

**Technische code betreffende de veiligheidsmaatregelen bij het ontwerp en de constructie van installaties voor het vervoer door middel van leidingen**

**Rev. 1 - 1 december 2020**

Deze code werd bij ministerieel besluit van 24/09/2021 goedgekeurd en op 12/10/2021 in het Belgisch Staatsblad gepubliceerd. Het treedt in werking vanaf 1/11/2021.

## INLEIDING

Deze Technische Code (hierna genoemd de “Code” of de “Technische code”) is bedoeld als weerspiegeling van zowel de technologische ontwikkelingen als de huidige beste praktijk van de Belgische sector van vervoerders door middel van leidingen op het vlak van veiligheid en van de Europese en internationale normen die van toepassing zijn op deze vervoersactiviteit.

De regelgeving in dit document is met name gebaseerd op de ervaring van aangrenzende landen op vlak inzake de goede praktijk alsook op de normen die werden opgesteld door de Technische Commissies van de Europese en internationale normalisatie-instituten.

Het gaat in het bijzonder om de normen:

NBN EN 1594 Gas infrastructure – Pipelines for maximum operating pressure over 16 bar – functional requirements

NBN EN 12186 Gas infrastructure – Gas pressure regulating stations for transmission and distribution – functional requirements

NBN EN 10204 Metallic products – types of inspection documents

ISO 10474 Steel and steel products – inspection documents

ASME B31.8 Gas transmission and distribution piping systems

ASME B31.12 Hydrogen piping and pipelines

NBN EN 14161 Petroleum and natural gas industries – Pipeline transportation systems (ISO 13623 modified)

Deze Technische code maakt deel uit van een reglementair kader waarin ook de Wet van 12 april 1965 betreffende het Vervoer van gasachtige producten en andere door middel van leidingen en de bijhorende uitvoeringsbesluiten, waaronder het koninklijk besluit van 19/03/2017 betreffende de veiligheidsmaatregelen inzake de oprichting en de exploitatie van installaties voor vervoer van gasachtige producten en andere door middel van leidingen en de individuele vervoersvergunningen zijn opgenomen. De exhaustiviteit, precisie en coherentie van dit kader zullen bijdragen tot een hoog veiligheidsniveau.

Deze Technische code werd te goeder trouw opgesteld dankzij de bijdrage van de Belgische sector van vervoerders door middel van pijpleidingen, die zich hebben verenigd in een commissie die speciaal voor die gelegenheid werd opgericht door FETRAPI vzw, de Federatie van Transporteurs per Pipeline vzw.

De commissieleden waren:

- Gert Van de Weghe; Nationale Maatschappij der Pijpleidingen (NMP)
- Peter Beens; Petrochemical Pipeline Services B.V. (PPS)
- Luc Poppe; DOW Benelux B.V.
- Iven Denison; Air Liquide Industries Belgium
- Yves Claes; Air Liquide Industries Belgium
- Marc Simoen; Fluxys Belgium
- Jan Van de Vyver; Fluxys Belgium
- Paul Van Es; Fluxys Belgium
- Jurgen Cluytmans; Fluxys Belgium

## **WETTELIJKE BASIS**

Deze Technische code werd opgesteld op basis van artikel 17 § 2 van de wet van 12 april 1965 betreffende het Vervoer van gasachtige producten en andere door middel van leidingen, alsook op basis van artikel 2 van het koninklijk besluit van 19/03/2017.

Deze Technische code werd door de vzw FETRAPI, de Federatie van Transporteurs door middel van Pipeline in naam van verschillende houders van een vervoersvergunning, voorgelegd aan de federale minister voor Energie, die de Code heeft goedgekeurd na advies van het Bestuur Energie en de Administratie voor Kwaliteit en Veiligheid van de FOD Economie, K.M.O., Middenstand, en Energie.

Aangezien deze Technische Code is bedoeld als een weerspiegeling van de staat van de techniek, kennis, goede praktijk en reglementeringen, zal hij dus worden herzien om in voorkomend geval ervoor te zorgen dat de technische maatregelen die erin worden beschreven, stroken met de evolutie van die technieken, kennis, goede praktijk en reglementeringen. De procedure van toepassing op deze evolutie van de Technische Code wordt beschreven in artikel 78 van het eerder vernoemde Koninklijk Besluit en komt overeen met de goedkeuringsprocedure van deze Technische Code. Hierdoor blijft het reglementeringsproces vlot en dynamisch verlopen.

## **TOEPASSINGSGBIED**

Deze code vermeldt

- de vereisten voor het ontwerp, materialen, constructie, testen en indienstname van Onshore, niet-cryogene stalen Vervoersinstallaties
- de toezichtsactiviteiten met betrekking tot de te nemen veiligheidsmaatregelen bij het ontwerp en de constructie van stalen Vervoersinstallaties

Deze Code is van toepassing op de volgende installaties:

- Op de Vervoersinstallaties en uitbreidingen van de Bestaande Vervoersinstallaties zoals beschreven in artikel 3 § 1, 1° van het VeiligheidsKB.
- Op de Bestaande Vervoersinstallaties, in de mate van artikel 3 § 1, 2° van het VeiligheidsKB.

Voor de herstellingen, de aanpassingen die geen uitbreidingen zijn en de vervangingen die vergelijkbaar zijn met herstellingen van Vervoersinstallaties, geldt deze Code binnen de beperkingen zoals beschreven in artikel 4 van het VeiligheidsKB.

Deze Code is van toepassing op de fluïda in tabel 1. Sommige fluïda komen in meerdere categorieën voor in functie van de fasetoestand waarin ze worden getransporteerd. Hun fasetoestand hangt onder meer af van de operationele druk en temperatuur.

Tabel 1: Categorieën &amp; fluïda

Fluïdum	Specifieke karakteristiek	Categorie
natronloog		A
pekkel		A
1,1 – dichloorethaan		B1
aceton		B1
benzine		B1
diesel / gasolie		B1
nafta		B1
jet A1 / kerosine		B1
gascondensaat		B1
ruwe aardolie		B1
fenol		B2*
aardgas	MAOP ≤ 16 bar	D1
	MAOP > 16 bar	D2
	Offshore	n.v.t.
koolstofmonoxide		E1
waterstof		E1
zuurstof (gas)		C
1,2 – butadieen		E2
1,3 – butadieen		E2
ethaan (gas) / ethaan (vloeibaar)		E1 / E2
etheen (gas) / etheen (vloeibaar)		E1 / E2
butaan		E2
propaan		E2
propeen (gas) / propaan (vloeibaar)		E1 / E2
ruwe C4		E2
vinylchloride monomeer (MVC)		E2
vloeibaar ammoniak		E2
LNG		n.v.t.

n.v.t. = niet van toepassing

De categorieën zijn als volgt gedefinieerd<sup>1</sup>:

Categorie A: niet-ontvlambare, watergebaseerde vloeistoffen

Categorie B:

Categorie B1: Ontvlambare en/of toxische vloeistoffen, die vloeibaar zijn bij een temperatuur van 15 °C en onder een absolute druk van 1,01325 bar.

Categorie B2\*: Ontvlambare en/of toxische vloeistoffen, die bij een temperatuur van 15 °C en onder een absolute druk van 1,01325 bar vast zijn, en die getransporteerd worden als vloeistoffen.

Categorie C: Niet-ontvlambare vloeistoffen, die Niet-toxische Gassen zijn bij een temperatuur van 15 °C en onder een absolute druk van 1,01325 bar.

Categorie D:

Categorie D1: Niet-toxisch, eenfasig aardgas, onshore vervoersinstallaties MAOP ≤ 16 bar

Categorie D2: Niet-toxisch, eenfasig aardgas, onshore vervoersinstallaties MAOP > 16 bar

Categorie E:

Categorie E1: Ontvlambare en/of toxische vloeistoffen, die gassen zijn bij een temperatuur van 15 °C en onder een absolute druk van 1,01325 bar, en die getransporteerd worden als gas

Categorie E2: Ontvlambare en/of toxische vloeistoffen, die gassen zijn bij een temperatuur van 15 °C en onder een absolute druk van 1,01325 bar, en die getransporteerd worden als vloeistof

\*: productcategorie arbitrair bepaald op basis van de producteigenschappen

De aanvullende eisen voor vloeistoffen van een bepaalde categorie worden vermeld in paragrafen dewelke beginnen met de categorieletter. In geval van een conflict tussen deze aanvullende eisen en de algemene eisen, hebben de aanvullende eisen voorrang.

---

<sup>1</sup> Op basis van ISO 13623:2009 (E): Petroleum and natural gas industries – Pipelining transportation systems

# Inhoudstafel

1	<i>Terminologie</i> .....	8
2	<i>Symbolen</i> .....	10
3	<i>Afkortingen</i> .....	10
4	<i>EIGA Documenten</i> .....	10
<b>ONTWERP</b> .....		<b>11</b>
5	<i>Algemeen</i> .....	11
5.1	Ontwerp van de Vervoersinstallatie .....	11
6	<i>Vervoersinstallaties</i> .....	11
6.1	Invloed van het fluïdum .....	11
6.2	Temperatuurgrenzen .....	11
6.3	Drukbeheersing .....	12
6.4	Leidingsecties & afblaasinstallaties .....	13
6.5	Naspeurbaarheid van materialen .....	13
6.6	Berekeningsmethoden voor ontwerp .....	14
7	<i>Vervoersleidingen</i> .....	14
7.1	Belastingen en toelaatbare spanningen .....	14
7.2	Ondergrondse Vervoersleidingen .....	15
7.3	Bovengrondse Vervoersleidingen .....	18
8	<i>Stations</i> .....	18
8.3	Stations, met uitzondering van compressie- en pompstations .....	18
8.4	Compressiestations voor gassen .....	19
8.5	Pompstations voor vloeistoffen .....	20
8.6	Hulp- en Instrumentatiesystemen .....	22
9	<i>Materiaalspecificaties</i> .....	22
9.1	Algemeen .....	22
9.2	Buizen .....	22
9.3	Inductiebochten .....	28
9.4	Vormstukken .....	30
9.5	Flenzen .....	33
9.6	Drukapparaten en Samenstellen van drukapparaten .....	35
9.7	Technisch dossier van een Component, compressor of pomp .....	38
10	<i>Externe Corrosiebescherming</i> .....	38

10.1	Passieve corrosiebescherming van ingegraven Vervoersinstallaties .....	39
10.2	Actieve corrosiebescherming van ingegraven Vervoersinstallaties .....	39
<b>CONSTRUCTIE.....</b>		<b>40</b>
11	<i>Aanleg &amp; beproeving .....</i>	<i>40</i>
11.1	Transport , opslag en controle van goede staat.....	40
11.2	Richtingsveranderingen .....	40
11.3	Verbindingen .....	41
11.4	Controles .....	45
11.5	Veldbekleding (inclusief schilderwerken onbeklede delen) .....	48
11.6	Neerlaten en aanaarding.....	48
11.7	Reiniging .....	49
11.8	Beproeving .....	49
11.9	Beproeving van Gouden Lassen (“tie-in” welds).....	52
12	<i>Indienstname .....</i>	<i>53</i>
12.1	Drogen van de installatie.....	53
12.2	Onder fluïdum brengen van installaties .....	53
12.3	Finaal constructiedossier .....	55
<b>BIJLAGE A: LIJST ERKENDE NORMENONTWIKKELINGSORGANISATIES.....</b>		<b>56</b>
<b>BIJLAGE B: AANDACHTSPUNTEN TRACÉBEPALING.....</b>		<b>57</b>
<b>BIJLAGE C: DICHTHEIDSPROEF MET LUCHT OF STIKSTOF .....</b>		<b>59</b>
<b>BIJLAGE D: MODEL VAN “RAPPORT VAN OVEREENSTEMMING” .....</b>		<b>65</b>
<b>BIJLAGE E: GLOSSARIUM.....</b>		<b>68</b>
<b>BIJLAGE F: DICHTHEIDSPROEF MET WATER AANSLUITEND AAN DE HYDRAULISCHE WEERSTANDBEPROEVING .....</b>		<b>72</b>

## 1 Terminologie

De definities die zijn uiteengezet in het VeiligheidsKB en de Gaswet zijn van toepassing op onderhavige Code en zijn bijlagen.

Woorden en uitdrukkingen die met hoofdletter worden gebruikt in onderhavige Code en die niet zijn gedefinieerd in het VeiligheidsKB en de Gaswet, hebben de betekenis zoals hieronder weergegeven:

**Bebakening:** punctuele fysieke en goed herkenbare markering van het tracé van de leiding.

**Beproevingdruk:** de druk waaraan de Vervoersinstallatie tijdens de aanleg en/of zijn individuele Componenten, pompen en compressoren tijdens fabricage, onderworpen worden, om zich ervan te vergewissen dat de indienstneming in alle veiligheid kan gebeuren.

**Constructiebelastingen:** belastingen noodzakelijk voor de constructie, inclusief beproeving, van de installatie. Belastingen door het dynamisch gedrag van de apparatuur gebruikt voor de aanleg dienen, indien nodig, in rekening te worden gebracht.

- Constructie omvat transport, verhandeling, opslag, constructie en beproevingen. Toenames in externe druk ten gevolge van grouten of sub-atmosferische interne druk door drainage of drogen geven ook aanleiding tot Constructiebelastingen.

**Druk:** de relatieve druk van het fluïdum in het systeem, gemeten onder statische omstandigheden en uitgedrukt in bar relatief.

**Erkende Normenontwikkelingsorganisatie:** Normenontwikkelingsorganisatie zoals voorzien in Bijlage A.

**Functionele Belastingen:** belastingen ten gevolge van het voorbestemd gebruik van Vervoersinstallatie en belastingen door andere bronnen.

- *Belastingen ten gevolge van het voorbestemd gebruik:*  
gewicht van de installatie, inclusief Componenten en fluïdum, belastingen ten gevolge van druk en temperatuur in normale omstandigheden
- *Belastingen door andere bronnen:*  
voorspanning, restspanningen van constructie, grondbedekking, externe hydrostatische druk, biologische aangroei, verzakkingen en zettingen, rijzen en verzakken door vorst en dooi, aanhoudende ijsbelasting; reactiekrachten ter hoogte van steunen ten gevolge van Functionele Belastingen, belastingen ten gevolge van frequente verplaatsingen, steunrotaties of effecten van verandering in stroomrichting.

**Gaswet:** de Wet van 12 april 1965 betreffende het Vervoer van gasachtige producten en andere door middel van leidingen.

**Gouden Lassen:** Verbindingslassen waarvan sprake in artikel 52 van het VeiligheidsKB.

**Incident:** Onverwacht voorval dat kan leiden tot een noodsituatie, zoals een lek of een falen van de installatie.



**Incidentele Belastingen:** Belastingen onder ongeplande, maar plausibele omstandigheden, rekening houdend met de waarschijnlijkheid van optreden.

- brand, explosie, plotse decompressie, vallende objecten, overgangsomstandigheden bij aardbevingen; druk ten gevolge van verwarming geblokkeerde statische vloeistof, tenzij het inblokken een normale operationele activiteit is.

**Incidentele Druk:** De druk die incidenteel in een systeem optreedt, waarbij een veiligheidsapparaat actief wordt.

**Kerfslagwaarde:** de buigingsweerstand tegen schokbelasting op een gekerfde proefstaaf/ de energie nodig om een gekerfde proefstaaf van bepaalde vorm en afmeting bij schokbelasting te breken; zij wordt uitgedrukt door het aantal Joule, dat nodig is om een gekerfde proefstaaf van bepaalde vorm en afmetingen te breken.

**Niet-toxisch Gas:** Gas dat geen toxische bestanddelen bevat of slechts in die mate dat het geen invloed heeft op de gezondheid.

**Omgevingsbelastingen:** Belastingen afkomstig uit de omgeving van de installatie, behalve wanneer ze moeten worden beschouwd als Functionele Belasting of, omwille van de lage waarschijnlijkheid van optreden, als Incidentele Belasting.

- belastingen door golven, stroming, getijden, wind, sneeuw, ijs, aardbevingen, verkeer, visserij en mijnbouw; belastingen door trilling van apparatuur en verplaatsingen veroorzaakt door op de grond of zeebodem gelegen structuren.

**Omtrekspanning:** De spanning volgens de raaklijn aan de buitenomtrek van de loodrecht op de hartlijn van de leiding staande doorsnede en verwekt door de druk van het zich in de buis bevindende fluïdum;

**Onafhankelijke en Geaccrediteerde Instelling:** Instelling onafhankelijk van de houder van de Vervoersvergunning of zijn afgevaardigde en onafhankelijk van de persoon of organisatie die een product of dienst aanlevert, die geaccrediteerd is volgens één van de drie normen, ISO/IEC 17020, type A, ISO/IEC 17021, ISO/IEC 17025, van toepassing naargelang het geval.

**Ontwerptemperatuur:** Temperatuur waarop het ontwerp is gebaseerd.

**Overgangsstuk:** verbindingsstuk tussen twee types buis, om verschillen in materiaal en/of wanddikte te compenseren. In functie van de Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens en het verschil in diameter en/of wanddikte van de te verbinden buizen, wordt dit verbindingsstuk uit buis of plaat vervaardigd.

**Overgangstemperatuur:** de temperatuur waarop de taaie breuk in brosse breuk overgaat.

**Rek:** de verlenging in de lengterichting van de trekstaaf, na breuk, uitgedrukt in procent van de oorspronkelijke lengte tussen merktekens.

**Tangentiale spanning:** de spanning volgens de raaklijn aan de buitenomtrek van de loodrecht op de hartlijn van de leiding staande doorsnede en verwekt door de druk van het zich in de buis bevindende fluïdum.

**Testeenheid:** een Testeenheid bestaat uit alle stukken uit eenzelfde smelt, die dezelfde warmtebehandeling hebben ondergaan en dezelfde nominale afmetingen hebben.

**Treksterkte:** de Treksterkte is de waarde van de belasting, gedeeld door de oorspronkelijk doorsnede van de proefstaaf nodig om de proefstaaf te breken.

**VeiligheidsKB:** het koninklijk besluit van 19/03/2017 betreffende de veiligheidsmaatregelen inzake de oprichting en de exploitatie van Vervoersinstallaties.

Cursief weergegeven tekst, met uitzondering van titels en symbolen, is een citaat uit het VeiligheidsKB of Gaswet.

## 2 Symbolen

$R_m$	de gespecificeerde minimum Treksterkte bij omgevingstemperatuur, in Newton per vierkante millimeter (N/mm <sup>2</sup> )
$R_e$	de Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens bij omgevingstemperatuur, in Newton per vierkante millimeter (N/mm <sup>2</sup> )
$R_e(\theta)$	de Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens bij Ontwerptemperatuur, in Newton per vierkante millimeter (N/mm <sup>2</sup> ) Temperatuur niet hoger dan 60 °C: $R_e(\theta) = R_e$ Temperatuur hoger dan 60 °C: de Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens dient gecorrigeerd te worden voor de temperatuur
$t$	de minimum nominale wanddikte, in millimeter (mm)
$t_{min}$	de minimum ontwerp wanddikte, in millimeter (mm)
DN	de nominale diameter, in millimeter (mm)
DP	[Design Pressure] de Ontwerpdruk: de druk die als basis dient bij de ontwerpberekeningen, in bar
$D$	de gespecificeerde uitwendige diameter van de buis, in millimeter (mm)
MAOP	[Maximum Allowable Operating Pressure]: de hoogste druk waarop een vervoersinstallatie mag worden geëxploiteerd, in bar
MIP	[Maximum Incidental Pressure] de hoogste Incidentele Druk, in bar

## 3 Afkortingen

HFW	High Frequency Welded
SAWH	Submerged Arc-Welded / Helical
SAWL	Submerged Arc-Welded / Longitudinal

## 4 EIGA Documenten

C - 4	EIGA IGC Doc. 13/20 kan als leidraad worden gebruikt voor zuurstof Vervoersinstallaties.
E1 - 4	EIGA IGC Doc. 120/14 kan als leidraad worden gebruikt voor koolmonoxide Vervoerinstallaties. EIGA IGC Doc. 121/14 kan als leidraad worden gebruikt voor waterstof Vervoerinstallaties.

# Ontwerp

## 5 Algemeen

### 5.1 Ontwerp van de Vervoersinstallatie

5.1.1 Het ontwerp van de Vervoersinstallatie gebeurt volgens de vereisten vermeld in deze Code.

5.1.2 Componenten, pompen en compressoren dienen te voldoen aan de vereisten vermeld in deze Code.

5.1.3 Componenten, pompen en compressoren maken het voorwerp uit van en worden aangekocht volgens technische specificaties met beschrijving van onder meer:

- de hoedanigheid en de eigenschappen van het basismateriaal;
- de ontwerpcode(s) of –norm(en) die gehanteerd moet(en) worden;
- de minimale materiaaltechnische eisen zoals Rek, Elasticiteitsgrens, Kerfslagwaarden,...;
- de productietechnologie, indien van toepassing;
- de afmetingsafwijkingen en de toegelaten fouten;
- de proeven, beproevingen en controles waaraan de basismaterialen, de producten tijdens fabricage en de afgewerkte producten moeten onderworpen worden;
- de opleverings-, markerings- en de nummeringsvoorwaarden.

5.1.4 Deze Code is enkel van toepassing op stalen Vervoersinstallaties.

## 6 Vervoersinstallaties

### 6.1 Invloed van het fluidum

6.1.1 Tenzij er in het ontwerp rekening mee gehouden wordt, mag het te vervoeren fluidum geen secundaire vaste, vloeibare of gasvormige stoffen bevatten die een nadelige invloed hebben of kunnen hebben op de integriteit en de goede werking van de Vervoersinstallaties.

6.1.2 Tenzij er in het ontwerp rekening mee gehouden wordt, moet het dauwpunt van vloeistoffen en het waterdauwpunt van gassen daarenboven dusdanig zijn dat zij geen nadelige invloed hebben of kunnen hebben op de integriteit en de goede werking van de Vervoersinstallaties.

### 6.2 Temperatuurgrenzen

De minimum en maximum Ontwerptemperatuur onder normale exploitatievoorwaarden worden door de Vervoersonderneming bepaald tijdens de studiefase in overeenstemming met artikel 29 van het VeiligheidsKB.

### **6.3 Drukbeheersing**

De drukbeheersing in de Vervoersinstallatie gebeurt, met inachtneming van de hierna vermelde vereisten.

#### **6.3.1 *Bedrijfsdruk***

De MAOP mag in geen geval de DP overschrijden. Rekening houdend met de regelingstoleranties van de drukregelingstoestellen mag de reële gemeten Bedrijfsdruk in de Vervoersleidingen met een MAOP hoger dan 16 bar hoogstens 102,5 % van de MAOP bedragen. In Vervoersinstallaties met een MAOP lager dan of gelijk aan 16 bar mag deze reële gemeten Bedrijfsdruk hoogstens 110 % van de MAOP bedragen.

#### **6.3.2 *Hoogste Incidentele Druk***

De MIP is de hoogste toelaatbare druk in geval van Incident en is functie van de DP, de MAOP en de gebruikte materialen. De MAOP zal niet langer overschreden worden dan strikt noodzakelijk om het disfunctioneren te controleren en de normale bedrijfsvoorwaarden opnieuw in te stellen.

De MIP van een Vervoersinstallatie mag in geen geval de waarde, die voor de individuele Componenten, pompen en compressoren vooropgesteld is, overschrijden.

De MIP van een Vervoersinstallatie moet kleiner zijn dan de Beproevingdruk voor de Mechanische Weerstandspreef zoals vermeld in tabel 8.

