

GT-250350  
4 december 2025

# Restlevensduur CALPEX



creating  
trust  
*driving  
progress*



**kiwa**

# Restlevensduur CALPEX

## Colofon

Titel	Restlevensduur CALPEX
Projectnummer	P000553403
Projectmanager	Ernst van der Stok
Opdrachtgever	Weijers Waalwijk
Kwaliteitsborger	Stefan Pouw
Auteur	Ernst van der Stok

**Kiwa Technology**  
Kiwa Expert B.V.  
Wilmersdorf 50  
7327 AC Apeldoorn  
Postbus 137

Tel. 088 998 35 21  
[technology@kiwa.com](mailto:technology@kiwa.com)  
[www.kiwatechnology.com](http://www.kiwatechnology.com)

© 2025 Kiwa Technology  
Dit rapport is niet openbaar en slechts verstrekt aan de opdrachtgever van het project. Eventuele verspreiding daarbuiten vindt alleen plaats door de opdrachtgever zelf.

## Inhoudsopgave

1.	Kwaliteitsbeoordeling van de PEX-buis .....	4
2.	Hydrostatische druktest .....	5
3.	Huidig druk- en temperatuurregime .....	7
I	Ontvangen materiaal .....	9
II	Referenties .....	10

## 1. Kwaliteitsbeoordeling van de PEX-buis

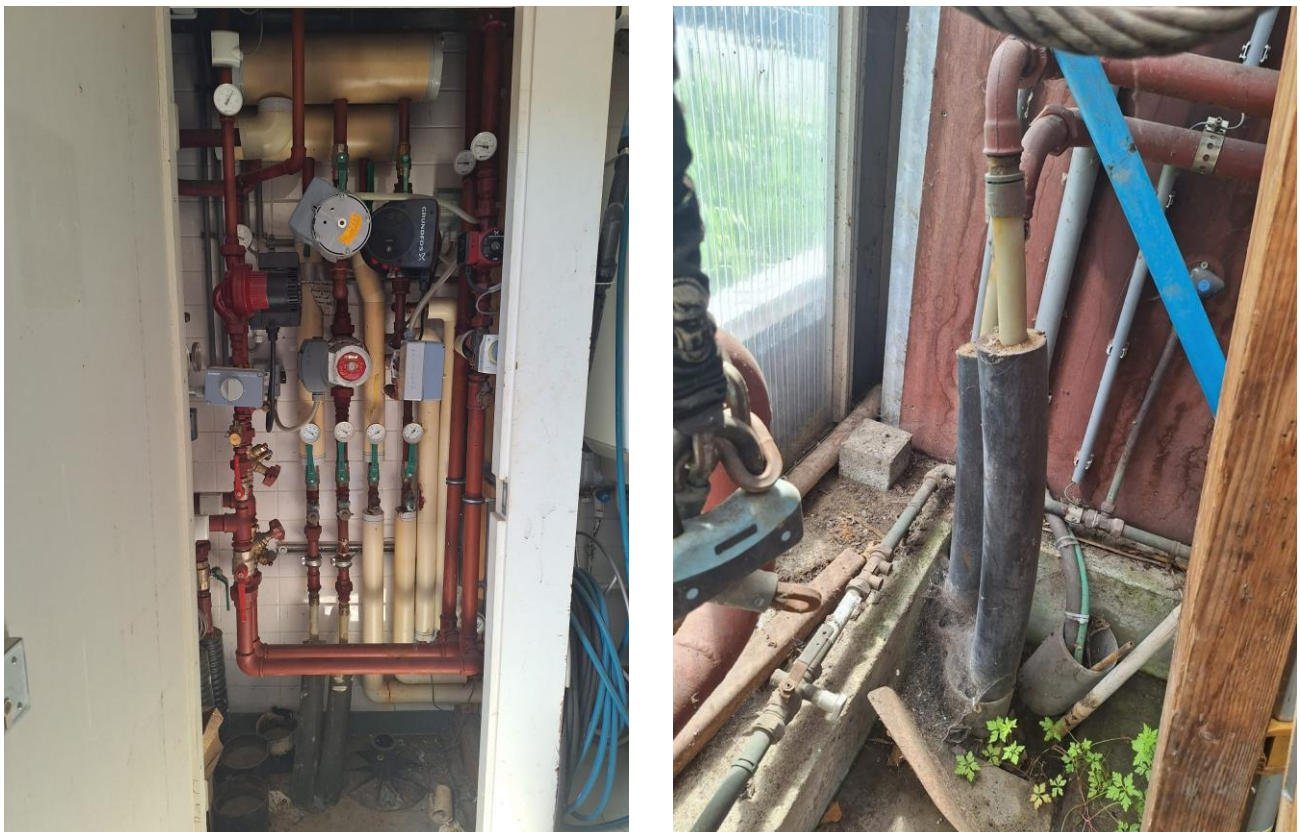
In Artis zijn in het jaar 2000 warmteleidingen van het type CALPEX PUR 28/75 van Weijers Waalwijk geïnstalleerd (zie figuur 1). Om een goed onderbouwde beslissing te kunnen nemen over het vervangingsbeleid van het leidingsysteem, heeft Weijers Waalwijk aan Kiwa Technology gevraagd om de restkwaliteit van één vernet polyetheen (PEX) buis te onderzoeken.

