



Dit pdf bestand bevat alle beschikbare talen van het opgevraagde document.

Ce fichier pdf reprend toutes langues disponibles du document demandé.

This pdf file contains all available languages of the requested document.

Dieses PDF-Dokument enthält alle vorhandenen Sprachen des angefragten Dokumentes.

COPRO vzw - Onpartijdige instelling voor de controle van bouwproducten
COPRO asbl - Organisme impartial de contrôle de produits pour la construction
COPRO - A not-for-profit impartial product control body for the construction industry

Z.1. Researchpark - Kranenberg 190 - BE-1731 Zellik (Asse)
T +32 (0)2 468 00 95 - info@copro.eu - www.copro.eu

KBC IBAN BE20 4264 0798 0156 - BIC KREDBEBB - BTW/TVA/VAT BE 0424.377.275 - RPR Brussel/RPM Bruxelles/RLP Brussels



**RIOLERINGSPRODUCTEN IN ZWAVELBETON:
Deel 2
GEPREFABRICEERDE BUIZEN EN HULPSTUKKEN VAN
ONGEWAPEND ZWAVELBETON**

© COPRO – Versie 3.0 van 2022-08-04
Goedgekeurd door de Adviesraad zwavelbeton op 2022-08-23
Bekrachtigd door het Bestuursorgaan op 2022-11-25



COPRO vzw - Onpartijdige Instelling voor de Controle van Bouwproducten

Z.1 Researchpark
Kranenberg 190
BE-1731 Zellik (Asse)

T. +32 (2) 468 00 95
info@copro.eu
www.copro.eu

BTW BE 0424.377.275
KBC BE20 4264 0798 0156
RPR Brussel

Inhoud

0	INLEIDING.....	3
1	TOEPASSINGSDOMEIN	3
2	REFERENTIES	4
3	BEGRIPSBEPALINGEN, SYMBOLEN EN AFKORTINGEN	5
3.1	Begripsbepalingen.....	5
3.2	Symbolen en afkortingen	8
4	ALGEMENE VOORSCHRIFTEN	10
4.1	Materialen, voegdingen en moffen	10
4.2	Zwavelbeton	13
4.3	Buizen en hulpstukken	14
5	SPECIALE EISEN	24
5.4	Buizen met inlaat.....	24
6	MEET- EN PROEFMETHODEN VOOR BUIZEN	25
6.1	Algemeen25	
6.2	Voegprofielen	25
6.4	Kruindruksterkte	25
6.5	Overlangse buigsterkte	25
6.6	Waterdichtheid	25
6.7	Wateropslorping	25
6.10	Geometrische kenmerken	25
6.11	Uiterlijk 26	
6.12	Steekmoffen	26
6.14	Chemische weerstand.....	26
6.16	Sleetweerstand (informatief)	26
6.17	Weerstand tegen hoge-druk-reiniging (informatief)	26
6.19	Weerstand tegen wisselende temperaturen (informatief)	26
7	MERKEN	27
BIJLAGE A:	BEPROEVINGSMETHODE VOOR DE VERBRIJZELINGSSTERKTE	28
BIJLAGE C:	BEPROEVINGSMETHODE VOOR DE WATERDICHTHEID	33
BIJLAGE D:	BEPROEVINGSMETHODE VOOR WATEROPSLORPING	40
BIJLAGE F:	BEPROEVINGS- EN BEREKENINGSMETHODEN VOOR VOEGDICHTINGEN.....	42
BIJLAGE G:	BEPROEVINGSMETHODEN VOOR OVERLANGSE BUIGSTERKTE.....	53
BIJLAGE I:	BEPROEVINGSMETHODE OP DE SLEETWEERSTAND (informatief)	56
BIJLAGE J:	STEEKMOFFEN	58
BIJLAGE K:	WEERSTAND TEGEN HOGE-DRUK-REINIGING (informatief)	60
BIJLAGE L:	UITERLIJK - NAZICHT VAN DE TOESTAND VAN DE VERBINDINGEN.....	63
BIJLAGE M:	NAZICHT VAN DE GEOMETRISCHE KENMERKEN.....	64
BIJLAGE O:	WEERSTAND TEGEN WISSELENDE TEMPERATUREN (informatief)	67
BIJLAGE Q:	AANVAARDINGSKEURING VAN EEN PARTIJ BIJ LEVERING	68
BIJLAGE R:	BEPROEVINGSMETHODE VOOR DE BEPALING VAN DE CHEMISCHE WEERSTAND 72	

0 INLEIDING

Dit document werd opgesteld door de Adviesraad Zwavelbeton van COPRO. Dit document heeft tot doel om eisen vast te leggen voor geprefabriceerde buizen en hulpstukken met uitzondering van doorpersbuizen van ongewapend zwavelbeton.

Noot: De structuur en nummering van dit document volgt NBN B 21-106 en NBN EN 1916 'Buizen en hulpstukken van ongewapend beton, van staalvezelbeton en van gewapend beton'.

1 TOEPASSINGSDOMEIN

PTV 823 deel 2 formuleert de specifieke eisen, kenmerken en beproevingsmethoden voor geprefabriceerde buizen en hulpstukken in zwavelbeton en hun respectievelijke verbindingen en aansluitingen voor de afvoer van regenwater, oppervlaktewater en allerlei afvalwaters in vrij verval rioleringen met een mogelijke resulterende pH tussen 1 en 12. Onder afvalwaters verstaan we:

- huishoudelijk afvalwater aanvaardbaar voor lozing in een openbaar rioleringsnet ⁽¹⁾;
- ander afvalwater dat aanvaardbaar is voor lozing in een openbaar rioleringsnet ⁽¹⁾;
- bedrijfsafvalwater dat niet geschikt is voor lozing in een openbaar rioleringsnet ⁽¹⁾;
 - transport van gevaarlijke stoffen dat de sectorale drempelwaarde overschrijdt;
 - transport van afvalwaters met een constante afvoer met een watertemperatuur van:
 - 45 °C voor buizen tot DN 200
 - 35 °C voor buizen > DN 200.
 - transport van afvalwaters met pH < 6.0 en pH > 10.

Hiervoor moet altijd de gebruiksgeschiktheid nagegaan worden.

⁽¹⁾ zie geldende milieuregelgeving

De kenmerken en eisen hebben betrekking op de aangewende grondstoffen en materialen, de productie en de afgewerkte producten. De overige bepalingen betreffen de meet- en proefmethoden om de kenmerken van de elementen te bepalen, de identificatie van de buizen en de keuringen van een levering.

2 REFERENTIES

- NBN B 21-106, Buizen en hulpstukken van ongewapend beton, van staalvezelbeton en van gewapend beton
- EN 450-1, Vliegias voor beton - Deel 1: Definities, specificaties en overeenkomstigheidscriteria
- EN 681-1, Afdichtingen van elastomeer - Materiaaleisen voor afdichtingen van buisverbindingen in water- en afvoertoepassingen - Deel 1: Gevulcaniseerde rubber
- EN 1916, Buizen en hulpstukken van ongewapend beton, van staalvezelbeton en van gewapend beton
- EN 12390-3, Beproeving van verhard beton - Deel 3: Druksterkte van proefstukken
- EN 12620, Toeslagmaterialen voor beton
- EN 12878, Pigmenten voor het kleuren van bouwmaterialen op basis van cement en/of kalk - Specificaties en beproevingsmethoden
- EN 13263-1, Silicafume voor beton - Deel 1: Definities, eisen en overeenkomstigheidscriteria
- EN 14636-1, Kunststofleidingssystemen voor drukloze rioleringen - Polyesterharsbeton - Deel 1: Buizen en hulpstukken met flexibele verbindingen
- ISO 10304-1, Water quality — Determination of dissolved anions by liquid chromatography of ions — Part 1: Determination of bromide, chloride, fluoride, nitrate, nitrite, phosphate and sulfate
- ISO 2866, Sulphur for industrial use - Determination of total carbon content - Titrimetric method
- ISO 3302-1, Rubber - Tolerances for products - Part 1: Dimensional tolerances
- ISO 3425, Sulphur for industrial use - Determination of ash at 850-900 °C and of residue at 200 °C
- ISO 3426, Sulphur for industrial use - Determination of loss in mass at 80 °C
- ISO 3704, Sulphur for industrial use - Determination of acidity - Titrimetric method
- ISO 13263, Thermoplastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage - Thermoplastics fittings - Test method for impact strength
- ISO 12491, Statistische methoden voor de kwaliteitsbewaking van bouwmaterialen en componenten
- PTV 823 deel 1: Geprefabriceerde toegangs- en, verbindingsputten van ongewapend zwavelbeton
- PTV 832-1, Technical prescription for elastomeric seals: part 1: vulcanized rubber

3 BEGRIPSBEPALINGEN, SYMBOLEN EN AFKORTINGEN

3.1 Begripsbepalingen

3.1.7 Ronde buis

Buis waarvan de dwarsdoorsnede in een vlak loodrecht op de lengteas wordt beschreven door twee concentrische cirkels.

3.1.11 Pasbuis/Pendelbuis

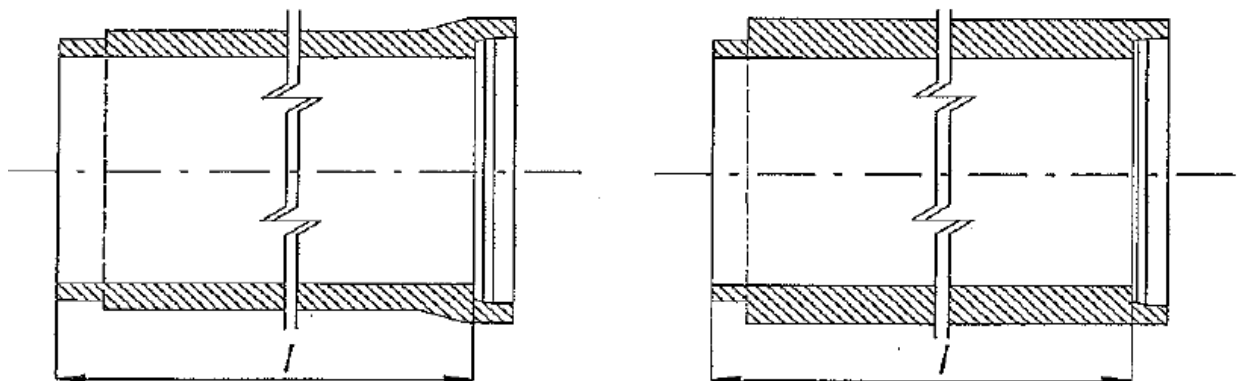
Korte aansluitbuis voorzien van duidelijke mof- of spieuiteinden.

3.1.16 Nominale afmeting

Afgeronde numerieke aanduiding voor de inwendige diameter (DN) van een buis.

3.1.17 Inwendige buislengte

Afstand tussen de inwendige stootrand van de mof en het uiteinde van de spie of de uiterste afstand tussen twee spieuiteinden l . De werkende lengte of nuttige lengte is de inwendige lengte vermeerderd met voegbreedte tussen 2 buizen en is altijd een veelvoud van 100 mm.



Figuur 1 - Inwendige buislengte

3.1.20 Ingewerkte dichting

Dichting die na de stortfase in de fabriek vast aan het element is aangebracht.

3.1.20a Geïntegreerde dichting

Dichting die tijdens het fabricageproces in de mofruimte wordt ingestort.

3.1.21 Sterkteklasse

Minimale verbrijzelingslast van een element in kilonewtons per meter, gedeeld door één duizendste van de nominale maat (DN).

3.1.22 Minimale verbrijzelingslast

Belasting die het element moet kunnen weerstaan.

3.1.23 Uiterste breuklast

Maximale belasting die gedurende de verbrijzelingsproef met de beproevingsinstallatie wordt bereikt (d.w.z. als de meetapparatuur geen verdere toename aangeeft).

3.1.26 Karakteristieke waarde

De waarde van een eigenschap, waarbuiten, bij een betrouwbaarheidsniveau van 75 % (aanbevolen in ISO 12491), 5 % van de populatie van alle mogelijke meetwaarden van het voorgeschreven materiaal valt.

3.1.40 Buis van ongewapend zwavelbeton

Buis van zwavelbeton die niet voorzien is van een versterking met (staal)vezels of van een wapening van betonstaal.

3.1.48 Fabricagemaat

Afmeting van een buis, of van een voorziening ervan, die door de producent wordt nagestreefd en overeenstemt met de maatgegevens in de fabrieksdocumenten.

3.1.54 Mof- spieverbinding met glijdichting

Waterdichte verbinding tussen 2 elementen door middel van een dichting in de voeg tussen mof en spie, waarbij deze voegdichting zich niet verplaatst bij het ineenvoegen van de elementen.

3.1.55 Zwavelbeton

Materiaal dat wordt gevormd door het mengen van zwavel, grof en fijn granulaat en modificeerder, met of zonder toevoegsels en verwerkt boven de smelttemperatuur van zwavel (± 120 °C), en dat zijn eigenschappen ontwikkelt tijdens de afkoeling van dit mengsel.

3.1.56 Ronde buis met bovenzvlak

Buis waarvan de dwarsdoorsnede in een vlak loodrecht op de lengteas wordt beschreven door een omgekeerde hoefijzerboog aan de buitenzijde en een cirkel aan de binnenzijde.

3.1.57 Ronde buis met vlakke voet

Buis waarvan de dwarsdoorsnede in een vlak loodrecht op de lengteas wordt beschreven door een hoefijzerboog, waarvan de basis vlak is, aan de buitenzijde en een cirkel aan de binnenzijde.

3.1.58 Tonvormige buis

Buis waarvan de dwarsdoorsnede in een vlak loodrecht op de lengteas wordt beschreven door een tonvorm aan de buitenzijde en een cirkel aan de binnenzijde.

3.1.60 Steekmof

Koppelstuk om 2 zwavelbetonbuizen onder beperkte hoekverdraaiing waterdicht met elkaar te verbinden.

3.1.61 Overschuifmof

Steekmof zonder stootrand.

3.1.62 Buis met inlaat

Buis met 1 inlaatopening die tijdens de vervaardiging van de buis is gevormd, of na vervaardiging van de buis in de fabriek geboord wordt.

3.1.63 Inlaatconstructies

Het geheel van een buis met inlaat, dichtingen, een eventuele indrukmof en de aan te sluiten buis. Het type en de afmetingen van de inlaatconstructies moeten vooraf door de producent met de afnemer zijn overeengekomen.

3.2 Symbolen en afkortingen

Tabel 1 - Symbolen en afkortingen

Symbolen	Betekenis	Eenheid
a_s	Afstand waar de extra belasting R_s verticaal wordt toegepast	m
A_w	Wateropsloping	%
A_{wh}	Wateropsloping, hydrostatisch bepaald	%
C_1	Afstand tussen de dichting en de puntlast F_Z	m
C_2	Afstand tussen rechter steunpunt en aangrijpingspunt F_E	m
DN	Nominale diameter	mm
DN_{max}	Maximale opening van de buis	mm
DN_{min}	Minimale opening van de buis	mm
$d_{i,mw}$	Fabricagemaat van de nominale binnendiameter (DN_{max}) tot de ligging van de glijdichting op de spie	mm
$d_{so = du}$	Inwendige diameter van de mof ter plaatse van de dichting	mm
d_{sos}	Nominale inwendige diameter in de mof ter plaatse van de mechanisch beperking op de samendrukking van de rubber (is d_{so} , als deze mechanische beperking niet bestaat)	mm
d_{sp}	Uitwendige diameter van de spie ter plaatse van de dichting	mm
d_{sps}	Nominale uitwendige diameter op de spie ter plaatse van de mechanisch beperking op de samendrukking van de rubber (is d_{sp} , als deze mechanische beperking niet bestaat)	mm
F_a	Effectieve beproevingsresultaat	kN/m
F	Gemeten samendrukkingskracht	N
F_E	Nominaal eigen gewicht van de overkraging	kN
F_n	Minimale verbrijzelingslast	kN/m
F_R	Nominaal gewicht van de buis (bepaald door berekening - het volume en de dichtheid)	kN
F_s	Dwarskracht	kN
F_u	Uiterste breuklast	kN/m
F_v	Minimale verbrijzelingslast	kN
F_w	Het gewicht van het water in de buis	kN
F_Z	Puntlast	kN
f_{bt}	Buigtreksterkte in zwavelbeton	N/mm ²
f_{ck}	Karakteristieke druksterkte	N/mm ²
f_{des}	Buigtreksterkte (ontwerpwaarde)	N/mm ²
k_1	Aantal niet-overeenkomstige resultaten in het eerste monster bij een attributenkeuring met dubbel bemonsteringsschema	
k_2	Totaal aantal niet-overeenkomstige resultaten in het eerste en het tweede monster bij een attributenkeuring met dubbel bemonsteringsschema	
l	Inwendige lengte	m

l _r	Lengte van de stalen regel voor het nazicht van de evenwijdigheid tussen het ondervlak en het bovenzvlak of de bovenrand van elementen	mm
m ₁	Massa van het proefstuk voor de behandeling, bepaling chemische weerstand	kg
m ₂	Massa van het proefstuk na behandeling, bepaling chemische weerstand	kg
m _w	Massa van het ondergedompelde proefstuk (wet)	kg
m _d	Massa van het droge proefstuk (dry)	kg
m _{st}	Massa onder water van het weeghulpstuk	kg
m _{v0}	Massa onder water van het droge proefstuk	kg
m _{vx}	Massa onder water van het verzadigde proefstuk	kg
P	Gemeten verbrijzelingslast	kN
P*	Effectief eigen gewicht van de drukbalken	kN
R _s	Extra belasting vereist is om een reactie gelijk aan de afschuifkracht te ontwikkelen	kN
R _a	Oppervlakteruwheid	mm
r _m	Gemiddelde straal van het element	mm
S _s	Afstand tussen de dichting en de het rechter steunpunt	m
t	Ontworpen wanddikte	mm
w	Wijdte speling mof-spie	mm
WN	Nominale lengte of breedte	mm
t _{act}	Gemiddeld gemeten wanddikte van het element in het contactpunt met de enkelvoudige drukbalk	mm
t _{min}	Minimaal toegelaten wanddikte van het element in het contactpunt met de enkelvoudige drukbalk	mm
v ₁ , v ₂	Verticale afstanden tussen de stalen regel en het steunvlak waarmee de evenwijdigheid tussen het ondervlak en het bovenzvlak of de bovenrand van elementen wordt nagezien	mm
W _w	Het gewicht van 1 buiselement gevuld met water	kN
w	Speling tussen mof en spie	mm
x	Gemeten waarde	
\bar{x}	Rekenkundig gemiddelde van het monster	
XX _{zuur}	Verlies aan zuuroplosbare materie bij bepaling van chemische weerstand	%
XX _{base}	Verlies aan alkali-oplosbare materie bij bepaling van chemische weerstand	%
σ	Standaardafwijking	

4 ALGEMENE VOORSCHRIFTEN

4.1 Materialen, voegdichtingen en moffen

4.1.1 Grondstoffen en toebehoren van zwavelbeton

De grondstoffen voor de buizen en hulpstukken zijn granulaten, zwavel, vulstoffen en modificeerder.

4.1.1.1 **Zwavel**

De zwavel is bewerkt als grondstof zodanig dat hij voldoet aan Tabel 2.

Tabel 2 - Karakteristieken en analysemethoden grondstof zwavel

Nr.	Eigenschap	Max/min.	Typische waarde
1.	Elementaire zwavel (S)	99.9 w % min	99.94 w %
2.	As	0.03 w % max	0.004 w %
3.	Organisch bestanddeel (als koolstof)	0.02 w % max	0.009 w %
4.	Zuur (als H ₂ SO ₄)	0.01 w % max	0.001 w %
5.	Vochtgehalte	0.5 w % max	-
6.	Kleur	Lichtgeel	-

Nr. Analyses

1. Theoretisch: Zuiverheid
= 100 w % - [(waarden nr.2 + nr.3 + nr.4) x (100 / (100 - waarde nr.5))]
2. ISO 3425
3. ISO 2866
4. ISO 3704 of ISO 10304-1
5. ISO 3426
6. Visueel

4.1.1.2 **Granulaten**

Fijne en grove granulaten en vulstoffen moeten droog en zuiver zijn en mogen geen stoffen bevatten die de gebruiksgeschiktheid, onder anderen zuurbestandheid, van het product in gevaar brengen. De granulaten zijn in overeenstemming met NBN EN 12620 met dien verstande dat het de producent toegestaan is de standaard korrelverdeling aan te passen aan de vereisten van het productieproces van de buizen en hulpstukken.

4.1.1.4 **Modificeerder**

De modificeerder zorgt voor een duurzame en stabiele verbinding tussen de zwavel- en/of siliciumelementen. De modificeerders mogen de duurzaamheid of de gebruiksgeschiktheid van het product niet in gevaar brengen of corrosie van staal veroorzaken.

4.1.1.5 **Toevoegsels**

Toevoegsels zijn een fijn verdeeld materiaal gebruikt met de bedoeling bepaalde eigenschappen van zwavelbeton te verbeteren of speciale eigenschappen te bereiken.

De gebruiksgeschiktheid van alle toevoegsels wordt bewezen door de producent.

- vulstoffen die voldoen aan NBN EN 12620;
- pigmenten die voldoen aan NBN EN 12878;
- vliegashoudend dat voldoet aan NBN EN 450-1;
- silica fume dat voldoet aan NBN EN 13263-1.

4.1.1.8 **Toebehoren**

Toebehoren, inzonderheid hijstoebehoren, die worden ingestort of in de fabriek worden verankerd in de zwavelbeton, zijn in overeenstemming met een Belgische norm (NBN), Technische Goedkeuring (ATG), Typevoorschrift of een daarmee gelijkwaardige technische specificatie, als voorhanden.

Niet in de zwavelbeton geïntegreerde toebehoren die essentieel zijn voor de gebruiksgeschiktheid van de buis en die al dan niet een geheel vormen met in de zwavelbeton geïntegreerde toebehoren worden meegeleverd met het element en zijn eveneens in overeenstemming met een Belgische norm (NBN), Technische Goedkeuring (ATG), Typevoorschrift of een daarmee gelijkwaardige technische specificatie, als voorhanden.

Als een dergelijke technische specificatie niet bestaat, wordt de gebruiksgeschiktheid van de toebehoren aangetoond door de producent.

4.1.2 Voegdichtingen

De voegdichtingen van elastomeer zijn volgens volgende bepalingen:

- Voor afdichtingen die niet in contact komen met het warme zwavelbeton: PTV 832-1, inclusief artikel 3.4.16 - Chemische bestendigheid. De afdichtingen moeten dus volgens artikel 3.5.1 van PTV 832-1 met "C" geïdentificeerd zijn.
- Voor afdichtingen die wel in contact komen met het warme zwavelbeton: PTV 832-1, inclusief artikels 3.4.16 - Chemische bestendigheid en 3.4.17 - Bestandheid tegen hoge temperatuur. De afdichtingen moeten dus volgens artikel 3.5.1 van PTV 832-1 geïdentificeerd worden met "C" en "HT - temperatuur - tijd" waarbij de temperatuur en de tijd geschikt moeten zijn voor de specifieke productie-parameters van het zwavelbeton.

Rolringen mogen niet worden toegepast.

De voegdichtingssystemen voor horizontaal aan te sluiten buisleidingen voldoen aan de normen van de aangesloten buisleidingen (zie ook 4.3.4 Duurzaamheid van voegverbindingen).

Bovendien wordt altijd de gebruiksgeschiktheid van het type dichting nagegaan (zie §1 Toepassingsdomein).

In het voorkomend geval wordt het bij de afdichtingsmaterialen behorend glijmiddel eveneens geleverd door de producent van de buizen.

4.1.3 Polypropyleen steekmof of overschuifmof

Polypropyleen moffen moeten in overeenstemming zijn met de materiaalvereisten genoemd in tabel 3 wanneer ze getest worden volgens Bijlage J.1.1. of de prestatie-eisen van 4.1.3.1

Tabel 3 - Materiaalvereisten voor polypropyleen steekmoffen

Proef	Eenheid	Eis	Paragraaf in PTV 823
Smeltindex	-	$\leq 1.5 \times$ nominale waarde	Bijlage J 1.1.1
Treksterkte	N/mm ²	≥ 18	Bijlage J 1.1.2
Rek bij breuk	%	≥ 200	Bijlage J 1.1.2
Verhoogde temperatuur	-	geen beschadiging	Bijlage J 1.1.3
Slagvastheidsproef bij 0 °C	-	geen beschadiging	ISO 13263 Bijlage J 1.1.4

4.1.3.1 Prestatie eisen

De polypropyleen steekmoffen moeten weerstaan aan ofwel:

- a) Een constante inwendige waterdruk van 100 kPa gedurende minimaal 1 minuut zonder zichtbare lekkage; ofwel
- b) Een constante inwendige luchtdruk van 50 kPa gedurende minimaal 1 minuut tijdens onderdompeling in water zonder zichtbare lekkage,

wanneer de tests worden uitgevoerd volgens Bijlage J.1.2. of Bijlage C.5.4, C.5.5 en C.5.7

4.2 Zwavelbeton

4.2.1 Bestanddelen van zwavelbeton

Alleen materialen die zijn beschreven in 4.1.1. Grondstoffen en toebehoren voor zwavelbeton worden gebruikt.

De grootste nominale korrelafmeting van de granulaten (D_{max}) houdt rekening met de kleinste wanddikte van de vervaardigde buizen.

4.2.3 Zwavelbetonkwaliteit

Het zwavelbeton is in elk onderdeel dicht en homogeen.

4.2.4 Zwavelgehalte

Het minimum zwavelgehalte mag niet minder dan 9 gewichts % bedragen.

4.2.5 Wateropslorping

De wateropslorping van zwavelbeton wordt gecontroleerd volgens Bijlage D: Beproevingmethode voor wateropslorping.

De maximale waarde A_w , A_{wh} bedraagt 0.5 %.

4.3 Buizen en hulpstukken

4.3.1 Algemeen

Alle buizen en hulpstukken moeten voldoen aan de volgende eisen op het moment van levering.

4.3.2 Uiterlijk

Het buitenoppervlak van de geprofileerde aansluitingen moeten vrij zijn van onregelmatigheden die de duurzaamheid van de waterdichte verbinding kunnen in gevaar brengen. De producten mogen geen zichtbare scheuren (ook geen haarscheuren), noch craquelé vertonen.

4.3.2.1 ***Toestand van oppervlakken en randen***

Het oppervlak van de ongewapende elementen vertoont geen oppervlaktegebreken die ten minste een van de volgende maxima overschrijden:

- een diepte van 20 mm;
- een volume van 5 cm³;
het volume wordt conventioneel bepaald als het product van de maximale diepte en de oppervlakte van de kleinste omschreven rechthoek van het gebrek.

De randen van de aansluitvoorzieningen van elementen vertonen per vrij uiteinde van de verbinding geen afbrokkelingen waarvan de op de buitenomtrek gemeten individuele lengte meer bedraagt dan 100 mm of de gecumuleerde lengte meer bedraagt dan 30 % van de fabricagemaat van de kleinste binnenafmeting.

De toestand van de oppervlakken en van de verbindingen wordt nagegaan volgens de bepalingen in de Bijlage L: Uiterlijk - nazicht van de toestand van de oppervlakken en van de verbindingen.

De gebruiksgeschiktheid en de hydraulische capaciteit mag nooit nadelig beïnvloed worden.

4.3.2.2 ***Afwerking en herstelling***

Het afwerken van de elementen is toegelaten voor gebreken die de functionaliteit en de duurzaamheid niet in gevaar brengen.

4.3.3 Geometrische kenmerken

4.3.3.1 **Inwendige buislengte**

De inwendige buislengte moet voldoen aan de waarde vermeld in de fabrieksdocumenten.

De inwendige buislengte met cirkelvormige inwendige doorsnede tot en met DN 250 bedraagt niet meer dan zes keer hun uitwendige diameter, tenzij de buis voldoet aan de eisen van 4.3.6.

De toegelaten afwijking van de werkelijke inwendige buislengte ten opzichte van de fabricagemaat is $\pm 0,01 l$ met een minimum van 10 mm; met l de fabricagemaat van de inwendige buislengte. De toegelaten afwijking wordt afgerond op 1 mm.

4.3.3.2 **Maatafwijkingen van voegverbindingen**

Het profiel van een dichting moet voldoen aan de overeenkomstige ontwerpafmetingen en de maximale toegelaten toleranties vermeld in de fabrieksdocumenten. Elke andere tolerantie die invloed heeft op de goede werking van de dichting is daarbij relevant. De dichtingen voldoen aan NBN EN 681-1 en PTV 832-1.

4.3.3.4 **Geometrische kenmerken van de dwarsdoorsnede**

4.3.3.4.1 Algemeen

De geometrische kenmerken van de dwarsdoorsnede zijn in overeenstemming met de fabrieksdocumenten en met de bepalingen van 4.3.3.4.2 tot en met 4.3.3.4.4.

4.3.3.4.2 Binnenmaten

De toegelaten afwijking op de fabricagemaat van de binnendiameter d bedraagt $\pm (0,01 d + 2\text{mm})$.

4.3.3.4.3 Breedte van het legvlak van een tonvormige buis of ronde buis met vlakke voet.

De breedte van het legvlak is niet kleiner dan $0,80 d$.

4.3.3.4.4 Wanddikte

De toegelaten afwijking in min van de wanddikte t (zie 3.2) ten opzichte van de fabricagemaat is $(2 + 0,03 t)$ mm afgerond op 1 mm.

4.3.3.4.5 Haaksheid

De toegelaten afwijkingen van de op de diameter betrokken haaksheid van de uiteinden zijn in overeenstemming met tabel 4.

Tabel 4 - Toegelaten afwijkingen van de haaksheid

DN	Tolerantie evenwijdigheid kopse vlakken
150 - 250	3 mm
300 - 400	4 mm
500	5 mm
600 - 700	6 mm
800	7 mm
900	7 mm
1000	8 mm

4.3.3.5 Rechtheid

De toegelaten afwijking van de rechtheid van een inwendig buisoppervlak is $0,005l$ met een maximum van 5 mm, afgerond op 1 mm, met l de fabricagemaat van de inwendige buis lengte.

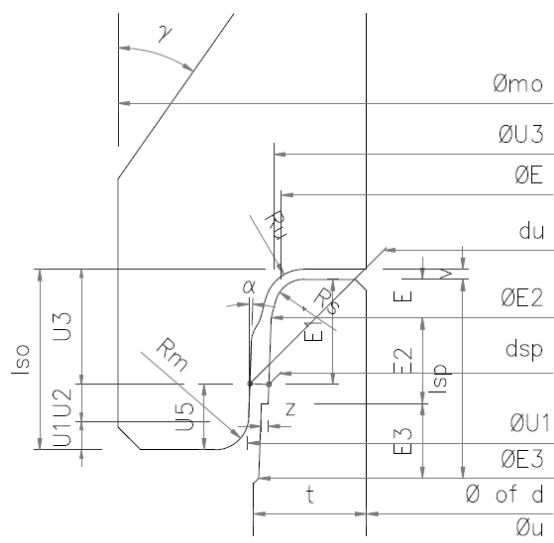
4.3.3.6 Andere relevante nominale afmetingen**Tabel 5 - Andere nominale afmetingen**

DN	Min. spiedikte	Min. mofdikte
150	25 mm	35 mm
200	25 mm	40 mm
250	30 mm	45 mm
300	30 mm	50 mm
400	35 mm	55 mm
500	40 mm	60 mm
600	50 mm	70 mm
700	55 mm	80 mm
800	60 mm	85 mm
900	70 mm	95 mm
1000	70 mm	100 mm

4.3.3.7 Maatafwijkingen van voegprofielen: Mof- spieverbinding met glijdichting

Het profiel van een dichting moet voldoen aan de overeenkomstige ontwerpafmetingen en toleranties vermeld in de fabrieksdocumenten. Zie figuur 2. Elke andere tolerantie die invloed heeft op de goede werking van de dichting is daarbij relevant.

De dichting wordt geplaatst op de spie om een waterdichte verbinding tussen de verschillende buizen en putten te waarborgen. De maatkenmerken van deze profileringen zijn in het voorkomend geval verenigbaar met de gebruikte voegdichtingen.



Figuur 2 - Voorbeeld afmetingen mof-spie-verbinding met glijdichting

Tabel 6 -Toleranties speling mof-spie w

Speling w ^b (mm)	Tolerantie (mm)
8	± 1.3
10	± 1.6
12	± 1.9
14	± 2.2
16	± 2.5
18	± 2.8
20	± 3.1
22	± 3.4
24	± 3.7
26	± 4.0

^b $w = \frac{d_{so} - d_{sp}}{2}$, waarbij d_{so} en d_{sp} gemiddelde waarden zijn

4.3.4 Duurzaamheid van de voegverbindingen

Duurzaamheid van de voegverbindingen tussen buizen in zwavelbeton onderling en/of putelementen en/of zwavelbeton-vreemde buizen. In figuur 3 wordt een voorbeeld gegeven van een mof- spieverbinding met geïntegreerde dichting en in figuur 4 met steekmof.

4.3.4.1 Algemeen

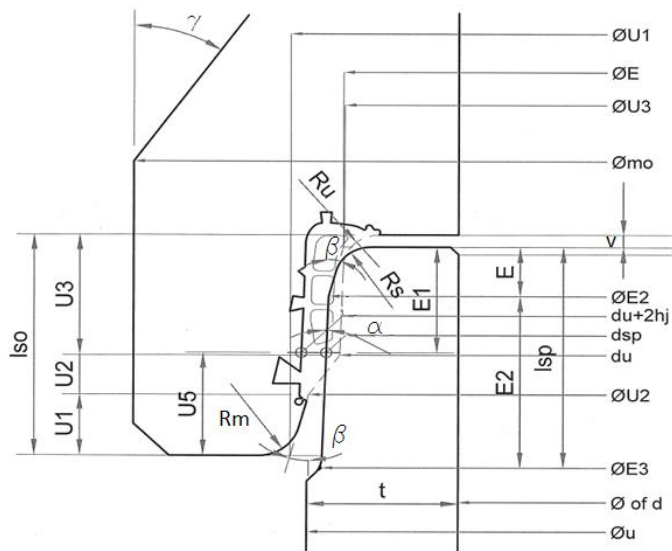
Een voegverbinding omvat:

+ een spie en een mof, al dan niet verjongd en een dichting of
 + een steekmof of overschuifmof, twee spie-uiteinden en 2 dichtingen
 zoals beschreven in de fabrieksdOCUMENTEN. De verbinding is waterdicht
 volgens 4.3.7 rekening houdend met de meest ongunstige combinatie van
 toleranties.

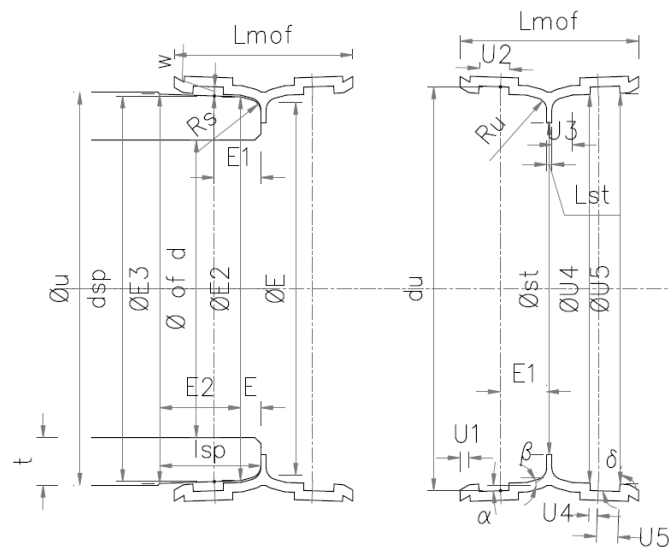
Een voegverbinding moet de krachten, veroorzaakt door de samendrukking van
 de dichting(en) na montage, kunnen doorstaan en voldoen aan een interne
 hydrostatische druk volgens C.5.

Inlaatopeningen worden voorzien van dichtingen die aan de voorschriften van
 de aan te sluiten indrukmof voldoen.

De toleranties op de speling tussen mof en spie zijn volgens tabel 6 in het geval
 van glijdichtingen en de afmetingen van de verbindingen met in de mof
 geïntegreerde dichtingen zijn volgens tabel 7.



Figuur 3 - Voorbeeld afmetingen mof-spie-verbinding met geïntegreerde dichting



Figuur 4 - Voorbeeld afmetingen mof-spie-verbinding met steekmof

Tabel 7 - Afmetingen van verbindingen met in de mof geïntegreerde dichtingen
(afmetingen in mm)

Nominale maat DN	Aanbevolen spiediameter ^a d_{sp}	Aanbevolen min. nom. mofspeling ^b w	Aanbevolen afstand spieuiteinde tot afdichtingspunt l_s	Min. mofdiepte ^c l_{so}
150	206	7.8 ± 1.2	28	60
200	264	7.8 ± 1.2	28	60
250	324	7.8 ± 1.2	39	80
300 (D)	386	7.8 ± 1.2	39	80
300 (F)	373.6	7.8 ± 1.2	39	80
400 (D)	496	9.1 ± 1.4	43	80
400 (F)	468.4	9.1 ± 1.4	43	80
500 (D)	610	9.1 ± 1.4	43	90
500 (F)	603	9.1 ± 1.4	43	90
600 (D)	726	9.1 ± 1.4	43	90
600 (F)	713	9.1 ± 1.4	43	90
700	844	11.7 ± 1.8	47	90
800 (D)	962	11.7 ± 1.8	47	90
800 (F)	934.6	11.7 ± 1.8	47	90
900 (D)	1080	11.7 ± 1.8	47	100
900 ^d	1046.6	11.7 ± 1.8	47	100
1000 (D)	1198	11.7 ± 1.8	47	100
1000 (F)	1167.6	11.7 ± 1.8	47	100
1000 ^d	1152.9	11.7 ± 1.8	47	100

^a De toleranties zijn afgeleid van de overeenkomstige afmetingen van de mofbinnendiameter en de afmetingen en toleranties van de mofspeling w ;

^b $w = \frac{d_{so} - d_{sp}}{2}$, waarbij d_{so} en d_{sp} gemiddelde waarden zijn;

^c De lengte van de spie l_{sp} moet minstens 5 mm langer zijn dan de mofdiepte;

^d Afwijkende spiediameter.

4.3.4.2 **Duurzaamheid**

Het nazicht van de duurzaamheid van de voegverbindingen van de elementen gebeurt in overeenstemming met de methode 1 of 2 naar keuze van de producent, rekening houdend met een combinatie van de meest ongunstige toegestane toleranties op mof en spie.

Methode 1:

De minimale contactbreedte b_t waarbij de dichting doeltreffend is in een voegverbinding, de gemiddelde druk f in elke zone van de dichting die bijdraagt aan afdichtende functie en de maximale vervorming δ_{max} worden overeenkomstig Bijlage F geëvalueerd. De zone van de dichting die bijdraagt tot de afdichtende functie wordt vastgelegd in de fabrieksdocumenten.

Methode 2:

- a) De maximale vervorming δ_{max} van de dichting in een voegverbinding zal voldoen aan Bijlage F. De zone van de dichting die bijdraagt tot de afdichtende functie wordt vastgelegd in de fabrieksdocumenten.
- b) De controletest op de waterdichtheid is volgens C.5.4.

Nota: De aandacht wordt erop gevestigd dat de methoden 1 en 2 volgens PTV 823, § 4.3.4.2 evenwaardig zijn. De typeproeven en fabriekscontrole zijn evenwel afhankelijk van de door de producent gekozen methode. Dit laatste kan dus niet door de koper opgelegd worden.

4.3.4.3 **Beperkende criteria**

Methode 1:

Bij een buisverbinding, conform de oppervlaktetoestandseisen onder 4.3.2, moet de effectieve afdichtingsbreedte b_t ten minste 50 % van de nominale voegspeling bedragen en mag de gemiddelde druk f in elke betrokken zone van de voegafdichting niet minder dan 0,15 MPa (N/mm²) zijn. Voor geïntegreerde afdichtingen, gegoten in het zwavelbeton, zal de effectieve breedte en gemiddelde druk ten opzichte van de tegenoverliggende oppervlak worden geëvalueerd, maar voor alle andere dichtingen zullen beide oppervlakken worden beschouwd. De desbetreffende testmethode beschreven in A.2 is van toepassing.

Nota 1: De nominale voegspeling is de helft van het verschil tussen de nominale binnendiameter van de mof d_{so} en de nominale buitendiameter van de spie d_{sp} op de plaats waar de dichting effectief plaats vindt.