**D – 6.3.2** Behoudens de uitzonderingen hierna vermeld, mag de MIP 115 % van de MAOP niet overschrijden.

- Voor Vervoersinstallaties met een DP lager dan of gelijk aan 40 bar en waarvoor de Omtrekspanning in de buiswand bij DP kleiner is dan of gelijk aan 0,45 maal de Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens mag de MIP maximaal 120 % van de MAOP zijn.
- Voor Vervoersinstallaties met een DP lager dan of gelijk aan 24 bar en waarvoor de Omtrekspanning bij DP in de buiswand kleiner is dan of gelijk aan 0,30 maal de Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens mag de MIP maximaal 130 % van de MAOP zijn.
- Voor Vervoersinstallaties met een DP lager dan of gelijk aan 16 bar mag de MIP maximaal 130 % van de MAOP zijn.
- Voor Vervoersinstallaties met een DP lager dan of gelijk aan 5 bar mag de MIP maximaal 140 % van de MAOP zijn.

#### **A/B/C/E - 6.3.2**

De MIP mag 110 % van de MAOP niet overschrijden.

#### **6.3.3 *Veiligheidssystemen***

De veiligheidssystemen zijn zo ontworpen dat in elk punt van de Vervoersinstallatie de MIP waarde niet overschreden wordt.

## **6.4 Leidingsecties & afblaasinstallaties**

- 6.4.1 De lengte tussen twee sectioneringsafsluiters op een leiding waarvan de MAOP meer dan 16 bar bedraagt mag, overeenkomstig artikel 22 van het VeiligheidsKB, niet meer dan 30 km bedragen.
- 6.4.2 Bij het ontwerp van sectioneringsinstallaties dienen deze zo ontworpen te worden dat het product ingesloten in een leidingdeel steeds langs beide zijden van het leidingdeel kan verwijderd worden.
- D - 6.4.3 Een afblaasinstallatie, die per leidingsectie aan weerszijden van een sectioneringsafsluiter wordt voorzien, moet een nominale diameter hebben die minstens 1/4 van de nominale diameter van de leiding bedraagt.

## **6.5 Naspeurbaarheid van materialen**

- 6.5.1 In de regel wordt staal gebruikt.
- 6.5.2 Voor alle materialen van drukdragende delen moet de Naspeurbaarheid aangetoond worden vanaf de originele gieting.
- 6.5.3 Met uitzondering van Drukapparatuur, dewelke onder het toepassingsgebied van de Richtlijn Drukapparatuur en het KB van 11/07/2016 valt, gelden voor de keuringsdocumenten de hierna vermelde volgende basisregels, rekening houdend met de eventuele aanvullingen en / of wijzigingen vermeld in hoofdstuk 9. De eisen met betrekking tot het EN 10204:2004 of ISO 10474:2013 rapport type gelden voor het volledige rapport, tenzij anders vermeld.
- 6.5.3.1 Componenten, pompen en compressoren voor Vervoersinstallaties met een MAOP groter dan 16 bar, moeten minimum worden geleverd met volgende keuringsrapporten volgens EN 10204:2004 of ISO 10474:2013:
- gespecificeerde uitwendige diameter groter dan 60,3 mm:
    - Leidingelementen: buizen, inductiebochten, vormstukken en flenzen:  
EN 10204-3.1 of ISO 10474-3.1 met toezicht op de proeven, controles en beproevingen door het Erkend Organisme.
    - Drukdragende delen van andere Componenten, pompen en compressoren:  
EN 10204-3.2 of ISO 10474-3.2, waarbij de geautoriseerde inspectie-vertegenwoordiger van de aankoper een type A keuringsinstelling is, geaccrediteerd volgens ISO/IEC 17020, hetzij EN 10204-3.1 of ISO 10474-3.1 met toezicht op de proeven, controles en beproevingen door het Erkend Organisme.
  - gespecificeerde uitwendige diameter kleiner dan of gelijk aan 60,3 mm:  
EN 10204-3.2 of ISO 10474-3.2, waarbij de geautoriseerde inspectie-vertegenwoordiger van de aankoper een type A keuringsinstelling is, geaccrediteerd volgens ISO/IEC 17020, hetzij EN 10204-3.1 of ISO 10474-3.1 met toezicht op de proeven, controles en beproevingen door het Erkend Organisme.
- Componenten, pompen en compressoren voor Vervoersinstallaties met een MAOP kleiner dan of gelijk aan 16 bar, dienen minimum te worden geleverd met een keuringsrapport EN 10204-3.1 of ISO 10474-3.1
- 6.5.3.2 Hulp- & Instrumentatiesystemen mogen geleverd worden met een fabriekscontrole-attest EN 10204-2.2 of ISO 10474-2.2.

## **6.6 Berekeningsmethoden voor ontwerp**

### **6.6.1 *Methode van de toelaatbare spanningen***

Zoals vermeld in artikel 30 tot en met artikel 32 van het VeiligheidsKB, wordt de minimale nominale wanddikte van een Component in de regel bepaald aan de hand van de methode van de toelaatbare spanningen, waarbij de Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens, de gespecificeerde uitwendige diameter, de Ontwerpdruk en de veiligheidsfactor in rekening gebracht worden. (zie ook hoofdstuk 7 en 9)

### **6.6.2 *Methoden verschillend van de methode van de toelaatbare spanningen.***

Zoals vermeld in artikel 33 van het VeiligheidsKB, is het gebruik van andere berekeningsmethoden toegelaten op voorwaarde dat ze worden beschreven in een norm uitgegeven door een Erkende Normenontwikkelingsorganisatie.

De minimale wanddikte zoals gespecificeerd in artikel 32 van het VeiligheidsKB en in 9.2.2, is ook van toepassing op de wanddikten die niet volgens de methode van de toelaatbare spanningen worden berekend.

## **7 Vervoersleidingen**

### **7.1 Belastingen en toelaatbare spanningen**

#### **7.1.1 Belastingen en belastingscombinaties**

De in deze Code opgelegde minimale wanddiktes van de Componenten moet desnoods worden vergroot om te kunnen weerstaan aan de druk (maximale respectievelijk minimale over- en onderdruk (DP); inwendige druk tijdens beproeving; drukstoten in het fluïdum; drukvariaties tijdens exploitatie,...), alsook aan onderstaande belastingen, respectievelijk oorzaken van belastingen, voor zover er door de Vervoersonderneming wordt aangegeven dat ze van toepassing zijn op de betrokken installatie onder normale omstandigheden:

- grond;
- verkeer;
- gewicht van de leiding, haar appendages en bijhorende apparatuur inclusief bekleding en isolatie;
- gewicht van het te transporteren fluïdum en testfluïdum;
- ijs & sneeuw;
- temperatuur;
- belasting door aansluitende constructies;
- trillingen

#### **7.1.2 *Toelaatbare resulterende spanningen***

De resulterende spanning voor de diverse mogelijke combinaties van de belastingen tijdens constructie en exploitatie mag onderstaande limieten niet overschrijden:

Bij wisselende Belastingen dienen de toelaatbare resulterende spanning mogelijk verder beperkt te worden zoals voorzien in de van toepassing zijnde norm, uitgegeven door een Erkende Normenontwikkelingsorganisatie.

## D – 7.1.2

$1,0 \times R_e(\theta)$  en dit onafhankelijk van de combinatie van de door de Vervoersonderneming als van toepassing zijnde beschreven belastingen.

$0,85 \times (R_e + R_e(\theta))$  bij de combinatie(s) met Omgevingsbelastingen voor sleufloze technieken tijdens exploitatie.

## A/B/C/E - 7.1.2

$0,9 \times R_e(\theta)$  bij de combinatie van de door de Vervoersonderneming als van toepassing zijnde beschreven Functionele en Omgevingsbelastingen, zonder het in rekening brengen van Constructiebelastingen of Incidentele Belastingen

$1,0 \times R_e(\theta)$  voor de volgende combinaties van de door de Vervoersonderneming als van toepassing zijnde beschreven belastingen:

- Constructiebelastingen en Omgevingsbelastingen;
- Functionele Belastingen, Omgevingsbelastingen en Incidentele Belastingen.

$0,85 \times (R_e + R_e(\theta))$  bij de combinatie(s) met Omgevingsbelastingen voor sleufloze technieken tijdens exploitatie.

## 7.2 Ondergrondse Vervoersleidingen

### 7.2.1 *Tracé*

Zoals vermeld in artikel 20 van het VeiligheidsKB, worden de Vervoersleidingen in principe ingegraven.

Voor zover mogelijk, worden bovengrondse installaties alleen gebruikt in de Stations en, indien noodzakelijk, op de punten waar grote obstakels moeten worden overschreden.

#### 7.2.1.1 Bepalen van een tracé

De Vervoersleiding dient, rekening houdend met de vereisten van artikel 39 van het VeiligheidsKB, zodanig te worden aangelegd dat ze op een veilige wijze kan geëxploiteerd worden.

Door terreinverkenningen, bestudering van de bestemmingsplannen, orthofoto's, bodemkaarten en historische kaarten en in overleg met de betrokken administraties (gewest, gemeenten, ...) dient het tracé te worden uitgewerkt.

Bij de bepaling van het tracé van een Vervoersleiding wordt rekening gehouden met een aantal aandachtspunten die kunnen onderverdeeld worden volgens:

- (a) constructie-technische impact
- (b) wettelijke impact
- (c) sociaal-economische impact
- (d) ecologische en archeologische impact

Een gedetailleerde opsomming van aandachtspunten tracébepaling is te vinden in bijlage B.

In bepaalde gebieden (bv. havengebieden) met veel industriële activiteiten kunnen afwijkende regelingen gelden bij de keuze van het tracé. Dit vanwege de zeer dichte ondergrondse infrastructuur en de nog beperkte beschikbare ruimte.

In deze gebieden kunnen de Vervoersleidingen zijn gebundeld in leidingenstroken, waarbij de plaats van de nieuwe te leggen Vervoersleiding moet voldoen aan de voorwaarden gesteld door de beheerder van de openbare ruimte.

*Vervoersleidingen die meren of afgebakende overstromingsgebieden kruisen*

Bij Vervoersleidingen die meren of afgebakende overstromingsgebieden kruisen, wordt bijkomend met volgende aandachtspunten rekening gehouden:

- het verankeren van de leiding zodat deze niet kan opdrijven;
- het nemen van bijkomende definitieve maatregelen zodat de exploitatie van het afgebakende overstromingsgebied op een veilige manier kan uitgevoerd worden.

*Vervoersleidingen in grond met zwakke draagkracht*

Bij Vervoersleidingen in grondlagen met zwakke draagkracht (zoals veengrond) worden grondonderzoeken uitgevoerd om de gepaste maatregelen te bepalen.

Deze maatregelen zijn onder andere, maar niet beperkt tot :

- het verwijderen en vervangen van die grondlagen;
- het verbeteren van de eigenschappen van die grondlagen;
- het kruisen op grote diepte van die grondlagen;
- het voorzien van extra ondersteuning onder de leiding.

*Vervoersleidingen in de buurt van ontginningsgebieden*

Bij Vervoersleidingen in de buurt van ontginningsgebieden wordt nagegaan wat de mogelijke impact kan zijn van de exploitatie van het ontginningsgebied op de leiding.

7.2.1.2 Ingravingsdiepte

*De Vervoersleidingen aangelegd buiten de omheining rond de Stations worden op een diepte van ten minste 0,80 m gelegd, gemeten tussen de bovenste beschrijvende van de leiding (bekleding en eventuele mantelbuis inbegrepen) en het oorspronkelijke niveau van de bodem, behalve in de volgende gevallen:*

Tabel 2: Kruisingen (volgens artikel 25 van het VeiligheidsKB)

<i>type kruising</i>	<i>min. Grondbedekking</i>
<i>het kruisen van een weg</i>	<i>1,20 m onder de bovenkant van de weg</i>
<i>het kruisen van een N-, R-, B- of A-weg</i>	<i>1,50 m onder de bovenkant van de weg</i>
<i>het kruisen van een spoorbaan</i>	<i>1,60 m onder de railvoet</i>
<i>het kruisen van geklasseerde, niet geklasseerde en bevaarbare waterlopen</i>	<i>1,20 m onder de laagste positie van het theoretisch en het praktisch profiel van het waterloopbed.</i>

De minimum gronddekking moet worden aangehouden over de volledige lengte van de kruising.

Waar de minimum grondbedekking niet kan gerespecteerd, moeten beschermingsplaten of beschermingskokers worden geïnstalleerd.



## 7.2.2 *Bebakening*

Het tracé van de Vervoersleiding wordt duidelijk gemerkt door middel van Bebakening en dit op een zodanige wijze dat het voor de omgeving duidelijk is wat het tracé van de leiding is. Waar mogelijk is elke Bebakening, zonder rekening te houden met de begroeiing, zichtbaar vanaf de naastgelegen Bebakeningen.

De Bebakening wordt bij voorkeur steeds boven de leiding geplaatst en dit binnen een zone van 2 m gemeten vanop de as van de leiding.

Een deel van de Bebakening dient te worden voorzien van een noodnummer, dat 24 uur per dag en 7 dagen per week bereikbaar is.

Meetpalen voor de kathodische bescherming (of andere visuele aanhorigheden) kunnen eveneens beschouwd worden als Bebakening.

### 7.2.2.1 Kruisen van infrastructuren

Bij het kruisen van infrastructuren (verkeerswegen, spoorwegen, waterwegen) dient er steeds langs weerszijden van het te kruisen obstakel een Bebakening te worden geplaatst zodat de aanwezigheid en richting van de Vervoersleiding kan aangeduid worden. Het type Bebakening kan aangepast worden in functie van het gebruik van de weg (bv. landbouwmachines, ...).

### 7.2.2.2 Kruisen van bevaarbare waterwegen - Signalisatiebord CEVNI A.6 "Verboden te ankeren of ankers, kabels of kettingen te laten slepen"

Bij een kruising van een bevaarbare waterweg door middel van een zinker, worden langs weerszijden van een bevaarbare waterweg de CEVNI Signalisatieborden A.6 geplaatst, ter afbakening van de zone waar de Vervoersleiding de oevers / kaaimuren kruist. De signalisatieborden worden geplaatst volgens de eisen van de waterwegbeheerder.

Bij een kruising van een bevaarbare waterweg door middel van een horizontaal gestuurde boring met minstens 5 m gronddekking onder de bodem van de waterweg, moeten er geen CEVNI signalisatieborden A.6 geplaatst worden.

## 7.2.3 *Sleufloze technieken*

Volgende sleufloze technieken zijn toegestaan voor de aanleg van Vervoersleidingen:

- Sleufloze technieken gebruik makend van een beschermbuis: hierbij wordt er gebruik gemaakt van een beschermbuis (staal, beton) waarin de productvoerende buis wordt geplaatst. Tijdens de aanleg worden de nodige voorzorgen genomen om contacten tussen productvoerende buis en beschermbuis te voorkomen. Hierbij dient te worden nagegaan dat de beschermbuis de kathodische bescherming van de leiding niet hindert.
- Sleufloze technieken gebruik makend van de productvoerende buis: hierbij zal de leiding rechtstreeks in contact komen met de onroerende grond (o.a. horizontaal gestuurde boringen, persingen met de productvoerende buis...)

De Vervoersonderneming zal de nodige maatregelen treffen (berekeningen, controles, aangepaste bekleding, ...) om aan te tonen dat de sleufloze techniek de integriteit van de leiding niet nadelig beïnvloedt.

#### 7.2.4 *Inspecteerbaarheid*

*Leidingen met een MAOP hoger dan 16 bar worden zodanig ontworpen en gebouwd om de mogelijkheid van controle door interne inspectie niet in het gedrang te brengen.*

### 7.3 **Bovengrondse Vervoersleidingen**

Leidingdelen moeten zo ontworpen worden dat:

- ze aan alle in 7.1.1 vermelde en relevante belastingen en belastingscombinaties kunnen weerstaan;
- de uitzettingen ten gevolge van alle voorzienbare temperatuurschommelingen opgevangen kunnen worden.

## 8 **Stations**

### 8.1 Stations moeten zo ontworpen worden dat:

- ze aan alle in 7.1.1 vermelde en relevante belastingen en belastingscombinaties kunnen weerstaan;
- de uitzettingen ten gevolge van alle voorzienbare temperatuurschommelingen opgevangen kunnen worden.

**A/B - 8.2** Stations dienen opgesteld te worden in verzamelputten, die voorzien zijn van een bekleding dewelke voor de te vervoeren vloeistof volkomen dicht is. De verzamelputten dienen uitgerust te zijn met inrichtingen dewelke toelaten het begin van vulling vast te stellen. Met betrekking tot de toegang tot reservoirs en verzamelputten moeten de nodige maatregelen getroffen worden om toegang te beletten zonder machtiging van de exploitant. Maatregelen moeten getroffen worden om het toevallig wegvloeien van de vervoerde vloeistof naar riolen of het natuurlijk grond- of oppervlaktewater te beletten.

### 8.3 **Stations, met uitzondering van compressie- en pompstations**

Veiligheidssystemen in drukregelstations:

Onafhankelijk van het drukregelsysteem, wordt er op basis van onderstaande regels al dan niet een bijkomende veiligheid voorzien dat ervoor zorgt dat de uitgangsdruk van het drukregelsysteem de veiligheidslimieten niet overschrijdt:

- Een bijkomende veiligheid is niet nodig indien de MAOP van het bovenstroomse systeem lager is dan of gelijk aan de MIP van het benedenstroomse systeem.
- Een enkelvoudige veiligheid moet geïnstalleerd worden indien de MAOP van het bovenstroomse systeem hoger is dan de MIP van het benedenstroomse systeem.
- Een tweevoudige veiligheid moet geïnstalleerd worden indien het verschil tussen de MAOP van het bovenstroomse systeem en de MAOP van het benedenstroomse systeem meer dan 16 bar bedraagt en indien de MAOP van het bovenstroomse systeem hoger is dan de druk van de Mechanische Weerstandspreef van het benedenstroomse systeem.

## **8.4 Compressiestations voor gassen**

### **8.4.1 Inleiding**

De hierna vermelde bijkomende vereisten hebben betrekking tot nieuwe compressiestations en uitbreidingen van bestaande compressiestations met een MAOP hoger dan 16 bar en totaal asvermogen boven 1 MW. In overeenstemming met artikel 4 van het VeiligheidsKB kunnen herstellingen, aanpassingen die geen uitbreiding zijn en vervangingen uitgevoerd worden, hetzij in overeenstemming met de hierna vermelde bijkomende vereisten, hetzij in overeenstemming met de wettelijke voorschriften die op het moment van de constructie van kracht waren, tenzij anders bepaald in het VeiligheidsKB.

### **8.4.2 Ontwerp**

8.4.2.1 Grondomstandigheden (stabiliteit, overstromingsrisico, ...) worden geanalyseerd en in overweging genomen om zich ervan te vergewissen dat ze geschikt zijn voor de voorgestelde installaties.

8.4.2.2 Lage punten, waar vloeistoffen zouden kunnen accumuleren, worden voorzien van geschikte purgeerpunten voorzien van een afsluiter.

8.4.2.3 Een flexibiliteitsanalyse wordt uitgevoerd om na te gaan dat het volledige systeem van installatieleidingen tijdens normale bedrijfsomstandigheden en gedurende beproevingen de in 7.1.2 gedefinieerde toelaatbare resulterende spanning niet overschrijdt of niet onderworpen is aan overmatige doorbuiging en bewegingen. Onaanvaardbare schokken en trillingen in installatieleidingen en in de compressie-unit moeten vermeden worden.

Krachten en momenten moeten binnen de waarden, gedefinieerd door de constructeur van de compressor gehouden worden.

8.4.2.4 Een gasreinigingssysteem zoals filter(s) en / of afscheider(s) moet aan de ingang van het compressiestation geplaatst worden.

8.4.2.5 De installatieleidingen van een compressiestation moeten uitgerust zijn met een gas evacuatie systeem voor drukvermindering. Dergelijk drukverminderingssysteem moet in staat zijn de druk van elk compartiment van de niet-ingegraven installaties binnen de 15 minuten met 50 % te verminderen.

Gas evacuatie door middel van afblazen of fakkelen is toegestaan.

Gas evacuatiesystemen moeten uitmonden in aangewezen veilige gebieden.

Wanneer verschillende afblaassystemen samenkomen in een gezamenlijk verdeelstuk, moet terugstroming worden vermeden.

8.4.2.6 De installatieleidingen van een compressiestation moeten van het gasVervoersleidingsnet gescheiden kunnen worden.

### 8.4.3 *Vereiste veiligheidssystemen*

#### 8.4.3.1 Stationsniveau

Volgende veiligheidssystemen dienen minimaal aanwezig te zijn op stationsniveau

##### (a) Gasdetectiesysteem

Naast het gasdetectiesysteem voorzien bij de compressoren, moet een gasdetectiesysteem worden voorzien in elk gebouw waar gasopstapeling mogelijk is.

##### (b) Bediening en controle van de afsluiters

De ingang-en uitgangsafsluiters van het Station evenals de ingang-en uitgangsafsluiters van elk compressorgebouw moeten kunnen bediend worden, op de afsluiter en in de lokale controle-kamer.

##### (c) Stroomvoorziening

In het geval van een stroompanne, dient een back-up stroomvoorziening er voor te zorgen dat het compressorstation op een veilige manier kan gestopt worden zonder schade aan onderdelen te veroorzaken.

#### 8.4.3.2 Compressorniveau

Volgende veiligheidssystemen dienen minimaal aanwezig te zijn op compressorniveau

##### (a) Beveiliging tegen overmatige trillingen

Alle apparatuur en samenstellen worden ontworpen om overmatige trillingen in alle normale modes te vermijden (inclusief starten, afschakelen, stand-by-modus, stilstand).

##### (b) Noodstop

In geval van nood of stroomuitval, kan de compressorinstallatie worden gestopt op een veilige en ordelijke manier. Het moet mogelijk zijn om de compressor tussen de sectioneringsafsluiters drukloos te stellen

## **8.5 Pompstations voor vloeistoffen**

### 8.5.1 *Inleiding*

De hierna vermelde bijkomende vereisten hebben betrekking tot nieuw pompstations.

### 8.5.2 *Ontwerp*

8.5.2.1 Grondomstandigheden (stabiliteit, overstromingsrisico, ...) worden geanalyseerd en in overweging genomen om zich ervan te vergewissen dat ze geschikt zijn voor de voorgestelde installaties.

8.5.2.2 De pompen en installatieleidingen dienen te worden opgesteld op een of meerdere vloeistofdichte vloerplaten. Enige afwatering van deze platen moet worden opgevangen en behandeld als zijnde vervuild water.

- 8.5.2.3 Zuiver product purgeersysteem: alle purgeerpunten en afblaaspunten zijn middels een leidingsysteem met elkaar en met een (tijdelijk) opslagtank verbonden. Indien installatieleidingen en/of tank(s) ondergronds worden aangelegd dienen deze te voldoen aan vigerende milieuwetgeving.
- 8.5.2.4 Een flexibiliteitsanalyse wordt uitgevoerd om na te gaan dat het volledige systeem van installatieleidingen tijdens normale bedrijfsomstandigheden en gedurende beproevingen de in 7.1.2 gedefinieerde toelaatbare resulterende spanning niet overschrijdt of niet onderworpen is aan overmatige doorbuiging en bewegingen. Onnodige schokken en trillingen in installatieleidingen, in de pompen en in de motoren, moet vermeden worden.
- Krachten en momenten moeten binnen de waarden, gedefinieerd door de constructeur gehouden worden.
- 8.5.2.5 Een vloeistofreinigingssysteem, zoals filter(s) en / of afscheider(s) moet aan de ingang van het pompstation geplaatst worden en voorzien zijn van een aansluiting op het afvoersysteem.
- 8.5.2.6 De installatieleidingen van een pompstation moeten uitgerust zijn met een druk ontlastsysteem. Dergelijk drukontlastsysteem moet geplaatst worden op ieder compartimenteerbaar volume groter dan 100 liter. De afblaas van een dergelijk systeem moet vrij kunnen afblazen naar een veilige locatie. De insteldruk van een druk ontlastventiel mag niet groter zijn dan DP.
- 8.5.2.7 De installatieleidingen van een pompstation moeten van het doorgaande leidingnet gescheiden kunnen worden. In het geval een activivering omwille van urgentie, mag een reset vanop afstand niet mogelijk zijn.