Uit het onderzoek blijkt dat dit soort PEX-buizen zeer waarschijnlijk nog meer dan 25 jaar gebruikt kunnen worden bij de toegepaste bedrijfscondities (aangenomen dat de onderzochte buis representatief is voor de gehele populatie).

Deze conclusie is gebaseerd op de volgende twee bevindingen:

- De onderzochte buis haalt (ruim) de eis van de hydrostatische druktest voor nieuw geproduceerde PEX-buizen (zie hoofdstuk 2).
- Levensduurberekeningen gebaseerd op het huidige druk- en temperatuurregime laten zien dat dit soort PEX-buizen zeer waarschijnlijk nog meer dan 25 jaar worden toegepast (zie hoofdstuk 3).

*NB: De conclusie is alleen gebaseerd op de testresultaten van de onderzochte buis. Voor een betrouwbaar vervangingsbeleid van het gehele leidingsysteem wordt aanbevolen om hydrostatische druktesten uit te voeren op meerdere buissegmenten. Daarbij is de restkwaliteit alleen gebaseerd op het PEX-materiaal; de restkwaliteit van onder andere het PUR is in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten.*



Figuur 1. Twee voorbeelden van de gebruikte CALPEX buizen in Artis.

## 2. Hydrostatische druktest

Kunststofbuizen kunnen falen als ze langdurig onder druk staan door hun visco-elastisch gedrag (kruip). Zo kan het voorkomen dat er visueel nog geen indicatie van falen wordt waargenomen (zoals vervorming), maar dat na verloop van tijd (ineens) een breuk ontstaat. Kunststofbuizen worden daarom altijd op dit fenomeen getest met behulp van een hydrostatische druktest, om zeker te zijn dat de buis niet binnen de gewenste levensduur faalt.

Hoe snel een buis faalt hangt af van:

- Het buismateriaal, ofwel de kwaliteit van het materiaal.
- De spanning in het buismateriaal, die weer afhangt van de druk in de buis en de afmetingen van de buis<sup>1</sup>. Hierbij geldt: hoe hoger de spanning, hoe korter de faaltijd.
- De temperatuur. Ook hierbij geldt: hoe hoger de temperatuur, hoe korter de faaltijd.

De hydrostatische druktest wordt uitgevoerd volgens ISO 1167-2 [1]. Tijdens deze test wordt een buis met behulp van water op druk gezet, terwijl de buis wordt ondergedompeld in water van een specifiek temperatuur. Vervolgens wordt de tijd tot falen geregistreerd.

In ISO 15875-2 [2] worden eisen gesteld aan PEX voor nieuwe warmwaterleidingen. Eén van de eisen is een hydrostatische druktest bij 95°C met een spanning van 4,6 MPa. De buis mag dan niet falen binnen 165 uur.

De door Weijers Waalwijk aangeleverde buis is na 1.000 uur nog altijd niet gefaald<sup>2</sup> (zie figuur 2), waardoor deze eis voor nieuwe PEX-buizen ruimschoots is gehaald.

Het resultaat is in figuur 3 grafisch weergegeven. De rode lijn is de minimale faaltijd voor PEX-buizen bij 95°C. De test is uitgevoerd bij 4,6 MPa (blauwe lijn). De buis is niet gefaald na 1000 uur (groene stip).



