmingspijpen ?

Een drukproef op de eventuele verwarmingspijpen is volledigheidshalve opgenomen maar staat strikt genomen los van de eigenlijke tankconstructie en houdt eerder verband met de apparatuur, leidingen, inkuiping, ...

Conform de bepalingen van VLAREM II (5.17.3.16)

Ten minste om de 20 jaar moeten de installaties aan een algemeen onderzoek worden onderworpen. Voorafgaand aan dit onderzoek moet de houder inwendig worden gereinigd.

- nieuwe tanks (zie eerder) dienen eerste algemeen onderzoek te ondergaan ten laatste 20 jaar na indienststellingsonderzoek
- bestaande (bovengrondse) tanks (zie eerder), die dus niet over een indienststellingskeuring conform Vlarem beschikken, dienden een eerste algemeen onderzoek te ondergaan vóór een bepaalde datum (zie tabel) afhankelijk van al dan niet P-product en ligging t.o.v. waterwingebieden of beschermingszones

	ligging t.o.v. waterwingebieden of beschermingszones	
	Binnen	buiten
P-Product	01/08/1998	01/08/2000
Geen P-product	01/01/2003	01/01/2005

130. Werd het onderzoek uitgevoerd door een een milieudeskundige of door een bevoegd deskundige ?

Conform de bepalingen van VLAREM II (5.17.3.16.§3)

131. Vermeldt het verslag de naam en het erkenningsnummer van de deskundige die het onderzoek heeft uitgevoerd ?

Conform de bepalingen van VLAREM II (5.17.3.17)

132. Blijkt uit het verslag (attest opgesteld door deskundige naar aanleiding van het onderzoek) ondubbelzinnig of de houder en de installatie al dan niet voldoen aan de voorschriften ?

Conform de bepalingen van VLAREM II (5.17.3.17)

2.4 Uitwendige inspectie

2.4.1 Grondige uitwendig inspectie

Termijn en verslag

133. Wat is de termijn voor een grondige uitwendige inspectie van de opslagtank?

134. Is er een inspectieverslag beschikbaar voor het laatste uitwendig onderzoek van de opslagtank?

Volgens de norm API 653 mag de termijn voor een grondig uitwendig onderzoek niet langer zijn als 5 jaar (of 25% van de verwachte levensduur van de tank als dit minder is). De Vlarem wetgeving vereist een maximale termijn van 3 jaar voor het uitvoeren van een grondig uitwendig onderzoek.

Trappen, ladders en platformen

135. Blijkt uit het inspectieverslag dat ladders, trappen en platformen (visueel) werden geïnspecteerd?

Paragraaf 7.2.1+2 van API 575 omvatten bepalingen hieromtrent.

Fundering

136. Blijkt uit het inspectieverslag dat de toestand van de fundering (tankvoet) onderzocht werd?
137. Blijkt uit het inspectieverslag dat de verankeringsbouten visueel onderzocht werden?

Hierbij dient men gecorrodeerde delen of delen die met water in contact komen te onderzoeken door te schrapen met een scherp voorwerp.

Aarding

138. Blijkt uit het inspectieverslag dat de aarding doorgemeten werd?

De aardingsweerstand mag niet hoger zijn als 25 ohm. Paragraaf 7.2.5 van API 575 omvat bepalingen hieromtrent.

Verflaag

139. Blijkt uit het inspectieverslag dat de verf (coating) van de tankwand visueel onderzocht werd?

De verf op het dak zal in principe sneller beschadigd raken door inwerking van het zonlicht. Paragraaf 7.2.6 van API 575 omvat bepalingen hieromtrent.

Isolatie

140. Blijkt uit het inspectieverslag dat de isolatie visueel onderzocht werd?

Men dient zich hierbij te concentreren op delen van de isolatie die moeilijk aangebracht kunnen worden (bijvoorbeeld rond aftakkingen voor leidingwerk). Paragraaf 7.2.7 van API 575 omvat bepalingen hieromtrent.