Nota 2: Een voegverbinding moet waterdicht blijven gedurende zijn hele levensduur. Een belangrijke factor om dat te bereiken is om de fysieke eigenschappen van de gebruikte dichting op of boven een aanvaardbaar niveau te houden. Vooral de spanningsrelaxatie van de rubber veroorzaakt in de tijd een spanningsafname in de dichting. Die wordt veroorzaakt door de constante druk op diezelfde dichting. Daarom zijn de beperkingscriteria verstrengd om blijvende prestaties gedurende de hele levensduur van de verbinding te garanderen. Bovendien is de samendrukking van dichtingen beperkt tot 50 % van hun oorspronkelijke dikte, ongeacht de toepassing van mechanische middelen voor het beperken van deze vervorming.

Als de buizen verschillende nominale maten hebben, maar identieke dichtingsprofielen, zal een test volgens F.2 op de grootste maat aanvaard worden als representatief voor alle andere afmetingen. Als alternatief voor het testen van een deel van de voegdichting, en naar keuze van de buizenproducent, is het toegestaan de bovenstaande beperkende criteria van de dichting te berekenen in een buisverbinding volgens F.3, mits er aan de volgende voorwaarden is voldaan:

- de dichting heeft een kringvormige doorsnede;
- de afdichting heeft geen ingesloten holtes (althans niet in de afdichtende zone);
- de dichting wordt gebruikt in een voeg voorzien van mechanische middelen om de samendrukking van de dichting tot maximale 50 % van zijn oorspronkelijke dikte te beperken.

Methode 2:

Bij een geprofileerde buisverbinding die voldoet aan de oppervlaktetoestandseisen onder 4.3.2, wordt de maximale samendrukking δ_{max} van de dichting, geëvalueerd conform Bijlage F, beperkt tot 50 % van zijn nominale dikte h_j .

4.3.5 Kruindruksterkte

Een buis, beproefd conform 6.4, moet de minimale verbrijzelingslast F_n , overeenkomstig zijn nominale maat en sterkteklasse doorstaan.

De sterkteklassen, uitgedrukt op 5 eenheden nauwkeurig, en de bijbehorende minimale verbrijzelingssterkten van de elementen worden aangegeven in de fabrieksdOCUMENTEN met inachtneming van de hiernavolgende bepalingen.

De standaard sterkteklassen en de daarmee overeenstemmende minimale verbrijzelingslasten van buizen met een inwendig cirkelvormige doorsnede van ongewapend zwavelbeton zijn aangegeven in tabel 8.

Tabel 8 - Minimale kruindruksterkte voor buizen in ongewapende zwavelbeton

DN	Sterkteklasse	F_n
150	160	24 kN/m
200	160	32 kN/m
250	160	40 kN/m
300	160	48 kN/m
400	160	64 kN/m
500	160	80 kN/m
600	135	81 kN/m
700	115	81 kN/m
800	100	80 kN/m
900	90	81 kN/m
1000	90	90 kN/m

4.3.6 Overlangse buigsterkte

4.3.6.1 **Algemeen**

De overlangse buigsterkte van een inwendig ronde buis tot en met DN 250 en met inwendige lengte van meer dan zesmaal de uitwendige diameter moet worden beproefd overeenkomstig 6.5.

4.3.6.2 **Belastingseisen**

De overlangse buigsterkte van een buis mag niet minder zijn dan die gegeven door de volgende formule wanneer die wordt getest volgens 4.3.6.1:

$$M = C \times DN \times l^2$$

waarin

M de overlangse buigsterkte is, in kilonewtonmeter;

C een constante is gelijk aan 0.013 kilonewton per meter;

DN de nominale maat is;

l de inwendige lengte is, in meter.

4.3.7 Waterdichtheid

Bij het testen in overeenstemming met 6.6 mag geen enkele buis of buisverbinding lekken of andere zichtbare gebreken vertonen gedurende de testperiode. Buizen met een ontwerp wanddikte van meer dan 100 mm worden niet onderworpen aan de hydrostatische test.

- Als hetzelfde ontwerp van dichting wordt gebruikt op zowel de buizen als op de hulpstukken, is het naar keuze van de producent toegestaan om de testen op hoekverdraaiing en dwarskracht (apart of gecombineerd) uitsluitend op buizen uit te voeren.

Louter informatief en gebruik voor interne zelfcontrole:

- De producent kan alle buizen met een ontwerp wanddikte ≤ 100 mm beproeven in een "kortproefinstallatie" met een wateroverdruk van 100 kPa of een over- of onderdruk van 20 kPa conform DIN V 1201.

NOOT - Na de waterdichtheidsproef enkel vochtige vlekken op het oppervlak of druppelvorming zijn toegelaten. Druppelende lekken of een bewegend waterspoor op het oppervlak zijn niet toegelaten.

4.3.8 Gebruiksgeschiktheid en chemische weerstand

Voor toepassingen waarbij de gebruiksgeschiktheid moet nagegaan worden volgens §1 moet de chemische weerstand worden nagegaan volgens Bijlage R: Beproevingmethode voor de bepaling van de chemische weerstand.

NOOT - Onder normale gebruiksomstandigheden worden zwavelbeton buizen beschouwd als bestand tegen chemische aantasting en verwacht typische waarden van materiaalverlies tussen 0,1 % en 0,25 % te vertonen.

4.3.9 Duurzaamheid

De duurzaamheid van de aangebrachte elementen en hun voegen worden in het bijzonder door volgende eisen verzekerd:

- Een minimale druksterkte als periodieke beproeving van de sterkte van de elementen niet wordt voorgeschreven (zie 4.2.2 Sterkte van zwavelbeton);
- Een maximale wateropsorping van het zwavelbeton (zie 4.2.5 Wateropsorping);
- Voldoen aan de eisen voor het aantonen van de duurzaamheid van de voegen tussen verticale elementen en aansluitende leidingen en de juiste materiaalkeuze voor deze dichtingen (zie 4.3.4 Duurzaamheid van voegverbindingen);
- Het ontbreken van scheuren allerhande of craquelé (zie 4.3.2.1 Toestand van oppervlakken en randen); chemische weerstand (zie 4.3.8 Gebruiksgeschiktheid en chemische weerstand).

4.3.11 Sleetweerstand

Wanneer de producent de sleetweerstand wil te verklaren moet de beproeving gebeuren volgens Bijlage I.

4.3.12 Weerstand tegen hoge-druk-reiniging

Wanneer de producent de weerstand tegen hoge-druk-reiniging wil verklaren moet de beproeving gebeuren volgens Bijlage K.

4.3.14 Weerstand tegen temperatuursinvloeden

Buizen zijn geschikt voor constante afvoer met een watertemperatuur van:

- o 45 °C voor buizen tot DN 200
- o 35 °C voor buizen > DN 200.

Wanneer de weerstand tegen piektemperaturen verklaard wordt door de producent moet die bepaald worden volgens Bijlage O.

5 SPECIALE EISEN

5.4 Buizen met inlaat

Het ontwerp van de profilering en de dichting om waterdicht aan te sluiten op een buis met inlaat zal overeenkomen met 4.3.7. Een inlaat door middel van boring moet vrij zijn van bramen.

De indrukmoffen voor openingen vervaardigd in de fabriek moeten meegeleverd worden en voldoen aan NBN T 42-605.

6 MEET- EN PROEFMETHODEN VOOR BUIZEN

6.1 Algemeen

De voorschriften van 6.2 t.e.m. 6.8 zijn van toepassing op alle buizen. Controle op druksterkte gebeurt op getnomen proefstukken of gevormde proefstukken na uitvoering van de nodige correlatieproeven.

6.2 Voegprofielen

Alle kritische afmetingen van de geprofileerde dichting met zijn respectievelijke toleranties en de toegepaste beproevingsmethoden worden geëvalueerd conform de fabrieksdocumenten.

6.4 Kruindruksterkte

De verbrijzelingssterkte wordt bepaald volgens de desbetreffende methode gespecificeerd in Bijlage A.

6.5 Overlangse buigsterkte

Overlangse buigsterkte wordt bepaald volgens een van de methoden in Bijlage G, de methode is naar keuze van de producent.

6.6 Waterdichtheid

Waterdichtheid van individuele elementen, en van afzonderlijke voegverbindingen, worden vastgesteld in overeenstemming met de methoden vermeld in Bijlage C: Beproevingmethode voor de waterdichtheid.

6.7 Wateropslorping

Wateropslorping wordt bepaald volgens de methode beschreven in Bijlage D: Beproevingmethode voor wateropslorping.

6.10 Geometrische kenmerken

Het nazicht van de geometrische kenmerken gebeurt volgens de bepalingen van de Bijlage M: Nazicht van de geometrische kenmerken van buizen.

6.11 Uiterlijk

Het uiterlijk wordt met het blote oog nagegaan.

De toestand van de oppervlakken en van de randen wordt nagegaan volgens de bepalingen van de Bijlage L: Uiterlijk - Nazicht van de toestand van de oppervlakken en van de verbindingen.

6.12 Steekmoffen

De materiaal eisen en geometrische kenmerken van de steekmoffen en overschuifmoffen worden nagegaan volgens de bepalingen van de Bijlage J.

6.14 Chemische weerstand

De weerstand tegen chemische aantasting wordt volgens de methode die is aangegeven in Bijlage R: Beproevingmethode voor de bepaling van de chemische weerstand, vastgesteld.

6.16 Sleetweerstand (informatief)

De sleetweerstand wordt volgens de methode die is aangegeven in Bijlage I vastgesteld.

6.17 Weerstand tegen hoge-druk-reiniging (informatief)

De weerstand tegen hoge-druk-reiniging wordt volgens de methode die is aangegeven in Bijlage K vastgesteld.

6.19 Weerstand tegen wisselende temperaturen (informatief)

De weerstand tegen wisselende temperaturen wordt volgens de methode die is aangegeven in Bijlage O vastgesteld.

7 MERKEN

Elk element of, als dat niet praktisch is, elke verpakking met elementen wordt onuitwisbaar en duidelijk zichtbaar gemerkt. De identificatie van de elementen is zodanig aangebracht dat geen twijfel mogelijk is.

De merken bevatten tenminste de volgende informatie:

- a) Naam van de producent, handelsmerk of identificatienummer en plaats van productie;
- b) PTV 823 Deel 2;
- c) De datum van fabricage;
- d) Identificatie van materiaal van het element;
- e) Sterkteklasse;
- f) Identificatie van gebruiksomstandigheden als die anders dan normaal zijn;
- g) Identificatie van speciaal gebruik, als van toepassing;
- h) De toegepaste druk bij de waterdichtheidsproef volgens Bijlage C: Beproevingmethode voor de waterdichtheid, uitgedrukt in, en met vermelding van de eenheid 'kPA';
- i) De kwaliteit van de rubberdichting (EPDM, NBR, ...).

BIJLAGE A: BEPROEVINGSMETHODE VOOR DE VERBRIJZELINGSSTERKTE

A.1 Principe

Het doel van deze proef is het beoordelen van de relevante verbrijzelingssterkte van buizen.

Voor een initiële typeproef en bij de doorlopende keuring, zie Tabel A.1.

Tabel A.1 - Voorgeschreven proeven op verbrijzelingssterkte voor buizen

Verbrijzelingssterkte	Ongewapende elementen
Breuk (bezwijk)belasting F_u	T/R
1,2 F_n	R
T betekent initiële typeproef R betekent routine beproeving	

A.2 Apparatuur

De apparatuur bestaat uit een drukpers die de mogelijkheid heeft om te testen onder volledige proefbelasting zonder schokken of stoten en met een nauwkeurigheid van 3 % van de voorgeschreven proefbelasting. De beproevingsinstallatie is uitgerust met een registratie-functie.

A.3 Voorbereiding

Naar keuze van de producent is het toegestaan om het element maximaal 28 uur nat te houden (onderdompelen in water) alvorens te testen.

A.4 Procedure

A.4.1 Horizontale regeling

Ronde elementen worden geplaatst op een star V-vormig zadel en belast door middel van stijve balken, die evenwijdig aan de as van het element zijn aangebracht. De balken kunnen enkelvoudig of gedeeld zijn (zie Figuur A.1a).

De belasting grijpt aan op een afstand van $l/2$ van de kopvlak van de mof en is gelijkmatig verdeeld zoals aangegeven in Figuur A.1a. Naar keuze van de producent is het toegestaan om de drukbalk voorbij de mof van het te beproeven element te plaatsen. Als gedeelde balken worden gebruikt, dan is de belaste lengte ervan niet kleiner dan 40 % van de inwendige hoogte.

Bij ronde elementen zal de belasting overgebracht worden via één bovenbalk. Het V-vormig zadel heeft inwendige hoek (b) van $150^\circ \pm 3^\circ$ zoals te zien is op Figuur A.1a.

Ronde buizen met bovenzijde worden op dezelfde wijze belast als ronde buizen.

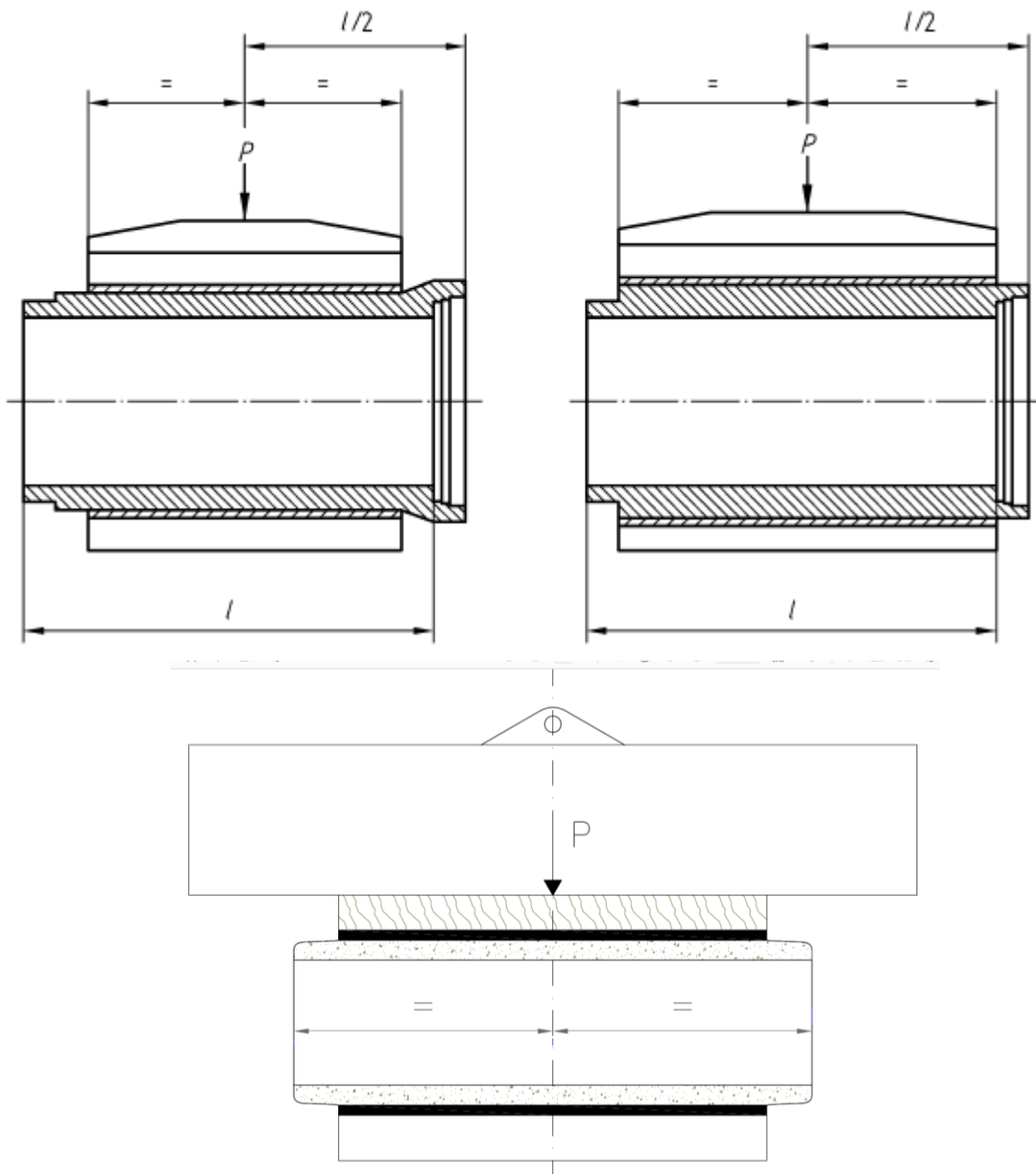
Het elastomeer rubber, gebruikt bij het zadel, draagbalken en de bovenbalk, moet een gemiddelde hardheid van $55 \text{ IRHD} \pm 10 \text{ IRHD}$ hebben en met een dikte van $20 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$.

Elke rubberen oplegstrook heeft een maximale breedte vastgelegd door de producent in overeenstemming met de Tabel A.2, behalve de V-vormige oplegstrook waarvoor geen beperking geldt.

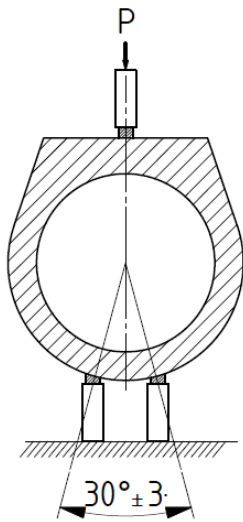
Naar keuze van de producent is het toegestaan om de elastomeren oplegstroken te vervangen door gips of zwavel, op voorwaarde dat de breedte de waarden in Tabel A.2 niet overschrijden.

Tabel A.2 - Maximale breedte oplegstroken

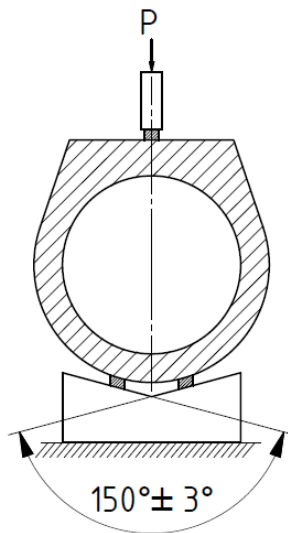
Afmeting van element DN of WN	Maximum breedte mm
DN/WN ≤ 400	50
400 < DN/WN ≤ 1250	100



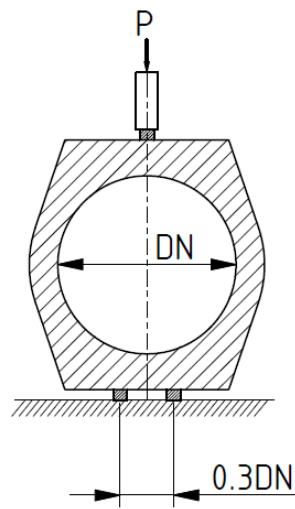
Figuur A.1a



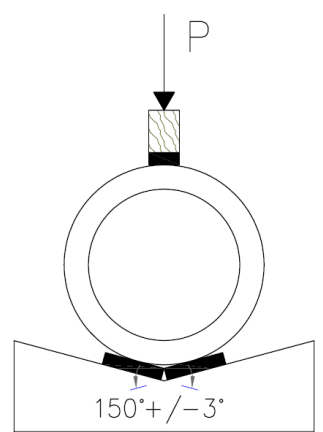
Figuur A.2a



Figuur A.2b



Figuur A.2c



Figuur A.2d

A.4.3 Algemeen

A.4.3.1 Belasting

De belasting wordt gelijkmatig aangebracht tot de in A.4.3.2 voorgeschreven proefbelasting. Gedurende het aanbrengen tot de voorgeschreven proefbelasting, neemt die toe met een snelheid tussen 20 en 25 kN/m per minuut. Gedurende het aanbrengen worden, op het moment dat het element snel begint te vervormen voordat die bezwijkt, geen aanpassingen in de bediening van de beproevingsinstallatie aangebracht.

A.4.3.2 Ongewapende elementen

De belasting wordt aangebracht tot uiterste (breuk)last. Deze belasting wordt geregistreerd.

A.5 Uitdrukking van de resultaten

De beproevingsresultaten worden uitgedrukt in de totale belasting conform de door de producent gekozen en geregistreerde proefopstelling gedeeld door de inwendige lengte.

Het effectieve beproevingsresultaat F_a wordt verkregen uit de volgende formule:

$$F_a = (P + P^*)/l$$

waarin:

- F_a is het effectieve beproevingsresultaat, in kN/m;
- l is de inwendige lengte, in m;
- P is de gemeten proefbelasting, in kN;
- P^* is het effectieve eigen gewicht van de drukbalken, in kN.

BIJLAGE C: BEPROEVINGSMETHODE VOOR DE WATERDICHTHEID

C.1 Principe

Het doel van deze proef is om vast te stellen of een enkel element of een afzonderlijke voegverbinding waterdicht blijft onder de voorgeschreven inwendige hydrostatische druk. De hydrostatische proef is niet van toepassing op elementen met een wanddikte groter dan 100 mm.

C.2 Apparatuur

De apparatuur voor deze proef maakt het mogelijk om de elementen stevig vast te zetten, de uiteinden en openingen met een geschikte voorziening af te sluiten en de voorgeschreven inwendige hydrostatische druk gedurende de vereiste tijd aan te brengen. De druk overschrijdt de voorgeschreven waarde met niet meer dan 10 % en mag niet lager zijn. Bij het beproeven van een voegverbinding worden in de apparatuur twee elementen, die volgens de fabrieksdokumentatie met elkaar zijn verbonden, aangebracht.

C.3 Voorbereiding

Het is, ter keuze van de producent, toegestaan om de elementen gedurende maximaal 28 uur vóór het uitvoeren van de proef, nat te houden. Er wordt geregistreerd of van deze optie gebruik is gemaakt. Het buitenoppervlak van de elementen is voldoende droog om mogelijke gebreken te kunnen constateren.

C.4 Procedure (hydrostatische proef - periodieke en initiële typebeproeving)

Waar de duurzaamheid van de voegverbindingen wordt aangetoond door methode 1 of methode 2 in 4.3.4.2, wordt één enkele buis stevig geklemd in het apparaat, met afgesloten uiteinden, vervolgens gevuld met water, waarbij alle lucht verwijderd moet zijn. De interne hydrostatische druk moet dan geleidelijk worden verhoogd tot 100 kPa (1 bar of ongeveer 10 meter waterkolom), gemeten vanaf de aslijn van het buiselement. Gedurende de daaropvolgende periode van 15 minuten zal de buis gecontroleerd worden op conformiteit met deel 2 § 4.3.7, waarna de inwendige druk verminderd wordt tot nul.

C.5 Procedure (beproeving van voegverbinding)

C.5.1 Algemeen

De twee elementen worden in het apparaat opgesteld met een voegdichting of dichtingsmateriaal volgens de fabrieksdokumentatie en met afgesloten uiteinden of openingen.

Een inwendige hydrostatische druk van 100 kPa (1 bar of ongeveer 10 meter waterkolom) wordt aangebracht op buiselementen. Deze druk wordt 15 minuten gehandhaafd, gedurende deze tijd worden de voegverbinding beoordeeld of wordt voldaan aan de eisen van deel 2 § 4.3.7 voor de buiselementen.

C.5.2 Waterdichtheid bij hoekverdraaiing

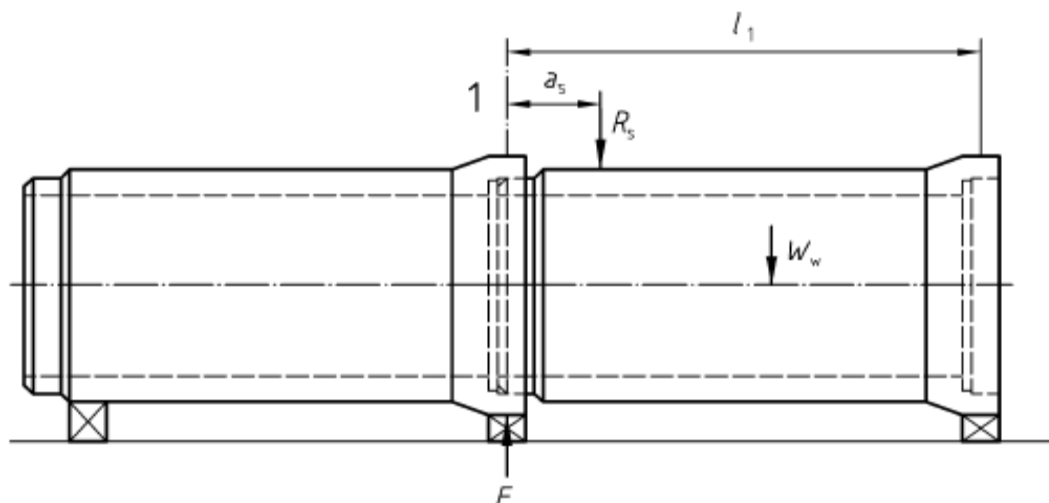
De buiselementen worden onder een hoekverdraaiing geplaatst van ofwel 12 500 / DN (of 12 500 / WN, al naar gelang de vorm van de binnensectie) in millimeter per meter ofwel 50 millimeter per meter, afhankelijk van welke het kleinste waarde geeft. Daarbij mag geen structurele schade optreden. Bij eivormige buiselementen zal de hoekverdraaiing altijd in het verticale vlak plaats vinden. Tijdens deze test moet voorkomen worden dat op eender welke plaats de voegopening sluit. Dat kan bijvoorbeeld door het plaatsen van afstandhouders met een dikte gelijk aan de gemiddelde waarde beschreven in de fabrieksdOCUMENTEN.

Tabel C.1 - Hoekverdraaiing

DN	Hoekverdraaiing (1)
150	50 mm/m
200	50 mm/m
250	50 mm/m
300	42 mm/m
400	31 mm/m
500	25 mm/m
600	21mm/m
700	18 mm/m
800	16 mm/m
900	14 mm/m
1000	13 mm/m

C.5.3 Waterdichtheid onder dwarslast voor buizen met mof-spie-verbinding

De voegverbinding zal ondersteund worden zoals voorgesteld in figuur C.1 als uitgevoerd met mof-spieverbinding.



Legende

1 Aslijn van de voegdichting

Figuur C.1 - Dwarslasttest mof-spie

Als er een extra belasting R_s vereist is om een reactie gelijk aan de afschuifkracht F_s te ontwikkelen (zie figuur E.1), dan zal zij worden toegepast, verticaal, zo dicht mogelijk bij de zijde van de mof en met een snelheid van ongeveer 10 kN per minuut. De waarde van R_s wordt berekend volgens de formule:

$$R_s = (F_s - W_w / 2) \times l_1 / (l_1 - a_s) \geq 0, \text{ in kN}$$

waarin

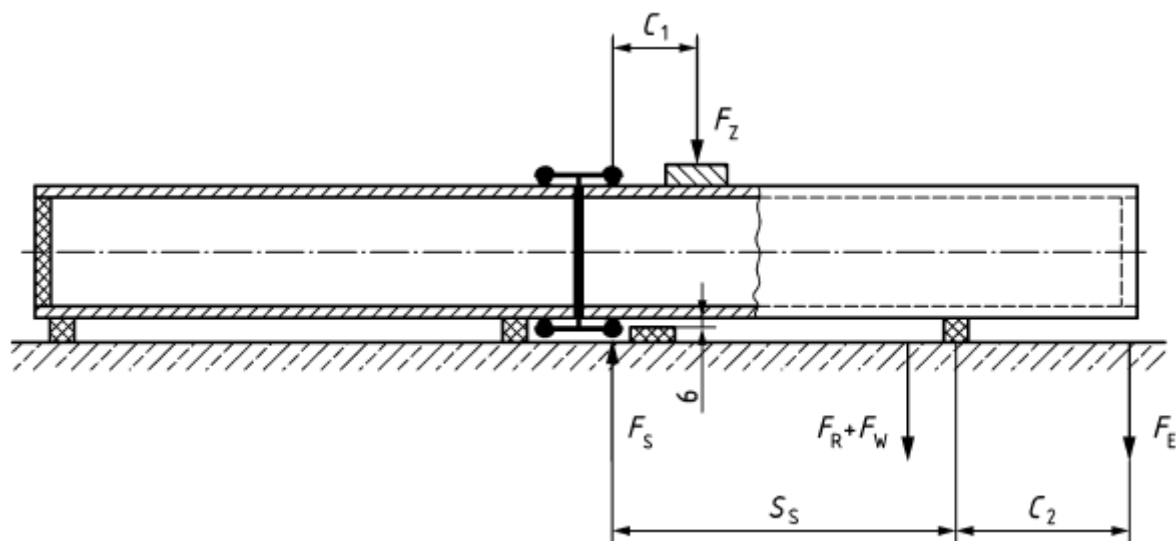
W_w is het gewicht van 1 buiselement gevuld met water, in kN.

De belasting wordt overgedragen door middel van een V-vormige balk met een minimum inwendige hoek van 120° en een van lengte 100 mm. Naar keuze van de producent is het toegestaan om de balk te bekleden met een maximum 20 mm dikke elastomeren rubber met een gemiddelde hardheid ≥ 45 IRHD.

Een inwendige hydrostatische beproevingsdruk van 100 kPa (1 bar of ongeveer 10 meter waterkolom), gemeten vanaf het aslijn van de buiselementen, en een dwarskracht F_s in kilonewtons van 0,03 maal DN of WN, al naar gelang de vorm van de inwendige sectie, wordt vervolgens aangebracht. Gedurende de daaropvolgende periode van 15 minuten zal de voegverbinding gecontroleerd worden op conformiteit met deel 2 § 4.3.7, waarna de inwendige druk verminderd wordt tot nul.

C.5.4 Waterdichtheid onder dwarskracht voorbuizen met overschuifmofverbinding

De voegverbinding zal ondersteund worden zoals voorgesteld in figuur C.2 als uitgevoerd met een overschuifmof.



Figuur C.2 - Dwarskrachttest met overschuifmof

- Dwarskrachttest met steekmof-buisverbinding (de verbinding kan niet de gehele verticale beweging van 6 mm opnemen);
- Dwarskrachttest met overschuifmof-buisverbinding (de verbinding kan de gehele verticale beweging van 6 mm opnemen).

De buis met de overschuifmof moet vast en bewegingsloos worden opgesteld. De tweede buis wordt vrij op een geschikte afstand S_s in de te beproeven verbinding geplaatst. De verticale beweging van de vrije buis mag niet groter zijn dan 6 mm. De dwarskracht F_s op de voegdichting wordt gegenereerd door de extern toegepaste belasting evenals door het eigen gewicht van de ingebrachte buis en het aandeel van de watervulling. De extern aangebrachte belasting F_z wordt berekend door de afstand tussen de puntlast en de buisverbinding en de lengte van de vrije buis en de steunpuntsafstand S_s met behulp van de vergelijking:

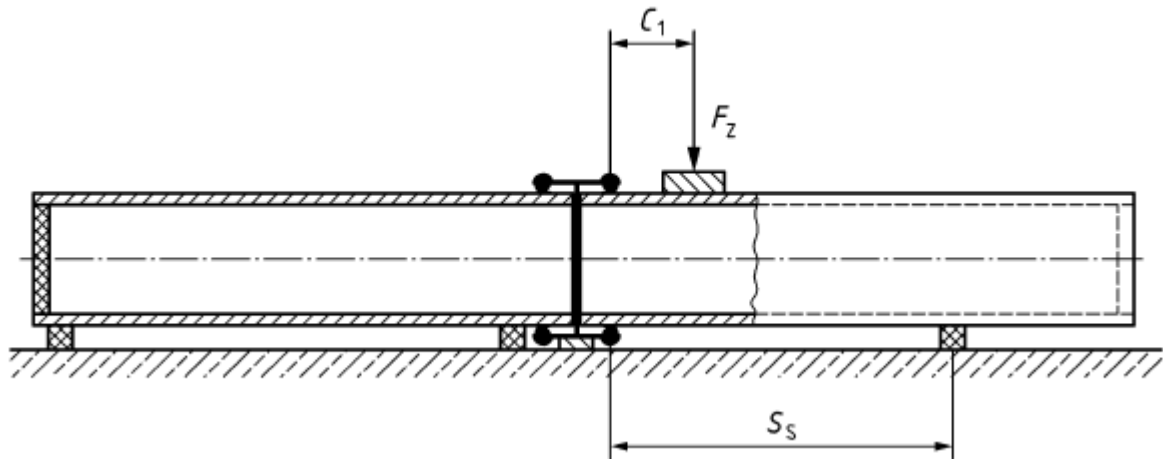
$$F_z = \frac{1}{S_s - C_1} \left[\left[F_s \times S_s + F_E \times C_2 - \frac{F_R + F_w}{2} \times (S_s - C_2) \right] \right]$$

Waarin

- F_E nominaal eigen gewicht van de overkraging, in kN;
- F_R nominaal gewicht van de buis (bepaald door berekening - het volume en de dichtheid), in kN;
- F_s de dwarskracht, in kN;
- F_w het gewicht van het water in de buis, in kN;
- F_z de puntlast, in kN;
- S_s de afstand tussen de dichting en de het rechter steunpunt, in m;
- C_1 de afstand tussen de dichting en de puntlast F_z , in m;
- C_2 de horizontale afstand tussen rechter steunpunt en aangrijpingspunt F_E in m.

C.5.5 Waterdichtheid onder korte termijn dwarskracht

Kortdurende dwarskrachtproeven op samengestelde voegverbindingen worden uitgevoerd volgens de werkwijze onder 5.4, waarbij de last gedurende 15 minuten wordt aangebracht. Voor samengestelde voegverbindingen, waarvan de verticale beweging 6 mm bedraagt, is een aanvullende test noodzakelijk waarbij de last, zoals reeds beschreven, aan te brengen is. De onderzijde van de verbindingsmof moet echter op een vast en vlak steunpunt geplaatst worden waarbij enige beweging uitgesloten is (zie figuur C.3).



Figuur C.3 - Dwarskrachttest met steekmof op vast steunpunt

C.5.7 Waterdichtheid onder hoekverdraaiing en dwarskracht

Als alternatief voor het afzonderlijk testen onder hoekverdraaiing en onder dwarskracht volgens respectievelijk C.5.2, C.5.3, C.5.4, en C.5.5 is het naar keuze van de producent toegestaan om de twee tests te combineren.

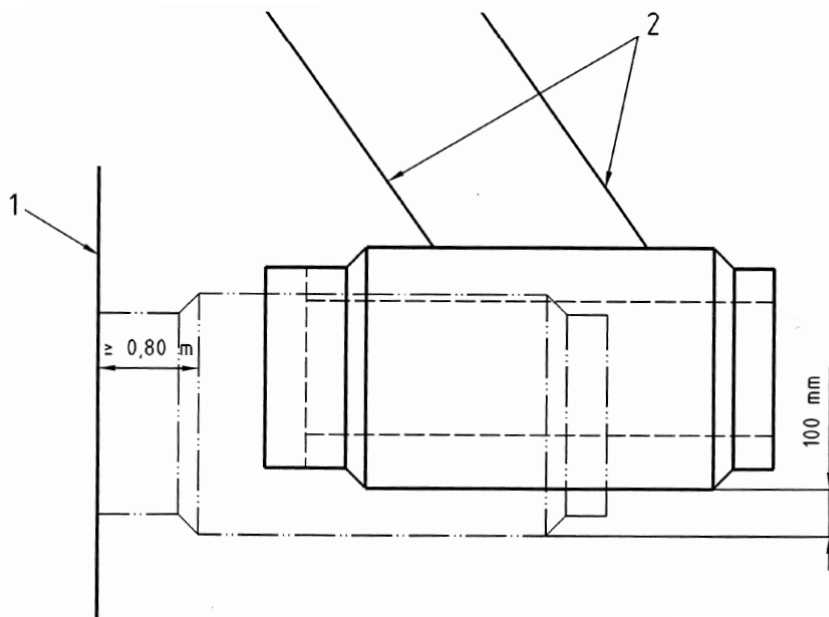
De gecombineerde testmethode bestaat uit een waterdichtheidsproef onder hoekverdraaiing volgens C.5.2 en tegelijkertijd een dwarskrachttest volgens C.5.3, C.5.4, of C.5.5 behalve dat de dwarskracht F_s in kilonewtons 0,01 maal DN of WN bedraagt, al naar gelang de vorm van de inwendige sectie. De hoekverdraaiing en dwarskracht worden toegepast in het verticale vlak en zodanig dat de grootste opening aan de bovenzijde optreedt.

Nadat de opgegeven hoekverdraaiing is bereikt, wordt de dwarskracht aangebracht waarna de inwendige hydrostatische druk wordt opgebouwd in overeenstemming met C.5.2, C.5.3, C.5.4, en C.5.5.

Deze toestand wordt gehandhaafd voor de aangegeven periode. Gedurende deze tijd wordt de voegverbinding geëvalueerd op conformiteit met deel 2 § 4.3.7, waarna de inwendige druk wordt teruggebracht naar nul.

C.5.8 Waterdichtheid na frontale impact op de voorgebouwde steekmof (F)

De “frontale impact”-test wordt uitgevoerd met een voorgebouwde steekmof op een buis. De opgehangen buis wordt gedropt op een hoogte van 100 mm waarbij de buis een slingerbeweging maakt volgens onderstaand schema:



Legende:

1 starre verticale steun

2 evenwijdige hijsbanden

De waterdichtheid na impact wordt nagegaan conform de voorwaarden in C.4.2.

C.5.9 Waterdichtheid na zijdelinkse impact op de voorgesneden steekmof

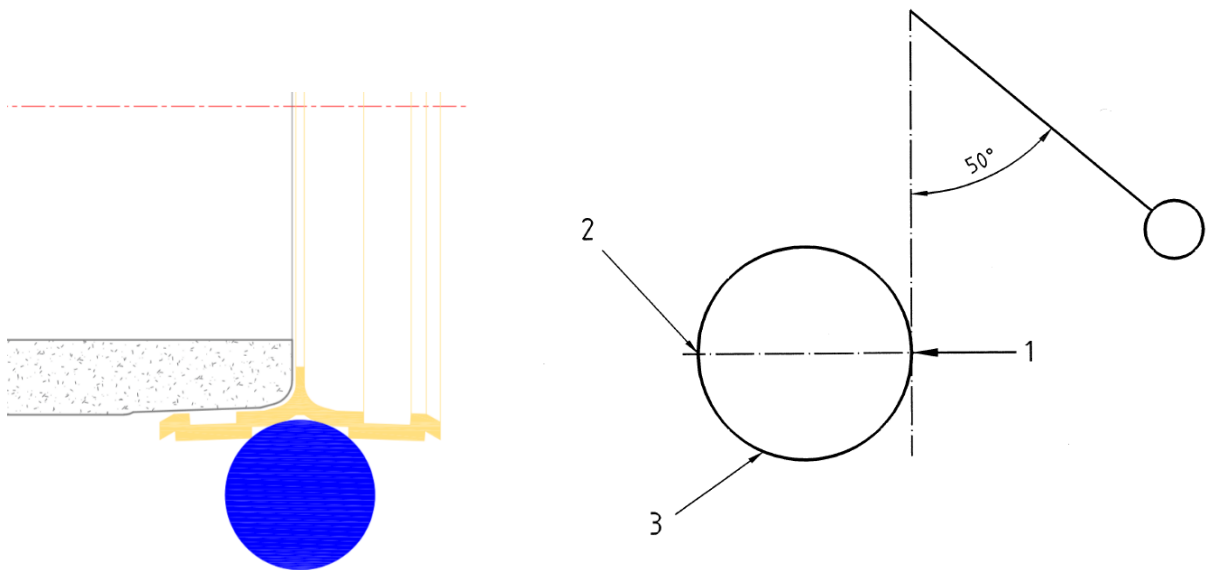
De “zijdelinkse impact”-test wordt uitgevoerd via een impact op 2 zones van de gesneden steekmof.

Zone 1: deel van de steekmof gemonteerd op het spieeinde

Zone 2: deel van de steekmof met de rubberdichting

De impact gebeurt in het midden van elke zone.

De test wordt herhaald op hetzelfde product in tegenstelling tot de eerste belasting op elk van de twee zones. Het gewicht van de kogel is 2 kg, de zwaaiarm is 3 m.



De waterdichtheid na impact wordt nagegaan conform de voorwaarden in C.4.2.

C.6 Alternatieve procedures voor samengestelde constructies

Het is, ter keuze van de producent, toegestaan om de procedures volgens C.4 en C.5 te combineren door een complete proefopstelling van de te beproeven elementen te maken en gelijktijdig de betreffende hydrostatische druk op deze elementen aan te brengen.

C.8 Uitdrukking van de resultaten

Er wordt een verslag gemaakt van de gebruikte beproevingsmethode en of het enkele element of de afzonderlijke voegverbinding al dan niet aan de gestelde eisen voldoet.