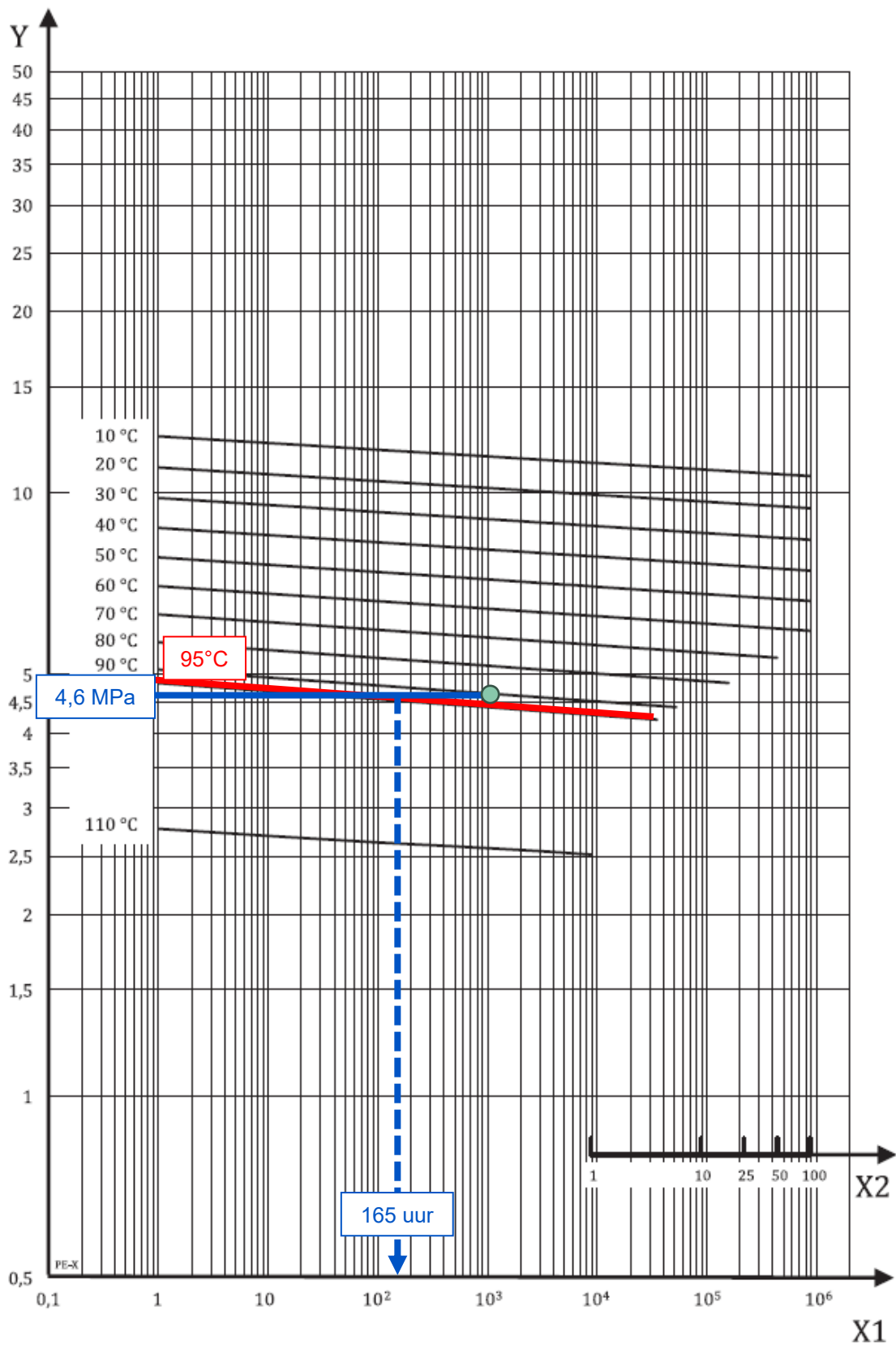
Figuur 2. De niet-gefaalde PEX buis na 1.000 uur in de hydrostatische druktest bij 95°C met een spanning van 4,6 MPa. De donkere verkleuring (vergelijk met figuur 6) is normaal na deze test.

