

**SERVICE PUBLIC FEDERAL
ECONOMIE, P.M.E., CLASSES
MOYENNES ET ENERGIE**

**FEDERALE OVERHEIDSDIENST
ECONOMIE, K.M.O., MIDDENSTAND
EN ENERGIE**

Projet d'arrêté ministériel portant approbation du Code technique relatif aux mesures de sécurité à prendre lors de la conception et de la construction des installations de transport par canalisations

Ontwerp van ministerieel besluit tot goedkeuring van de Technische Code betreffende de veiligheidsmaatregelen bij het ontwerp en de constructie van installaties voor het vervoer door middel van leidingen

La Ministre de l'Énergie,

De Minister van Energie,

Vu la loi du 12 avril 1965 relative au transport de produits gazeux et autres par canalisations, l'article 17, § 2, alinéa 1^{er} ;

Gelet op de wet van 12 april 1965 betreffende het vervoer van gasachtige producten en andere door middel van leidingen, artikel 17, § 2, eerste lid;

Vu l'arrêté ministériel du 7 juin 2017 portant approbation du Code technique relatif aux mesures de sécurité à prendre lors de la conception et de la construction des installations de transport par canalisations ;

Gelet op het ministerieel besluit van 7 juni 2017 tot goedkeuring van de Technische Code betreffende de veiligheidsmaatregelen bij het ontwerp en de constructie van installaties voor het vervoer door middel van leidingen;

Vu la proposition par l'ASBL FETRAPI, représentant plusieurs titulaires d'une autorisation de transport, de nouveau Code technique relatif aux mesures de sécurité à prendre lors de la conception et de la construction des installations de transport par canalisations, introduite en date du 12 janvier 2020 ;

Gelet op het voorstel door de vzw FETRAPI, die meerdere houders van een vervoervergunning vertegenwoordigt, van nieuwe Technische Code betreffende de veiligheidsmaatregelen bij het ontwerp en de constructie van installaties voor het vervoer door middel van leidingen, ingediend op 12 januari 2020;

Vu la communication à la Commission européenne, le 5 février 2021 (notification 2021/0074/B), en application de l'article 5, paragraphe 1^{er}, de la directive 2015/1535/UE du Parlement européen et du Conseil du 9 septembre 2015 prévoyant une procédure d'information dans le domaine des réglementations techniques et des règles relatives aux services de la société de l'information ;

Gelet op de mededeling aan de Europese Commissie, op 5 februari 2021 (notificatie 2021/0074/B), met toepassing van artikel 5, lid 1, van richtlijn 2015/1535/EU van het Europees Parlement en de Raad van 9 september 2015 betreffende een informatieprocedure op het gebied van technische voorschriften en regels betreffende de diensten van de informatiemaatschappij;

Vu l'avis de l'Inspecteur des Finances, donné le 6 avril 2021 ;

Gelet op het advies van de Inspecteur van Financiën, gegeven op 6 april 2021;

Vu l'avis de la Direction générale de la Qualité et de la Sécurité du Service public fédéral Economie, P.M.E., Classes moyennes et Energie, donné le 28 avril 2021 ;

Vu l'avis xxxx du Conseil d'État, donné le xx xxxx, en application de l'article 84, § 1^{er}, alinéa 1^{er}, 2^o, des lois sur le Conseil d'État, coordonnées le 12 janvier 1973 ;

Considérant l'arrêté royal du 19 mars 2017 relatif aux mesures de sécurité en matière d'établissement et dans l'exploitation des installations de transport de produits gazeux et autres par canalisations ;

ARRETE :

Article 1^{er}. Le Code technique relatif aux mesures de sécurité à prendre lors de la conception et de la construction des installations de transport par canalisations, annexé au présent arrêté, est approuvé.

Art. 2. L'arrêté ministériel du 7 juin 2017 portant approbation du Code technique relatif aux mesures de sécurité à prendre lors de la conception et de la construction des installations de transport par canalisations est abrogé.

Art. 3. Le présent arrêté entre en vigueur le premier jour du mois qui suit l'expiration d'un délai de dix jours prenant cours le jour après sa publication au Moniteur belge.

Bruxelles, le

Gelet op het advies van de Algemene Directie Kwaliteit en Veiligheid van de Federale Overheidsdienst Economie, K.M.O., Middenstand en Energie, gegeven op 28 april 2021;

Gelet op advies xxxx van de Raad van State, gegeven op xx xxxx, met toepassing van artikel 84, § 1, eerste lid, 2^o, van de wetten op de Raad van State, gecoördineerd op 12 januari 1973;

Overwegende het koninklijk besluit van 19 maart 2017 betreffende de veiligheidsmaatregelen inzake de oprichting en de exploitatie van installaties voor vervoer van gasachtige producten en andere door middel van leidingen;

BESLUIT:

Artikel 1. De bij dit besluit gevoegde Technische Code betreffende de veiligheidsmaatregelen bij het ontwerp en de constructie van installaties voor het vervoer door middel van leidingen, wordt goedgekeurd.

Art. 2. Het ministerieel besluit van 7 juni 2017 tot goedkeuring van de Technische Code betreffende de veiligheidsmaatregelen bij het ontwerp en de constructie van installaties voor het vervoer door middel van leidingen wordt opgeheven.

Art. 3. Dit besluit treedt in werking op de eerste dag van de maand na afloop van een termijn van tien dagen te rekenen van de dag volgend op de bekendmaking ervan in het Belgisch Staatsblad.

Brussel,

Tinne VAN DER STRAETEN

Bijlage: 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

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.

TOEPASSINGSGEBIED

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 & 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 gedefinieerd¹:

Categorie A: niet-ontvlambare, watergebaseerde fluïda

Categorie B:

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

Categorie B2*: Ontvlambare en/of toxische fluïda, 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 fluïda, 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 fluïda, 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 fluïda, 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 fluïda 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.

¹ *Op basis van ISO 13623:2009 (E): Petroleum and natural gas industries – Pipeling transportation systems*

Inhoudstafel

1	<i>Terminologie</i>	8
2	<i>Symbolen</i>	10
3	<i>Afkorting</i>	10
4	<i>EIGA Documenten</i>	10
ONTWERP		11
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
CONSTRUCTIE	40
11 <i>Aanleg & beproeving</i>	40
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>	53
12.1 Drogen van de installatie	53
12.2 Onder fluïdum brengen van installaties	53
12.3 Finaal constructiedossier.....	55
BIJLAGE A: LIJST ERKENDE NORMENONTWIKKELINGSORGANISATIES	56
BIJLAGE B: AANDACHTSPUNTEN TRACÉBEPALING	57
BIJLAGE C: DICHTHEIDSPROEF MET LUCHT OF STIKSTOF.....	59
BIJLAGE D: MODEL VAN "RAPPORT VAN OVEREENSTEMMING"	65
BIJLAGE E: GLOSSARIUM.....	68
BIJLAGE F: DICHTHEIDSPROEF MET WATER AANSLUITEND AAN DE HYDRAULISCHE WEERSTANDBEPROEVING	72

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.

Beproevedruk: 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 ²)
R_e	de Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens bij omgevingstemperatuur, in Newton per vierkante millimeter (N/mm ²)
$R_e(\theta)$	de Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens bij Ontwerptemperatuur, in Newton per vierkante millimeter (N/mm ²) 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 ontwerpwanddikte, 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 fluïdum

- 6.1.1 Tenzij er in het ontwerp rekening mee gehouden wordt, mag het te vervoeren fluïdum 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 vanaf 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 sectionneringsafsluiters 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 activitering 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 warmte-beïnvloede 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

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

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/mm²:

- 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/mm²:

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

- (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
$D \leq 60,3 \text{ mm}$	2 x MAOP
$60,3 \text{ mm} < D \leq 406,4 \text{ mm}$	Maximum {500 bar; 2 x MAOP}
$D > 406,4 \text{ mm}$	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 stripverbindingsslassen 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.

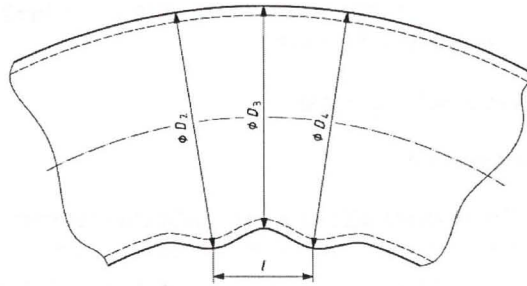
9.3.4.2 Mechanische eigenschappen

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 extrados 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 extrados 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 N/mm^2

$CE_{IIW} = 0,48$ voor staalsoorten met een Gespecificeerde Minimum Elasticiteitsgrens groter dan 360 N/mm²

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_{IIW}) van stalen flenzen mag de volgende waarden niet overschrijden:

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

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

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 %.

9.5.3.2 *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°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 N/mm²:

- 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/mm²:

- 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 Weerstandspoeft 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/CuSO₄) 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 gevolg 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 beschermingspotentiaal in een statisch regime - 0,85 V (Cu/CuSO₄) bedraagt. Indien corrosie door de activiteit van sulfaatreducerende bacteriën wordt vastgesteld, bedraagt de maximumpotentiaal -0,95 V (Cu/CuSO₄)
- 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 potentiaal 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 extrados van de bocht gemeten wordt. De minimale wanddikte in de extrados 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°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 N/mm²:

- 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/mm²:

- 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°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 lasspecialist (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) Overgangsstukken 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 langslassen of spiraallassen 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 langslassen of spiraallassen bepaald.

Indien de minimum afstanden bij het maken van verbindingslassen 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 lasnaadvorbereiding dient afgestemd te zijn op de lasverbinding, het gekozen lasproces en de gekozen NDO-techniek. De lasnaadvorbereiding 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 stomplassen 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 voorafgaandelijk gekwalificeerd.

11.4.1.7 Documentatie

(a) De resultaten van de niet-destructieve controles worden gearchiveerd 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 Weerstandspreef en een Dichtheidsproef. Het uitvoeren van een gecombineerde weerstands-en dichtheidsproef is eveneens toegelaten (artikel 56 van het VeiligheidsKB).

11.8.2 Mechanische Weerstandspreef

11.8.2.1 De Mechanische Weerstandspreef 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 Weerstandspreef is, volgens artikel 55 van het VeiligheidsKB, als volgt bepaald:

Tabel 8: Beproevedingsdruk van de Mechanische Weerstandspreef volgens artikel 55 van het VeiligheidsKB

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

- 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 Weerstandsproof 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 Weerstandsproof 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 Weerstandsproof 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 weerstandsproof tijdens hun fabricage bij een druk die ten minste gelijk is aan de druk van de weerstandsproof* zoals bepaald in artikel 55 van het VeiligheidsKB, *maar ongeacht de duur van de beproeving, moeten niet noodzakelijk worden onderworpen aan de mechanische weerstandsproof 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 temperatuursschommelingen) 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 m³. Het maximale testvolume mag 10 000 m³ niet overschrijden. Het testvolume kan verhoogd worden tot 20 000 m³ 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, afgezeefd 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 ontluchten.
- 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 ^[1]	
technische dossiers van alle Componenten, pompen en compressoren	
lasregister en gebruikte procedures (zoals vermeld in VeiligheidsKB artikel 59)	
NDO rapporten / certificaten	
rapport van Mechanische Weerstandspreef	
rapport van Dichtheidspreef	
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 Druckbehälter	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 beleidsoptie 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 inplanen 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 luchtbellens in de balans aanwezig zijn. De zuiger en de cilinder van de balans 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^e 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:

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

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

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

(a) Schatting van de standaardafwijking σ_b uit ervaringsgegevens

(i) *Fout op de manometrische balans – σ_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 σ_P gelijk is aan 5 mbar.

(ii) *Fout op de temperatuur – σ_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 σ_T op de temperatuur gelijk aan 0,5 °C.

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

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

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 σ_b*

Afhankelijk van het aantal uitgevoerde metingen, schommelt de grootte σ_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 σ_b uit meetgegevens.

(i) *Dispersies σ_a en σ_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

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

n = aantal drukmetingen

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

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

$r = 1$ de correlatie is perfect lineair

$r = 0$ de correlatie is niet lineair

(ii) *Maximale drukdaling per 24 uur*

De maximale drukdaling 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:

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

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

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 Vervoersvergunningsaanvraag 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 produkten 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 schrapen, 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 instaat 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 ontlucht 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 luchtingsluitingen (optioneel);
- weerstandsbeproeving;
- controle op luchtingsluitingen (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 $D/e > 40$:

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

Als $D/e \leq 40$:

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

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

Waarin:

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

Bijkomend heeft de temperatuur variatie volgend effect:

Als $D/e > 40$:

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

Als $D/e \leq 40$:

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

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

Waarin:

$D_{(Pm,tm)}$	=	uitwendige diameter onder invloed van druk P_m en temperatuur t_m , in mm
$\Delta D_{(Pm,tm)}$	=	verandering van de uitwendige diameter onder invloed van druk P_m en temperatuur t_m , in mm
$e_{(Pm,tm)}$	=	wanddikte onder invloed van druk P_m en temperatuur t_m , in mm
$\Delta e_{(Pm,tm)}$	=	verandering van de wanddikte onder invloed van druk P_m en temperatuur t_m , in mm
α	=	thermische uitzettingscoëfficiënt, in mm/mm°C
Δt_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 $D/e > 40$:

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

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 dm^3
 π = 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:

- ΔV_n = verandering in volume van de leiding tussen meting n en meting 1, in dm^3
 V_n = volume van de leiding bij meting n, in dm^3
 V_1 = volume van de leiding bij meting 1, in 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:

- τ = 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:

- Π = invers gereduceerde temperatuurfactor
 p = absolute druk, in bar
 p^* = referentiewaarde voor de druk, in bar = 165,3 bar

De specifieke vrije energie volgens Gibbs:

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

Waarin:

γ_{Π} = gedeeltelijke afgeleide van de Gibbs specifieke vrije energie

Numerische coëfficiënten l_i , J_i en n_i :

i	l_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:

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

Waarin:

$v_{(\Pi,\tau)}$ = specifieke volume van het water, in dm^3/kg
 R = specifieke gasconstante van water, in kJ/kgK = 0,461526 kJ/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 dm^3
V_1	=	volume van de leiding bij meting 1, zoals eerder berekend, in dm^3
$v(\Pi_n, \tau_n)$	=	specifieke volume van het water bij meting n, in dm^3/kg
$v(\Pi_1, \tau_1)$	=	specifieke volume van het water bij meting 1, in dm^3/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:

ΔV	=	totale volumeverandering als gevolg van druk en temperatuur variatie, in dm^3
ΔV_{water}	=	verschil in volume van het water waarbij rekening wordt gehouden met P_T en t_m , berekend volgens (b), in 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 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 dm^3
a	=	snijpunt met de verticale as van de best passende rechte, in dm^3
b	=	helling van de best passende rechte, in dm^3/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 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 dm^3

Rekening houden met de dispersie wordt de helling:

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

Waarin:

σ_b = dispersie op de helling, in 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 dm^3/h

De dichtheidsbeproeving is aanvaardbaar indien:

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

Gezien om te worden gevoegd bij het ministerieel besluit van _____ tot goedkeuring van de Technische Code betreffende de veiligheidsmaatregelen bij het ontwerp en de constructie van installaties voor het vervoer door middel van leidingen

De Minister van Energie,

Tinne VAN DER STRAETEN

Annexe : Code technique relatif aux mesures de sécurité à prendre lors de la conception et de la construction des installations de transport par canalisations

Rev.1 – 1^{er} décembre 2020

PRÉAMBULE

Le présent Code technique (ci-après dénommé, « Code » ou « Code technique »), a vocation à refléter tant les développements technologiques que les meilleures pratiques actuelles du secteur belge des transporteurs par canalisations en matière de sécurité ainsi que les standards européens et internationaux applicables à cette activité de transport.

La réglementation contenue dans ce document s'inspire donc notamment de l'expérience des pays limitrophes en matière de bonnes pratiques ainsi que des normes établies par les Comités Techniques des instituts de normalisation européens et internationaux.

Il s'agit notamment des normes :

- 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)

Le présent Code technique fait partie du dispositif réglementaire qui comprend également la Loi du 12 avril 1965 relative au transport de produits gazeux et autres par canalisations, ainsi que ses arrêtés d'exécution, au nombre desquels figure l'arrêté royal du 19/03/2017 relatif aux mesures de sécurité en matière d'établissement et dans l'exploitation des installation de transport de produits gazeux et autres par canalisations et les autorisations individuelles de transport. L'exhaustivité, la précision et la cohérence du dispositif précité assureront un niveau de sécurité élevé.

Le présent Code technique a été établi de bonne foi grâce à la contribution du secteur belge des transporteurs par canalisations, réuni au sein d'une commission spécialement établie pour la circonstance par l'asbl FETRAPI, la Fédération des Transporteurs par Pipeline.

Les membres de la commission étaient :

- Gert Van de Weghe; Société Nationale de Transport par Canalisations (SNTC)
- 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

BASE LÉGALE

Le présent Code technique est établi sur base de l'article 17 § 2 de la loi du 12 avril 1965 relative au transport de produits gazeux et autres par canalisations, ainsi que l'article 2 de l'Arrêté Royal du 19/03/2017.

Ce Code technique a été proposé par l'asbl FETRAPI, la Fédération des Transporteurs par Pipeline au nom de plusieurs titulaires d'une autorisation de transport, au Ministre fédéral en charge de l'Energie, lequel l'a approuvé après avis de l'Administration de l'Energie et l'Administration de la Qualité et de la Sécurité du SPF Economie, P.M.E., Classes moyennes, et Energie.

Le présent Code technique ayant vocation à refléter l'état de la technique, des connaissances, des bonnes pratiques et des réglementations, il sera donc amené à être revu afin de maintenir, le cas échéant, une adéquation entre les mesures techniques qui y sont décrites et l'évolution de ces techniques, connaissances, bonnes pratiques et réglementations meilleures. La procédure applicable à cette évolution du Code technique est décrite à l'article 78 de l'arrêté royal précité et coïncide avec la procédure d'adoption de ce Code technique, permettant ainsi de conserver un processus réglementaire aisé et dynamique.

CHAMP D'APPLICATION

Le présent code fait mention

- des exigences concernant la conception, les matériaux, la construction, les tests et la mise en service d'Installations de transport Onshore non cryogéniques en acier.
- des activités de surveillance concernant les mesures de sécurité à prendre lors de la conception et de la construction d'Installations de transport en acier.

Le présent Code concerne les installations suivantes :

- Les Installations de transport et les extensions d'Installations de transport existantes telles que décrites à l'article 3 § 1^{er}, 1° de l'AR Sécurité.
- Les Installations de transport existantes, dans le cadre de l'article 3 § 1^{er}, 2° de l'AR Sécurité.

En ce qui concerne les réparations, les aménagements qui ne sont pas des extensions et les remplacements assimilables à des réparations des Installations de transport, le présent Code s'applique dans les limites définies à l'article 4 de l'AR Sécurité.

Le présent Code technique s'applique aux fluides du tableau 1. Certains fluides peuvent se trouver dans plusieurs catégories, en fonction de la phase dans laquelle ils sont lors du transport. La phase dépendra entre autres de la pression et de la température opérationnelles.

Tableau 1 : Catégories & fluides

Fluide	Caractéristique spécifique	Catégorie
lessive de soude		A
Saumure		A
1,1 – dichloroéthane		B1
acétone		B1
essence		B1
diesel / gasoil		B1
naphte		B1
jet A-1 / kérosène		B1
condensat de gaz		B1
pétrole brut		B1
Phénol		B2*
gaz naturel	MAOP $\leq$ 16 bar	D1
	MAOP $>$ 16 bar	D2
	Offshore	n/a
monoxyde de carbone		E1
hydrogène		E1
oxygène (gaz)		C
Buta - 1,2 - diène		E2
Buta - 1,3 - diène		E2
éthane (gaz) / éthane (liquide)		E1 / E2
éthène (gaz) / éthène (liquide)		E1 / E2
butane		E2
propane		E2
propène (gaz) / propène (liquide)		E1 / E2
C4 brut		E2
chlorure de vinyle monomère (MVC)		E2
ammoniac liquide		E2
GNL		n/a

n/a = non applicable

Les catégories sont définies comme suit¹:

Catégorie A: Fluides ininflammables à base d'eau

Catégorie B:

Catégorie B1: Fluides inflammables et/ou toxiques en phase liquide à une température de 15 °C et sous une pression absolue de 1,01325 bar.

Catégorie B2*: Fluides inflammables et/ou toxiques solide à une température de 15 °C et sous une pression absolue de 1,01325 bar, et transportés sous forme liquide

Catégorie C: Fluides ininflammables non toxiques en phase gazeuse à une température de 15 °C et sous une pression absolue de 1,01325 bar.

Catégorie D:

Catégorie D1: Gaz naturel monophasique non toxique, Installations de transport onshore MAOP ≤ 16 bar

Catégorie D2: Gaz naturel monophasique non toxique, Installations de transport onshore MAOP > 16 bar

Catégorie E:

Catégorie E1: Fluides inflammables et/ou toxiques en phase gazeuse à une température de 15 °C et sous une pression absolue de 1,01325 bar, et transportés sous forme gazeuse

Catégorie E2: Fluides inflammables et/ou toxiques en phase gazeuse à une température de 15 °C et sous une pression absolue de 1,01325 bar, et transportés sous forme liquide

*catégorie de produit déterminée de manière arbitraire sur base des caractéristiques des produits

Les exigences supplémentaires pour les fluides d'une catégorie donnée sont présentées dans les paragraphes commençant par la lettre de la catégorie. En cas de conflit entre ces exigences supplémentaires et les exigences générales, les exigences supplémentaires auront priorité.