BIJLAGE D: BEPROEVINGSMETHODE VOOR WATEROPSLORPING

D.1 Principe

Het doel van de proef is om de wateropslorping van verhard zwavelbeton ten gevolge van onderdompeling te bepalen. De wateropslorping wordt gedefinieerd als het verschil tussen de massa van een bepaald proefstuk dat is ondergedompeld in water en de massa van hetzelfde proefstuk in (droge) uitgeharde toestand, uitgedrukt ten opzichte van de massa van het droge proefstuk.

D.2 Proefstukken

De proefstukken worden uit een verhard element genomen en hebben een minimum volume van 0.25 dm³. Proefstukken mogen na het verzagen gerectificeerd worden.

D.3 Apparatuur

De apparatuur bestaat uit een geventileerde oven, afgeregeld op 50 °C ± 3 °C en een weegschaal met een nauwkeurigheid van 0,005 % van de massa van het proefstuk.

D.4 Procedure

D.4.1 Referentiemethode

D.4.1.1 Bepaling van de massa aan de lucht van het ondergedompelde proefstuk m_w

Breng het proefstuk op een temperatuur van 20 °C ± 3 °C en plaats het proefstuk in leidingwater met pH 7 ± 1 met een temperatuur van 20 °C ± 3 °C tot een constante massa is bereikt. De constante massa m_w wordt beschouwd te zijn bereikt zodra bij twee wegingen, met een tussentijd van 24 uur ± 1 uur, het verschil van de massa kleiner is dan 0.05 % van de gemiddelde waarde van de massa van het ondergedompelde proefstuk.

Voor elke weging wordt het oppervlak van het proefstuk afgedroogd, bijvoorbeeld met een spons (vochtig en uitgeknepen) om al het water aan het oppervlak te verwijderen.

D.4.1.2 Bepaling van de massa aan de lucht van het droge proefstuk m_d

Weeg het genomen proefstuk (= de eerste weging).

Droog het proefstuk in een geventileerde oven bij een temperatuur van 50 °C ± 3 °C tot een constante massa is bereikt.

Noot: Het is noodzakelijk om te controleren of de capaciteit en ventilatie van de oven voldoende is voor het aantal erin te plaatsen proefstukken. Vochtige proefstukken worden niet eerder in de oven geplaatst voordat de vorige proefstukken geheel droog zijn.

Bepaal de massa m_d . De constante massa m_d wordt beschouwd te zijn bereikt zodra bij twee wegingen met een tussentijd van ten minste 24 uur, het verschil kleiner is dan 0.05 % van de gemiddelde waarde van de massa van het droge proefstuk.

D.4.2. Productiecontrolemethode

D.4.2.1 Bepaling van de massa aan de lucht van het droge proefstuk m_d

Weeg het genomen proefstuk (= de eerste weging).

Droog het proefstuk in een geventileerde oven bij een temperatuur van $50\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ tot een constante massa is bereikt.

Bepaal de massa m_d .

De constante massa m_d wordt beschouwd te zijn bereikt zodra bij twee wegingen met een tussentijd van ten minste 24 uur, het verschil kleiner is dan 0.05 % van de gemiddelde waarde van de massa van het droge proefstuk.

D.4.2.2 Bepaling van de massa onder water van het droge proefstuk m_{v0}

Het hulpstuk wordt ondergedompeld en het gewicht in water bepaald: m_{st} .

Bepaal, nadat m_d is bepaald, de massa onder water van het droge proefstuk: $m_{st} + m_{v0}$

D.4.2.3 Bepaling van de massa onder water van het verzadigde proefstuk m_{vx}

Plaats het proefstuk in leidingwater met pH 7 ± 1 met een temperatuur van $20\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$. Verwijder zorgvuldig alle luchtbelletjes op het proefstuk. Bepaal het gewicht van proefstuk en hulpstuk onder water: $m_{st} + m_{v1}$.

Bewaars het proefstuk onder water van $20\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ en herhaal de weging tot verzadiging.

De constante massa $m_{st} + m_{vx}$ wordt beschouwd te zijn bereikt zodra bij twee wegingen, met een tussentijd van 24 uur ± 1 uur, het verschil van de massa kleiner is dan 0.05 % van de gemiddelde waarde van de massa van het ondergedompelde proefstuk.

D.5 Uitdrukking van de resultaten

D.5.1 Referentiemethode

De wateropslorping A_w ten gevolge van het onderdompelen wordt geregistreerd in procenten in twee decimalen en wordt verkregen met de uitdrukking:

$$A_w = 100 \times (m_w - m_d) / m_d$$

waarin:

m_w is de constante van de massa van het ondergedompelde proefstuk;

m_d is de massa van het droge proefstuk.

D.5.2 Productiecontrolemethode

De wateropslorping A_{wh} , hydrostatisch bepaald, ten gevolge van het onderdompelen, wordt geregistreerd in procenten in twee decimalen en wordt verkregen met de uitdrukking:

$$A_{wh} = 100 \times (m_{vx} - m_{v0}) / m_d$$

waarin:

m_{v0} is de massa onder water van het droge proefstuk;

m_{vx} is de massa onder water van het verzadigde proefstuk;

m_d is de massa aan de lucht van het droge proefstuk.

BIJLAGE F: BEPROEVINGS- EN BEREKENINGSMETHODEN VOOR VOEGDICHTINGEN

F.1 Symbolen

De symbolen, gebruikt in deze bijlage, hebben de volgende betekenis:

b_t	effectieve afdichtingsbreedte, in mm;
d_{so}	nominale inwendige diameter in de mof ter plaatse van de dichting, in mm;
d_{sp}	nominale uitwendige diameter op de spie ter plaatse van de dichting, in mm;
d_{sos}	nominale inwendige diameter in de mof ter plaatse van de mechanisch beperking op de samendrukking van de rubber (is d_{so} , als deze mechanische beperking niet bestaat), in mm;
d_{sps}	nominale uitwendige diameter op de spie ter plaatse van de mechanische beperking op de samendrukking van de rubber (is d_{sp} , als deze mechanische beperking niet bestaat), in mm;
E	elasticiteitsmodulus van de rubberdichting, in MPa;
F	gemeten samendrukkingskracht, in N;
F_d	kracht per eenheid als gevolg door toepassing van de vastgelegde dwarskracht, in N/mm;
F_e	samendrukkingskracht per lengte eenheid, in N/mm;
F_s	dwarskracht, in kN;
f	gemiddelde druk op het proefstuk, in MPa (N/mm ²);
h_m	dikte van de gebruikte dichting in mm gelijk aan $h_j / \sqrt{1 + \varepsilon}$ waarin h_j is de nominale dikte van de dichting, in mm;
	ε is de relatieve lengtevermeerdering na voorspanning van de gebruikte dichting gelijk aan $(l_2 - l_1) / l_1$;
	l_1 is de snijlengte van de dichting, in mm;
	l_2 is de lengte van de dichting na voorspanning gelijk aan $\pi(d_{sp} + h_j)$, in mm;
K	composiet tolerantie factor;
l_t	lengte van het proefstuk, in mm;
R_a	rekenkundig gemiddelde afwijking van de oppervlakteruwheid, in μm ;
δ_{max}	maximum samendrukking, in %;
δ_{min}	minimum samendrukking, in %;
δ_1	minimum samendrukking, zonder rekening te houden met de dwarskracht, in %;
δ_2	maximum samendrukking, zonder rekening te houden met de dwarskracht, in %;
$\Delta\delta_{max}$	wijziging van de maximum samendrukking δ_2 ten gevolge van de dwarskracht, %;
$\Delta\delta_{min}$	wijziging van de minimum samendrukking δ_1 ten gevolge van de dwarskracht, %.

F.2 Beproevingsmethoden

F.2.1 Toepassing

In deze bijlage verwijzen "Methode 1" en "Methode 2" naar zoals die voorgeschreven in 4.3.4.2. Ze is van toepassing op alle aangegeven dichtingen waarbij de duurzaamheid van de verbinding wordt aangetoond door methode 1 of 2. Bij in de beton ingestorte of geïntegreerde dichtingen heeft de test betrekking tot het tegenoverliggende vlak van het dichtingsprofiel. Bij alle andere dichtingen moeten beide zijden worden beschouwd.

F.2.2 Basisprincipe

Het doel van deze test is om na te gaan of de effectieve afdichtingsbreedte en de gemiddelde druk dwars op de afdichtende zone van de voegdichting (methode 1) of de maximale samendrukking (methode 2) binnen de grenzen gespecificeerd in 4.3.4.2.2 ligt. Voordat gestart wordt met de specifieke procedure van de dichting en het bijbehorend voegprofiel, moet voor deze voegverbinding de van toepassing zijnde "krachtsamendrukkings"-diagram beschikbaar zijn.

Er wordt aangenomen dat de dwarskracht gelijkmatig wordt verdeeld over de volledige omtrek van de afdichtende zone in de voeg.

F.2.3 Apparatuur

De apparatuur voor beide testen moeten voldoen aan de eisen in ISO 3384, behalve dan dat de platen van de drukpers zijn vervaardigd van elk geschikt robuust materiaal en, als gemeten bij gedemonteerde toestand, met een vlakheid tot op 0.05 mm nauwkeurig en met een oppervlakteruwheid tot $1,6 \mu\text{m } R_a$, zoals gedefinieerd in EN ISO 4287, toegepast met behulp van de regels in EN ISO 4288. Wanneer het apparaat is gemonteerd, moet de speling tussen de platen een nauwkeurigheid hebben tot op +/- 0,05 mm. Bovendien zal de drukpersopstelling zodanig ontworpen zijn, dat bij beproeving de afdichtingsfunctie wordt gesimuleerd volgens de overeenkomstige voegverbinding inclusief eventuele dwarskrachtstopvoorziening en met de dichting al dan niet geïntegreerd.

Als het voegprofiel in de afdichtingszone niet uit twee evenwijdige lijnen bestaat, moet zij worden gesimuleerd in contact met en conform de profilering in hetzelfde materiaal als de drukplaten. De criteria rond de vlakheid en de oppervlakteruwheid van deze geprofileerde stukken zijn dezelfde als die voor de drukplaten. Het apparaat moet voorzien zijn van eindplaten om te voorkomen dat het proefstuk beweegt in lengterichting tijdens het testen. De kromming in de buissectie van de werkelijke voegverbinding is niet verplicht om in aanmerking te nemen. De eindplaten moeten worden gesmeerd met een siliconenspray of fluorsilicone vloeistof zoals beschreven in ISO 3384.

F.2.4 Voorbereiding

Het proefstuk voor beide testen bestaat uit een van toepassing zijnde dichtingsprofiel met een snijlengte van $100 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$, of tweemaal de nominale breedte van het dichtingsprofiel als dat meer is. Elk deel van het dichtingsprofiel buiten de afdichtingszone die niet betrokken is bij de afdichtende functie, samen met eventuele verankeringsonderdelen ontworpen om te worden ingestort in de zwavelbeton, kunnen worden verwijderd van het proefstuk, waarbij het dan is toegestaan om het proefstuk te ondersteunen als nodig.

F.2.5 Procedure

F.2.5.1 Opstellen van “kracht-samendrukkings”-diagram

De "kracht-samendrukkings"-diagram voor het specifieke voegverbindingsprofiel wordt opgesteld voor beide testen met een apparaat en een proefstuk conform F.2.3 respectievelijk F.2.4 bij een omgevingstemperatuur van $20\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$. Het proefstuk wordt 5 % samengedrukt waarna de benodigde drukkracht wordt gemeten en geregistreerd. Deze procedure moet worden herhaald in opeenvolgende stappen van 5 % samendrukking zoals voorzien in het voegverbindingsontwerp, doch niet meer dan 65 %. Tijdens deze fase van de procedure mag de toegepaste samendrukkingssnelheid niet meer dan 25 mm per minuut bedragen. De drukkracht nodig bij elke toename van 5 % samendrukking wordt pas gemeten nadat het proefstuk is gestabiliseerd gedurende 10 seconden ± 2 seconden.

Als het beproevingsapparaat voorzien is van een gelijktijdige beoordeling van samendrukking en effectief gebruikte afdichtingsbreedte, is het voor deze beiden toegestaan om ze samen met die van F.2.5.2.2 uit te voeren.

F.2.5.2 Procedure specifiek voor de dichtingsring en de voegprofilering

F.2.5.2.1 Inleiding

Voor methode 1 zullen de waarden F_d , l_2 , ε , h_m en δ_1 eerst berekend worden uit de volgende vergelijkingen:

$$F_d = F_s \times 1000 / [(d_{so} + d_{sp}) / 2];$$

$$h_m = h_j / \sqrt{1 + \varepsilon};$$

waarin

$$\varepsilon = (l_2 - l_1) / l_1, \text{ en}$$

$$l_2 = \pi (d_{sp} + h_j);$$

$$\delta_1 = [2h_m - d_{so} + d_{sp} - \sqrt{(2\Delta h_j)^2 + \Delta d_{so}^2 + \Delta d_{sp}^2}] \times 100 / (2 \times h_m).$$

De specifieke kracht-samendrukkingsdiagram wordt gebruikt om de verandering in de minimale samendrukking $\Delta\delta_{min}$, veroorzaakt door de kracht F_d , te bepalen en vervolgens de minimale vervorming δ_{min} te berekenen uit volgende vergelijking:

$$\delta_{min} = \delta_1 - \Delta\delta_{min}.$$

Voor methode 2 is de procedure dezelfde als bij methode 1, behalve dat δ_2 moet worden berekend in plaats van δ_1 gebruikmakend van volgende vergelijking:

$$\delta_2 = [2h_m - d_{so} + d_{sp} + \sqrt{(2\Delta h_j)^2 + \Delta d_{so}^2 + \Delta d_{sp}^2}] \times 100 / (2 \times h_m).$$

De specifieke kracht-samendrukkingsdiagram wordt gebruikt om de verandering in de maximale samendrukking $\Delta\delta_{max}$, veroorzaakt door de kracht F_d , te bepalen en vervolgens de maximale vervorming δ_{max} te berekenen uit volgende vergelijking:

$$\delta_{max} = \delta_2 \mp \Delta\delta_{max}.$$

F.2.5.2.2 Evaluatie van de effectief afdichtende breedte (methode 1)

Het proefstuk wordt in het apparaat geplaatst bij een omgevingstemperatuur van $20\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ en samengedrukt tot de vervorming gelijk is aan δ_{min} . De bijbehorende samendrukkingskracht F en de effectief samengedrukte breedte b_t wordt gemeten en geregistreerd.

Wanneer het niet mogelijk is om de effectief samengedrukte breedte te meten, terwijl het proefstuk in het apparaat is, worden voorzieningen getroffen om merktekens te plaatsen op de drukpers terwijl het proefstuk wordt samengedrukt (bijvoorbeeld door middel van carbonpapier). Na het bereiken van vervorming δ_{min} wordt de relevante drukkracht geregistreerd waarna het proefstuk wordt ontspannen. Het proefstuk wordt dan weggenomen waarna de effectieve samendrukkingsbreedte wordt gemeten en geregistreerd via de achtergebleven markeringen op de drukpers.

F.2.6 Uitdrukking van de resultaten

F.2.6.1 Effectief samengedrukte breedte (methode 1)

De effectief samengedrukte breedte b_t is de breedte van rubber in contact met de drukpers zoals gemeten in F.2.5.2.2.

F.2.6.2 Gemiddelde druk (methode 1)

Is de gemiddelde druk f dwars op de afdichtende zone van de dichting wordt berekend met behulp van de vergelijking:

$$f = F / (l_t \times b_t)$$

waarin

f is gemiddelde druk, in MPa (N/mm²);

F is de samendrukkingskracht nodig om vervorming δ_{min} te bereiken, in N;

l_t is de lengte van het proefstuk, in mm;

b_t is de overeenkomstige effectieve samengedrukte breedte, in mm.

F.2.6.3 Maximum samendrukking (methode 2)

De maximum samendrukking δ_{max} is de waarde berekend in overeenstemming met F.2.5.2.1.

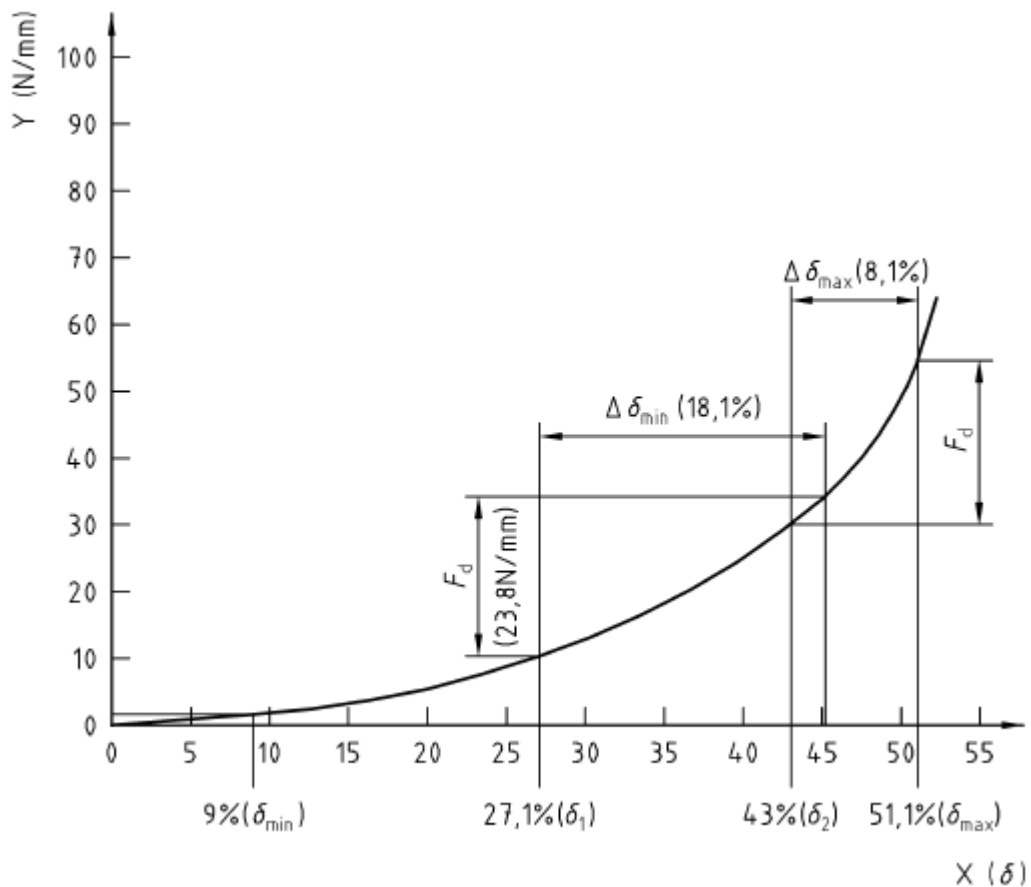
F.2.7 Voorbeelden

F.2.7.1 Methode 1

Een voorbeeld van een procedure voor de evaluatie van de effectieve samengedrukte breedte en de gemiddelde druk dwars op de afdichtende zone van een dichting wordt gegeven in Tabel F.1. De bijbehorende specifieke "kracht-samendrukking"-diagram van de bedoelde dichting wordt getoond in figuur F.1 en is alleen te gebruiken in verband met dit voorbeeld.

F.2.7.2 Methode 2

Een voorbeeld van een procedure voor de evaluatie van de maximale samendrukking van een dichting in de afdichtende zone wordt gegeven in Tabel F.1. De bijbehorende specifieke "kracht-samendrukking"-diagram van de bedoelde dichting wordt getoond in figuur F.1 en is alleen te gebruiken in verband met dit voorbeeld.



Legende

Y-as Kracht per lengte-eenheid van de dichting
X-as Samendrukking

Figuur F.1 - Voor de voorbeelden aangenomen specifiek "kracht-samendrukking"-diagram en bepaling van $\Delta\delta_{min}$ (methode 1) of $\Delta\delta_{max}$ (methode 2)

Tabel F.1 - Beoordelingsprocedure voorbeeld (methode 1)

1) Aannamen		
DN	Nominale afmeting	1000 mm
d_{so}	Nominale binnendiameter mof	1274.8 mm
d_{sp}	Nominale buitendiameter spie	1250.0 mm
Δd_{so}	Toegelaten tolerantie op de inwendige diameter mof	+/- 1.2 mm
Δd_{sp}	Toegelaten tolerantie op de uitwendige diameter spie	+/- 2.4 mm
F_s	Dwarslast (0,03 x DN) kN	30 kN
h_j	Nominale dikte van de dichting	20.0 mm
Δh_j	Tolerantie op de dikte van de dichting	+/- 0.7 mm
l_1	Snijlengte van de dichting (voor het aanbrengen)	3630 mm
2) Formules en berekeningen		
F_d	$F_s \times 1000 / [(d_{so} + d_{sp})/2]$	23.8 N/mm
l_2	$\pi \times (d_{sp} + h_j)$	3989.8 mm
ϵ	$(l_2 - l_1) / l_1$	0.10
h_m	$h_j / \sqrt{1 + \epsilon}$	19.1 mm
δ_I	$\{2h_m - d_{so} + d_{sp} - \sqrt{[(2\Delta h_j)^2 + \Delta d_{so}^2 + \Delta d_{sp}^2]}\} \times 100 / (2h_m)$	27.1 %
δ_{min}	(i) bepaal $\Delta \bar{\delta}_{min}$ uit kracht/vervormingsdiagram	18.10 %
	(ii) $\bar{\delta}_I - \Delta \bar{\delta}_{min}$	9.0 %
b_{tmin}	min 50 % van $(d_{so} - d_{sp})/2$	≥ 6.2 mm
3) Testprocedure en beoordeling		
Beproevingprocedures:	a) Druk proefstuk samen (lengte $l_t = 100$ mm) tot $\bar{\delta}_{min}$	9 %
	b) Registratie samendrukkingskracht F	200.0 N
	c) Meet de effectieve samengedrukte breedte b_t	10.50 mm
	d) Bereken de gemiddelde druk $f = F / (l_t \times b_t)$	0.19 N/mm ²
Eisen:	a) $b_t \geq b_{tmin}$	conform
	b) $f \geq 0,15$ Mpa (N/mm ²)	conform

Tabel F.2 - Beoordelingsprocedure voorbeeld (methode 2)

1) Aannamen		
DN	Nominale afmeting	1000 mm
d_{so}	Nominale binnendiameter mof	1274.8 mm
d_{sp}	Nominale buitendiameter spie	1250.0 mm
Δd_{so}	Toegelaten tolerantie op de inwendige diameter mof	+/- 1.2 mm
Δd_{sp}	Toegelaten tolerantie op de uitwendige diameter spie	+/- 2.4 mm
F_s	Dwarslast (0,03 x DN) kN	30 kN
h_j	Nominale dikte van de dichting	20.0 mm
Δh_j	Tolerantie op de dikte van de dichting	+/- 0.7 mm
l_1	Snijlengte van de dichting (voor het aanbrengen)	3630 mm
2) Formules en berekeningen		
F_d	$F_s \times 1000 / [(d_{so} + d_{sp})/2]$	23.8 N/mm
l_2	$\pi \times (d_{sp} + h_j)$	3989.8 mm
ϵ	$(l_2 - l_1) / l_1$	0.10
h_m	$h_j / \sqrt{(1 + \epsilon)}$	19.1 mm
δ_2	$\{2h_m - d_{so} + d_{sp} + \sqrt{[(2\Delta h_j)^2 + \Delta d_{so}^2 + \Delta d_{sp}^2]}\} \times 100 / (2h_m)$	42.9 %
δ_{max}	(i) bepaal $\Delta \bar{\delta}_{max}$ uit kracht/vervormingsdiagram	8.10 %
	(ii) $\bar{\delta}_2 + \Delta \bar{\delta}_{max}$	51.0 %
3) Beoordeling		
Eisen:	$\bar{\delta}_{max} \leq 50 \%$	conform

F.3 Berekeningsmethode

F.3.1 Toepassing

De volgende berekeningsmethode is alleen toegestaan als alternatief voor de test volgens F.2 waarbij de dichting een cirkelvormige of een andere ronde dwarsdoorsnede heeft, geen ingesloten holtes bevat (althans niet in afdichtende zone) en wordt gebruikt in een voeg met mechanische voorzieningen voor het beperken van samendrukking van de dichting tot 50 % van zijn oorspronkelijke dikte.

F.3.2 Basis

Voor methode 1 zal de effectief samengedrukte breedte b_t en de gemiddelde druk f dwars op de afdichtingszone berekend worden als volgt, gebruik makend van de relatieve breedte WN van een eivormige buis voor de waarden d_{so} , d_{sp} , d_{sos} en d_{sps} :

$$\delta_{min} = [2h_m - d_{so} + d_{sp} - d_{sos} + d_{sps} - K] \times 100 / (2h_m)$$

$$\delta_{max} = [2h_m - d_{so} + d_{sp} + d_{sps} - d_{sos} + K] \times 100 / (2h_m)$$

waarin

K is de composiet tolerantie factor voor de berekeningsmethode, in mm:

$$K = \sqrt{(2\Delta h_j)^2 + \Delta d_{so}^2 + \Delta d_{sp}^2 + \Delta d_{sos}^2 + \Delta d_{sps}^2}$$

waarin

Δd_{so} is de tolerantie op de inwendige mofdiameter, in mm;

Δd_{sp} is de tolerantie op de uitwendige spiediameter, in mm;

Δd_{sos} is de tolerantie op de inwendige mofdiameter ter plaatse van de mechanische samendrukkingsbeperking (is Δd_{so} als geen mechanische beperking op de mof), in mm;

Δd_{sps} is tolerantie op de uitwendige spiediameter ter plaatse van de mechanische samendrukkingsbeperking (is Δd_{sp} als geen mechanische beperking op de spie), in mm;

Δh_j is de tolerantie op de dikte van de dichting, in mm;

$$F_e = E \times h_m [1,25 (\delta_{min} / 100)^{3/2} + 50 (\delta_{min} / 100)^6]$$

$$b_t = 0,5 h_m [\pi / 2 - (1 - \delta_{min} / 100)^2] / [1 - \delta_{min} / 100]$$

$$f = F_e / b_t$$

Nota De formule voor de berekening van de effectieve samendrukkingsbreedte b_t is empirisch bepaald en hoewel niet geldig voor minimum vervormingen δ_{min} minder dan 5 % is dat in de praktijk irrelevant.

Wanneer een dichting wordt vervaardigd op basis van een vast volume, wordt Δh_j verondersteld nul te zijn als de composiet tolerantie factor K wordt berekend.

Voor methode 2 wordt δ_{max} berekend met behulp van bovenvermelde relevante delen.

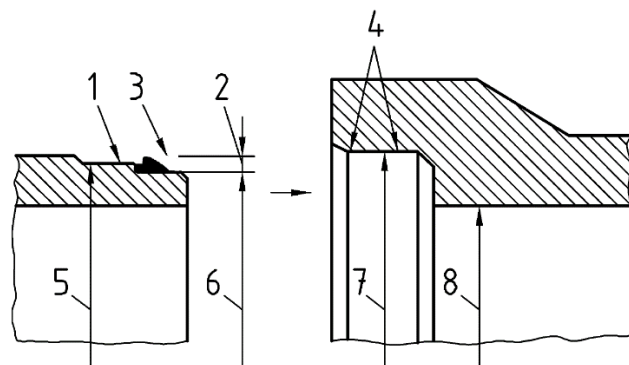
F.3.3 Voorbeelden

F.3.3.1 Methode 1

Een voorbeeld van de wijze om de effectieve afdichtingsbreedte en de gemiddelde samendrukkingskracht dwars op de dichtingszone te berekenen, wordt gegeven in Tabel F.3. De uitgangspunten van dit voorbeeld worden schematisch weergegeven in figuur F.2.

Nota Hoewel gebaseerd op gelijkaardige aannames voor de buizen, mogen de aangegeven waarden voor de effectieve samendrukkingsbreedte en de gemiddelde samendrukkingskracht in de voorbeelden van de tabellen F.1 en F.3 niet worden gecorrigeerd, omdat hierboven wordt aangenomen dat er geen betonnen dwarskrachtstop is.

Figuur F.2 - Basisaannames voor voorbeeld in tabel F.2



Legende

- 1 Betonnen dwarskrachtstop gevormd in de spie
- 2 toegepaste dikte h_m (19,1 mm)
- 3 Glijdichting $h_j \pm \Delta h_j$ (20 mm \pm 0,7 mm)
- 4 mof traploos evenwijdig, daarom $d_{sOS} = d_{sO}$ en $\Delta d_{sOS} = \Delta d_{sO}$
- 5 $d_{sPS} \pm \Delta d_{sPS}$ (1270,4 mm \pm 2,0 mm)
- 6 $d_{sp} \pm \Delta d_{sp}$ (1250,0 mm \pm 2,0 mm)
- 7 $d_{sO} \pm \Delta d_{sO}$ (= $d_{sOS} \pm \Delta d_{sOS}$) (beide 1274,8 mm \pm 1,0 mm)
- 8 DN 1 000

F.3.3.2 Methode 2

Een voorbeeld van de beoordelingswijze van de maximale samendrukking in de afdichtingszone wordt gegeven in Tabel F.4. De bijbehorende specifieke "kracht-samendrukkings"-diagram voor de veronderstelde dichting wordt getoond in figuur F.1 en is alleen voor gebruik in dit voorbeeld.

Tabel F.3 - Berekeningswijze voorbeeld (methode 1)

1) Aannamen		
DN	Nominale afmeting	1000 mm
-	Verbindingsvoeg met betonnen dwarskrachtstop op de spie ($d_{sos}=d_{so}$ en Δd_{sos})	-
d_{so}	Nominale binnendiameter mof	1274.8 mm
d_{sp}	Nominale buitendiameter spie	1250.0 mm
d_{sps}	Nominale buitendiameter spie ter plaatse van de dwarskrachtstop	1270.4 mm
Δd_{so}	Toegelaten tolerantie op de inwendige diameter mof	+/- 1.0 mm
Δd_{sp}	Toegelaten tolerantie op de uitwendige diameter spie	+/- 2.0 mm
Δd_{sps}	Toegelaten tolerantie op de uitwendige dwarskrachtstopdiameter op de spie	+/- 2.0 mm
h_j	Nominale dikte van de dichting	20.0 mm
Δh_j	Tolerantie op de dikte van de dichting	+/- 0.7 mm
l_1	Snijlengte van de dichting (voor het aanbrengen)	3630 mm
E	Elasticiteitsmodulus van de rubberdichting (40 IRHD)	1.5 N/mm ²
2) Formules en berekeningen		
l_2	$\pi \times (d_{sp} + h_j)$	3990 mm
ε	$(l_2 - l_1) / l_1$	0.10
h_m	$h_j / \sqrt{1 + \varepsilon}$	19.1 mm
K	$[(2\Delta h_j)^2 + \Delta d_{so}^2 + \Delta d_{sp}^2 + \Delta d_{sos}^2 + \Delta d_{sps}^2]^{0.5}$	3.46 mm
δ_{min}	$[2h_m - d_{so} + d_{sp} - d_{sos} + d_{sps} - K] \times 100 / (2h_m)$	14.40 %
δ_{max}	$[2h_m - d_{so} + d_{sp} + d_{sos} - d_{sps} + K] \times 100 / (2h_m)$	55.60 %
F_e	$E \times h_m [1,25 (\delta_{min}/100)^{1.5} + 50 (\delta_{min}/100)^6]$	1.97 N/mm
b_t	$0,5 h_m [\pi/2 - (1 - \delta_{min}/100)^2] / [1 - \delta_{min}/100]$	9.3 mm
f	F_e / b_t	0.21 N/mm ²
b_{tmin}	min 50 % van $(d_{so} - d_{sp})/2$	≥ 6.2 mm
3) Testprocedure en beoordeling		
Eisen:	a) $b_t \geq b_{tmin}$	conform
	b) $f \geq 0,15$ MPa (N/mm ²)	conform
	c) $\delta_{max} \leq 50$ %	conform

Tabel F.4 - Rekenvoorbeeld (methode 2)

1) Aannamen		
DN	Nominale afmeting	1000 mm
-	Verbindingsvoeg met betonnen dwarskrachtstop op de spie ($d_{sos}=d_{so}$ en Δd_{sos})	-
d_{so}	Nominale binnendiameter mof	1274.8 mm
d_{sp}	Nominale buitendiameter spie	1250.0 mm
d_{sps}	Nominale buitendiameter spie ter plaatse van de dwarskrachtstop	1270.4 mm
Δd_{so}	Toegelaten tolerantie op de inwendige diameter mof	+/- 1.0 mm
Δd_{sp}	Toegelaten tolerantie op de uitwendige diameter spie	+/- 2.0 mm
Δd_{sps}	Toegelaten tolerantie op de uitwendige dwarskrachtstopdiameter op de spie	+/- 2.0 mm
h_j	Nominale dikte van de dichting	20.0 mm
Δh_j	Tolerantie op de dikte van de dichting	+/- 0.7 mm
l_1	Snijlengte van de dichting (voor het aanbrengen)	3630 mm
2) Formules en berekeningen		
l_2	$\pi \times (d_{sp} + h_j)$	3990 mm
ϵ	$(l_2 - l_1) / l_1$	0.10
h_m	$h_j / \sqrt{1 + \epsilon}$	19.1 mm
K	$[(2\Delta h_j)^2 + \Delta d_{so}^2 + \Delta d_{sp}^2 + \Delta d_{sos}^2 + \Delta d_{sps}^2]^{0.5}$	3.46 mm
δ_{max}	$[2h_m - d_{so} + d_{sp} + d_{sos} - d_{sps} + K] \times 100 / (2h_m)$	55.60 %
3) Testprocedure en beoordeling		
Eisen:	$\bar{\delta}_{max} \leq 50 \%$	conform

BIJLAGE G: BEPROEVINGSMETHODEN VOOR OVERLANGSE BUIGSTERKTE

G.1 Principe

Het doel van deze test is om de overlangse buigsterkte van ronde buizen \leq DN 250 met inwendige buislengte $>$ 6 keer de buitendiameter te evalueren.

G.2 Apparatuur

Het apparaat moet stabiel en zeer stijf zijn, zodat de lastverdeling niet merkbaar beïnvloed wordt door vervorming of meebewegen van een onderdeel van het proefapparaat. De procedure voor de opstelling en de belasting van de buis wordt beschreven in G.3.2 en G.3.3. De belasting is trillings- en schokvrij aan te brengen op de buis. De beproevingsuitrusting wordt op passende wijze gekalibreerd en gecontroleerd zodat de proefbelasting kan worden geverifieerd.

G.3 Procedure

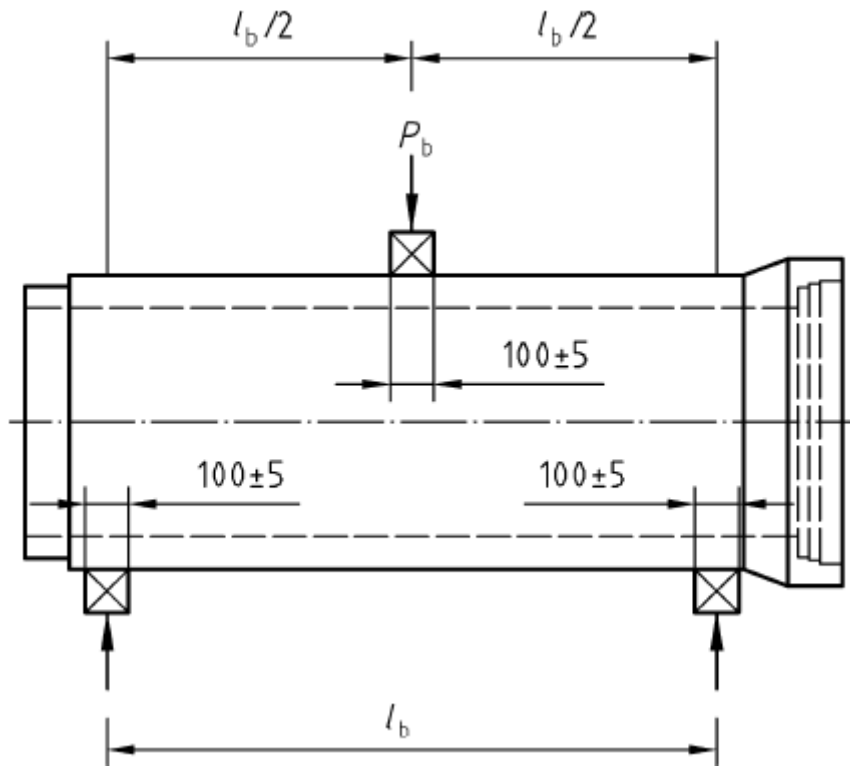
G.3.1 Algemeen

Het proefmonster bestaat uit een deel van een ronde buis met of zonder mof met een inwendige buislengte groter dan 1,25 m, of uit een complete ronde buis. Naar keuze van de producent is het toegestaan om het monster maximaal 28 uur nat te houden (onderdompelen in water) alvorens te testen.

De belasting wordt trillings- en schokvrij aangebracht op het monster met een gelijkmatige verhoging van niet minder dan 6 kN per minuut en niet meer dan 9 kN per minuut.

G.3.2 Procedure vier-punts buigproef

De buis wordt in een horizontale positie in twee draaglussen geplaatst. Elke lus moet loodrecht op de buisas gericht zijn en symmetrisch geplaatst ten opzichte van het midden van de buislengte. De twee draaglussen moeten minimaal 900 mm uit elkaar hangen (zie figuur G.1). De belasting wordt via twee andere lussen op de buis met een hartafstand van 300 mm aangebracht. Elke lus moet zo zijn opgehangen dat er een contact van ten minste 120° rond de omtrek van de buis is. De lussen hebben een breedte van $100 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$.



Figuur G.2 - Belastings- en ondersteuningsopstelling (3-punts)

Legende: l_b overspanning tussen de ondersteuning (hart op hart)

G.4 Uitdrukking resultaten

G.4.1 Vier-punts belastingsproef

De overlangse buigsterkte wordt berekend als volgt:

$$M = P_b \times a_1 / 2$$

waarin

M is de overlangse buigsterkte, kNm

P_b is de totale toegepaste last, in kN

a_1 is de hefboomsarm = $0.5 \times (l_s - 0.3)$, in m

l_s is de overspanning, in m

G.4.2 Drie-punts belastingsproef

De overlangse buigsterkte wordt berekend als volgt:

$$M = P_b \times l_b / 4$$

waarin

M is de overlangse buigsterkte, kNm

P_b is de totale toegepaste last, in kN

l_b is de hart op hart afstand tussen draagbalken, in m, en is zo lang als mogelijk toegestaan door het monster

BIJLAGE I: BEPROEVINGSMETHODE OP DE SLEETWEERSTAND (informatief)

I.1 Algemene bepalingen

De uiteinden van de buisschaal van (1000 ± 10) mm lengte wordt met kopplaten afgesloten, met een vastgelegd zand-kiezel-water mengsel gevuld en vervolgens met nog een sluitplaat afgedekt. Deze schaal wordt afwisselend in de lengterichting om een hoek van $\pm 22,5^\circ$ geschommeld, zodat door de bewegingen van het proefmateriaal de bedoelde slijtagewerking veroorzaakt wordt (zie fig. 10). Als proefmateriaal moet natuurlijke, ongebroke, rondkorrelige kwartskiezel gebruikt worden, waarvan de zeefanalyse aan de volgende eisen voldoet:

$$M_p = d_{50} = 6 \text{ mm}$$

$$d_{80} = 8,4 \text{ mm}$$

$$d_{20} = 4,2 \text{ mm}$$

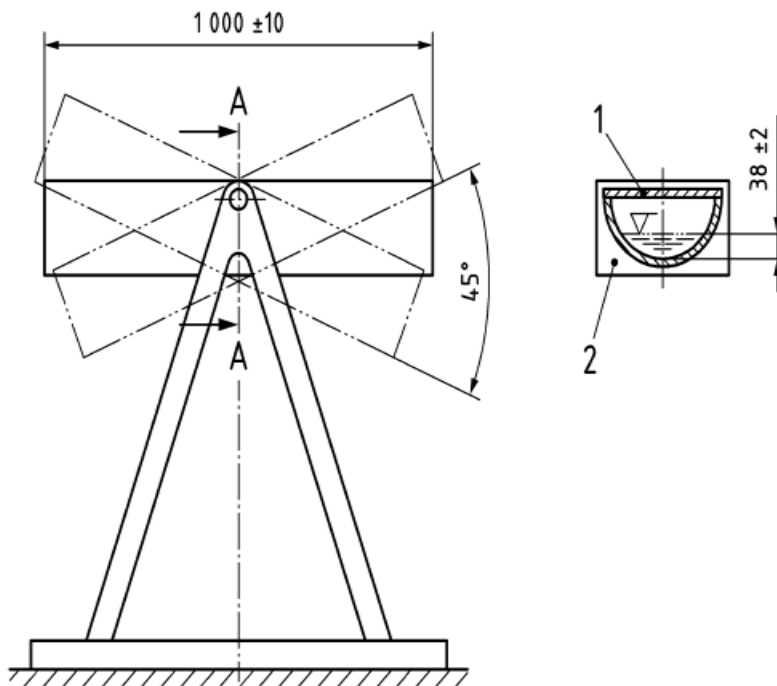
$$U = d_{80}/d_{20} = 2$$

waarbij

M_p de gemiddelde korrelgrootte in mm

U de ongelijkvormigheidsgraad

$d_{50}/d_{80}/d_{20}$ de korrelgrootte die door 50/80/20 % (massa) van het materiaal niet overschreden wordt, in mm



afmetingen in mm

Legende

1 Afsluitplaat

2 Kopplaat

Figuur I.1 - Proefopstelling voor sleetweerstand

De hoeveelheid proefmateriaal volgens tabel I.1 wordt in de proefschaal gebracht, die vervolgens tot een vulhoogte van 38 ± 2 mm met water wordt gevuld. In plaats van buizen

met $\varnothing > 500$ mm moeten buizen volgens tabel I.1 uit hetzelfde productielot beproefd worden. De proefschaal wordt aan 100.000 lastcycli (slijtageproces door schuiven bij het schommelen) onderworpen. De schommeling moet een sinusvormig verloop hebben bij een frequentie van zowat 20 schommelingen per minuut. De afslijt diepte moet op de bodemlijn over een proeflengte van 700 mm gemeten worden, waarbij geen rekening wordt gehouden met 150 mm aan de uiteinden van de schaal. De metingen moeten in afstanden van maximaal 10 mm uitgevoerd worden en vervolgens wordt de gemiddelde diepte berekend. Deze waarde is de gemiddelde slijtage.