<sup>1</sup> De wandspanning in de omtrekring van het buismateriaal wordt veroorzaakt door de inwendige druk, maar hangt af van de diameter en de wanddikte van de buis. Dit is te berekenen met de zogenaamde ketelformule:

$$p = \frac{20 \times \sigma}{SDR - 1}$$

Hierin is  $p$  de inwendige druk (overdruk) in bar,  $\sigma$  de spanning in MPa in de buiswand veroorzaakt door inwendige druk en  $SDR$  staat voor Standard Dimension Ratio ofwel de verhouding tussen de diameter en de wanddikte van een buis. Een buis met relatief grotere wanddikte (lagere  $SDR$ ) zal daardoor minder spanningen in de buiswand ondervinden dan een buis met relatief kleinere wanddikte bij dezelfde druk.

<sup>2</sup> Diameter buis = 28,0 mm, wanddikte buis = 4,0 mm, inwendige waterdruk = 15,33 bar, temperatuur = 95°C



Figuur 3. Referentiescurves voor PEX buis uit ISO 15875-2 [2]. X1 is de faaltijd in uren, X2 is de faaltijd in jaren en Y is de wandspanning in MPa. De gekleurde lijnen geven de relevante testparameters voor dit project aan. Zie de tekst voor meer informatie.

### 3. Huidig druk- en temperatuurregime

De verwachte restlevensduur van de buis is meer dan 25 jaar. Samenvattend komt dit doordat het leidingsysteem veel minder zwaar wordt belast dan waarvoor het is ontworpen. Zowel de druk als de temperatuur liggen namelijk onder de druk en de temperatuur waarmee de buis is gemarkeerd (10 bar en 95°C, zie bijlage I). Er mag dan ook verwacht worden dat er geen achteruitgang van kwaliteit heeft opgetreden.

De verwachte restlevensduur is ook berekend op basis van gebruikscondities en literatuurwaarden, zoals hieronder wordt uitgelegd.

Weijers Waalwijk heeft het volgende temperatuurprofiel opgegeven:

- 4.380 uur bij 70°C (zomer)
- 730 uur bij 75°C
- 730 uur bij 80°C
- 2.920 uur bij 85°C (winter)

Verder is de werkdruk van het systeem ongeveer 5,0 bar met een piekdruk van 7,8 bar.

Om te berekenen hoe lang een buis in de praktijk mee kan gaan, wordt aan de hand van de spanning, de temperatuur en de referentielijnen<sup>3</sup> uit ISO 15875-2 [2] zoals getoond in figuur 3 de minimale faaltijd bepaald. De verwachte faaltijden kan echter maar beperkt worden ingeschat. Bij 80°C continue belasting is dit tot ongeveer 20 jaar en bij 70°C is dit tot ongeveer 50 jaar.

De spanning in het buismateriaal wordt met behulp van de zogenaamde ketelformule (zie voetnoot 1 in hoofdstuk 2) berekend. Als buitendiameter wordt 28,0 mm aangehouden en als wanddikte 4,0 mm.

Dan wordt de spanning vermenigvuldigd met een veiligheidsfactor (*C*) die 1,5 is voor de normale operationele condities, 1,3 voor maximale operationele condities en 1,0 voor de condities onder storing. Deze veiligheidsfactor is nodig, omdat de spanning in de hydrostatische druktest homogeen verdeeld is, terwijl in leidingen die geïnstalleerd zijn, door kerven, materiaalfouten en knikken hogere spanningsconcentraties kunnen optreden. Scheurgroei zal vaak op deze plekken met een hogere spanning beginnen.

Ten slotte wordt deze berekende spanning vergeleken met de referentielijnen.

Uit deze berekeningen volgt dat de PEX-buizen zonder problemen 10 jaar bij 5,0 bar op 85°C kunnen worden bedreven<sup>4</sup>, zie ook figuur 4. Zelfs een druk van 7,8 bar (3,0 MPa met veiligheidsfactor 1,3) kunnen dit soort PEX-buizen meer dan 10 jaar aan (figuur 4). Omdat het systeem bij Artis niet het hele jaar door op 85°C staat, is de verwachte restlevensduur meer dan 25 jaar.