¹ Sur la base de ISO 13623:2009 (E) : Petroleum and natural gas industries – Pipeline transportation systems

Table des matières

1	<i>Terminologie</i>	8
2	<i>Symboles</i>	10
3	<i>Abréviations</i>	10
4	<i>Documents EIGA</i>	10
CONCEPTION		11
5	<i>Généralités</i>	11
5.1	Conception de l'Installation de transport	11
6	<i>Installations de transport</i>	11
6.1	Impact du fluide	11
6.2	Limites de température.....	11
6.3	Contrôle de la pression.....	12
6.4	Tronçons de canalisations & installations de mise à l'air	13
6.5	Traçabilité des matériaux	13
6.6	Méthodes de calcul pour la conception	14
7	<i>Canalisations de transport</i>	14
7.1	Contraintes et contraintes admissibles.....	14
7.2	Canalisations de transport souterraines.....	15
7.3	Canalisations de transport aériennes	18
8	<i>Stations</i>	18
8.3	Stations, à l'exception des stations de compression et de pompage.....	18
8.4	Stations de compression du gaz	19
8.5	Stations de pompage des liquides	20
8.6	Systèmes auxiliaires et d'instrumentation	22
9	<i>Spécifications relatives aux matériaux</i>	22
9.1	Généralités	22
9.2	Tubes.....	22
9.3	Courbes par induction	28
9.4	Pièces de forme.....	30
9.5	Brides.....	33
9.6	Équipements sous pression et Ensembles d'équipements sous pression.....	35
9.7	Dossier technique pour un Composant, compresseur ou pompe	38

10	<i>Protection contre la corrosion externe</i>	38
10.1	Protection passive des Installations de transport enterrées contre la corrosion	39
10.2	Protection active d'Installations de transport enterrées contre la corrosion	39
CONSTRUCTION		40
11	<i>Pose et épreuves</i>	40
11.1	Transport, stockage et contrôle de l'état général	40
11.2	Changements de direction	40
11.3	Assemblages	41
11.4	Contrôle et inspection	45
11.5	Revêtement sur site (y compris mise en peinture de tronçons non revêtus)	48
11.6	Enfouissement et remblayage	48
11.7	Nettoyage	49
11.8	Épreuves	49
11.9	Essai des Soudures en or (« tie-in » welds)	52
12	<i>Mise en service</i>	53
12.1	Séchage de l'installation	53
12.2	Mise sous fluide d'installations	53
12.3	Dossier final de construction	55
ANNEXE A : LISTE DES ORGANISMES D'ELABORATION DE NORMES AGREE		56
ANNEXE B : POINTS SPECIFIQUES RELATIFS A LA DETERMINATION DU TRACE		57
ANNEXE C : ÉPREUVE D'ÉTANCHÉITÉ AVEC DE L'AIR OU DE L'AZOTE		59
ANNEXE D : MODELE DE « RAPPORT DE CONFORMITE »		65
ANNEXE E : GLOSSAIRE		68
ANNEXE F : ÉPREUVE D'ÉTANCHÉITÉ À L'EAU APRÈS L'ÉPREUVE DE RÉSISTANCE HYDRAULIQUE		72

Les définitions de l'AR Sécurité et de la Loi Gaz s'appliquent au présent Code technique et à ses annexes.

Les termes et expressions commençant par une majuscule utilisés dans le présent Code technique et qui ne sont pas définis dans l'AR Sécurité ou la Loi Gaz ont la signification suivante :

Allongement : Allongement dans le sens longitudinal de l'éprouvette, après rupture, exprimé en pourcentage de la longueur d'origine entre repères.

AR Sécurité : l'arrêté royal du 19/03/2017 déterminant les mesures de sécurité à prendre lors de l'établissement et dans l'exploitation des Installations de transport.

Balisage : marquage physique ponctuel et bien identifiable du tracé d'une canalisation.

Contrainte annulaire : contrainte suivant la tangente à la circonférence extérieure de la section perpendiculaire à l'axe de la canalisation et engendrée par la pression du fluide contenu dans le tube.

Contraintes incidentelles : Les contraintes dans des circonstances imprévues, mais plausibles, compte tenu de leur probabilité d'apparition.

- incendie, explosion, décompression soudaine, chute d'objets, phases de transition dans le cas de glissements de terrain, ancrages, abordages ; pression découlant d'une montée en température de liquide statique bloqué, sauf si le blocage constitue une activité opérationnelle normale.

Contraintes de construction : contraintes nécessaires pour la construction, essais inclus, de l'installation. Les contraintes dues au comportement de l'équipement utilisé pour la pose doivent être prises en compte le cas échéant.

- La construction englobe le transport, le traitement, le stockage, la construction et les essais. Les hausses de pression externe dues au réagréage ou de pression interne subatmosphérique dues au drainage ou au séchage donnent également lieu à des contraintes de construction.

Contraintes environnementales : Contraintes provenant des environs de l'installation, sauf lorsqu'elles doivent être considérées comme une Contrainte fonctionnelle ou, en raison de leur faible probabilité d'occurrence, comme une Contrainte incidentelle.

- contraintes par vagues, courants, marées, vent, neige, glace, tremblements de terre, circulation, pêche et extraction minière ; contraintes par les vibrations d'appareils et déplacements provoqués par des structures placées sur le sol ou dans les fonds marins.

Contraintes fonctionnelles : contraintes découlant de l'usage prédéterminé de l'Installation de transport et contraintes provenant d'autres sources.

- *Contraintes découlant de l'usage prédéterminé* : poids de l'installation, Composants et fluides inclus, contraintes découlant de la pression et de la température dans des conditions normales

- *Contraintes provenant d'autres sources* : précontrainte, contraintes résiduelles de construction, profondeur d'enfouissement, pression hydrostatique externe, encrassements biologiques, affaissements et tassements, soulèvements et affaissements suite au gel et au dégel, contrainte due à la glace persistante ; réactions au niveau des supports suite à des contraintes fonctionnelles, contraintes suite à des déplacements fréquents, rotations des supports ou effets du changement de sens du flux.

Contrainte tangentielle : contrainte suivant la tangente à la circonférence extérieure de la section perpendiculaire à l'axe de la canalisation et engendrée par la pression du fluide contenu dans le tube.

Gaz non toxique : gaz ne contenant pas d'éléments toxiques, ou seulement dans une proportion qui n'a aucun impact sur la santé.

Incident : événement inattendu pouvant engendrer une situation d'urgence, par exemple une fuite ou une défaillance de l'installation.

Loi Gaz : Loi du 12 avril 1965 relative au transport de produits gazeux et autres par canalisations

Organisme d'élaboration de normes agréé : Organisme d'élaboration de normes selon les dispositions de l'Annexe A ;

Organisme accrédité indépendant : Organisme indépendant du titulaire de l'autorisation de transport ou son délégué et indépendant de la personne ou l'organisation qui fournit un produit ou une service, accrédité selon l'une des trois normes, ISO/CEI 17020, type A, ISO/CEI 17021, ISO/CEI 17025 selon le cas applicable.

Pièce de transition : raccord entre deux types de tube destiné à compenser les différences de matériau et/ou d'épaisseur de paroi. En fonction de la Limite d'élasticité minimale spécifiée et de la différence de diamètre et/ou d'épaisseur de paroi des tubes à raccorder, cette pièce de transition sera un tube ou une plaque.

Pression : pression relative du fluide dans le système, mesurée dans des conditions statiques et exprimée en bar relatifs.

Pression incidentelle : la pression qui se produit accidentellement dans un système, à laquelle un équipement de sécurité s'active

Pression d'épreuve : la pression à laquelle l'Installation de transport est soumise pendant la construction et/ou ses Composants individuels, pompes et compresseurs pendant la fabrication, afin de vérifier que la mise en service peut avoir lieu en toute sécurité ;

Résistance à la traction : valeur de la contrainte, divisée par la section d'origine de l'éprouvette nécessaire pour provoquer la rupture de l'éprouvette.

Soudure en or : soudure de raccordement telle que mentionnée dans l'article 52 de l'AR Sécurité.

Température de conception : température sur laquelle la conception se base.

Température de transition : température à laquelle une rupture ductile se transforme en rupture fragile.

Unité d'essai : une Unité d'essai se compose de tous les éléments d'une même coulée, ayant fait l'objet du même traitement thermique et présentant les mêmes dimensions nominales ;

Valeur de Résilience : résistance à la flexion contre un effet de choc sur une éprouvette entaillée / énergie nécessaire pour provoquer la rupture sous l'effet d'un choc d'une éprouvette entaillée de forme et de dimensions déterminées. Elle est exprimée par le nombre de joules nécessaires pour provoquer la rupture d'une éprouvette entaillée de forme et de dimensions déterminées.

Le texte en italique, à l'exception des titres et symboles, correspond à un extrait de l'AR Sécurité ou de la Loi Gaz.

2 Symboles

R_m	la Résistance à la Traction minimale spécifiée pour la température ambiante , en Newton par millimètre carré (N/mm ²)
R_e	la Limite d'élasticité minimale spécifiée pour la température ambiante, en Newton par millimètre carré (N/mm ²)
$R_e(\theta)$	la Limite d'élasticité minimale spécifiée pour la température de Conception, en newton par millimètre carré (N/mm ²) :
	Température ne dépassant pas 60 °C :
	$R_e(\theta) = R_e$
	Température supérieure à 60 °C :
	la Limite d'élasticité minimale spécifiée doit être corrigée en fonction de la température
t	l'épaisseur de paroi nominale minimale, en millimètres (mm)
t_{min}	l'épaisseur de paroi minimale, en millimètres (mm)
DN	le diamètre nominal, en millimètres (mm)
DP	[Design Pressure] la Pression de conception ; la pression qui sert de base aux calculs de conception, en bar
D	le diamètre extérieur spécifié du tube, en millimètres (mm)
MAOP	[Maximum Allowable Operating Pressure] la pression maximale à laquelle une installation de transport peut être exploitée, en bar
MIP	[Maximum Incidental Pressure] la pression incidentelle maximale, en bar

3 Abréviations

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

4 Documents EIGA

C-4	EIGA IGC Doc. 13/20 peut être utilisé comme guide pour les installations de transport d'oxygène.
E1-4	EIGA IGC Doc. 120/14 peut être utilisé comme guide pour les installations de transport de monoxyde de carbone. EIGA IGC Doc. 121/14 peut être utilisé comme guide pour les installations de transport d'hydrogène.

Conception

5 Généralités

5.1 Conception de l'Installation de transport

- 5.1.1 La conception de l'Installation de transport s'effectue sur base des exigences mentionnées dans le présent Code.
- 5.1.2 Les Composants, pompes et compresseurs doivent satisfaire aux exigences mentionnées dans le présent Code.
- 5.1.3 Les Composants, pompes et compresseurs font l'objet de, et sont achetés selon des spécifications techniques décrivant notamment :
- la qualité et les caractéristiques de la matière de base ;
 - le(s) code(s) ou norme(s) de conception qui doi(ven)t être respecté(es) ;
 - les exigences techniques minimales relatives aux matériaux, concernant par exemple l'Allongement, la Limite d'élasticité, les valeurs de Résilience, etc. ;
 - la technologie de production, si applicable ;
 - les variations de dimensions et les erreurs admises ;
 - les essais, épreuves et contrôles auxquels doivent être soumis les matières de base, les produits en cours de fabrication et les produits finis ;
 - les conditions de réception, de marquage et de numérotation.
- 5.1.4 Le présent Code est uniquement d'application pour les Installations de transport en acier.

6 Installations de transport

6.1 Impact du fluide

- 6.1.1 À moins qu'il n'en soit tenu compte dans la conception de l'installation, le fluide à transporter ne peut pas contenir de substances solides, liquides ou gazeuses secondaires qui ont ou peuvent avoir un impact négatif sur l'intégrité et le bon fonctionnement des Installations de transport.
- 6.1.2 À moins qu'il n'en soit tenu compte dans la conception de l'installation, le point de rosée liquide et le point de rosée eau du gaz doivent en outre être tels qu'ils n'ont pas ou ne peuvent avoir d'impact négatif sur l'intégrité et le bon fonctionnement des Installations de transport.

6.2 Limites de température

La Température de Conception minimale et maximale dans des conditions normales d'exploitation est déterminée par l' Entreprise de transport pendant la phase d'étude, en conformité avec l'article 29 de l'AR Sécurité.

6.3 Contrôle de la pression

Le contrôle de la pression dans l'Installation de transport se fait dans le respect des exigences mentionnées ci-après.

6.3.1 Pression de service

La MAOP ne peut en aucun cas dépasser la DP. Compte tenu des tolérances de réglage des appareils de réglage de la pression, la Pression de service réelle mesurée dans les Canalisations de transport ayant une MAOP supérieure à 16 bar peut atteindre au maximum 102,5 % de la MAOP. Dans les Installations de transport ayant une MAOP inférieure ou égale à 16 bar, cette Pression de service réelle mesurée ne peut pas dépasser 110 % de la MAOP.

6.3.2 Pression accidentelle maximale

La MIP est la pression admissible maximale en cas d'Incident et est fonction de la DP, de la MAOP et des matériaux utilisés. La MAOP ne sera pas dépassée plus longtemps que le temps strictement nécessaire pour vérifier le dysfonctionnement et rétablir les conditions normales de fonctionnement.

La MIP d'une Installation de transport ne peut en aucun cas dépasser la valeur identifiée pour les Composants, pompes et compresseurs de manière individuelle.

La MIP d'une Installation de transport doit être inférieure à la pression de l'Epreuve de résistance mécanique, comme indiqué au tableau 9.

D - 6.3.2 Sauf dans les exceptions suivantes, la MIP ne peut pas dépasser 115 % de la MAOP.

- Pour les Installations de transport dont la DP est inférieure ou égale à 40 bar et pour lesquelles la Contrainte annulaire dans la paroi de la canalisation à la DP est inférieure ou égale à 0,45 fois la Limite d'élasticité minimale spécifiée, la MIP ne peut pas dépasser 120 % de la MAOP.
- Pour les Installations de transport dont la DP est inférieure ou égale à 24 bar et pour lesquelles la Contrainte annulaire dans la paroi de la canalisation à la DP est inférieure ou égale à 0,30 fois la Limite d'élasticité minimale spécifiée, la MIP ne peut pas dépasser 130 % de la MAOP.
- Pour les Installations de transport dont la DP est inférieure ou égale à 16 bar, la MIP ne peut pas dépasser 130 % de la MAOP.
- Pour les Installations de transport dont la DP est inférieure ou égale à 5 bar, la MIP ne peut pas dépasser 140 % de la MAOP.

A/B/C/E - 6.3.2

La MIP ne peut pas dépasser 110 % de la MAOP.

6.3.3 Systèmes de sécurité

Les systèmes de sécurité sont conçus de manière à ce que la MIP ne soit dépassée en aucun point de l'Installation de transport.

6.4 Tronçons de canalisations & installations de mise à l'air

- 6.4.1 Conformément à l'article 22 de l'AR Sécurité, la distance séparant deux vannes de sectionnement sur une canalisation dont la MAOP est supérieure à 16 bar ne peut pas dépasser 30 km.
- 6.4.2 Les installations de sectionnement doivent être conçues de manière à ce que le produit confiné dans un tronçon de canalisation puisse toujours être éliminé de chaque côté du tronçon de canalisation.
- D - 6.4.3 Une installation de mise à l'air, qui est prévue de part et d'autre d'une vanne de sectionnement pour chaque tronçon de canalisation, doit avoir un diamètre nominal supérieur ou égal au $\frac{1}{4}$ du diamètre nominal de la canalisation.

6.5 Traçabilité des matériaux

- 6.5.1 On utilise normalement de l'acier.
- 6.5.2 La Traçabilité de tous les matériaux des éléments sous pression doit être établie depuis la coulée originale.
- 6.5.3 A l'exception des Équipements sous pression, tombant sous le champ d'application de la Directive sur les Équipements sous pression et de l'AR du 11/07/2016, les règles de base mentionnées ci-après s'appliquent aux documents de contrôle, en tenant compte des éventuels ajouts et/ou modifications mentionné(s) au chapitre 9. Les exigences relatives au document de type EN 10204:2004 ou ISO 10474:2013 s'appliquent à l'ensemble du document, sauf mention contraire.
- 6.5.3.1 Les Composants, pompes et compresseurs pour des Installations de transport doivent à tout le moins être fournis avec les certificats de réception suivants selon la norme EN 10204:2004 ou ISO 10474:2013 :
- diamètre extérieur spécifié supérieur à 60,3 mm :
 - éléments de canalisation comme les tubes, courbes par induction, pièces de formes et brides : EN 10204-3.1 ou ISO 10474-3.1 avec supervision des essais, contrôles et essais par l'organisme agréé.
 - éléments sous pression d'autres Composants, pompes et compresseurs : EN 10204-3.2 ou ISO 10474-3.2, le représentant d'inspection autorisé de l'acheteur étant un organisme de contrôle de type A, accrédité selon ISO/CEI 17020, soit EN 10204-3.1, soit ISO 10474-3.1 avec supervision des essais, inspections et essais par l'organisme agréé.
 - diamètre extérieur spécifié inférieur ou égal à 60,3 mm :

EN 10204-3.2 ou ISO 10474-3.2, le représentant d'inspection autorisé de l'acheteur étant un organisme de contrôle de type A, accrédité selon ISO/CEI 17020, soit EN 10204-3.1 ou ISO 10474-3.1 avec supervision des essais, contrôles et essais par l'organisme agréé .

Les Composants, pompes et compresseurs pour des Installations de transport dont la MAOP inférieure ou égale à 16 bar doivent à tout le moins être fournis avec un certificat de réception EN 10204-3.1 ou ISO 10474-3.1
- 6.5.3.2 Les Systèmes auxiliaires et d'instrumentation peuvent être fournis avec un relevé de contrôle en usine selon la norme EN 10204-2.2 ou ISO 10474-2.2.

6.6 Méthodes de calcul pour la conception

6.6.1 Méthode des contraintes admissibles

Comme mentionné de l'article 30 à l'article 32 inclus de l'AR Sécurité, l'épaisseur de paroi nominale minimale d'un Composant est en général déterminée à l'aide de la méthode des contraintes admissibles, dans laquelle la Limite d'élasticité minimale spécifiée, le diamètre extérieur spécifié, la Pression de conception et le facteur de sécurité sont pris en compte. (voir également chapitres 7 et 9)

6.6.2 Méthodes s'écartant de la méthode des contraintes admissibles

Comme mentionné à l'article 33 de l'AR Sécurité, l'utilisation d'autres méthodes de calcul est autorisée à condition qu'elles soient décrites dans une norme émise par un Organisme d'élaboration de normes agréé.

L'épaisseur de paroi minimale, telle que spécifiée à l'article 32 de l'AR Sécurité et dans 9.2.2, s'applique également aux épaisseurs de paroi qui ne sont pas calculées selon la méthode des contraintes admissibles.

7 Canalisations de transport

7.1 Contraintes et contraintes admissibles

7.1.1 Contraintes et combinaisons de contraintes

Dans ce code, l'épaisseur minimale des parois des Composants doit être augmentée si nécessaire pour supporter la pression (surpression et sous-pression maximale ou minimale (DP), pression interne pendant une épreuve, élévation brusque de pression dans le fluide, variations de pression pendant le fonctionnement), ainsi que les contraintes ou causes de contraintes suivantes, pour autant que l'Entreprise de transport ait indiqué qu'elles étaient applicables pour l'installation concernée dans des conditions normales de fonctionnement :

- sol ;
- circulation ;
- poids de la canalisation, de ses accessoires et de l'équipement correspondant, y compris le revêtement et l'isolation ;
- poids du fluide à transporter et du fluide de test ;
- glace et neige ;
- température ;
- contraintes provenant de constructions voisines ;
- vibrations

7.1.2 Contraintes résultantes admissibles

La contrainte résultante pour les différentes combinaisons possibles de contraintes ne peut pas, pendant la construction et l'exploitation, dépasser les limites suivantes :

Avec des charges variables, la contrainte résultante admissible peut devoir être limitée davantage comme prévu dans la norme applicable publiée par un organisme de développement de normes accrédité.

D – 7.1.2

$1,0 \times R_e(\theta)$ et ce indépendamment de la combinaison des contraintes décrites comme d'application par l' Entreprise de transport.

$0,85 \times (R_e + R_e(\theta))$ pour la (les) combinaison(s) avec les charges environnementales pour les techniques sans tranchée pendant l'exploitation.

A/B/C/E - 7.1.2

$0,9 \times R_e(\theta)$ pour la combinaison des Contraintes fonctionnelles et environnementales décrites comme d'application par l' Entreprise de transport, sans prendre en compte les Contraintes de construction ou les Contraintes incidentelles

$1,0 \times R_e(\theta)$ pour les combinaisons suivantes de contraintes décrites comme d'application par l' Entreprise de transport:

- Contraintes de construction et environnementales ;
- Contraintes fonctionnelles, environnementales et incidentelles.

$0,85 \times (R_e + R_e(\theta))$ pour la (les) combinaison(s) avec les charges environnementales pour les techniques sans tranchée pendant l'exploitation.

7.2 Canalisations de transport souterraines

7.2.1 Tracé

Comme indiqué à l'article 20 de l'AR Sécurité, les Canalisations de transport doivent en principe être enterrées.

Pour autant que possible, des installations aériennes ne sont utilisées que dans les Stations et, le cas échéant, aux points ou des obstacles imposants doivent être surmontés.

7.2.1.1 Détermination d'un tracé

La Canalisation de transport doit, tenant compte des exigences de l'article 39 de l'AR Sécurité, être posée de sorte à pouvoir être exploitée en toute sécurité.

Le tracé doit être élaboré au moyen de reconnaissances sur le terrain, d'une étude des plans de destination, de cartes orthophotographiques, de cartes du sol et de cartes historiques, et en accord avec les administrations concernées (région, communes, etc.).

Lors de la détermination du tracé d'une Canalisation de transport, il est tenu compte d'un certain nombre de points spécifiques qui peuvent être subdivisés de la manière suivante :

- (a) impact technique sur la construction
- (b) impact légal
- (c) impact socioéconomique
- (d) impact écologique et archéologique

Plusieurs points spécifiques relatifs à la détermination du tracé sont repris en détail à l'annexe B.

Dans certaines zones (par ex. les zones portuaires) où l'activité industrielle est importante, des réglementations dérogatoires peuvent s'appliquer au choix du tracé. En cause : la très dense infrastructure souterraine et l'espace disponible limité.