Tabel I.1: Hoeveelheid proefmateriaal

DN	Hoeveelheid proefmateriaal in kg
150	3,4
200	4,0
250	4,5
300	5,0
400	5,8
500	6,5

BIJLAGE J: STEEKMOFFEN

J.1 Algemene bepalingen

J.1.1 Materiaaleisen voor polypropyleen steekmoffen en overschuifmoffen

J.1.1.1 Smeltindex

De smeltindex van uit het koppelstuk genomen materiaal moet volgens ISO 1133-1:2011 Tabellen A.1, voldoen aan voorwaarde 12 (temperatuur: 230 °C; massa: 2,16 kg).

J.1.1.2 Treksterkte en rek bij breuk

Het testen van de treksterkte en rek bij breuk moet worden uitgevoerd op het monster genomen uit het mofstuk (gravuren, lasnaden en scheidingslijnen zijn te vermijden). De vorm van het monster is volgens EN ISO 527-2: 2012, type 1B. Als het monster door gravuren, lasnaden en scheidingslijnen niet kan worden genomen, is een kleiner monster te gebruiken type 1BA, (inclusief de nomenclatuur volgens EN ISO 527-2: 2012, figuur A.2).

De proefstukken worden geconditioneerd vóór de test gedurende ten minste 3 uur bij 23 ± 2 °C. De proef worden uitgevoerd volgens de methode beschreven in EN ISO 527-2 met een voedingssnelheid van 50 mm/min \pm 10 %. De treksterkte wordt uitgedrukt in MPa.

J.1.1.3 Gedrag bij hoge temperaturen

Het mofstuk wordt op een vlakke ondergrond horizontaal in een oven geplaatst gedurende 1 uur bij een temperatuur van 150 +/- 3 °C. Na het verwijderen uit de oven wordt het monster bij kamertemperatuur afgekoeld. Het mofstuk wordt gecontroleerd op luchtballen, scheuren en afbladeren. Deze fenomenen zijn te beschouwen als gebreken.

J.1.1.4 Slagvastheidsproef

De slagvastheid van de steekmof wordt getest door de steekmof op een stijf oppervlak te laten vallen. Na impact wordt de steekmof geïnspecteerd op zichtbare scheuren zonder vergroting. Bij beslag met losse bevestigingselementen, bijvoorbeeld voor het vasthouden van afdichtingen, worden deze elementen gecontroleerd op eventuele permanente schade die verlies kan veroorzaken van waterdichtheid.

OPMERKING. Aangenomen wordt dat de volgende testparameters zijn ingesteld door de verwijzende norm:

- a) testtemperatuur 0 °C \pm 2 °C;
- b) de hoogte van waar het proefstuk moet vallen, 1m;
- c) Conditioneringstijd is in functie van de wanddikte zie tabel J1.

Tabel J.1: Minimale conditioneringstemperatuur

Wanddikte e mm	Minimum conditioneringstijd h
$e < 3$	1
$3 \leq e < 8$	3
$8 \leq e < 16$	6
$16 \leq e$	16

J.1.2 Beproeven van polypropyleen overschuifmoffen

Een afschuifproef wordt uitgevoerd op een testbank, bestaande uit twee teststoppen, die de 2 spieuiteinden van de 2 buizen vervangen. De buitendiameter van de ene proefstop moet binnen het bovenste kwartiel van het meetbereik liggen. De buitendiameter van de andere stop moet binnen het laagste kwartiel van het meetbereik liggen. Na het monteren van het koppelstuk op de proefstop om een buisverbinding te realiseren, moet de opstelling axiaal worden uitgelijnd en wordt een afschuiving met een hoogte van ten minste 6 mm aangebracht.

BIJLAGE K: WEERSTAND TEGEN HOGE-DRUK-REINIGING (informatief)

K.1 Algemene bepalingen

K.1.1 Waterbron

Het water moet wat betreft het gehalte aan chemische en vaste stoffen aan de normen voor de kwaliteit van het drinkwater voldoen.

K.1.2 Drukmeting

Een manometer, met een nauwkeurigheid van ± 1 %, moet op ten hoogste 1 m afstand van het spuitmond van de waterleiding worden geplaatst. De leiding moet een vrije binnendiameter van ten minste 15 mm hebben tussen het drukmeetpunt en de spuitmond (nozzle).

K.1.3 Beproevingstemperatuur

De testen worden uitgevoerd bij een omgevingstemperatuur van (15 ± 10) °C en een watertemperatuur van (15 ± 10) °C ter plaatse van de pompinlaat.

K.2 Test met beweegbare spuitmond

De test met bewegende spuitmond is bij een druk van 12 MPa volgens de gebruiksvoorschriften van CEN / TR 14920:2005 uit te voeren.

K.3 Test met vaste spuitmond

K.3.1 Algemeen

De test met vaste spuitmond is bij een druk van 28 MPa uit te voeren.

Nota Deze test is niet representatief als reinigingsmethode, maar heeft betrekking op de eigenschappen van het materiaal.

K.3.2 Proefapparaat

K.3.2.1 Pompunit

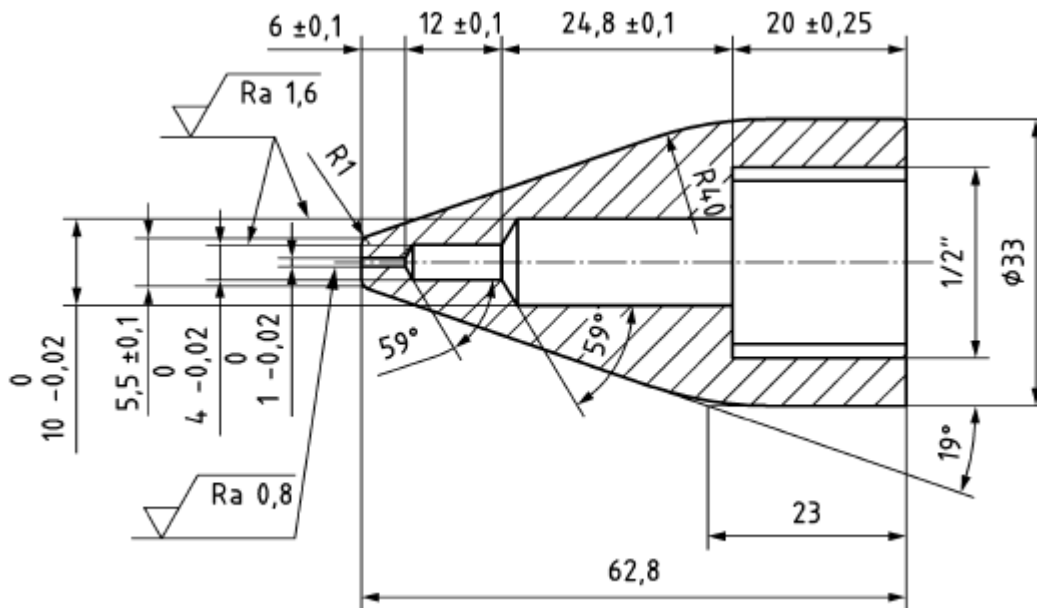
De pompunit moet het water voorzien van een druk, die minstens overeenkomt met de proefdruk en met een debiet van ten minste 10 l/min. Er moet een drukregelaar met een nauwkeurigheid van ± 1 % worden voorzien.

K.3.2.2 Beschermingsplaat

Een demonteerbare metalen beschermplaat met een vergelijkbare kromming als die van de binnenwand van de proefbuis wordt ter bescherming van het buismateriaal tegen de waterstraal geplaatst totdat de bedrijfsdruk en het debiet wordt bereikt.

K.3.2.3 Spuitmond (nozzle)

De spuitmondopening moet een diameter van $(1_{-0}^{+0.05})$ mm hebben zoals alle vastgelegde afmetingen in figuur K.1 laten zien. De diameter van de opening moet worden gemeten met een nauwkeurigheid van $\pm 0,01$ mm.



Figuur K.1 - Geometrie van de spuitmond

K.3.2.4 Nauwkeurigheid van het debiet

De meetinrichting voor het debiet moet een nauwkeurigheid van $\pm 0,1$ l/min hebben.

K.3.2.5 Testbank

Het testbank moet het proefbuis kunnen klemmen en de spuitmond onder een hoek van $(30 \pm 1)^\circ$ volgens de as van de proefbuis en op een loodrechte afstand van $(5 \pm 0,5)$ mm tussen het middelpunt van de opening en het binnenoppervlak kunnen vasthouden. De testbank moet zodanig ontworpen zijn dat spuitmond kan bewegen in de lengterichting van de proefbuis en dat de evenwijdigheid van deze beweging met de langsas van de proefbuis verzekerd is.

K.3.3 Proefmonsters

De proefbuis moet een minimum lengte van 1 m hebben en op het buitenoppervlak worden 10 secties op gelijke afstand van elkaar gemarkeerd. De wanddikte moet éénmaal per sectie gemeten worden. De binnenkant van het buislichaam moet voor de test worden gecontroleerd op eventuele gebreken en worden geregistreerd.

K.3.4 Uitvoering

K.3.4.1 Voorbereiding

De pomp wordt aangeschakeld, waarbij het water eerst wegloopt voordat het afgeleid wordt naar de spuitmond en de druk op de manometer wordt ingesteld op 28 MPa. Eerst moet bevestigd worden dat het debiet tussen 6,15 l/min en 8,25 l/min ligt. Ligt het debiet buiten dit bereik, dan moet de diameter en de spuitmondopening en alle andere aansluitingen gecontroleerd worden. Deze inleidende test moet worden herhaald totdat de pompunit een gelijkmatig debiet geeft dat binnen dit bereik valt.

Nadat de proefbuis op de testbank werd geplaatst, wordt het markeerapparaat voor de secties op de kruin van de buis geplaatst en ingesteld op de juiste hoogte.

De spuitmond wordt onder een hoek van $(30 \pm 1)^\circ$ op 250 mm ten opzichte van het buislichaam volgens de langsas aangebracht, waarbij het middelpunt van de spuitmondopening verticaal boven de zool van het buislichaam op een afstand van

(5 ± 0,5) mm vast wordt gemonteerd. Een metalen beschermingsplaat moet worden gebracht tussen het oppervlak van het buislichaam en de spuitmond.

Nota 1 MPa = 10 bar = 145 psi, 28 MPa komt ongeveer overeen met 4000 psi.

K.3.4.2 Werkwijze

Op het moment dat de testbank op proefdruk is, wordt de beschermingsplaat verwijderd en wordt tegelijkertijd de chronometer gestart. De waterstraal moet voor de volledige proeftijd van 3 minuten worden onderhouden waarna het debiet terug wordt omgeschakeld naar afvoer.

De waterstraal wordt 50 mm voorwaarts bewogen en het proeflichaam moet naar de volgende gemarkeerde sectie gedraaid worden. De beschermingsplaat wordt opnieuw aangebracht en de proefcyclus voor de waterstraal wordt terug aangevat. Deze methodiek wordt herhaald totdat alle 10 tests zijn uitgevoerd. Na voltooiing van de 10 testen wordt het monster zorgvuldig verwijderd uit de testbank. De binnenkant van het buislichaam wordt geïnspecteerd op eventuele schade. De waargenomen oppervlaktegebreken moeten worden beoordeeld en geregistreerd.

K.3.4.3 Registratie van de resultaten

Alle voor de proef vastgestelde gebreken worden genoteerd.

De volgende parameters worden geregistreerd:

- unieke identificatie van het proefstuk;
- omgevingstemperatuur, watertemperatuur aan de inlaat;
- proefdruk;
- diameter van de spuitmondopening;
- debiet;
- berekende waarde voor C_d .

Het debietcoëfficiënt van de spuitmond (C_d) wordt als volgt berekend:

- het meten van de spuitmonddiameter;
- het afvoervolume van de waterstraal wordt opgevangen en gemeten gedurende een bepaalde meetperiode en bij een bepaalde proefdruk gemeten waarde;
- C_d is te berekenen via volgende vergelijking:

$$C_d = 0.474 \frac{Q}{d^2 p^{\frac{1}{2}}}$$

Het rekenkundig gemiddelde van de drie metingen wordt gebruikt als waarde voor de spuitmond C_d .

waarin

C_d is de afvoercoëfficiënt van de spuitmond;

Q is het debiet, in l/min;

d is de diameter van de spuitmondopening, in mm;

p is de gemeten druk op een maximum afstand van 1 m ten op zichte van de spuitmond, in MPa.

BIJLAGE L: UITERLIJK - NAZICHT VAN DE TOESTAND VAN DE VERBINDINGEN

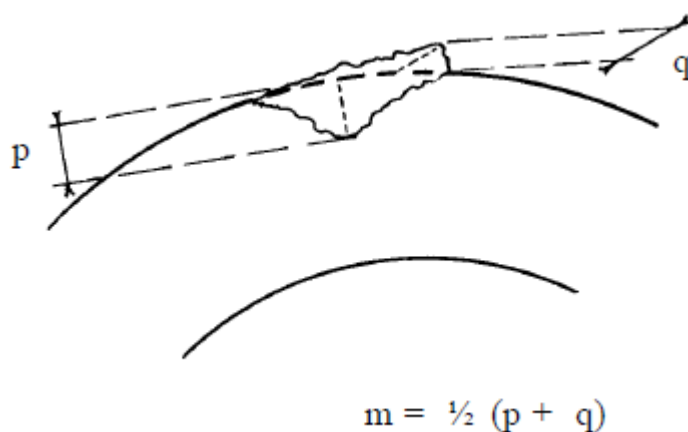
L.1 Toestand van de verbindingen

Visueel wordt nagegaan of de contactoppervlakken met de dichting geen ondichtheden of oneffenheden vertonen waarvan de afmetingen de waterdichtheid van de verbinding in het gedrang brengen. De gebeurlijke gebreken worden genoteerd.

Aan elk vrij uiteinde van de verbinding wordt de individuele ontwikkelde lengte van de afbrokkelingen gemeten op 1 mm nauwkeurig.

De diepte van een afbrokkeling wordt conventioneel bepaald als het gemiddelde m van de grootste waarden p en q gemeten loodrecht op de betreffende rand in elk van de begrenzendende vlakken (zie fig. L1).

Er wordt nagegaan of aan de eisen voor de individuele en gecumuleerde lengten van de afbrokkelingen van 4.3.2 Uiterlijk is voldaan.



Figuur L.1 - Diepte van een afbrokkeling

BIJLAGE M: NAZICHT VAN DE GEOMETRISCHE KENMERKEN

M.1 Algemene bepalingen

De afmetingen worden gemeten op 1 mm nauwkeurig.

M.2.1 Binnen- en buitenafmetingen

M.2.1.1 Binnen- en buitendiameter

De binnen- en buitenmaten worden gemeten volgens twee loodrechte diameters op een afstand van minstens 100 mm van elk van de uiteinden van het element.

De meetnauwkeurigheid bedraagt minstens 1 mm voor elementen met nominale maat kleiner dan DN 500 en 2 mm, afgerond op 1 mm, voor elementen met nominale maat DN 500 of groter.

M.2.1.2 Inwendige middellijn mof en uitwendige middellijn spie-einde

Bepaal de mof- en spiemaat van de buis de inwendige middellijn van de mof en de uitwendige middellijn van het spie-einde, tot op 1 mm nauwkeurig, uit 2, loodrecht op elkaar gelegen, metingen bij $DN < 600$ mm en 3, onder een hoek van 60° van elkaar gelegen, metingen bij $DN \geq 600$ mm. Meet op de plaats waar de rubberdichting zit na montage. In het geval van "wet-cast" productie worden de mof- en spiemaat 2-jaarlijks op elke vormuitrusting gemeten, tot op 1 mm nauwkeurig, uit 3 metingen, uitgevoerd over 3 middellijnen onder een hoek van 60° van elkaar.

M.2.2 Wanddikte

De wanddikte wordt gemeten volgens twee loodrechte diameters op een afstand van minstens 100 mm van elk van de uiteinden van de het element. De metingen gebeuren met een nauwkeurigheid van 1 mm.

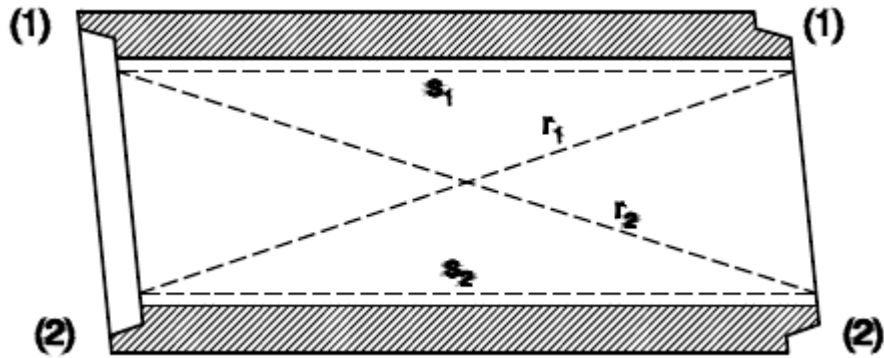
M.2.3 Inwendige buislengte

De inwendige buislengte wordt gemeten tussen beide uiteinden van de buis volgens twee diametraal tegenover elkaar gelegen beschrijvenden. De metingen gebeuren met een nauwkeurigheid van 5 mm.

M.2.4 Haaksheid en buitenhaaksheid

M.2.4.1 Haaksheid betrokken op de diameter

De op de diameter betrokken haaksheid van de uiteinden wordt nagegaan door het meten van de lengten van twee diametraal tegenover elkaar gelegen beschrijvenden van het inwendig oppervlak van de buis en van de lengten van de diagonalen die de eindpunten van voornoemde beschrijvenden verbinden (zie fig. M.1), volgens twee loodrecht op elkaar staande diametrale vlakken van de buis.



Figuur M.1 - Metingen in een diametraal vlak

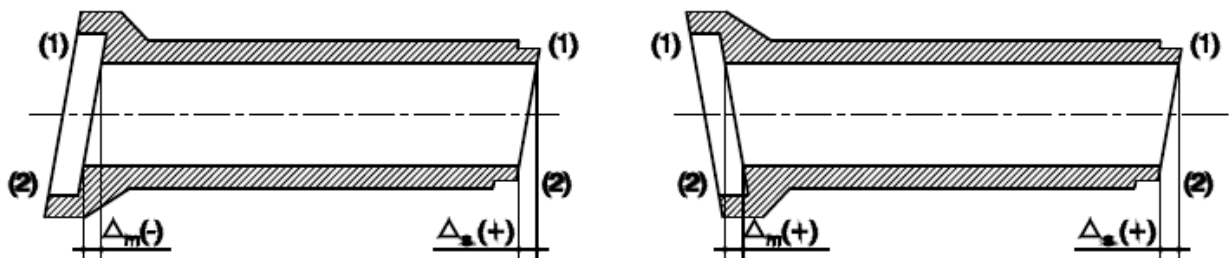
De metingen gebeuren met een metalen rolmeter of meetlat, met een nauwkeurigheid van 1 mm. De afstanden r stemmen overeen met het grootste meetresultaat van de lengten van de diagonalen, de afstanden s stemmen overeen met het kleinste meetresultaat van de lengten van de beschrijvende.

De afwijkingen per diametraal vlak van de op de diameter betrokken haaksheid zijn:

$$\Delta_s = \frac{(s_1^2 + r_1^2 - s_2^2 - r_2^2)}{2(s_1 + s_2)}$$

$$\Delta_m = \frac{(s_1^2 - r_1^2 - s_2^2 + r_2^2)}{2(s_1 + s_2)}$$

Het teken van de afwijkingen geeft de oriëntatie van de buitenhaaksheid aan ten opzichte van de uiteinden (1) en (2) (zie fig. M.2).

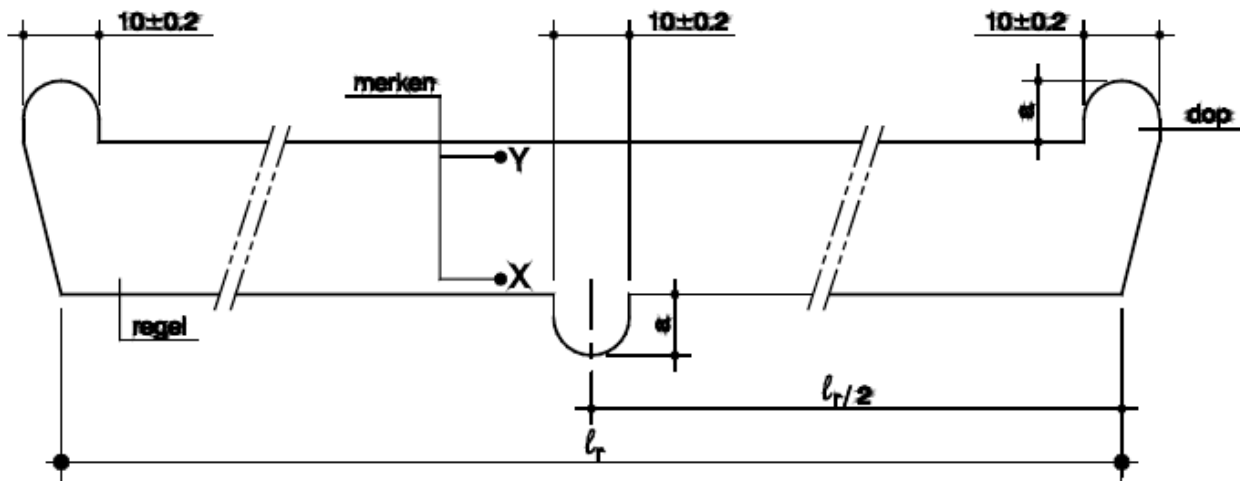


Figuur M.2 - Afwijkingen van de op de diameter betrokken haaksheid

M.2.5 Rechtheid

De rechtheid van het inwendig oppervlak van de buis wordt nagegaan ter plaatse van vier beschrijvende van dit oppervlak die overeenstemmen met twee onderling loodrechte diametrale vlakken van de buis.

Het nazicht gebeurt met een vormvaste stalen regel die is voorzien van doppen in het midden en aan de uiteinden (zie fig. M.3).



Figuur M.3 - Metalen regel voor het nazicht van de rechtheid

De lengte van de regel bedraagt: $l_r = l - 400$.

De hoogte van de doppen bedraagt: $a = 0,005 l - 2$. De toegelaten afwijkingen in meer en in min van de werkelijke hoogte ten opzichte van de fabricagemaat zijn $0,05 a$.

In voorgaande uitdrukkingen is l de fabricagemaat van de inwendige buislengte van de buis.

De rand X van de regel wordt gebruikt in het geval dat het oppervlak van de buis hol is, de rand Y in het geval dat dit oppervlak bol is (zie fig. M.3).

Aan de voorschriften voor de rechtheid is voldaan als:

- bij gebruik van de rand X van de regel, één uiteinde niet in contact is met het oppervlak van de buis;
- bij gebruik van de rand Y van de regel, beide uiteinden in contact zijn met het oppervlak van de buis.

M.2.6 Mof- en spiedikte

Bepaal bij een cirkelvormige mof- en spie-einde, tot op 1 mm nauwkeurig, uit 2 metingen, uitgevoerd aan de mof dan wel het spie-einde over 2 middellijnen loodrecht op elkaar op de plaats waar de rubberdichting zich na montage bevindt.

M.2.7 Mofdiepte en spielengte

In het geval van "wet-cast" productie wordt de mofdiepte en de spielengte op elke vormuitrusting gemeten, tot op 1 mm nauwkeurig, uit 2 metingen, uitgevoerd aan de mof dan wel het spie-einde over 2 middellijnen loodrecht op elkaar.

BIJLAGE O: WEERSTAND TEGEN WISSELENDE TEMPERATUREN (informatief)

O.1 Bestendigheid tegen wisselende temperaturen

De complete voegverbindingen worden blootgesteld aan wisselende temperaturen (in lucht) volgens onderstaande cyclus:

- omgevingstemperatuur gedurende 2 uur;
- vier keer:
 - 8 uur (-10 ± 2) °C;
 - 16 uur bij (70 ± 2) °C;
- omgevingstemperatuur gedurende 2 uur.

De verbindingen moeten weerstaan aan deze thermische cycli zonder zichtbare schade. De dichting evenals de vulcanisatieverbinding van deze dichting worden onderworpen aan een visuele controle op gebreken. Aansluitend moet diezelfde verbinding een waterdichtheidsproef bij een inwendige druk van 100 kPa gedurende 15 min ondergaan (1 bar). Er mag geen zichtbare lekkage optreden. De resultaten van de proeven op buizen DN 250 mogen tevens gebruikt worden voor de grotere nominale diameters.

O.2 Langeduur bestendigheid

Twee hele of op lengte gezaagde buizen worden met elkaar verbonden. De uiteinden worden afgesloten en voorzien van een inlaat en een uitlaat. Gedurende 7 dagen stroomt door deze leiding water waarbij een temperatuur van 45_{-0}^{+5} °C ter plaatse van de verbinding gehandhaafd blijft. Aansluitend moet diezelfde verbinding een waterdichtheidsproef bij een inwendige druk van 100 kPa gedurende 15 min ondergaan (1 bar). Er mag geen zichtbare lekkage optreden.

BIJLAGE Q: AANVAARDINGSKEURING VAN EEN PARTIJ BIJ LEVERING

Q.1 Voorafgaande bepalingen

Voor over te gaan tot de aanvaardingskeuring van een partij bij levering, wordt op basis van artikel 4.6 de opportuniteit van deze keuringsprocedure nagegaan.

De vaststelling van de overeenstemming van een partij buizen met onderhavige norm vereist keuringen tijdens de fabricage (zie Q.2.1). Vóór de aanvang van de fabricage worden terzake de nodige afspraken gemaakt tussen de contractanten of in het voorkomend geval met de onpartijdige instelling.

Q.2 Algemeen

Q.2.1 Nazicht tijdens de fabricage

Aan de hand van de fabricagedocumenten worden de volgende aspecten nagegaan:

- het minimum zwavelgehalte (zie 4.2.4);
- de gebruiksgeschiktheid (zie 4.3.9).

Q.2.2 Nazicht van elk element van de partij

Op elk element van de partij worden de hiernavolgende nazichten uitgevoerd:

- nazicht van het algemeen uiterlijk;
- nazicht van de markering (zie 7).

Als een partij wordt afgekeurd op basis van voornoemd nazicht van het algemeen uiterlijk, mag deze partij opnieuw aangeboden worden na verwijdering door de producent van de twijfelachtige elementen.

Als een partij wordt afgekeurd op basis van voornoemd nazicht van de markering, mag deze partij opnieuw aangeboden worden na aanpassing of vervollediging door de producent van de markering.

Q.2.3 Attributenkeuring op de partij

Na het nazicht tijdens de fabricage (zie Q.2.1) en het intieel nazicht van elk element (zie Q.2.2) worden de hiernavolgende kenmerken, in de aangegeven volgorde nagegaan door middel van een attributenkeuring:

- het uiterlijk;
- de geometrische kenmerken;
- de waterdichtheid;
- de verbrijzelingssterkte en buigsterkte;
- de wateropslorping en (in het voorkomend geval) de mechanische sterkte;
- de duurzaamheid van de voegdichtingen.

Q.3 Voorwaarden voor de monsterneming

Als de monsternemingen niet gebeuren door een onpartijdige instelling, worden de monsternemingen tegensprekelijk uitgevoerd, dat wil zeggen in aanwezigheid van de contractanten. Als de contractanten behoorlijk verwittigd werden maar verstek laten gaan, gaan de overige contractanten alleen tot de monsternemingen over.

De monsternemingen gebeuren aselectief en zijn representatief voor elke volledige partij (zie Q.4). Daartoe worden de elementen in elke partij op verscheidene plaatsen gekozen. De keuze is volgens een vooraf door de contractanten gemaakte afspraak als de monsternemingen niet door een onpartijdige instelling gebeuren.

Q.4 Aantal en omvang van de monsterneming

Elke levering van hoogstens 1500 buizen wordt als één lot beschouwd.

Per lot worden twee monsters genomen met een gelijk aantal stuks. Het aantal stuks per monster is afhankelijk van het aantal stuks van het lot en is in overeenstemming met de bepalingen van Tabel Q.1.

Tabel Q.1 - Klassenindeling van partijen en aantal stuks per monster

Klasse van het lot	Aantal stuks per lot	Aantal stuks per monster voor het nazicht van	
		de waterdichtheid	elk ander kenmerk ^a
A	100 t/m 200	3 x 2	4
B	201 t/m 400	4 x 2	5
C	401 t/m 800	5 x 2	7
D	801 t/m 1500	6 x 2	10

^a Als zowel de verbrijzelingssterkte als de overlangse buigsterkte moeten worden nagegaan, wordt het dubbel aantal stuks genomen.

Voor loten waarvan het aantal stuks kleiner is dan 100 worden het aantal en de omvang van de monsters, evenals de keuringscriteria overeengekomen tussen de contactanten.

De monsters worden voorzien van een onuitwisbaar, ontegensprekelijk en door de contractanten of in het voorkomend geval, door de onpartijdige instelling herkenbaar merkteken.

Q.5 Nazicht van de kenmerken

Q.5.1 Algemeen

Elk relevant kenmerk wordt beoordeeld door middel van een attributenkeuring met enkel of dubbel bemonsteringsschema.

Voor elk nagezien kenmerk wordt de overeenkomstigheid met de voorschriften van onderhavige norm en in het voorkomend geval met de leveringsdocumenten eerst nagegaan op elk element van het eerste monster. De beoordeling van de keuringsresultaten van het eerste monster gebeurt aan de hand van het aantal niet overeenkomstige resultaten k_1 , in overeenstemming met de bepalingen van Tabel Q.2.

Tabel Q.2 - Beoordeling van de keuringsresultaten van het eerste monster

Klasse van het lot	k_1	Beoordeling
A, B, C	0 1 ≥ 2	lot wordt aanvaard nazicht tweede monster nodig lot wordt afgekeurd
D	≤ 1 2 ≥ 3	lot wordt aanvaard nazicht tweede monster nodig lot wordt afgekeurd

In het geval dat het nazicht van de overeenkomstigheid ook moet worden uitgevoerd op het tweede monster, gebeurt de beoordeling van de keuringsresultaten aan de hand van het aantal niet-overeenkomstige resultaten k_2 in het eerste en het tweede monster samen, in overeenstemming met de bepalingen van Tabel Q.3.

Tabel Q.3 - Beoordeling van de keuringsresultaten van het eerste en het tweede monster

Klasse van het lot	k_2	Beoordeling
A, B, C	1 ≥ 2	lot wordt aanvaard lot wordt afgekeurd
D	2 ≥ 3	lot wordt aanvaard lot wordt afgekeurd

De proeven ter nazicht van de waterdichtheid, van de verbrijzelingssterkte, van de wateropsloping, de druksterkte, worden in de regel ten vroegste op 4 u ouderdom van de elementen aangevat.

In de periode tussen hun monsterneming en hun voorbereiding voor de proeven worden de monsters in de omstandigheden van de opslagplaats van de producent bewaard.

Terwijl de proeven gebeuren op het eerste monster, wordt het tweede monster bewaard in omstandigheden overeengekomen tussen de contractanten of met de onpartijdige instelling.

De resultaten van de proeven worden de contractanten of de onpartijdige instelling ter kennis gebracht door middel van een beproevingsverslag.

Q.5.2 Nazicht van het uiterlijk

Het nazicht van de overeenkomstigheid met de voorschriften van 4.3.2 gebeurt volgens de bepalingen van de Bijlage L.

Q.5.3 Nazicht van de geometrische kenmerken

Het nazicht van de overeenkomstigheid met de voorschriften van 4.3.3 gebeurt volgens de bepalingen van de Bijlage M.

Q.5.4 Nazicht van de waterdichtheid

Het nazicht van de overeenkomstigheid met de voorschriften van 4.3.8 gebeurt volgens de bepalingen van 6.6.

Q.5.5 Nazicht Kruindruk - buigsterkte

Het nazicht van de overeenkomstigheid met de voorschriften van 4.3.5 en 4.3.6 gebeurt volgens de bepalingen van 6.4. en 6.5

Q.5.6 Nazicht van de wateropsorping, de mechanische sterkte van het beton

Het nazicht van de wateropsorping van het beton wordt uitgevoerd op telkens één proefstuk genomen aan elk element van het gecontroleerde monster. Het nazicht van de overeenkomstigheid met de voorschriften van 4.2.5 gebeurt volgens de bepalingen van 6.7.

Het nazicht van de overeenkomstigheid van de mechanische sterkte van het beton met de voorschriften van 4.2.2 gebeurt volgens de bepalingen van 6.8.

Q.5.7 Nazicht Duurzaamheid

Het nazicht van de overeenkomstigheid met de voorschriften van 4.3.9 gebeurt volgens de bepalingen van 6.7.

Q.6 Verwerking van de buizen

De elementen van een lot mogen slechts worden verwerkt nadat alle resultaten van de keuring bekend zijn en voldoening schenken.

BIJLAGE R: BEPROEVINGSMETHODE VOOR DE BEPALING VAN DE CHEMISCHE WEERSTAND

R.1 Principe

Het doel van de proef is de chemische weerstand van zwavelbeton te bepalen, door het massaverlies of de oppervlakteruwheid te meten na contact met enerzijds een sterk zuur en anderzijds een sterke base.

R.2 Proefmethode 1: chemische weerstand van genomen proefstukken door onderdompeling

R.2.1 Proefstukken

De proefstukken zijn 6 genomen proefstukken verhard zwavelbeton met een volume vergelijkbaar met Bijlage D. Ze mogen geen scheuren of afgesplinterde kanten vertonen.

R.2.2 Apparatuur

De apparatuur bestaat uit een geventileerde oven, afgeregeld op $50\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ en een weegschaal met een nauwkeurigheid van 0.005 % van de massa van het proefstuk.

R.2.3 Procedure

De 6 proefstukken worden grondig gereinigd en de massa's m_1 worden bepaald. Procedure: zie D.4.2 (droogweging – droogweging constante massa).

Daarna worden 3 proefstukken ondergedompeld in een sterk zuur en 3 in een sterke base. De volgende proefoplossingen worden gebruikt:

- zwavelzuuroplossing $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.5\text{ mol/l}$.
- natronloog $c(\text{NaOH}) = 0.01\text{ mol/l}$ met een aandeel van 0.4 g NaOH per liter.

De proefstukken worden bij een temperatuur van $20 \pm 5\text{ °C}$ gedurende 48 uur volledig ondergedompeld in 500 ml van de proefoplossingen.

Na het uitnemen uit de proefoplossingen worden de proefstukken voorzichtig en grondig met gedistilleerd water van maximaal 50 °C gereinigd.

Daarna worden de proefstukken in de oven gedroogd bij een temperatuur van $50\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ tot een constante massa is bereikt. De constante massa's m_2 worden beschouwd te zijn bereikt zodra bij twee wegingen, met een tussentijd van 24 uur ± 1 uur, het verschil van de massa kleiner is dan 0.05 % van de gemiddelde waarde van de massa van het ondergedompelde proefstuk.

R.2.4 Uitdrukking van de resultaten

Het verlies aan zuuroplosbare materie XX_{zuur} en alkali-oplosbare materie XX_{base} wordt geregistreerd als gemiddelde van de 3 resultaten, in procenten in twee decimalen.

$$XX_{\text{zuur/base}} = 100 \times (m_1 - m_2)/m_2$$

waarin:

- m_1 massa van het proefstuk voor de behandeling;
- m_2 massa van het proefstuk na behandeling.

R.3 Proefmethode 2: chemische weerstand van voorgevormde stukken met behulp van TAP-test

R.3.1 Proefstukken

De proefstukken zijn gevormde of geboorde cilinders (240 ± 40 mm diameter, hoogte 70 ± 20 mm). Per betonsamenstelling worden 3 cilinders gefabriceerd.

Het is de aantasting van de cilindermantel die zal worden bepaald.

In het midden van de cilinders, centrisc ten op zichte van de cilinderas, bevindt zich een opening waarin een roestvrij stalen huls (binnendiameter 40 mm, lengte min. 70 mm) geplaatst is. Deze huls dient om de cilinders te bevestigen op de assen van het TAP.

Verder wordt op de cilindermantel een hoekstaal bevestigd (zijde 10 mm, lengte = hoogte van de cilinder). Het deel van het hoekstaal dat evenwijdig is met de cilindermantel wordt aangewend voor de referentiemetingen van de lasersensor (zie verder). Het opstaande deel van het hoekstaal dient als trigger om de profielmetingen door de lasersensor op te starten.

R.3.2 Apparatuur

Het toestel voor versnelde aantastingsproeven (TAP) wordt beschreven in De Belie et al. (2002).

Het bestaat uit roterende assen, bevestigd op een roestvrij stalen frame. Op elke halve as kunnen 3 cilinders (de 3 proefstukken per betonsamenstelling) worden bevestigd. De assen worden aangedreven door een elektromotor, met een overbrenging die toelaat twee verschillende rotatiesnelheden in te stellen voor de assen: een lage snelheid van 1 ± 0.1 toeren per uur en een hoge snelheid van 24 ± 1 toeren per uur.

Gedurende de test draaien de cilinders met de lage snelheid doorheen afzonderlijke recipiënten met agressieve vloeistoffen; daardoor zullen de cilinders elkaar tijdens de aantastingsproef niet beïnvloeden. In elk recipiënt bevindt zich $2 \pm 0,1$ l proefvloeistof zodat de buitenste 50 ± 5 mm van de cilinders blootgesteld worden aan de proefoplossing. Een punt op het manteloppervlak van de cilinders is zodoende gedurende ongeveer 1/3 van de omwentelingstijd blootgesteld aan de vloeistof, en gedurende 2/3 van de omwentelingstijd aan de lucht.

Op het frame van het TAP wordt na elke aantastingscyclus een toestel met roterende nylon borstels, aangedreven door een elektromotor, gemonteerd. Deze borstels worden tegen de cilinders gedrukt en roteren met een snelheid van 400 ± 10 t.p.m. terwijl de cilinders zelf draaien met de hoogste snelheid. Op die manier wordt het loszittende materiaal van de betoncilinders verwijderd.

Na het borstelen wordt de aantasting van de cilinders opgemeten met lasersensoren (contactloze afstandsmeting die toelaat het oppervlakteprofiel te registreren). De cilinders draaien daarbij met de hoge snelheid. De lasersensoren zijn gemonteerd op een nauwkeurig instelmechanisme dat op het TAP-frame geplaatst wordt, zodat na elke aantastingscyclus precies dezelfde profielen kunnen opgemeten worden (instelnauwkeurigheid 0,01 mm). Op het algemeen worden 3 tot 10 omtreksprofielen opgemeten per cilinder, met 5 meetpunten per mm langsheen de omtrek. De lasermetingen worden getriggerd door de opstaande rand van het hoekprofiel en de metingen genomen op de zijde van het hoekprofiel die evenwijdig is met de cilindermantel, dienen als referentie.