### 8.5.3 *Vereiste veiligheidssystemen*

#### 8.5.3.1 Stationsniveau

Volgende veiligheidssystemen dienen minimaal aanwezig te zijn op stationsniveau:

(a) Lekdetectiesysteem

Indien de pompen voorzien zijn van seals moeten deze uitgerust worden met een lekdetectiesysteem

(b) Bediening en controle van de afsluiters

De ingang- en uitgangsafsluiters van het Station moeten kunnen bediend worden, op de afsluiter en in de lokale controlekamer.

(c) Stroomvoorziening

In het geval van een stroompanne, dient een back-up stroomvoorziening er voor te zorgen dat het pompstation veilig gesteld kan worden.

#### 8.5.3.2 Pompniveau

Volgende veiligheidssystemen dienen minimaal aanwezig te zijn op pompniveau:

(a) Beveiliging tegen overmatige trillingen

Alle apparatuur en samenstellen worden ontworpen om overmatige trillingen in alle normale modes te vermijden (inclusief starten, afschakelen, stand-by-modus, stilstand)

(b) Noodstop

In geval van nood, kan de pompinstallatie worden gestopt op een veilige en ordelijke manier. Het moet mogelijk zijn om de pomp tussen de sectioneringsafsluiters drukloos te stellen.

## **8.6 Hulp- en Instrumentatiesystemen**

Hulp- en Instrumentatiesystemen voldoen aan de eisen omschreven in normen uitgegeven door Erkende Normenontwikkelingsorganisaties. De gebruikte buizen en hun toebehoren moeten niet voldoen aan de eisen in hoofdstuk 9.

## **9 Materiaalspecificaties**

### **9.1 Algemeen**

9.1.1 De Overgangstemperatuur van het staal moet lager zijn dan de laagste temperatuur waaraan de Vervoersinstallatie, ofwel tijdens de bouw, ofwel onder normale exploitatievoorwaarden, kan blootgesteld zijn. Teneinde na te gaan of deze Overgangstemperatuur goed is, kunnen de uitslagen van de kerfslagproeven van het model Charpy V uitgevoerd op de minimum Ontwerptemperatuur, als maatstaf genomen worden.

9.1.2 Alle laswerken dienen te worden uitgevoerd door gekwalificeerde lassers en/of lasoperatoren, waarbij het bewijs van kwalificatie door een Onafhankelijke en Geaccrediteerde Instelling werd uitgeschreven.

Alle laswerken dienen te worden uitgevoerd volgens gekwalificeerde lasmethodebeschrijvingen die voldoen aan de eisen gesteld in een norm, uitgegeven door een Erkende Normenontwikkelingsorganisatie, waarbij het bewijs van kwalificatie door een Onafhankelijke en Geaccrediteerde Instelling werd uitgeschreven.

Bij gelaste Componenten moet de mechanische weerstand (Treksterkte) van de gelaste verbindingen ten minste gelijk zijn aan de gespecificeerde waarden voor het basismateriaal. De Kerfslagwaarden van de gelaste verbindingen (las en warmtebeïnvloede zone) moeten ten minste gelijk zijn aan de in deze Code gespecificeerde waarden voor het basismateriaal.

9.1.3 Alle niet-destructieve controles dienen te worden uitgevoerd door gecertificeerd personeel waarbij het bewijs van certificering door een Onafhankelijke en Geaccrediteerde Instelling werd uitgeschreven.

Alle niet-destructieve controles dienen te worden uitgevoerd in overeenstemming met gedocumenteerde en goedgekeurde procedures die voldoen aan de eisen gesteld in een norm, uitgegeven door een Erkende Normenontwikkelingsorganisatie.

Niet-destructief onderzoek wordt, na de finale warmtebehandeling, uitgevoerd volgens normen uitgegeven door een Erkende Normenontwikkelings-organisatie en deze Code.

### **9.2 Buizen**

#### **9.2.1 *Productietechnologie***

De buizen zijn hetzij naadloos, hetzij in de langsrichting (HFW, SAWL) of spiraal (SAWH) gelast.

## 9.2.2 *Ontwerp*

9.2.2.1 Om te kunnen weerstaan aan de inwendige druk wordt de minimale ontwerp-wanddikte ( $t_{min}$ ) van de stalen buizen met de volgende formule berekend:

$$t_{min} = \frac{DP \times D}{20 \times R_e(\theta) \times L} \times S$$

De lasfactor  $L$  voorkomend in bovenstaande formule, wordt gelijkgesteld aan één.

De Veiligheidsfactor  $S$  voorkomend in bovenstaande formule, is gedefinieerd in artikel 31 van het VeiligheidsKB.

Tabel 3: Veiligheidsfactoren volgens artikel 31 van het VeiligheidsKB

<i>Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens</i>	<i>Veiligheidsfactor</i>
<i>200 – 314 N/mm<sup>2</sup></i>	<i>1,50</i>
<i>315 – 354 N/mm<sup>2</sup></i>	<i>1,54</i>
<i>355 – 384 N/mm<sup>2</sup></i>	<i>1,56</i>
<i>385 – 409 N/mm<sup>2</sup></i>	<i>1,58</i>
<i>410 – 555 N/mm<sup>2</sup></i>	<i>1,60</i>

Stations worden bij voorkeur omheind.

Voor omheinde Stations is de veiligheidsfactor zoals gedefinieerd in artikel 31 van het VeiligheidsKB gelijk aan 1,50.

Voor niet-omheinde Stations waar speciale beschermingsmaatregelen worden voorzien zoals het aanbrengen van ondergrondse mechanische bescherming (betondallen, kunstof beschermingsplaten) is de veiligheidsfactor 1,50.

Voor de andere niet-omheinde Stations wordt de veiligheidsfactor toegepast die bij de gebruikte materialen hoort.

De minimum nominale wanddikte voor de vervaardiging van de buizen ( $t$ ) wordt als volgt bepaald:

$$t = t_{min} + c$$

De waarde van de wanddiktetoeslag  $c$  moet door de Vervoersonderneming verantwoord worden.

Deze toeslag  $c$  wordt als volgt berekend:

$$c = c_1 + c_2$$

waarin:

- $c_1$  de absolute waarde van de gespecificeerde minimale negatieve wanddiktetolerantie zoals bepaald in de van toepassing zijnde norm(en), in millimeter (mm)
- $c_2$  de bijkomende toeslag voor inwendige corrosie of sleet, in millimeter (mm)

9.2.2.2 Ingeval door toepassing van de formule voor wandberekening, opgelegd in 9.2.2.1, een waarde wordt bekomen die kleiner is dan de gespecificeerde minimum nominale wanddikte vermeld in artikel 32 van het VeiligheidsKB, dan dient de in dat artikel vermelde wanddikte te worden nageleefd. Dit geldt zowel voor de Vervoersleidingen als voor de Stations.

Tabel 4: Minimum nominale wanddikte volgens artikel 32 van het VeiligheidsKB

<i>D (mm)</i>	<i>t (mm)</i>
$D \leq 150$	3,6
$150 < D \leq 200$	4,5
$200 < D \leq 250$	5,0
$250 < D \leq 300$	5,6
$300 < D \leq 630$	6,3
$D > 630$	1 % <i>D</i>

9.2.3 *Eigenschappen*

9.2.3.1 *Chemische eigenschappen*

(a) Koolstofstalen Vervoersinstallaties

(i) Koolstofequivalent

Het koolstofequivalent ( $CE_{IIW}$ ) van stalen buizen mag de volgende waarden niet overschrijden:

$$CE_{IIW} = 0,45$$

berekend aan de hand van volgende formule

$$CE_{IIW} = \%C + \%Mn/6 + (\%Cr + \%Mo + \%V)/5 + (\%Cu + \%Ni)/15$$

( % is de massaconcentratie van het betreffende element in de smelt)

(ii) Koolstofgehalte

Het koolstofgehalte bedraagt niet meer dan 0,23 %.

(iii) Zwavel- en fosforgehalte

Het zwavelgehalte bedraagt niet meer dan 0,030 %.

Het fosforgehalte bedraagt niet meer dan 0,035 %.

De som van zwavel en fosfor berekend op basis van de smeltanalyse bedraagt niet meer dan 0,050 %.

(b) Roestvaststalen Vervoersinstallaties

(i) Koolstofgehalte

Het koolstofgehalte bedraagt niet meer dan 0,035 %

(ii) Zwavel- en fosforgehalte

Het zwavelgehalte bedraagt niet meer dan 0,030 %.

Het fosforgehalte bedraagt niet meer dan 0,045 %.



### 9.2.3.2 *Mechanische eigenschappen*

De onderstaande mechanische proeven worden in het basismateriaal, en voor gelaste buizen ook op de fusieline (HFW) of in de las en warmte-beïnvloede zone (SAWL en SAWH), uitgevoerd.

#### (a) Trekproef

Indien de maximum Ontwerptemperatuur niet hoger is dan 60 °C, wordt de trekproef bij omgevingstemperatuur uitgevoerd.

Indien de maximum Ontwerptemperatuur hoger is dan 60 °C, wordt de trekproef ook bij de maximum Ontwerptemperatuur uitgevoerd.

Voor het basismateriaal mag de door proeven bepaalde verhouding tussen de Elasticiteitsgrens en de Treksterkte van het metaal ten hoogste 0,90 bedragen. De verlenging bij breuk moet minstens 18 % bedragen.

Voor gelaste verbindingen is de Treksterkte tenminste gelijk aan de gespecificeerde waarden voor het basismateriaal.

#### (b) Kerfslagproef

##### (i) Proefopstelling, proefstaven en uitvoering

Een kerfslagproef wordt genomen op een set van drie aangrenzende proefstaven van het model Charpy V afkomstig uit een enkele niet platgedrukte staalname. De as van de kerf moet loodrecht op het buisoppervlak staan.

De kerfslagproef moet worden uitgevoerd bij een temperatuur die lager is dan of gelijk aan de minimum Ontwerptemperatuur. Indien de materiaalnorm een kerfslagproef voorschrijft bij een lagere temperatuur en de bij die proef verkregen testresultaten voldoen aan de hieronder geformuleerde aanvaardingscriteria, komt de eis tot uitvoering van een kerfslagproef bij de minimum Ontwerptemperatuur te vervallen.

Voor austenitisch roestvaststaal moet de kerfslagproef niet worden uitgevoerd bij een minimum Ontwerptemperatuur hoger dan of gelijk aan - 80°C.

##### (ii) Aanvaardingscriteria

De uitslagen van de proeven op Kerfslagwaarde van elke reeks proefstaven, in de dwarsrichting genomen en met een 10 mm x 10 mm doorsnede, mogen niet kleiner zijn dan volgende waarden:

Voor staalsoorten met een Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens kleiner dan of gelijk aan 360 N/mm<sup>2</sup>:

- minimumwaarde per proefstaaf: 20 J
- gemiddelde minimumwaarde per reeks van drie proefstaven: 27 J

Voor staalsoorten met een Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens groter dan 360 N/mm<sup>2</sup>:

- minimumwaarde per proefstaaf: 30 J
- gemiddelde minimumwaarde per reeks van drie proefstaven: 40 J

Voor proefstaven, genomen in de langsrichting, worden bovenstaande waarden vermenigvuldigd met 1,5.

Voor proefstaven met een andere doorsnede worden de vereiste waarden bepaald in functie van de verhouding tussen de oppervlaktes achter de kerf bij de andere doorsnede respectievelijk de standaard 10 mm x 10 mm doorsnede.

### 9.2.3.3 *Dimensionele eigenschappen*

De dimensionele eigenschappen die worden voorgeschreven in de geldende norm moeten worden gevolgd.

### 9.2.4 *Beproevingen en controles in de fabriek*

(a) Elke buis wordt gedurende de hieronder vermelde tijdsduur aan een hydraulische beproeving onderworpen, op een druk zodat de daardoor in de buis ontstane Tangentiale Spanningen, rekening houdend met de wanddikteafwijkingen naar onder, zoals bepaald in de technische specificaties waarvan sprake in 5.1.3, begrepen zijn tussen de 95 % en 100 % van de Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens. De buis wordt goedgekeurd indien er gedurende de beproeving geen lek of permanente visuele vervorming waarneembaar is.

Tabel 5: Minimum tijdsduur hydraulische beproeving

Type buis	Diameter	Minimum tijdsduur hydraulische beproeving
Naadloze buis	Alle diameters	5 s
Gelaste buis (HFW, SAWL, SAWH)	$D \leq 457$ mm	5 s
	$D > 457$ mm	10 s

De hoogste en laagste Beproevingdrukken in de fabriek, welke met deze grenspanningen overeenstemmen, worden volgens onderstaande formules bepaald.

Tangentiale Spanningen		Overeenstemmende Beproevingdruk (bar)	
Laagste	Hoogste	Laagste	Hoogste
$0,95 R_e$	$R_e$	$\frac{20 (0,95 R_e)(t - c_1)}{D}$	$\frac{20 R_e(t - c_1)}{D}$

(b) Indien de hydrostatische test machine bij het afdichten van de buiseinden een longitudinale spanning in de buis veroorzaakt, wordt de Beproevingdruk berekend volgens onderstaande formules

Tangentiale Spanningen		Overeenstemmende Beproevingdruk (bar)	
Laagste	Hoogste	Laagste	Hoogste
$0,95 R_e$	$R_e$	$10 * \frac{(0,95 R_e) - \left(\frac{P_R A_R}{A_P}\right)}{\frac{D}{2(t - c_1)} - \frac{A_I}{A_P}}$	$10 * \frac{R_e - \left(\frac{P_R A_R}{A_P}\right)}{\frac{D}{2(t - c_1)} - \frac{A_I}{A_P}}$

- $P_R$  de *druk* die de hydrostatische testmachine ondervindt, in Newton per vierkante millimeter (N/mm<sup>2</sup>)
- $A_R$  het dwarsdoorsnedeoppervlak van het sluitend lichaam van de hydrostatische test machine, in vierkante millimeter (mm<sup>2</sup>)
- $A_P$  het dwarsdoorsnedeoppervlak van de buiswand, in vierkante millimeter (mm<sup>2</sup>)
- $A_I$  het intern dwarsdoorsnedeoppervlak van de buis, in vierkante millimeter (mm<sup>2</sup>)

(c) In functie van de gespecificeerde uitwendige diameter mag de hydrostatische Beproevingdruk als volgt beperkt worden:

Tabel 6: beperking hydrostatische Beproevingdruk

gespecificeerde uitwendige diameter	laagste hydrostatische Beproevingdruk
$D \leq 60,3$ mm	2 x MAOP
$60,3$ mm < $D \leq 406,4$ mm	Maximum {500 bar; 2 x MAOP}
$D > 406,4$ mm	Maximum {250 bar, 2 x MAOP}

(d) niet-destructief onderzoek

(i) Basismateriaal:

Elke buis wordt over haar volledige lengte aan een niet-destructief onderzoek (bijvoorbeeld: ultrasoon onderzoek) onderworpen op de afwezigheid van voor de veiligheid schadelijke inwendige fouten. Dit niet-destructief onderzoek heeft een dekkingsgraad van ten minste 20 % van het oppervlak.

(ii) Laseinden:

De laseinden van elke buis worden over de volledige omtrek aan een niet-destructief onderzoek (bijvoorbeeld: ultrasoon onderzoek) onderworpen op de afwezigheid van walsfouten die een nadelige invloed kunnen hebben op het lassen.

(iii) Lasnaden:

De lasnaden worden over hun volledige lengte aan een volumetrisch niet-destructief onderzoek (bijvoorbeeld: ultrasoon onderzoek) onderworpen op de afwezigheid van voor de veiligheid schadelijke lasfouten. De lasnaden ter hoogte van de laseinden, die niet volledig onderzocht kunnen worden met de eerst gekozen techniek, worden aan een aangepast niet-destructief onderzoek (bijvoorbeeld: radiografisch onderzoek) onderworpen.

### 9.3 Inductiebochten

#### 9.3.1 *Productietechnologie*

De inductiebochten worden vervaardigd uit buizen dewelke voldoen aan de in 5.1.3, 6.5, 9.1, 9.2 en de hierna vermelde vereisten.

#### 9.3.2 *Ontwerp*

##### 9.3.2.1 De minimale wanddikte ter hoogte van de laseinden bedraagt minstens de in 9.2.2 bepaalde waarde.

Indien de Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens van de inductiebocht kleiner is dan deze van de aansluitende buis dient de minimale wanddikte van de inductiebocht zodanig verhoogd te worden dat het product van de wanddikte en de Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens van de inductiebocht minstens gelijk is aan het product van de wanddikte en de Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens van de aansluitende buis.

##### 9.3.2.2 De minimale wanddikte in de extrados ( $t_{extrados}$ ) wordt als volgt berekend:

$$t_{extrados} \geq t_{min} * \frac{2R + D/2}{2(R + \frac{D}{2})}$$

De minimum wanddikte in de intrados ( $t_{intrados}$ ) wordt als volgt berekend:

$$t_{intrados} \geq t_{min} * \frac{2R - D/2}{2(R - \frac{D}{2})}$$

##### 9.3.2.3 Inductiebochten mogen geen stripverbindinglassen noch rondlassen bevatten.

#### 9.3.3 *Procedures en specificaties*

Inductiebochten dienen vervaardigd te worden volgens een goedgekeurde procedure.

#### 9.3.4 *Eigenschappen*

##### 9.3.4.1 Chemische eigenschappen

De moederbuis voor een inductiebocht dient te voldoen aan de in 9.2.3.1 gestelde vereisten.

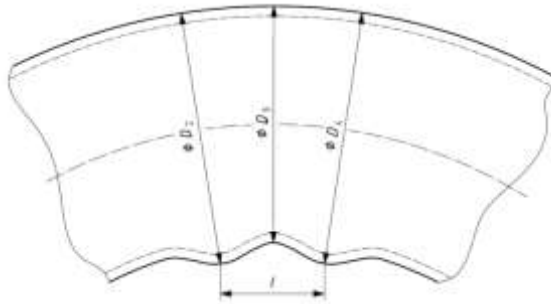
##### 9.3.4.2 Mechanische eigenschappen

De afgewerkte inductiebochten dienen te voldoen aan de in 9.2.3.2 gestelde vereisten.

Teneinde na te kunnen gaan of hieraan voldaan wordt, worden de mechanische eigenschappen bepaald in het rechte gedeelte, in de overgangszone tussen het gebogen en het rechte gedeelte en in het gebogen gedeelte zoals voorzien in de van toepassing zijnde norm, uitgegeven door een Erkende Normenontwikkelingsorganisatie

### 9.3.4.3 Dimensionele eigenschappen

#### (a) Rimpeling:



Figuur 1: rimpeling

De maximale gemiddelde rimpelhoogte (CVD) bedraagt ten hoogste 0,01 maal de gespecificeerde uitwendige diameter.

$$CVD = \frac{D_2 + D_4}{2} - D_3$$

De verhouding van de afstand tussen 2 opeenvolgende rimpels tot de maximale gemiddelde rimpelhoogte is ten minste 25.

#### (b) Ovaliteit:

De ovaliteit mag niet meer dan 1% bedragen ter hoogte van de laseinden en 2,5% in het bochtlichaam.

#### (c) Wanddikte

De minimum wanddikte zal nooit de in 9.3.2 bepaalde minima onderschrijden.

### 9.3.5 *Beproevingen en controles in de fabriek*

#### 9.3.5.1 Kwalificatietestbochten

(a) De essentiële buigparameters worden bepaald in de van toepassing zijnde norm, uitgegeven door een Erkende Normenontwikkelingsorganisatie. Indien de waarde voor één essentiële buigparameter buiten de gestelde toleranties valt, geeft dit aanleiding tot een nieuwe set van essentiële buigparameters. Per set van essentiële buigparameters wordt een testbocht geproduceerd ter kwalificatie van de buigprocedure.

(b) De lasnaden van gelaste buizen dienen steeds mechanisch beproefd te worden en te voldoen aan de in 9.3.4.2 gestelde eisen.

(c) SAWH lasnaden: Indien een moederbuis met SAWH lasnaad gebruikt wordt, dienen de lasnaadtesten in het gebogen deel zowel in de intrados als in de extrados te worden uitgevoerd.

### 9.3.5.2 Productiebochten

Voor productiebochten moet de overeenkomst met de eerder genoemde buigprocedure worden nagegaan. De beproevingen en controles worden uitgevoerd zoals beschreven in de van toepassing zijnde norm, uitgegeven door een Erkende Normenontwikkelingsorganisatie.

#### (a) Niet-destructief onderzoek

##### (i) Basismateriaal:

- De extradados van elke inductiebocht met een wanddikte groter dan of gelijk aan 6 mm wordt aan een niet-destructief onderzoek (bijvoorbeeld: ultrasoon onderzoek) onderworpen op de afwezigheid van voor de veiligheid schadelijke inwendige fouten.
- De extradados van elke inductiebocht wordt aan een oppervlakteonderzoek (bijvoorbeeld: magnetisch onderzoek) onderworpen op de afwezigheid van voor de veiligheid schadelijke fouten.

##### (ii) Laseinden:

De laseinden van elke inductiebocht worden over de volledige omtrek aan een niet-destructief onderzoek (bijvoorbeeld: ultrasoon onderzoek) onderworpen op de afwezigheid van walsfouten die een nadelige invloed kunnen hebben op het lassen.

##### (iii) Lasnaden:

De lasnaden in het gebogen gedeelte en in de overgangszone tussen het gebogen en het rechte gedeelte worden aan een volumetrisch niet-destructief onderzoek (bijvoorbeeld: ultrasoon onderzoek) onderworpen op de afwezigheid van voor de veiligheid schadelijke lasfouten.

#### (b) Hydrostatische beproeving

Inductiebochten dienen geen hydrostatische fabrieksbeproeving te ondergaan.

## 9.4 Vormstukken

9.4.1 Artikel 9.4 dekt in de fabriek vervaardigde gesmede vormstukken (inclusief, maar niet beperkt tot: bochten, T-stukken met en zonder verloop, T-stukken met en zonder leistaven, excentrische en concentrische verloopstukken, bolle bodems), vormstukken vervaardigd uit gesmede materialen (inclusief, maar niet beperkt tot: bossages, weld-o-lets, sock-o-lets, thread-o-lets, nippels) en aftakkingen of schelpen voor het lassen op leidingen in dienst (inclusief, maar niet beperkt tot: geëxtrudeerde uitlaten, gesmede schelpen of sferen, thread-o-ring fittings, split-tees, 3-way-tees, stopple fittings).

Eventuele geschroefde verbindingen dienen te voldoen aan de in 11.3.4 geformuleerde eisen.

## 9.4.2 *Productietechnologie*

9.4.2.1 Vormstukken zijn ofwel naadloos, ofwel gelast (vervaardigd uit gelaste buizen of het lassen van plaatmateriaal).

9.4.2.2 Vormstukken, met uitzondering van bossages, worden vervaardigd uit smeedstukken, gesmeed rond staafstaal, plaat, naadloze buizen of SAWL gelaste buizen. Het gebruik van HFW of SAWH gelaste buizen is niet toegelaten.