De tankisolatie zou nu eventueel ook onderzocht kunnen worden via infraroodmetingen. Een beschrijving van deze methodiek kon nog niet teruggevonden worden in de beschikbare normen

Tankbodem

141. Wordt er een onderzoek verricht van de tankbodem via akoestische emissiemeting?
142. Indien ja, is van dit onderzoek een verslag beschikbaar?
143. Indien ja, werden de concrete omstandigheden waarbinnen het onderzoek werd uitgevoerd duidelijk vermeld in het verslag?

Een van de methodes voor extern onderzoek van de tankbodem is momenteel akoestische emissiemetingen.

De standaarden voor tankopslag leggen akoestische emissiemeting niet op als een vast onderdeel van het uitwendig onderzoek.

Deze methode wordt aanvaard als methode in API 575 voor het bepalen of de tank op

het ogenblik van het onderzoek lekt. Het onderzoek moet uitgevoerd worden in optimale omstandigheden zoals beschreven in API 570. Het basisprincipe van akoestische emissie is dat de stroming onder hoge druk door een lek in de bodem een ultrasoon geluid oplevert dat meetbaar is door een probe die dit omzet naar een elektrisch signaal. Door de meetprobes in een driehoekopstelling te gebruiken kan men de plaats gaan bepalen waar het lek zich bevindt. Een dergelijk onderzoek moet dus plaatsvinden bij een volledige vulling (tot 90%) van de opslagtank. Er mogen ook geen activiteiten plaatsvinden in een tijdsperiode (bvb 10 uur) voor het onderzoek. Het onderzoek zelf duurt normaal gesproken minimaal één uur.

Bepaalde omstandigheden kunnen leiden tot een onjuiste meting (conform API 570):

- een laag bezinksel op de tankbodem
- onzekerheid omtrent de opbouw en samenstelling van de fundering
- slechte drainage van de ondergrond onder de bodem waardoor water aanwezig is of lekvloeistof
- aanwezigheid van lager punt in de bodem, bedoeld voor drainage.

Corrosie tankwand

144. Blijkt uit het inspectieverslag dat de volledige tankwand visueel onderzocht werd op corrosie of beschadiging van de coating?

145. Blijkt uit het inspectieverslag dat vastgestelde corrosie of coatingbeschadiging verder onderzocht werd met ultrasoonmetingen?

Paragraaf 7.2.8 omvat bepalingen omtrent uitwendig onderzoek van de tankwand.

De eerste betreding van het vlottend dak moet zeer voorzichtig gebeuren, de concrete voorzorgsmaatregelen zullen geval per geval moeten vastgelegd worden. Hamertesten is niet gewenst (vervuiling van het product als roest van het dak valt).

Klinknagels

146. Blijkt uit het inspectieverslag dat klinknagels steekproefmatig gecontroleerd werden op hun goede toestand?

Men kan de controle uitvoeren door laterale hamerklopjes waarbij men de andere zijde ondersteunt om vervorming te vermijden. Eventueel zal men nadien de verf wat moeten bijwerken. De nagel mag niet bewegen.

Vervorming tankwand

147. Werd onderzocht of de tankwand geen ontoelaatbare vervormingen vertoont?

In de eerste plaats betreft het een visuele evaluatie. Men kan hierbij gebruik maken van een kromme die overeenkomt met de normale kromming van de tank en die vergelijken met de lokale kromming of men kan een meetdriehoek gebruiken.

Tankdak

148. Blijkt uit de inspectieverslagen dat het tankdak volledig visueel onderzocht werd?
149. Werden plaatsen met corrosieverschijnselen duidelijk aangeduid op een schema en meer nauwkeurig onderzocht via ultrasoononderzoek?
150. Is vermeld dat de aardingsverbinding tussen vlottend dak en tankwand nog in goede staat is?
151. Is vermeld dat het draineringssysteem van het tankdak volledig visueel onderzocht werd?
152. Is vermeld dat de afdichting (kunststofring) tussen vlottende tank en tankdak visueel onderzocht werd?
153. Is het tankdak veilig betreedbaar (bij voorkeur op de lasnaden) of diende men valbeveiliging te voorzien?