R.3.3 Procedure

De cilinders worden onderworpen aan een cyclische aantastingsproef op het TAP, bestaande uit minstens 6 aantastingscycli.

In één cyclus draaien de cilinders gedurende een vastgelegde tijd (bv. 6 dagen) met de lage snelheid van 1 ± 0.1 toeren per uur rond de horizontale assen doorheen de recipiënten gevuld met de proefoplossing, in dit geval enerzijds zwavelzuur en anderzijds natronloog (concentraties: zie R. 2.3).

Na elke aantastingscyclus worden de proefstukken geborsteld om loszittend materiaal te verwijderen en de proefvloeistof ververs. Na het borstelen worden de proefstukken opgemeten door middel van de contactloze afstandsmetingen met lasersensoren. In geval een expansieve reactie te verwachten is, zoals bij zwavelzuuraantasting, worden voor en na borstelen de omtreksprofielen opgemeten met de lasersensoren.

De opgemeten profielen worden vervolgens gecorrigeerd met het gemiddelde van de referentiemetingen genomen op het hoekijzer. Uit deze gecorrigeerde metingen van de opeenvolgende cycli worden de aantasting en de oppervlakteruwheid van de cilinders bepaald.

R.3.4 Uitdrukking van de resultaten

De aantasting wordt uitgedrukt als de gemiddelde verandering van de straal van de proefstukken.

De oppervlakteruwheid wordt uitgedrukt in een R_a -waarde. Deze waarde wordt verkregen door een lijn, die het gemiddelde weergeeft, te trekken doorheen het gemeten profiel en vervolgens de oppervlaktes, bevat tussen deze lijn en het gemeten profiel, te sommeren en te delen door de beschouwde lengte langsheen de lijn. Voor de berekening van de R_a -waarde wordt gewerkt met een standaard bemonsteringslengte van 50 mm. De aantasting en oppervlakteruwheid worden dan weergegeven als gemiddelde over alle metingen per cilinder enerzijds, en gemiddelde over alle cilinders van één betonsamenstelling anderzijds.



**PRODUITS D'ASSAINISSEMENT EN BÉTON DE
SOUFRE :**

Partie 2

**TUYAUX ET PIÈCES COMPLÉMENTAIRES
PRÉFABRIQUÉS EN BÉTON DE SOUFRE NON ARMÉ**

© COPRO Version 3.0 du 2022-08-04

Approuvé par le Conseil consultatif Béton de soufre le 2022-08-23

Entériné par le Conseil d'administration du 2022-11-25



COPRO asbl - Organisme impartial de contrôle de produits pour la construction

Z.1 Researchpark
Kranenberg 190
BE-1731 Zellik (Asse)

T +32 (2) 468 00 95
info@copro.eu
www.copro.eu

TVA BE 0424.377.275
KBC BE20 4264 0798 0156
RPM Bruxelles

Tables des matières

0	INTRODUCTION	3
1	DOMAINE D'APPLICATION.....	3
2	RÉFÉRENCES	4
3	DÉFINITIONS, SYMBOLES ET ABRÉVIATIONS.....	5
3.1.	Définitions	5
3.2.	Symboles et abréviations	8
4	EXIGENCES GÉNÉRALES.....	10
4.1	Matériaux, remplissage des joints et manchons	10
4.2	Béton de soufre	13
4.3	Tuyaux et pièces complémentaires	14
5	EXIGENCES PARTICULIÈRES	24
5.4	Tuyaux avec orifice d'entrée.....	24
6	MÉTHODES DE MESURE ET D'ESSAI DES TUYAUX	25
6.1	Généralités	25
6.2	Profils des assemblages.....	25
6.4	Résistance à l'écrasement	25
6.5	Résistance à la flexion longitudinale	25
6.6	Étanchéité à l'eau	25
6.7	Absorption d'eau.....	25
6.10	Caractéristiques géométriques.....	25
6.11	Aspect.....	25
6.12	Manchons avec butée	26
6.14	Résistance chimique	26
6.16	Résistance à l'abrasion (informatif)	26
6.17	Résistance au nettoyage à haute pression (informatif)	26
6.19	Résistance aux températures variables (informatif)	26
7	MARQUAGE	27
	ANNEXE A : MÉTHODE D'ESSAI POUR LA DÉTERMINATION DE LA RÉSISTANCE À L'ÉCRASEMENT	28
	ANNEXE C : MÉTHODE D'ESSAI POUR LA DÉTERMINATION DE L'ÉTANCHÉITÉ À L'EAU	32
	ANNEXE D : MÉTHODE D'ESSAI POUR LA MESURE DE L'ABSORPTION D'EAU	39
	ANNEXE F : MÉTHODES D'ESSAI ET DE CALCUL POUR LES GARNITURES D'ÉTANCHÉITÉ	41
	ANNEXE G : MÉTHODES D'ESSAI POUR LA RÉSISTANCE À LA FLEXION LONGITUDINALE.....	52
	ANNEXE I : MÉTHODE D'ESSAI DE LA RÉSISTANCE À L'ABRASION (informative)	55
	ANNEXE J : MANCHONS AVEC BUTÉE.....	57
	ANNEXE K : RÉSISTANCE AU NETTOYAGE À HAUTE PRESSON (informative).....	60
	ANNEXE L : ASPECT - VÉRIFICATION DE L'ÉTAT DES LIAISONS.....	63
	ANNEXE M : VÉRIFICATION DES CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES.....	64
	ANNEXE O : RÉSISTANCE AUX TEMPÉRATURES VARIABLES (informative)	67
	ANNEXE Q : RÉCEPTION D'UN LOT À LA LIVRAISON	68
	ANNEXE R : MÉTHODE D'ESSAI POUR LA DÉTERMINATION DE LA RÉSISTANCE CHIMIQUE	72

0 INTRODUCTION

Ce document a été établi par le Conseil consultatif Béton de soufre de COPRO. Ce document a pour but de déterminer des exigences pour les tuyaux et pièces complémentaires préfabriqués, sauf les tuyaux de fonçage en béton de soufre non armé.

Note : La structure et la numérotation de ce document découle des normes NBN B 21-106 et NBN EN 1916 'Tuyaux et pièces complémentaires en béton non armé, béton fibré acier et béton armé'.

1 DOMAINE D'APPLICATION

PTV 823 partie 2 formule les exigences spécifiques, caractéristiques et méthodes d'essai pour les tuyaux et pièces complémentaires préfabriqués en béton de soufre et leurs branchements et raccords respectifs pour l'évacuation d'eau de pluie, eaux de surface et d'eaux usées de toutes natures dans des égouts gravitaires avec un pH éventuellement résultant entre 1 et 12. Nous entendons par eaux usées :

- eaux usées ménagères acceptables pour l'évacuation dans un réseau d'égout public ⁽¹⁾ ;
- autres eaux usées qui sont acceptables pour l'évacuation dans un réseau d'égout public ⁽¹⁾ ;
- eaux usées industrielles qui ne conviennent pas pour l'évacuation dans un réseau d'égout public ⁽¹⁾ ;
 - transport de matières dangereuses qui dépasse le seuil absolu sectoriel ;
 - transport des eaux usées avec un débit constant avec une température de l'eau de :
 - 45 °C pour les tuyaux jusqu'à DN 200
 - 35 °C pour les tuyaux > DN 200.;
 - transport des eaux usées avec un pH < 6.0 et un pH > 10.

Pour le dernier point l'aptitude à l'emploi doit toujours être vérifiée.

⁽¹⁾ voir la réglementation environnementale applicable

Les caractéristiques et exigences se rapportent aux matières premières et matériaux utilisés, la production et les produits finis. Les autres dispositions concernent les méthodes de mesure et d'essai pour déterminer les caractéristiques des éléments, l'identification des tuyaux et les contrôles d'une livraison.

2 RÉFÉRENCES

- NBN B 21-106, Tuyaux et pièces complémentaires en béton non armé, béton fibré acier et béton armé
- EN 450-1, Cendres volantes pour béton - Partie 1 : Définition, spécifications et critères de conformité
- EN 681-1, Garnitures d'étanchéité en caoutchouc - Spécification des matériaux pour garnitures d'étanchéité pour joints de canalisations utilisées dans le domaine de l'eau et de l'évacuation - Partie 1 : Caoutchouc vulcanisé
- EN 1916, Tuyaux et pièces complémentaires en béton non armé, béton fibré acier et béton armé
- EN 12390-3, Essais pour béton durci - Partie 3 : Résistance à la compression des éprouvettes
- EN 12620, Granulats pour bétons
- EN 12878, Pigments de coloration des matériaux de Construction à base de ciment et/ou de chaux - Spécifications et méthodes d'essai
- EN 13263-1, Fumée de silice pour béton - Partie 1 : Définitions, exigences et critères de conformité
- EN 14636-1, Systèmes de canalisations en plastique pour les branchements et les collecteurs d'assainissement sans pression - Béton de résine polyester - Partie 1 : Tubes et raccords avec assemblages flexibles
- ISO 10304-1, Water quality — Determination of dissolved anions by liquid chromatography of ions — Part 1: Determination of bromide, chloride, fluoride, nitrate, nitrite, phosphate and sulfate
- ISO 2866, Sulphur for industrial use - Determination of total carbon content - Titrimetric method
- ISO 3302-1, Rubber - Tolerances for products - Part 1: Dimensional tolerances
- ISO 3425, Sulphur for industrial use - Determination of ash at 850-900 °C and of residue at 200 °C
- ISO 3426, Sulphur for industrial use - Determination of loss in mass at 80 °C
- ISO 3704, Sulphur for industrial use - Determination of acidity - Titrimetric method
- ISO 13263, Thermoplastics piping systems for non-pressure underground drainage and sewerage - Thermoplastics fittings - Test method for impact strength
- ISO 12491, Méthodes statistiques de contrôle de la qualité des matériaux et éléments de construction
- PTV 823 partie1 : Regards de visite et boîtes de branchement préfabriqués en béton de soufre non armé
- PTV 832-1, Technical prescription for elastomeric seals: part 1: vulcanized rubber

3 DÉFINITIONS, SYMBOLES ET ABRÉVIATIONS

3.1. Définitions

3.1.7 Tuyau circulaire

Tuyau dont la section du fût, perpendiculairement à l'axe longitudinal, est décrite par deux cercles concentriques.

3.1.11 Tuyau de raccordement

Court tronçon de tuyau à about mâle, femelle, ou franc.

3.1.16 Dimension nominale

Indication numérique arrondie pour le diamètre interne (DN) d'un tuyau.

3.1.17 Longueur intérieure du fût

Distance entre la butée de l'about femelle et l'extrémité de l'about mâle ou la distance extrême entre deux extrémités mâles, comme indiqué sur la Figure 1. La longueur efficace, en mm, ou la longueur utile correspond à la longueur intérieure augmenté du jeu entre les deux butées. Cette longueur est toujours un multiple de 100 mm.

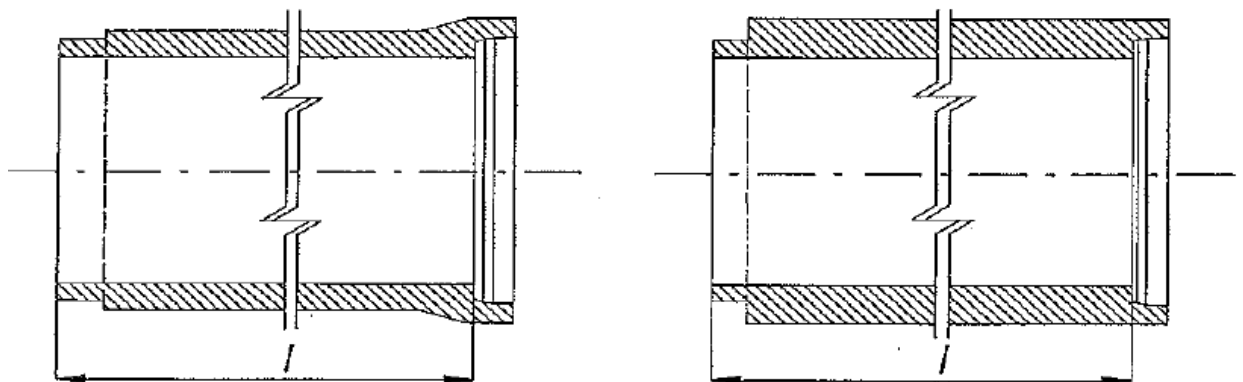


Figure 1 - Longueur intérieure du fût

3.1.20 Garniture d'étanchéité incorporée

Etanchéité fixée à l'élément en usine après la fabrication.

3.1.20a Garniture d'étanchéité intégrée

Etanchéité coulée dans l'espace femelle au cours de la fabrication.

3.1.21 Classe de résistance

Charge minimale à l'essai d'écrasement, en kilonewtons par mètre, divisée par un millième de la dimension nominale (DN) de l'élément.

3.1.22 Charge minimale à l'essai d'écrasement

Charge à laquelle un élément doit résister.

3.1.23 Charge ultime de rupture

Charge maximale atteinte par la machine d'essai au cours d'un essai d'écrasement (c'est-à-dire lorsque le dispositif d'enregistrement de la charge ne fait plus apparaître d'accroissement de celle-ci).

3.1.26 Valeur caractéristique

Valeur d'une caractéristique en dessous de laquelle, avec un niveau de confiance de 75 % (recommandé dans ISO 12491), 5 % de la population de tous les résultats de mesure possibles peuvent se situer pour le matériau spécifié.

3.1.40 Tuyau en béton de soufre non armé

Tuyau en béton de soufre qui ne contient aucune armature ou fibre d'acier servant au renforcement.

3.1.48 Dimension de fabrication

Dimension d'un tuyau, qui est visée par le producteur et qui correspond aux données dimensionnelles dans les documents d'usine.

3.1.54 Manchon abouts femelle-mâle avec joint coulissant

Une jonction étanche entre 2 éléments au moyen d'un joint d'étanchéité dans l'espace entre le manchon femelle et mâle, où la jonction ne se déplace pas au cours de l'assemblage des éléments.

3.1.55 Béton de soufre

Matériau qui est formé en mélangeant du soufre, granulats gros et fins et agent modificateur, avec ou sans additifs et traité au-dessus de la température de fusion du soufre (± 120 °C), et qui développe ses caractéristiques durant le refroidissement de ce mélange.

3.1.56 Tuyau circulaire avec face supérieure

Tuyau dont la section du fût, perpendiculairement à l'axe longitudinal est décrite à l'extérieur par un arc en fer à cheval inversé et à l'intérieur par un cercle.

3.1.57 Tuyau circulaire avec embase

Tuyau dont la section du fût, perpendiculairement à l'axe longitudinal est décrite à l'extérieur par un arc en fer à cheval, dont la base est plate et à l'intérieur par un cercle.

3.1.58 Tuyau en forme de tonneau

Tuyau dont la section du fût, perpendiculairement à l'axe longitudinal est décrite à l'extérieur par une forme de tonneau et à l'intérieur par un cercle.

3.1.60 Manchon avec butée

Raccord avec butée pour créer la garniture d'étanchéité, droite ou sous déviation angulaire limitée, entre 2 tuyaux en béton de soufre.

3.1.61 Manchon coulissant

Raccord sans butée pour créer la garniture d'étanchéité, droite ou sous déviation angulaire limitée, entre 2 tuyaux en béton de soufre.

3.1.62 Tuyau avec orifice d'entrée

Tuyau avec 1 orifice d'entrée qui a été formé pendant la fabrication du tuyau, ou est foré en usine après la fabrication du tuyau.

3.1.63 Dispositif d'entrée

L'ensemble d'un tuyau avec entrée, joints, un éventuel manchon à emboîter et le tuyau à raccorder. Le type et les dimensions des piquages doivent être convenus à l'avance par le producteur et l'acheteur.

3.2. Symboles et abréviations

Tableau 1 - Symboles et abréviations

Symboles	Signification	Unité
a_s	Distance entre la charge cisaillement supplémentaire R_s et le joint de la garniture d'étanchéité	m
A_w	Absorption d'eau	%
A_{wh}	Absorption d'eau, déterminé hydrostatique	%
C_1	Distance entre le joint de la garniture d'étanchéité et la charge ponctuelle F_z	m
C_2	Distance entre l'appui à droite et le point d'application F_E	m
d	Diamètre intérieur d'un élément circulaire ou dimension horizontale intérieure maximale d'un élément ovoïde (mm)	mm
DN	Diamètre nominal	mm
DN_{max}	Ouverture maximale du tuyau	mm
DN_{min}	Ouverture minimale du tuyau	mm
$d_{i,mw}$	Dimension de fabrication du diamètre intérieure nominal (DN_{max}) jusqu'à l'emplacement du joint glissant de l'about mâle	mm
$d_{so} = d_u$	Diamètre intérieur nominal de l'about femelle à l'endroit du joint	mm
d_{sos}	Diamètre intérieur nominal de l'about femelle au niveau de la butée d'arrêt de cisaillement (est égale à d_{so} , en l'absence d'un tel dispositif dans l'about femelle)	mm
d_{sp}	Diamètre extérieure nominale de l'about mâle à l'endroit du joint	mm
d_{sps}	Diamètre extérieur nominal de l'about mâle au niveau de la butée d'arrêt de cisaillement (est égale à d_{sp} , en l'absence d'un tel dispositif sur l'about mâle)	mm
F	Effort de la serrage mesuré	N
F_a	Résultat d'essai effectif	kN/m
F_E	Poids total du bouchon, de l'eau et du tuyau situé à droite en saillie de l'appui de droite	kN
F_n	Charge d'écrasement minimale	kN/m
F_R	Poids nominal propre du tuyau (déterminé par calcul - le volume et la densité)	kN
F_s	Charge de cisaillement	kN
F_u	Charge ultime rupture	kN/m
F_v	Charge d'écrasement minimale	kN
F_w	La masse de l'eau dans le tuyau	kN
F_z	Charge ponctuelle	kN
f_{ck}	Valeur caractéristique de la résistance à la compression	N/mm ²
k_1	Nombre de résultats non conformes dans le premier échantillon d'un contrôle par attributs avec plan d'échantillonnage double	
k_2	Nombre total de résultats non conformes dans le premier et deuxième échantillon d'un contrôle par attributs avec plan d'échantillonnage double	

I	Longueur intérieure	m
l _r	Longueur de la règle d'acier pour le contrôle du parallélisme entre la face inférieure et la face supérieure ou le bord supérieur des éléments	mm
m ₁	Masse de l'échantillon avant le traitement, détermination résistance chimique	kg
m ₂	Masse de l'échantillon après traitement, détermination résistance chimique	kg
m _w	Masse constante de l'éprouvette immergée (saturé)	kg
m _d	Masse constante de l'éprouvette à l'état sec (sec)	kg
m _{st}	Masse sous eau de l'accessoire de mesure	kg
m _{v0}	Masse sous eau de l'éprouvette à l'état sec	kg
m _{vx}	Masse sous eau de l'éprouvette saturé	kg
P	Charge d'écrasement mesurée	kN
P*	Poids propre effectif des appuis de chargement	kN
R _a	Rugosité de surface	mm
R _s	Charge supplémentaire exigée pour développer une réaction égale à la force de cisaillement	kN
r _m	Rayon moyen de l'élément	mm
S _s	Distance entre le joint et le point d'appui droit	m
t	Épaisseur de paroi	mm
w	Jeu entre le raccord femelle et mâle	mm
WN	Longueur ou largeur nominale	mm
t _{act}	Épaisseur de paroi mesurée moyenne de l'élément au point de contact avec l'appui de chargement	mm
t _{min}	Épaisseur de paroi minimale admise de l'élément au point de contact avec l'appui de chargement	mm
V ₁ , V ₂	Distances verticales entre la règle d'acier et la face d'appui servant à contrôler le parallélisme entre la face inférieure et la face supérieure ou le bord supérieur des éléments	mm
W _w	Le poids de 1 élément tubulaire rempli d'eau.	kN
w	L'espace annulaire nominal entre les bouts mâle et femelle	mm
x	Valeur mesurée	
\bar{x}	Moyenne arithmétique de l'échantillon	
XX _{acide}	Perte de matière soluble dans l'acide lors de la détermination de la résistance chimique	%
XX _{base}	Perte de matière soluble dans les alcalis lors de la détermination de la résistance chimique	%
σ	Écart-type	

4 EXIGENCES GÉNÉRALES

4.1 Matériaux, remplissage des joints et manchons

4.1.1 Matières premières et accessoires en béton de soufre

Les matières premières pour les tuyaux et pièces complémentaires sont des granulats, du soufre, des fillers et des agents modificateurs.

4.1.1.1 **Soufre**

Le soufre est traité comme matière première pour le rendre conforme au Tableau 2.

Tableau 2 - Caractéristiques et méthodes d'analyse matière première soufre

N°	Caractéristique	Max/min.	Valeur typique
1.	Soufre élémentaire (S)	99.9 w % min	99.94 w %
2.	Cendre	0.03 w % max	0.004 w %
3.	Composant organique (tel que carbone)	0.02 w % max	0.009 w %
4.	Acide (comme H ₂ SO ₄)	0.01 w % max	0.001 w %
5.	Teneur en humidité	0.5 w % max	-
6.	Couleur	Jaune clair	-

N° Analyses

1. Théoriquement : Pureté
= 100 w% - [(valeurs n° 2 + n° 3 + n° 4) x (100 / (100 - valeur n° 5))]
2. ISO 3425
3. ISO 2866
4. ISO 3704 ou ISO 10304-1
5. ISO 3426
6. Visuel

4.1.1.2 **Granulats**

Les granulats fins et grossiers et les fillers doivent être secs et propres et ne peuvent pas contenir de matières qui mettent en danger l'aptitude à l'emploi, entre autres la résistance à l'acide du produit. Les granulats sont conformes à la NBN EN 12620 étant entendu que le producteur est autorisé à adapter la granularité standard aux exigences du processus de production des tuyaux et raccords.

4.1.1.4 **Agent modificateur**

L'agent modificateur assure un raccordement durable et stable entre les éléments de soufre et/ou des éléments de silicium. Les agents modificateurs ne peuvent pas mettre en danger la durabilité ou l'aptitude à l'emploi du produit ou de provoquer la corrosion de l'acier.

4.1.1.5 **Additifs**

Les additifs sont des matériaux avec une répartition des grains fins dans le but d'améliorer certaines caractéristiques du béton de soufre ou d'atteindre des caractéristiques spéciales.

L'aptitude à l'emploi de tous les additifs est démontrée par le producteur :

- Les fillers sont conformes à la NBN EN 12620 ;
- Les pigments sont conformes à la NBN EN 12878 ;
- Les cendres volantes sont conformes à la NBN EN 450-1 ;
- Les fumées de silice sont conformes à la NBN EN 13263-1.

4.1.1.8 **Accessoires**

Les accessoires, en particulier les accessoires de levage, qui sont incorporés ou ancrés en usine dans le béton de soufre, sont conformes à une norme belge (NBN), un Agrément Technique (ATG), une spécification type ou une spécification technique équivalente si disponible.

Les accessoires non intégrés dans le béton de soufre qui sont indispensables pour l'aptitude à l'emploi du tuyau qui forme ou non un tout avec les accessoires intégrés dans le béton sont fournis avec l'élément et sont également conformes à une norme Belge (NBN), un Agrément Technique (ATG), une spécification type ou une spécification technique équivalente, si disponible.

En l'absence d'une telle spécification technique, l'aptitude à l'emploi des accessoires doit être démontrée par le producteur.

4.1.2 Garnitures d'étanchéité

Les garnitures d'étanchéité en élastomère sont conformes aux dispositions suivantes :

- Pour les garnitures d'étanchéité n'entrant pas en contact avec le béton de soufre chaud : PTV 832-1, y compris l'article 3.4.16 - Résistance chimique. Les garnitures d'étanchéité doivent être identifiées selon l'article 3.5.1 du PTV 832-1 par « C ».
- Pour les garnitures d'étanchéité qui entrent en contact avec le béton de soufre chaud : PTV 832-1, y compris l'article 3.4.16 - Résistance chimique et 3.4.17 - Résistance à haute température. Les garnitures d'étanchéité doivent donc être identifiées selon l'article 3.5.1 du PTV 832-1 par « C » et « HT - température - temps », la température et le temps devant être adaptés aux paramètres de production spécifiques du béton de soufre.

Des joints roulants ne peuvent pas être utilisés.

Les systèmes de garnitures d'étanchéité pour le raccordement horizontal des tuyaux doivent répondre aux normes des tuyaux raccordées (voir aussi 4.3.4 Durabilité des assemblages). De plus, l'aptitude à l'emploi du type de joint est toujours vérifiée (voir § 1 Domaine d'application).

Le cas échéant, le lubrifiant appartenant aux matériaux d'étanchéité est également fourni par le producteur des tuyaux.

4.1.3 Manchon avec butée ou manchon coulissant en polypropylène

Les manchons en polypropylène doivent satisfaire aux exigences de matériaux énumérées dans le tableau 3 lorsqu'ils sont testés suivant l'Annexe J.1.1, ou les exigences de performance selon article 4.1.3.1.

Tableau 3 - Exigences des matériaux pour les manchons avec butée en polypropylène

Essai	Unité	Exigence	Paragraphe dans PTV 823
Indice de fluidité	-	$\leq 1.5 \times$ valeur nominale	Annexe J 1.1.1
Résistance à la traction	N/mm ²	≥ 18	Annexe J 1.1.2
Allongement à la rupture	%	≥ 200	Annexe J 1.1.2
Température élevée	-	aucun défaut	Annexe J 1.1.3
Essai de résistance aux chocs à 0°C		aucun défaut	ISO 13263 Annexe J 1.1

4.1.3.1 Exigences de performance

Les manchons avec butée en polypropylène doivent résister à soit :

- a) une pression d'eau interne constante de 100 kPa pendant au minimum 1 minute sans fuite visible, ou à
- b) une pression d'air interne de 50 kPa pendant au minimum 1 minute en étant submergés dans l'eau sans fuite visible,

lorsque les essais sont effectués suivant l'Annexe J.1.2, ou Annexe C.5.4, C.5.5. et C.5.7

4.2 Béton de soufre

4.2.1 Constituants du béton de soufre

Seulement les matériaux, décrits dans le point 4.1.1. Matières premières et accessoires pour le béton de soufre, sont utilisés.

La dimension nominale maximale des granulats (D_{max}) tient compte de l'épaisseur de paroi minimale des tuyaux fabriqués.

4.2.2 Qualité du béton de soufre

Le béton de soufre est dense et homogène dans chaque composant.

4.2.3 Teneur en soufre

La teneur en soufre minimale ne peut pas être inférieure à 9 % du poids.

4.2.4 Absorption d'eau

L'absorption d'eau du béton de soufre est contrôlée selon l'Annexe D. Méthode d'essai pour l'absorption d'eau.

La valeur maximale A_w A_{wh} s'élève à 0.5 %.

4.3 Tuyaux et pièces complémentaires

4.3.1 Généralités

Tous les tuyaux et pièces complémentaires doivent, à la date de la livraison, satisfaire aux exigences indiquées ci-après.

4.3.2 Aspect de surface

Les portées des assemblages doivent être exemptes d'irrégularités qui empêcheraient la réalisation d'un assemblage durablement étanche. Les produits ne peuvent présenter aucune fissure visible (même pas des microfissures), ni craquelure.

4.3.2.1 **État des surfaces et des bords**

Les surfaces des éléments sont exemptes de défauts de surface dépassant au moins un des maxima suivants :

- une profondeur de 20 mm ;
- un volume de 5 cm³ ;

le volume d'un défaut de surface est déterminé conventionnellement comme étant le produit de la profondeur maximale et de la surface du plus petit rectangle circonscrit du défaut.

Le bord extérieur de l'about mâle et le bord intérieur de l'about femelle ne présentent pas ni épaufrures ni bavures. Les autres bords des abouts mâle et femelle ne présentent pas d'épaufrures dépassant au moins un des maxima suivants : une longueur individuelle de 100 mm ; ou une longueur cumulée sur le bord égale à 30 % de la dimension nominale.

L'état des surfaces et des assemblages sont vérifié selon les dispositions de l'Annexe L : Aspect - vérification de l'état des surfaces et des liaisons.

L'aptitude à l'emploi et la capacité hydraulique ne peuvent jamais être influencées désavantageusement.

4.3.2.2 **Finition et réparation**

La finition des éléments est admise pour les défauts qui ne mettent pas en danger la fonctionnalité et la durabilité.

4.3.3 Caractéristiques géométriques

4.3.3.1 **Longueur intérieure du fût**

La longueur intérieure du fût doit être conforme à la longueur stipulée dans les documents de fabrication.

A moins de satisfaire aux exigences de 4.3.6, la longueur intérieure du fût des tuyaux circulaires de diamètre nominal inférieur ou égal à DN 250 ne doit pas dépasser six fois le diamètre extérieur.

Les écarts admis de la longueur intérieure réelle du tuyau par rapport à la dimension de fabrication sont $\pm 0,01 l$ avec un minimum de 10 mm ;

avec l la dimension de fabrication de la longueur intérieure du tuyau. L'écart admis est arrondi à 1 mm près.

4.3.3.2 **Tolérances des assemblages**

Le profil du joint doit être conforme aux dimensions théoriques et tolérances maximales autorisées correspondantes stipulées dans les documents de fabrication. Toute autre tolérance affectant le bon fonctionnement du joint est pertinente. Les joints satisfont aux NBN EN 681-1 et PTV 832-1.

4.3.3.4 **Caractéristiques géométriques de la section transversale**

4.3.3.4.1 Généralités

Les caractéristiques géométriques de la section transversale sont conformes aux documents de fabrication et aux dispositions des articles 4.3.3.4.2 à 4.3.3.4.4.

4.3.3.4.2 Dimensions intérieures

L'écart admis par rapport à la dimension de fabrication du diamètre intérieur d s'élève à $\pm (0,01 d + 2mm)$.

4.3.3.4.3 Largeur de la face de pose d'un tuyau en forme de tonneau ou d'un tuyau circulaire avec embase.

La largeur de l'embase n'est pas inférieure à $0,80 d$.

4.3.3.4.4 Épaisseur de paroi

L'écart admis en moins de l'épaisseur de paroi t (voir 3.2) par rapport à la dimension de fabrication est $(2 + 0,03 t)$ mm, arrondi à 1 mm.

4.3.3.4.5 Équerrage

Les écarts admis de l'équerrage par rapport au diamètre d'extrémité sont conformes au tableau 4.

Tableau 4 - Ecart admis de l'équerrage

DN	Tolérance de parallélisme des faces frontales
150 - 250	3 mm
300 - 400	4 mm
500	5 mm
600 - 700	6 mm
800	7 mm
900	7 mm
1000	8 mm

4.3.3.5 Rectitude

L'écart admis de la rectitude d'une surface intérieure du tuyau est $0,005 l$ avec un maximum de 5 mm, arrondi à 1 mm avec l la dimension de fabrication de la longueur intérieur du tuyau.

4.3.3.6 Autres dimensions nominales pertinentes

Tableau 5 - Autres dimensions nominales

DN	Épaisseur minimale de l'about mâle	Épaisseur minimale de l'about femelle
150	25 mm	35 mm
200	25 mm	40 mm
250	30 mm	45 mm
300	30 mm	50 mm
400	35 mm	55 mm
500	40 mm	60 mm
600	50 mm	70 mm
700	55 mm	80 mm
800	60 mm	85 mm
900	70 mm	95 mm
1000	70 mm	100 mm

4.3.3.7 Tolérances des assemblages : Emboîtement mâle-femelle avec joint glissant

Le profil du joint doit satisfaire aux dimensions de conception et tolérances correspondantes stipulées dans les documents de fabricant. Voir figure 2. Toute autre tolérance affectant le bon fonctionnement du joint est pertinente.

Le joint est placé sur l'about mâle afin de garantir un raccordement étanche entre les différents tuyaux et regards/boîtes. Les caractéristiques dimensionnelles de ces profilages sont dans le cas actuel compatibles avec les joints d'étanchéité utilisés.

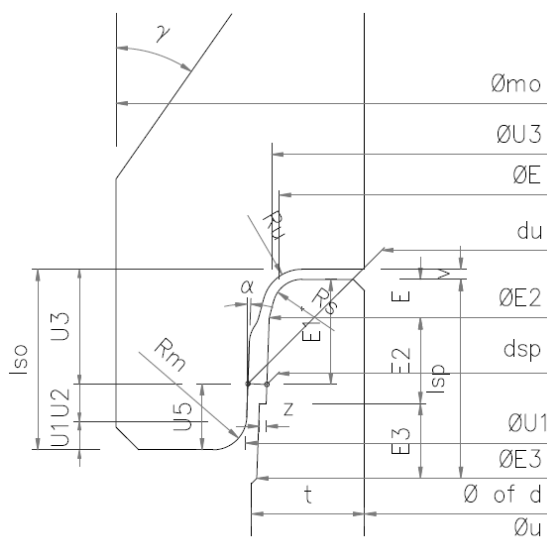


Figure 2 - Exemple dimensions emboîtement mâle-femelle avec joint glissant

Tableau 6 - Tolérances l'espace annulaire nominal mâle-femelle w

L'espace annulaire nominal w ^a (mm)	Tolérance (mm)
8	± 1.3
10	± 1.6
12	± 1.9
14	± 2.2
16	± 2.5
18	± 2.8
20	± 3.1
22	± 3.4
24	± 3.7
26	± 4.0
^a $w = \frac{d_{so} - d_{sp}}{2}$, où d_{so} et d_{sp} sont des valeurs moyennes	

4.3.4 Durabilité des assemblages

Durabilité des assemblages entre les tuyaux en béton de soufre et/ou éléments de puits et/ou tuyaux étrangers au béton de soufre. La figure 3 montre un exemple d'un emboîtement mâle-femelle avec un joint intégré et la figure 4 d'un manchon avec butée.

4.3.4.1 Généralités

Un assemblage comprend :

- + des abouts mâle et femelle, avec ou sans collet et une garniture d'étanchéité ou ;
- + un manchon avec butée ou coulissant, deux abouts mâles et 2 joints d'étanchéité comme décrit dans les documents de fabrication. Le raccordement est étanche suivant 4.3.7 en tenant compte de la combinaison de tolérances la plus défavorable.

Une fois emboîté, un assemblage doit résister aux forces résultant de la compression des garnitures d'étanchéité ainsi qu'à une pression hydrostatique interne telle qu'indiquée en C.5.

Les orifices d'entrée doivent comporter des garnitures d'étanchéité satisfaisant à la spécification relative au piquage à emboîter.

Les tolérances sur l'espace annulaire entre l'about femelle et mâle sont indiquées dans le tableau 6 pour les joints glissants et les dimensions des assemblages avec des joints intégrés dans l'about femelle sont indiquées dans le tableau 7.

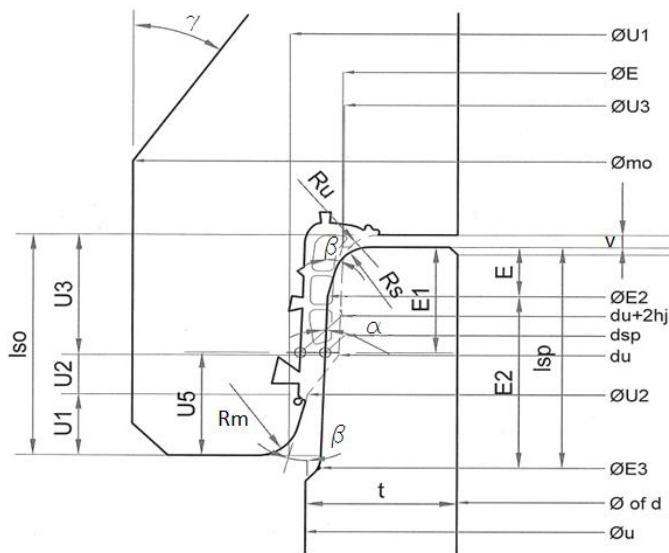


Figure 3 - Exemple dimensions emboîtement mâle-femelle avec joint intégré

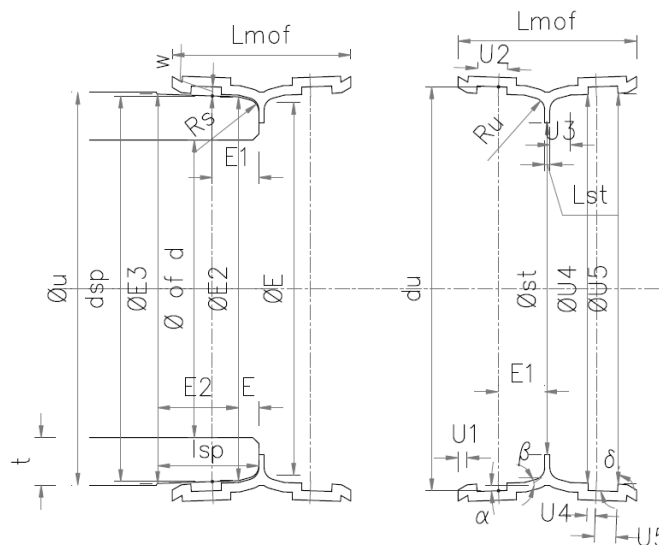


Figure 4 - Exemple dimensions l'about mâle avec manchon avec butée

Tableau 7 - Dimensions des emboîtements avec des joints intégrés dans l'about femelle
(dimensions en mm)

Dimension nominale DN	Diamètre recommandé de l'about mâle ^a d_{sp}	L'espace annulaire nominal min. recommandé ^b w	Distance recommandée entre l'about mâle et le joint d'étanchéité l_s	Profondeur min. de l'about femelle ^c l_{so}
150	206	7.8 ± 1.2	28	60
200	264	7.8 ± 1.2	28	60
250	324	7.8 ± 1.2	39	80
300 (D)	386	7.8 ± 1.2	39	80
300 (F)	373.6	7.8 ± 1.2	39	80
400 (D)	496	9.1 ± 1.4	43	80
400 (F)	468.4	9.1 ± 1.4	43	80
500 (D)	610	9.1 ± 1.4	43	90
500 (F)	603	9.1 ± 1.4	43	90
600 (D)	726	9.1 ± 1.4	43	90
600 (F)	713	9.1 ± 1.4	43	90
700	844	11.7 ± 1.8	47	90
800 (D)	962	11.7 ± 1.8	47	90
800 (F)	934.6	11.7 ± 1.8	47	90
900 (D)	1080	11.7 ± 1.8	47	100
900 ^d	1046.6	11.7 ± 1.8	47	100
1000 (D)	1198	11.7 ± 1.8	47	100
1000 (F)	1167.6	11.7 ± 1.8	47	100
1000 ^d	1152.9	11.7 ± 1.8	47	100

^a Les tolérances sont dérivées des dimensions correspondantes du diamètre intérieur de l'about femelle et des dimensions et tolérances de l'espace annulaire nominal w ;

^b $w = \frac{d_{so} - d_{sp}}{2}$, où d_{so} et d_{sp} sont des valeurs moyennes ;

^c La longueur de l'about mâle l_{sp} doit au moins être 5 mm plus long que la profondeur de l'about femelle ;

^d Diamètre divergent de l'about mâle.

4.3.4.2 **Durabilité**

La vérification de la durabilité des assemblages des éléments a lieu selon la méthode 1 ou 2 au choix du producteur, compte tenu d'une combinaison des tolérances les plus défavorables admises sur les abouts femelle et mâle.

Méthode 1 :

La valeur minimale de la largeur de contact b_t sur laquelle l'étanchéité est effective dans un assemblage emboîté, la pression moyenne f en n'importe quelle zone de la garniture intervenant dans la fonction d'étanchéité et la déformation maximale δ_{max} doivent être évaluées conformément à l'Annexe F. La partie de la garniture impliquée dans la fonction d'étanchéité doit être indiquée dans les documents de fabrication.

Méthode 2 :

- a) La déformation maximale δ_{max} de la garniture d'étanchéité dans un assemblage emboîté doit être évaluée conformément à l'Annexe F. La zone de la garniture d'étanchéité impliquée dans la fonction d'étanchéité doit être déclarée dans les documents de fabrication.
- b) L'essai de routine de l'étanchéité à l'eau doit être tel que spécifié en C.5.4.

Note : L'attention est attirée sur le fait que les méthodes 1 et 2 selon le PTV 823, § 4.3.4.2 sont équivalentes. Les essais de type et le contrôle en usine dépendant toutefois de la méthode choisie par le producteur. Cette dernière ne peut donc pas être imposée par l'acheteur.