Dans ces zones, les Canalisations de transport peuvent être regroupées en bandes de canalisations : l'emplacement de la nouvelle Canalisation de transport à poser doit dans ce cas satisfaire aux conditions posées par le gestionnaire de l'espace public.

Canalisations de transport croisant des lacs ou des zones inondables délimitées

En ce qui concerne les Canalisations de transport croisant des lacs ou des zones inondables délimitées, les points spécifiques suivants doivent également être pris en compte :

- la canalisation doit être amarrée pour ne pas remonter ;
- des mesures définitives supplémentaires doivent être prises pour que la zone inondable délimitée puisse être exploitée en toute sécurité.

Canalisations de transport dans un sol à faible portance

En ce qui concerne les Canalisations de transport posées dans des couches à faible portance (comme la tourbe), des études de sol devront être réalisées afin de prendre les mesures adéquates.

Ces mesures sont notamment, sans s'y limiter :

- l'enlèvement et le remplacement de ces couches de sol ;
- l'amélioration des propriétés de ces couches de sol ;
- le croisement de ces couches de sol à grande profondeur ;
- la mise en place d'un dispositif de support supplémentaire sous la canalisation.

Canalisations à proximité de régions d'exploitation extractive

En ce qui concerne les Canalisations de transport posées à proximité de régions d'exploitation extractive, il est vérifié quel peut être l'impact potentiel de l'exploitation de la région sur la canalisation.

7.2.1.2 Profondeur d'enfouissement

Les Canalisations de transport posées hors clôture entourant les Stations, sont posées à une profondeur d'au moins 0,80 m, mesurée entre la génératrice supérieure du tube (revêtement et gaine compris) et le niveau naturel du sol, hormis dans les cas suivants :

Tableau 2 : Croisements (conformément l'article 25 de l'AR Sécurité)

Type de croisement	Profondeur d'enfouissement minimale
Croisement d'une route	1,20 m sous le niveau supérieur de la route
Croisement d'une route régionale (routes N, routes R, routes B & routes A)	1,50 m sous le niveau supérieur de la route
Croisement d'une voie ferrée	1,60 m sous le patin du rail
Croisement de cours d'eau classés, non classés et navigables	1,20 m sous la position la plus basse du profil théorique et du profil pratique du lit du cours d'eau

La couverture de sol minimale doit être maintenue sur toute la longueur du croisement.

Là où la profondeur d'enfouissement minimale ne peut pas être respectée, des plaques ou des gaines de protection doivent être installées.

7.2.2 *Balisage*

Le tracé de la Canalisations de transport est clairement signalé au moyen d'un Balisage, de manière à ce que le tracé de la canalisations soit clairement visible dans l'environnement. Lorsque cela s'avère possible, chaque Balisage sera visible depuis les Balisages les plus proches, sans tenir compte de la végétation.

Le Balisage est de préférence toujours placé au-dessus de la canalisations, et ce dans une zone de 2 m mesurée depuis l'axe de la canalisations.

Une partie du Balisage doit mentionner un numéro d'urgence joignable 24 heures par jour et 7 jours par semaine.

Les prises de potentiel pour la protection cathodique (ou d'autres accessoires visuels) peuvent également être considérées comme du Balisage.

7.2.2.1 Traversée d'infrastructures

En ce qui concerne la traversée d'infrastructures (voies de circulation, voies ferrées, cours d'eau), un Balisage doit toujours être placé de part et d'autre de l'obstacle, de manière à indiquer la présence et la direction de la Canalisations de transport. Le type de Balisage peut être adapté en fonction de l'usage de la route (par ex. machines agricoles, etc.).

7.2.2.2 Croisement de cours d'eau navigables - Panneau de signalisation CEVNI A.6 « Interdiction d'ancrer ou de laisser traîner des ancrs, câbles ou chaînes »

En cas de croisement d'un cours d'eau navigable au moyen d'un siphon, des panneaux de signalisation CEVNI A.6 doivent être placés de chaque côté du cours d'eau navigable afin de baliser la zone dans laquelle la Canalisations de transport traverse les rives / les murs de quai. Les panneaux de signalisation sont placés conformément aux exigences du gestionnaire du cours d'eau.

En cas de croisement d'un cours d'eau navigable au moyen d'un forage horizontal dirigé avec au moins 5 m de couverture de sol sous le fond du cours d'eau, aucun panneau de signalisation CEVNI A.6 ne devra être placé.

7.2.3 *Techniques sans tranchée*

Les techniques sans tranchée suivantes sont autorisées pour la pose de Canalisations de transport :

- Techniques sans tranchée utilisant une gaine de protection : une gaine de protection (acier, béton) est utilisée pour y placer la canalisations transportant le produit. Durant la pose, les précautions nécessaires sont prises pour éviter tout contact entre la canalisations transportant le produit et la gaine de protection. Il doit également être vérifié que la gaine de protection n'interfère pas avec la protection cathodique de la canalisations.
- Techniques sans tranchée utilisant la canalisations transportant le produit : la canalisations sera en contact direct avec le sous-sol (e.a. forages horizontaux dirigés, fonçages avec la canalisations transportant le produit, etc.).

L'Entreprise de transport prendra les mesures nécessaires (calculs, contrôles, revêtement adapté, etc.) pour démontrer que la technique sans tranchée n'affecte pas négativement l'intégrité de la canalisation.

7.2.4 Possibilités d'inspection

Les Canalisations de transport dont la MAOP est supérieure à 16 bar sont conçues et construites afin de ne pas compromettre la possibilité de les contrôler par une inspection interne.

7.3 Canalisations de transport aériennes

Les tronçons de canalisation sont conçus de manière à :

- pouvoir résister à toutes les contraintes et combinaisons de contraintes pertinentes mentionnées au point 7.1.1 ;
- supporter les dilatations dues aux variations de température prévisibles.

8 Stations

8.1 Les Stations doivent être conçues de manière à :

- pouvoir résister à toutes les contraintes et combinaisons de contraintes pertinentes mentionnées au point 7.1.1 ;
- supporter les dilatations dues aux variations de température prévisibles.

A/B-8.2 Les stations doivent être placées dans des chambres de collecte munies d'un revêtement totalement étanche au liquide à transporter. Les chambres de collecte doivent être équipées de dispositifs permettant de constater le début du remplissage. En ce qui concerne l'accès aux réservoirs et aux chambres de collecte, les mesures nécessaires doivent être prises pour empêcher l'accès sans autorisation de l'exploitant. Des mesures doivent être prises pour empêcher tout écoulement accidentel du liquide transporté dans les égouts ou les eaux souterraines ou de surface.

8.3 Stations, à l'exception des stations de compression et de pompage

Systèmes de sécurité dans les stations de régulation de la pression :

Indépendamment du système de régulation de pression, une sécurité supplémentaire est éventuellement prévue et aura pour but de veiller à ce que la pression de sortie du système régulation de pression ne dépasse pas les limites de sécurité sur base des règles suivantes:

- Une sécurité supplémentaire n'est pas nécessaire si la MAOP du système en amont est inférieure ou égale à la MIP du système en aval.
- Une sécurité simple doit être installée si la MAOP du système en amont est supérieure à la MIP du système en aval.
- Une sécurité double doit être installée si la différence entre la MAOP du système en amont et la MAOP du système en aval est supérieure à 16 bar et si la MAOP du système en amont est supérieure à la pression de l'Epreuve de résistance mécanique du système en aval.

8.4 Stations de compression du gaz

8.4.1 Introduction

Les exigences supplémentaires mentionnées ci-après concernent les nouvelles stations de compression et les extensions de stations de compression existantes dont la MAOP est supérieure à 16 bar et dont la puissance sur arbre totale est supérieure à 1 MW. Conformément à l'article 4 de l'AR de Sécurité, les réparations, les aménagements qui ne sont pas des extensions et les remplacements assimilables à des réparations des Installations de transport peuvent être réalisés, soit en conformité avec les exigences supplémentaires mentionnées ci-après, soit en conformité avec les prescriptions légales qui étaient en vigueur au moment de la construction, sauf disposition contraire dans l'AR Sécurité.

8.4.2 Conception

8.4.2.1 Les conditions de sol (stabilité, risque d'inondation, etc.) sont analysées et prises en considération afin de s'assurer qu'elles sont adaptées aux installations prévues.

8.4.2.2 Les points bas où pourraient s'accumuler des liquides sont pourvus de points de vidange adaptés équipés d'une vanne.

8.4.2.3 Une analyse de flexibilité est effectuée pour vérifier que l'entièreté du système de tuyauteries ne dépasse pas la contrainte résultante admissible définie dans 7.1.2 ou n'est pas soumise à des déformations ni à des mouvements excessifs dans des conditions d'exploitation normales et lors d'essais. Les chocs et vibrations inacceptables doivent être évités dans les tuyauteries et dans l'unité de compression.

Les efforts et les moments de force doivent rester dans les valeurs définies par le constructeur du compresseur.

8.4.2.4 Un système d'épuration du gaz, tel qu'un (des) filtre(s) et/ou un (des) séparateur(s), doit être installé à l'entrée de la station de compression.

8.4.2.5 Les tuyauteries d'une station de compression doivent être équipées d'un système d'évacuation du gaz pour faire baisser la pression. Ce type de système de réduction de pression doit être capable de faire baisser la pression de chaque compartiment des installations aériennes de 50 % dans les 15 minutes.

L'évacuation du gaz par mise à l'air ou par torchère est autorisée.

Les systèmes d'évacuation du gaz doivent déboucher dans des zones sûres et appropriées.

Si plusieurs systèmes de mise à l'air aboutissent dans un collecteur commun, les refoulements doivent être évités.

8.4.2.6 Les tuyauteries d'une station de compression doivent pouvoir être isolées du réseau de Canalisations de transport de gaz.

8.4.3 *Systèmes de sécurité requis*

8.4.3.1 Niveau de la station

Les systèmes de sécurité suivants doivent au moins être présents au niveau de la station.

(a) Système de détection du gaz

Outre le système de détection du gaz prévu au niveau des compresseurs, un système de détection du gaz doit être prévu dans chaque bâtiment où une accumulation de gaz est possible.

(b) Commande et contrôle des vannes

Les vannes d'entrée et de sortie de la Station, de même que les vannes d'entrée et de sortie de chaque bâtiment de compression, doivent pouvoir être commandées au niveau de la vanne et depuis la salle de contrôle locale.

(c) Alimentation électrique

En cas de panne de courant, une alimentation électrique de secours doit permettre de mettre la station de compression à l'arrêt de manière sécurisée, sans endommager ses éléments.

8.4.3.2 Niveau des compresseurs

Les systèmes de sécurité suivants doivent au moins être présents au niveau des compresseurs

(a) Protection contre les vibrations excessives

Tous les équipements et assemblages sont conçus de manière à empêcher les vibrations excessives dans tous les modes de fonctionnement normaux (y compris le démarrage, la déconnexion, le stand-by et l'arrêt).

(b) Arrêt d'urgence

En cas d'urgence ou de panne de courant, l'installation de compression doit pouvoir être mise à l'arrêt de manière sécurisée et ordonnée. Il doit être possible de mettre hors pression le compresseur entre les vannes de sectionnement.

8.5 **Stations de pompage des liquides**

8.5.1 *Introduction*

Les exigences supplémentaires mentionnées ci-après concernent les nouvelles stations de pompage.

8.5.2 *Conception*

8.5.2.1 Les conditions de sol (stabilité, risque d'inondation, etc.) sont analysées et prises en considération afin de s'assurer qu'elles sont adaptées aux installations prévues.

8.5.2.2 Les pompes et les tuyauteries de l'installation doivent être installées sur une ou plusieurs dalles étanches aux liquides. Tout écoulement hors de ces dalles doit être récolté et traité comme des eaux polluées.

- 8.5.2.3 Système de vidange de produits purs : tous les points de vidange et de mise à l'air sont reliés entre eux et à un réservoir de collecte (temporaire) au moyen d'un système de tuyauteries. Si des tuyauteries et/ou un ou plusieurs réservoir(s) sont placés sous terre, ils devront être conformes à la législation environnementale en vigueur.
- 8.5.2.4 Une analyse de flexibilité est effectuée pour vérifier que l'entièreté du système de tuyauteries ne dépasse pas la tension résultante admissible définie dans 7.1.2 ou n'est pas soumise à des déformations ni à des mouvements excessifs dans des conditions d'exploitation normales et lors d'essais. Les chocs et vibrations superflus doivent être évités dans les tuyauteries, dans les pompes et dans les moteurs. Les efforts et les moments de force doivent rester dans les valeurs définies par le constructeur.
- 8.5.2.5 Un système d'épuration des liquides, tel qu'un (des) filtre(s) et/ou un (des) séparateur(s), doit être installé à l'entrée de la station de pompage et raccordé au système d'évacuation.
- 8.5.2.6 Les tuyauteries d'une station de pompage doivent être équipées d'un système de décharge de pression. Ce type de système de décharge de pression doit être installé à hauteur de chaque volume compartimé supérieur à 100 litres. La mise à l'air de ce type de système doit pouvoir aboutir librement dans un lieu sûr. La pression de consigne d'une soupape de décharge de pression ne peut pas dépasser la DP.
- 8.5.2.7 Les tuyauteries d'une station de pompage doivent pouvoir être isolées du réseau de canalisations traversant la Station. En cas d'activation à la suite d'une d'urgence, une réinitialisation à distance ne pourra pas être possible.
- 8.5.3 *Systèmes de sécurité requis*
- 8.5.3.1 Niveau de la station
- Les systèmes de sécurité suivants doivent au moins être présents au niveau de la station :
- (a) Système de détection des fuites
Si les pompes sont pourvues de joints d'étanchéité, elles devront être équipées d'un système de détection des fuites.
 - (b) Commande et contrôle des vannes
Les vannes d'entrée et de sortie de la Station doivent pouvoir être commandées au niveau de la vanne et depuis la salle de contrôle locale.
 - (c) Alimentation électrique
En cas de panne de courant, une alimentation électrique de secours doit permettre de sécuriser la station de pompage.
- 8.5.3.2 Niveau des pompes
- Les systèmes de sécurité suivants doivent au moins être présents au niveau des pompes :
- (a) Protection contre les vibrations excessives
Tous les équipements et assemblages sont conçus de manière à empêcher les vibrations excessives dans tous les modes de fonctionnement normaux (y compris le démarrage, la déconnexion, le stand-by et l'arrêt).
 - (b) Arrêt d'urgence

En cas d'urgence, l'installation de pompage doit pouvoir être mise à l'arrêt de manière sécurisée et ordonnée. Il doit être possible de mettre hors pression la pompe entre les vannes de sectionnement.

8.6 Systèmes auxiliaires et d'instrumentation

Les systèmes auxiliaires et d'instrumentation satisfont aux exigences décrites dans les normes émises par des organismes d'élaboration de normes agréés. Les tubes utilisés et leurs accessoires ne doivent pas satisfaire aux exigences du chapitre 9.

9 Spécifications relatives aux matériaux

9.1 Généralités

9.1.1 La Température de transition de l'acier doit être inférieure à la température la plus basse à laquelle l'Installation de transport peut être exposée pendant la construction ou pendant son exploitation normale. Afin de pouvoir s'assurer que cette Température de transition soit la bonne, les résultats d'essais de Résilience du modèle Charpy V effectués à la Température de conception minimale peuvent être utilisés comme critères.

9.1.2 Tous les travaux de soudage doivent être réalisés par du personnel certifié, l'attestation de certification ayant été émise par un Organisme accrédité indépendant.

Tous les travaux de soudage doivent être réalisés suivant des procédures de soudage qualifiées qui satisfont aux exigences d'une norme, émise par un Organisme d'élaboration de normes agréé, dont la preuve écrite de la qualification sera donnée par un Organisme accrédité indépendant.

Pour les Composants soudés, la résistance mécanique à la traction d'une liaison soudée doit être au moins égale aux valeurs spécifiées pour la matière de base. Les valeurs de résilience des raccords soudés (dans la soudure et dans la zone affectée thermiquement) doivent être au moins égales aux valeurs spécifiées dans ce code pour les matières de base.

9.1.3 Tous les contrôles non destructifs doivent être réalisés par du personnel certifié, l'attestation de certification ayant été émise par un Organisme accrédité indépendant.

Tous les contrôles non destructifs doivent être exécutés en accord avec des procédures documentées et approuvées qui satisfont aux exigences d'une norme émise par un Organisme d'élaboration de normes agréé.

Les contrôles non destructifs sont, à l'issue du traitement thermique final, réalisés conformément à des normes émises par un Organisme d'élaboration de normes agréé et à ce Code.

9.2 Tubes

9.2.1 Technologie de production

Les tubes sont soit sans soudure, soit soudés longitudinalement (HFW, SAWL) ou en spirale (SAWH).

9.2.2 Conception

9.2.2.1 Pour pouvoir résister à la pression interne, l'épaisseur de conception minimale (t_{min}) des tubes en acier doit être calculée à l'aide de la formule suivante :

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

Le facteur de soudure L de la formule ci-dessus est égal à un.

Le facteur de sécurité S de la formule ci-dessus est défini à l'article 31 de l'AR Sécurité.

Tableau 3 : Facteurs de sécurité selon l'article 31 de l'AR Sécurité

Limite d'élasticité minimale spécifiée	Facteur de sécurité
200 - 314 N/mm ²	1,50
315 - 354 N/mm ²	1,54
355 - 384 N/mm ²	1,56
385 - 409 N/mm ²	1,58
410 - 555 N/mm ²	1,60

Les Stations sont de préférence clôturées.

Pour les Stations clôturées, le facteur de sécurité est défini par l'article 31 de l'AR Sécurité et est égal à 1,50.

Pour les stations non clôturées pour lesquelles des mesures de protection particulières sont prévues tels que l'installation d'une protection souterraine mécanique (des dalles de béton, des plaques de protection en plastique), le facteur de sécurité est fixé à 1,50.

Pour les autres stations non clôturées, on appliquera le facteur de sécurité propre aux matériaux utilisés.

L'épaisseur de paroi nominale minimale à spécifier pour la fabrication des tubes (t) est déterminée de la manière suivante :

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

La valeur de l'épaisseur additionnelle de paroi c doit être justifiée par l'Entreprise de transport.

Cette épaisseur additionnelle c est calculée comme suit :

$$c = c_1 + c_2$$

où :

- c_1 La valeur absolue de la tolérance négative de l'épaisseur de paroi minimale spécifiée, telle que définie dans la/les norme(s) en vigueur, en millimètres (mm)
- c_2 La surépaisseur de corrosion intérieure ou d'usure intérieure, en millimètres (mm)

- 9.2.2.2 Si, en appliquant la formule de calcul de l'épaisseur de paroi présentée au point 9.2.2.1, on obtient une valeur inférieure à l'épaisseur de paroi nominale minimale spécifiée à l'article 32 de l'AR Sécurité, la valeur mentionnée dans cet article devra être respectée. Cette règle s'applique tant aux Canalisations de transport qu'aux Stations.

Tableau 4 : Épaisseur de paroi nominale minimale selon l'article 32 de l'AR Sécurité

<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 % D

9.2.3 Propriétés

9.2.3.1 Propriétés chimiques

(a) Installations de transport en acier carbone,

(i) Équivalent carbone

L'équivalent carbone (CE_{IIW}) de tubes en acier ne peut pas dépasser la valeur suivante :

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

calculée à l'aide de la formule suivante

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

(% est la concentration massique de l'élément correspondant de la coulée)

(ii) Teneur en carbone

La teneur en carbone ne peut pas dépasser 0,23 %.

(iii) Teneur en soufre et en phosphore

La teneur en soufre ne peut pas dépasser 0,030 %.

La teneur en phosphore ne peut pas dépasser 0,035 %.

La somme du soufre et du phosphore calculée sur la base de l'analyse de la coulée ne peut pas dépasser 0,050 %.

(b) Installations de transport en acier inoxydable

(i) Teneur en carbone

La teneur en carbone ne peut pas dépasser 0,035%

(ii) Teneur en soufre et en phosphore

La teneur en soufre ne peut pas dépasser 0,030 %.

La teneur en phosphore ne peut pas dépasser 0,045 %.

9.2.3.2 Propriétés mécaniques

Les essais mécaniques suivants sont réalisés dans la matière de base et, le cas échéant, également dans la ligne de fusion ou soudure et zone affectée thermiquement.

(a) Essai de traction

Si la Température de conception maximale n'est pas supérieure à 60 °C, l'essai de traction est réalisé à température ambiante.

Si la Température de conception maximale est supérieure à 60 °C, l'essai de traction est également réalisé à la Température de conception maximale.

Pour la matière de base, le rapport entre la Limite d'élasticité et la Résistance à la traction du métal, déterminé par des essais, ne peut pas dépasser 0,90. L'Allongement à la rupture doit être d'au moins 18 %.

Pour les raccords soudés, la résistance à la traction est au moins égale aux valeurs spécifiées pour la matière de base.

(b) Essai de Résilience

(i) Montage à l'essai, éprouvettes et exécution

Un essai de Résilience est réalisé sur un jeu de trois éprouvettes contiguës du modèle Charpy V provenant d'un échantillon unique non aplati. L'axe de l'entaille doit être perpendiculaire à la surface du tube.

L'essai de Résilience doit être exécuté à une température inférieure ou égale à la Température de conception minimale. Si la norme relative au matériau prescrit un essai de Résilience à une température inférieure et que les résultats obtenus lors de cet essai satisfont aux critères d'acceptation formulés ci-dessous, l'exigence d'exécution d'un essai de Résilience à la Température de conception minimale n'est plus d'application.

Pour l'acier inoxydable austénitique, l'essai de résilience n'a pas besoin d'être réalisé à une température minimale de conception supérieure ou égale à - 80 ° C.