Paragraaf 7.2.9 omvat bepalingen hieromtrent.

2.4.2 Beperkte visuele controle

Termijn

154. Wat is de termijn voor een beperkte visuele controle om eventuele onregelmatigheden te registreren?

Conform API 653 mag deze termijn niet langer zijn als 1 maand.

Inhoud

155. Is er vastgelegd welke aandachtspunten er zijn bij deze rondgangen?

Aandachtspunten voor bodem:

- toestand van tankterp, geen accumulatie toelaatbaar van water onder de tankbodem.

Aandachtspunten voor vlottende daken:

- controle van kunststof afdichtingsring: goede staat en aansluiting tegen tankrand
- controle van goede staat van afdraining van het tankdak
- controle op stabiliteit en externe corrosie

2.4.3 VLAREM vereisten voor uitwendig beperkt onderzoek

156. Wanneer werd het laatst een beperkt onderzoek uitgevoerd ?

157. Omvat dit beperkt onderzoek (en blijkt dit ook uit het verslag):

- de inzage van het vorig rapport of attest;
- *[de controle op de goede staat van de overvulbeveiliging;]*
- een onderzoek naar zichtbare of organoleptisch waarneembare verontreiniging aan de oppervlakte buiten de houder;
- het onderzoek van de algemene staat van de installatie, omfattende:
 - a. het opsporen van lekken en lekaanwijzingen;
 - b. het onderzoek van de staat van de platen, de verbindingen en de stempen van de houder;
 - c. *[het onderzoek van de staat van de toebehoren als: afsluiters, temperatuur-, druk-, niveaumeting en aarding;]*
 - d. *[het onderzoek van de drukbeveiligings- en alarmtoestellen;]*
 - e. het onderzoek van de staat van de buitenbekleding, hetzij de schildering en/of de isolatie;
 - f. het onderzoek van de funderingen en/of steunblokken met het oog op de stabiliteit en de afwatering;
 - g. *[het onderzoek van de inkuiping voor wat betreft inhoud, dichtheid, verontreiniging, peilputten;]*
 - h. *[het onderzoek van de staat van de leidingen en de toebehoren binnen de inkuiping.]*
 - i. waar nodig, een niet-destructief onderzoek uitgevoerd worden op de mantel en de dakplaten van de houders om de plaatdikte en eventuele corrosie, zowel in- als uitwendig te bepalen (voor verticale houders)
 - j. op vraag van de milieudeskundige of de bevoegde deskundige de zetting bepaald worden, door de hoogte te meten van een aantal gelijkmatig over de omtrek van de bodemrand verdeelde punten (voor verticale houders).

De cursieve tekst tussen vierkante haakjes is volledigheidshalve opgenomen maar staat strikt genomen los van de eigenlijke tankconstructie en houdt eerder verband met de apparatuur, leidingen, inkuiping, ...

Conform de bepalingen van VLAREM II (5.17.3.16).

Ten minste om de 3 jaar, zonder dat de periode tussen twee opeenvolgende onderzoeken 40 maanden mag overschrijden, moeten de installaties aan een beperkt onderzoek worden onderworpen.

158. Werden deze onderzoeken uitgevoerd door een milieudeskundige of door een bevoegd deskundige?

Conform de bepalingen van VLAREM II (5.17.3.16.§3).

159. Vermeldt het verslag de naam en het erkenningsnummer van de deskundige die het onderzoek heeft uitgevoerd ?

Conform de bepalingen van VLAREM II (5.17.3.17).

160. Blijkt uit het verslag (attest opgesteld door deskundige naar aanleiding van onderzoek) ondubbelzinnig of de houder en de installatie al dan niet voldoen aan de voorschriften ?

Conform de bepalingen van VLAREM II (5.17.3.17).

2.5 Herstellingen

Herstellingen aan gelaste tanks.