4.3.4.3 **Critères limites**

Méthode 1 :

Lorsqu'un assemblage satisfaisant les exigences de 4.3.2 relatives à l'état de surface des profils de l'assemblage est emboîté, la garniture d'étanchéité doit porter sur une largeur effective b_t au moins 50 % de l'espace annulaire nominal et la pression moyenne f en n'importe quelle zone de la garniture d'étanchéité ne doit pas être inférieure à 0,15 MPa (N/mm²). Dans le cas des garnitures d'étanchéité intégrées au béton de soufre, la largeur effective et la pression moyenne doivent être évaluées par rapport à la face opposée du profil de l'assemblage, tandis que pour toutes les autres garnitures d'étanchéité, les deux faces doivent être prises en considération. La méthode d'essai est celles spécifiées en A.2.

Note 1 : La « valeur nominale de l'espace annulaire » est égale à la moitié de la différence entre le diamètre nominal intérieur d_{so} de l'about femelle et la valeur nominale du diamètre extérieur d_{sp} de l'about mâle.

Note 2 : Un assemblage doit rester étanche pendant toute la durée de vie. Une condition importante pour obtenir cela est que les caractéristiques physiques de la garniture en place soient au moins maintenues à des niveaux acceptables ou au-delà. En particulier, la relaxation des contraintes du caoutchouc entraîne une diminution dans le temps des contraintes dans la garniture du fait de la déformation continue, de sorte que la valeur initiale des critères limites a été fixée à un niveau suffisamment élevé pour assurer le maintien de la prestation pendant toute la durée de vie de la garniture. En outre, la déformation des garnitures d'étanchéité est limitée à 50 % de leur hauteur initiale, qu'il existe ou non des dispositifs mécaniques pour limiter une telle déformation.

Lorsque les tuyaux ont des dimensions nominales différentes, mais des profils d'assemblage et des garnitures d'étanchéité identiques, un essai selon F.2 effectué pour la plus grande dimension nominale doit être accepté comme représentatif de l'ensemble des dimensions nominales considérés.

Une alternative admise à l'essai d'une portion de garniture d'étanchéité, qui reste à la discrétion du producteur de tuyaux, consiste à calculer les critères limites précédents pour une garniture d'étanchéité dans un assemblage emboîté comme indiqué en F.3, sous réserve que l'ensemble des conditions ci-après soit satisfait :

- la garniture d'étanchéité a une section transversale circulaire ou une forme convexe autre ;
- elle ne comporte pas d'alvéole (au moins dans la zone concernée par la fonction d'étanchéité) ;
- la garniture d'étanchéité est utilisée dans un assemblage comportant des dispositifs mécaniques limitant les déformations à un maximum de 50 % de la hauteur initiale.

Méthode 2 :

Lorsqu'un assemblage satisfaisant aux exigences de 4.3.2 relatives à l'état de surface des profils de l'assemblage est emboîté, la déformation maximale δ_{max} de la garniture d'étanchéité telle qu'évaluée conformément à l'Annexe F doit être limitée à 50 % de sa hauteur nominale h_j .

4.3.5 Résistance à l'écrasement

Lors de l'essai défini en 6.4, un tuyau doit résister à la charge minimale à l'essai d'écrasement F_n correspondant à sa dimension nominale et à sa classe de résistance. Les classes de résistance, exprimées à 5 unités près, et les résistances minimales à l'écrasement correspondantes des éléments sont indiquées dans les documents de fabrication, en respectant les dispositions suivantes.

Les classes de résistance standard et les résistances minimales à l'écrasement correspondantes des tuyaux ayant une section intérieure circulaire en béton de soufre non armé, sont indiquées dans le tableau 8.

Tableau 8 - Résistance minimale à l'écrasement des tuyaux en béton de soufre non-armé

DN	Classe de résistance	F_n
150	160	24 kN/m
200	160	32 kN/m
250	160	40 kN/m
300	160	48 kN/m
400	160	64 kN/m
500	160	80 kN/m
600	135	81 kN/m
700	115	81 kN/m
800	100	80 kN/m
900	90	81 kN/m
1000	90	90 kN/m

4.3.6 Résistance à la flexion longitudinale

4.3.6.1 **Généralités**

La résistance à la flexion longitudinale d'un tuyau circulaire de diamètre inférieur ou égal à DN 250 dont la longueur intérieure du fût est supérieure à six fois le diamètre extérieur doit faire l'objet d'un essai conformément à 6.5.

4.3.6.2 **Évaluation**

La résistance à la flexion longitudinale d'un tuyau ne doit pas être inférieure, lorsqu'elle est mesurée comme indiqué au point 4.3.6.1, à celle donnée par la formule suivante :

$$M = C \times DN \times l^2$$

où

M est le moment fléchissant longitudinal résistant, en kilonewton mètre ;

C est une constante égale à 0.013 kilonewton par mètre ;

DN est la dimension nominale, en mètre ;

l est la longueur intérieure du fût, en mètre.

4.3.7 Étanchéité à l'eau

Lors de l'essai selon 6.6, un tuyau seul ou un assemblage ne doit pas présenter de fuite ou d'autre défaut visible au cours de la période d'essai. Les tuyaux ayant une épaisseur de paroi théorique supérieure à 100 mm ne doivent pas être soumis à l'essai hydrostatique.

- Lorsque la conception des assemblages est la même pour les tuyaux et les pièces complémentaires, les essais avec déviation angulaire et cisaillement (effectués séparément ou de manière combinée) peuvent, à la discrétion du fabricant, être effectués uniquement sur les tuyaux.

Purement informatif et utilisé pour l'autocontrôle interne :

- Le producteur peut tester tous les tuyaux d'une épaisseur de paroi nominale ≤ 100 mm dans une "installation d'essai à court terme" avec une surpression d'eau de 100 kPa ou une surpression ou une dépression de 20 kPa conformément à la norme DIN V 1201.

NOTE - Après l'essai d'étanchéité, seules les taches d'humidité sur la surface ou la formation de gouttes sont autorisées. Des fuites ou une traînée d'eau en mouvement sur la surface ne sont pas autorisées.

4.3.8 Conditions d'emploi et résistance chimique

Pour les applications où l'aptitude à l'emploi doit être contrôlée suivant le §1, la résistance chimique doit être contrôlée selon l'Annexe R : Méthode d'essai pour la détermination de la résistance chimique.

NOTE - Dans des conditions normales d'utilisation, les tuyaux en béton sulfurique sont considérés comme résistants aux attaques chimiques et devraient présenter des valeurs typiques de perte de matériau comprises entre 0,1 % et 0,25 %.

4.3.9 Durabilité

La durabilité des éléments en place et de leurs assemblages est assurée de manière spécifique par le respect des exigences ci-après :

- Une valeur minimale de la résistance à la compression dans le cas où un contrôle continu de la résistance des éléments n'est pas spécifié (voir 4.2.2 Résistance du béton de soufre) ;
- Une valeur maximale de l'absorption d'eau du béton de soufre (voir 4.2.5 Absorption d'eau) ;
- La conformité aux critères destinés à démontrer la durabilité des assemblages entre éléments verticaux et des canalisations de raccordement et le choix de matériel correct pour ces assemblages (voir 4.3.4 Durabilité des assemblages) ;
- L'absence de fissures de toutes sortes ou de craquelure (voir 4.3.2.1 État des surfaces et des bords) ;
- Résistance chimique (voir 4.3.8 Conditions d'emploi et résistance chimique).

4.3.10 Résistance à l'usure

Lorsque le producteur souhaite déclarer la résistance à l'usure, l'essai doit être effectué conformément à l'Annexe I.

4.3.11 Résistance au nettoyage à haute pression

Lorsque le producteur souhaite déclarer la résistance au nettoyage à haute pression, l'essai doit être effectué conformément à l'Annexe K.

4.3.12 Résistante aux influences de la température

Les tuyaux sont adaptés à une évacuation constante avec une température de l'eau de :

- 45 °C pour les tuyaux jusqu'à DN 200,
- 35 °C pour les tuyaux > DN 200.

Si la résistance aux températures de pointe est déclarée par le producteur, celle-ci doit être déterminée conformément à l'Annexe O.

5 EXIGENCES PARTICULIÈRES

5.4 Tuyaux avec orifice d'entrée

L'assemblage pour le raccordement à un tuyau avec orifice d'entrée doit être conçu de manière à assurer la conformité à 4.3.7. La surface intérieure de l'orifice d'entrée ne doit pas comporter de bavures.

Les piquages à emboîter pour les ouvertures fabriquées en usine doivent être fournis et doivent satisfaire à la norme NBN T 42-605.

6 MÉTHODES DE MESURE ET D'ESSAI DES TUYAUX

6.1 Généralités

Les prescriptions 6.2 jusqu'à 6.8 s'appliquent sur tous les tuyaux.
Le contrôle de la résistance à la compression se fait sur des échantillons prélevés ou des échantillons formés après réalisation des essais de corrélation nécessaires.

6.2 Profils des assemblages

La conformité des dimensions critiques des profils des assemblages et de leurs tolérances, doit être évaluée par rapport aux documents de fabrication.

6.4 Résistance à l'écrasement

La résistance à l'écrasement doit être déterminée selon la méthode appropriée spécifiée à l'Annexe A.

6.5 Résistance à la flexion longitudinale

La résistance à la flexion longitudinale doit être déterminée conformément à l'une des méthodes spécifiées à l'Annexe G, au choix du producteur.

6.6 Étanchéité à l'eau

L'étanchéité à l'eau des éléments individuels, et des assemblages, doit être déterminée conformément aux méthodes spécifiées à l'Annexe C : Méthode d'essai pour la détermination à l'étanchéité à l'eau.

6.7 Absorption d'eau

L'absorption d'eau du béton de soufre doit être déterminée selon la méthode spécifiée à l'Annexe D : Méthode d'essai pour la mesure de l'absorption d'eau.

6.10 Caractéristiques géométriques

La vérification des caractéristiques géométriques a lieu selon les dispositions de l'Annexe M : Vérification des caractéristiques géométriques des tuyaux.

6.11 Aspect

L'aspect doit être vérifié à l'œil nu.
L'état des surfaces et des bords doit être vérifié selon les dispositions de l'Annexe L : Aspect
- Vérification de l'état des surfaces et des liaisons.

6.12 Manchons avec butée

Les exigences matérielles et les caractéristiques géométriques des manchons et des manchons coulissants avec butée doivent être vérifiées conformément aux dispositions de l'Annexe J.

6.14 Résistance chimique

La résistance d'une attaque chimique doit être déterminée selon la méthode décrite à l'Annexe R : Méthode d'essai pour la détermination de la résistance chimique.

6.16 Résistance à l'abrasion (informatif)

La résistance à l'abrasion doit être déterminée selon la méthode décrite à l'Annexe I.

6.17 Résistance au nettoyage à haute pression (informatif)

La résistance au nettoyage à haute pression doit être déterminée conformément à la méthode décrite à l'Annexe K.

6.19 Résistance aux températures variables (informatif)

La résistance aux températures variables doit être déterminée conformément à la méthode décrite à l'Annexe O.

7 MARQUAGE

Chaque élément ou, lorsque cela n'est pas possible, chaque unité de colisage, doit être marqué de manière durable et claire. L'identification des éléments devant être réalisée de telle sorte qu'aucun doute ne soit possible.

Le marquage doit comporter au moins les informations suivantes :

- a) Nom du producteur, la marque commerciale ou la marque d'identification, ainsi que le lieu de fabrication ;
- b) PTV 823 Partie 2 ;
- c) La date de fabrication ;
- d) L'identification du matériau constituant l'élément ;
- e) La classe de résistance ;
- f) L'identification des conditions d'emploi autres que les conditions normales ;
- g) L'identification de l'utilisation particulière prévue, le cas échéant ;
- h) La pression appliquée lors de l'essai de l'étanchéité à l'eau selon l'Annexe C Méthode d'essai pour la détermination de l'eau, exprimé en, et en indiquant l'unité 'kPa' ;
- i) La qualité du joint en caoutchouc (EPDM, NBR, ...).

ANNEXE A : MÉTHODE D'ESSAI POUR LA DÉTERMINATION DE LA RÉSISTANCE À L'ÉCRASEMENT

A.1 Principe

L'objectif de cet essai est d'évaluer la résistance à l'écrasement des tuyaux. Pour un essai de type initial et lors d'un contrôle régulier, voir Tableau A.1.

Tableau A.1 - Essais de résistance à l'écrasement prescrits pour les tuyaux

Résistance à l'écrasement	Elément non armés
Ultime (rupture) F_u	T/R
1,2 F_n	R
T signifie essai de type initial R signifie essai de routine	

A.2 Appareillage

L'appareillage doit être constitué par une machine d'essai capable d'appliquer la totalité de la charge d'essai sans à-coups ni chocs et avec une précision de 3 % par rapport à la charge d'essai prescrite. La machine d'essai doit être équipée d'une fonction d'enregistrement de la charge.

A.3 Préparation

A la discrétion du producteur, il est permis d'humidifier (immersion dans l'eau) le tuyau pendant un maximum de 28 heures avant l'essai.

A.4 Mode opératoire

A.4.1 Disposition horizontale

Le tuyau doit être positionné dans la machine d'essai comme indiqué sur la Figure A.1 ou A.2 sur un support fixe en forme de V et sont chargés par des appuis rigides placés parallèlement à l'axe longitudinal de l'élément. Les appuis peuvent être continus ou segmentés (voir Figure A.1a).

La résultante de la charge appliquée doit passer par un point situé à une distance $l/2$ de la tranche extérieure de l'about femelle et la charge doit être uniformément répartie comme indiqué sur la Figure A.1a. Au choix du producteur il est autorisé de placer l'appui de chargement au-delà de l'embout femelle de l'élément à tester. Lorsqu'on utilise des appuis segmentés, la longueur chargée ne doit pas être inférieure à 40 % de la hauteur intérieure de l'élément.

Pour les éléments circulaires, la charge doit être appliquée par l'intermédiaire d'un seul appui supérieur. Le support en forme de V a un angle intérieur (b) de $150^\circ \pm 3^\circ$ comme indiqué sur la Figure A.1a.

Les tuyaux circulaires avec une face supérieure sont chargés de la même manière que les tuyaux circulaires.

Le caoutchouc en élastomère, utilisé sur le support, poutres de support et sur l'appui supérieur, doit avoir une dureté moyenne de 55 DIDC \pm 10 DIDC et une épaisseur de 20 mm \pm 5 mm.

Chaque bande d'appui en caoutchouc a une largeur maximale fixée par le producteur conformément au Tableau A.2, à l'exception de la bande d'appui en forme de V pour laquelle il n'y a pas de limite.

Au choix du producteur, il est autorisé que les bandes d'appui en élastomère soient remplacées par du plâtre ou du soufre, à condition que la largeur ne dépasse pas les valeurs indiquées au Tableau A.2.

Tableau A.2 - Largeur maximale des bandes d'appui

Dimension de l'élément DN ou WN	Largeur maximale mm
DN/WN \leq 400	50
400 < DN/WN \leq 1250	100

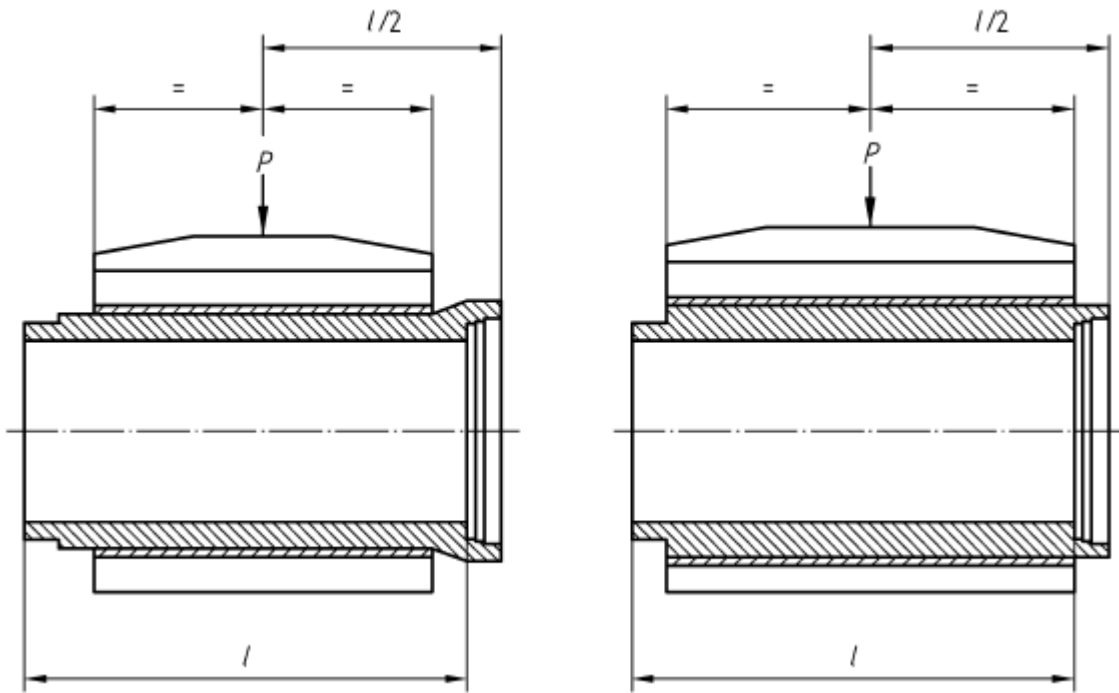


Figure A.1a

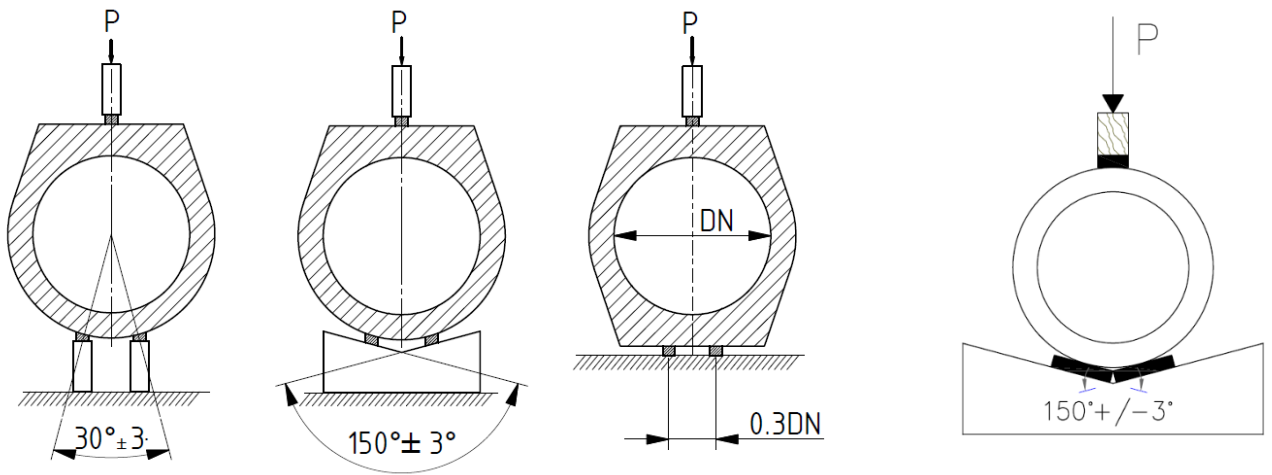


Figure A.2a

Figure A.2b

Figure A.2c

Figure A2.d

A.4.3 Généralités

A.4.3.1 Chargement

La charge doit être appliquée de sorte que la mise en charge soit continue jusqu'à la charge d'essai spécifiée en A.4.3.2. La vitesse de montée en charge doit être comprise entre 20 et 25 kN/m par minute, mais aucun ajustement dans les réglages de la machine d'essai ne doit être réalisé tandis que l'élément commence à se déformer rapidement avant rupture.

A.4.3.2 Éléments non armés

La charge est portée à la charge ultime (rupture) et enregistrée.

A.5 Expression des résultats

Les résultats d'essai doivent être exprimés comme étant la charge totale, en fonction des modalités retenues et enregistrées par le producteur, divisée par la longueur inférieure.

Le résultat d'essai effectif F_a s'obtient à partir de la formule suivante :

$$F_a = (P + P^*)/l$$

où :

F_a est le résultat d'essai effectif, en kN/m ;

l est la longueur inférieure, en m ;

P est la charge d'essai mesurée, en kN ;

P^* est le poids propre effectif des équipements de chargement, en kN.

ANNEXE C : MÉTHODE D'ESSAI POUR LA DÉTERMINATION DE L'ÉTANCHÉITÉ À L'EAU

C.1 Principe

L'objet de cet essai est d'évaluer si un élément individuel ou un assemblage demeurent étanches sous la pression hydrostatique interne spécifiée.

L'essai hydrostatique n'est pas applicable aux éléments ayant une épaisseur de paroi supérieure à 100 mm.

C.2 Appareillage

L'appareillage utilisé pour chacun de ces essais doit permettre de fixer solidement les éléments, d'obturer les extrémités et les ouvertures par des dispositifs appropriés et d'appliquer la pression hydrostatique interne spécifiée pendant la durée requise. La pression ne doit pas dépasser la valeur spécifiée de plus de 10 % et ne doit en aucun cas lui être inférieure. Pour l'essai de l'assemblage, l'appareillage doit pouvoir loger deux éléments, assemblés comme indiqué dans les documents de fabrication.

C.3 Préparation

Au choix du producteur, il est permis d'humidifier les éléments pendant une durée maximale de 28 heures avant l'essai ; le fabricant doit, avant d'effectuer l'essai, noter s'il a opté ou non pour l'humidification. La surface extérieure des éléments doit être suffisamment sèche pour permettre la mise en évidence de tout défaut d'étanchéité éventuel.

C.4 Mode opératoire (essai hydrostatique - essai régulier et essai de type initial)

Lorsque la durabilité des assemblages est démontrée par la méthode 1 ou la méthode 2 dans le point 4.3.4.2, un élément seul doit être solidement fixé dans l'appareillage, ses extrémités obturées, puis il doit être rempli d'eau en veillant d'éliminer tout l'air. La pression hydrostatique interne doit alors être augmentée graduellement jusqu'à 100 kPa (1 bar ou environ 10 mètres de colonne d'eau), mesurée depuis l'axe de l'élément, et maintenue pendant une durée de 15 minutes, au cours de laquelle la conformité à la partie 2 § 4.3.7 doit être vérifiée avant que la pression interne ne soit ramenée à zéro.

C.5 Mode opératoire (essai sur assemblage)

C.5.1 Généralités

Deux éléments doivent être emboîtés dans l'appareillage avec leur garniture d'étanchéité, comme stipulé dans les documents d'usine, et leurs extrémités ou ouvertures obturées.

Une pression hydrostatique interne de 100 kPa (1 bar ou environ 10 mètres de colonne d'eau) est appliquée aux éléments. Cette pression est maintenue pendant 15 minutes, pendant lesquelles la conformité du joint aux exigences de la partie 2 § 4.3.7 pour les éléments doit être évaluée.

C.5.2 Étanchéité sous déviation angulaire

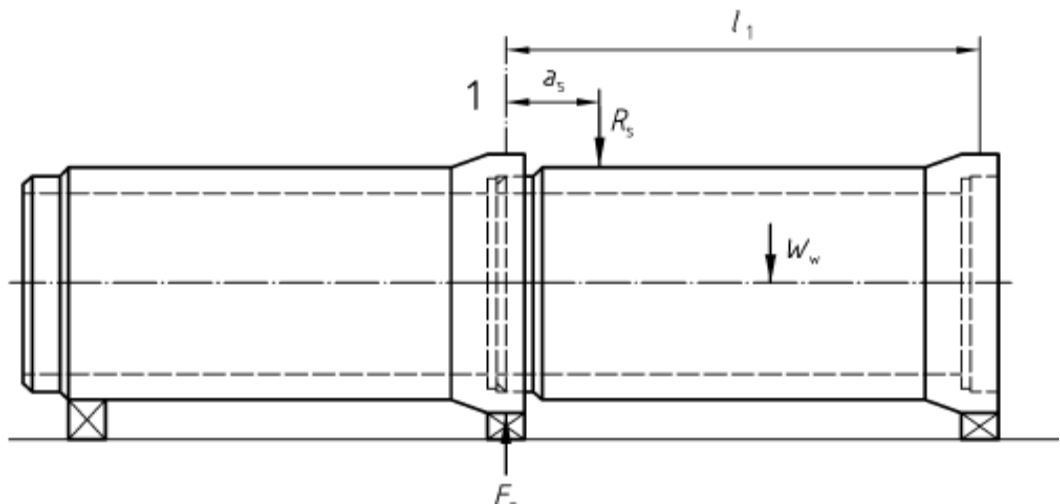
Les éléments doivent être déviés d'un angle de $12\,500 / DN$ (ou $12\,500 / WN$, selon la géométrie de la section intérieure) ou d'un angle de 50 millimètres par mètre, si cette valeur est inférieure, en veillant à ce que cela n'entraîne aucun désordre structurel. Dans le cas d'éléments ovoïdes, la déviation doit se faire dans le plan vertical. On doit empêcher, pendant cette opération, que le jeu de pose ne se referme en un point quelconque de l'assemblage ; pour cela, on peut par exemple interposer au point approprié une cale d'épaisseur égale à la valeur moyenne du jeu déclaré dans les documents de fabrication.

Tableau C.1 - Déviation angulaire

DN	Déviation angulaire (1)
150	50 mm/m
200	50 mm/m
250	50 mm/m
300	42 mm/m
400	31 mm/m
500	25 mm/m
600	21 mm/m
700	18 mm/m
800	16 mm/m
900	14 mm/m
1000	13 mm/m

C.5.3 Étanchéité à l'eau sous cisaillement pour tuyaux à raccord abouts mâle-femelle

Le joint sera supporté tel qu'illustré à la figure C.1, tel qu'il est exécuté avec un raccord abouts mâle-femelle.



Légende

1 Axe de la garniture d'étanchéité

Figure C.1 - Essai sous cisaillement about mâle-femelle

Si une charge complémentaire R_s est requise afin d'obtenir une réaction égale à la charge de cisaillement F_s (voir figure C.1), elle doit être appliquée verticalement aussi près que possible de la tranche extérieure de l'about femelle avec une vitesse de chargement d'environ 10 kN par minute. La valeur de R_s est calculée selon la formule suivante :

$$R_s = (F_s - W_w / 2) \times l_1 / (l_1 - a_s) \geq 0, \text{ in kN}$$

où

W_w est le poids d'un élément rempli d'eau, en kN.

La charge doit être transmise au moyen d'un appui en forme de V présentant un angle d'ouverture minimal de 120° d'une longueur de 100 mm. Au choix du producteur, l'appui peut être garni d'une bande de matériau élastomère d'une épaisseur maximale de 20 mm et d'une dureté moyenne supérieure ou égale à 55 DIDC.

Une pression hydrostatique interne de 100 kPa (1 bar ou environ 10 mètres de colonne d'eau), mesurée à l'axe des éléments, et une charge de cisaillement F_s , en kilonewtons, égale à 0,03 fois DN ou WN, selon la géométrie de la section intérieure, doivent ensuite être appliquées et maintenues pendant une période de 15 minutes au cours de laquelle la conformité de l'assemblage à la partie 2 § 4.3.7 doit être vérifiée avant que la pression interne ne soit ramenée à zéro.

C.5.4 Étanchéité à l'eau sous cisaillement tuyaux avec raccord à manchon coulissant

L'assemblage sera supporté tel qu'illustré à la figure C.2 s'il est effectué à l'aide d'un manchon coulissant.

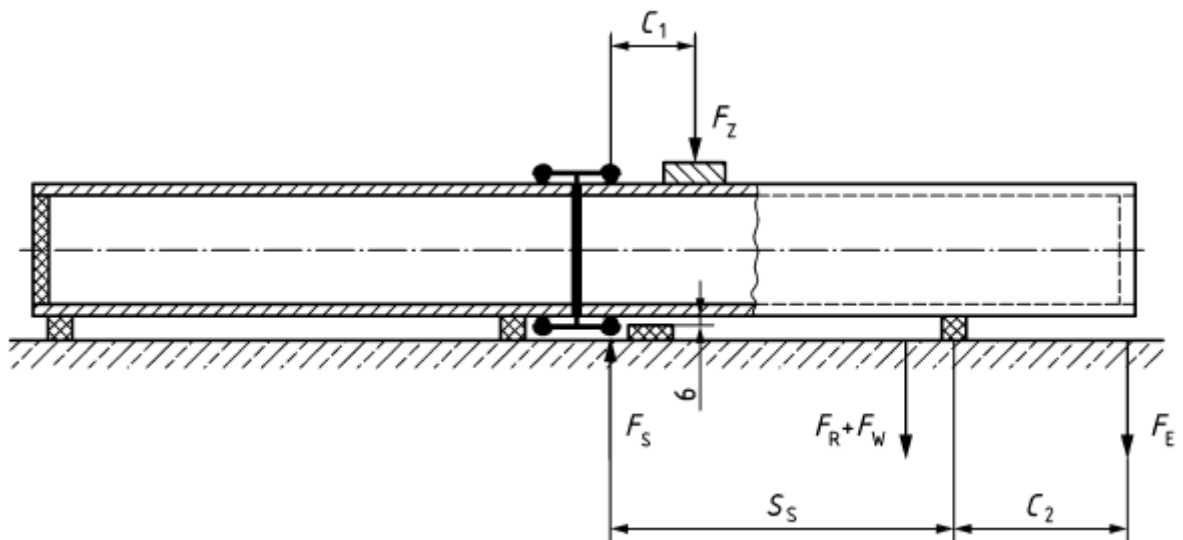


Figure C.2 - Essai sous cisaillement avec manchon coulissant

- Essai sous cisaillement avec raccord à manchon avec butée (le raccord ne peut pas absorber la totalité du mouvement vertical de 6 mm) ;
- Essai sous cisaillement avec raccord à manchon coulissant (le raccord peut absorber la totalité du mouvement vertical de 6 mm).

Le tuyau avec le manchon coulissant doit être installé fermement et sans mouvement. Le deuxième tuyau est placé librement dans l'assemblage d'essai à une distance appropriée S_s . Le mouvement vertical du tuyau libre ne peut pas dépasser 6 mm. La charge de cisaillement F_s sur la garniture d'étanchéité est générée par la charge appliquée de l'extérieur ainsi que par le poids propre du tuyau inséré et la part du remplissage de l'eau. La charge externe F_z est calculée à partir de la distance entre la charge concentrée et le raccord et la longueur du tuyau libre et du point d'appui S_s en utilisation l'équation :

$$F_z = \frac{1}{S_s - C_1} \left[F_s \times S_s + F_E \times C_2 - \frac{F_R + F_W}{2} \times (S_s - C_2) \right]$$

où

- F_E poids propre nominal de la saillie, en kN ;
- F_R poids nominal du tuyau (déterminé par calcul - le volume et la densité), en kN ;
- F_s la charge de cisaillement, en kN ;
- F_W le poids de l'eau dans le tuyau, en kN ;
- F_z la charge ponctuelle, en kN ;
- S_s la distance entre le joint et l'appui à droit, en m ;
- C_1 distance entre le joint et la charge ponctuelle F_z , en m ;
- C_2 distance horizontale entre l'appui à droite et le point d'application F_E , en m.

C.5.5 Essai à court terme : étanchéité à l'eau sous cisaillement

Des essais à court terme sous cisaillement sur les garnitures d'étanchéité assemblées sont effectués conformément au point 5.4, en appliquant la charge pendant 15 minutes. Pour les garnitures d'étanchéité assemblées avec un mouvement vertical de 6 mm, un essai supplémentaire dans lequel la charge peut être appliquée comme décrit ci-dessus est nécessaire. Le dessous du manchon doit toutefois être placé sur un point d'appui fixe et plat, sans possibilité de mouvement (voir figure C.3).

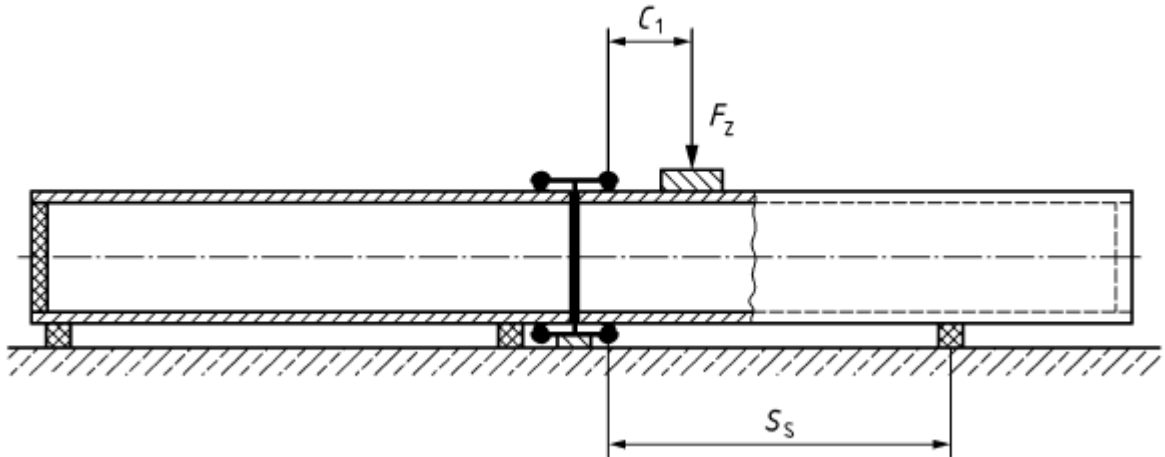


Figure C.3 - Essai sous cisaillement avec manchon sur point d'appui fixe

C.5.6 Étanchéité sous déviation angulaire et cisaillement

Au lieu d'effectuer séparément les essais d'étanchéité sous déviation angulaire et d'étanchéité sous cisaillement conformément à C.5.2, C.5.3, C.5.4, et C.5.5 respectivement, le producteur peut choisir de combiner les deux essais.

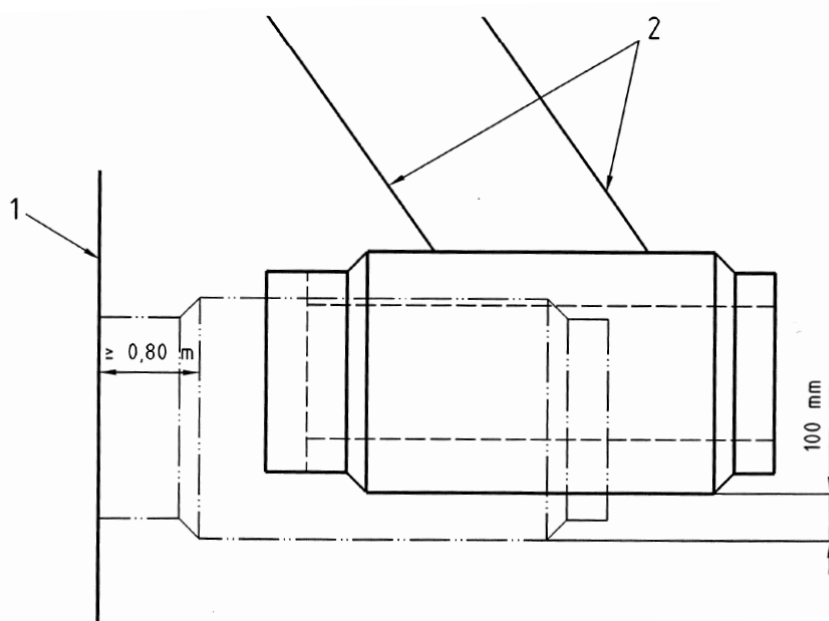
La méthode d'essai combinée consiste, simultanément, en un essai d'étanchéité à l'eau sous déviation angulaire conformément à C.5.2 et en un essai de cisaillement conformément à C.5.3, C.5.4 ou C.5.5, sauf que la charge de cisaillement F_s en kilonewtons doit être égale à 0,01 fois DN ou WN selon la forme de la section intérieure. La déviation angulaire et le cisaillement doivent être appliqués dans le plan vertical et dans la même direction.

Lorsque la déviation angulaire prescrite est atteinte, on doit commencer à procéder au cisaillement et ensuite à appliquer la pression hydrostatique interne conformément à C.5.2, C.5.3, C.5.4 et C.5.5.

Cette disposition doit être maintenue pendant la durée prescrite, au cours de laquelle la conformité de l'assemblage à la partie 2 § 4.3.7 doit être vérifiée avant que la pression interne ne soit ramenée à zéro.

C.5.7 Étanchéité à l'eau après choc frontal sur le manchon avec butée, prémonté (F)

L'essai de « choc frontal » est effectué avec un manchon avec butée, prémonté sur un tuyau. Le tuyau suspendu est lâché à une hauteur de 100 mm et le tuyau effectue un mouvement pendulaire selon le schéma ci-dessous :



Légende :

- 1 support vertical rigide
- 2 courroies de levage parallèles

L'étanchéité à l'eau après le choc est vérifiée conformément aux conditions au point C.4.2.

C.5.8 Étanchéité à l'eau après un choc latéral sur le manchon avec butée, prémonté

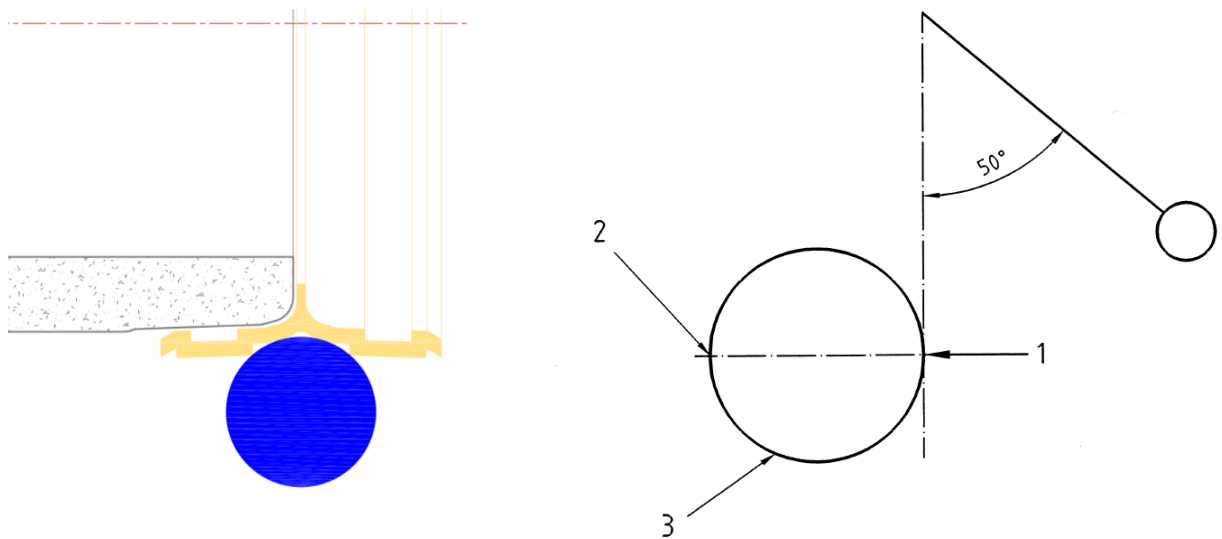
L'essai de « choc latéral » est effectué par le biais d'un choc sur 2 zones du manchon avec butée, prémonté.

Zone 1 : partie du manchon avec butée montée à l'extrémité de l'about mâle

Zone 2 : partie du manchon avec butée avec un joint en caoutchouc

L'impact se produit au milieu de chaque zone.

L'essai est répété sur le même produit contrairement à la première charge sur chacune des deux zones. Le poids de la balle est de 2 kg, le bras oscillant est de 3 m.



L'étanchéité à l'eau après le choc est vérifiée conformément aux conditions au point C.4.2.

C.6 Autres modes opératoires pour les ouvrages assemblés

Il est, au choix du producteur, autorisé de combiner les modes opératoires spécifiés en C.4 et C.5 en assemblant un ouvrage complet à partir des éléments à essayer et en appliquant simultanément la pression hydrostatique interne appropriée à chaque élément.

C.8 Expression des résultats

Un rapport est établi de la méthode d'essai utilisée et si l'élément individuel ou l'assemblage a satisfait ou non à toutes les exigences fixées.

ANNEXE D : MÉTHODE D'ESSAI POUR LA MESURE DE L'ABSORPTION D'EAU

D.1 Principe

L'objet de cet essai est d'évaluer l'absorption d'eau par immersion du béton de soufre durci. L'absorption d'eau est définie comme la différence entre la masse d'une éprouvette immergée dans l'eau et la masse de cette même éprouvette une fois séchée, rapportée à la masse à l'état sec.

D.2 Éprouvettes

Les éprouvettes sont prélevés d'un élément durci et ils ont, un volume de 0.25 dm³. Les éprouvettes peuvent être rectifiées après le sciage.