(ii) Critères d'acceptation

Les résultats des essais de Résilience de chaque série d'éprouvettes, prélevées dans le sens transversal et d'une section de 10 mm x 10 mm, ne peuvent pas être inférieurs aux valeurs suivantes :

Pour les types d'acier dont la Limite d'élasticité minimale spécifiée est inférieure ou égale à 360 N/mm² :

- valeur minimale par éprouvette : 20 J.
- valeur minimale moyenne par série de trois éprouvettes : 27 J.

Pour les types d'acier dont la Limite d'élasticité minimale spécifiée est supérieure à 360 N/mm² :

- valeur minimale par éprouvette : 30 J.
- valeur minimale moyenne par série de trois éprouvettes : 40 J.

Pour les éprouvettes prélevées dans le sens longitudinal, les valeurs ci-dessus sont multipliées par 1,5.

Pour les éprouvettes, les valeurs exigées sont déterminées en fonction du rapport entre la surface derrière l'entaille en cas de section plus petite et la section standard de 10 mm x 10 mm.

9.2.3.3 Propriétés dimensionnelles

Les propriétés dimensionnelles qui ont été décrites dans la norme en vigueur doivent être suivies.

9.2.4 Épreuves et contrôles en usine

- (a) Chaque tube est soumis pendant la durée mentionnée ci-dessous à une épreuve hydraulique, à une pression telle que les Contraintes Tangentielles ainsi induites dans le tube, compte tenu des écarts d'épaisseur de paroi vers le bas (comme définis dans les spécifications techniques mentionnées dans 5.1.3) soient comprises entre 95 % et 100 % de la Limite d'élasticité minimale spécifiée. Le tube est approuvé si aucune fuite ou déformation visuelle permanente n'est observée pendant l'épreuve.

Tableau 5 : Durée minimale de l'épreuve hydraulique

Type de tube	Diamètre	Durée minimale de l'épreuve hydraulique
Tube sans soudure	Tous les diamètres	5 s
Tube soudé (HFW, SAWL, SAWH)	$D \leq 457$ mm	5 s
	$D > 457$ mm	10 s

Les Pressions d'épreuve supérieure et inférieure en usine, qui correspondent à ces contraintes limites, sont calculées à l'aide des formules présentées dans le tableau ci-dessous.

Contraintes Tangentielles		Pression d'épreuve correspondante (N/mm ²)	
Inférieure	Supérieure	Inférieure	Supérieure
$0,95 R_e$	R_e	$\frac{20 (0,95 R_e)(t - c_1)}{D}$	$\frac{20 R_e(t - c_1)}{D}$

- (b) Si la machine de test hydrostatique provoque une contrainte longitudinale lors de l'obturation des extrémités du tube, la Pression d'épreuve est calculée à l'aide des formules suivantes

Contraintes Tangentielles		Pression d'épreuve correspondante (N/mm ²)	
Inférieure	Supérieure	Inférieure	Supérieure
$0,95 R_e$	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	Pression subie par la machine de test hydrostatique, en Newton par millimètre carré (N/mm ²)
A_R	Surface de coupe transversale du corps obturateur de la machine de test hydrostatique, en millimètres carrés (mm ²)
A_P	Surface de coupe transversale de la paroi du tube, en millimètres carrés (mm ²)
A_I	Surface de coupe transversale interne du tube, en millimètres carrés (mm ²)

- (c) En fonction du diamètre extérieur spécifié, la Pression d'épreuve hydrostatique peut être limitée comme suit :

Tableau 6 : Limitation de la Pression d'épreuve hydrostatique

diamètre extérieur spécifié	Pression d'essai hydrostatique la plus basse
$D \leq 60,3 \text{ mm}$	2 x MAOP
$60,3 \text{ mm} < D \leq 406,4 \text{ mm}$	Maximum {500 bar; 2 x MAOP}
$D > 406,4 \text{ mm}$	Maximum {250 bar ; 2 x MAOP}

- (d) contrôles non destructifs

- (i) Matière de base :

- Chaque tube devra subir un contrôle non destructif (ex : contrôle par ultrasons), pour déterminer l'absence de défauts internes dommageables pour la sécurité. Ce contrôle non destructif se fera sur au moins 20 % de la surface.

- (ii) Extrémités à souder :

Les extrémités de chaque tube à souder subiront un contrôle non destructif sur toute la circonférence (ex : contrôle par ultrasons), pour déterminer l'absence de défauts de structure qui peuvent avoir un effet néfaste sur la soudure.

- (iii) Soudures :

La soudure doit faire sur toute sa longueur l'objet d'un contrôle non destructif volumétrique (ex : contrôle par ultrasons), pour déterminer l'absence de défauts de soudure dommageables pour la sécurité. Les soudures au niveau des extrémités de soudure, qui ne peuvent pas être entièrement contrôlées par la technique initialement choisie, feront l'objet d'un contrôle non destructif adapté (ex : radiographie).

9.3 Courbes par induction

9.3.1 Technologie de production

9.3.1.1 Les courbes par induction sont réalisées à partir de tubes qui satisfont aux exigences mentionnées aux points 5.1.3, 6.5, 9.1, 9.2 et ci-dessous.

9.3.2 Conception

9.3.2.1 L'épaisseur de paroi aux extrémités à souder atteint au moins la valeur définie sous 9.2.2.

Si la Limite d'élasticité minimale spécifiée pour la courbe par induction est inférieure à celle du tube de raccordement, l'épaisseur minimale de la courbe par induction devra être augmentée de telle sorte que le produit de l'épaisseur et de la Limite d'élasticité minimale spécifiée de la courbe par induction soit au moins égal au produit de l'épaisseur et de la limite d'élasticité minimale spécifiée du tube de raccordement.

9.3.2.2 L'épaisseur de paroi minimale dans l'extrados ($t_{extrados}$) est calculée de la manière suivante :

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

L'épaisseur de paroi minimale dans l'intrados ($t_{intrados}$) est calculée de la manière suivante :

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

9.3.2.3 Les courbes par induction ne peuvent pas contenir de soudures de raboutage ni de soudures circulaires.

9.3.3 Procédures et spécifications

Les courbes par induction doivent être fabriquées selon une procédure agréée.

9.3.4 Propriétés

9.3.4.1 Propriétés chimiques

Le tube maître d'une courbe par induction doit satisfaire aux critères d'acceptation mentionnés au point 9.2.3.1.

9.3.4.2 Propriétés mécaniques

Les courbes par induction produites doivent satisfaire aux exigences mentionnées au point 9.2.3.2.

Afin de vérifier si cette condition est remplie, les propriétés mécaniques dans la partie droite, dans la zone de transition entre la courbe et la partie droite, et dans la courbe sont, comme prévu suivant la norme applicable, établies par un Organisme d'élaboration de normes agréé.

9.3.4.3 Propriétés dimensionnelles

(a) Ondulation :

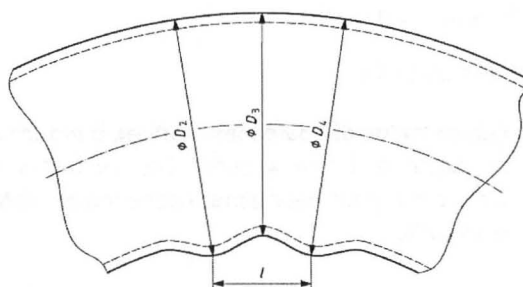


Figure 1 : ondulation

La hauteur d'ondulation moyenne maximale (CVD) est égale à maximum 0,01 fois le diamètre extérieur spécifié.

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

Le rapport entre la distance entre 2 ondulations consécutives et la hauteur d'ondulation moyenne maximale est d'au moins 25.

(b) Ovalité :

L'ovalité ne doit pas dépasser 1% aux extrémités soudées et 2,5% dans le corps du coude.

(c) Épaisseur de paroi

L'épaisseur de paroi minimale ne sera jamais inférieure aux valeurs minimales définies au point 9.3.2.

9.3.5 Épreuves et contrôles en usine

9.3.5.1 Courbes d'essais de qualification

(a) Les paramètres de cintrage essentiels sont définis dans la norme en vigueur, émise par un Organisme d'élaboration de normes agréé. Si la valeur d'un paramètre de cintrage essentiel se situe hors des tolérances définies, un nouveau jeu de paramètres de cintrage essentiels est créé. Une courbe de test est produite par jeu de paramètres de cintrage essentiels à des fins de qualification de la procédure de cintrage.

(b) La soudure des tubes soudés doit toujours être testée mécaniquement et satisfaire aux exigences du point 9.3.4.2.

(c) Soudures SAWH : si on utilise un tube maître avec soudure SAWH, les tests de la soudure dans la partie cintrée doivent être effectués tant dans l'intrados que dans l'extrados.

9.3.5.2 Courbes de production

En ce qui concerne les courbes de production, il doit être vérifié qu'elles sont conformes à la procédure de cintrage susmentionnée à l'aide des épreuves et contrôles décrits dans la norme en vigueur, émise par un Organisme d'élaboration de normes agréé.

(a) Contrôles non destructifs

(i) Matière de base :

- Les extrados de toutes les courbes à induction ayant une épaisseur supérieure ou égale à 6 mm subiront des contrôles non destructifs (ex : contrôle par ultrasons), pour déterminer l'absence de défauts internes dommageables pour la sécurité.
- Les extrados de toutes les courbes à induction subiront un contrôle de surface (ex : contrôle magnétique), pour déterminer l'absence de défauts internes dommageables pour la sécurité.

(ii) Extrémités à souder :

Les extrémités à souder de chaque courbe à induction seront soumises à un contrôle non destructif sur toute la circonférence (ex : contrôle par ultrasons), pour déterminer l'absence de défauts de structure qui peuvent avoir un effet néfaste sur la soudure.

(iii) Soudures :

La soudure dans la courbe et les zones de transition entre la courbe et les extrémités droites doit faire l'objet sur toute sa longueur d'un contrôle volumétrique (ex : contrôle par ultrasons), pour déterminer l'absence de défauts de soudure dommageables pour la sécurité.

(b) Épreuve hydrostatique

Les courbes par induction ne doivent pas subir d'épreuve hydrostatique en usine.

9.4 Pièces de forme

9.4.1 L'article 9.4 concerne les pièces de forme à souder (y compris, et non limitatif: les coudes, les tés et tés réduits, les tés avec et sans barres de guidage, les réductions excentriques et concentriques, les fonds convexes), les pièces moulées en matériaux forgés (y compris, et non limitatif: bossages, weld-o-lets, sock-o-lets, thread-o-lets, mamelons) et les branches ou coquilles pour le soudage sur les tuyaux en service (y compris, et non limitatif: échappements extrudés, coquilles ou sphères forgées, thread-o-ring fittings, split-tees, 3-way-tees, stopple fittings).

Tous les raccords vissés doivent répondre aux exigences formulées en 11.3.4.

9.4.2 *Technologie de production*

9.4.2.1 Les pièces de forme sont soit sans soudure, soit soudées (réalisées à partir de tubes soudés ou par soudage de plaques).

9.4.2.2 Les pièces de forme, à l'exception des bossages, sont réalisées à partir de pièces forgées, de barres d'acier rondes forgées, de plaques, de tubes sans soudure ou de tubes soudés SAWL. L'utilisation de tubes soudés HFW ou SAWH n'est pas admise.

9.4.2.3 Les bossages (weldolets, sockolets, threadolets) sont réalisés à partir de pièces forgées, de barres d'acier rondes forgées ou de tubes sans soudure.

9.4.3 *Conception*

9.4.3.1 L'épaisseur de paroi aux extrémités à souder atteint au moins la valeur définie sous 9.2.2.

Si la Limite d'élasticité minimale spécifiée pour la pièce de forme est inférieure à celle du tube de raccordement, l'épaisseur minimale de la pièce de forme devra être augmentée de telle sorte que le produit de l'épaisseur et de la Limite d'élasticité minimale spécifiée de la pièce de forme soit au moins égal au produit de l'épaisseur et de la limite d'élasticité minimale spécifiée du tube de raccordement.

9.4.3.2 Les pièces de forme doivent pouvoir résister au moins à la Pression de conception interne (en fonction du type d'acier, du diamètre et de l'épaisseur de paroi). Pour la détermination de la Pression de conception interne, les Facteurs de sécurité définis au paragraphe 9.2.2 sont d'application.

9.4.3.3 Le potentiel de résistance à cette Pression de conception sera examiné

- soit au moyen d'un calcul effectué selon la norme en vigueur ;
- soit au moyen d'une épreuve hydrostatique avec une jauge de contrainte ;
- soit au moyen d'une épreuve d'éclatement hydrostatique réalisée sur un prototype présentant les mêmes dimensions nominales et ayant été fabriqué de la même manière.

9.4.3.4 Les réductions peuvent avoir une forme conique ou en cloche.

9.4.3.5 Les branchements sous forme de tés qui sont réalisés à partir de tubes soudés doivent, lorsque c'est possible, doivent être placés en position diamétralement opposée à la soudure.

9.4.4 *Propriétés*

9.4.4.1 Propriétés chimiques

(a) Installations de transport en acier carbone

(i) Carbone Équivalent

Le carbone équivalent (CE_{IIW}) de pièces de forme en acier ne peut pas dépasser les valeurs suivantes :

$CE_{IIW} = 0,45$ pour les types d'acier dont la Limite d'élasticité minimale spécifiée est inférieure ou égale à 360 N/mm^2

$CE_{IIW} = 0,48$ pour les types d'acier dont la Limite d'élasticité minimale spécifiée est supérieure à 360 N/mm^2

Le CE_{IIW} est déterminé à l'aide de la formule indiquée au point 9.2.3.1.

(ii) Teneur en carbone

La teneur en carbone ne peut pas dépasser 0,21 %

(iii) Teneur en soufre et en phosphore

La teneur en soufre ne peut pas dépasser 0,030 %.

La teneur en phosphore ne peut pas dépasser 0,035 %.

La somme du soufre et du phosphore calculée sur la base de l'analyse de la coulée ne peut pas dépasser 0,050 %.

(b) Installations de transport en acier inoxydable

(i) Teneur en carbone

La teneur en carbone ne peut pas dépasser 0,035%

(ii) Teneur en soufre et en phosphore

La teneur en soufre ne peut pas dépasser 0,030 %.

La teneur en phosphore ne peut pas dépasser 0,045 %.

9.4.4.2 Propriétés mécaniques

(a) Les pièces de forme doivent satisfaire aux exigences mentionnées au point 9.2.3.2, sauf modifications et ajouts éventuels mentionnés ci-après.

(b) Essai de traction

L'Allongement à la rupture doit être d'au moins 18 % pour les aciers non coulés, et d'au moins 15 % pour les aciers coulés.

9.4.4.3 Propriétés dimensionnelles

(a) Ovalité des extrémités

L'ovalité ne doit pas dépasser 1% aux extrémités soudées.

9.4.5 *Épreuves et contrôles en usine*

(a) Contrôles non destructifs

(i) Matière de base :

- 10 % des pièces de forme avec une épaisseur supérieure ou égale à 6 mm, avec un minimum d'une pièce de forme par Unité d'essai, seront soumis à un contrôle non destructif sur l'entièreté de la surface (ex : contrôle par ultrasons), pour déterminer l'absence de défauts internes dommageables pour la sécurité.

- 10 % des pièces de forme, avec un minimum d'une pièce de forme par Unité d'essai, seront soumis à un contrôle non destructif surfacique sur l'entièreté de la surface externe et sur les surfaces internes accessibles (ex : contrôle magnétique), pour déterminer l'absence de défauts dommageables pour la sécurité.

(ii) Extrémités à souder :

Les extrémités à souder de chaque pièce de forme seront soumises à un contrôle non destructif sur toute la circonférence (ex : contrôle par ultrasons), pour déterminer l'absence de défauts qui peuvent avoir un effet néfaste sur la soudure.

(iii) Soudures :

- Chaque soudure bout à bout doit faire, sur toute sa longueur, l'objet d'un contrôle non destructif volumétrique (ex : contrôle par ultrasons), pour déterminer l'absence de défauts dommageables pour la sécurité.
- Toutes les soudures destinées à la fixation de barres de guidage doivent faire l'objet sur toute leur longueur d'un contrôle non destructif surfacique (ex : contrôle électromagnétique), pour déterminer l'absence de défauts dommageables pour la sécurité.

(b) Épreuve hydrostatique et épreuve d'étanchéité

À l'exception des thread-o-rings fittings, les branches ou coquilles à souder sur les canalisations en service doivent subir les essais suivants:

- un essai de résistance hydrostatique pendant 15 minutes à une pression d'épreuve égale à au moins 1,5 x MAOP;
- un essai de résistance hydrostatique pendant 1 heure à une pression d'épreuve égale à au moins 1,4 x MAOP;
- un test d'étanchéité à l'air ou à l'azote inférieur à 5 bar minimum. L'étanchéité est considérée comme suffisante si aucune fuite n'est visible en cas de contrôle par badigeonnage.

Les autres pièces de forme ne doivent pas subir de test hydrostatique ou d'étanchéité pendant la production.

9.5 Brides

9.5.1 Technologie de production

9.5.1.1 Les brides sont fabriquées à partir de pièces forgées.

9.5.1.2 Les brides pleines sont fabriquées à partir de pièces forgées ou de plaques.

9.5.1.3 La fabrication ou la réparation de brides et brides pleines par soudage n'est pas autorisée.

9.5.2 Conception

9.5.2.1 La conception des brides et des brides pleines doit être en conformité avec une norme ou un code, émise par un Organisme d'élaboration de normes agréé

L'épaisseur de paroi aux extrémités à souder atteint au moins la valeur définie sous 9.2.2. Si la Limite d'élasticité minimale spécifiée pour la bride est inférieure à celle du tube de raccordement, l'épaisseur minimale de la bride devra être augmentée de telle sorte que le produit de l'épaisseur et de la Limite d'élasticité minimale spécifiée de la bride soit au moins égal au produit de l'épaisseur et de la Limite d'élasticité minimale spécifiée du tube de raccordement.

9.5.2.2 Les brides prévues avec une ouverture filetée doivent aussi bien satisfaire à ce paragraphe qu'au point 11.3.4. Il devra être démontré, suivant la norme applicable, que l'ouverture filetée n'affaiblit pas la bride de façon inadmissible.

9.5.3 Propriétés

9.5.3.1 Propriétés chimiques

(a) Installations de transport en acier carbone

(i) Équivalent carbone

L'équivalent carbone (CE_{IIW}) de brides en acier ne peut pas dépasser les valeurs suivantes :

$CE_{IIW} = 0,45$ pour les types d'acier dont la Limite d'élasticité minimale spécifiée est inférieure ou égale à 360 N/mm^2

$CE_{IIW} = 0,48$ pour les types d'acier dont la Limite d'élasticité minimale spécifiée est supérieure à 360 N/mm^2

Le CE_{IIW} est déterminé à l'aide de la formule indiquée au point 9.2.3.1.

(ii) Teneur en carbone

La teneur en carbone ne peut pas dépasser 0,21 %.

(iii) Teneur en soufre et en phosphore

La teneur en soufre ne peut pas dépasser 0,030 %.

La teneur en phosphore ne peut pas dépasser 0,035 %.

La somme du soufre et du phosphore calculée sur la base de l'analyse de la coulée ne peut pas dépasser 0,050 %.

(b) Installations de transport en acier inoxydable

(i) Teneur en carbone

La teneur en carbone ne peut pas dépasser 0,035%

(ii) Teneur en soufre et en phosphore

La teneur en soufre ne peut pas dépasser 0,030 %.

La teneur en phosphore ne peut pas dépasser 0,045 %.

9.5.3.2 Propriétés mécaniques

- (a) Les brides et les brides pleines doivent satisfaire aux exigences mentionnées au point 9.2.3.2.

9.5.3.3 Propriétés dimensionnelles

Les propriétés dimensionnelles, qui ont été décrites dans la norme en vigueur, doivent être suivies.

9.5.4 *Épreuves et contrôles en usine*

(a) Contrôles non destructifs

(i) Matière de base :

- 10 % des brides avec un diamètre plus grand que ou égal à 406,4 mm, avec un minimum d'une bride par Unité d'essai, seront soumises à un contrôle non destructif sur l'entièreté de la surface (ex : contrôle par ultrasons), pour déterminer l'absence de défauts internes dommageables pour la sécurité.
- 10 % des brides, avec un minimum d'une bride par Unité d'essai, seront soumises à un contrôle non destructif surfacique sur l'entièreté de la surface externe et sur les surfaces internes accessibles (ex : contrôle magnétique), pour déterminer l'absence de défauts dommageables pour la sécurité.

(ii) Extrémités à souder :

Les extrémités à souder de chaque bride seront soumises à un contrôle non destructif sur toute la circonférence (ex : contrôle par ultrasons), pour déterminer l'absence de défauts qui peuvent avoir un effet néfaste sur la soudure.

(b) Épreuve hydrostatique

Les brides et les brides pleines ne doivent pas subir d'épreuve hydrostatique en usine.

9.6 **Équipements sous pression et Ensembles d'équipements sous pression**

9.6.1 Le présent Code ne s'applique pas aux Equipements sous pression, définis à l'article 1, §2 de l'AR Sécurité, relevant de la Directive sur les équipements sous pression 2014/68/UE et de l'AR du 11/07/2016.

9.6.2 Les pompes et compresseurs ne relevant pas du champ d'application de la Directive sur les équipements sous pression ni de l'AR du 11/07/2016, doivent satisfaire à une norme, émise par un Organisme d'élaboration de normes agréé.

9.6.3 Les autres Équipements sous pression ne relevant pas du champ d'application de la Directive sur les équipements sous pression ni de l'AR du 11/07/2016, font, pour les éléments sous pression, l'objet des règles de base suivantes :

9.6.3.1 Conception

La conception doit être en conformité avec une norme ou un code, émise par un Organisme d'élaboration de normes agréé

9.6.3.2 Propriétés chimiques

(a) Installations de transport en acier carbone

(i) Équivalent carbone

L'équivalent carbone (CE_{IIW}) des matériaux en acier à souder ou sur lesquels on soude, ne peut pas dépasser la valeur suivante :

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

calculée à l'aide de la formule suivante

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

(% est la concentration massique de l'élément correspondant dans la coulée)

(ii) Teneur en carbone

La teneur en carbone ne peut pas dépasser 0,21 %.