161. Werden reeds herstellingen uitgevoerd aan de tank? Zo ja, welke?

162. Werden de herstelde scheurtjes (cracks) gecontroleerd via magnetisch partikelonderzoek of penetrantonderzoek?

De scheurtjes worden hersteld na het schoonmaken en uitslijpen om tot een geschikte vorm te komen voor oplassen. Bepalingen omtrent herstellingen van gelaste tanks zijn opgenomen in §9.2.1 van API 575 (met verwijzingen naar secties 8-10 van API 653).

Kwalificatie lasser en lasprocedures

163. Is de bekwaamheid van de lasser en de geschiktheid van de gebruikte lasprocedure gedocumenteerd voor de uitgevoerde herstellingen?

Verdere bepalingen omtrent vereisten voor het lassen kan men onder meer terugvinden in sectie 9 van API 653.

Herstellingen aan tanks met klinknagelverbindingen

164. Werd de lasbaarheid van het materiaal geverifieerd alvorens de herstelling uit te voeren (door oplassen).

165. Werden bijzondere maatregelen genomen om trekspanningen in het materiaal na oplassen van voormalige klinknagelverbindingen te vermijden?

Tanks met klinknagelverbindingen zijn oude tanks waarbij het staal mogelijk niet geschikt is om op te lassen (verhoogde temperatuur zorgt voor veranderingen in het materiaal). Bepalingen omtrent herstellingen van tanks met klinknagelverbindingen zijn opgenomen in §9.2.2 van API 575.

Men zal hiertoe bijvoorbeeld elektrodes gebruiken met kleinere diameter en een lagere stroomsterkte voor het lassen.

Herstellingen aan de tankbodem.

166. Is duidelijk vermeld (op een schema) welke bodemplaten vervangen werden in de originele bodem omwille van corrosie?
167. Is duidelijk vermeld (op een schema) welke bodemplaten hersteld werden omwille van corrosie?
168. Is duidelijk vermeld op welke wijze de kwaliteit van de lassen van de herstelde bodem onderzocht werd?
169. Werd bij herstellingen rekening gehouden met de goede werking van de eventueel aanwezige kathodische bescherming?

De herstelling van bodemplaten kan gebeuren door oplassen of door gebruik van een luchthardende kunststof (bijvoorbeeld epoxides).

Controle van de lassen kan met magnetische partikelmethode en/of penetrantmethode.

Herstellingen aan de tankwand.

170. Is duidelijk vermeld (op een schema) welke wandplaten vervangen werden in de originele tankwand omwille van corrosie.
171. Is duidelijk vermeld (op een schema) welke wandplaten hersteld werden omwille van corrosie.
172. Is duidelijk vermeld op welke wijze de kwaliteit van de lassen van de herstelde tankwand onderzocht werd?

Bepalingen omtrent herstellingen aan de tankwand kan men terugvinden in §9.2.4 van API 575.

Controle van de lassen kan op volgende manieren gebeuren:

- visueel onderzoek
- magnetisch partikelonderzoek en/of penetrantonderzoek
- ultrasoononderzoek of radiografisch onderzoek
- vacuumbaxtest

Herstellingen aan het tankdak.

173. Is duidelijk vermeld (op een schema) welke dakplaten vervangen werden in de originele tankwand omwille van corrosie?
174. Is duidelijk vermeld (op een schema) welke dakplaten hersteld werden omwille van corrosie?
175. Is duidelijk vermeld op welke wijze de kwaliteit van de lassen van het herstelde tankdak onderzocht werd?

Bepalingen omtrent herstellingen van het tankdak kan men terugvinden in §9.2.5 van API 575.

Controle van de lassen kan op volgende manieren gebeuren:

- visueel onderzoek

- magnetisch partikelonderzoek
- vacuumbboxtest

Onderhoud verflaag

176. Is er een schilderprogramma om de tank te beschermen tegen externe corrosie?

Verven kan een goede bescherming zijn tegen externe corrosie op voorwaarde dat dit zorgvuldig gebeurt, zodanig dat een goede hechting op het oppervlak gerealiseerd.