9.4.2.3 Bossages (weldoets, sockoets, threadoets) worden vervaardigd uit smeedstukken, gesmeed rond staafstaal of naadloze buizen.

## 9.4.3 *Ontwerp*

9.4.3.1 De minimale wanddikte van het vormstuk dient minstens de in 9.2.2 bepaalde waarde te bedragen.

Indien de Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens van het vormstuk kleiner is dan deze van de aansluitende buis dient de minimale wanddikte van het vormstuk zodanig verhoogd te worden dat het product van de wanddikte en de Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens van het vormstuk minstens gelijk is aan het product van de wanddikte en de Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens van de aansluitende buis

9.4.3.2 Vormstukken moeten minstens aan de interne Ontwerpdruk (in functie van staalsoort, diameter en wanddikte) kunnen weerstaan. Voor het bepalen van de interne Ontwerpdruk gelden de Veiligheidsfactoren, zoals gedefinieerd in 9.2.2.

9.4.3.3 Het potentieel om aan die Ontwerpdruk te weerstaan wordt nagegaan

- hetzij aan de hand van een berekening volgens de van toepassing zijnde norm;
- hetzij door middel van een hydrostatische beproeving met rekstrookjes;
- hetzij door middel van een hydrostatische barsttest uitgevoerd op een prototype, dat dezelfde nominale afmetingen heeft en op eenzelfde manier werd gefabriceerd.

9.4.3.4 Reductiestukken mogen conisch of klokvormig uitgevoerd worden.

9.4.3.5 Aftakkingen in T-stukken vervaardigd uit gelaste buis moeten, zoveel mogelijk, diametraal tegenover de lasnaad gepositioneerd worden.

## 9.4.4 Eigenschappen

### 9.4.4.1 Chemische eigenschappen

#### (a) Koolstofstalen Vervoersinstallaties

##### (i) Koolstofequivalent

Het koolstofequivalent ( $CE_{IIW}$ ) van stalen vormstukken mag de volgende waarden niet overschrijden:

$CE_{IIW} = 0,45$  voor staalsoorten met een Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens kleiner dan of gelijk aan  $360 \text{ N/mm}^2$

$CE_{IIW} = 0,48$  voor staalsoorten met een Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens groter dan 360 N/mm<sup>2</sup>

$CE_{IIW}$  wordt bepaald aan de hand van de in 9.2.3.1 gegeven formule

(ii) Koolstofgehalte

Het koolstofgehalte bedraagt niet meer dan 0,21 %.

(iii) Zwavel- en fosforgehalte

Het zwavelgehalte bedraagt niet meer dan 0,030 %.

Het fosforgehalte bedraagt niet meer dan 0,035 %.

De som van zwavel en fosfor berekend op basis van de smeltanalyse bedraagt niet meer dan 0,050 %.

(b) Roestvaststalen Vervoersinstallaties

(i) Koolstofgehalte

Het koolstofgehalte bedraagt niet meer dan 0,035 %

(ii) Zwavel- en fosforgehalte

Het zwavelgehalte bedraagt niet meer dan 0,030 %.

Het fosforgehalte bedraagt niet meer dan 0,045 %.

9.4.4.2 Mechanische eigenschappen

(a) Vormstukken dienen te voldoen aan de in 9.2.3.2 gestelde vereisten, behoudens eventuele wijzigingen en aanvullingen hierna vermeld.

(b) Trekproef

De verlenging bij breuk moet minstens 18 % bedragen voor niet-gietstalen en minstens 15 % voor gietstalen.

9.4.4.3 Dimensionele eigenschappen

(a) Ovaliteit laseinden

De ovaliteit mag niet meer dan 1% bedragen ter hoogte van de laseinden.

9.4.5 *Beproevingen en controles in de fabriek*

(a) Niet-destructief onderzoek

(i) Basismateriaal:

- 10 % van de vormstukken met een wanddikte groter dan of gelijk aan 6 mm, met een minimum van 1 vormstuk per Testeenheid, worden over hun volledige oppervlak aan een niet-destructief onderzoek (bijvoorbeeld: ultrasoon onderzoek) onderworpen op de afwezigheid van voor de veiligheid schadelijke inwendige fouten.
- 10 % van de vormstukken, met een minimum van 1 vormstuk per Testeenheid, worden over hun volledige externe en bereikbare interne oppervlak aan een



oppervlakteonderzoek (bijvoorbeeld: magnetisch onderzoek) onderworpen op de afwezigheid van voor de veiligheid schadelijke fouten.

(ii) Laseinden:

De laseinden van elk vormstuk worden over de volledige omtrek aan een niet-destructief onderzoek (bijvoorbeeld: ultrasoon onderzoek) onderworpen op de afwezigheid van fouten die een nadelige invloed kunnen hebben op het lassen.

(iii) Lasnaden:

- Alle stompe lassen worden over hun volledige lengte aan een volumetrisch niet-destructief onderzoek (bijvoorbeeld: ultrasoon onderzoek) onderworpen op de afwezigheid van voor de veiligheid schadelijke lasfouten.
- Bevestigingslassen van leistaven worden over hun volledige lengte aan een oppervlakteonderzoek (bijvoorbeeld: magnetisch onderzoek) onderworpen op de afwezigheid van voor de veiligheid schadelijke lasfouten.

(b) Hydrostatische beproeving en dichtheidsbeproeving

Met uitzondering van thread-o-ring fittings dienen aftakkingen of schelpen voor het lassen op leidingen in dienst volgende beproevingen te ondergaan:

- een hydrostatische weerstandsbeproeving gedurende 15 minuten bij een proefdruk die minstens gelijk is aan  $1,5 \times \text{MAOP}$ ;
- een hydrostatische weerstandsbeproeving gedurende 1 uur bij een proefdruk die minstens gelijk is aan  $1,4 \times \text{MAOP}$ ;
- een dichtheidsbeproeving met lucht of stikstof onder minimum 5 bar. De dichtheid wordt als voldoende beschouwd wanneer bij het afzepen geen lekken zichtbaar zijn.

Andere vormstukken dienen bij de productie geen hydrostatische beproeving of dichtheidsbeproeving te ondergaan.

## **9.5 Flenzen**

### 9.5.1 Productietechnologie

9.5.1.1 Flenzen worden vervaardigd uit smeedstukken.

9.5.1.2 Blindflenzen worden vervaardigd uit smeedstukken of plaat.

9.5.1.3 De vervaardiging of het herstel van flenzen en blindflenzen door middel van lassen is niet toegelaten.

## 9.5.2 *Ontwerp*

### 9.5.2.1 Het ontwerp van flenzen en blindflenzen moet voldoen aan een norm of code, uitgegeven door een Erkende Normenontwikkelingsorganisatie.

De minimale wanddikte van de flens dient minstens de in 9.2.2 bepaalde waarde te bedragen.

Indien de Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens van de flens kleiner is dan deze van de aansluitende buis dient de minimale wanddikte van de flens zodanig verhoogd te worden dat het product van de wanddikte en de Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens van de flens minstens gelijk is aan het product van de wanddikte en de Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens van de aansluitende buis.

### 9.5.2.2 Flenzen voorzien van een draadopening dienen zowel aan de in deze paragraaf als de in 11.3.4 geformuleerde eisen te voldoen. Er moet aangetoond worden dat, volgens de van toepassing zijnde norm, de draadopening de flens niet ontoelaatbaar verzwakt.

## 9.5.3 *Eigenschappen*

### 9.5.3.1 *Chemische eigenschappen*

#### (a) Koolstofstalen Vervoersinstallaties

##### (i) Koolstofequivalent

Het koolstofequivalent ( $CE_{IIV}$ ) van stalen flenzen mag de volgende waarden niet overschrijden:

$CE_{IIV} = 0,45$  voor staalsoorten met een Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens kleiner dan of gelijk aan  $360 \text{ N/mm}^2$

$CE_{IIV} = 0,48$  voor staalsoorten met een gespecificeerde minimum Elasticiteitsgrens groter dan  $360 \text{ N/mm}^2$

$CE_{IIV}$  wordt bepaald aan de hand van de in 9.2.3.1 gegeven formule

##### (ii) Koolstofgehalte

Het koolstofgehalte bedraagt niet meer dan 0,21 %.

##### (iii) Zwavel- en fosforgehalte

Het zwavelgehalte bedraagt niet meer dan 0,030 %.

Het fosforgehalte bedraagt niet meer dan 0,035 %.

De som van zwavel en fosfor berekend op basis van de smeltanalyse bedraagt niet meer dan 0,050 %.

#### (b) Roestvaststalen Vervoersinstallaties

##### (i) Koolstofgehalte

Het koolstofgehalte bedraagt niet meer dan 0,035 %

##### (ii) Zwavel- en fosforgehalte

Het zwavelgehalte bedraagt niet meer dan 0,030 %.

Het fosforgehalte bedraagt niet meer dan 0,045 %.

#### 9.5.3.2 *Mechanische eigenschappen*

(a) Flenzen en blindflenzen dienen te voldoen aan de in 9.2.3.2 gestelde vereisten.

#### 9.5.3.3 *Dimensionele eigenschappen*

De dimensionele eigenschappen die worden voorgeschreven in de geldende norm moeten worden gevolgd.

#### 9.5.4 *Beproevingen en controles in de fabriek*

(a) Niet-destructief onderzoek

(i) Basismateriaal:

- 10 % van de flenzen met een uitwendige diameter groter dan of gelijk aan 406,4 mm, met een minimum van 1 flens per Testeenheid, worden over hun volledige oppervlak aan een niet-destructief onderzoek (bijvoorbeeld: ultrasoon onderzoek) onderworpen op de afwezigheid van voor de veiligheid schadelijke inwendige fouten.

- 10 % van de flenzen, met een minimum van 1 flens per Testeenheid, worden over hun volledige externe en bereikbare interne oppervlak aan een oppervlakteonderzoek (bijvoorbeeld: magnetisch onderzoek) onderworpen op de afwezigheid van voor de veiligheid schadelijke fouten.

(ii) Laseinden:

De laseinden van elke flens worden over de volledige omtrek aan een niet-destructief onderzoek (bijvoorbeeld: ultrasoon onderzoek) onderworpen op de afwezigheid van fouten die een nadelige invloed kunnen hebben op het lassen.

(b) Hydrostatische beproeving

Flenzen en blindflenzen dienen geen hydrostatische fabrieksbeproeving te ondergaan.

### **9.6 Drukapparaten en Samenstellen van drukapparaten**

9.6.1 Voor Drukapparatuur, zoals gedefinieerd in artikel 1, §2 van het VeiligheidsKB, dewelke onder het toepassingsgebied van de richtlijn Drukapparatuur 2014/68/EU en het KB van 11/07/2016 valt, is onderhavige Code is niet van toepassing.

9.6.2 Pompen en compressoren dewelke niet onder het toepassingsgebied van de Richtlijn Drukapparatuur en het KB van 11/07/2016 vallen, dienen te voldoen aan een norm, uitgegeven door een Erkende Normenontwikkelingsorganisatie.

9.6.3 Voor de overige Drukapparatuur dewelke niet onder het toepassingsgebied van de Richtlijn Drukapparatuur en het KB van 11/07/2016 valt, gelden voor de drukdragende delen de hierna vermelde basisregels:

### 9.6.3.1 Ontwerp

Het ontwerp dient te voldoen aan een norm of code, uitgegeven door een Erkende Normenontwikkelingsorganisatie.

### 9.6.3.2 Chemische eigenschappen

#### (a) Koolstofstalen Vervoersinstallaties

##### (i) Koolstofequivalent

Het koolstofequivalent ( $CE_{IIW}$ ) van stalen materialen waaraan of waarop gelast wordt mag de volgende waarden niet overschrijden:

$$CE_{IIW} = 0,45$$

berekend aan de hand van volgende formule

$$CE_{IIW} = \%C + \%Mn/6 + (\%Cr + \%Mo + \%V)/5 + (\%Cu + \%Ni)/15$$

( % is de massaconcentratie van het betreffende element in de smelt)

##### (ii) Koolstofgehalte

Het koolstofgehalte bedraagt niet meer dan 0,21 %.

##### (iii) Zwavel- en fosforgehalte

Het zwavelgehalte bedraagt niet meer dan 0,030 %.

Het fosforgehalte bedraagt niet meer dan 0,035 %.

De som van zwavel en fosfor berekend op basis van de smeltanalyse bedraagt niet meer dan 0,050 %.

#### (b) Roestvaststalen Vervoersinstallaties

##### (i) Koolstofgehalte

Het koolstofgehalte bedraagt niet meer dan 0,035 %.

##### (ii) Zwavel- en fosforgehalte

Het zwavelgehalte bedraagt niet meer dan 0,030 %.

Het fosforgehalte bedraagt niet meer dan 0,045 %.

### 9.6.3.3 Mechanische eigenschappen

De onderstaande mechanische proeven worden in het basismateriaal, en voor gelaste verbindingen ook in de las en warmte-beïnvloede zone, uitgevoerd.

#### (a) Trekproef

Indien de maximum Ontwerptemperatuur niet groter is dan 60 °C, wordt de trekproef bij omgevingstemperatuur uitgevoerd.

Indien de maximum Ontwerptemperatuur groter is dan 60 °C, wordt de trekproef ook bij de maximum Ontwerptemperatuur uitgevoerd.

Voor het basismateriaal mag de door proeven bepaalde verhouding tussen de Elasticiteitsgrens en de Treksterkte van het metaal ten hoogste 0,90 bedragen.

De verlenging bij breuk moet minstens 18 % bedragen voor niet-gietstalen en minstens 15 % voor gietstalen.

Voor gelaste verbindingen is de Treksterkte tenminste gelijk aan de gespecificeerde waarden voor het basismateriaal.

(b) Kerfslagproef

Proefopstelling, proefstaven en uitvoering

Een kerfslagproef wordt genomen op een set van drie aangrenzende proefstaven van het model Charpy V afkomstig uit een enkele niet platgedrukte staalname.

De kerfslagproef moet worden uitgevoerd bij een temperatuur die lager is dan of gelijk aan de minimum Ontwerptemperatuur. Indien de materiaalnorm, uitgegeven door een Erkende Normenontwikkelingsorganisatie, een kerfslagproef voorschrijft bij een lagere temperatuur en de bij die proef verkregen testresultaten voldoen aan de hieronder geformuleerde aanvaardingscriteria, komt de eis tot uitvoering van een kerfslagproef bij de minimum Ontwerptemperatuur te vervallen.

Voor austenitisch roestvaststaal moet de kerfslagproef niet worden uitgevoerd bij een minimum Ontwerptemperatuur hoger dan of gelijk aan  $-80^{\circ}\text{C}$ .

De uitslagen voor de proeven op Kerfslagwaarde van elke reeks proefstaven, in de dwarsrichting genomen en met een 10 mm x 10 mm doorsnede, mogen niet kleiner zijn dan volgende waarden:

Voor staalsoorten met een Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens kleiner dan of gelijk aan  $360\text{ N/mm}^2$ :

- minimumwaarde per proefstaaf: 20 J
- gemiddelde minimumwaarde per reeks van drie proefstaven: 27 J

Voor staalsoorten met een Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens groter dan  $360\text{ N/mm}^2$ :

- minimumwaarde per proefstaaf: 30 J
- gemiddelde minimumwaarde per reeks van drie proefstaven: 40 J

Voor proefstaven, genomen in de langsrichting, worden bovenstaande waarden vermenigvuldigd met 1,5.

Voor proefstaven met een andere doorsnede worden de vereiste waarden bepaald in functie van de verhouding tussen de oppervlaktes achter de kerf bij de andere doorsnede respectievelijk de standaard 10 mm x 10 mm doorsnede.

9.6.3.4 Niet-destructief onderzoek

(a) Basismateriaal:

Het basismateriaal wordt aan een niet-destructief onderzoek onderworpen zoals voorzien in de normen uitgegeven door Erkende Normenontwikkelingsorganisatie.

(b) Laseinden:

De laseinden die de verbinding vormen met andere Componenten worden over de volledige omtrek aan een niet-destructief onderzoek (bijvoorbeeld: ultrasoon onderzoek) onderworpen op de afwezigheid van fouten die een nadelige invloed kunnen hebben op het lassen.

(c) Lasnaden:

- Alle stompe lassen worden over hun volledige lengte aan een volumetrisch niet-destructief onderzoek (bijvoorbeeld: radiografisch onderzoek) onderworpen op de afwezigheid van voor de veiligheid schadelijke lasfouten.
- Alle overige lassen worden over hun volledige lengte aan een oppervlakteonderzoek (bijvoorbeeld: magnetisch onderzoek) onderworpen op de afwezigheid van voor de veiligheid schadelijke lasfouten.

#### 9.6.3.5 Hydrostatische beproeving

Drukapparatuur moet gedurende minimum 15 minuten een hydrostatische beproeving weerstaan bij een proefdruk, minstens gelijk aan de hoogste van volgende waarden:

- de druk die overeenkomt met de maximale gebruiksbelasting die de apparatuur kan weerstaan gelet op de maximaal toelaatbare druk en de maximaal toelaatbare temperatuur, vermenigvuldigd met 1,25, of
- de MAOP, vermenigvuldigd met 1,43.

#### 9.6.3.6 Dichtheidsproef

De lassen moeten afgezeept worden op een druk van minimum 5 bar. De Beproevingdruk van de Dichtheidsproef mag in geen geval de Beproevingdruk van de Mechanische Weerstandspreef overschrijden

### 9.7 **Technisch dossier van een Component, compressor of pomp**

Een technisch dossier van een Component, compressor of pomp bestaat, voor zover van toepassing, minimum uit:

- rapporten weerstandsbeproevingen
- materiaalcertificaten
- inspectierapport.

## 10 **Externe Corrosiebescherming**

Stalen Vervoersinstallaties dienen uitgerust te worden met een beschermingssysteem tegen corrosie.

Voor het ingegraven gedeelte dient dit systeem te bestaan uit een passief gedeelte (nl. de isolerende bekleding rondom de installatie) enerzijds en een actief gedeelte (nl. de kathodische bescherming) anderzijds, volgens de hierna genoemde principes.

Voor het niet-ingegraven gedeelte bestaat deze bescherming (tegen atmosferische corrosie) enkel uit een aangepast verfsysteem.

## **10.1 Passieve corrosiebescherming van ingegraven Vervoersinstallaties**

- 10.1.1 De bekleding van de Vervoersinstallatie dient over de geschikte mechanische en elektrische eigenschappen te beschikken dewelke zijn aangepast aan zijn omgeving en dit zowel in de constructiefase als de exploitatiefase (rekening houdend met de Ontwerptemperatuur). De bekleding van de Vervoersinstallatie dient minstens een kathodische polarisatie van -1,2 V (Cu/CuSO<sub>4</sub>) te weerstaan zonder los te komen van het stalen substraat. De hechting dient zo te zijn dat een plaatselijke beschadiging van de bekleding geen invloed zal hebben op de aangrenzende bekleding en de bekleding niet loskomt na verloop van tijd tegen gevolge van deze beschadiging.
- 10.1.2 Het bekledingprocedé zal uitgevoerd worden met de nodige zorg om een gewenst kwaliteitsniveau te bereiken (o.a. hechting, continuïteit, resistiviteit, plasticiteit, mechanische weerstand).
- 10.1.3 De fabrieksbekleding van buizen dient te worden geleverd met keuringsrapport EN 10204-3.1 of ISO 10474-3.1 voor zowel de inspectie en testen van het basismateriaal als van het gebruikte bekledingsprocedé.

## **10.2 Actieve corrosiebescherming van ingegraven Vervoersinstallaties**

- 10.2.1 De stroom voor de kathodische bescherming is afkomstig van stroomonttrekkingstoestellen met anodes. De stroom is van het type gelijkstroom.
- 10.2.2 De hoeveelheid, het vermogen en de plaats van de stroomonttrekkingstoestellen zijn zo gekozen dat de maximumwaarde van de beschermingspotential in een statisch regime - 0,85 V (Cu/CuSO<sub>4</sub>) bedraagt. Indien corrosie door de activiteit van sulfaatreducerende bacteriën wordt vastgesteld, bedraagt de maximumpotential -0,95 V (Cu/CuSO<sub>4</sub>)
- 10.2.3 De stroom voor de kathodische bescherming is berekend op basis van de karakteristieke gegevens van de Vervoersleiding en rekening houdend met de kwaliteit van de bekleding (isolerende werking), de verbinding met andere structuren en andere mogelijke invloeden (o.a. organische corrosie...)
- 10.2.4 Om het potential te kunnen meten is de Vervoersleiding uitgerust met minimum één kathodisch meetpaaltje per kilometer leiding (kabel verbonden met leiding bovengebracht in een meetpaal). Ter hoogte van speciale kruisingen (persingen, boringen, bovengrondse kruisingen, beschermkokers, ...) worden er extra voorzieningen getroffen om een efficiënte en zekere corrosiebescherming toe te laten.
- 10.2.5 De invloed van zwerfstromen en inductiestromen (DC & AC) dient in rekening te worden gebracht tijdens de ontwerpfase.
- 10.2.6 Indien er zich andere hindernissen (andere leidingen, vaste constructies...) in de omgeving van de Vervoersleiding bevinden, dienen de tussenafstanden, vermeld in artikel 26 van het VeiligheidsKB, te worden gerespecteerd.
- 10.2.7 Een ontwerpdossier en uitvoeringsdossier kathodische bescherming zal worden opgesteld.

# Constructie

## 11 Aanleg & beproeving

### 11.1 Transport, opslag en controle van goede staat

Het laden, lossen, transporteren en stapelen van Componenten moet zorgvuldig geschieden ter voorkoming van beschadigingen aan deze Componenten. De laad- en losvoorschriften van de leveranciers dienen strikt in acht te worden genomen.

Alvorens te worden ingebouwd, wordt de identificatie van de Componenten nagekeken en worden ze geïnspecteerd op beschadigingen, vervormingen en/of corrosie. Componenten met onaanvaardbare beschadigingen, vervormingen en/of corrosie mogen niet worden ingebouwd.

### 11.2 Richtingsveranderingen

11.2.1 De richtingsveranderingen in het horizontale en verticale vlak kunnen worden verkregen door elastische vervorming, koud gebogen bochten, inductiebochten of vormstukken.

11.2.2 Het gebruik van bochten, gevormd door het lassen van rechte stukken, is verboden.

11.2.3 Bochten gevormd op de werf door koudbuigen

11.2.3.1 De buizen mogen op de werf koud worden gebogen volgens een gekwalificeerde procedure en met behulp van aangepaste apparatuur.

11.2.3.2 Koud vormen van bochten in stalen buizen wordt in radius beperkt volgens onderstaande lijst:

- 20 maal de diameter voor buizen kleiner dan een nominale diameter DN 200
- 30 maal de diameter voor buizen met een nominale diameter groter dan of gelijk aan DN 200 en kleiner dan DN 400
- 40 maal de diameter voor buizen met een nominale diameter groter dan of gelijk aan DN 400

11.2.3.3 Het koud buigen van de buizen mag geen beschadiging teweeg brengen aan het buismateriaal noch aan de bekleding.

11.2.3.4 De ovaliteit mag niet meer dan 2,5 % bedragen. In geval van rimpelingen is de toelaatbare rimpeldiepte 0,01 maal de afstand tussen 2 opeenvolgende pieken.