(iii) Teneur en soufre et en phosphore

La teneur en soufre ne peut pas dépasser 0,030 %.

La teneur en phosphore ne peut pas dépasser 0,035 %.

La somme du soufre et du phosphore calculée sur la base de l'analyse de fonte ne peut pas dépasser 0,050 %.

(b) Installations de transport en acier inoxydable

(i) Teneur en carbone

La teneur en carbone ne peut pas dépasser 0,035%.

(ii) Teneur en soufre et en phosphore

La teneur en soufre ne peut pas dépasser 0,030 %.

La teneur en phosphore ne peut pas dépasser 0,045 %.

9.6.3.3 Propriétés mécaniques

Les essais mécaniques ci-dessous sont effectués dans le matériau de base, et pour les joints soudés également dans la zone soudée et affectée thermiquement.

(a) Essai de traction

Si la Température de conception maximale n'est pas supérieure à 60 °C, l'essai de traction est réalisé à température ambiante.

Si la Température de conception maximale est supérieure à 60 °C, l'essai de traction est également réalisé à la température de conception maximale.

Pour les matières de base, le ratio, déterminé par des essais, entre la Limite d'élasticité et la résistance à la traction ne peut pas dépasser 0,90.

L'Allongement à la rupture doit être d'au moins 18 % pour les aciers non coulés, et d'au moins 15 % pour les aciers coulés.

Pour les liaisons soudées, la Résistance à la traction doit être supérieure ou égale aux valeurs spécifiées pour la matière de base.

(b) Essai de Résilience

Montage à l'essai, éprouvettes et exécution

Un essai de Résilience est réalisé sur un jeu de trois éprouvettes contiguës du modèle Charpy V provenant d'un échantillon unique non aplati.

L'essai de Résilience doit être exécuté à une température inférieure ou égale à la Température de conception minimale. Si la norme relative au matériau, émise par un Organisme d'élaboration de normes agréé, prescrit un essai de Résilience à une température inférieure, et que les résultats obtenus lors de cet essai satisfont aux critères d'acceptation formulés ci-dessous, l'exigence d'exécution d'un essai de Résilience à la Température de conception minimale n'est plus d'application.

Pour l'acier inoxydable austénitique, l'essai de résilience n'a pas besoin d'être réalisé à une température minimale de conception supérieure ou égale à - 80 ° C.

Les résultats des essais de Résilience de chaque série d'éprouvettes, prélevées dans le sens transversal et d'une section de 10 mm x 10 mm, ne peuvent pas être inférieurs aux valeurs suivantes :

Pour les types d'acier dont la Limite d'élasticité minimale spécifiée est inférieure ou égale à 360 N/mm² :

- valeur minimale par éprouvette : 20 J.
- valeur minimale moyenne par série de trois éprouvettes : 27 J.

Pour les types d'acier dont la Limite d'élasticité minimale spécifiée est supérieure à 360 N/mm² :

- valeur minimale par éprouvette : 30 J.
- valeur minimale moyenne par série de trois éprouvettes : 40 J.

Pour les éprouvettes prélevées dans le sens longitudinal, les valeurs ci-dessus sont multipliées par 1,5.

Pour les éprouvettes avec une section transversale différente, les valeurs requises sont déterminées en fonction du rapport de la surface derrière l'encoche en coupe transversale pour l'éprouvette concernée et celle du standard de 10 mm x 10 mm de section.

9.6.3.4 Contrôles non destructifs

(a) Matière de base :

La matière de base sera soumise à des contrôles non destructifs, comme prévu dans les normes établies par un Organisme d'élaboration de normes agréé.

(b) Extrémités à souder :

Les extrémités de chaque tube à souder subiront un contrôle non destructif sur toute la circonférence (ex : contrôle par ultrasons), pour déterminer l'absence de défauts de structure qui peuvent avoir un effet néfaste sur la soudure.

(c) Soudures :

- Toutes les soudures bout à bout doivent faire l'objet sur toute leur longueur d'un contrôle non destructif volumétrique (ex : contrôle par ultrasons), pour déterminer l'absence de défauts de soudure dommageables pour la sécurité.
- Toutes les autres soudures doivent faire l'objet sur toute leur longueur d'un contrôle non destructif surfacique (ex : contrôle magnétique), pour déterminer l'absence de défauts dommageables pour la sécurité.

9.6.3.5 Épreuve hydrostatique

Les équipements sous pression doivent pouvoir résister pendant 15 minutes minimum à une épreuve hydrostatique à une Pression d'épreuve à tout le moins équivalente au maximum des valeurs suivantes :

- la pression qui correspond à la charge d'utilisation maximale que peut supporter l'équipement en service compte tenu de sa pression maximale admissible et de sa température maximale admissible, multipliée par 1,25, ou
- la MAOP, multipliée par 1,43.

9.6.3.6 Épreuve d'étanchéité

Les soudures circulaires doivent être contrôlées par badigeonnage sous une pression minimale de 5 bar. La pression de l'épreuve d'étanchéité ne peut en aucun cas dépasser la pression de l'épreuve hydrostatique

9.7 Dossier technique pour un Composant, compresseur ou pompe

Un dossier technique se compose, le cas échéant, à tout le moins

- de rapports d'épreuves de résistance ;
- de certificats de matériaux ;
- d'une attestation finale.

10 Protection contre la corrosion externe

Les Installations de transport en acier doivent être équipées d'un système de protection contre la corrosion.

Pour la partie enterrée, ce système doit comporter une partie passive (le revêtement isolant autour de l'installation) d'une part, et une partie active (la protection cathodique) d'autre part, conformément aux principes cités ci-après.

Pour la partie non enterrée, cette protection (contre la corrosion atmosphérique) se compose exclusivement d'un système de peinture adapté.

10.1 Protection passive des Installations de transport enterrées contre la corrosion

- 10.1.1 Le revêtement de l'Installation de transport doit présenter les propriétés mécaniques et électriques adéquates, adaptées à l'environnement, et ceci tant en phase de construction qu'en phase d'exploitation (en tenant compte de la Température de conception). Le revêtement de l'Installation de transport doit résister au minimum à une polarisation cathodique de -1,2 V (Cu/CuSO₄) sans se détacher du substrat en acier. L'adhérence du revêtement doit être telle qu'un endommagement local n'aura aucune incidence sur le revêtement environnant et que le revêtement ne se détachera pas au fil du temps à la suite de cet endommagement.
- 10.1.2 Le procédé de revêtement sera exécuté avec le soin nécessaire afin d'obtenir le niveau de qualité souhaité (e.a. adhérence, continuité, résistivité, plasticité, résistance mécanique).
- 10.1.3 Le revêtement en usine de tubes doit être fourni avec un certificat de réception EN 10204-3.1 ou ISO 10474-3.1 pour l'inspection et les essais du matériel de base et pour le procédé de revêtement utilisé.

10.2 Protection active d'Installations de transport enterrées contre la corrosion

- 10.2.1 Le courant de protection cathodique est fourni par des appareils de soutirage de courant équipés d'anodes. Le courant est du type courant continu.
- 10.2.2 Le nombre, la puissance et l'emplacement des appareils de soutirage de courant sont choisis de manière à ce que la valeur maximale du potentiel de protection en régime statique s'élève à -0,85 V (Cu/CuSO₄). Si une corrosion découlant de l'activité de bactéries réduisant le sulfate est constatée, le potentiel maximum sera de -0,95 V (Cu/CuSO₄)
- 10.2.3 Le courant de protection cathodique est calculé sur base des données caractéristiques de la Canalisation de transport et en tenant compte de la qualité du revêtement (action isolante), de la liaison avec d'autres structures et d'autres influences possibles (notamment la corrosion organique, etc.)
- 10.2.4 Pour permettre la mesure du potentiel, la Canalisation de transport est équipée au minimum d'une prise de potentiel cathodique par kilomètre (câble relié à la canalisation aboutissant à un poteau). À la hauteur de croisements spéciaux (fonçages, forages, croisements de surface, gaines de protection, etc.), des dispositions spéciales sont prises pour permettre une protection efficace et sûre contre la corrosion.
- 10.2.5 L'influence des courants vagabonds et des courants d'induction (CC et CA) doit être prise en compte pendant la phase de conception.
- 10.2.6 Si d'autres obstacles (autres canalisations, constructions fixes, etc.) se trouvent à proximité de la Canalisation de transport, les distances mentionnées à l'article 26 de l'AR Sécurité doivent être respectées.
- 10.2.7 Un dossier de conception et un dossier d'exécution sur la protection cathodique seront établis.

Construction

11 Pose et épreuves

11.1 Transport, stockage et contrôle de l'état général

Le chargement, le déchargement, le transport et l'empilage de Composants doivent être soigneusement réalisés afin d'éviter de les endommager. Les prescriptions des fournisseurs en matière de chargement et de déchargement doivent être scrupuleusement prises en compte.

Avant d'être intégrés dans la construction, les Composants doivent être vérifiés sur le plan de l'identification et inspectés afin de déceler les endommagements, les déformations et signes de corrosion éventuels. Les composants présentant des endommagements, des déformations et des signes de corrosion inacceptables ne peuvent pas être intégrés dans la construction.

11.2 Changements de direction

11.2.1 Les changements de direction sur le plan horizontal et vertical peuvent être réalisés à l'aide de flexion élastique, de courbes cintrées à froid, de courbes par induction ou de pièces de forme.

11.2.2 *L'utilisation de courbes réalisées par le soudage de pièces droites est interdite.*

11.2.3 *Courbes cintrées à froid sur le chantier*

11.2.3.1 Les tubes peuvent être cintrés à froid sur le chantier en respectant la procédure qualifiée et à l'aide de l'équipement adéquat.

11.2.3.2 Le rayon de cintrage à froid des tubes en acier est limité conformément aux données suivantes :

- 20 fois le diamètre pour les tubes dont le diamètre est inférieur au diamètre nominal DN 200
- 30 fois le diamètre pour les tubes dont le diamètre est supérieur ou égal au diamètre nominal DN 200 et inférieur au diamètre nominal DN 400
- 40 fois le diamètre pour les tubes dont le diamètre est supérieur ou égal au diamètre nominal DN 400

11.2.3.3 Le cintrage à froid des tubes ne peut endommager ni le matériau ni le revêtement du tube.

11.2.3.4 L'ovalisation ne peut pas dépasser 2,5 %. En cas de présence de plis, la profondeur admissible des plis est de 0,01 fois la distance entre 2 sommets consécutifs.

Dans le cas de tubes à soudure longitudinale, la soudure est placée dans la fibre neutre lors du pliage, et des écarts pouvant atteindre jusqu'à +/- 15° de la fibre neutre sont autorisés. L'utilisation de tubes à soudure hélicoïdale est autorisée à condition que le tube ne contienne aucune soudure de raboutage.

11.2.3.5 À chaque extrémité de la courbe une longueur droite d'au moins une fois le diamètre doit être présent, avec une longueur minimale de 0,5 mètre.

11.2.3.6 Un essai de cintrage devra être réalisé avant le début des activités de cintrage, au cours duquel au minimum l'ovalité et l'épaisseur de paroi à l'extrados de la courbe devront être mesurés. L'épaisseur de paroi à l'extrados ne sera jamais inférieure au minimum défini au point 9.2.2.

11.2.4 *Pièces de forme*

Les pièces de forme doivent satisfaire aux exigences mentionnées au point 9.4.

11.2.5 *Courbes par induction*

Les courbes par induction doivent satisfaire aux exigences mentionnées au point 9.3.

11.3 **Assemblages**

11.3.1 *Généralités*

(a) *L'assemblage des Composants en acier s'effectue de préférence par des soudures bout à bout réalisées par un procédé de soudage à l'arc électrique.*

(b) Il convient autant que possible d'éviter toute déformation à froid sur le chantier des extrémités du tube entraînant une déformation plastique. Si la préparation du soudage l'exige, cette opération doit se faire de manière contrôlée.

11.3.2 *Soudures*

11.3.2.1 Lors de l'assemblage de Composants, la Résistance mécanique à la traction de la soudure doit être au moins égale aux valeurs spécifiées pour la matière de base.

Les essais de Résilience doivent être exécutés à une température inférieure ou égale à la Température de conception minimale.

Pour l'acier inoxydable austénitique, il n'est pas nécessaire de déterminer les valeurs de résilience si la température minimale de conception est supérieure ou égale à - 80 ° C.

Les résultats des essais de Résilience des soudures (soudure et zone affectée thermiquement) de chaque série d'éprouvettes, prélevées dans le sens transversal et d'une section de 10 mm x 10 mm, ne peuvent pas être inférieurs aux valeurs suivantes :

Pour les types d'acier dont la Limite d'élasticité minimale spécifiée est inférieure ou égale à 360 N/mm² :

- valeur minimale par éprouvette : 20 J
- valeur minimale moyenne par série de trois éprouvettes : 27 J.

Pour les types d'acier dont la Limite d'élasticité minimale spécifiée est supérieure à 360 N/mm² :

- valeur minimale par éprouvette : 30 J
- valeur minimale moyenne par série de trois éprouvettes : 40 J.

Pour les éprouvettes, les valeurs exigées sont déterminées en fonction du rapport entre la surface derrière l'entaille en cas de section plus petite et la section standard de 10 mm x 10 mm

11.3.2.2 Entreprises

Les entreprises chargées des travaux de soudage doivent démontrer leur compétence pour exécuter les travaux de soudage demandés. Les travaux de soudage sont réalisés à l'aide d'un système internationalement agréé de management de la qualité en soudage. L'entreprise peut le prouver à l'aide d'un certificat valable, émise par un Organisme accrédité indépendant.

11.3.2.3 Description et qualification de la méthode de soudage

(a) Tous les travaux de soudage doivent être réalisés suivant des procédures de soudage qualifiées qui satisfont aux exigences d'une norme émise par un Organisme d'élaboration de normes agréé, où la preuve écrite de la qualification sera donnée par un Organisme accrédité indépendant.

(b) Lors de la qualification de la méthode de soudage, les contrôles suivants devront être effectués en plus des contrôles mentionnés dans la norme en vigueur :

(i) Essai de traction

L'essai de traction doit démontrer que la Résistance à la traction de la soudure est au moins égale à la Résistance à la traction minimale spécifiée pour la matière de base.

(ii) Essai de Résilience

Des essais de Résilience Charpy V sont toujours obligatoires et exécutés conformément à des normes émises par un Organisme d'élaboration de normes agréé. Un essai de Résilience est toujours réalisé dans la zone avec le plus grand apport de chaleur.

Les essais de Résilience doivent être exécutés à une température inférieure ou égale à la Température de conception minimale.

Pour l'acier inoxydable austénitique, les essais de résilience ne sont pas nécessaires si la température minimale de conception est supérieure ou égale à - 80 ° C.

Les résultats des essais de Résilience de chaque série d'éprouvettes doivent au moins être égaux aux valeurs spécifiées au point 11.3.2.1

(iii) Mesure de dureté

À l'exception des soudures en acier inoxydable austénitique, les mesures de dureté sont toujours obligatoires et sont effectuées conformément aux normes émises par un organisme de normalisation reconnu. Les mesures de dureté sont toujours effectuées dans la zone avec le plus faible apport de chaleur.

La dureté ne peut pas être supérieure à 350 HV10.

(iv) Contrôles non destructifs

Des contrôles non destructifs sont exécutés conformément à des normes émises par un Organisme d'élaboration de normes agréé.

Pour la qualification des procédures de soudage, les contrôles non destructifs seront les mêmes que ceux décrits au point 11.4.1.

(c) Description et qualification de la méthode de soudage pour les réparations

- (i) Toutes les réparations sont effectuées au moyen d'une description de méthode de soudage qualifiée, ayant été établie et qualifiée sur la base des prescriptions décrites dans des normes émises par un Organisme d'élaboration de normes agréé.
- (ii) Pour la méthode de soudage destinée aux réparations, les essais seront les mêmes que ceux décrits au point 11.3.2.3(b).

Pour les résultats des essais de traction, on peut se référer à la qualification d'une procédure de soudage qui a été effectuée suivant les mêmes paramètres de soudage que la réparation. Les essais de résilience et de dureté seront toujours effectués sur une zone réparée.

11.3.2.4 Soudeurs et opérateurs de poste de soudure

Tous les travaux de soudage doivent être réalisés par des soudeurs et/ou des opérateurs de poste de soudure certifiés, l'attestation de certification ayant été émise par un Organisme accrédité indépendant.

11.3.2.5 Personnel en charge de la surveillance et de la coordination d'activités de soudage

Le personnel en charge de la surveillance et de la coordination d'activités de soudage, employé par l'entreprise en charge des travaux de soudage, doit être qualifié conformément à des normes émises par un Organisme d'élaboration de normes agréé et présenter à tout le moins les qualifications suivantes :

- Installations de transport avec une MAOP supérieure à 16 bar :
ingénieur en soudure international (IWE)
- Installations de transport avec une MAOP inférieure ou égale à 16 bar :
spécialiste en soudure international (IWS)

11.3.2.6 Matériaux d'apport

- (a) Ne peut être utilisé comme matériau d'apport qu'un matériau adapté au matériau de base et répondant à des normes émises par un Organisme d'élaboration de normes agréé.
- (b) Tous les matériaux d'apport doivent être testés par Unité d'essai. En outre, les certificats EN 10204-3.1 ou ISO 10474-3.1 devront être soumis pour approbation avant le début des activités de soudage, tant pour les propriétés chimiques que pour les propriétés mécaniques.

11.3.2.7 Exécution des travaux de soudage

a) Généralités

- (i) Les pièces de transition ne peuvent pas comporter de soudure de raboutage.

(ii) Branchements & purges

Pour les branchements de canalisations, une distance de 100 mm devra être respectée entre la soudure longitudinale, la soudure hélicoïdale ou la soudure de raboutage et la soudure du branchement.

Si cette distance de 100 mm ne peut pas être respectée pour une soudure longitudinale ou une soudure hélicoïdale, l'absence de défauts internes dommageables pour la sécurité sur la soudure longitudinale ou la soudure hélicoïdale du tube devra être contrôlée avant le début des travaux, au moyen d'un contrôle non destructif volumétrique (ex : contrôle par ultrasons). Si ces contrôles révèlent des indications importantes, une autre zone devra être recherchée.

Il n'est pas permis de réaliser des soudures dans des zones présentant des défauts de laminage. Avant que des branchements ne soient soudés sur la canalisation, l'absence de défauts de structure pouvant avoir un effet néfaste sur la soudure devra être contrôlée par un contrôle non destructif (ex : contrôle par ultrasons), sur une zone de 100 mm le long et autour de l'emplacement de la soudure. Si des indications importantes sont trouvées, une autre zone devra être contrôlée.

(iii) Positionnement de la soudure des tubes soudés

Qu'il s'agisse de tubes à soudure longitudinale ou de tubes à soudure hélicoïdale, les tubes doivent être positionnés de sorte à ce que les extrémités des soudures longitudinales ou des soudures hélicoïdales de deux tubes successifs soient décalées les unes par rapport aux autres sur une distance

- minimale de 50 mm pour les Composants de diamètre extérieur spécifié inférieur à 219,1 mm ;
- minimale de 100 mm pour les Composants de diamètre extérieur spécifié supérieur ou égal à 219,1 mm ;

Cette distance est déterminée entre les lignes centrales des soudures longitudinales ou des soudures hélicoïdales.

Si les distances minimales ne peuvent pas être respectées lors de la réalisation de soudures de raccordements, l'ensemble du nœud (croisement des soudures) doit être soumis à un ou plusieurs contrôle(s) non destructif supplémentaire(s) sur une distance d'au moins 200 mm sur la soudure longitudinale ou hélicoïdale des tubes pour l'absence de défauts nuisibles à la sécurité.

(iv) Fixation d'éléments de construction :

Le soudage d'éléments de construction à des tubes, pièces de forme, brides, vannes ou autres Composants transportant des fluides doit être exécuté à l'aide de descriptions de méthodes de soudage basées sur des procédures de soudage qualifiées conformément aux prescriptions du présent Code.

Le soudage de dispositifs d'alignement ou d'éléments de construction « temporaires » à des tubes, pièces de forme, brides, vannes ou autres Composants transportant des fluides n'est pas autorisé.

(b) Préparation des extrémités des tubes

- (i) La préparation de soudage doit être adaptée à la soudure, au choix de la procédure de soudage et des procédures CND . La préparation de soudage doit satisfaire aux exigences des normes établies par un Organisme d'élaboration de normes agréé.
- (ii) Pour les Soudures en or, si nécessaire, avant le début des travaux, une zone de 100 mm le long et autour du lieu de la soudure sera contrôlée par ultrasons pour vérifier l'absence de faute de laminage.

11.3.2.8 Documentation

- (a) En vue de la construction de l'Installation de transport, une liste des procédures de soudage qualifiées, qui ont été acceptées par l'Organisme agréé, est établie, ainsi qu'une liste des soudeurs agréés / qualifiés pour chacune des méthodes.
- (b) Si moins de 100% des soudures sont soumises à un contrôle non destructif, le Titulaire de l'Autorisation de Transport tiendra à jour un registre des noms du ou des soudeur(s) et/ou opérateur(s) de postes de soudure responsable(s) de chaque soudure.
- (c) Le marquage des soudures doit figurer sur le document de contrôle correspondant.

11.3.3 *Raccords à brides*

L'utilisation de raccords à brides est autorisée aux emplacements où les raccords soudés ne sont pas pratiques. Les raccords à brides enterrés seront de préférence évités. Si leur utilisation est inévitable, leur nombre sera restreint au maximum.

A/B – 11.3.3

L'emploi de raccords à brides enterrés est interdit.

11.3.4 *Raccords filetés*

Les raccords filetés sont uniquement autorisés aux emplacements où des raccords soudés et des raccords à brides sont pratiquement impossibles, par exemple pour la connexion de Systèmes Auxiliaires et d'Instrumentation.

Les raccords filetés auront de préférence une forme conique. L'utilisation de raccords filetés parallèles n'est pas autorisée.