D.3 Appareillage

L'appareillage consiste en une étuve ventilée réglée à 50 °C ± 3 °C et en une balance de sensibilité égale à 0,005 % de la masse de l'éprouvette.

D.4 Mode opératoire

D.4.1 Méthode de référence

D.4.1.1 Détermination de la masse à l'air de l'éprouvette immergée m_w

L'éprouvette doit être portée à une température de 20 °C ± 3 °C, puis immergée dans de l'eau du robinet à la même température jusqu'à une masse constante. Considérer que la masse m_w est atteinte lorsque la différence de masse entre deux pesées effectuées à 24 heures ± 1 heure d'intervalle est inférieure à 0.05 % de la valeur moyenne de la masse de l'éprouvette immergée.

Avant toute pesée, sécher la surface de l'éprouvette, par exemple avec une éponge (mouillée et essorée) de manière à éliminer toute eau superficielle.

D.4.1.2 Détermination de la masse à l'air de l'éprouvette à l'état sec m_d

Peser l'échantillon prélevé (= première pesée).

Sécher l'éprouvette jusqu'à masse constante dans une étuve ventilée à une température de 50 °C ± 3 °C.

Note : Il est recommandé de vérifier que la capacité et la ventilation de l'étuve soient suffisantes pour sécher le nombre d'éprouvettes introduites. Il convient de ne pas introduire d'éprouvettes humides avant que les précédentes ne soient complètement sèches.

Déterminer la masse m_d . On considère que la masse constante m_d est atteinte lorsque la différence de masse entre deux pesées effectuées à au moins 24 heures d'intervalle est inférieure à 0.05 % de la valeur moyenne de la masse de l'éprouvette sèche.

D.4.2. Méthode de contrôle de la production

D.4.2.1 Détermination de la masse m_d à l'air de l'éprouvette à l'état sec

Peser l'échantillon prélevé (= première pesée).

Sécher l'éprouvette jusqu'à masse constante dans une étuve ventilée à une température de $50\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$.

Déterminer la masse m_d .

On considère que la masse constante m_d est atteinte lorsque la différence de masse entre deux pesées effectuées à au moins 24 heures d'intervalle est inférieure à 0.05 % de la valeur moyenne de la masse de l'éprouvette sèche.

D.4.2.2 Détermination de la masse m_{v0} sous eau de l'éprouvette à l'état sec

L'accessoire est immergé et le poids en eau est déterminé : m_{st} .

Déterminer, après la détermination m_d , la masse sous eau de l'éprouvette à l'état sec : $m_{st} + m_{v0}$.

D.4.2.3 Détermination de la masse m_{vx} sous eau de l'éprouvette saturée

Placer l'échantillon dans de l'eau du robinet à une température de $20\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$. Retirer soigneusement toutes les bulles d'air sur l'éprouvette. Déterminer le poids de l'éprouvette et de l'accessoire sous eau : $m_{st} + m_{v1}$.

Garder l'éprouvette sous eau à $20\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ et répéter la pesée jusqu'à saturation.

Considérer que la masse constante $m_{st} + m_{vx}$ est atteinte lorsque la différence entre deux pesées effectuées à 24 heures ± 1 heure d'intervalle est inférieure à 0.05 % de la valeur moyenne de la masse de l'éprouvette immergée.

D.5 Expression des résultats

D.5.1 Méthode de référence

L'absorption d'eau par immersion A_w est exprimée en pourcentage, à deux décimales près, et est déduite de la formule suivante :

$$A_w = 100 \times (m_w - m_d) / m_d$$

où :

m_w est la masse constante de l'éprouvette immergée ;

m_d est la masse de l'éprouvette à l'état sec.

D.5.2 Méthode de contrôle de la production

L'absorption d'eau A_{wh} , déterminée par immersion, est exprimée à deux décimales près, et est déduite de la formule suivante :

$$A_{wh} = 100 \times (m_{vx} - m_{v0}) / m_d$$

où :

m_{v0} est la masse sous eau de l'éprouvette à l'état sec ;

m_{vx} est la masse sous eau de l'éprouvette saturée ;

m_d est la masse à l'air de l'éprouvette à l'état sec.

ANNEXE F : MÉTHODES D'ESSAI ET DE CALCUL POUR LES GARNITURES D'ÉTANCHÉITÉ

F.1 Symboles

Les symboles utilisés dans cette annexe ont la signification suivante :

b_t	largeur comprimée effective, en mm ;
d_{so}	diamètre intérieur nominal de l'about femelle, en mm ;
d_{sp}	diamètre extérieur nominal de l'about mâle, en mm ;
d_{sos}	diamètre intérieur nominal de l'about femelle au niveau du dispositif mécanique limitant la déformation (est égal à d_{so} en l'absence d'un tel dispositif dans l'about femelle), en mm ;
d_{sps}	diamètre extérieur nominal de l'about mâle au niveau du dispositif mécanique limitant la déformation (est égal à d_{sp} en l'absence d'un tel dispositif sur l'about mâle), en mm ;
E	module d'élasticité du caoutchouc de la garniture d'étanchéité, en MPa ;
F	effort de serrage, en N ;
F_d	charge unitaire répartie supposée résulter de l'application de la charge de cisaillement spécifiée, en N/mm ;
F_e	effort de serrage par unité de longueur, en N/mm ;
F_s	charge de cisaillement spécifiée, en kN ;
f	pression moyenne appliquée à l'éprouvette, en MPa (N/mm ²) ;
h_m	hauteur de la garniture d'étanchéité utilisée, égale à $h_j / \sqrt{1 + \varepsilon}$ où h_j est le hauteur nominale du joint, en mm ; ε est l'allongement relatif du joint en place, égal à $(l_2 - l_1) / l_1$; l_1 est la longueur de coupe du joint, en mm ; l_2 est la longueur du joint après mise en place, égale à $\pi(d_{sp} + h_j)$, en mm ;
K	est le facteur combiné de tolérance ;
l_t	longueur de l'éprouvette, en mm ;
R_a	écart arithmétique moyen de l'état de surface, en μm ;
δ_{max}	déformation maximale, en % ;
δ_{min}	déformation minimale, en % ;
δ_1	déformation minimale, abstraction faite de la charge de cisaillement, en % ;
δ_2	déformation maximale, abstraction faite de la charge de cisaillement, en % ;
$\Delta\delta_{max}$	variation de la déformation maximale δ_2 causée par la charge de cisaillement, en % ;
$\Delta\delta_{min}$	variation de la déformation minimale δ_1 causée par la charge de cisaillement, en %.

F.2 Méthodes d'essai

F.2.1 Application

Dans la présente annexe, l'indication « Méthode 1 » et « Méthode 2 » renvoie aux méthodes décrites au point 4.3.4.2. Elle est applicable comme spécifié à toutes les garnitures d'étanchéité dont la durabilité de l'assemblage est démontrée par la méthode 1 ou 2. Dans le cas de garnitures intégrées au béton, l'essai est réalisé à la face opposée du profil de l'assemblage tandis que pour toutes les autres garnitures d'étanchéité, les deux faces doivent être prises en considération.

F.2.2 Principe de base

L'objet de cet essai est d'évaluer si la largeur de la garniture d'étanchéité effective et la pression moyenne sur une partie quelconque de la garniture intervenant dans la fonction d'étanchéité sur une section de la garniture d'étanchéité (méthode 1), ou sa déformation maximale (méthode 2) sont dans les limites spécifiées au point 4.3.4.2.2. Avant de commencer l'essai spécifique de la garniture d'étanchéité et du profil de l'assemblage considérés, il est nécessaire de disposer du diagramme « effort-déformation » propre à cet assemblage.

Il est supposé que la charge de cisaillement spécifiée est répartie uniformément sur toute la circonférence de la zone d'étanchéité dans le joint.

F.2.3 Appareillage

L'appareillage doit être conforme aux spécifications de la norme ISO 3384 ; cependant, les plaques du dispositif de compression doivent être constituées d'un matériau solide approprié et leur planéité et leur rugosité, mesurées lorsque le dispositif est démonté, doivent être précises respectivement à 0.05 mm et à 1,6 μm R_a près, tel que défini dans l'EN ISO 4287, appliqué en utilisant les règles de l'EN ISO 4288. Lorsque l'appareillage est assemblé, l'écartement entre les plaques doit être précis à $\pm 0,05$ mm près. De plus, le dispositif de compression doit avoir une forme telle que l'essai reproduise le fonctionnement de la garniture d'étanchéité dans l'assemblage correspondant, avec toute butée d'arrêt de cisaillement éventuelle, que la garniture soit intégrée ou non à l'élément.

Lorsque le profil de l'assemblage au droit de la garniture d'étanchéité ne comporte pas deux droites parallèles, il doit être reproduit en utilisant des profilés du même matériau que les plaques du dispositif de compression et en contact avec celles-ci. Les critères de planéité et de rugosité de surface pour les profilés sont les mêmes que ceux des plaques.

L'appareillage doit comporter des butées pour éviter le déplacement longitudinal de l'éprouvette pendant l'essai. Il n'est pas nécessaire de tenir compte de la courbure de l'assemblage réel. Les butées doivent être lubrifiées avec un lubrifiant au silicone ou au fluorosilicone comme décrit dans l'ISO 3384.

F.2.4 Préparation

Quel que soit l'essai, l'éprouvette doit être constituée d'un morceau de la garniture d'étanchéité considérée, d'une longueur de 100 mm \pm 1 mm ou de deux fois la largeur nominale de la garniture d'étanchéité, si celle-ci est supérieure. Toute partie de la garniture hors de la zone impliquée dans la fonction d'étanchéité peut être retirée de l'éprouvette, en même temps que toutes les parties destinées à être intégrées au béton ; l'éprouvette peut alors être calée si nécessaire.

F.2.5 Procédure

F.2.5.1 Établissement du diagramme « effort-déformation »

Le diagramme « effort-déformation » pour le profil d'étanchéité doit être établi pour les deux essais avec un dispositif et une éprouvette conformément à F.2.3 respectivement F.2.4 à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$. L'éprouvette doit d'abord être déformée de 5 % et l'effort de serrage nécessaire mesuré et enregistré, puis la procédure doit être répétée par incréments successifs de 5 % comme prévu dans la conception de l'assemblage, sans toutefois dépasser 65 %. Pendant cette étape de la procédure, la vitesse d'application de la déformation ne doit pas dépasser 25 mm par minuté. L'effort de serrage doit être mesuré pour chaque incrément de 5 % après stabilisation de l'éprouvette pendant une durée de 10 secondes ± 2 secondes.

Si l'appareillage d'essai est équipé d'une évaluation simultanée de la compression et de la largeur effective d'étanchéité, ces deux essais peuvent être effectués conjointement avec ceux du point F.2.5.2.2.

F.2.5.2 Mode opératoire propre à une garniture d'étanchéité et un profil d'assemblage

F.2.5.2.1 Étape préliminaire

Pour la méthode 1, les valeurs F_d , l_2 , ε , h_m et δ_1 doivent tout d'abord être calculées à partir des équations ci-après :

$$F_d = F_s \times 1000 / [(d_{so} + d_{sp}) / 2];$$

$$h_m = h_j / \sqrt{1 + \varepsilon};$$

où

$$\varepsilon = (l_2 - l_1) / l_1, \text{ et}$$

$$l_2 = \pi (d_{sp} + h_j);$$

$$\delta_1 = [2h_m - d_{so} + d_{sp} - \sqrt{(2\Delta h_j)^2 + \Delta d_{so}^2 + \Delta d_{sp}^2}] \times 100 / (2 \times h_m).$$

Le diagramme effort/déformation spécifique doit alors être utilisé pour déterminer la variation de la déformation minimale $\Delta\delta_{min}$, engendrée par un effort F_d , on calcule ensuite la déformation minimale δ_{min} à l'aide de l'équation suivante :

$$\delta_{min} = \delta_1 - \Delta\delta_{min}.$$

Pour la méthode 2, le mode opératoire doit être le même que pour la méthode 1, sauf que δ_2 doit être calculé au lieu de δ_1 à l'aide de l'équation suivante :

$$\delta_2 = [2h_m - d_{so} + d_{sp} + \sqrt{(2\Delta h_j)^2 + \Delta d_{so}^2 + \Delta d_{sp}^2}] \times 100 / (2 \times h_m).$$

Le diagramme effort/déformation spécifique doit alors être utilisé pour déterminer la variation de la déformation maximale $\Delta\delta_{max}$, engendrée par un effort F_d et on calcule ensuite la déformation maximale δ_{max} à l'aide de l'équation suivante :

$$\delta_{max} = \delta_2 \mp \Delta\delta_{max}.$$

F.2.5.2.2 Évaluation de la largeur comprimée effective (méthode 1)

L'éprouvette est placée dans l'appareillage à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ et comprimée pour atteindre une déformation égale à δ_{min} . L'effort de serrage F et la largeur comprimée effective b_t est alors mesuré et enregistré.

Dans le cas où il n'est pas possible de mesurer la largeur comprimée effective lorsque l'éprouvette est dans l'appareillage, on doit prévoir un système permettant de laisser les marques de l'éprouvette comprimée sur le dispositif de compression (en insérant un papier carbone par exemple). Une fois la déformation δ_{min} atteinte, l'effort de serrage est enregistré, puis l'éprouvette déchargée. L'éprouvette doit alors être retirée du dispositif et on mesure et enregistre la largeur comprimée effective à partir des marques laissées sur le dispositif de compression.

F.2.6 Expression des résultats

F.2.6.1 Largeur comprimée effective (méthode 1)

La largeur comprimée effective b_t est la largeur de la surface de contact entre le caoutchouc et le dispositif de compression, telle que mesurée au point F.2.5.2.2.

F.2.6.2 Pression moyenne (méthode 1)

La pression moyenne f sur la partie de la garniture intervenant dans la fonction d'étanchéité est calculée à l'aide de l'équation :

$$f = F / (l_t \times b_t)$$

où

f est la pression moyenne, en MPa (N/mm²) ;

F est l'effort de serrage nécessaire pour produire une déformation δ_{min} , en N ;

l_t est la longueur de l'éprouvette, en mm ;

b_t est la largeur comprimée effective, en mm.

F.2.6.3 Déformation maximale (méthode 2)

La compression maximale δ_{max} est la valeur calculée conformément au point F.2.5.2.1.

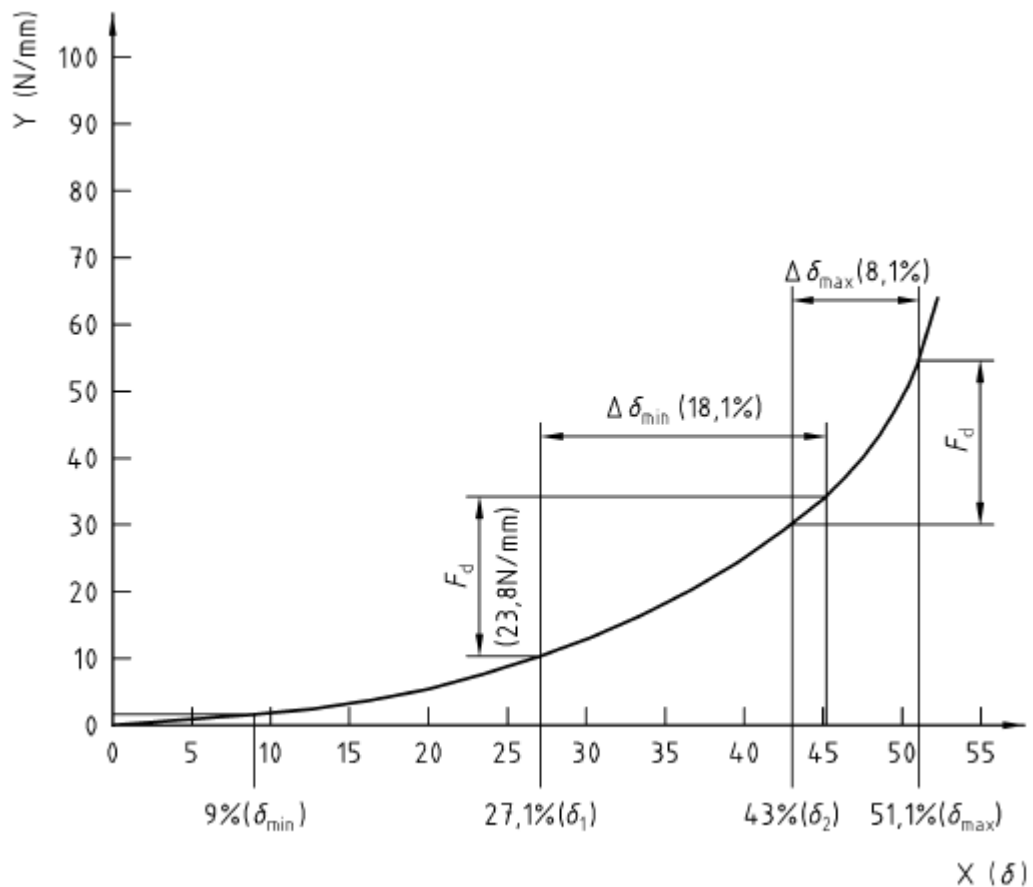
F.2.7 Exemples

F.2.7.1 Méthode 1

Le Tableau F.1 donne un exemple de procédure pour évaluer la largeur comprimée effective ainsi que la pression moyenne sur la partie de la zone d'étanchéité intervenant dans la fonction d'étanchéité. Le diagramme « effort/déformation » propre à la garniture d'étanchéité considérée, est donné par la figure F.1 est n'est à utiliser que pour cet exemple.

F.2.7.2 Méthode 2

Le Tableau F.1 donne un exemple des modes opératoires à suivre pour évaluer la déformation maximale sur la partie de la garniture intervenant dans la fonction d'étanchéité. Le diagramme « effort/déformation » propre à la garniture d'étanchéité considérée, est donné par la figure F.1 est n'est à utiliser que pour cet exemple.



Légende

axe Y Force par unité de longueur de garniture
axe X Déformation

Figure F.1 - Diagramme « effort/déformation » spécifique admis pour les exemples et pris en compte pour la détermination de $\Delta \delta_{\min}$ (méthode 1) ou $\Delta \delta_{\max}$ (méthode 2)

Tableau F.1 - Modes opératoires d'évaluation exemple (méthode 1)

1) Hypothèses		
DN	Dimension nominale	1000 mm
d_{so}	Diamètre intérieur nominal de l'about femelle	1274.8 mm
d_{sp}	Diamètre extérieur nominal de l'about mâle	1250.0 mm
Δd_{so}	Tolérance sur le diamètre de l'about femelle	+/- 1.2 mm
Δd_{sp}	Tolérance sur le diamètre de l'about mâle	+/- 2.4 mm
F_s	Charge de cisaillement (0,03 x DN) kN	30 kN
h_j	Hauteur nominale de la garniture d'étanchéité	20.0 mm
Δh_j	Tolérance sur la hauteur de la garniture	+/- 0.7 mm
l_1	Longueur de coupe de la garniture d'étanchéité (avant mise en place)	3630 mm
2) Formules et calculs		
F_d	$F_s \times 1000 / [(d_{so} + d_{sp})/2]$	23.8 N/mm
l_2	$\pi \times (d_{sp} + h_j)$	3989.8 mm
ε	$(l_2 - l_1) / l_1$	0.10
h_m	$h_j / \sqrt{1 + \varepsilon}$	19.1 mm
δ_1	$\{2h_m - d_{so} + d_{sp} - \sqrt{[(2\Delta h_j)^2 + \Delta d_{so}^2 + \Delta d_{sp}^2]}\} \times 100 / (2h_m)$	27.1 %
δ_{min}	(i) déterminer $\Delta \delta_{min}$ à partir du diagramme effort/déformation	18.10 %
	(ii) $\delta_1 - \Delta \delta_{min}$	9.0 %
b_{min}	min 50 % de $(d_{so} - d_{sp})/2$	≥ 6.2 mm
3) Procédure d'essai et évaluation		
Mode opératoire :	a) Comprimer l'éprouvette (longueur $l_t = 100$ mm) pour obtenir une déformation minimale δ_{min}	9 %
	b) Enregistrer l'effort de serrage F	200.0 N
	c) Mesurer la largeur comprimée effective b_t	10.50 mm
	d) Calculer la pression moyenne $f = F / (l_t \times b_t)$	0.19 N/mm ²
Prescriptions :	a) $b_t \geq b_{min}$	conforme
	b) $f \geq 0,15$ Mpa (N/mm ²)	conforme

Tableau F.2 - Modes opératoires d'évaluation exemple (méthode 2)

1) Hypothèses		
DN	Dimension nominale	1000 mm
d_{so}	Diamètre intérieur nominal de l'about femelle	1274.8 mm
d_{sp}	Diamètre extérieur nominal de l'about mâle	1250.0 mm
Δd_{so}	Tolérance sur le diamètre de l'about femelle	+/- 1.2 mm
Δd_{sp}	Tolérance sur le diamètre de l'about mâle	+/- 2.4 mm
F_s	Charge de cisaillement (0,03 x DN) kN	30 kN
h_j	Hauteur nominale de la garniture d'étanchéité	20.0 mm
Δh_j	Tolérance sur la hauteur de la garniture	+/- 0.7 mm
l_1	Longueur de coupe de la garniture d'étanchéité (avant mise en place)	3630 mm
2) Formules et calculs		
F_d	$F_s \times 1000 / [(d_{so} + d_{sp})/2]$	23.8 N/mm
l_2	$\pi \times (d_{sp} + h_j)$	3989.8 mm
ϵ	$(l_2 - l_1) / l_1$	0.10
h_m	$h_j / \sqrt{1 + \epsilon}$	19.1 mm
δ_2	$\{2h_m - d_{so} + d_{sp} + \sqrt{[(2\Delta h_j)^2 + \Delta d_{so}^2 + \Delta d_{sp}^2]}\} \times 100 / (2h_m)$	42.9 %
δ_{max}	(i) déterminer $\Delta \bar{\delta}_{max}$ à partir du diagramme spécifique effort/déformation	8.10 %
	(ii) $\bar{\delta}_2 + \Delta \bar{\delta}_{max}$	51.0 %
3) Évaluation		
Prescriptions :	$\bar{\delta}_{max} \leq 50 \%$	conforme

F.3 Méthode de calcul

F.3.1 Application

La méthode de calcul ci-après n'est admise comme alternative à l'essai selon F.2 que lorsque la garniture d'étanchéité a une section transversale circulaire ou une section convexe autre, ne comporte pas d'alvéole (au moins dans la zone concernée par la fonction d'étanchéité) et est utilisée dans un assemblage comportant des dispositifs mécaniques limitant les déformations de la garniture à 50 % de sa hauteur initiale.

F.3.2 Bases

Pour la méthode 1, la largeur comprimée effective b_t et la pression moyenne f sur une partie quelconque d'une garniture intervenant dans la fonction d'étanchéité doivent être calculées comme suit, en utilisant la largeur relative WN d'un tuyau ovoïde pour les valeurs d_{so} , d_{sp} , d_{sos} en d_{sps} :

$$\delta_{min} = [2h_m - d_{so} + d_{sp} - d_{sos} + d_{sps} - K] \times 100 / (2h_m)$$

$$\delta_{max} = [2h_m - d_{so} + d_{sp} + d_{sps} - d_{sos} + K] \times 100 / (2h_m)$$

où

K est le facteur combinée de tolérance pour la méthode de calcul, en mm :

$$K = \sqrt{(2\Delta h_j)^2 + \Delta d_{so}^2 + \Delta d_{sp}^2 + \Delta d_{sos}^2 + \Delta d_{sps}^2}$$

avec :

Δd_{so} est la tolérance sur le diamètre intérieur de l'about femelle, en mm ;

Δd_{sp} est la tolérance sur le diamètre extérieur de l'about mâle, en mm ;

Δd_{sos} est la tolérance sur le diamètre intérieur de l'about femelle au niveau du dispositif mécanique limitant la déformation (est égal à Δd_{so} en l'absence d'un tel dispositif dans l'about femelle), en mm ;

Δd_{sps} est la tolérance sur le diamètre extérieur de l'about mâle au niveau du dispositif mécanique limitant la déformation (est égal à Δd_{sp} en l'absence d'un tel dispositif sur l'about mâle), en mm ;

Δh_j est la tolérance sur la hauteur de la garniture, en mm ;

$$F_e = E \times h_m [1,25 (\delta_{min} / 100)^{3/2} + 50 (\delta_{min} / 100)^6]$$

$$b_t = 0,5 h_m [\pi / 2 - (1 - \delta_{min} / 100)^2] / [1 - \delta_{min} / 100]$$

$$f = F_e / b_t$$

Note La formule de calcul de la largeur comprimée effective b_t est empirique et n'est pas valable pour les déformations δ_{min} inférieures à 5 % ; dans la pratique, ceci n'a pas d'importance.

Lorsqu'une garniture d'étanchéité est fabriqué sur la base d'un volume déterminé, Δh_j doit être supposé nul pour le calcul du facteur combiné de tolérance K .

Pour la méthode 2, δ_{max} doit être calculé à l'aide des indications correspondantes ci-dessus.

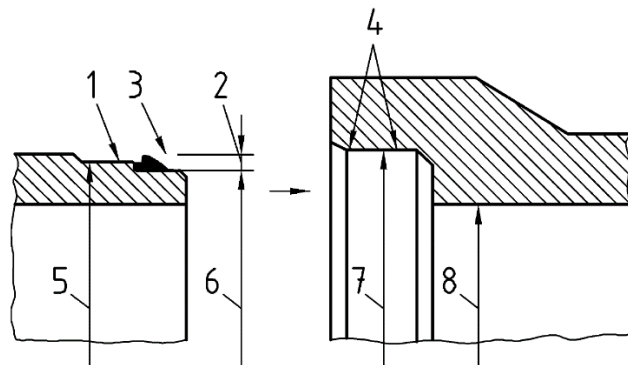
F.3.3 Exemples

F.3.3.1 Méthode 1

Un exemple de la méthode de calcul de l'épaisseur comprimée effective et de la pression moyenne sur une zone quelconque de la garniture intervenant dans la fonction d'étanchéité est donné au Tableau F.3. Les hypothèses de base admises pour l'exemple apparaissent de manière schématique sur la figure F.2.

Note Bien que les hypothèses concernent les tuyaux analogues, il n'y a pas lieu de s'attendre à une corrélation entre les valeurs de l'épaisseur comprimée effective et de la pression moyenne déterminées dans les exemples des Tableaux F.1 et F.3 ; dans le premier cas, en effet, il est supposé qu'il n'y a pas de butée d'arrêt de cisaillement en béton.

Figure F.2 - Hypothèses de base pour l'exemple dans le tableau F.2



Légende

- 1 Butée d'arrêt de cisaillement en béton intégrée à l'about mâle
- 2 Hauteur appliquée h_m (19,1 mm)
- 3 Joint glissant $h_j \pm \Delta h_j$ (20 mm \pm 0,7 mm)
- 4 About femelle parallèle au fût, donc $d_{sos} = d_{so}$ en $\Delta d_{sos} = \Delta d_{so}$
- 5 $d_{sps} \pm \Delta d_{sps}$ (1270,4 mm \pm 2,0 mm)
- 6 $d_{sp} \pm \Delta d_{sp}$ (1250,0 mm \pm 2,0 mm)
- 7 $d_{so} \pm \Delta d_{so}$ (= $d_{sos} \pm \Delta d_{sos}$) (tous les deux 1274,8 mm \pm 1,0 mm)
- 8 DN 1 000

F.3.3.2 Méthode 2

Un exemple de la méthode de calcul pour évaluer la déformation maximale de la garniture intervenant dans la fonction d'étanchéité est donné au Tableau F.4. Le diagramme « effort/déformation » spécifique associé, propre à la garniture d'étanchéité considérée, apparaît à la figure F.1 et n'est applicable qu'au présent exemple.

Tableau F.3 - Modes opératoires d'évaluation appliqués à l'exemple (méthode 1)

1) Hypothèses		
DN	Dimension nominale	1000 mm
-	Assemblage comportant une butée d'arrêt de cisaillement en béton moulée sur l'about mâle ($d_{sos}=d_{so}$ et Δd_{sos})	-
d_{so}	Diamètre intérieur nominal de l'about femelle	1274.8 mm
d_{sp}	Diamètre extérieur nominal de l'about mâle	1250.0 mm
d_{sps}	Diamètre extérieur nominal de l'about mâle au niveau de la butée d'arrêt de cisaillement en béton	1270.4 mm
Δd_{so}	Tolérance sur le diamètre intérieur de l'about femelle	+/- 1.0 mm
Δd_{sp}	Tolérance sur le diamètre extérieur de l'about mâle	+/- 2.0 mm
Δd_{sps}	Tolérance sur le diamètre extérieur de la butée d'arrêt de cisaillement	+/- 2.0 mm
h_j	Hauteur nominale de la garniture	20.0 mm
Δh_j	Tolérance sur la hauteur de la garniture	+/- 0.7 mm
l_1	Longueur de coupe de la garniture d'étanchéité (avant la mise en place)	3630 mm
E	Module d'élasticité du caoutchouc de la garniture (40 DIDC)	1.5 N/mm ²
2) Formules et calculs		
l_2	$\pi \times (d_{sp} + h_j)$	3990 mm
ε	$(l_2 - l_1) / l_1$	0.10
h_m	$h_j / \sqrt{1 + \varepsilon}$	19.1 mm
K	$[(2\Delta h_j)^2 + \Delta d_{so}^2 + \Delta d_{sp}^2 + \Delta d_{sos}^2 + \Delta d_{sps}^2]^{0.5}$	3.46 mm
δ_{min}	$[2h_m - d_{so} + d_{sp} - d_{sos} + d_{sps} - K] \times 100 / (2h_m)$	14.40 %
δ_{max}	$[2h_m - d_{so} + d_{sp} + d_{sos} - d_{sps} + K] \times 100 / (2h_m)$	55.60 %
F_e	$E \times h_m [1,25 (\delta_{min} / 100)^{1.5} + 50 (\delta_{min} / 100)^6]$	1.97 N/mm
b_t	$0,5 h_m [\pi/2 - (1 - \delta_{min} / 100)^2] / [1 - \delta_{min} / 100]$	9.3 mm
f	F_e / b_t	0.21 N/mm ²
b_{min}	Min. 50% de $(d_{so} - d_{sp})/2$	≥ 6.2 mm
3) Procédure d'essai et évaluation		
Prescriptions :	a) $b_t \geq b_{min}$	conforme
	b) $f \geq 0,15$ MPa (N/mm ²)	conforme
	c) $\delta_{max} \leq 50$ %	conforme

Tableau F.4 - Modes opératoires de calcul appliqués à l'exemple (méthode 2)

1) Hypothèses		
DN	Dimension nominale	1000 mm
-	Assemblage comportant une butée d'arrêt de cisaillement en béton moulée sur l'about mâle ($d_{sos}=d_{so}$ et Δd_{sos})	-
d_{so}	Diamètre intérieur nominal de l'about femelle	1274.8 mm
d_{sp}	Diamètre extérieur nominal de l'about mâle	1250.0 mm
d_{sps}	Diamètre extérieur nominal de l'about mâle au niveau de la butée d'arrêt de cisaillement en béton	1270.4 mm
Δd_{so}	Tolérance sur le diamètre intérieur de l'about femelle	+/- 1.0 mm
Δd_{sp}	Tolérance sur le diamètre extérieur de l'about mâle	+/- 2.0 mm
Δd_{sps}	Tolérance sur le diamètre extérieur de la butée d'arrêt de cisaillement	+/- 2.0 mm
h_j	Hauteur nominale de la garniture	20.0 mm
Δh_j	Tolérance sur la hauteur de la garniture	+/- 0.7 mm
l_1	Longueur de coupe de la garniture d'étanchéité (avant la mise en place)	3630 mm
2) Formules et calculs		
l_2	$\pi \times (d_{sp} + h_j)$	3990 mm
ε	$(l_2 - l_1) / l_1$	0.10
h_m	$h_j / \sqrt{1 + \varepsilon}$	19.1 mm
K	$[(2\Delta h_j)^2 + \Delta d_{so}^2 + \Delta d_{sp}^2 + \Delta d_{sos}^2 + \Delta d_{sps}^2]^{0.5}$	3.46 mm
δ_{max}	$[2h_m - d_{so} + d_{sp} + d_{sos} - d_{sps} + K] \times 100 / (2h_m)$	55.60 %
3) Procédure d'essai et évaluation		
Prescriptions :	$\bar{\delta}_{max} \leq 50 \%$	conforme

ANNEXE G : MÉTHODES D'ESSAI POUR LA RÉSISTANCE À LA FLEXION LONGITUDINALE

G.1 Principe

L'objet de cet essai est d'évaluer la résistance à la flexion longitudinale des tuyaux circulaires \leq DN 250, dont la longueur intérieure du tuyau est $>$ 6 fois le diamètre extérieur.

G.2 Appareillage

L'appareillage doit être globalement rigide et massif de telle sorte que la distribution de la charge ne soit pas affectée de manière appréciable par une déformation ou un déplacement quelconque. Le mode d'appui et de chargement doit être tel que décrit aux points G.3.2 et G.3.3. La charge peut être appliquée sur le tuyau sans vibrations et sans chocs. L'appareillage doit être convenablement étalonné et contrôlé de manière à être apte à appliquer la charge d'essai voulue.

G.3 Procédure

G.3.1 Généralités

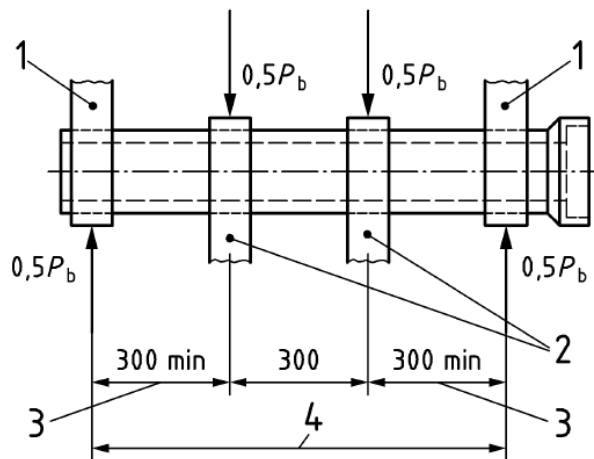
L'éprouvette doit être constitué par un tuyau circulaire entier ou un tronçon d'un tuyau circulaire, avec ou sans about femelle ; la longueur intérieure du tuyau doit être supérieure à 1,25 m. Au choix du producteur, il est permis d'humidifier (immersion dans l'eau) pendant un maximum de 28 heures avant de réaliser l'essai.

La charge doit être appliquée au tuyau sans vibration ni choc, à une vitesse uniforme comprise entre 6 kN par minute et 9 kN par minute.

G.3.2 Chargement en quatre points

Le tuyau doit être placé en position horizontale avec deux élingues. Chaque élingue doit être perpendiculaire à l'axe tubulaire et positionnée symétriquement par rapport au centre de la longueur du tuyau. Les deux élingues doivent être distantes d'au moins 900 mm (voir figure G.1). La charge est appliquée sur le tuyau avec un entraxe de 300 mm au moyen de deux autres élingues. Chaque élingue doit être conçue de manière à ce que le contact soit assuré sur un arc d'au moins 120° sur la circonférence du tuyau. Les élingues doivent avoir une largeur de $100 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$.

Figure G.1 - Dispositif essai de flexion 4 points



Légende

- | | | | |
|-------|----------------------------------|---|------------------------------------|
| 1 | Élingue support | 2 | Élingue de chargement |
| 3 | Bras de levier $a_l \geq 300$ mm | 4 | Portée entre axes des appuis l_s |
| P_b | Charge exercée, en kN | | |

G.3.3 Chargement en trois points

Note : Cette méthode convient uniquement lorsque le mode de rupture correspond manifestement à celui d'une poutre. S'il y a doute (s'il y a écrasements d'abouts, par exemple), il convient d'utiliser la méthode décrite au point G.3.2.

Le tuyau doit être placé en position horizontale dans un dispositif tel que celui de la Figure G.2 et chargé en conséquence. Les trois blocs d'appui sont revêtus d'un matériau élastomère d'une dureté moyenne de 55 DIDC \pm 10 DIDC, d'une épaisseur de 20 mm \pm 5 mm et d'une largeur de 100 mm \pm 5 mm, sur un arc de 120 °, adapté au fût de tuyau.

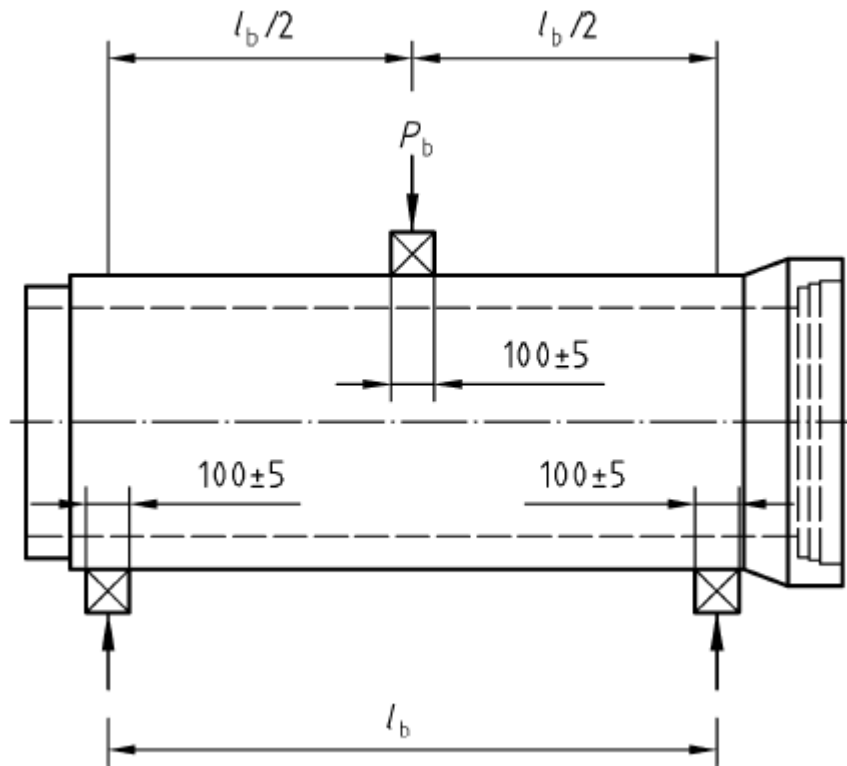


Figure G.2 - Dispositif de chargement et d'appui (3 points)

Légende : l_b portée entre axes des appuis

G.4 Expression des résultats

G.4.1 Essai de chargement en quatre points

La résistance à la flexion longitudinale est calculée comme suit :

$$M = P_b \times a_1 / 2$$

où

M est la résistance à la flexion longitudinale, kNm

P_b est la charge totale appliquée, en kN

a_1 est la longueur du bras de levier = $0.5 \times (l_s - 0.3)$, en m

l_s est la portée, en m

G.4.2 Essai de chargement en trois points

La résistance à la flexion longitudinale est calculée comme suit :

$$M = P_b \times l_b / 4$$

où

M est la résistance à la flexion longitudinale, kNm

P_b est la charge totale appliquée, en kN

l_b est l'entraxe des poutres de support, en m, et doit être aussi grand que l'éprouvette le permet

ANNEXE I : MÉTHODE D'ESSAI DE LA RÉSISTANCE À L'ABRASION (informative)

I.1 Dispositions générales

Les extrémités du récipient du tuyau d'une longueur de (1000 ± 10) mm sont fermées par des plaques supérieures, remplies d'un mélange fixe de sable-gravier-eau, puis recouvertes d'une autre plaque de fermeture. Ce récipient doit être tourné alternativement dans le sens de la longueur selon un angle de $\pm 22,5^\circ$, de sorte que les mouvements du matériau d'essai provoquent l'usure prévue (voir Figure I.1). Le matériau d'essai doit être du gravier de quartz naturel, non concassé, à grains ronds dont l'analyse granulométrique répond aux exigences suivantes :

$$M_p = d_{50} = 6 \text{ mm}$$

$$d_{80} = 8,4 \text{ mm}$$

$$d_{20} = 4,2 \text{ mm}$$

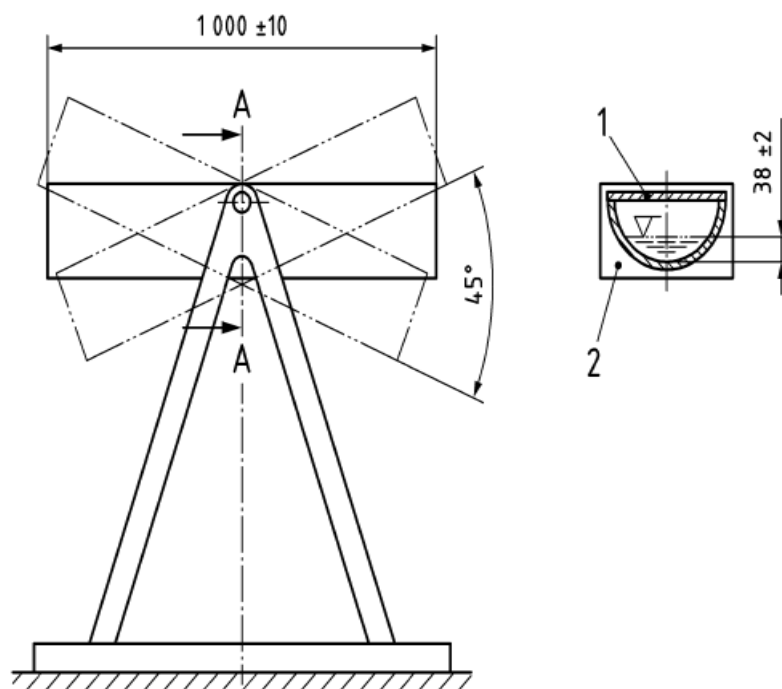
$$U = d_{80}/d_{20} = 2$$

où

M_p la dimension moyenne des grains en mm

U le degré d'inégalité

$d_{50}/d_{80}/d_{20}$ la dimension des grains qui n'est pas dépassée par 50/80/20 % (masse) du matériau, en mm



dimensions en mm

Légende

1 Plaque de fermeture

2 Plaque supérieure

Figure I.1 - Dispositif d'essai pour la résistance à l'abrasion

La quantité du matériau d'essai conformément au tableau I.1 doit être introduite dans le récipient d'essai qui doit ensuite être rempli d'eau à une hauteur de remplissage de 38 ± 2 mm. Au lieu des tuyaux d'un diamètre de $\varnothing > 500$ mm, les tuyaux selon le tableau I.1

doivent être testés à partir du même lot de production. Le récipient d'essai doit être soumis à 100.000 cycles de charge (processus d'usure dû au glissement pendant le balancement). Le balancement doit être sinusoïdal, à une fréquence d'environ 20 balancements par minute. La profondeur d'usure doit être mesurée sur la ligne inférieure sur une longueur d'essai de 700 mm, sans tenir compte des 150 mm aux extrémités du récipient. Les mesurages sont effectués à des intervalles ne dépassant pas 10 mm, puis la profondeur moyenne est calculée. Cette valeur est l'usure moyenne.