Bij langsgelaste buizen wordt bij het plooiën de lasnaad in de neutrale vezel geplaatst, afwijkingen tot +/- 15° van de neutrale vezel zijn toegelaten. Het gebruik van spiraalgelaste buizen is toegestaan op voorwaarde dat er geen stripverbindingslas in de buis aanwezig is.

11.2.3.5 Aan elk uiteinde van de bocht moet zich een rechte lengte van ten minste één maal de diameter bevinden, met een minimale lengte van 0,5 m.



11.2.3.6 Voor aanvang van de buigwerkzaamheden moet een buigproef worden uitgevoerd, waarbij minstens de ovaliteit en de wanddikte in de extradados van de bocht gemeten wordt. De minimale wanddikte in de extradados bedraagt ten minste de in 9.2.2 bepaalde waarde.

11.2.4 *Vormstukken*

Vormstukken moeten voldoen aan de in 9.4 vermelde eisen.

11.2.5 *Inductiebochten*

Inductiebochten moeten voldoen aan de in 9.3 vermelde eisen.

### **11.3 Verbindingen**

11.3.1 *Algemeen*

(a) De verbinding van de Componenten wordt bij voorkeur door stompe lassen volgens een elektrisch vlambooglasproces uitgevoerd.

(b) Het op de werf zodanig koud vervormen van de buiseinden dat er plastische vervorming optreedt, wordt zoveel mogelijk vermeden. Indien de lasvoorbereiding dit vereist, dient dit op gecontroleerde wijze te gebeuren.

11.3.2 *Lasverbindingen*

11.3.2.1 Bij het verbinden van Componenten moet de mechanische weerstand (Treksterkte) van de gelaste verbindingen ten minste gelijk zijn aan de gespecificeerde waarden voor het basismateriaal.

Kerfslagwaarden worden bepaald bij een temperatuur die lager is dan of gelijk aan de minimum Ontwerptemperatuur.

Voor austenitisch roestvaststaal moeten de kerfslagwaarden niet worden bepaald indien de minimum Ontwerptemperatuur hoger dan of gelijk aan  $-80^{\circ}\text{C}$  is.

De Kerfslagwaarden van gelaste verbindingen (las en warmte-beïnvloede zone) van elke reeks proefstaven, in de dwarsrichting genomen en met een 10 mm x 10 mm doorsnede, mogen niet kleiner zijn dan volgende waarden:

Voor staalsoorten met een Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens kleiner dan of gelijk aan  $360\text{ N/mm}^2$ :

- minimumwaarde per proefstaaf: 20 J
- gemiddelde minimumwaarde per reeks van drie proefstaven: 27 J

Voor staalsoorten met een Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens groter dan  $360\text{ N/mm}^2$ :

- minimumwaarde per proefstaaf: 30 J
- gemiddelde minimumwaarde per reeks van drie proefstaven: 40 J

Voor proefstaven met een andere doorsnede worden de vereiste waarden bepaald in functie van de verhouding tussen de oppervlaktes achter de kerf bij de andere doorsnede respectievelijk de standaard 10 mm x 10 mm doorsnede.

### 11.3.2.2 Ondernemingen

De ondernemingen, die met laswerkzaamheden worden belast, moeten hun bekwaamheid voor de uitvoering van gevraagde laswerken bewijzen. Laswerken gebeuren aan de hand van een internationaal erkend laskwaliteit-managementsysteem. De onderneming kan dit aantonen aan de hand van een geldig certificaat uitgegeven door een Onafhankelijke en Geaccrediteerde Instelling.

### 11.3.2.3 Lasmethodebeschrijving en -kwalificatie

(a) Alle laswerken dienen te worden uitgevoerd volgens gekwalificeerde lasmethodebeschrijvingen die voldoen aan de eisen gesteld in een norm, uitgegeven door een Erkende Normenontwikkelingsorganisatie, waarbij het bewijs van kwalificatie door een Onafhankelijke en Geaccrediteerde Instelling werd uitgeschreven.

(b) Tijdens de lasmethodekwalificatie moeten, in aanvulling op de onderzoeken vermeld in de geldende norm, volgende onderzoeken worden uitgevoerd:

#### (i) Trekproef

De trekproef dient aan te tonen dat de Treksterkte van de lasverbinding ten minste gelijk is aan de gespecificeerde minimum waarden voor het basismateriaal.

#### (ii) Kerfslagproef

Kerfslagproeven aan de hand van Charpy V zijn steeds verplicht en worden uitgevoerd volgens normen uitgegeven door een Erkende Normenontwikkelingsorganisatie. Een kerfslagproef wordt steeds uitgevoerd in de zone met de hoogste warmte-inbreng.

Kerfslagproeven moeten worden uitgevoerd bij een temperatuur die lager is dan of gelijk aan de minimum Ontwerptemperatuur.

Voor austenitisch roestvaststaal moeten de kerfslagproeven niet worden uitgevoerd indien de minimum Ontwerptemperatuur hoger dan of gelijk aan  $-80^{\circ}\text{C}$  is.

De uitslagen van de proeven op Kerfslagwaarde van elke reeks proefstaven moeten ten minste gelijk zijn aan de in 11.3.2.1 gespecificeerde waarden.

#### (iii) Hardheidsmeting

Met uitzondering van lassen in austenitisch roestvaststaal zijn hardheidsmetingen steeds verplicht en worden uitgevoerd volgens normen uitgegeven door een Erkende Normenontwikkelingsorganisatie. De hardheidsmetingen worden steeds uitgevoerd in de zone met de laagste warmte-inbreng.

De hardheid mag niet groter zijn dan 350 HV10.

#### (iv) Niet-destructief onderzoek

Niet-destructief onderzoek wordt uitgevoerd volgens normen uitgegeven door een Erkende Normenontwikkelingsorganisatie.

Voor de lasmethodekwalificatie dient hetzelfde niet-destructief onderzoek te worden uitgevoerd als beschreven in 11.4.1.

(c) Lasmethodebeschrijving en –kwalificatie voor herstellingen

- (i) Alle herstellingen worden uitgevoerd door middel van een gekwalificeerde lasmethodebeschrijving, die opgesteld en gekwalificeerd werd aan de hand van de voorschriften in normen uitgegeven door een Erkende Normenontwikkelingsorganisatie.
- (ii) Voor de lasmethodekwalificatie voor herstelling dienen dezelfde proeven te worden uitgevoerd als beschreven in 11.3.2.3 (b).

Voor de resultaten van de trekproef kan verwezen worden naar een lasmethodekwalificatie die met dezelfde parameters werd gelast als de reparatie. De kerfslagproef en hardheidsmeting worden steeds op een gerepareerde zone uitgevoerd.

11.3.2.4 Lassers en lasoperatoren

Alle laswerken dienen te worden uitgevoerd door gekwalificeerde lassers en/of lasoperatoren waarbij het bewijs van kwalificatie door een Onafhankelijke en Geaccrediteerde Instelling werd uitgeschreven.

11.3.2.5 Personeel belast met het toezicht en de coördinatie van lasactiviteiten

Het personeel belast met het toezicht en de coördinatie van lasactiviteiten, tewerkgesteld door de onderneming belast met laswerkzaamheden, dient volgens normen uitgegeven door een Erkende Normenontwikkelingsorganisatie minimum als volgt gekwalificeerd te zijn.:

- Vervoersinstallaties met een MAOP groter dan 16 bar:  
internationaal lasingenieur (IWE)
- Vervoersinstallaties met een MAOP kleiner dan of gelijk aan 16 bar:  
internationaal lassociaal (IWS)

11.3.2.6 Lastoevoegmaterialen

- (a) Als lastoevoegmateriaal mag enkel materiaal gebruikt worden dat aangepast is aan het basismateriaal en dat beantwoordt aan normen uitgegeven door een Erkende Normenontwikkelingsorganisatie.
- (b) Alle lastoevoegmaterialen dienen per Testeenheid getest te worden en voor aanvang van de laswerken dienen de EN 10204-3.1 of ISO 10474-3.1 certificaten, voor zowel de chemische als de mechanische eigenschappen, voorgelegd te worden ter goedkeuring.

11.3.2.7 Uitvoering laswerken

(a) Algemeen

- (i) Overgangstukken mogen geen stripverbindingslas bevatten.

(ii) Aftakkingen & spuien

Voor aftakkingen van leidingen moet een afstand van 100 mm aangehouden worden tussen de langslas, spiraallas of stripverbindingslas van de buis en de las van de aftakking.

Indien bij een langslas of spiraallas de afstand van 100 mm niet gerespecteerd kan worden, dan moet de langslas of spiraallas van de buis over een afstand van minstens éénmaal de gespecificeerde uitwendige diameter van de aftakking langs weerszijden aan een volumetrisch niet-destructief onderzoek (bijvoorbeeld: ultrasoon onderzoek) onderworpen worden op de afwezigheid van voor de veiligheid schadelijke lasfouten. Indien bij deze controle belangrijke indicaties worden gevonden, dan moet een andere zone gezocht worden.

Het lassen in zones met walsfouten is niet toegelaten. Voordat aftakkingen op de leiding gelast worden dient een zone van 100 mm langsheen en rondom de plaats van de las aan een niet-destructief onderzoek (bijvoorbeeld: ultrasoon onderzoek) te worden onderworpen op de afwezigheid van walsfouten die een nadelige invloed kunnen hebben op het lassen. Indien bij deze controle belangrijke indicaties worden gevonden, dan moet een andere zone gezocht worden.

(iii) Positionering lasnaad gelaste buizen

Buizen dienen, zowel voor langsgelaste als spiraalgelaste buizen, zodanig gesteld te worden dat de uiteinden van respectievelijk de langslas of spiraallas van twee opeenvolgende buizen

ten opzichte van elkaar verschoven zijn over een op de omtrek gemeten afstand van

- minimum 50 mm voor Componenten met een gespecificeerde uitwendige diameter kleiner dan 219,1 mm;
- minimum 100 mm voor Componenten met een gespecificeerde uitwendige diameter groter dan of gelijk aan 219,1 mm.

Deze afstand wordt tussen de centerlijnen van de langslas of spiraallas bepaald.

Indien de minimum afstanden bij het maken van verbindingslas niet gerespecteerd kunnen worden, dan moet de volledige kruisverbinding over een afstand van minstens 200 mm op de langslas of helicoïdale las aan een of meerdere bijkomende niet-destructief onderzoek(en) worden onderworpen op de afwezigheid van voor de veiligheid schadelijke fouten.

(iv) Bevestiging van constructie-elementen:

Het lassen van constructie-elementen aan fluïdumvoerende buizen, vormstukken, flenzen, afsluiters of andere constructie-elementen, dient uitgevoerd te worden aan de hand van lasmethodebeschrijvingen, die gebaseerd zijn op lasmethodekwalificaties gekwalificeerd volgens de voorschriften van deze Code.

Het lassen van uitlijningsmiddelen of "tijdelijke" constructie-elementen aan fluïdumvoerende buizen, vormstukken, flenzen, afsluiters of andere Componenten is niet toegestaan.

(b) Voorbereiding van de buiseinden

(i) De lasnaadvoorbereiding dient afgestemd te zijn op de lasverbinding, het gekozen lasproces en de gekozen NDO-techniek. De lasnaadvoorbereiding dient te beantwoorden aan de eisen die gesteld worden in normen uitgegeven door een erkende normen-ontwikkelingsorganisatie.

(ii) Voor Gouden Lassen dient indien nodig voor aanvang van de werken een zone van 100 mm langsheen en rondom de plaats van de las door middel van ultrasoon onderzoek gecontroleerd te worden op de afwezigheid van walsfouten.

11.3.2.8 Documentatie

(a) Een lijst van gekwalificeerde lasmethodebeschrijvingen, welke door het Erkend Organisme aanvaard zijn, wordt met het oog op het bouwen van de Vervoersinstallatie opgemaakt, alsook een lijst van gekwalificeerde lassers en/of lasoperatoren volgens elk van de laswijzen.

(b) *Indien minder dan 100 % van de lassen niet-destructief wordt onderzocht, houdt de houder van de Vervoersvergunning een register bij met de namen van de voor elke las verantwoordelijke lasser(s) en/of lasoperator(en).*

(c) De markering van de lassen moet op het overeenkomstig controledocument voorkomen.

11.3.3 *Flensverbindingen*

Het gebruik van flensverbindingen is toegelaten waar lasverbindingen onpraktisch zijn. Bij voorkeur worden ingegraven flensverbindingen vermeden. Indien het toch onvermijdelijk is wordt hun aantal zo klein mogelijk gehouden.

**A/B** – 11.3.3

Het gebruik van ingegraven flensverbindingen is verboden.

11.3.4 *Schroefverbindingen*

Schroefverbindingen zijn slechts toegelaten waar lasverbindingen en flensverbindingen praktisch onmogelijk zijn, bijvoorbeeld voor het aansluiten van Hulp- en Instrumentatiesystemen.

Schroefverbindingen dienen bij voorkeur een tapse uitvoering te hebben. Het gebruik van parallelle schroefverbindingen is niet toegestaan.

**11.4 Controles**

11.4.1 Controles van de lassen

11.4.1.1 Algemeen

(a) Alle lasnaden worden aan een visueel onderzoek onderworpen.

(b) Voor Vervoersleidingen met een MAOP groter dan 16 bar dienen Productietesten uitgevoerd te worden, in overeenstemming met Tabel 7, en de resultaten van deze destructieve proeven (volgens VeiligheidsKB artikel 50) dienen te beantwoorden aan de vereisten gesteld tijdens de lasmethodekwalificatie.

Tabel 7: minimum aantal Productietesten

Lengte (L) van de gelaste Vervoersleiding, in km	Minimum aantal Productietesten
$1 < L \leq 10$	1
$10 < L \leq 50$	2
$L > 50$	2 plus 1 bijkomende test per begonnen lengte van 50 km

Voor Vervoersleidingen met een MAOP kleiner dan of gelijke aan 16 bar dient er 1 Productietest te worden uitgevoerd voor leidingen langer dan 20 km. De resultaten van deze destructieve proeven dienen te beantwoorden aan de vereisten gesteld tijdens de lasmethodekwalificatie.

- (c) Niet-destructief onderzoek is verplicht en wordt uitgevoerd volgens normen uitgegeven door een Erkende Normenontwikkelingsorganisatie, volgens onderstaand principe:

Lasnaden worden over hun volledige lengte aan een niet-destructief onderzoek onderworpen op de afwezigheid van voor de veiligheid schadelijke lasfouten:

- hetzij door radiografisch onderzoek;
- hetzij door TOFD en Pulse Echo, met continue registratie van de data en de resultaten over de lengte van de las;
- hetzij door Phased Array, met een continue registratie van de data en de resultaten over de lengte van de las.

Alle niet-destructieve controles dienen te worden uitgevoerd in overeenstemming met gedocumenteerde en goedgekeurde procedures die voldoen aan de eisen gesteld in een norm, uitgegeven door een Erkende Normenontwikkelingsorganisatie. De procedures dienen zowel de detectie van langs-als dwarsfouten toe te laten. Procedures voor ultrasoon onderzoek (Phased Array of combinatie van TOFD en Pulse Echo) worden voorafgaandelijk gekwalificeerd.

Indien noch radiografisch onderzoek noch ultrasoon onderzoek mogelijk zijn, worden de lasnaden onderzocht met een andere niet-destructieve methode (bijvoorbeeld: magnetisch onderzoek of penetrant onderzoek) aangepast aan het type lasnaad

#### 11.4.1.2 Personeel belast met proeven en controles

- (a) Alle niet-destructieve controles dienen te worden uitgevoerd door gecertificeerd personeel waarbij het bewijs van certificering door een Onafhankelijke en Geaccrediteerde Instelling werd uitgeschreven.
- (b) Het afzepen van lasnaden wordt niet beschouwd als niet-destructief onderzoek en het personeel, belast met deze controle, hoeft dan ook niet gecertificeerd te zijn volgens de eerder vermelde normen uitgegeven door een Erkende Normenontwikkelingsorganisatie.

#### 11.4.1.3 Vervoersleidingen

Voor leidingen met een MAOP groter dan 16 bar wordt 100 % van de stomplussen niet-destructief onderzocht, hetzij door radiografisch onderzoek, hetzij door ultrasoon onderzoek.

Voor Leidingen met een MAOP groter dan 16 bar wordt 100 % van de aftakkingen en hoeklassen niet-destructief onderzocht, hetzij door magnetisch onderzoek, hetzij door penetrant onderzoek.

Voor leidingen met een MAOP kleiner dan of gelijk aan 16 bar wordt minimaal 10 % van de lassen niet-destructief onderzocht in overeenstemming met de hierboven beschreven vereisten.

In dit percentage zijn niet de lassen begrepen waarvoor een bijkomende controle vereist is ten gevolge van de tijdens het onderzoek gedane vaststellingen of omwille van hun ligplaats of hun bijzondere aard.

#### 11.4.1.4 Stations

Voor Stations met een MAOP groter dan 16 bar wordt 100 % van de lassen niet-destructief onderzocht in overeenstemming met de in 11.4.1.3 beschreven vereisten.

Voor Stations met een MAOP kleiner dan of gelijk aan 16 bar wordt minimaal 10 % van de lassen niet-destructief onderzocht in overeenstemming met de in 11.4.1.3 beschreven vereisten.

#### 11.4.1.5 Speciale punten

Het percentage niet-destructief onderzoek van de lassen voor Vervoersinstallaties met een MAOP kleiner dan of gelijk aan 16 bar is steeds 100 % bij:

- Vervoersleidingen die in / aan kunstwerken zoals bruggen, viaducten en tunnels worden gelegd of bevestigd;
- kruisingen of dwarsingen van stromen, rivieren, kanalen en meren;
- dwarsingen van spoorbanen, gewest- en provinciewegen en andere grote verkeersaders;
- dwarsingen door middel van gestuurde boringen of in mantelbuizen;
- leidingen in zones met grote woningdichtheid of op minder dan 20 m van woongebouwen en kunstwerken;
- Gouden Lassen.

#### 11.4.1.6 Gouden Lassen

Gouden Lassen dienen steeds over hun gehele lengte niet-destructief onderzocht te worden door middel van twee verschillende niet-destructieve onderzoeksmethoden. Deze twee niet-destructieve onderzoeksmethoden zijn een combinatie van twee van onderstaande methodes:

- hetzij door radiografisch onderzoek;
- hetzij door TOFD en Pulse Echo, met continue registratie van de data en de resultaten over de lengte van de las;
- hetzij door Phased Array, met een continue registratie van de data en de resultaten over de lengte van de las;
- door manueel ultrasoon onderzoek (enkel in combinatie met radiografisch onderzoek);
- door magnetisch of penetrant onderzoek voor wanddiktes die een ultrasone techniek uitsluiten.

Magnetisch en penetrant onderzoek kunnen enkel op wanddiktes die de uitvoering van een ultrasone techniek uitsluiten volgens de eisen gesteld in een norm, uitgegeven door een Erkende Normenontwikkelingsorganisatie.

Gouden hoeklassen en aftakkingen vormen een uitzondering. Deze kunnen enkel het onderwerp uitmaken van een magnetische controle of een penetrant controle.

Alle niet-destructieve controles dienen te worden uitgevoerd in overeenstemming met gedocumenteerde en goedgekeurde procedures die voldoen aan de eisen gesteld in een norm, uitgegeven door een Erkende Normenontwikkelingsorganisatie. De procedures dienen zowel de detectie van de langs-als dwarsfouten toe te laten.

Procedures voor ultrasoon onderzoek (Phased Array of combinatie van TOFD en Pulse Echo) worden voorafgaandelijke gekwalificeerd.

#### 11.4.1.7 Documentatie

(a) De resultaten van de niet-destructieve controles worden gearhiveerd door de Vervoersonderneming of zijn gedelegeerde.

(b) Een register van alle lassen wordt bijgehouden

### 11.5 **Veldbekleding (inclusief schilderwerken onbeklede delen)**

De in het veld aan te brengen bekleding, inclusief reparaties aan de fabrieksbekleding, moet compatibel zijn met de fabrieksbekleding, hiermee overlap hebben en, afhankelijk van het type, worden uitgevoerd volgens specificaties van de bekledingsleverancier en/of van de opdrachtgever. De veldbekleding moet eveneens aangepast zijn aan de uitvoeringstechniek (bijvoorbeeld horizontaal gestuurde boringen).

Het aanbrengen van de veldbekleding moet worden uitgevoerd door gekwalificeerd personeel en is voorzien van alle nodige werktuigen, materialen en gereedschappen om zijn taak naar behoren uit te voeren.

Nadat de lasnaden en andere onbeklede delen zorgvuldig van een bekleding voorzien werden, worden het isolatievermogen en de kwaliteit van de bekleding op niet-destructieve wijze onderzocht. De controle van de aldus aangebrachte bekleding gebeurt vooraleer het betrokken leidingsegment in de sleuf wordt neergelaten. Defecte bekleding wordt hersteld en opnieuw onderzocht. De verbindingsslassen tussen de verschillende segmenten worden na een eventuele niet-destructieve controle van de lasnaad bekleed. Deze nieuwe bekleding wordt op dezelfde wijze onderzocht en eventueel hersteld.

Aansluitingspunten voor de kathodische bescherming moeten worden beschermd met een bekleding die compatibel is met de originele bekleding.

Het verdient aanbeveling om de volledig bekleding na het aanvullen en verdichten van de sleuf op fouten te controleren door een bovengrondse bekledingscontrole.

### 11.6 **Neerlaten en aanaarding**

Het neerlaten in de sleuf dient op zo een wijze te gebeuren dat er geen ontoelaatbare spanningen kunnen optreden in de verschillende onderdelen van een Vervoersinstallatie. Hiervoor zal voor aanvang van deze werken een plan worden opgesteld, dat rekening houdt met de verschillende randvoorwaarden (toelaatbare kromming, ...).

De aanvul van de sleuf dient op zo een wijze te gebeuren dat er geen ontoelaatbare spanningen kunnen optreden in de verschillende onderdelen van een Vervoersinstallatie.



Hiervoor zal de aanvul in lagen gebeuren. Speciale aandacht dient te gaan naar het aanvulmateriaal; wat compatibel dient te zijn met de bekleding van de Vervoersinstallatie. Desnoods kunnen er speciale beschermingsmaatregelen worden voorzien rondom de leiding.

Boven een ingegraven Vervoersinstallatie dient een waarschuwingsnet (of evenwaardige waarschuwing) te worden aangelegd.

## 11.7 Reiniging

Tijdens de werken moet zorg worden besteed aan het inwendig rein houden van de Vervoersleidingen en Stations door middel van het uitvoeren van de nodige controles en het plaatsen van afschermkappen waar nodig.

### 11.7.1 Reinigen van Vervoersleidingen

Voor leidingbouw zal het reinigen gebeuren **vóór** de beproeving van de leiding. De leiding dient op een zodanige wijze te worden gereinigd dat de indienstname en exploitatie betrouwbaar kan uitgevoerd worden. De knooppunten dienen, indien nodig, te worden gereinigd alvorens ze worden ingebouwd.

### 11.7.2 Reinigen van Stations

Voor stationsbouw kan het reinigen gebeuren zowel **vóór** als **na** de beproeving van de installatie. De Stations zullen zo worden gereinigd dat deze op een veilige manier kunnen worden in dienst genomen en geëxploiteerd.

## 11.8 Beproeving

11.8.1 Vervoersinstallaties moeten, voor indienstname, worden in overeenstemming met artikel 54 van het VeiligheidsKB onderworpen aan een Mechanische Weerstandsproof en een Dichtheidsproof. Het uitvoeren van een gecombineerde weerstands-en dichtheidsproof is eveneens toegelaten (artikel 56 van het VeiligheidsKB).