11.4 Contrôle et inspection

11.4.1 Contrôle des soudures

11.4.1.1 Généralités

- (a) Tous les soudures sont soumis à un examen visuel.
- (b) Les Canalisations de transport dont la MAOP est supérieure à 16 bar doivent faire l'objet de Tests de production, en conformité avec le Tableau 7, et les résultats des contrôles destructifs (en vertu de l'article 50 de l'AR Sécurité) doivent répondre aux exigences posées pendant la qualification de la procédure de soudage.

Tableau 7 : nombre minimum de tests de production

Longueur de la Canalisation de transport soudée, en (km)	Nombre minimum de tests de production
$1 < L \leq 10$	1
$10 < L \leq 50$	2
$L > 50$	2 plus 1 test supplémentaire par longueur entamée de 50 km

Pour les canalisations de transport avec une MAOP inférieure ou égale à 16 bar, 1 essai de production doit être effectué pour les canalisations de plus de 20 km. Les résultats de ces essais destructifs doivent répondre aux exigences fixées lors de la qualification de la méthode de soudage.

- (c) Un contrôle non destructif est obligatoire et est effectué suivant les normes établies par un Organisme d'élaboration de normes agréé, selon les principes suivants :

Les soudures doivent subir un contrôle non destructif sur toute leur longueur, pour déterminer l'absence de défauts de soudure qui peuvent avoir un effet néfaste sur la sécurité :

- soit par contrôles radiographiques,
- soit par TOFD et Pulse Echo, avec enregistrement continu des données et des résultats sur la longueur de la soudure;
- soit par Phased Array, avec un enregistrement continu des données et des résultats sur la longueur de la soudure.

Tous les contrôles non destructifs doivent être exécutés en accord avec des procédures documentées et approuvées qui satisfont aux exigences des normes émises par un Organisme d'élaboration de normes agréé. Les procédures doivent permettre la détection des défauts longitudinaux et transversaux. Les procédures de contrôle par ultrasons (Phased Array ou combinaison de TOFD et Pulse Echo) seront qualifiées au préalable.

Si ni un contrôle radiographique, ni un contrôle par ultrasons n'est possible, les soudures sont contrôlés à l'aide d'une autre méthode non destructive (ex : contrôle électromagnétique ou contrôle par ressuage), adaptée au type de soudure .

11.4.1.2 Personnel en charge des essais et des contrôles

- (a) Tous les contrôles non destructifs doivent être réalisés par du personnel certifié, l'attestation de certification ayant été émise par un Organisme accrédité indépendant.
- (b) Le badigeonnage de joints de soudure n'est pas considéré comme un contrôle non destructif, et le personnel en charge de ce contrôle ne devra donc pas être qualifié selon les normes susmentionnées émises par un organisme d'élaboration de normes agréé.

11.4.1.3 Canalisations de transport

100 % des soudures bout à bout impliquant des canalisations dont la MAOP est supérieure à 16 bar font l'objet sur toute leur longueur d'un essai non destructif (contrôle radiographique ou contrôle par ultrasons).

100% des soudures d'angle et des branchements de canalisations dont la MAOP est supérieure à 16 bar doivent être soumis à un essai, soit par contrôle électromagnétique soit par contrôle par ressuage.

10% des soudures de canalisations dont la MAOP est inférieure ou égale à 16 bar doivent être soumis à un essai, conformément aux exigences décrites ci-dessus.

Ne sont pas comprises dans ce pourcentage les soudures pour lesquelles un contrôle supplémentaire est exigé en raison des observations effectuées lors du contrôle, ou en raison de leur emplacement ou de leur nature particulière.

11.4.1.4 Stations

Pour les Stations dont la MAOP est supérieure à 16 bar, 100 % des soudures doivent être soumises à un examen non destructif, conformément aux exigences mentionnées au point 11.4.1.3.

Pour les Stations dont la MAOP est inférieure ou égale à 16 bar, au moins 10 % des soudures doivent être soumises à un examen non destructif, conformément aux exigences mentionnées au point 11.4.1.3.

11.4.1.5 Points spéciaux

Le pourcentage de contrôles non destructifs des soudures des Installations de transport dont la MAOP est inférieure ou égale à 16 bar est, toujours de 100 % dans les cas suivants :

- Canalisations de transport posées ou fixées dans / le long d'ouvrages d'art tels que des ponts, viaducs et tunnels ;
- croisements ou traversées de fleuves, rivières, canaux et lacs ;
- traversées de voies ferrées, routes régionales et provinciales ou autres grandes artères ;
- traversées au moyen de forages dirigés ou dans des gaines ;
- canalisations dans des zones à forte densité d'habitation ou situées à moins de 20 m d'immeubles résidentiels et d'ouvrages d'art ;
- Soudures en or.

11.4.1.6 Soudure en or

Les Soudures en or doivent toujours être soumis à un essai non-destructif sur toute leur longueur au moyen de deux méthodes de contrôle non destructif différentes. Ces deux méthodes de contrôle non destructif sont une combinaison de deux des méthodes suivantes:

- soit par examen radiographique;
- soit par TOFD et Pulse Echo, avec enregistrement continu des données et des résultats sur la longueur de la soudure;
- soit par Phased Array, avec un enregistrement continu des données et des résultats sur la longueur de la soudure;
- par examen ultrasonique manuel (uniquement en combinaison avec un examen radiographique);
- par examen magnétique ou ressuage pour des épaisseurs de paroi excluant une technique ultrasonique.

Le test magnétique et ressuage n'est possible que sur des épaisseurs de paroi qui empêchent la mise en œuvre d'une technique ultrasonique conformément aux exigences définies dans une norme émise par un organisme de développement de normes reconnu.

Les soudures d'angle et les branches dorées font exception. Ceux-ci ne peuvent faire l'objet que d'un contrôle magnétique ou d'un contrôle par ressuage.

Tous les contrôles non destructifs doivent être effectués conformément à des procédures documentées et approuvées qui répondent aux exigences d'une norme émise par un organisme de développement de normes accrédité. Les procédures doivent permettre à la fois la détection des erreurs longitudinales et transversales.

Les procédures d'examen par ultrasons (Phased Array ou combinaison de TOFD et Pulse Echo) sont qualifiées à l'avance.

11.4.1.7 Documentation

(a) Les résultats des contrôles non destructifs seront archivés par l'Entreprise de transport ou son délégué.

(b) Un registre de toutes les soudures est tenu à jour

11.5 Revêtement sur site (y compris mise en peinture de tronçons non revêtus)

Le revêtement à appliquer sur site, en ce compris les réparations du revêtement appliqué en usine, doit être compatible au revêtement appliqué en usine, chevaucher ce dernier et, selon le type, être appliqué conformément aux spécifications du fournisseur du revêtement et/ou du maître de l'ouvrage. Le revêtement sur site doit également être adapté à la technique d'exécution (par exemple : forages horizontaux dirigés). Le revêtement sur site doit être appliqué par du personnel qualifié et en possession de tous les outils, matériaux et instruments nécessaires pour exécuter correctement sa tâche.

Après que les soudures et autres éléments non revêtus ont été soigneusement munis d'un revêtement, la capacité d'isolation et la qualité du revêtement seront soumises à un contrôle non destructif. Le contrôle du revêtement ainsi posé s'effectue avant que le tronçon de canalisation concerné soit descendu dans la tranchée. Tout revêtement défectueux est réparé et à nouveau contrôlé. Les soudures de raccordement entre les différents tronçons sont revêtues après un éventuel contrôle non destructif de la soudure. Ce nouveau revêtement est contrôlé de la même manière et éventuellement réparé.

Les points de raccordement de la protection cathodique doivent être protégés par un revêtement compatible avec le revêtement original.

Il est recommandé de vérifier la présence de défauts sur l'entièreté du revêtement après le remblayage et le compactage de la tranchée au moyen d'un contrôle de revêtement en surface.

11.6 Enfouissement et remblayage

L'enfouissement doit s'effectuer d'une manière ne donnant lieu à aucune contrainte inadmissible dans les différents éléments d'une Installation de transport. A cet effet, un plan sera élaboré avant le début des travaux, tenant compte des différentes conditions connexes (courbure admissible, etc.).

Le remblayage devra s'effectuer d'une manière ne donnant lieu à aucune contrainte inadmissible dans les différents éléments d'une Installation de transport. Le remblai

s'effectuera par couches. Une attention spéciale devra être accordée au matériau de remblai ; il devra être compatible avec le revêtement de l'Installation de transport. Le cas échéant, des mesures de protection spéciales pourront être prévues autour de la canalisation.

Un treillis avertisseur (ou similaire) est posé au-dessus d'une Installation de transport enterrée.

11.7 Nettoyage

Pendant les travaux, le constructeur veillera avec soin à maintenir la propreté intérieure des Canalisations de transport et Stations. Il effectuera les contrôles qui s'imposent et prévoira des bouchons de protection nécessaires.

11.7.1 Nettoyage de Canalisations de transport

Le nettoyage des canalisations sera effectué avant les épreuves de la canalisation et l'intégration des nœuds. La canalisation devra être nettoyée de sorte à pouvoir être mise en service et exploitée de manière fiable. Les nœuds devront, si nécessaire, être nettoyés avant d'être intégrés.

11.7.2 Nettoyage des Stations

Le nettoyage des stations peut s'effectuer tant avant qu'après les épreuves de l'installation. Les Stations seront nettoyées de sorte à pouvoir être mises en service et exploitées en toute sécurité.

11.8 Épreuves

11.8.1 Avant la mise en service, les Installations de transport doivent être soumises à une Épreuve de résistance mécanique et à une Épreuve d'étanchéité, conformément à l'article 54 de l'AR Sécurité. La réalisation d'un test combiné de résistance et d'étanchéité est également autorisée (article 56 de l' AR Sécurité).

11.8.2 Épreuve de résistance mécanique

11.8.2.1 L'Épreuve de résistance mécanique doit être effectuée avec de l'eau.

Le remplissage de la canalisation devra s'effectuer de manière à éviter toute inclusion d'air.

L'utilisation d'air ou d'un autre gaz est cependant autorisée pour les installations où l'utilisation de l'eau n'est techniquement pas possible.

11.8.2.2 La pression pendant l'Épreuve de résistance mécanique est définie comme suit, en vertu de l'article 55 de l'AR Sécurité :

Tableau 8 : Pression de l'Épreuve de résistance mécanique selon l'article 55 de l'AR Sécurité.

Moyen	Limite d'élasticité minimale spécifiée	Pression d'épreuve minimale	Pression d'épreuve maximale
Eau	$R_e \leq 385 \text{ N/mm}^2$	$1,25 \times \text{MAOP}$	Pression d'épreuve
Eau	$R_e > 385 \text{ N/mm}^2$	$1,40 \times \text{MAOP}$	Pression d'épreuve
Air ou autre gaz		$1,10 \times \text{MAOP}$	$1,25 \times \text{MAOP}$

- 11.8.2.3 Pendant l'épreuve, il sera veillé à ce que la Pression d'épreuve minimale à tous les points hauts soit atteinte et à ce que la Pression d'épreuve maximale ne soit dépassée à aucun point bas.
- 11.8.2.4 La durée minimale de l'Épreuve de résistance mécanique à partir du moment où la Pression d'épreuve a été atteinte est :
- d'une heure pour les installations pouvant faire l'objet d'un contrôle visuel pendant l'épreuve
 - de 6 heures pour les autres installations
- 11.8.2.5 L'Épreuve de résistance mécanique est réalisée par section de maximum 30 km.
- 11.8.2.6 Toutes les vannes qui participent à l'épreuve doivent être placées en mode semi-ouvert.
- 11.8.2.7 Pendant le test, l'évolution de la pression doit être enregistrée afin de contrôler qu'elle n'est pas inférieure à la Pression minimale admissible, ni supérieure à la Pression maximale admissible. La cause de toute perte de pression doit être recherchée.
- 11.8.2.8 L'Épreuve de résistance mécanique n'est effectuée qu'après que toutes les mesures nécessaires ont été prises pour assurer la sécurité du personnel concerné.
- 11.8.2.9 Les instruments de mesure utilisés doivent s'accompagner d'un certificat de calibrage valable.
- 11.8.2.10 Un rapport de l'épreuve sera établi.
- 11.8.2.11 *Les Composants, autres que les tubes individuels, qui ont déjà subi une Épreuve préalable de résistance mécanique au cours de leur fabrication à une pression au moins égale à la pression d'épreuve de résistance mentionnée à l'article 55 de l'AR Sécurité, mais indépendamment de la durée de l'épreuve, ne doivent pas nécessairement être soumis à l'Épreuve de résistance mécanique de l'ensemble sur chantier.*
- 11.8.3 *Épreuve d'étanchéité avec de l'air ou de l'azote*
- 11.8.3.1 Il est possible de vérifier l'étanchéité de l'installation de transport en soumettant cette dernière à une Épreuve d'étanchéité utilisant de l'air ou de l'azote sous une pression d'au moins 5 bar et une pression maximale de 35 % de la Pression de conception.
- Pour les canalisations de transport avec une MAOP de 16 bar maximum, la pression maximum est limitée à 7 bar.
- 11.8.3.2 L'étanchéité est considérée suffisante si les augmentations ou les diminutions de pression observées pendant l'épreuve peuvent être expliquées de manière concluante dans leur totalité, compte tenu des erreurs de mesure statistiques, des différences de température, des différences de pression ou autres phénomènes physiques qui se sont produits pendant l'épreuve.
- 11.8.3.3 L'Épreuve d'étanchéité dure minimum 24 heures à partir du moment où la Pression d'épreuve est atteinte et la température du fluide de test stabilisée.
- 11.8.3.4 Dans le cas d'une Épreuve d'étanchéité avec de l'air ou de l'azote, l'étanchéité est considérée comme suffisante lorsque, compte tenu de la précision des appareils de

mesure de la pression et de la température, la variation de pression (corrigée sur la base des variations de température) ne dépasse pas 0,2 % en 24 heures.

Si toutes les soudures circulaires et les raccords sont accessibles, l'étanchéité est considérée comme suffisante si aucune fuite n'est visible en cas d'épreuve avec de l'air ou de l'azote sous une pression d'au moins 5 bar et une pression maximale de 35 % de la Pression de conception, par badigeonnage des raccords à contrôler. Les raccords à contrôler doivent alors être exempts de toute obstruction pouvant influencer l'épreuve.

Pour les canalisations de transport avec une MAOP de 16 bar maximum, la pression maximum est limitée à 7 bar.

11.8.3.5 L'Épreuve d'étanchéité est réalisée après l'Épreuve de résistance mécanique et après que toutes les mesures aient été prises pour assurer la sécurité du personnel participant à l'épreuve.

11.8.3.6 La description de l'Épreuve d'étanchéité est reprise à l'Annexe C.

11.8.3.7 Les raccords mentionnés en 9.4.1 pour le soudage sur les canalisations en service, qui ne peuvent pas subir d'essai de résistance mécanique à l'eau sur site, sont testés après soudage, avant perçage/forage, comme suit:

- Un essai d'étanchéité à l'air ou à l'azote inférieur à 5 bars minimum, l'étanchéité étant considérée comme suffisante si aucune fuite n'est visible pendant le savonnage;

- Ensuite, un test de résistance et d'étanchéité à l'air ou à l'azote à 1,1 x MAOP (ou moins - voir remarque) pendant un minimum de 15 minutes, L'étanchéité est considérée comme suffisante si aucune fuite n'est visible en cas de contrôle par badigeonnage.

Remarque: La pression lors des essais doit être limitée en fonction de la pression de service effective de la conduite afin de limiter le risque d'implosion de la conduite

Après les essais, l'examen non destructif des soudures est répété.

11.8.4 *L'Épreuve d'étanchéité à l'eau après l'Épreuve de résistance hydraulique*

11.8.4.1 Cette méthode n'est valable que pour tester les canalisations enterrées.

Le volume d'essai minimum est de 1 m³. Le volume d'essai maximal ne doit pas dépasser 10 000 m³. Le volume de test peut être augmenté à 20 000 m³ si la durée du test d'étanchéité est doublée.

L'essai d'étanchéité et le contrôle du volume d'air ne peuvent être effectués qu'à une température du sol, de l'eau et de la canalisation comprise entre 4 ° C et 20 ° C.

Cette méthode n'est valable que pour tester les tuyaux en acier.

11.8.4.2 Plan de test

Avant de remplir la canalisation, un plan d'essai doit être soumis pour examen. Le plan de test doit couvrir au moins les points suivants:

- les données de conception de la canalisation;
- diamètres, épaisseurs de paroi et longueurs des sections à tester;
- calcul du volume intérieur total, en tenant compte des différentes combinaisons d'épaisseur de paroi et de diamètre;

- longueur et volume de la partie non enterrée;
- profil en long de la section d'essai;
- pressions d'essai;
- la perte de charge choisie et le changement de volume théoriquement déterminé correspondant pour le contrôle des inclusions d'air;
- durée de test choisie;
- données et certificats de l'équipement de mesure;
- les données de l'eau de remplissage;
- emplacement des thermomètres;
- exemple du rapport d'essai.

La canalisation ne pourra être montée en pression qu'après approbation du plan de test.

11.8.4.3 La description de l'Épreuve d'étanchéité à l'eau après l'Épreuve de résistance hydraulique est reprise à l'Annexe F.

11.9 Essai des Soudures en or (« tie-in » welds)

C/D/E1 – 11.9

Outre le CND mentionné au point 11.4.1.6, les Soudures en or doivent être badigeonnées lors de la mise en service à une pression de 5 bar et à la Pression de service.

A/B/E2 -11.9

Outre le CND mentionné au point 11.4.1.6, les Soudures en or doivent être contrôlées visuellement lors de la mise en service à une pression de 5 bar et à la Pression de service.

12 Mise en service

12.1 Séchage de l'installation

Avant sa mise en service, une Installation de transport est séchée de sorte à pouvoir être mise en service et exploitée en toute sécurité. La mise en service de l'Installation de transport est réalisée par du personnel qualifié à cet effet.

L'installation à sécher doit être pourvue des appareils de mesure nécessaires pour pouvoir mesurer de manière continue la température, la pression et le point de rosée.

Les mesures du point de rosée sont réalisées, compte tenu des caractéristiques des fluides à transporter, sous la supervision de l'Entreprise de transport. Lors de la purge de tronçons d'une canalisation, une permanence sera toujours assurée. Si l'Installation de transport n'est pas mise immédiatement en service après la réception, elle devra être laissée sous azote ou sous air sec.

12.2 Mise sous fluide d'installations

12.2.1 Fluides gazeux

La mise en service de l'installation peut uniquement avoir lieu après la réussite des épreuves nécessaires.

Toutes les mesures de précaution nécessaires seront prises pendant la mise en service des installations afin de déconnecter les sources d'inflammation (mise en place de liaisons équipotentielles, etc.).

Les précautions nécessaires doivent être prises de sorte à ce que le mélange de gaz mis à l'air ne présente aucun danger pour l'environnement.

La mise sous fluide d'une installation pourra être réalisée de deux manières :

- directement

On n'utilise pas de gaz tampon pour remplir l'installation de gaz.

- indirectement

Dans ce cas, une quantité minimale de gaz tampon inerte est utilisé pour remplir les installations de gaz.

La quantité de gaz inerte nécessaire pour mettre l'installation sous gaz de manière sûre peut être évaluée sur la base de calculs.

Le choix de la méthode se fera en fonction des circonstances.

Si nécessaire, la canalisation pourra encore être purgée durant une période après avoir atteint 100 % de gaz dans la canalisation.

Il faut veiller à ce que les vitesses nécessaires puissent être garanties lors du remplissage de la canalisation afin d'empêcher toute stratification au cours de cette étape.

Le système de canalisations devra être pourvu de suffisamment de points de mise à l'air, lesquels seront assez grands pour mettre à l'air les volumes nécessaires.

Le flux de gaz sera contrôlé à l'aide des moyens adéquats lors de la mise en exploitation.

À l'issue de la purge, la canalisation pourra être mise sous pression de manière contrôlée.

12.2.2 Liquides

La mise en service de l'installation peut uniquement avoir lieu après la réussite des épreuves nécessaires.

Toutes les mesures de précaution nécessaires seront prises pendant la mise en service des installations afin de déconnecter les sources d'inflammation (mise en place de liaisons équipotentielles, etc.).

Les précautions nécessaires doivent être prises de sorte à ce qu'aucun mélange de gaz / vapeur mis à l'air ne présente de danger pour l'environnement.

L'apport de liquide dans une installation s'effectue par une insertion contrôlée du liquide dans le système.

- Il convient tout d'abord de procéder au remplissage de la station de pompage. Pour ce faire, le liquide est lentement versé dans l'installation et tous les points hauts sont purgés.
- Pour remplir la canalisation, un ou deux racleurs doivent être insérés dans la canalisation par le biais d'une station de raclage. Une fois les pompes et la station entièrement remplies, une pompe peut être mise en service afin de permettre au liquide d'être pompé vers les racleurs. Les racleurs vont alors avancer dans la canalisation, qui se remplit.

Des mesures et calculs peuvent permettre de déterminer la quantité de liquide se trouvant dans la canalisation et la position des racleurs. Dès que les racleurs s'approchent de l'extrémité de la canalisation, les pompes sont arrêtées afin que les racleurs puissent être récupérés dans la station de raclage réceptrice.

Le débit de liquide sera contrôlé à l'aide des moyens adéquats lors de la mise en service.

À l'issue du remplissage, la canalisation pourra être mise sous pression de manière contrôlée.