Tableau I.1 : Quantité du matériau d'essai

DN	Quantité du matériau d'essai en kg
150	3,4
200	4,0
250	4,5
300	5,0
400	5,8
500	6,5

ANNEXE J : MANCHONS AVEC BUTÉE

J.1 Dispositions générales

J.1.1 Exigences relatives aux matériaux pour les manchons avec butée et coulissant en polypropylène

J.1.1.1 Indice de fluidité

L'indice de fluidité du matériau retiré du manchon doit satisfaire, selon la norme ISO 1133 1 : 2011, Tableaux A.1, à la condition 12 (température : 230 °C ; masse : 2,16 kg).

J.1.1.2 Résistance à la traction et allongement à la rupture

Les essais de résistance à la traction et d'allongement à la rupture doivent être effectués sur l'éprouvette prélevé dans le manchon (gravures, joint soudé et lignes de séparation sont à éviter). La forme de l'éprouvette doit être conforme à la norme EN ISO 527-2 : 2012, type 1 B. Si l'éprouvette ne peut être prélevé au moyen de gravures, soudures et lignes de séparation, un éprouvette plus petit doit être utilisé, type 1BA (y compris la nomenclature selon la norme EN ISO 527-2 : 2012, figure A.2).

Les éprouvettes sont conditionnées avant l'essai pendant au moins 3 heures à 23 ± 2 °C. L'essai doit être effectué selon la méthode décrite dans la norme EN ISO 527-2 avec une vitesse d'alimentation de 50 mm/min ± 10 %. La résistance à la traction doit être exprimée en MPa.

J.1.1.3 Comportement à haute température

Le manchon est placé horizontalement sur une surface plane dans un four pendant 1 heure à une température de 150 \pm 3 °C. Après sa sortie du four, l'éprouvette est refroidi à température ambiante. Le manchon est contrôlé sur la présence de bulles d'air, de fissures et écaillage. Ces phénomènes peuvent être considérés comme des défauts.

J.1.1.4 Essais de résistance aux chocs

La résistance aux chocs du manchon avec butée est testée en laissant tomber le manchon avec butée sur une surface rigide. Après l'impact, le manchon avec butée est inspecté pour détecter d'éventuelles fissures visibles sans grossissement. Pour les raccords comportant des éléments de fixation lâches, par exemple pour maintenir les joints, ces éléments sont contrôlés pour déceler tout dommage permanent qui pourrait entraîner une perte d'étanchéité.

REMARQUE. On suppose que les paramètres d'essai suivants sont fixés par la norme de référence :

(a) température d'essai 0 °C \pm 2 °C ;

(b) Hauteur de chute de l'éprouvette : 1 m ;

(c) Le temps de conditionnement est en fonction de l'épaisseur de la paroi (voir tableau J1).

Tableau J.1. : Température de conditionnement minimale

Épaisseur de la paroi e mm	Durée minimale de conditionnement h
$e < 3$	1
$3 \leq e < 8$	3
$8 \leq e < 16$	6
$16 \leq e$	16

J.1.2 Essais des manchons coulissants en polypropylène

Un essai de cisaillement est effectué sur un banc d'essai, composé de deux manchettes, qui remplacent les 2 abouts mâles des 2 tuyaux. Le diamètre extérieur d'une butée d'essai doit se situer dans le quartile supérieur de la portée de mesure. Après avoir monté le raccord sur la butée d'essai pour établir un raccordement de tuyau, l'installation doit être alignée axialement et un déplacement en cisaillement d'au moins 6 mm doit être appliqué.

ANNEXE K : RÉSISTANCE AU NETTOYAGE À HAUTE PRESSION (informative)

K.1 Dispositions générales

K.1.1 Point d'eau

L'eau doit satisfaire aux normes de qualité de l'eau potable en ce qui concerne sa teneur chimique et sa teneur en matières solides.

K.1.2 Mesurage de pression

Un manomètre d'une précision de $\pm 1\%$ doit être placé à moins de 1 m de la buse de la conduite d'eau. Le tuyau doit avoir un diamètre intérieur libre d'au moins 15 mm entre le point de mesure de la pression et de la buse (nozzle).

K.1.3 Température d'essai

Les essais sont effectués à une température ambiante de (15 ± 10) °C et à une température de l'eau de (15 ± 10) °C à l'entrée de la pompe.

K.2 Essai avec buse mobile

L'essai avec buse mobile peut être effectué à une pression de 12 MPa conformément aux prescriptions d'emploi CEN / TR 14920:2005.

K.3 Essai avec buse fixe

K.3.1 Généralités

L'essai avec buse fixe est effectué à une pression de 28 MPa.

Note : Cet essai n'est pas représentatif en tant que méthode de nettoyage, mais se rapporte aux propriétés du matériau.

K.3.2 Appareil d'essai

K.3.2.1 Pompe

La pompe doit fournir à l'eau une pression correspondant au moins à la pression d'essai avec un débit d'au moins 10 l/min. Un manostat avec une précision de $\pm 1\%$ doit être fourni.

K.3.2.2 Plaque de protection

Une plaque de protection métallique démontable ayant une courbure similaire à celle de la paroi intérieure du tuyau d'essai doit être placée pour protéger le matériau du tuyau du jet d'eau jusqu'à ce que la pression de service et le débit soient atteints.

K.3.2.3 Buse (nozzle)

L'ouverture de la buse doit avoir un diamètre de $(1_{-0}^{+0.05})$ mm, comme le montrent les dimensions indiquées à la figure K.1. Le diamètre de l'ouverture doit être mesuré avec une précision de $\pm 0,01$ mm.

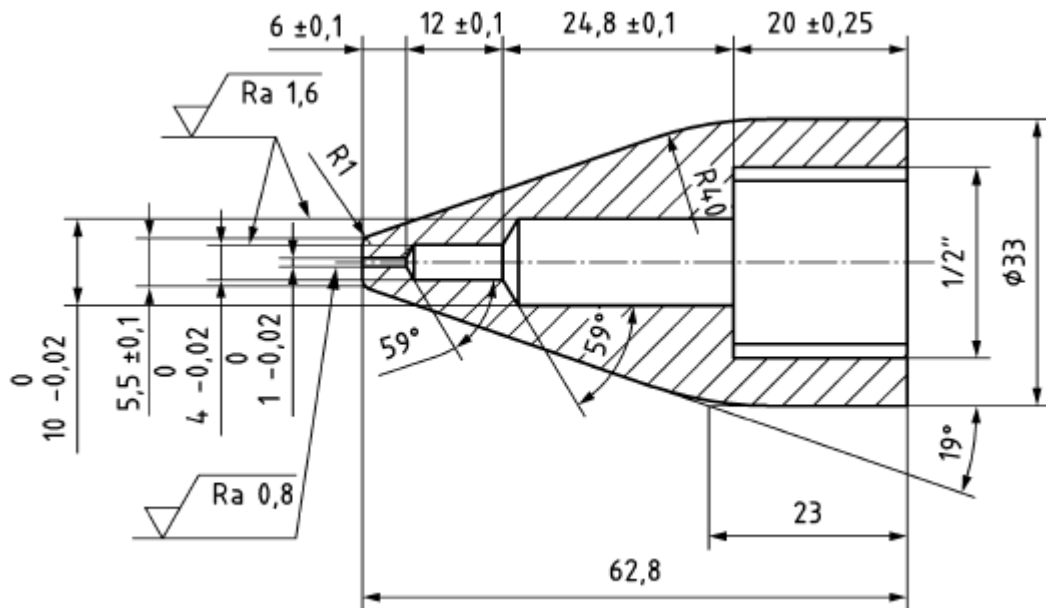


Figure K.1 - Géométrie de la buse

K.3.2.4 Précision du débit

Le dispositif de mesure pour le débit doit avoir une précision de $\pm 0,1$ l/min.

K.3.2.5 Banc d'essai

Le banc d'essai doit pouvoir serrer l'éprouvette et la buse selon un angle de $(30 \pm 1)^\circ$ par rapport à l'axe de l'éprouvette et à une distance perpendiculaire de $(5 \pm 0,5)$ mm entre le centre de l'ouverture et la surface intérieure. Le banc d'essai doit permettre à la buse de se déplacer dans la direction longitudinale de l'éprouvette et de s'assurer que ce mouvement est parallèle à l'axe longitudinal de l'éprouvette.

K.3.3 Éprouvettes d'essai

L'éprouvette doit avoir une longueur minimale de 1 m et 10 sections doivent être marquées également espacées sur la surface extérieure. L'épaisseur de la paroi doit être mesurée une fois par section. L'intérieur du corps du tuyau doit être vérifié sur des défauts et enregistré.

K.3.4 Exécution

K.3.4.1 Préparation

La pompe est mise en marche, où l'eau s'écoule avant d'être déviée vers la buse et la pression sur le manomètre est réglée à 28 MPa. Il doit d'abord être confirmé que le débit se trouve entre 6,15 l/min et 8,25 l/min. Si le débit se trouve en dehors de cette portée, le diamètre et l'ouverture de la buse ainsi que tous les autres raccords doivent être contrôlés. Cet essai d'introduction doit être répété jusqu'à ce que la pompe assure un débit régulier dans cette portée.

Une fois que l'éprouvette a été placée sur le banc d'essai, le dispositif de marquage des sections est placé sur la couronne du tuyau et ajusté à la bonne hauteur.

La buse est installée à un angle de $(30 \pm 1)^\circ$ à 250 mm par rapport au corps du tuyau le long de son axe longitudinal, le centre de l'ouverture de la buse étant monté verticalement au-dessus de la semelle du corps du tuyau à une distance de $(5 \pm 0,5)$ mm. Une plaque de protection métallique doit être placée entre la surface du corps du tuyau et de la buse.

Note 1 MPa = 10 bar = 145 psi, 28 MPa correspond approximativement à 4000 psi.

K.3.4.2 Méthode de travail

Au moment où le banc d'essai a été testé, la plaque de protection est retirée et en même temps le chronomètre est démarré. Le jet d'eau doit être maintenu pendant toute la durée de la période d'essai de 3 minutes, après quoi le débit est réorienté à l'écoulement.

Le jet d'eau doit être déplacé de 50 mm vers l'avant et le corps d'essai doit être tourné vers la section marquée suivante. La plaque de protection est à nouveau appliquée et le cycle d'essai au jet d'eau est repris. Cette méthode doit être répétée jusqu'à ce que les 10 essais soient effectués. À l'issue des 10 essais, l'échantillon est soigneusement retiré du banc d'essai. Il est vérifié que l'intérieur du corps du tuyau n'est pas endommagé. Les défauts de surface observés doivent être évalués et enregistrés.

K.3.4.3 Enregistrement des résultats

Tous les défauts constatés au cours de l'essai sont notés.

Les paramètres suivants doivent être enregistrés :

- Identification unique de l'éprouvette ;
- température ambiante, température de l'eau à l'entrée ;
- pression d'essai ;
- diamètre de la buse ;
- débit ;
- valeur calculée pour C_d .

Le coefficient de débit de la buse (C_d) est calculé comme suit :

- la mesure du diamètre de la buse ;
- le volume d'évacuation du jet d'eau est capté et mesuré pendant une certaine période de mesure et à une certaine valeur mesurée de pression d'essai ;
- C_d est à calculer à l'aide de l'équation suivante :

$$C_d = 0.474 \frac{Q}{d^2 p^{\frac{1}{2}}}$$

La moyenne arithmétique des trois mesures est utilisée comme valeur pour la buse C_d :

où

C_d est le coefficient d'évacuation de la buse ;

Q est le débit, en l/min ;

d est le diamètre de l'ouverture de la buse, en mm ;

p est la pression mesurée à une distance maximale de 1 m de la buse, en MPa.

ANNEXE L : ASPECT - VÉRIFICATION DE L'ÉTAT DES LIAISONS

L.1 État des liaisons

Il est vérifié si les surfaces de contact avec le dispositif d'étanchéité ne présentent pas de défauts de compactage ou d'inégalités dont les dimensions compromettent l'étanchéité à l'eau de la liaison. Les éventuels défauts sont notés.

À chaque extrémité libre de la liaison, la longueur développée individuelle des épaufrures est mesurée à 1 mm près.

La profondeur des épaufrures est déterminée conventionnellement comme étant la moyenne m des valeurs maximales p et q mesurées perpendiculairement au bord en question dans chacun des plans adjacents (voir fig. L1).

Il est vérifié s'il est satisfait aux exigences pour les longueurs individuelles et cumulées des épaufrures du 4.3.2 Aspect.

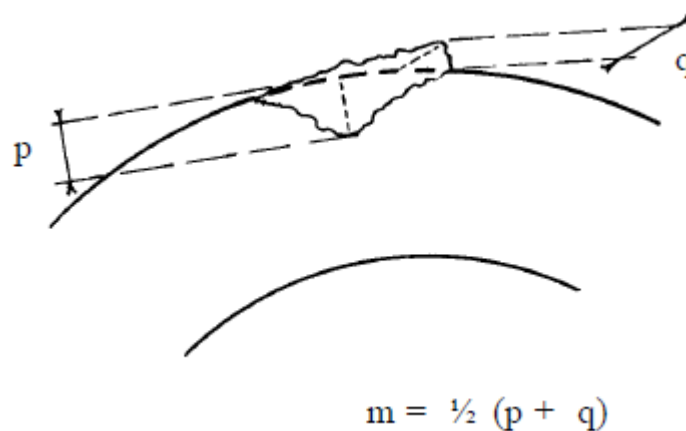


Figure L.1 - Profondeur d'une épaufrure

ANNEXE M : VÉRIFICATION DES CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES

M.1 Dispositions générales

Les dimensions sont mesurées à 1 mm près.

M.2.1 Dimensions intérieures et extérieures

M.2.1.1 Diamètre intérieur et extérieur

Les dimensions intérieures et extérieures sont mesurées selon deux diamètres perpendiculaires à une distance de minimum 100 mm de chacune des extrémités de l'élément.

La précision de mesure est de minimum 1 mm pour des éléments de dimension nominale inférieure à DN 500 et 2 mm, arrondi au 1 mm pour les éléments de dimension nominale DN 500 ou supérieure.

M.2.1.2 Diamètre intérieur de l'about femelle et diamètre extérieur de l'about mâle

Déterminez la mesure de l'about femelle et de l'about mâle du tuyau, en mesurant le diamètre intérieur de l'about femelle et le diamètre extérieur de l'about mâle, avec une précision de 1 mm. Si $DN < 600$ mm, relever 2 mesures à angle droit l'un par rapport à l'autre. Si $DN \geq 600$ mm, relever 3 mesures à un angle de 60° . Mesurez à l'endroit réservé au joint en caoutchouc après montage. Dans le cas de la production différée, les mesures de l'about femelle et de l'about mâle sont mesurées 2 fois par ans, sur chaque équipement de moulage, à 1 mm près ; relever 3 mesures effectuées sur 3 diamètres espacés d'un angle de 60° l'un de l'autre.

M.2.2 Épaisseur de paroi

L'épaisseur de paroi est mesurée selon deux diamètres perpendiculaires à une distance de minimum 100 mm de chacune des extrémités de l'élément. Les mesures s'effectuent à 1 mm près.

M.2.3 Longueur intérieure du tuyau

La longueur intérieure du tuyau est mesurée entre les deux extrémités du tuyau selon deux génératrices diamétralement opposées. Les mesures s'effectuent à 5 mm près.

M.2.4 Équerrage et hors d'équerre

M.2.4.1 Équerrage par rapport au diamètre

L'équerrage par rapport au diamètre des extrémités est vérifié en mesurant les longueurs de deux génératrices diamétralement opposées de la surface intérieure du tuyau et des longueurs des diagonales qui relient les points d'about des génératrices précitées (voir fig. M.1), selon deux plans perpendiculaires médians du tuyau.

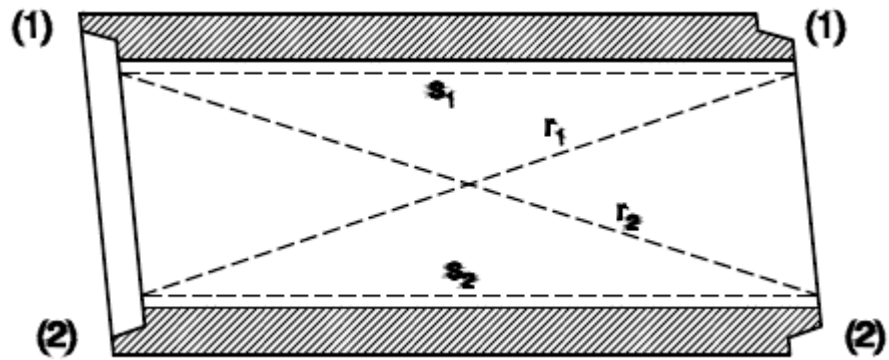


Figure M.1 - Mesures dans un plan médian

Les mesures s'effectuent au moyen d'un mètre ruban ou d'une latte métallique, à 1 mm près. Les distances r correspondent au résultat maximal de la mesure des longueurs des diagonales, les distances s correspondent au résultat minimal de la mesure des longueurs des génératrices.

Les écarts de l'équerrage par rapport au diamètre par plan médian sont :

$$\Delta_s = \frac{(s_1^2 + r_1^2 - s_2^2 - r_2^2)}{2(s_1 + s_2)}$$

$$\Delta_m = \frac{(s_1^2 - r_1^2 - s_2^2 + r_2^2)}{2(s_1 + s_2)}$$

Le signe des écarts indique l'orientation du hors d'équerre par rapport aux abouts (1) et (2) (voir fig. M.2).

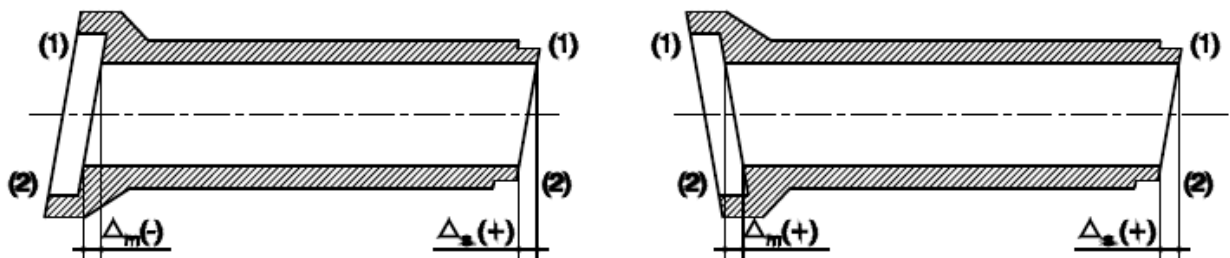


Figure M.2 - Écarts de l'équerrage par rapport au diamètre

M.2.5 Rectitude

La rectitude de la surface intérieure du tuyau est vérifiée au droit de quatre génératrices de cette surface correspondant à deux plans diamétralement opposés du tuyau.

La vérification s'effectue à l'aide d'une règle métallique indéformable munie de bossages au milieu et aux extrémités (voir fig. M.3).

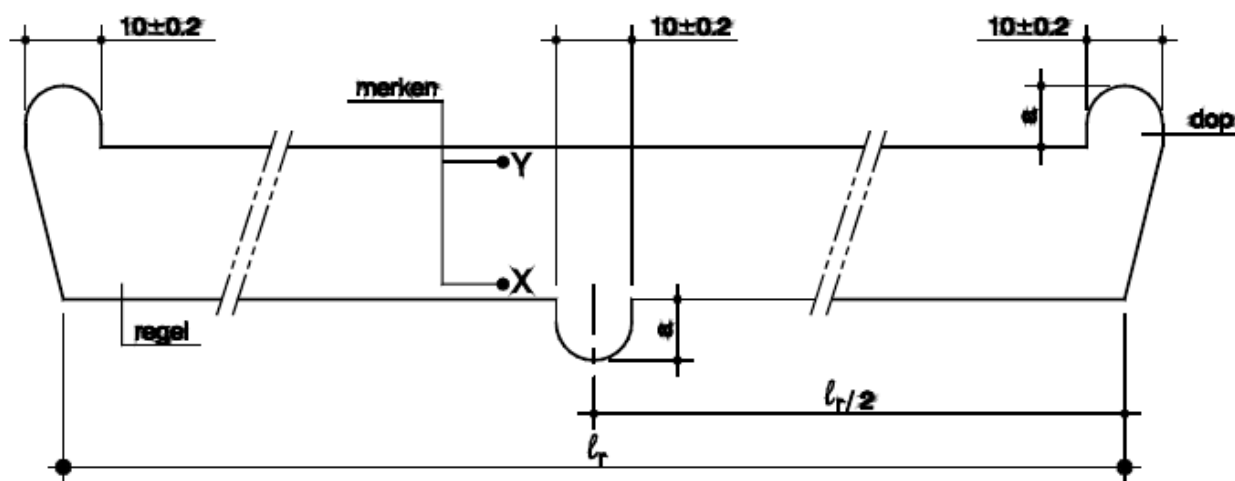


Figure M.3 - Règle métallique pour la vérification de la rectitude

La longueur de la règle est : $l_r = l - 400$.

La hauteur des bossages est : $a = 0,005 l - 2$. Les écarts admis en plus et en moins de la hauteur réelle par rapport à la dimension de fabrication sont $0,05 a$.

Dans les expressions ci-dessus l est la dimension de fabrication de la longueur intérieure du tuyau.

Le bord X de la règle est utilisé lorsque la surface du tuyau est creuse, le bord Y est utilisé lorsque la surface est bombée (voir fig. M.3).

Les exigences relatives à la rectitude sont satisfaites si :

- lors de l'utilisation du bord X de la règle, un about n'est pas en contact avec la surface du tuyau ;
- lors de l'utilisation du bord Y de la règle, les deux abouts sont en contact avec la surface du tuyau.

M.2.6 Épaisseur de l'about femelle et de l'about mâle

Déterminez, dans le cas d'un about femelle ou d'un about mâle circulaire, à 1 mm près à partir de 2 mesures effectuées à l'about femelle et de l'about mâle sur 2 diamètres perpendiculaires l'un à l'autre au point où se trouve le joint caoutchouc après montage.

M.2.7 Profondeur de l'about femelle et de l'about mâle

Dans le cas de la production différée, la profondeur de l'about femelle et de la longueur de l'about mâle de chaque dispositif de moulage sont mesurées, à 1 mm près, relever 2 mesures à l'about femelle ou l'about mâle à angle droit l'une de l'autre sur deux diamètres.

ANNEXE O : RÉSISTANCE AUX TEMPÉRATURES VARIABLES (informative)

O.1 Résistance aux variations de température

Les joints complets sont exposés à des températures variables (dans l'air) selon le cycle ci-après :

- température ambiante pendant 2 heures ;
- quatre fois :
 - 8 heures (-10 ± 2)°C ;
 - 16 heures à (70 ± 2)°C :
- température ambiante pendant 2 heures.

Les assemblages doivent résister à ces cycles thermiques sans dommage visible. Le joint et le joint de vulcanisation sont soumis à un contrôle visuel sur les défauts. Le même assemblage est ensuite soumis à un essai d'étanchéité à une pression interne de 100 kPa pendant 15 minutes (1 bar). Aucune fuite visible ne peut se manifester. Les résultats des essais sur les tuyaux DN 250 peuvent également être utilisés pour les diamètres nominaux plus importants.

O.2 Résistance de longue durée

Deux tuyaux, entiers ou sciés à longueur, sont reliés l'un à l'autre. Les extrémités sont fermées et munies d'une entrée et d'une sortie. L'eau s'écoule à travers cette conduite pendant 7 jours, en maintenant une température de 45_{-0}^{+5} °C au point de raccordement. Ensuite, le même raccord doit subir un essai d'étanchéité à une pression interne de 100 kPa pendant 15 minutes (1 bar). Aucune fuite visible ne peut se manifester.

ANNEXE Q : RÉCEPTION D'UN LOT À LA LIVRAISON

Q.1 Dispositions préliminaires

Avant de procéder à la réception d'une livraison, l'opportunité de cette procédure de contrôle est vérifiée sur base de l'article 4.6.

La constatation de la conformité d'une livraison de tuyaux à la présente norme requiert des contrôles en cours de fabrication (voir Q.2.1). Les accords nécessaires en la matière sont passés avant le début de la fabrication entre les contractants ou le cas échéant avec l'organisme impartial.

Q.2 Généralités

Q.2.1 Contrôle en cours de fabrication

Les aspects suivants sont vérifiés à l'aide des documents de fabrication :

- la teneur minimale en soufre (voir 4.2.5) ;
- l'aptitude à l'emploi (voir 4.3.9).

Q.2.2 Contrôle sur chaque élément de la livraison

Les contrôles ci-après sont effectués sur chaque élément de la livraison :

- contrôle de l'aspect général ;
- contrôle du marquage (voir 7).

Si une livraison est refusée sur base du contrôle précité de l'aspect général, elle peut être représentée après le retrait des éléments douteux par le producteur.

Si une livraison est refusée sur base du contrôle précité du marquage, elle peut être représentée après que le producteur ait adapté ou complété le marquage.

Q.2.3 Contrôle par attributs sur le lot

Après le contrôle en cours de fabrication (voir Q.2.1) et le contrôle initial de chaque élément (voir Q.2.2), les caractéristiques suivantes sont vérifiées dans l'ordre indiqué au moyen d'un contrôle par attributs :

- l'aspect ;
- les caractéristiques géométriques ;
- l'étanchéité à l'eau ;
- la résistance à l'écrasement et à la flexion ;
- l'absorption d'eau et (le cas échéant) la résistance mécanique ;
- la durabilité des garnitures d'étanchéité.

Q.3 Conditions pour les prélèvements

Lorsque les prélèvements ne sont pas effectués par un organisme impartial, les prélèvements sont contradictoires, c'est-à-dire qu'ils sont effectués en présence des contractants. Au cas où les contractants, dûment avisés, font défaut, les autres procèdent seuls aux prélèvements.

Les prélèvements sont aléatoires et représentatifs de chaque lot complet (voir Q.4). À cette fin, les éléments sont choisis à différents endroits de chaque lot. Le choix est fait selon un accord passé préalablement entre les contractants si les prélèvements ne sont pas effectués par un organisme impartial.

Q.4 Nombre et importance des prélèvements

Chaque fourniture de maximum 1500 tuyaux est considérée comme un seul lot.

Deux échantillons par lot, constitués du même nombre de pièces, sont prélevés. Le nombre de pièces par échantillon dépend du nombre de pièces du lot et est conforme aux dispositions du Tableau Q.1.

Tableau Q.1 - Division en classe des lots et nombre de pièces par échantillon

Classe de lot	Nombre de pièces par lot	Nombre de pièces par échantillon pour le contrôle de	
		l'étanchéité à l'eau ^a	toute autre caractéristique
A	100 à 200	3 x 2	4
B	201 à 400	4 x 2	5
C	401 à 800	5 x 2	7
D	801 à 1500	6 x 2	10

^a Si la résistance à l'écrasement et la résistance à la flexion longitudinale doivent toutes les deux être vérifiées, le double du nombre de pièces doit être pris.

Pour les lots dont le nombre de pièces est inférieure à 100, le nombre et le volume des échantillons, de même que les critères de sélection, sont convenus entre les contractants.

Les échantillons sont munis d'un marquage indélébile, incontestable et reconnaissable par les contractants ou le cas échéant par l'organisme impartial.

Q.5 Contrôle des caractéristiques

Q.5.1 Généralités

Chaque caractéristique pertinente est évaluée au moyen d'un contrôle par attributs avec plan d'échantillonnage simple ou double.

Pour chaque caractéristique contrôlée, la conformité aux prescriptions de la norme en question et le cas échéant aux documents de livraison est d'abord vérifiée sur chaque élément du premier échantillon. L'évaluation des résultats de contrôle du premier échantillon a lieu à l'aide du nombre de résultats non conformes k_1 , conformément aux dispositions du Tableau Q.2.

Tableau Q.2 - Evaluation des résultats de contrôle du premier échantillon

Classe de lot	k_1	Evaluation
A, B, C	0 1 ≥ 2	le lot est accepté contrôle sur 2 ^{ème} échantillon nécessaire le lot est refusé
D	≤ 1 2 ≥ 3	le lot est accepté contrôle sur 2 ^{ème} échantillon nécessaire le lot est refusé

Au cas où le contrôle de la conformité doit également avoir lieu sur le deuxième échantillon, l'évaluation des résultats de contrôle est effectuée à l'aide du nombre de résultats non conformes k_2 dans le premier et le deuxième échantillon réunis, conformément aux dispositions du Tableau Q.3.

Tableau Q.3 - Evaluation des résultats de contrôle du premier et du deuxième échantillon

Classe de lot	k_2	Evaluation
A, B, C	1 ≥ 2	le lot est accepté le lot est refusé
D	2 ≥ 3	le lot est accepté le lot est refusé

Les essais pour le contrôle de l'étanchéité à l'eau, de la résistance à l'écrasement, de l'absorption d'eau et la résistance à la compression sont généralement effectués au plus tôt à 4 heures d'âge des éléments.

Durant la période entre leur prélèvement et leur préparation aux essais, les échantillons sont conservés dans les conditions de l'aire de stockage du producteur.

Lorsque les essais sont effectués sur le premier échantillon, le deuxième échantillon est conservé dans des conditions convenues entre les contractants ou avec l'organisme impartial.

Les résultats des essais sont communiqués aux contractants ou à l'organisme impartial au moyen d'un rapport d'essai.

Q.5.2 Contrôle de l'aspect

Le contrôle de la conformité aux prescriptions du 4.3.2 a lieu selon les dispositions de l'Annexe L.

Q.5.3 Contrôle des caractéristiques géométriques

Le contrôle de la conformité aux prescriptions du 4.3.3 a lieu selon les dispositions de l'Annexe M.

Q.5.4 Contrôle de l'étanchéité à l'eau

Le contrôle de la conformité aux prescriptions du 4.3.8 a lieu selon les dispositions du 6.6.

Q.5.5 Contrôle de l'empreinte de couronne– résistance à la flexion

Le contrôle de la conformité aux prescriptions du 4.3.5 et 4.3.6 a lieu selon les dispositions du 6.4 et 6.5.

Q.5.6 Contrôle de l'absorption d'eau, de la résistance mécanique du béton

Le contrôle de l'absorption d'eau du béton a chaque fois lieu sur une éprouvette prélevée dans chaque élément de l'échantillon contrôlé. Le contrôle de la conformité aux prescriptions du 4.2.5 a lieu selon les dispositions du 6.7.

Le contrôle de la conformité de la résistance mécanique du béton aux prescriptions du 4.2.2 a lieu selon les dispositions du 6.8.

Q.5.7 Contrôle de la durabilité

Le contrôle de la conformité aux prescriptions du 4.3.9 a lieu selon les dispositions du 6.7.

Q.6 Mise en œuvre des tuyaux

Les éléments ne peuvent être mis en œuvre que lorsque tous les résultats du contrôle sont connus et donnent satisfaction.

ANNEXE R : MÉTHODE D'ESSAI POUR LA DÉTERMINATION DE LA RÉSISTANCE CHIMIQUE

R.1 Principe

Le but de l'essai est de déterminer la résistance chimique du béton de soufre, en mesurant la perte de masse ou la rugosité de surface après le contact avec à la fois une base très acide et d'autre part forte.

R.2 Méthode d'essai 1 : résistance chimique des éprouvettes prélevés par immersion

R.2.1 Éprouvettes

Les échantillons sont 6 morceaux de béton de soufre durci fraîchement cassés ayant un volume similaire à annexe D. Ils ne peuvent représenter aucune fissure ni de côté ébréché.

R.2.2 Appareillage

L'appareillage se compose d'un four ventilé, réglé à $50\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ et une balance avec une précision de 0.005 % de la masse de l'échantillon.

R.2.3 Mode opératoire

Les 6 échantillons sont nettoyés à fond et les masses m_1 sont déterminées.

Mode opératoire : Voir D.4.2 (pesage en état sec – pesage de la masse constante en état sec)

Après cela 3 échantillons sont immergés dans une base très acide et 3 dans une base forte.

Les solutions d'essai suivantes sont utilisées :

- solution acide sulfurique $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.5\text{ mol/l}$;
- soude caustique $c(\text{NaOH}) = 0.01\text{ mol/l}$ avec une part de 0.4 g NaOH par litre.

Les échantillons sont complètement immergés à une température de $20 \pm 5\text{ °C}$ pendant 48 heures dans 500 ml des solutions d'essai.

Après avoir enlevé soigneusement les échantillons des solutions d'essai ils sont nettoyés à fond avec de l'eau distillée de maximum 50 °C .

Ensuite, les échantillons sont séchés dans le four à une température de $50\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ jusqu'à ce qu'une masse constante soit atteinte. Les masses constantes m_2 sont considérées comme étant atteintes dès que lors de deux pesages, avec un intervalle de 24 heures ± 1 heure, la différence de la masse est inférieure à 0.05 % de la valeur moyenne de la masse de l'échantillon immergé.

R.2.4 Expression des résultats

La perte de matière soluble dans l'acide XX_{acide} et matière soluble alcali XX_{base} est enregistrée comme moyenne des 3 résultats, en pourcentage à deux décimales.

$$XX_{\text{acide/base}} = 100 \times (m_1 - m_2)/m_2$$

où:

- m_1 masse de l'éprouvette avant le traitement ;
- m_2 masse de l'éprouvette après le traitement.

R.3 Méthode d'essai 2 : résistance chimique pour pièces préformées à l'aide de l'essai « TAP »

R.3.1 Éprouvettes

Les échantillons sont des cylindres formés ou forés (diamètre 240 ± 40 mm, hauteur 70 ± 20 mm). Par composition de béton 3 cylindres sont fabriqués.

C'est l'attaque du corps cylindrique qui sera déterminée.

Au milieu des cylindres, symétriquement par rapport à l'axe du cylindre, se trouve une ouverture dans lequel un manchon en acier inoxydable (diamètre intérieur 40 mm, longueur min. 70 mm) est inséré. Ce manchon sert à fixer les cylindres sur les axes du « TAP ».

En outre, une cornière (côté 10 mm, longueur = hauteur du cylindre) est fixée. La partie de la cornière qui est parallèle au corps du cylindre est utilisé pour les mesures de référence de la sonde laser (voir plus loin). La partie verticale de la cornière sert de déclencheur pour débiter les mesures profilométriques par la sonde laser.

R.3.2 Appareillage

Le dispositif pour les essais d'attaque accélérés (« TAP ») est décrit dans De Belie et al. (2002). Il est composé d'axes rotatifs, fixés sur un cadre en acier inoxydable. Sur chaque demi-axe 3 cylindres (les 3 éprouvettes par composition de béton) peuvent être fixés. Les axes sont entraînés par un moteur électrique, avec une transmission qui permet de mettre en place 2 différentes vitesses de rotation pour les axes : une vitesse faible de 1 ± 0.1 tours par heure et une grande vitesse de 24 ± 1 tours par heure.

Durant l'essai, les cylindres tournent à une vitesse faible dans les récipients individuels avec des liquides agressifs ; de ce fait les cylindres ne peuvent s'influencer mutuellement durant l'essai d'attaque. Chaque récipient contient $2 \pm 0,1$ l de liquide d'essai, de telle sorte que les 50 ± 5 mm extérieurs des cylindres sont exposés à la solution d'essai. Un point sur la surface du corps des cylindres est environ 1/3 du temps de rotation qui est exposé au liquide, et pendant 2/3 du temps de rotation à l'air.

Sur le cadre du « TAP » un dispositif avec des brosses en nylon rotatives, entraîné par un moteur électrique, est monté après chaque cycle d'attaque. Ces brosses sont pressées contre les cylindres et tournent à une vitesse de 400 ± 10 tours par minute alors que les cylindres mêmes tournent à la vitesse la plus élevée. De cette manière le matériau instable des cylindres de béton est enlevé.

Après le brossage de l'attaque des cylindres est mesurée avec les sondes laser (mesure de distance sans contact qui permet d'enregistrer le profil de la surface). Les cylindres tournent à la grande vitesse. Les sondes laser sont montées sur un mécanisme de réglage précis qui est ensuite placé sur le cadre du « *TAP* », de sorte qu'après chaque cycle d'attaque les mêmes profils peuvent être mesurés (précision de réglage 0,01 mm). En général, 3 à 10 profils circonférentiels sont mesurés par cylindre, avec 5 points de mesure par mm le long de la circonférence. Les mesures laser sont déclenchées par le bord vertical de la cornière et les mesures prises à partir du côté de la cornière qui est parallèle au corps du cylindre, servent de référence.

R.3.3 Mode opératoire

Les cylindres sont soumis à un essai d'attaque cyclique sur le « *TAP* », constitué d'au moins 6 cycles d'attaque.

Dans un cycle les cylindres tournent durant un temps déterminé (p. ex. 6 jours) à une vitesse faible de 1 ± 0.1 tours par heure autour des axes horizontaux à travers des récipients remplis avec la solution d'essai, dans ce cas d'une part l'acide sulfurique et d'autre part soude caustique (concentrations : voir R.2.3).

Après chaque cycle d'attaque les échantillons sont brossés en vue d'enlever le matériau instable et le liquide d'essai est renouvelé. Après le brossage, les échantillons sont mesurés à l'aide de mesurages de distance sans contact avec des sondes laser. Au cas où une réaction d'expansion est à prévoir, comme lors de l'attaque de l'acide sulfurique, les profils circonférentiels sont mesurés avec des sondes laser avant et après le brossage.

Les profils mesurés sont ensuite corrigés avec la moyenne des mesures de référence prises sur la cornière. Parmi ces mesurages corrigés des cycles successifs, l'attaque et la rugosité de surface des cylindres sont déterminées.

R.3.4 Expression des résultats

L'attaque est exprimée par la variation moyenne du rayon des éprouvettes.

La rugosité de surface est exprimée en termes de valeur R_a . Cette valeur est obtenue par une ligne, qui montre la moyenne, à tracer à travers du profil mesuré et ensuite les surfaces, contenant entre cette ligne et le profil mesuré, à additionner et à diviser par les longueurs en question le long de la ligne. Pour le calcul de la valeur R_a la longueur d'échantillon standard de 50 mm est utilisée. L'attaque et la rugosité de surface sont exprimées comme moyenne de toutes les mesures par cylindre d'une part, et comme moyenne de tous les cylindres d'une composition de béton d'autre part.