### 11.8.2 *Mechanische Weerstandsproof*

11.8.2.1 De Mechanische Weerstandsproof moet worden uitgevoerd met water.

De leiding moet zo worden gevuld dat luchtinsluitingen zoveel mogelijk worden vermeden.

Het gebruik van lucht of stikstof is echter toegestaan voor installaties waar het gebruik van water technisch niet mogelijk is.

11.8.2.2 De druk tijdens de Mechanische Weerstandsproof is, volgens artikel 55 van het VeiligheidsKB, als volgt bepaald:

Tabel 8: Beproevingdruk van de Mechanische Weerstandsproof volgens artikel 55 van het VeiligheidsKB

<i>Beproevingmiddel</i>	<i>Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens</i>	<i>Minimale Beproevingdruk</i>	<i>Maximale Beproevingdruk</i>
<i>Water</i>	$R_e \leq 385 \text{ N/mm}^2$	$1,25 \times \text{MAOP}$	<i>Beproevingdruk in de fabriek</i>
<i>Water</i>	$R_e > 385 \text{ N/mm}^2$	$1,40 \times \text{MAOP}$	<i>Beproevingdruk in de fabriek</i>
<i>Lucht of stikstof</i>		$1,10 \times \text{MAOP}$	$1,25 \times \text{MAOP}$

- 11.8.2.3 Tijdens de proef zal er op worden toegekeken dat de minimale Beproevingdruk in alle hoge punten wordt bereikt en dat de maximale Beproevingdruk in geen enkel laag punt wordt overschreden.
- 11.8.2.4 De minimale tijdsduur van de Mechanische Weerstandsproef vanaf het ogenblik dat de Beproevingdruk bereikt is:
- bedraagt 1 uur voor installaties, die gedurende de proef visueel gecontroleerd kunnen worden
  - bedraagt 6 uur voor de overige installaties
- 11.8.2.5 De Mechanische Weerstandsproef wordt uitgevoerd per gedeelte van ten hoogste 30 km.
- 11.8.2.6 Alle afsluiters die deel uitmaken van de test moeten half-open worden geplaatst.
- 11.8.2.7 Gedurende de test moet de evolutie van de druk geregistreerd worden om te controleren of de toelaatbare minimale Beproevingdruk niet onderschreden en de maximale Beproevingdruk niet overschreden wordt. Indien er drukverlies optreedt, moet de oorzaak ervan worden onderzocht.
- 11.8.2.8 De Mechanische Weerstandsproef wordt slechts uitgevoerd nadat alle voorzorgsmaatregelen werden genomen teneinde de veiligheid van het uitvoerend personeel te waarborgen.
- 11.8.2.9 De gebruikte meetinstrumenten dienen over een geldig calibratiecertificaat te beschikken.
- 11.8.2.10 Er wordt een rapport van de beproeving opgesteld.
- 11.8.2.11 Componenten, met uitzondering van individuele buizen, *die al het voorwerp hebben uitgemaakt van een voorafgaande mechanische weerstandsproef tijdens hun fabricage bij een druk die ten minste gelijk is aan de druk van de weerstandsproef* zoals bepaald in artikel 55 van het VeiligheidsKB, *maar ongeacht de duur van de beproeving, moeten niet noodzakelijk worden onderworpen aan de mechanische weerstandsproef van het geheel op de werf.*
- 11.8.3 *Dichtheidsproef met lucht of stikstof*
- 11.8.3.1 De dichtheid van de Vervoersinstallatie kan worden aangetoond door ze aan een Dichtheidsproef te onderwerpen door middel van lucht of stikstof onder een druk van minimum 5 bar en maximum 35 % DP.
- Voor Vervoersleidingen met een MAOP van maximaal 16 bar wordt de maximum druk beperkt tot 7 bar.
- 11.8.3.2 De dichtheid wordt als voldoende beschouwd indien optredende drukstijgingen of drukdalingen gedurende de beproeving in hun totaliteit op afdoende wijze kunnen worden verklaard, rekening houdend met statistische meetfouten, temperatuursverschillen, luchtdrukverschillen of andere natuurkundige verschijnselen die gedurende de beproeving zijn opgetreden.
- 11.8.3.3 De Dichtheidsproef duurt minimum 24 uur vanaf het ogenblik dat de Beproevingdruk bereikt is en de temperatuur van het testfluidum gestabiliseerd is.

11.8.3.4 Bij de Dichtheidsproef met lucht of stikstof wordt de dichtheid als voldoende beschouwd wanneer, rekening houdend met nauwkeurigheid van de druk- en temperatuurmeettoestellen, de drukvariatie (verbeterd op basis van de temperatuurschommelingen) in 24 uur niet meer bedraagt dan 0,2 %.

Indien alle lassen en verbindingen bereikbaar zijn, wordt de dichtheid als voldoende beschouwd wanneer geen lekken zichtbaar zijn bij beproeving met lucht of stikstof onder minimum 5 bar en maximum 35 % van de DP bij het afzepen van de te controleren verbindingen. De te controleren verbindingen dienen dan vrij te zijn van alle belemmeringen welke de beproeving kunnen beïnvloeden.

Voor Vervoersleidingen met een MAOP van maximaal 16 bar wordt de maximum druk beperkt tot 7 bar.

11.8.3.5 De Dichtheidsproef wordt uitgevoerd na de Mechanische Weerstandsproef en slechts nadat alle voorzorgsmaatregelen werden genomen teneinde de veiligheid van het uitvoerend personeel te waarborgen.

11.8.3.6 De beschrijving van de Dichtheidsproef is opgenomen in Bijlage C.

11.8.3.7 De in 9.4.1 vermelde aftakkingen voor het lassen op leidingen in dienst, die op de werf geen mechanische weerstandsproef met water kunnen ondergaan, worden na het lassen, voorafgaand aan het boren, als volgt beproefd:

- Een dichtheidsbeproeving met lucht of stikstof onder minimum 5 bar waarbij de dichtheid als voldoende wordt beschouwd wanneer bij het afzepen geen lekken zichtbaar zijn;
- Vervolgens een weerstands-en dichtheidsbeproeving met lucht of stikstof op 1,1 x MAOP (of minder – zie opmerking) gedurende minimum 15 minuten, waarbij de dichtheid als voldoende wordt beschouwd wanneer bij het afzepen geen lekken zichtbaar zijn.

Opmerking: De druk tijdens de beproevingen dient in functie van de effectieve bedrijfsdruk van de leiding beperkt te worden om risico op implosie van de leiding te beperken

Na de proeven wordt het niet-destructief onderzoek van de lasnaden herhaald.

11.8.4 *Dichtheidsproef met water aansluitend aan de hydraulische Weerstandsbeproeving*

11.8.4.1 Deze methode is enkel geldig voor het testen van ingegraven leidingen.

Het minimale testvolume is 1 m<sup>3</sup>. Het maximale testvolume mag 10 000 m<sup>3</sup> niet overschrijden. Het testvolume kan verhoogd worden tot 20 000 m<sup>3</sup> indien de duur van de dichtheidsproef verdubbeld wordt.

De dichtheidsproef en de controle op het volume deel lucht, mag enkel uitgevoerd worden bij een grond-, water- en leiding-temperatuur van 4°C tot 20°C.

Deze methode is enkel geldig voor het testen van leidingen in staal.

11.8.4.2 Testplan

Voor het vullen van de leiding dient een testplan ter nazicht worden voorgelegd. Het testplan dient minimum volgende zaken te behandelen:

- ontwerpgegevens van de leiding;
- diameters, wanddikten en lengtes van de te testen secties;
- berekening van het totale inwendige volume, rekening houdend met de verschillende wanddikte- en diameter combinaties;
- lengte en volume van het niet ingegraven gedeelte;
- hoogteprofiel van de testsectie;
- beproevingsdrukken;
- gekozen drukdaling en de daarbij horende theoretisch bepaalde volumeverandering voor de controle op luchtinsluitingen;
- gekozen beproevingsduur;
- gegevens en certificaten van de meetapparatuur;
- gegevens van het te gebruiken vulwater;
- locatie van de thermometers;
- voorbeeld van het testrapport.

Pas na goedkeuring van het testplan kan de leiding opgedrukt worden.

11.8.4.3 De beschrijving van de Dichtheidsproef met water aansluitend aan de hydraulische Weerstandsbeproeving is opgenomen in Bijlage F.

## **11.9 Beproeving van Gouden Lassen (“tie-in” welds)**

### **C/D/E1 – 11.9**

De Gouden Lassen moeten, naast het NDO vermeld in 11.4.1.6, afgezeept worden bij de indienstname op een druk van 5 bar en op de Bedrijfsdruk.

### **A/B/E2 - 11.9**

De Gouden Lassen moeten, naast het NDO vermeld in 11.4.1.6, visueel gecontroleerd worden bij de indienstname op een druk van 5 bar en op de Bedrijfsdruk.

## **12 Indienstname**

### **12.1 Drogen van de installatie**

Alvorens een Vervoersinstallatie in dienst wordt genomen, wordt deze op een zodanige manier gedroogd dat ze op een veilige manier in dienst genomen en geëxploiteerd kan worden. De indienstneming van de Vervoersinstallatie wordt uitgevoerd door daartoe gekwalificeerd personeel.

De te drogen installatie moet voorzien worden van de nodige meettoestellen om temperatuur, druk en dauwpunt continu te kunnen meten.

De dauwpuntsmetingen gebeuren, rekening houdend met de karakteristieken van de te transporteren fluïda, onder toezicht van de Vervoersonderneming. Bij het ontluchten van leidinggedeelten zal steeds permanentie verzekerd zijn. Indien de Vervoersinstallatie niet meteen na oplevering in gebruik zal genomen worden, moet ze op droge lucht of stikstof worden achtergelaten.

### **12.2 Onder fluïdum brengen van installaties**

#### *12.2.1 Gasvormige fluïda*

Het in dienst brengen van de installatie kan enkel gebeuren na het volslagen van de nodige beproevingen.

Al de nodige voorzorgsmaatregelen zullen genomen worden tijdens het in dienst nemen van de installaties om ontstekingsbronnen uit te schakelen (plaatsen van equipotentiaalverbindingen, ...).

De nodige voorbereidingen dienen getroffen te worden opdat het afgeblazen gasmengsel geen gevaar vormt voor de omgeving.

Het onder fluïdum brengen van een installatie kan op 2 manieren gebeuren:

- direct

Hierbij wordt geen gebruik gemaakt van een buffergas om de installatie op te vullen met gas.

- indirect

Hierbij wordt gebruik gemaakt van een minimale hoeveelheid inert buffergas om de installaties op te vullen met gas.

Aan de hand van berekeningen kan een inschatting worden gemaakt van de hoeveelheid inert gas welke nodig is om de installatie op een veilige manier onder gas te brengen.

Afhankelijk van de omstandigheden kan een van de twee methoden gebruikt worden.

Zonodig zal er nog een periode worden nagespoeld, na het bereiken van 100% gas in de leiding.

Er dient gezorgd te worden dat de nodige snelheden kunnen gegarandeerd worden voor het opvullen van leiding om laagvorming te vermijden bij het opvullen.

Het leidingsysteem dient te worden uitgerust met de nodige afblaaspunten welke voldoende groot zijn om de nodige volumes af te blazen.

De gasstroom zal gedurende het in bedrijf brengen gecontroleerd worden met de gepaste middelen.

Na het spoelen kan de leiding gecontroleerd op druk worden gebracht.

#### 12.2.2 *Vloeibare fluïda*

Het in dienst brengen van de installatie kan enkel gebeuren na het volslagen van de nodige beproevingen.

Al de nodige voorzorgsmaatregelen zullen genomen worden tijdens het in dienst nemen van de installaties om ontstekingsbronnen uit te schakelen (plaatsen van equipotentiaalverbindingen, ...).

De nodige voorbereidingen dienen getroffen te worden opdat enig afgeblazen gas/dampmengsel geen gevaar vormt voor de omgeving.

Het onder vloeistof brengen van een installatie gebeurt door het gecontroleerd toelaten van de vloeistof in het systeem.

- Als eerste dient het pompstation opgevuld te worden, dit gebeurt door de vloeistof langzaam in de installatie toe te laten en op alle hoog gelegen punten te ontlichten.
- Voor het vullen van de leiding dienen een of twee schrapers de leiding te worden ingebracht via het schraapkolfstation. Wanneer de pompen en het station volledig gevuld zijn, kan een pomp in bedrijf worden genomen om de vloeistof tegen de schrapers te pompen. Hierdoor zullen de schrapers de leiding in gedrukt worden en wordt de leiding opgevuld.

Aan de hand van metingen en berekeningen kan vastgesteld worden hoeveel vloeistof in de leiding is ingebracht en waar de schrapers zich bevinden. Zodra de schrapers het einde van de leiding naderen worden de pompen gestopt zodat de schrapers opgevangen kunnen worden in het ontvangende schraapkolfstation.

De vloeistofstroom zal gedurende het in bedrijf brengen gecontroleerd worden met de gepaste middelen.

Na het vullen kan de leiding gecontroleerd op druk worden gebracht.

### 12.3 Finaal constructiedossier

Volgende documenten dienen in het finaal constructiedossier te worden opgenomen:

Tabel 9: inhoud finaal constructiedossier

Type document	
constructietekeningen (as-built)	
berekeningsnota's <sup>[1]</sup>	
technische dossiers van alle Componenten, pompen en compressoren	
lasregister en gebruikte procedures (zoals vermeld in VeiligheidsKB artikel 59)	
NDO rapporten / certificaten	
rapport van Mechanische Weerstandsproof	
rapport van Dichtheidsproef	
rapport dichtheid van Gouden Lassen	
verklaring(en) van de Vervoersonderneming (zoals vermeld in VeiligheidsKB artikel 59)	
rapport van overeenstemming (zoals vermeld in VeiligheidsKB artikel 58)	
[1]	voor alle bijzondere doortochten waar externe krachten of invloeden op de leiding werken

## Bijlage A: Lijst Erkende Normenontwikkelingsorganisaties

Organisatie	Afkorting
Arbeitsgemeinschaft Drukbehälter	AD
Association Française de Normalisation	AFNOR
American Petroleum Institute	API
American Society of Mechanical Engineering	ASME
American Society Testing & Materials	ASTM
British Standards Institution	BSI
Comité Européen de Normalisation	CEN
Deutsches Institut für Normung	DIN
International Organization for Standardization	ISO
Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fittings Industry	MSS
National Association of Corrosion Engineers	NACE
Belgisch Bureau voor Normalisatie	NBN
Nederlands Normalisatie Instituut	NEN



## Bijlage B: Aandachtspunten tracébepaling

Bij de bepaling van het tracé van een Vervoersleiding wordt rekening gehouden met een aantal aandachtspunten die kunnen onderverdeeld worden volgens:

### (a) constructie-technische impact

- begin- en eindpunt van de leiding, mogelijke aftakkingen en/of leveringspunten;
- breedte van een normale werkstrook voor de aanleg van een Vervoersleiding met een bepaalde diameter;
- de minimale afstand tussen een nieuw aan te leggen leiding parallel aan bestaande leidingen. Hierbij dient rekening gehouden te worden met mogelijke toekomstige interventies en de veiligheidseisen van de aanwezige leidingen;
- de bepalingen met betrekking tot zone non-aedificandi langsheen autosnelwegen, spoorwegen, oude mijnschachten...;
- de te respecteren minimale tussenafstand bij de kruising van infrastructuren, kabels en leidingen;
- de mogelijke impact van mijnverzakkingsgebieden op het tracé;
- de mogelijke impact van de aanwezigheid van windmolens;
- de mogelijke impact van de Vervoersleiding op waterwinningsgebieden;
- de mogelijke impact van te doorkruisen overstromingsgebieden op het tracé;
- de mogelijke impact van onderstations (spoorwegen) op de leiding;
- de mogelijke impact van seismografische risico's op de leiding;
- de mogelijke impact van bestaande en toekomstige ontginningsgebieden op de leiding;
- de ligging van de leiding;
- parallellisme met hoogspanningskabels (inductie op stalen leiding);
- in de studiefase kan men een vrij goed inzicht bekomen van de bodemstructuur door het raadplegen van bodem- en pedologische kaarten. In rotsachtige gebieden moet dit aangevuld worden met geologische kaarten, die nuttige informatie voor de aanlegmethode kunnen geven. Deze informatie kan aangevuld worden met onderzoeken uitgevoerd in het kader van de tracé-studie;
- in Wallonië moet het tracé getoetst worden aan de aanwezigheid van karstgebieden en de eventuele aanwezigheid van oude mijnschachten en oude ontginningsgebieden;
- aanwezige of toekomstige (ondergrondse) infrastructurele werken;
- de mogelijke aanwezigheid van centra voor technische ingraving;
- het doorkruisen van oude oorlogszones (WOI – WOII). Hiervoor dient er tijdens de studiefase een plan van aanpak te worden opgesteld ter opsporing van oude explosieven;
- voor het plaatsen van afsluiterknooppunten en Stations moet worden nagegaan dat, bij het eventueel afblazen van belangrijke hoeveelheden getransporteerd gasvormig product, deze geen hinder kunnen vormen voor de omgeving (spoor- en luchtverkeer, ...);
- ...

**(b) wettelijke impact**

- in het kader van de ruimtelijke structuurplannen, gewestplannen en ruimtelijke uitvoeringsplannen wordt de beleids optie nagestreefd om ondergrondse pijpleidingen zoveel mogelijk te bundelen met bestaande of ontworpen lijninfrastructuren, zoals o.a. het volgen van de bestaande pijpleidingen, primair en secundair wegennet, spoorwegen, waterwegen en zelfs hoogspanningsleidingen;
- bovendien moeten ook de bepalingen op gemeentelijk vlak met betrekking tot gewestplanwijzigingen en beleidsplannen afgetoest worden;
- betrokken instanties kunnen voor bepaalde speciale kruisingen bijzondere eisen opleggen tijdens de uitvoeringsfase (bv. kruisen van spoorwegen, gewestwegen, waterwegen, ...);
- ...

**(c) sociaal-economische impact**

- het ontwijken van bestaande en toekomstige woongebieden, met de daarbij horende problematiek van de lintbebouwing en het respecteren van een minimum veilige afstand tot geïsoleerde woningen en Gebouwen. Bij het inplanten van afsluiterknooppunten en Stations moet er eveneens rekening gehouden worden met het feit dat er op deze plaatsen belangrijke hoeveelheden getransporteerde gasvormige producten afgeblazen kunnen worden;
- voor specifieke landbouwgebieden (tuin- en serrebouw, fruitboomaanplantingen, sierteelt, veeteelt): geen hypotheek leggen op bestaande en toekomstige exploitaties;
- ...

**(d) ecologische en archeologische impact**

- in de mate van het mogelijke vermijden van ecologisch waardevolle gebieden zoals natuur- en reservaatgebieden. Het doorkruisen van dergelijke gebieden kan gevolgen hebben voor zowel de uitvoeringsmethode als de uitvoeringsperiode.
- de aanwezigheid van bijzondere archeologische sites dient eveneens meegenomen te worden in de studie van een leidingtracé. Dit kan door reeds in de studiefase een inventaris op te stellen van de mogelijke conflictzones;
- ...

In bepaalde gebieden (bv. havengebieden) met veel industriële activiteiten kunnen afwijkende regelingen gelden bij de keuze van het tracé. Dit vanwege de zeer dichte ondergrondse Infrastructuur en de nog beperkte beschikbare ruimte. In deze gebieden kunnen de leidingen zijn gebundeld in leidingenstroken, waarbij de plaats van de nieuwe te leggen leiding moet voldoen aan de voorwaarden gesteld door de beheerder van de openbare ruimte.

## Bijlage C: Dichtheidsproef met lucht of stikstof

### 1 Meetapparatuur

#### 1.1 Types & certificering

##### (a) meetapparatuur ter bepaling van druk

Eén manometrische balans waarvan het kleinste gewicht overeenstemt met een druk van 5 mbar

of

een digitale precisie-druktestmeter met een nauwkeurigheid van 5 mbar en een resolutie van tenminste 5 mbar.

De manometrische balans of digitale precisie-druktestmeter is voorzien van een ijkcertificaat uitgeschreven door onafhankelijk laboratorium niet eerder dan 6 maanden voor de datum van gebruik.

##### (b) meetapparatuur ter bepaling van luchtdruk

Eén metaalbarometer (aneroïdebarometer) met een nauwkeurigheid van 1 mbar

of

digitale barometer met een nauwkeurigheid van 1 mbar en een resolutie van tenminste 1 mbar

of

een luchtdrukmeting voor de betrokken locatie met een nauwkeurigheid van 1 mbar, gerapporteerd door een metrologisch instituut.

Deze barometer is voorzien van een ijkcertificaat uitgeschreven door een onafhankelijk laboratorium niet eerder dan 12 maanden voor de datum van gebruik.

##### (c) meetapparatuur ter bepaling van temperatuur

Voor de ingegraven delen, thermometers ofwel van het analoge type met schaalverdeling 0,1 °C, ofwel van het digitale type met een nauwkeurigheid van 0,1 °C en een resolutie van tenminste 0,1 °C.

Voor de niet-ingegraven delen, thermometers van het digitale type met een nauwkeurigheid van 0,1 °C en een resolutie van tenminste 0,1 °C.

De ijkcertificaten voor digitale thermometers zijn uitgeschreven door een onafhankelijk laboratorium niet eerder dan 12 maanden voor de datum van gebruik.

#### 1.2 Opstelling

##### (a) Algemeen

De aansluiting tussen manometrische balans of precisie-druktestmeter en de installatie die aan de beproeving wordt onderworpen moet zo kort mogelijk zijn en gedeeltelijk met een flexibele verbinding worden uitgevoerd.

Indien de omgevingstemperatuur zeer laag of zeer hoog is, is het aangewezen de aansluitingsslang te beschermen of in te graven.

Er moeten minstens 2 afsluiters worden geplaatst tussen de manometrische balans of precisie-druktestmeter en de installatie die aan de beproeving wordt onderworpen:

de eerste zo dicht mogelijk bij de installatie en de tweede zo dicht mogelijk bij de manometrische balans of precisie-druktestmeter.

Na het onder druk brengen en voor de eerste meting moeten de aansluitingen, afsluiters, soepele slangen en de manometrische balans worden afgezeept.

*(b) Manometrische balans*

Bij gebruik van een manometrische balans, moet deze waterpas worden opgesteld in een droge plaats. De temperatuur in het lokaal dient zo te worden aangepast dat een goede werking van de manometrische balans is verzekerd. Het lokaal wordt afgesloten indien er geen metingen worden uitgevoerd.

Indien het medium van de balans olie is, wordt nagegaan of er geen luchtbellen in de balans aanwezig zijn. De zuiger en de cilinder van de balansen die zonder olie werken, moeten volkomen rein zijn en vrij van stof, vet, vocht en vingerafdrukken.

*(c) Precisie-druktestmeter*

De temperatuur in het lokaal dient zo te worden aangepast dat een goede werking van de manometrische balans is verzekerd. Het lokaal wordt afgesloten indien er geen metingen worden uitgevoerd.

*(d) Metaalbarometer (aneroïdebarometer) of digitale barometer.*

Bij gebruik van een barometer moet deze in de nabijheid van de manometrische balans of precisie-druktestmeter worden opgesteld

*(e) Thermometers*

*(i) Aantal en locatie*

In principe is een thermometer om de 2 tot 2,5 km Vervoersinstallatie met een minimum van 3 thermometers voor de volledige Vervoersinstallatie.