12.3 Dossier final de construction

Les documents suivants doivent être repris dans le dossier final de construction:

Tableau 9 : contenu du dossier final de construction

Type de document	
plans de construction (as-built)	
notes de calcul ^[1]	
Dossier s techniques de tous les Composants, pompes et compresseurs	
registre de soudage et procédures utilisées (cfr. AR sécurité article 59)	
rapports/certificats CND	
rapport de l'Épreuve de résistance mécanique	
rapport de l'Épreuve d'étanchéité	
rapport de l'étanchéité des Soudures en or	
déclaration(s) de l'Entreprise de transport (cfr. AR sécurité article 59)	
rapport de conformité (cfr. AR sécurité article 58)	
[1]	pour tous les passages spéciaux où des forces ou influences externes ont un impact sur la canalisation

Annexe A : Liste des Organismes d'élaboration de normes agréé

Organisme	Abréviation
Arbeitsgemeinschaft Druckbehälter	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
Bureau de Normalisation belge	NBN
Nederlands Normalisatie Instituut	NEN

Annexe B : Points spécifiques relatifs à la détermination du tracé

Lors de la détermination du tracé d'une Canalisation de transport, il est tenu compte d'un certain nombre de points spécifiques qui peuvent être subdivisés de la manière suivante :

(a) impact technique sur la construction

- Points de départ et d'arrivée de la canalisation, branchements et/ou points de livraison éventuels ;
- Largeur d'une piste de travail normale pour la pose d'une Canalisation de transport d'un diamètre déterminé ;
- Distance minimale entre une nouvelle canalisation à poser parallèlement à des canalisations existantes. Il faut tenir compte ici des éventuelles interventions futures et des exigences en matière de sécurité des canalisations existantes ;
- Dispositions relatives aux zones non aedificandi le long d'autoroutes, de voies ferrées, d'anciens puits de mine, etc. ;
- Distance intermédiaire minimale à respecter lors du croisement d'infrastructures, de câbles et canalisations ;
- Impact possible de régions d'affaissements miniers sur le tracé ;
- Impact possible de l'existence d'éoliennes ;
- Impact possible de la Canalisation de transport sur les zones de captage d'eau ;
- Impact possible sur le tracé des zones inondées à traverser ;
- Impact possible de sous-stations (chemins de fer) sur la canalisation ;
- Impact possible de risques sismographiques sur la canalisation ;
- Impact possible de régions d'exploitation existantes et futures sur la canalisation ;
- Emplacement de la canalisation ;
- Parallélisme avec des câbles à haute tension (induction sur canalisation en acier) ;
- Dans la phase d'étude, il est possible de se faire une assez bonne idée de la structure du sol en consultant des cartes du sol et des cartes pédologiques. Dans les régions rocheuses, on étudiera également des cartes géologiques, qui peuvent fournir des informations utiles sur la méthode de pose. Ces informations peuvent être complétées par des études réalisées dans le cadre de l'étude du tracé ;
- En Wallonie, le tracé doit être évalué en fonction de la présence de régions karstiques et de la présence éventuelle d'anciens puits de mine et d'anciennes régions d'exploitation ;
- Travaux d'infrastructure (souterrains) existants ou futurs ;
- Présence possible des centres d'enfouissement technique ;
- Traversée d'anciennes zones de guerre (1re et 2e Guerres mondiales). Pour ce faire, un plan d'approche doit être établi au cours de la phase d'étude à des fins de détection d'anciens explosifs ;
- Avant le placement de nœuds de vannes et de Stations, il convient d'examiner si l'évacuation éventuelle de quantités importantes du produit gazeux transporté ne constitue pas un risque pour l'environnement (trafic ferroviaire et aérien, etc.) ;
- ...

(b) Impact légal

- Dans le cadre des plans de secteur et des schémas de structure et plans d'aménagement du territoire, on cherche à privilégier une politique consistant à regrouper autant que possible les canalisations souterraines avec des infrastructures de canalisations existantes ou projetées, notamment en suivant les gazoducs existants, les réseaux routiers primaires et secondaires, des voies ferrées, des cours d'eau et même des câbles haute tension ;
- En outre, les dispositions au niveau communal relatives aux modifications du plan régional et aux plans stratégiques doivent elles aussi être examinées ;
- Pendant la phase d'exécution, les instances concernées peuvent imposer des exigences spécifiques concernant certains croisements spéciaux (par ex. croisement de voies ferrées, routes régionales, cours d'eau, etc.) ;
- ...

(c) Impact socioéconomique

- Nécessité d'éviter les zones d'habitation existantes et futures avec leur problématique de constructions en ligne, et respect d'une distance de sécurité minimale par rapport aux habitations et bâtiments isolés. Lors de l'implantation de nœuds de vannes et de Stations, il faut également tenir compte du fait que d'importantes quantités de produits gazeux transportés peuvent être évacuées à ces endroits ;

Pour des zones agricoles spécifiques (cultures maraîchères et en serre, vergers, horticulture, élevage) : ne pas hypothéquer les exploitations existantes et futures ;

- ...

(d) Impact écologique et archéologique

- Dans la mesure du possible, éviter les régions d'intérêt écologique telles que les zones et réserves naturelles. La traversée de ces zones peut en effet avoir des conséquences tant sur la méthode que sur la période d'exécution ;
- La présence de sites archéologiques particuliers doit également être prise en compte dans l'étude du tracé de la canalisation, en établissant par exemple une liste des zones de conflits possibles dès la phase d'étude ;
- ...

Dans certaines zones (par ex. les zones portuaires) où l'activité industrielle est importante, des réglementations dérogatoires peuvent s'appliquer au choix du tracé. En cause : la très dense Infrastructure souterraine et l'espace disponible limité. Dans ces zones, les canalisations peuvent être regroupées en bandes de canalisations : la place de la nouvelle canalisation à poser doit dans ce cas satisfaire aux conditions posées par le gestionnaire de l'espace public.

Annexe C : Épreuve d'étanchéité avec de l'air ou de l'azote

1 Appareils de mesure

1.1 Types et certification

(a) appareils de mesure de la pression

Une balance manométrique analogique dont le poids le plus faible correspond à une pression de 5 mbar.

ou

un manomètre de test de précision offrant une précision de 5 mbar et présentant une résolution maximale d'au moins 5 mbar.

La balance manométrique ou le manomètre de test de précision est munie d'un certificat d'étalonnage délivré par un laboratoire indépendant au plus tôt 6 mois avant la date d'utilisation ;

(b) appareils de mesure de la pression atmosphérique

Un baromètre métallique (baromètre anéroïde) d'une précision de 1 mbar

ou

un baromètre digital offrant une précision de 1 mbar et présentant une résolution d'au moins 0,1 mbar

ou

une mesure de pression d'air pour le site concerné avec une précision de 1 mbar, rapportée par un institut de métrologie.

Ce baromètre est muni d'un certificat d'étalonnage délivré par un laboratoire indépendant au plus tôt 12 mois avant la date d'utilisation ;

(c) appareils de mesure de la température

Pour les tronçons souterrains, des thermomètres soit de type analogique avec graduation de 0,1°C, soit de type digital offrant une précision de 0,1°C et une résolution d'au moins 0,1°C.

Pour les tronçons non enterrés, des thermomètres de type digital offrant une précision de 0,1°C et une résolution d'au moins 0,1°C.

Les certificats d'étalonnage pour les thermomètres sont délivrés par un laboratoire indépendant au plus tôt 12 mois avant la date d'utilisation.

1.2 Mise en place

(a) Généralités

Le raccordement entre la balance manométrique ou le manomètre de test de précision et l'installation soumise à l'épreuve doit être le plus court possible et être constitué en partie d'un raccordement flexible.

Si la température ambiante est très basse ou très élevée, il est conseillé de protéger ou d'enterrer le flexible de raccordement.

Un minimum de 2 vannes doit être placé entre la balance manométrique ou le manomètre de test de précision et l'installation soumise à l'épreuve :

la première le plus près possible de l'installation et la seconde le plus près possible de la balance manométrique ou du manomètre de test de précision.

Après la mise sous pression et avant la première mesure, l'étanchéité des raccords, des vannes, des flexibles et de la balance manométrique doit être vérifiée par badigeonnage.

(b) Balance manométrique

Lors de l'utilisation d'une balance manométrique, elle doit être placée à niveau dans un endroit sec. La température du local doit être adaptée de manière à garantir un bon fonctionnement de la balance manométrique. Le local doit être fermé si aucune mesure n'est en cours.

Si la balance manométrique est une balance à huile, on vérifiera l'absence de bulles d'air à l'intérieur. Le piston et le cylindre des balances qui n'utilisent pas d'huile doivent être parfaitement propres et exempts de poussière, graisse, humidité et traces de doigts.

(c) Manomètre de test de précision

La température du local doit être adaptée de manière à garantir un bon fonctionnement du manomètre de test de précision. Le local doit être fermé si aucune mesure n'est en cours.

(d) Baromètre métallique (baromètre anéroïde) ou baromètre digital.

Lors de l'utilisation d'un baromètre, celui-ci doit être installé à proximité de la balance manométrique ou du manomètre de test de précision

(e) Thermomètres

(i) Nombre et emplacement

En principe, un thermomètre sera placé tous les 2 à 2,5 km de l'Installation de transport, avec un minimum de 3 thermomètres pour la totalité de l'Installation de transport.

Lorsque l'Installation de transport est très courte, moins de 3 km, un thermomètre supplémentaire sera placé pour mesurer la température ambiante. Ce thermomètre supplémentaire est également requis lorsqu'un ou plusieurs tronçons, non enterrés, ont une longueur supérieure à 1/50^e de la longueur totale.

Lorsque l'Installation de transport traverse localement un terrain rocheux, sablonneux, marécageux, etc., des thermomètres supplémentaires seront placés pour tenir compte de l'influence du terrain sur les variations de température de l'Installation de transport.

(ii) Pose

Pour les tronçons d'installations de transport enterrés, les thermomètres sont placés le plus près possible de l'installation de transport et enterrés à la même profondeur.

Pour les tronçons non enterrés, les thermomètres sont fixés au tuyau du côté opposé à celui où le soleil donne au moment de la mesure.

Toute autre installation de mesure de la température doit être approuvée par un spécialiste, désigné par l'Organisme agréé.

(iii) Approbation

Le nombre, l'emplacement et la méthode d'exécution de la mesure de la température doivent être approuvés par l'Organisme agréé.

2 Mesures

2.1 Préparations

L'étanchéité des brides non enterrées ainsi que des raccords filetés et des joints est vérifiée avant le début de l'épreuve par l'entrepreneur à l'aide d'eau savonneuse.

2.2 Pression

La pression (relative ou absolue) de la canalisation est mesurée à l'aide de la balance manométrique ou du manomètre de test de précision mentionné(e) sous C.1.1 avec une précision allant jusqu'à 5 mbar.

2.3 Pression de l'air

Lors de l'utilisation d'une balance manométrique ou d'un manomètre de test de précision pour la définition de la pression relative, la pression de l'air est mesurée à l'aide du baromètre mentionné sous C.1.1.

2.4 Température

La température est mesurée par lecture directe des thermomètres mentionnés sous C.1.1. La mesure doit être effectuée le plus rapidement possible. Les mesures sont toujours effectuées dans le même ordre.

2.5 Nombre de mesures

Un minimum de 4 mesures est requis. Chaque mesure est effectuée le matin, avant l'augmentation de la température de l'air, et toujours plus ou moins au même moment.

2.6 Contrôle

Les mesures sont effectuées en présence d'un spécialiste, désigné par l'Organisme agréé.

3 Calculs

3.1 Formules de base

(a) Mesures de la pression

Les mesures de la pression sont ramenées à la pression absolue à 0°C à l'aide de la loi des gaz parfaits, à savoir :

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

avec $P_T = P_m + P_A$ lors de la définition de la pression relative
 $P_T = P_m$ lors la définition de la pression absolue

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

où P_m = pression manométrique, en bar
 P_A = pression barométrique, en bar
 P_T = pression absolue, en bar
 P = pression absolue à 0°C, en bar
 T_m = température moyenne, en °C
 $t_1, t_2, \dots, t_n$ = mesures de la température, en °C
 $l_1, l_2, \dots, l_n$ = longueur des tronçons de l'installation, en mètres, qui sont supposés être représentés par les températures $t_1, t_2, \dots, t_n$
 n = nombre de points de mesure

Cette opération est répétée pour chaque campagne de mesure.

(b) Méthode statistique

Sur la base des points de mesure, la droite la mieux adaptée est déterminée à l'aide d'une régression linéaire.

Étant donné : $P' = a + bx$
 où P' = pression calculée

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

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

x = moment de la mesure en jours.

Et sur la base des mesures :

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

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

x_i = jour défini par $i = 1, 2, \dots, n$

P_i = pression calculée au moment x_i

3.2 Méthode utilisée

La détermination de la dispersion sur le paramètre b peut se faire selon deux méthodes. La dispersion représentée par σ_b indique un écart standard.

(a) Évaluation de l'écart standard σ_b des données d'expérience.

(i) Erreur sur la balance manométrique $-\sigma_P$

Si l'on néglige l'erreur sur la pression atmosphérique et en supposant que les erreurs décrivent une courbe de Gauss, il est possible, à une pression de 5 bar, que l'erreur de la balance manométrique σ_P soit égale à 5 mbar.

(ii) Erreur sur la température $-\sigma_T$

Les mesures effectuées sur des canalisations parfaitement étanches ont montré que l'erreur absolue sur la température peut être considérée comme égale à $[0,5^\circ\text{C}]$.

Ces erreurs ne sont pas la conséquence d'erreurs de lecture des thermomètres, égales à $0,1^\circ\text{C}$, mais trouvent leur origine dans le fait que les températures sont mesurées localement et ne représentent pas exactement les variations de température de la canalisation.

Par conséquent, nous considérons que l'erreur σ_T sur la température est égale à $0,5^\circ\text{C}$.

(iii) Erreur sur la pression corrigée à 0°C

Étant donné $P = \frac{P_{T_m} \cdot 273}{T_m}$

Où T_m est égale à la moyenne des températures en Kelvin pendant les différentes campagnes de mesure ;

P_{T_m} égale à la pression absolue moyenne mesurée en bar

on peut démontrer que :

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

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

(iv) Erreur sur la pente σ_b

En fonction du nombre de mesures effectuées, la grandeur σ_b varie selon la loi suivante :

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

où l'axe du temps est choisi de manière à ce que $\sum x_i = 0$ et x_i soient exprimés en jours.

Par conséquent, l'incertitude sur la pente pour un taux de confiance de 84 % est égale à :

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

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

La pente relative est par conséquent :

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

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

(b) Évaluation de l'écart standard σ_b des données de mesure

(i) *Dispersions σ_a et σ_b sur les paramètres a et b*

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

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

$$\text{D'où } \sigma_b = \frac{n}{\sum x_i^2} \sigma_a$$

où $V_i = a + bx_i - p_i$ avec $i = 1, 2, \dots, n$.
 n = nombre de mesures de la pression

Le coefficient suivant est calculé à titre de mesure de la corrélation linéaire entre y et z :

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

$r = 1$ la corrélation est parfaitement linéaire.

$r = 0$ la corrélation n'est pas linéaire.

(ii) *Baisse de pression maximale par 24 heures*

La baisse de pression maximale par 24 heures est égale à

$$\frac{P_{max}}{24u} = (b \pm t\sigma_b) \text{ en bar.}$$

Avec t = le coefficient de « t-Student » – la distribution pour $[n-2]$ degré de liberté, soit un taux de confiance de 85 %.

3.3 Acceptation

La première méthode (C.3.2 (a)) est utilisable lorsque le nombre de mesures est réduit. Pour un grand nombre de mesures, la seconde méthode (C.3.2 (b)) est plus fiable.

Les conditions à remplir s'appliquent à un intervalle de mesure de 24 heures :

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

Annexe D : Modèle de « Rapport de conformité »

Page 1 du rapport

Rapport de conformité

Ce rapport est établi conformément aux dispositions de l'article 58 de l'arrêté royal du 19/03/2017 relatif aux mesures de sécurité en matière d'établissement et dans l'exploitation des installations de transport.

Installation concernée

Référence autorisation de transport:

Titulaire de l'autorisation (nom, adresse):

Installation:

Partie concernée:

Description des travaux:

Pression maximale de service admissible (MAOP):

Pression de conception (DP):

Température de conception:

Fluide:

Déclaration

Les résultats des inspections et contrôles que nous avons réalisé au niveau de la conception et de la construction dans le cadre de l'article 70 de l'arrêté royal du 19/03/2017 sont conformes aux prescriptions de cet arrêté royal et de l'autorisation de transport précitée.

Compte tenu des dispositions de l'article 58 de l'arrêté royal du 19/03/2017 et sur base de ces résultats et de la déclaration de conformité ci-jointe du titulaire de l'autorisation, la partie concernée de l'installation de transport est considérée conforme aux dispositions de la loi du 12 avril 1965, de l'arrêté royal du 19/03/2017, de l'arrêté ministériel du xx/xx/2016 et de l'autorisation de transport précitée, du point de vue de sa conception et de sa construction.

Le soussigné, **xxx**, a été chargé par **xxx** de la surveillance telle que prévue dans:

- l'arrêté royal du 19/03/2017
- l'arrêté ministériel du **xx/xx/2016** {code technique d'application}

Dans les limites telles que décrites aux articles 70 en 71 de l'arrêté royal du 19/03/2017, la nature des contrôles a consisté en:

- *la vérification de l'étude en rapport avec la sécurité intrinsèque de l'installation de transport;*
- *la surveillance des essais, contrôles et épreuves des composants, pompes et compresseurs en usine;*
- *la surveillance lors de la préfabrication et du montage;*
- *la surveillance des épreuves de résistance et d'étanchéité, ainsi que l'épreuve d'étanchéité des soudures de raccordement;*
- *la vérification de la présence des attestations délivrées par le titulaire de l'autorisation relatives à l'analyse de risques, à la protection contre la corrosion, le remblayage, la propreté interne et la pose;*
- *la rédaction du rapport de conformité.*

Les détails des inspections et contrôles sont repris dans des rapports séparés.

Annexe
(complété pour les rubriques d'application)

Nature des inspections et des contrôles	Numéro de rapport
<p>1. Vérification de l'étude</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. mémoire descriptif 2. plans de situation 3. plans d'implantation 4. plans de détail 5. plans ISO-détail 6. notes de calcul 	
<p>2. Composants, pompes et compresseurs</p> <p>2.1. Surveillance lors de la fabrication des composants, pompes et compresseurs en usine:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. tubes avec diamètre extérieur spécifié > 60,3 mm 2. coudes à induction (ou coudes cintrés à chaud) 3. pièces de forme avec diamètre extérieur spécifié > 60,3 mm 4. brides avec diamètre extérieur spécifié > 60,3 mm 5. pompes, compresseurs et équipements sous pression ne tombant pas sous le champ d'application de l'AR du 11 juillet 2016 <p>2.2. Vérification des pièces probantes relatives à l'intégration des composants, pompes et compresseurs dans l'installation de transport ⁽¹⁾</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. tubes avec diamètre extérieur spécifié ≤ 60,3 mm 2. pièces de forme avec diamètre extérieur spécifié ≤ 60,3 mm 3. brides avec diamètre extérieur spécifié ≤ 60,3 mm 4. équipements sous pression tombant sous le champ d'application de l'AR du 11 juillet 2016 ⁽²⁾ 	
<p>3. Surveillance lors de la préfabrication et du montage sur site</p> <p>3.1. Identification des composants, pompes et compresseurs</p> <p>3.2. Coudes cintrés à froid</p> <p>3.3. Soudage</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. vérification des procédures de soudage 2. vérification des qualifications des soudeurs 3. mise en oeuvre des procédures de soudage 4. vérification du carnet de soudage <p>3.4. Contrôle visuel des soudures</p> <p>3.5. Contrôle non destructif des soudures</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. contrôle radiographique 2. contrôle par ultrasons 3. contrôle magnétique 4. contrôle par ressuage <p>3.6. Contrôle destructif des soudures (tests de production)</p>	
<p>4. Surveillance des épreuves</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. épreuve de résistance 2. épreuve d'étanchéité 3. épreuve d'étanchéité des soudures de raccordement 	
<p>5. Vérification de la présence des déclarations du titulaire de l'autorisation ⁽¹⁾</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. analyse de risques 2. protection contre la corrosion 3. remblayage 4. propreté interne 5. pose 	
<p>6. Rapport et déclaration de conformité</p> <p>6.1 Vérification de la présence de la déclaration de conformité du titulaire de l'autorisation</p> <p>6.2 Rapport de conformité</p>	

Annexe E : Glossaire

Cette annexe informative fournit un résumé des termes utilisés dans le présent Code technique, tel que définis dans la Loi Gaz, l'AR Sécurité et le présent Code.

Allongement : Allongement dans le sens longitudinal de l'éprouvette, après rupture, exprimé en pourcentage de la longueur d'origine entre repères.

AR du 11/07/2016 : l'arrêté royal du 11 juillet 2016 concernant la mise sur le marché des équipements sous pression

AR Sécurité : l'arrêté royal du 19/03/2017 déterminant les mesures de sécurité à prendre lors de l'établissement et dans l'exploitation des Installations de transport.

Autorisation de transport : l'autorisation visée à l'article 3 de la Loi Gaz

Balitage : marquage physique ponctuel et bien identifiable du tracé d'une canalisation.

Canalisation de transport : partie d'une installation de transport destinée au transport d'un fluide et située entre un point d'approvisionnement et une station, entre deux stations, entre une station et un point de livraison, ou entre un point d'approvisionnement et un point de livraison, en ce compris les vannes de sectionnement

Composants : éléments de construction d'une installation de transport comme notamment les tubes, pièces de forme, brides, coudes cintrés à chaud, raccords isolants, clapets anti-retour, (vannes) robinets, compteurs, régulateurs, soupapes de sécurité, gares de pistons racleurs, filtres, échangeurs thermiques, réservoirs sous pression, à l'exclusion des pompes et des compresseurs.

Contrainte annulaire : contrainte suivant la tangente à la circonférence extérieure de la section perpendiculaire à l'axe de la canalisation et engendrée par la pression du fluide contenu dans le tube.

Contraintes incidentelles : Les contraintes dans des circonstances imprévues, mais plausibles, compte tenu de leur probabilité d'apparition.

- incendie, explosion, décompression soudaine, chute d'objets, phases de transition dans le cas de glissements de terrain, ancrages, abordages ; pression découlant d'une montée en température de liquide statique bloqué, sauf si le blocage constitue une activité opérationnelle normale.

Contraintes de construction : contraintes nécessaires pour la construction, essais inclus, de l'installation. Les contraintes dues au comportement de l'équipement utilisé pour la pose doivent être prises en compte le cas échéant.

- La construction englobe le transport, le traitement, le stockage, la construction et les essais. Les hausses de pression externe dues au réagréage ou de pression interne subatmosphérique dues au drainage ou au séchage donnent également lieu à des contraintes de construction.

Contraintes environnementales : Contraintes provenant des environs de l'installation, sauf lorsqu'elles doivent être considérées comme une Contrainte fonctionnelle ou, en raison de leur faible probabilité d'occurrence, comme une Contrainte accidentelle.

- contraintes par vagues, courants, marées, vent, neige, glace, tremblements de terre, circulation, pêche et exploitation extractive ; contraintes par les vibrations d'appareils et déplacements provoqués par des structures placées sur le sol ou dans les fonds marins.

Contraintes fonctionnelles contraintes découlant de l'usage prédéterminé de l'installation de transport et contraintes provenant d'autres sources.

- *Contraintes découlant de l'usage prédéterminé :*
poids de l'installation, Composants et fluides inclus, contraintes découlant de la pression et de la température dans des conditions normales
- *Contraintes provenant d'autres sources :*
précontrainte, contraintes résiduelles de construction, profondeur d'enfouissement, pression hydrostatique externe, encrassements biologiques, affaissements et tassements, soulèvements et affaissements à la suite du gel et du dégel, contrainte due à la glace persistante ; réactions au niveau des supports à la suite de contraintes fonctionnelles, contraintes à la suite de déplacements fréquents, rotations des supports ou effets du changement de sens du flux.

Contrainte tangentielle : contrainte suivant la tangente à la circonférence extérieure de la section perpendiculaire à l'axe de la canalisation et engendrée par la pression du fluide contenu dans le tube.

Ensemble : s'entend au sens de l'Arrêté royal du 11 juillet 2016.

Entreprise de transport : toute personne physique ou morale qui effectue le transport

Epreuve de résistance mécanique: la procédure spécifique qui permet de vérifier que l'installation de transport satisfait aux prescriptions de résistance mécanique

Epreuve d'étanchéité : la procédure spécifique qui permet de vérifier que l'installation de transport satisfait aux prescriptions d'étanchéité

Equipements de pression : s'entendent au sens de l'Arrêté royal du 11 juillet 2016

Gaz : tout produit combustible qui est à l'état gazeux à la température de 15 degrés centigrades Celsius et à la (pression absolue de 1,01325 bar)

Gaz non toxique : gaz ne contenant pas d'éléments toxiques, ou seulement dans une proportion qui n'a aucun impact sur la santé.

Incident : événement inattendu pouvant engendrer une situation d'urgence, par exemple une fuite ou une défaillance de l'installation.

Installation de transport : toutes canalisations, y compris les conduites directes et les installations en amont, et tous les moyens de stockage, installations de GNL, bâtiments, machines et appareils accessoires destinés ou utilisés à l'une des fins énumérées à l'article 2, § 1^{er} de la Loi Gaz.

Installation de transport existant : installation mise en service avant l'entrée en vigueur de l'Arrêté royal ou pour laquelle la demande d'autorisation de transport ou la déclaration a été introduite avant l'entrée en vigueur de l'Arrête royal.

Installation de transport offshore : installation de transport située en zone maritime telle que définie par la loi du 20 janvier 1999 visant la protection du milieu marin et l'organisation de l'aménagement des espaces marins sous juridiction de la Belgique

Installation de transport onshore : toutes installations autres que celles offshore

Limite d'élasticité minimale spécifiée : limite d'élasticité minimale requise par la spécification ou la norm selon laquelle la matière est commandée

Loi Gaz : Loi du 12 avril 1965 relative au transport de produits gazeux et autres par canalisations

Organisme d'élaboration de normes agréé: Organisme d'élaboration de normes selon les dispositions de l'Annexe A ;

Organisme accrédité indépendant: Organisme indépendant du titulaire de l'autorisation de transport ou son délégué et indépendant de la personne ou l'organisation qui fournit un produit ou un service, accrédité selon ISO/CEI 17020, type A, respectivement ISO/CEI 17021, respectivement ISO/CEI 17025.

Pièce de transition : raccord entre deux types de tube destiné à compenser les différences de matériau et/ou d'épaisseur de paroi. En fonction de la Limite d'élasticité minimale spécifiée et de la différence de diamètre et/ou d'épaisseur de paroi des tubes à raccorder, cette pièce de transition sera un tube ou une plaque.

Pression : pression relative du fluide dans le système, mesurée dans des conditions statiques et exprimée en bar relatifs.

Pression d'épreuve : la pression à laquelle l'Installation de transport est soumise pendant la construction et/ou ses Composants individuels, pompes et compresseurs pendant la fabrication, afin de vérifier que la mise en service peut avoir lieu en toute sécurité ;

Pression de conception : *la pression qui sert de base aux calculs de conception*

Pression de service : *la pression de l'installation de transport dans des conditions normales d'exploitation*

Pression incidentelle : la pression qui se produit accidentellement dans un système, à laquelle un équipement de sécurité s'active

Pression maximale autorisé : *la pression maximale à laquelle une installation de transport peut être exploitée*

Résistance à la traction : valeur de la contrainte, divisée par la section d'origine de l'éprouvette nécessaire pour provoquer la rupture de l'éprouvette.

Soudage en or : soudure de raccordement telle que mentionnée dans l'article 52 de l'AR Sécurité.

Station : *installation de transport dont la fonction principale est la régulation de débit et/ou de pression, le comptage, la compression, la détente, le pompage, le raclage, le traitement, la gestion des flux, le stockage en surface et/ou le mélange*

Système auxiliaire : *tout système ou combinaison d'équipements annexe à l'installation de transport comme notamment les systèmes de fuelgas, d'air comprimé, de lubrification, hydraulique, et opérateur de vannes*

Système d'instrumentation : *tout système ou combinaison d'équipements pour la mesure, le contrôle et le réglage du processus.*

Température de conception : Température sur laquelle la conception se base.

Température de transition : température à laquelle une rupture ductile se transforme en rupture fragile.

Test de production : un raccordement soudé entre deux Composants, découpé de la canalisation, dans lequel il y a suffisamment de matière sur les deux côtés de la soudure pour effectuer les tests mécaniques.

Transport : le transport de fluides dans le respect des dispositions de l'article 2, § 4 de la Loi Gaz, via un réseau principalement constitué de gazoducs à haute pression, autre qu'un réseau de gazoducs en amont et autre que la partie des gazoducs à haute pression utilisée principalement pour la distribution du gaz naturel à des fins de fourniture à des clients, mais ne comprenant pas la fourniture.

Unité d'essai : une Unité d'essai se compose de tous les éléments d'une même coulée, ayant fait l'objet du même traitement thermique et présentant les mêmes dimensions nominales ;

Valeur de Résilience : résistance à la flexion contre un effet de choc sur une éprouvette entaillée / énergie nécessaire pour provoquer la rupture sous l'effet d'un choc d'une éprouvette entaillée de forme et de dimensions déterminées. Elle est exprimée par le nombre de joules nécessaires pour provoquer la rupture d'une éprouvette entaillée de forme et de dimensions déterminées.

Annexe F: l'épreuve d'étanchéité à l'eau suite à l'épreuve de résistance hydraulique

1. Matériel de mesure

(a) Équipement de mesure pour déterminer la pression

L'équipement de mesure suivant est au moins nécessaire pour mesurer la pression.

L'équipement de mesure pour la détermination de la pression est toujours fourni avec un certificat d'étalonnage délivré par un laboratoire indépendant, au plus tôt 12 mois avant la date d'utilisation.

Manomètre

Les manomètres utilisés ont une erreur de mesure de 0,6% maximum (ce qui correspond à une classe 0,6). Les manomètres ont une plage maximale de 1,5 fois la pression d'essai.

Chaque tête d'essai est équipée d'un manomètre.

Balance manométrique ou testeur de pression numérique de précision

Une balance manométrique ou une jauge de pression numérique de précision est utilisée pour mesurer la pression dans la canalisation.

La balance manométrique et le manomètre de précision numérique ont une précision et une résolution d'au moins 10 mbar.

Lors de l'utilisation d'une balance manométrique, celle-ci doit être mise à niveau dans un endroit sec. La température de la pièce doit être réglée de manière à assurer le bon fonctionnement de la balance manométrique.

Si la balance manométrique est une balance à huile, on vérifiera l'absence de bulles d'air dans la balance. Le piston et le cylindre des balances qui n'utilisent pas d'huile doivent être parfaitement propres et exempts de poussière, de graisse et d'humidité.

(b) Équipement de mesure pour déterminer la pression atmosphérique

Un baromètre métallique (baromètre anéroïde) ou un baromètre numérique est utilisé pour déterminer la pression atmosphérique.

Le baromètre métallique et le baromètre numérique ont une précision et une résolution d'au moins 1 mbar.

La pression d'air sur le site concerné peut également être déterminée sur la base d'informations d'un institut de métrologie, à condition que la précision soit d'au moins 1 mbar.

Si un appareil de mesure de pression numérique de précision est utilisé pour mesurer à la fois la pression relative et la pression absolue, la pression d'air ne doit pas être déterminée séparément.

(c) Matériel de mesure pour déterminer la température

Le but de l'installation de thermomètres est d'obtenir une image de la température de la canalisation et de l'eau dans la canalisation sur toute la section d'essai.

L'équipement de mesure pour la détermination de la température est toujours fourni avec un certificat d'étalonnage délivré par un laboratoire indépendant, au plus tôt 12 mois avant la date d'utilisation.

Tous les thermomètres ont une précision et une résolution d'au moins 0,1 ° C et une plage de mesure d'au moins -5 ° C à 30 ° C.

Tous les thermomètres, à l'exception du thermomètre à air extérieur, doivent être de type numérique et doivent pouvoir effectuer un enregistrement automatique de la température en même temps à chaque fois.

Quelle que soit la longueur de la section d'essai, au moins quatre thermomètres sont placés.

Toutes les influences externes qui peuvent affecter une lecture correcte doivent être minimisées.

Thermomètres enterrés

Les thermomètres enterrés sont installés au plus tard un jour avant le remplissage de la canalisation.

Ils sont placés le plus près possible de la canalisation et à la même profondeur que la canalisation.

Les points sont indiqués sur un plan de la canalisation et sont choisis de manière à être représentatifs de la section de la canalisation associée.

La disposition, le nombre et l'emplacement des thermomètres doivent être approuvés par l'Organisme de contrôle agréé.

Thermomètres aériens

Un doigt de gant destiné à recevoir une sonde thermométrique doit être placé au centre de la longueur de la tête d'essai. Si cela s'avère impossible, la température peut être déterminée par trois sondes électroniques de contact, uniformément répartis sur la circonférence de la tête d'essai.

Les autres configurations doivent être approuvées par l'Organisme de contrôle agréé.

Thermomètre à air extérieur

Un thermomètre à air extérieur est installé à 1,5 m au-dessus du sol, à l'ombre et à l'abri du vent pendant toute la durée du test d'étanchéité

(d) Équipement de mesure pour le contrôle du remplissage

La mesure du volume total de remplissage de la canalisation vise à vérifier que le volume d'air résiduel dans la canalisation est acceptable.

L'équipement de mesure pour le contrôle du remplissage est toujours muni d'un certificat d'étalonnage délivré par un laboratoire indépendant, au plus tôt 12 mois avant la date d'utilisation.

Détermination de la quantité d'eau lors du remplissage

La précision requise pour déterminer la quantité d'eau requise lors du remplissage est d'au moins 2,5% du volume de la canalisation.

Vérifiez les inclusions d'air

L'équipement de mesure utilisé pour déterminer la quantité d'eau prélevée a une précision et une résolution d'au moins 0,5% du volume de prélèvement théoriquement déterminé.

2. Remplissage de la canalisation

La canalisation doit être dans sa position finale et remblayée au niveau du sol sur toute la section d'essai.

Les longueurs de toutes les zones non enterrées doivent être aussi courtes que possible. Ces sections doivent être isolées.

Lors du remplissage, toutes les mesures sont prises pour pouvoir remplir la canalisation avec le moins d'air possible.

S'il y a une différence entre le volume théoriquement déterminé et le volume de remplissage effectif, la canalisation doit être purgée et remplie jusqu'à ce que l'air restant soit expulsé.

Après remplissage de la canalisation, une période de stabilisation de quatre jours (96 heures) sera prévue avant la montée en pression. Si la différence de température entre la canalisation et l'eau de remplissage est supérieure à 6 ° C, il peut être décidé de prolonger encore cette période.

3. Vérifier les inclusions d'air

Une fois le test de résistance terminé, la canalisation sera vidée de l'eau pour déterminer la proportion d'inclusions d'air.

Lors de la vidange, une quantité d'eau est drainée et la perte de charge associée est déterminée à l'aide de la balance manométrique ou du manomètre numérique de précision.

La perte de charge sélectionnée est d'au moins 0,5 bar. De plus, la perte de charge sera choisie de telle sorte que la quantité d'eau évacuée soit supérieure ou égale à 2 litres.

Si la valeur absolue de la différence entre la quantité mesurée et la quantité calculée est inférieure à 6% de la quantité calculée, la pression peut être abaissée à la suite de la pression d'essai d'étanchéité et la canalisation peut se stabiliser.

Si la valeur absolue de la différence est supérieure à 6%, le contrôle des inclusions d'air doit être répété après un certain temps. La durée entre les contrôles dépend de la vitesse à laquelle l'air se dissout dans l'eau.

Le contrôle des inclusions d'air peut également être effectué au début du test de résistance. Dans ce cas, le contrôle n'a pas besoin d'être répété après l'achèvement du test de résistance.

4. Stabilisation

La période de stabilisation commence dès que la pression d'essai d'étanchéité est atteinte et dure au moins douze heures.

5. Test d'étanchéité

Le test d'étanchéité commence après la fin de la période de stabilisation et est effectué en présence de l'Organisme de contrôle agréé.

La pression du test d'étanchéité est d'au moins 1,1 x MAOP.

Au moins les pressions et températures horaires seront lues pendant le test.

L'essai d'étanchéité dure au moins 24 heures et ne peut être terminé qu'après avoir démontré par des calculs que le changement de volume moyen par heure est inférieur à la valeur limite autorisée.

6. Étapes consécutives

Étapes séquentielles pour les tests:

- remblayer les tranchées;
- élaboration du plan de test;
- placer les thermomètres;
- remplir la canalisation;
- vérifier les inclusions d'air (facultatif);
- test de résistance;
- vérifier les inclusions d'air (si elles n'ont pas été effectuées auparavant);
- stabilisation;
- test d'étanchéité.

7. Calculs

Le calcul est effectué par l'Organisme de contrôle agréé.

(a) Formules pour déterminer la différence de volume théorique

Dans les formules ci-dessous, contrairement à d'autres sections de ce Code technique, le symbole e est utilisé pour l'épaisseur de la paroi du tuyau. Ceci afin d'éviter toute confusion avec le symbole de la température.

i) Différence de volume de la canalisation

Le changement de volume de la canalisation peut être déterminé avec les formules suivantes:

Détermination de la pression absolue:

$$P_T = P_m + P_A$$

Dans lequel:

- | | | |
|-------|---|---------------------------------------|
| P_m | = | pression manométrique mesurée, en bar |
| P_A | = | pression barométrique mesurée, en bar |
| P_T | = | pression absolue, en bar |

Détermination de la température moyenne:

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

Dans lequel:

t_m	=	température moyenne, en ° C
$t_1, t_2, \dots t_n$	=	mesure de la température au point de mesure 1, 2, ... n, en ° C
$l_1, l_2, \dots l_n$	=	longueur des parties de l'installation, en m, supposées représentées respectivement par les températures $t_1, t_2, \dots t_n$

Le diamètre sous l'influence de la pression interne dominante peut être calculé à l'aide de la formule suivante:

Si $D/e > 40$:

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

Si $D/e \leq 40$:

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

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

Dans lequel:

$D_{(P_m)}$	=	diamètre extérieur sous l'influence de la pression P_m , en mm
D	=	diamètre extérieur, en mm
$\Delta D_{(P_m)}$	=	changement du diamètre extérieur sous l'influence de la pression P_m , en mm
$e_{(P_m)}$	=	épaisseur de paroi sous l'influence de la pression P_m , en mm
e	=	épaisseur de paroi nominale, en mm
$\Delta e_{(P_m)}$	=	changement d'épaisseur de paroi sous l'influence de la pression P_m , en mm
E	=	Module de Young, en N/mm ²
ν	=	Facteur de Poisson

De plus, la variation de température a l'effet suivant:

Si $D/e > 40$:

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

Si $D/e \leq 40$:

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

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

Dans lequel:

$D_{(P_m, t_m)}$	=	diamètre extérieur sous l'influence de la pression P_m et de la température t_m , en mm
$\Delta D_{(P_m, t_m)}$	=	changement du diamètre extérieur sous l'influence de la pression P_m en température t_m , en mm
$e_{(P_m, t_m)}$	=	épaisseur de paroi sous l'influence de la pression P_m et de la température t_m , en mm
$\Delta e_{(P_m, t_m)}$	=	changement d'épaisseur de paroi sous l'influence de la pression P_m et de la température t_m , en mm

- α = coefficient de dilatation thermique, en mm / mm ° C
 Δt_m = variation de la température moyenne depuis le début de l'essai (mesure 1), en ° C

Volume de la canalisation à pression P_m et température t_m :

Si $D/e > 40$:

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

Si $D/e \leq 40$:

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

Dans lequel:

- V = volume de la canalisation à pression P_m et température t_m , en dm^3
 π = constante mathématique
 (rapport entre la circonférence et le diamètre d'un cercle)
 L = longueur de la canalisation, en m

Remarque:

Les tolérances d'usine des tuyaux ne sont pas prises en compte dans la détermination du volume (absolu).

$$\Delta V_n = V_n - V_1$$

Dans lequel:

- ΔV_n = variation de volume de la canalisation entre la mesure n et la mesure 1, en dm^3
 V_n = volume de la canalisation à la mesure n, en dm^3
 V_1 = volume de la canalisation à la mesure 1, en dm^3
 n = nombre de mesures, allant de 1 à n

ii) Différence de volume d'eau

En utilisant les formules suivantes, basées sur les recommandations de l'International Association for the Properties of Water and Steam (IAPWS-IF97), les changements de volume de l'eau peuvent être déterminés par:

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

Dans lequel:

- τ = facteur de température inversement réduit
 T^* = valeur de référence pour la température, en K = 1386 K.
 T_m = température moyenne, en K.

Et:

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

Dans lequel:

Π = facteur de température inversement réduit
 p = pression absolue, en bar
 p^* = valeur de référence pour la pression, en bar = 165,3 bar

L'énergie libre spécifique selon Gibbs:

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

Dans lequel:

γ_{Π} = dérivée partielle de l'énergie libre spécifique de Gibbs

Coefficients numériques 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

Volume spécifique:

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

Dans lequel:

$v_{(\Pi, \tau)}$ = volume spécifique de l'eau, en dm^3 / kg
 R = constante de gaz spécifique de l'eau, en $\text{kJ/kgK} = 0,461526 \text{ kJ/kgK}$

Volume d'eau:

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

Dans lequel:

V_n = volume de la canalisation à la mesure n, en dm^3
 V_1 = volume de la canalisation à la mesure 1, tel que calculé précédemment, en dm^3
 $v_{(\Pi n, \tau n)}$ = volume spécifique de l'eau à la mesure n, en dm^3 / kg
 $v_{(\Pi 1, \tau 1)}$ = volume spécifique de l'eau à la mesure 1, en dm^3 / kg

iii) Calcul du changement de volume total

Le changement de volume total pendant la campagne de mesure peut être déterminé comme suit:

$$\Delta V = \Delta V_{\text{eau}} - \Delta V_{\text{canalisation}}$$

Dans lequel:

ΔV = variation totale du volume résultant de la variation de pression et de température, en dm^3
 ΔV_{eau} = différence de volume de l'eau en tenant compte du P_T et t_m , calculé selon (b), en dm^3
 $\Delta V_{\text{canalisation}}$ = différence de volume de la canalisation en tenant compte de P_m et t_m , calculé Selon (a) en dm^3

(b) Régression linéaire

i) Ligne de tendance

Sur la base des points de mesure, la meilleure droite d'ajustement est déterminée sur la base d'une régression linéaire.

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

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

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

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

Comparaison de la meilleure ligne droit:

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

Dans lequel:

- $\Delta V'$ = approximation théorique du changement de volume total par le meilleur ligne droit approprié, en dm^3
- a = intersection avec l'axe vertical de la droite la mieux ajustée, en dm^3
- b = pente de la droite la mieux ajustée, en dm^3/h
- x_i = mesure allant de 1 à n

ii) Dispersion sur la pente

Écart par rapport aux mesures:

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

Dans lequel:

- dV = écart entre l'approximation théorique du changement de volume total grâce à la ligne droite la mieux ajustée et au changement de volume effectif, en dm^3

Dispersion sur la pente:

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

Dans lequel:

- dV_i = écart entre l'approximation théorique du changement de volume total par la ligne droite la mieux adaptée et le changement de volume effectif lors de la mesure x_i , en dm^3

Compte tenu de la dispersion, la pente devient:

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

Dans lequel:

- σ_b = dispersion sur la pente, en dm^3
- t = le coefficient de «t-Student» à $n-2$ degrés de liberté et à un intervalle de confiance de 85%

(c) Acceptation

Le changement de volume maximal admissible par heure pendant le test d'étanchéité est:

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

Et:

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

Dans lequel:

r = changement de volume maximal admissible par heure, en dm^3/h

Le test d'étanchéité est acceptable si:

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

Vu pour être annexé à l'arrêté ministériel du portant approbation
du Code technique relatif aux mesures de sécurité à prendre lors de la conception et de la
construction des installations de transport par canalisations

La Ministre de l'Energie,



Tinne VAN DER STRAETEN