Wanneer de Vervoersinstallatie vrij kort is – minder dan 3 km – moet een bijkomende thermometer worden geplaatst om de omgevingstemperatuur te meten. Die bijkomende thermometer is eveneens vereist wanneer één of meer niet-ingegraven delen langer zijn dan 1/50<sup>e</sup> van de totale lengte.

Wanneer de Vervoersinstallatie plaatselijk door een rotsachtig, zanderig, moerassig terrein e.d. loopt, moeten bijkomende thermometers worden geplaatst om rekening te houden met de invloed van het terrein op de temperatuurschommelingen van de Vervoersinstallatie.

*(ii) Plaatsing*

Voor de delen met ingegraven Vervoersinstallaties worden de thermometers zo dicht mogelijk bij de Vervoersinstallatie en op dezelfde diepte in de grond ingegraven.

Voor niet-ingegraven delen worden de thermometers aan de buis bevestigd tegenover de kant waarop de zon schijnt op het moment van de meting.

Andere opstellingen voor temperatuurmeting moeten door het Erkend Organisme, worden goedgekeurd.

*(iii) Goedkeuring*

Het aantal, de plaats en de uitvoeringsmethode van de temperatuurmeting worden door het Erkend Organisme, goedgekeurd.

## **2 Metingen**

### **2.1 Voorbereidingen**

De niet-ingegraven flenzen, evenals de schroefverbindingen en dichtingen, worden voor de start van de beproeving afgezeept om zeker te zijn van hun dichtheid.

### **2.2 Druk**

De druk van de leiding (relatief of absoluut) wordt gemeten met de in C.1.1 vermelde manometrische balans tot op 5 mbar nauwkeurig.

### **2.3 Luchtdruk**

Bij gebruik van een manometrische balans voor bepaling van de relatieve druk, wordt de luchtdruk gemeten aan de hand van de in C.1.1 vermelde barometer.

### **2.4 Temperatuur**

De temperatuur wordt gemeten door rechtstreeks aflezing van de in C1.1 vermelde thermometers. De meting moet zo snel mogelijk worden uitgevoerd. De metingen worden steeds in dezelfde volgorde uitgevoerd.

### **2.5 Aantal metingen**

Er zijn ten minste 4 metingen nodig. Elke meting wordt 's morgens uitgevoerd alvorens de temperatuur van de lucht stijgt en steeds op ongeveer hetzelfde tijdstip.

### **2.6 Toezicht**

De metingen worden uitgevoerd in aanwezigheid van een specialist, aangesteld door het Erkend Organisme.

### 3 Berekeningen

#### 3.1 Basisformules

##### (a) Drukmetingen

Met behulp van de ideale gaswet worden de drukmetingen herleid tot absolute druk bij 0 °C, namelijk:

$$P = \frac{P_T * 273}{273 + t_m}$$

met  $P_T = P_m + P_A$  bij bepaling van relatieve druk  
 $P_T = P_m$  bij bepaling van absolute druk

$$t_m = \frac{l_1 t_1 + l_2 t_2 + \dots + l_n t_n}{l_1 + l_2 + \dots + l_n}$$

waarin  $P_m$  = gemeten manometerdruk, in bar  
 $P_A$  = gemeten barometerdruk, in bar  
 $P_T$  = absolute druk, in bar  
 $P$  = absolute druk bij 0 °C, in bar  
 $t_m$  = gemiddelde temperatuur, in °C  
 $t_1, t_2, \dots, t_n$  = temperatuurmetingen, in °C  
 $l_1, l_2, \dots, l_n$  = lengte van de delen van de installatie, in m, die worden verondersteld respectievelijk te zijn vertegenwoordigd door de temperaturen  $t_1, t_2, \dots, t_n$   
 $n$  = aantal meetpunten

Deze berekening wordt herhaald voor elke meetcampagne.

##### (b) Statistische methode

Op basis van de meetpunten wordt aan de hand van lineaire regressie de best passende rechte bepaald.

Stel  $P' = a + bx$   
waarin  $P'$  = berekende druk

$$a = \frac{\bar{P} \sum_i x_i^2 - \bar{x} \sum_i x_i P_i}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2} \quad \text{met } i = 1, 2, \dots, n$$

$$b = \frac{\sum_i x_i P_i - n \bar{x} \bar{P}}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2} \quad \text{met } i = 1, 2, \dots, n$$

$x$  = het tijdstip van de meting in dagen.

En op basis van de metingen:

$$\sum_i x_i^2 ; \sum_i x_i P_i ; \sum_i (x_i - \bar{x})^2 ;$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_i x_i}{n} ; \bar{P} = \frac{\sum_i P_i}{n}$$

$x_i$  = dag gedefinieerd door  $i = 1, 2, \dots, n$

$P_i$  = druk berekend op tijdstip  $x_i$

### 3.2 Gebruikte methode

Om de dispersie op parameter  $b$  te bepalen kunnen twee methodes worden aangewend. De dispersie voorgesteld door  $\sigma_b$  geeft een standaardafwijking.

(a) Schatting van de standaardafwijking  $\sigma_b$  uit ervaringsgegevens

(i) *Fout op de manometrische balans* –  $\sigma_P$

Indien de fout op de atmosferische druk wordt verwaarloosd en in de veronderstelling dat de fouten een Gauss-verdeling vormen, is het mogelijk bij een druk van 5 bar dat de fout van de manometrische balans  $\sigma_P$  gelijk is aan 5 mbar.

(ii) *Fout op de temperatuur* –  $\sigma_T$

Metingen uitgevoerd op perfect dichte leidingen hebben aangetoond dat de absolute fout op de temperatuur gelijk kan worden genomen met [0,5 °C].

Die fouten zijn niet het gevolg van afleesfouten van de thermometers, gelijk aan 0,1 °C, maar vinden hun oorzaak in het feit dat de temperaturen lokaal worden gemeten en niet exact de temperatuurschommelingen van de leiding weergeven.

Derhalve nemen we de fout  $\sigma_T$  op de temperatuur gelijk aan 0,5 °C.

(iii) *Fout op de gecorrigeerde druk bij 0 °C*

$$\text{Aangezien } P = \frac{P_{T_m} * 273}{T_m}$$

waarin  $T_m$  gelijk is aan het gemiddelde van de temperaturen in Kelvin tijdens de verschillende meetcampagnes.

$P_{T_m}$  gelijk is aan de gemiddelde absolute druk gemeten in bar kan worden aangetoond dat:

$$\sigma_P^2 = \left( \frac{\delta P}{\delta P_{T_m}} \right)^2 * \sigma_{P_T}^2 + \left( \frac{\delta P}{\delta T_m} \right)^2 * \sigma_T^2$$

$$\sigma_P^2 = \left( \frac{273}{T_m} \right)^2 * \sigma_{P_T}^2 + \left( \frac{-273}{T_m^2} P_{T_m} \right)^2 * \sigma_T^2$$

(iv) *Fout op de helling*  $\sigma_b$

Afhankelijk van het aantal uitgevoerde metingen, schommelt de grootte  $\sigma_b$  volgens de volgende wet:

$$\sigma_b = \frac{\sigma_P}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2}}$$

waarbij de tijdsas zodanig wordt gekozen dat  $\sum x_i = 0$  en  $x_i$  uitgedrukt in dagen.

Bijgevolg is de onzekerheid op de helling voor een betrouwbaarheidsinterval van 84 % gelijk aan:

$$\Delta b = 1,41 * \sigma_b$$

$$\text{dus: } \Delta b = 1,41 * \frac{\sigma_p}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2}}$$

De relatieve helling is derhalve:

$$\frac{b \pm \Delta b}{a}$$

$$\text{waarin } a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i$$

(b) Schatting van de standaardafwijking  $\sigma_b$  uit meetgegevens.

(i) *Dispersies  $\sigma_a$  en  $\sigma_b$  op de parameters a en b*

$$\sigma_a \cong \sqrt{\frac{\sum V_i^2}{n-2} * \frac{\sum x_i^2}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}$$

$$\sigma_b \cong \sqrt{\frac{\sum V_i^2}{n-2} * \frac{n}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}$$

vandaar

$$\sigma_b = \frac{n}{\sum x_i^2} \sigma_a$$

waarin

$$V_i = a + bx_i - p_i \quad \text{met } i = 1, 2, \dots, n.$$

n = aantal drukmetingen

De volgende coëfficiënt wordt berekend als maat van lineaire correlatie tussen y en z:

$$r^2 = 1 - \frac{\sum (P_i - P')^2}{\sum (P_i - \bar{P})^2}$$

r = 1 de correlatie is perfect lineair

r = 0 de correlatie is niet lineair

(ii) *Maximale drukkaling per 24 uur*

De maximale drukkaling per 24 uur is gelijk aan  $\frac{P_{max}}{24u} = (b \pm t\sigma_b)$  in bar

Met t = de coëfficiënt van "t-Student" – de verdeling voor [n-2] vrijheidsgraad, hetzij 85 % betrouwbaarheidsinterval.

### 3.3 Aanvaarding

De eerste methode (C.3.2 (a)) is bruikbaar bij een klein aantal metingen. Voor een groot aantal metingen is de tweede methode (C.3.2 (b)) betrouwbaarder.

De voorwaarden waaraan moet worden voldaan, gelden dan voor een meetinterval van 24 uur:

$$1000 * \left(\frac{b \pm \Delta b}{a}\right) \leq 2 \quad \text{of} \quad 1000 * \left(\frac{b \pm t\sigma_b}{a}\right) \leq 2$$



## Bijlage D: Model van “Rapport van Overeenstemming”

Pagina 1 van het rapport

### Rapport van overeenstemming

Dit rapport is opgesteld in overeenstemming met de bepalingen van artikel 58 van het koninklijk besluit van 19/03/2017 betreffende de te nemen veiligheidsmaatregelen bij de oprichting en bij de exploitatie van Vervoersinstallaties.

#### Betrokken installatie

Referentie Vervoersvergunning:  
Houder van de Vervoersvergunning (naam, adres):

Installatie:  
Betrokken gedeelte:  
Omschrijving van de werken:

Hoogst toelaatbare bedrijfsdruk (MAOP):  
Ontwerpdruk (DP):  
Ontwerptemperatuur:  
Fluidum:

#### Verklaring

De resultaten van de inspecties en controles die wij op het vlak van ontwerp en constructie hebben uitgevoerd in het kader van artikel 70 van het koninklijk besluit van 19/03/2017 zijn in overeenstemming met de voorschriften van dit koninklijk besluit en de voornoemde Vervoersvergunning.

Gelet op de bepalingen van artikel 58 van het koninklijk besluit van 19/03/2017 wordt op basis van deze resultaten en op basis van de bijgevoegde verklaring van overeenstemming van de houder van de Vervoersvergunning aangenomen dat het betrokken gedeelte van de Vervoersinstallatie op het vlak van ontwerp en constructie in overeenstemming is met de bepalingen van de wet van 12 april 1965, het koninklijk besluit van 19/03/2017, het ministerieel besluit van **xx/xx/2017** (en de voornoemde Vervoersvergunning.

Ondergetekende, xxx, werd door xxx gelast met het toezicht voorzien bij:

- het koninklijk besluit van 19/03/2017
- het ministerieel besluit van xx/xx/2016 (toepasselijke technische code)

Binnen de limieten zoals beschreven in artikel 70 en 71 van het koninklijk besluit van 19/03/2017 was de aard van de controles de volgende:

- *het nazicht van de studie in verband met de intrinsieke veiligheid van de Vervoersinstallatie;*
- *het toezicht op de proeven, controles en beproevingen van de componenten, pompen en compressoren in de fabriek;*
- *het toezicht tijdens de prefabricatie en de montage;*
- *het toezicht op de weerstands- en dichtheidsproeven, evenals op de dichtheidsproef van de verbindingsslassen;*
- *het nazicht van de aanwezigheid van de door de houder van de Vervoersvergunning afgeleverde verklaringen met betrekking tot de risicoanalyse, de corrosiebescherming, de aanaarding, de interne reiniging en de aanleg;*
- *het opstellen van het rapport van overeenstemming.*

De details van de inspecties en controles zijn opgenomen in afzonderlijke rapporten.

Bijlage  
(enkel aangevuld voor de rubrieken die van toepassing zijn)

Aard van de inspecties en controles	Nr. rapport
1. Nazicht studiedossier <ol style="list-style-type: none"> <li>1. beschrijvend overzicht</li> <li>2. situatieplannen</li> <li>3. inplantingsplannen</li> <li>4. detailplannen</li> <li>5. ISO-detailplannen</li> <li>6. berekeningsnota's</li> </ol>	
2. Componenten, pompen en compressoren <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. Toezicht tijdens de vervaardiging van Componenten, compressoren en pompen in de fabriek               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. buizen met een uitwendige diameter &gt; 60,3 mm</li> <li>2. inductiebochten (of warmbochten)</li> <li>3. vormstukken met een uitwendige diameter &gt; 60,3 mm</li> <li>4. flenzen met een uitwendige diameter &gt; 60,3 mm</li> <li>5. pompen, compressoren en drukapparatuur die niet onder het toepassingsgebied van het KB van 11 juli 2016 valt</li> </ol> </li> <li>2.2. Nazicht ondersteunende documenten met betrekking tot de integratie van Componenten, compressoren en pompen in de installatie <sup>(1)</sup> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. buizen met een uitwendige diameter ≤ 60,3 mm</li> <li>2. vormstukken met een uitwendige diameter ≤ 60,3 mm</li> <li>3. flenzen met een uitwendige diameter ≤ 60,3 mm</li> <li>4. drukapparatuur, dewelke onder het toepassingsgebied van het KB van 11 juli 2016 valt</li> </ol> </li> </ol>	
3. Toezicht in prefabricatie en de montage op de werf <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1. Identificatie Componenten, compressoren en pompen</li> <li>3.2. Koudbuigen van de buizen</li> <li>3.3. Lassen               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. nazicht lasprocedures</li> <li>2. nazicht lasserskwalificaties</li> <li>3. toepassing van de lasprocedures</li> <li>4. nazicht lasboek</li> </ol> </li> <li>3.4. Visueel onderzoek van de lassen</li> <li>3.5. Niet destructief onderzoek van de lassen               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. radiografisch onderzoek</li> <li>2. ultrasoon onderzoek</li> <li>3. magnetisch onderzoek</li> <li>4. penetrant onderzoek</li> </ol> </li> <li>3.6. Destructief onderzoek van de lassen (productietesten)</li> </ol>	
4. Toezicht op de beproevingen <ol style="list-style-type: none"> <li>1. weerstandsproef</li> <li>2. Dichtheidsproef</li> <li>3. Dichtheidsproef van de verbindingen</li> </ol>	
5. Nazicht aanwezigheid verklaringen van de houder van de Vervoersvergunning <sup>(1)</sup> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. risicoanalyse</li> <li>2. corrosiebescherming</li> <li>3. aanaarding</li> <li>4. interne reiniging</li> <li>5. aanleg</li> </ol>	
6. Rapport en verklaring van overeenstemming <ol style="list-style-type: none"> <li>6.1 Nazicht aanwezigheid verklaring van overeenstemming van de houder van de Vervoersvergunning <sup>(1)</sup></li> <li>6.2 Rapport van overeenstemming erkend organisme</li> </ol>	

## Bijlage E: Glossarium

In deze informatieve bijlage wordt een samenvatting gegeven van de in deze Code gebruikte terminologie, zoals gedefinieerd in de Gaswet, het VeiligheidsKB en deze Code.

**Bebakening:** punctuele fysieke en goed herkenbare markering van het tracé van de leiding.

**Beproevingdruk:** de druk waaraan de Vervoersinstallatie tijdens de aanleg en/of zijn individuele Componenten, pompen en compressoren tijdens fabricage, onderworpen worden, om zich ervan te vergewissen dat de indienstneming in alle veiligheid kan gebeuren.

**Bestaande Vervoersinstallatie:** installatie dewelke in dienst werd gesteld vóór de inwerkingtreding van het VeiligheidsKB of voor dewelke de Vervoersvergunningaanvraag of de verklaring werden ingediend vóór de inwerkingtreding van het VeiligheidsKB.

**Componenten:** bouwelementen van een Vervoersinstallatie, zoals buizen, vormstukken, flenzen, inductiebochten, isoleervoegen, terugslagkleppen, afsluiters, tellers, regelaars, veiligheidsventielen, schraapkolfstations, warmtewisselaars, drukvaten, met uitzondering van pompen en compressoren.

**Constructiebelastingen:** belastingen noodzakelijk voor de constructie, inclusief beproeving, van de installatie. Belastingen door het dynamisch gedrag van de apparatuur gebruikt voor de aanleg dienen, indien nodig, in rekening te worden gebracht.

- Constructie omvat transport, verhandeling, opslag, constructie en beproevingen. Toenames in externe druk ten gevolge van grouten of sub-atmosferische interne druk door drainage of drogen geven ook aanleiding tot Constructiebelastingen.

**Dichtheidsproef:** de specifieke procedure die toelaat na te gaan of een Vervoersinstallatie voldoet aan de dichtheidseisen.

**Dienstdruk (OP) :** de druk in de Vervoersinstallatie bij normale exploitatieomstandigheden.

**Druk:** de relatieve druk van het fluïdum in het systeem, gemeten onder statische omstandigheden en uitgedrukt in bar relatief.

**Drukapparatuur:** heeft de betekenis van het koninklijk besluit van 11 juli 2016.

**Erkende Normenontwikkelingsorganisatie:** Normenontwikkelingsorganisatie zoals voorzien in Bijlage A.

**Functionele Belastingen:** belastingen ten gevolge van het voorbestemd gebruik van Vervoersinstallatie en belastingen door andere bronnen.

- *Belastingen ten gevolge van het voorbestemd gebruik:*  
gewicht van de installatie, inclusief Componenten en fluïdum, belastingen ten gevolge van druk en temperatuur in normale omstandigheden
- *Belastingen door andere bronnen:*  
voorspanning, restspanningen van constructie, grondbedekking, externe hydrostatische druk, biologische aangroei, verzakkingen en zettingen, rijzen en verzakken door vorst en dooi, aanhoudende ijsbelasting; reactiekrachten ter hoogte van steunen ten gevolge van Functionele Belastingen, belastingen ten gevolge van frequente verplaatsingen, steunrotaties of effecten van verandering in stroomrichting.

**Gas:** elke brandstof die gasvormig is bij een temperatuur van 15 graden Celsius en onder een (absolute druk van 1,01325 bar).

**Gaswet:** de Wet van 12 april 1965 betreffende het Vervoer van gasachtige producten en andere door middel van leidingen.

**Gebouw:** *elke niet-mobiele constructie, toegankelijk voor de mens, minimum bestaand uit een dak en een muur, met het doel op een duurzame manier personen, dieren, materieel of planten te huisvesten.*

**Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens:** *Minimum elasticiteitsgrens vereist in de specificatie of norm volgens dewelke het materiaal wordt besteld.*

**Gouden Lassen:** Verbindingslassen waarvan sprake in artikel 52 van het VeiligheidsKB.

**Hulpsysteem:** *elk systeem of combinatie van apparatuur behorend bij de transportinstallatie, zoals de fuel gas systemen, systemen voor perslucht of smeermiddel, hydraulische systemen en motoren voor afsluiters.*

**Incident:** Onverwacht voorval dat kan leiden tot een noodsituatie, zoals een lek of een falen van de installatie.

**Incidentele Belastingen:** Belastingen onder ongeplande, maar plausibele omstandigheden, rekening houdend met de waarschijnlijkheid van optreden.

- brand, explosie, plotse decompressie, vallende objecten, overgangsomstandigheden bij aardschuivingen; druk ten gevolge van verwarming geblokkeerde statische vloeistof, tenzij het inblokken een normale operationele activiteit is.

**Incidentele druk:** De Druk die incidenteel in een systeem optreedt, waarbij een veiligheidsapparaat actief wordt.

**Instrumentatiesysteem:** elk systeem of combinatie van apparatuur voor het meten, controleren en regelen van een proces.

**Kerfslagwaarde:** de buigingsweerstand tegen schokbelasting op een gekerfde proefstaaf / de energie nodig om een gekerfde proefstaaf van bepaalde vorm en afmeting bij schokbelasting te breken; zij wordt uitgedrukt door het aantal Joule , dat nodig is om een gekerfde proefstaaf van bepaalde vorm en afmetingen te breken.

**Koninklijk besluit van 11 juli 2016:** *het koninklijk besluit van 11 juli 2016 betreffende het op de markt brengen van drukapparatuur.*

**Maximale Toegelaten Dienstdruk (MAOP):** *de maximale druk waarop een Vervoersinstallatie mag worden geëxploiteerd.*

**Mechanische weerstandsproef:** *de specifieke procedure die toelaat na te gaan of een Vervoersinstallatie voldoet aan de eisen betreffende mechanische weerstand.*

**Niet-toxisch Gas:** Gas dat geen toxische bestanddelen bevat of slechts in die mate dat het geen invloed heeft op de gezondheid.

**Offshore Vervoersinstallatie:** *transportinstallatie in zeegebied, zoals gedefinieerd in de Wet van 20 januari 1999 ter bescherming van het mariene milieu en ter organisatie van de mariene ruimtelijke planning in de zeegebieden onder de rechtsbevoegdheid van België*

**Omgevingsbelastingen:** Belastingen afkomstig uit de omgeving van de installatie, behalve wanneer ze moeten worden beschouwd als Functionele Belasting of, omwille van de lage waarschijnlijkheid van optreden, als Incidentele Belasting.

- belastingen door golven, stroming, getijden, wind, sneeuw, ijs, aardbevingen, verkeer, visserij en mijnbouw; belastingen door trilling van apparatuur en verplaatsingen veroorzaakt door op de grond of zeebodem gelegen structuren.

**Omtrekspanning:** De spanning volgens de raaklijn aan de buitenomtrek van de loodrecht op de hartlijn van de leiding staande doorsnede en verwekt door de druk van het zich in de buis bevindende fluïdum;

**Onafhankelijke en Geaccrediteerde Instelling:** Instelling onafhankelijk van de houder van de Vervoersvergunning of zijn afgevaardigde en onafhankelijk van de persoon of organisatie die een product of dienst aanlevert, die geaccrediteerd is volgens ISO/IEC 17020, type A, respectievelijk ISO/IEC 17021, respectievelijk ISO/IEC 17025.

**Onshore Vervoersinstallatie:** *alle niet-offshore installaties.*

**Ontwerpdruk (DP):** *De druk die als basis dient voor de ontwerpberekeningen.*

**Ontwerptemperatuur:** Temperatuur waarop het ontwerp is gebaseerd.

**Overgangsstuk:** verbindingsstuk tussen twee types buis, om verschillen in materiaal en/of wanddikte te compenseren. In functie van de Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens en het verschil in diameter en/of wanddikte van de te verbinden buizen, wordt dit verbindingsstuk uit buis of plaat vervaardigd.

**Overgangstemperatuur:** de temperatuur waarop de taaie breuk in brosse breuk overgaat.

**Productietest:** een lasnaad tussen twee Componenten, uitgesneden uit de leiding, waarbij er aan beide zijden van de lasnaad voldoende materiaal wordt gelaten om de nodige mechanische testen uit te voeren.

**Rek:** de verlenging in de lengterichting van de trekstaaf, na breuk, uitgedrukt in procent van de oorspronkelijke lengte tussen merktekens.

**Samenstel:** *heeft de betekenis van het koninklijk besluit van 11 juli 2016.*

**Station:** *Vervoersinstallatie waarvan de voornaamste functie is : het regelen van debiet en/of druk ; de telling, de compressie, de ontspanning, het pompen, het schrappen, de behandeling, het stromingsbeheer, de bovengrondse opslag en/of de menging.*

**Tangentiale spanning:** de spanning volgens de raaklijn aan de buitenomtrek van de loodrecht op de hartlijn van de leiding staande doorsnede en verwekt door de druk van het zich in de buis bevindende fluïdum.

**Testeenheid:** een Testeenheid bestaat uit alle stukken uit eenzelfde smelt, die dezelfde warmtebehandeling hebben ondergaan en dezelfde nominale afmetingen hebben.

**Treksterkte:** de Treksterkte is de waarde van de belasting, gedeeld door de oorspronkelijk doorsnede van de proefstaaf nodig om de proefstaaf te breken.

**VeiligheidsKB:** het koninklijk besluit van 19/03/2017 betreffende de veiligheidsmaatregelen inzake de oprichting en de exploitatie van Vervoersinstallaties.

**Vervoer:** *Vervoer van fluida in de zin van de bepalingen van artikel 2, § 4 van de Gaswet, door een net dat vooral bestaat uit hogedrukpijpleidingen, anders dan een upstreampijpleidingnet en dan het*

*gedeelte van hogedrukpijpleidingen dat in de eerste plaats voor lokale aardgasdistributie wordt gebruikt, met het oog op de beleving van afnemers, de levering zelf niet inbegrepen;*

**Vervoersinstallaties:** *alle leidingen, met inbegrip van de directe leidingen en de upstream-installaties, en alle opslagmiddelen, LNG- installaties, gebouwen, machines en accessoire inrichtingen die bestemd zijn of gebruikt worden voor een van de in artikel 2, § 1, vermelde doeleinden;*

**Vervoersleiding:** *deel van een installatie bestemd voor het Vervoer van een fluïdum, dat zich bevindt tussen een punt van ontvangst en een Station, tussen twee Stations, tussen een Station en een punt van levering, of tussen een punt van ontvangst en een punt van levering, inclusief de sectionneringsafsluiters.*

**Vervoersonderneming:** *elke natuurlijke of rechtspersoon die Vervoer verricht;*

**Vervoersvergunning:** *de vergunning bedoeld in artikel 3 van de Gaswet*

# **Bijlage F: Dichtheidsproef met water aansluitend aan de hydraulische weerstandsbeproeving**

## **1. Meetapparatuur**

### **(a) Meetapparatuur ter bepaling van de druk**

Volgende meetapparatuur is minstens vereist om de druk te meten.

De meetapparatuur ter bepaling van de druk wordt telkens voorzien met een ijkcertificaat uitgeschreven door een onafhankelijk laboratorium, niet eerder dan 12 maanden voor de datum van gebruik.

#### **Manometer**

De gebruikte manometers hebben een meetfout van maximaal 0,6% (wat overeenkomt met een klasse 0,6).

Manometers hebben een maximum bereik van 1,5 keer de testdruk.

Elke beproevingskop wordt voorzien van een manometer.

#### **Manometrische balans of digitale precisie-druktestmeter**

Om de druk in de leiding te meten wordt een manometrische balans of digitale precisie-druktestmeter gebruikt.

De manometrische balans en de digitale precisie-druktestmeter hebben een nauwkeurigheid en resolutie van ten minste 10 mbar.

Bij gebruik van een manometrische balans, moet deze waterpas worden opgesteld in een droge plaats. De temperatuur in het lokaal dient zo te worden aangepast dat een goede werking van de manometrische balans is verzekerd.

Indien het medium van de balans olie is, wordt nagegaan of er geen luchtbelletjes in de balans aanwezig zijn. De zuiger en de cilinder van de balansen die zonder olie werken, moeten volkomen rein zijn en vrij van stof, vet en vocht.

### **(b) Meetapparatuur ter bepaling van de luchtdruk**

Voor de bepaling van de luchtdruk wordt een metaalbarometer (aneroïdebarometer) of een digitale barometer gebruikt.

De metaalbarometer en de digitale barometer hebben een nauwkeurigheid en resolutie van ten minste 1 mbar.

De luchtdruk op de betrokken locatie mag ook bepaald worden op basis van informatie afkomstig van een metrologisch instituut in zoverre de nauwkeurigheid ten minste 1 mbar bedraagt.

Indien gebruik wordt gemaakt van een digitale precisie-druktestmeter die zowel de relatieve als absolute druk kan meten dient de luchtdruk niet afzonderlijk bepaald te worden.

### **(c) Meetapparatuur ter bepaling van de temperatuur**

Het plaatsen van thermometers heeft als doel een beeld te krijgen van de temperatuur van de leiding en het water in de leiding over de volledige testsectie.



De meetapparatuur ter bepaling van de temperatuur wordt telkens voorzien met een ijkcertificaat uitgeschreven door een onafhankelijk laboratorium, niet eerder dan 12 maanden voor de datum van gebruik.

Alle thermometers hebben een nauwkeurigheid en resolutie van ten minste 0,1°C en een meetbereik van ten minste -5°C tot 30°C.

Alle thermometers, met uitzondering van de buitenlucht-thermometer, dienen van het digitale type te zijn en moeten in staat zijn om telkens op hetzelfde tijdstip, een automatische temperatuur-registratie te maken.

Ongeacht de lengte van de testsectie, worden ten minste vier thermometers geplaatst.

Alle externe invloeden, die een correcte lezing kunnen beïnvloeden, moeten worden geminimaliseerd.

### **Ondergrondse thermometers**

Ondergrondse thermometers worden ten laatste één dag voor het vullen van de leiding geplaatst.

Ze worden zo kort mogelijk bij de leiding en op dezelfde diepte als de leiding geplaatst.

De punten worden aangeduid op een plan van de leiding en zijn zodanig gekozen dat ze representatief zijn voor het bijhorende leidingdeel.

De opstelling, het aantal en de locatie van de thermometers dienen goedgekeurd te worden door het Erkend Organisme.

### **Bovengrondse thermometers**

Aan elke beproevingskop wordt een thermowell tot in het hart van de beproevingskop geplaatst. Indien dit niet mogelijk blijkt kan de temperatuur worden bepaald door drie elektronische meetsensoren, gelijkmatig te verdelen over de omtrek van de beproevingskop.

Andere opstellingen dient goedgekeurd te worden door het Erkend Organisme.

### **Buitenlucht-thermometer**

Een buitenlucht-thermometer wordt 1,5 m boven het maaiveld, in de schaduw en uit de wind opgesteld tijdens de duur van de dichtheidsbeproeving.

## **(d) Meetapparatuur ter controle van de vulling**

Het meten van de vulling heeft als doel te controleren of de luchtinsluitingen in de leiding tot een aanvaardbaar niveau werden gebracht.

De meetapparatuur ter controle van de vulling wordt telkens voorzien met een ijkcertificaat uitgeschreven door een onafhankelijk laboratorium, niet eerder dan 12 maanden voor de datum van gebruik.

### **Bepalen van de hoeveelheid water tijdens het vullen**

De vereiste nauwkeurigheid voor het bepalen van de benodigde hoeveelheid water tijdens het vullen is ten minste 2,5% van het volume van de leiding.

## **Controle op luchtinsluitingen**

De meetapparatuur die gebruikt wordt om de afgetapte hoeveelheid water te bepalen heeft een nauwkeurigheid en resolutie van ten minste 0,5% van het theoretisch bepaalde aftapvolume.

### **2. Vullen van de leiding**

Leidingen moeten op hun definitieve plaats liggen en over de volledige testsectie zijn aangevuld tot maaiveldhoogte.

De lengtes van de eventuele niet ingegraven gedeeltes moeten zo kort mogelijk gehouden worden. Deze delen moeten worden geïsoleerd.

Bij het vullen worden alle maatregelen getroffen om de leiding zo luchtvrij mogelijk te kunnen vullen.

Als er een verschil blijkt tussen de theoretische bepaalde inhoud en het effectieve vul-volume, moet de leiding ontvlucht en bijgevuld worden tot de resterende lucht is verdreven.

Nadat de leiding gevuld is kan pas na vier dagen (96 uur) overgegaan worden tot opdrukken. Indien het temperatuurverschil tussen de leiding en het vulwater groter is dan 6°C, kan beslist worden om deze periode verder te verlengen.

### **3. Controle op luchtinsluitingen**

Na het voltooiën van de weerstandsbeproeving zal water worden afgetapt om het aandeel aan luchtinsluitingen te bepalen.

Tijdens het aftappen wordt een hoeveelheid water afgelaten alsook de daarbij gepaard gaande drukdaling bepaald met behulp van de manometrische balans of digitale precisiedruktestmeter.

De gekozen drukdaling bedraagt ten minste 0,5 bar. Verder zal de drukdaling zodanig worden gekozen dat de afgetapte hoeveelheid water groter is dan of gelijk aan 2 liter.

Is de absolute waarde van het verschil tussen de gemeten hoeveelheid en de berekende hoeveelheid kleiner dan 6% van de berekende hoeveelheid, dan kan men de druk verder laten dalen tot de dichtheidsbeproevingdruk en kan de leiding stabiliseren.

Indien de absolute waarde van het verschil groter is dan 6%, dient men na een bepaalde tijd de controle op luchtinsluitingen te herhalen. De duur tussen de controles is functie van de snelheid waarmee de lucht in het water oplost.

De controle op luchtinsluitingen kan ook bij aanvang van de weerstandsbeproeving worden uitgevoerd. In dat geval hoeft de controle niet herhaald te worden na het voltooiën van de weerstandsbeproeving.

### **4. Stabilisatie**

De stabilisatieperiode gaat van start bij het bereiken van de dichtheidsbeproevingdruk en duurt ten minste twaalf uur.

## 5. Dichtheidsbeproeving

De dichtheidsbeproeving start na het aflopen van de stabilisatieperiode en wordt uitgevoerd in aanwezigheid van het Erkend Organisme.

De druk van de dichtheidsbeproeving bedraagt ten minste 1,1 x MAOP.

Tijdens de beproeving zal er ten minste ieder uur een lezing gebeuren van de drukken en temperaturen.

De dichtheidsbeproeving duurt ten minste 24 uur en kan pas worden beëindigd nadat door berekeningen is aangetoond dat de gemiddelde volumeverandering per uur kleiner is dan de toegelaten grenswaarde.

## 6. Opeenvolgende stappen

Opeenvolgende stappen voor het testen:

- aanvul;
- opstellen van het testplan;
- plaatsen van de thermometers;
- vullen van de leiding;
- controle op luchtinsluitingen (optioneel);
- weerstandsbeproeving;
- controle op luchtinsluitingen (indien niet eerder uitgevoerd);
- stabilisatie;
- dichtheidsbeproeving.

## 7. Berekeningen

De berekening wordt uitgevoerd door het Erkend Organisme.

### (a) Formules voor het bepalen van het theoretische volume verschil

In onderstaande formules wordt, anders dan in overige paragrafen van deze Technische Code, voor de wanddikte van de leiding het symbool  $e$  gebruikt. Dit om eventuele verwarring met het symbool voor de temperatuur te vermijden.

#### i) Volumeverschil van de leiding

Met volgende formules kan de volumeverandering van de leiding worden bepaald:

Bepaling van de absolute druk:

$$P_T = P_m + P_A$$

Waarin:

$P_m$	=	gemeten manometerdruk, in bar
$P_A$	=	gemeten barometerdruk, in bar
$P_T$	=	absolute druk, in bar

Bepaling van de gemiddelde temperatuur:

$$t_m = \frac{l_1 \cdot t_1 + l_2 \cdot t_2 + \dots + l_n \cdot t_n}{l_1 + l_2 + \dots + l_n}$$

Waarin:

- $t_m$  = gemiddelde temperatuur, in °C  
 $t_1, t_2, \dots, t_n$  = temperatuurmeting op meetpunt 1, 2, ... n, in °C  
 $l_1, l_2, \dots, l_n$  = lengte van de delen van de installatie, in m, die worden verondersteld respectievelijk te zijn vertegenwoordigd door de temperaturen  $t_1, t_2, \dots, t_n$

De diameter onder invloed van de heersende inwendige druk kan met behulp van volgende formule worden berekend:

Als  $D/e > 40$ :

$$D_{(P_m)} = D + \Delta D_{(P_m)} = D + \frac{P_m \cdot (D - e)^2}{20 \cdot E \cdot e}$$

Als  $D/e \leq 40$ :

$$D_{(P_m)} = D + \Delta D_{(P_m)} = D + \frac{P_m \cdot (D - e)^2}{20 \cdot E \cdot e} - 1,3 \cdot \nu \cdot \frac{P_m \cdot (D - e)}{20 \cdot E}$$

$$e_{(P_m)} = e + \Delta e_{(P_m)} = e - 1,3 \cdot \nu \cdot \frac{P_m \cdot (D - e)}{20 \cdot E}$$

Waarin:

- $D_{(P_m)}$  = uitwendige diameter onder invloed van druk  $P_m$ , in mm  
 $D$  = uitwendige diameter, in mm  
 $\Delta D_{(P_m)}$  = verandering van de uitwendige diameter onder invloed van druk  $P_m$ , in mm  
 $e_{(P_m)}$  = wanddikte onder invloed van druk  $P_m$ , in mm  
 $e$  = nominale wanddikte, in mm  
 $\Delta e_{(P_m)}$  = verandering van de wanddikte onder invloed van druk  $P_m$ , in mm  
 $E$  = elasticiteitsmodulus (Young modulus), in N/mm<sup>2</sup>  
 $\nu$  = Poisson factor

Bijkomend heeft de temperatuur variatie volgend effect:

Als  $D/e > 40$ :

$$D_{(P_m, t_m)} = D_{(P_m)} + \Delta D_{(P_m, t_m)} = D_{(P_m)} + (D_{(P_m)} - e) \cdot \alpha \cdot \Delta t_m$$

Als  $D/e \leq 40$ :

$$D_{(P_m, t_m)} = D_{(P_m)} + \Delta D_{(P_m, t_m)} = D_{(P_m)} + (D_{(P_m)} - e_{(P_m)}) \cdot \alpha \cdot \Delta t_m + e_{(P_m)} \cdot \alpha \cdot \Delta t_m$$

$$e_{(P_m, t_m)} = e_{(P_m)} + \Delta e_{(P_m, t_m)} = e_{(P_m)} + e_{(P_m)} \cdot \alpha \cdot \Delta t_m$$

Waarin:

- $D_{(P_m, t_m)}$  = uitwendige diameter onder invloed van druk  $P_m$  en temperatuur  $t_m$ , in mm  
 $\Delta D_{(P_m, t_m)}$  = verandering van de uitwendige diameter onder invloed van druk  $P_m$  en temperatuur  $t_m$ , in mm  
 $e_{(P_m, t_m)}$  = wanddikte onder invloed van druk  $P_m$  en temperatuur  $t_m$ , in mm  
 $\Delta e_{(P_m, t_m)}$  = verandering van de wanddikte onder invloed van druk  $P_m$  en temperatuur  $t_m$ , in mm  
 $\alpha$  = thermische uitzettingscoëfficiënt, in mm/mm°C  
 $\Delta t_m$  = verandering van de gemiddelde temperatuur ten opzichte van start van de beproeving (meting 1), in °C

Volume van de leiding bij druk  $P_m$  en temperatuur  $t_m$ :

Als  $D/e > 40$ :

$$V = \frac{\pi \cdot (D_{(P_m, t_m)} - 2 \cdot e)^2}{4000} \cdot L$$

Als  $D/e \leq 40$ :

$$V = \frac{\pi \cdot (D_{(P_m, t_m)} - 2 \cdot e_{(P_m, t_m)})^2}{4000} \cdot L$$

Waarin:

$V$  = volume van de leiding bij druk  $P_m$  en temperatuur  $t_m$ , in  $\text{dm}^3$   
 $\pi$  = wiskundige constante  
(verhouding tussen de omtrek en de diameter van een cirkel)  
 $L$  = lengte van de leiding, in m

**Opmerking:**

De fabriekstoleranties van de buizen worden buiten beschouwing gelaten in de bepaling van het (absolute) volume.

$$\Delta V_n = V_n - V_1$$

Waarin:

$\Delta V_n$  = verandering in volume van de leiding tussen meting  $n$  en meting 1, in  $\text{dm}^3$   
 $V_n$  = volume van de leiding bij meting  $n$ , in  $\text{dm}^3$   
 $V_1$  = volume van de leiding bij meting 1, in  $\text{dm}^3$   
 $n$  = aantal metingen, gaande van 1 tot  $n$

**ii) Volumeverschil water**

Met behulp van volgende formules, gebaseerd op de aanbevelingen van The International Association for the Properties of Water and Steam (IAPWS-IF97), kan de volumeveranderingen van het water worden bepaald:

$$\tau = \frac{T^*}{T_m} = \frac{1386}{(t_m + 273,15)}$$

Waarin:

$\tau$  = invers gereduceerde temperatuurfactor  
 $T^*$  = referentiewaarde voor de temperatuur, in K = 1386 K  
 $T_m$  = gemiddelde temperatuur, in K

En:

$$\Pi = \frac{p}{p^*} = \frac{P_T}{165,3}$$

Waarin:

$\Pi$  = invers gereduceerde temperatuurfactor  
 $p$  = absolute druk, in bar  
 $p^*$  = referentiewaarde voor de druk, in bar = 165,3 bar

De specifieke vrije energie volgens Gibbs:

$$\gamma_{\Pi} = \left[ \frac{\partial \gamma}{\partial \Pi} \right]_{\tau} = \sum_{i=1}^{34} -n_i \cdot I_i \cdot (7,1 - \Pi)^{I_i-1} \cdot (\tau - 1,222)^{J_i}$$

Waarin:

$\gamma_{\Pi}$  = gedeeltelijke afgeleide van de Gibbs specifieke vrije energie

Numerische coëfficiënten  $I_i$ ,  $J_i$  en  $n_i$ :

i	$I_i$	$J_i$	$n_i$
1	0	-2	1,4632971213167E-01
2	0	-1	-8,4548187169114E-01
3	0	0	-3,7563603672040E+00
4	0	1	3,3855169168385E+00
5	0	2	-9,5791963387872E-01
6	0	3	1,5772038513228E-01
7	0	4	-1,6616417199501E-02
8	0	5	8,1214629983568E-04
9	1	-9	2,8319080123804E-04
10	1	-7	-6,0706301565874E-04
11	1	-1	-1,8990068218419E-02
12	1	0	-3,2529748770505E-02
13	1	1	-2,1841717175414E-02
14	1	3	-5,2838357969930E-05
15	2	-3	-4,7184321073267E-04
16	2	0	-3,0001780793026E-04
17	2	1	4,7661393906987E-05
18	2	3	-4,4141845330846E-06
19	2	17	-7,2694996297594E-16
20	3	-4	-3,1679644845054E-05
21	3	0	-2,8270797985312E-06
22	3	6	-8,5205128120103E-10
23	4	-5	-2,2425281908000E-06
24	4	-2	-6,5171222895601E-07
25	4	10	-1,4341729937924E-13
26	5	-8	-4,0516996860117E-07
27	8	-11	-1,2734301741641E-09
28	8	-6	-1,7424871230634E-10
29	21	-29	-6,8762131295531E-19
30	23	-31	1,4478307828521E-20
31	29	-38	2,6335781662795E-23
32	30	-39	-1,1947622640071E-23
33	31	-40	1,8228094581404E-24
34	32	-41	-9,3537087292458E-26

Specifiek volume:

$$v_{(\Pi,\tau)} = \Pi \cdot \gamma_{\Pi} \cdot \frac{R \cdot T}{p} = \Pi \cdot \gamma_{\Pi} \cdot \frac{0,461526 \cdot (t_m + 273,15)}{\frac{P_{\tau}}{10}}$$

Waarin:

$v_{(\Pi,\tau)}$  = specifieke volume van het water, in  $\text{dm}^3/\text{kg}$   
 $R$  = specifieke gasconstante van water, in  $\text{kJ}/\text{kgK} = 0,461526 \text{ kJ}/\text{kgK}$

Volume water:

$$V_n = V_1 \cdot \frac{v_{(\Pi n, \tau n)}}{v_{(\Pi 1, \tau 1)}}$$

Waarin:

$V_n$  = volume van de leiding bij meting n, in  $\text{dm}^3$   
 $V_1$  = volume van de leiding bij meting 1, zoals eerder berekend, in  $\text{dm}^3$   
 $v_{(\Pi n, \tau n)}$  = specifieke volume van het water bij meting n, in  $\text{dm}^3/\text{kg}$   
 $v_{(\Pi 1, \tau 1)}$  = specifieke volume van het water bij meting 1, in  $\text{dm}^3/\text{kg}$

### iii) Berekening van de totale volumeverandering

De totale volumeverandering tijdens de meetcampagne kan als volgt bepaald worden:

$$\Delta V = \Delta V_{\text{water}} - \Delta V_{\text{leiding}}$$

Waarin:

$\Delta V$  = totale volumeverandering als gevolg van druk en temperatuur variatie, in  $\text{dm}^3$   
 $\Delta V_{\text{water}}$  = verschil in volume van het water waarbij rekening wordt gehouden met  $P_{\tau}$  en  $t_m$ , berekend volgens (b), in  $\text{dm}^3$   
 $\Delta V_{\text{leiding}}$  = verschil in volume van de leiding waarbij rekening wordt gehouden met  $P_m$  en  $t_m$ , berekend volgens (a) in  $\text{dm}^3$

## (b) Lineaire regressie

### i) Trendlijn

Op basis van de meetpunten wordt aan de hand van lineaire regressie de best passende rechte bepaald.

$$\overline{\Delta V} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta V_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (\Delta V_i - \overline{\Delta V})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$a = \overline{\Delta V} - b \cdot \bar{x}$$

Vergelijking van de best passende rechte:

$$\Delta V' = a + b \cdot x_i$$

Waarin:

- $\Delta V'$  = theoretische benadering van de totale volumeverandering door de best passende rechte, in  $\text{dm}^3$   
 $a$  = snijpunt met de verticale as van de best passende rechte, in  $\text{dm}^3$   
 $b$  = helling van de best passende rechte, in  $\text{dm}^3/\text{h}$   
 $x_i$  = meting gaande van 1 tot  $n$

## ii) Dispersie op de helling

Afwijking op de metingen:

$$dV = \Delta V' - \Delta V$$

Waarin:

- $dV$  = afwijking tussen de theoretische benadering van de totale volumeverandering door de best passende rechte en de effectieve volumeverandering, in  $\text{dm}^3$

Dispersie op de helling:

$$\sigma_b = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n dV_i^2}{n-2} \cdot \frac{n}{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}}$$

Waarin:

- $dV_i$  = afwijking tussen de theoretische benadering van de totale volumeverandering door de best passende rechte en de effectieve volumeverandering bij meting  $x_i$ , in  $\text{dm}^3$

Rekening houden met de dispersie wordt de helling:

$$b \pm t \cdot \sigma_b$$

Waarin:

- $\sigma_b$  = dispersie op de helling, in  $\text{dm}^3$   
 $t$  = de coëfficiënt van "t-Student" met  $n-2$  vrijheidsgraden en met een betrouwbaarheidsinterval van 85%

## (c) Aanvaarding

De maximaal toelaatbare volumeverandering per uur tijdens de dichtheidsbeproeving bedraagt:

$$r = \frac{4 \cdot V_1}{3 \cdot 10^6}$$

En:

$$0,05 \leq r \leq 0,8$$



Waarbij:

$r$  = maximaal toelaatbare volumeverandering per uur, in  $\text{dm}^3/\text{h}$

De dichtheidsbeproeving is aanvaardbaar indien:

$$|b \pm t \cdot \sigma_b| \leq r$$