---

<sup>3</sup> De referentielijnen voor PEX worden volgens deze formule berekend:

$$\log(t) = -105,8618 - \left(\frac{18506,15}{T}\right) \times \log(\sigma) + \frac{57895,49}{T} - 24,7997 \times \log(\sigma)$$

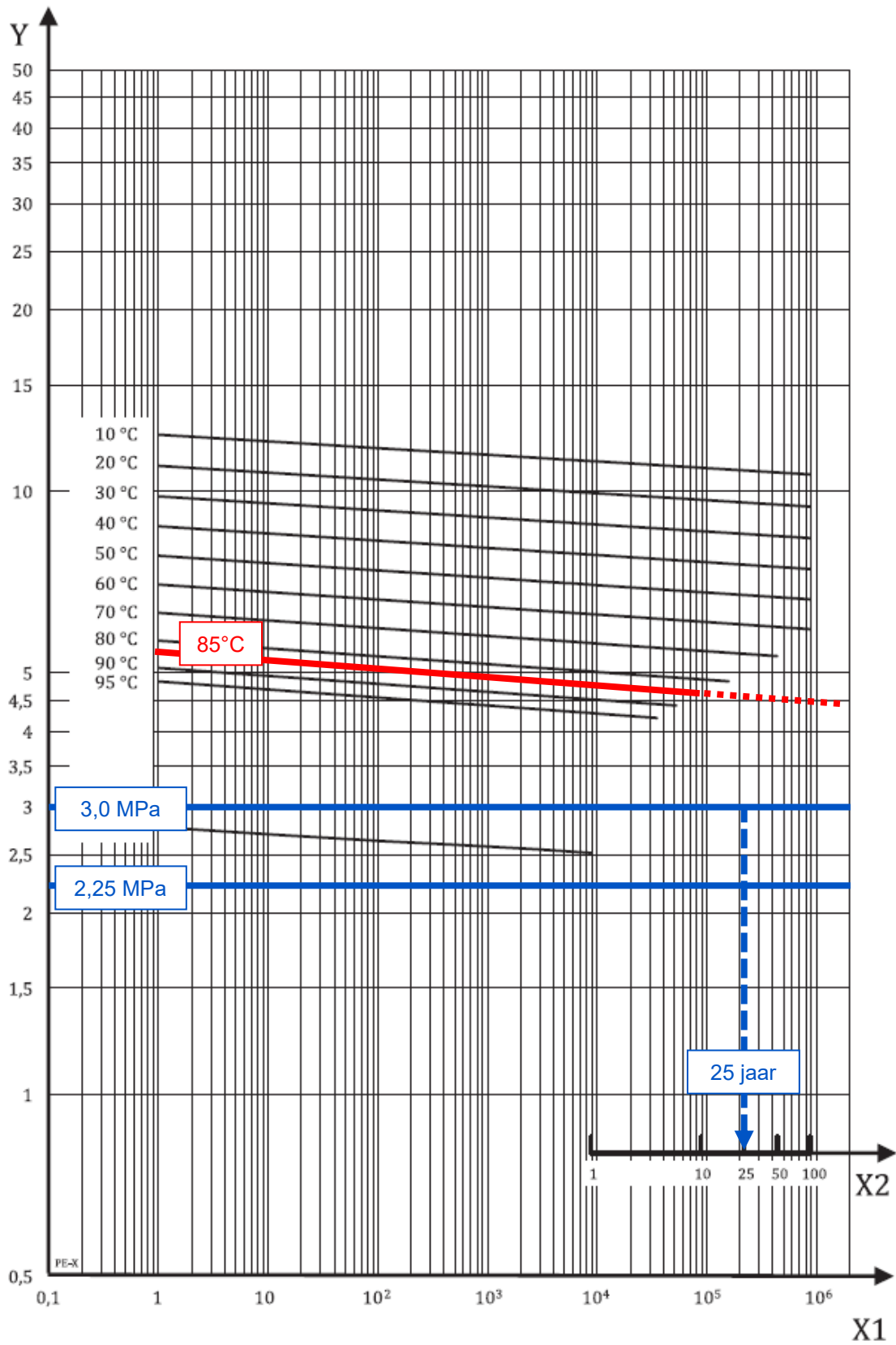
Waarbij *t* de faaltijd in uren is, *T* de temperatuur in Kelvin is en  $\sigma$  de spanning in MPa.

<sup>4</sup> Volgens de ketelformule geldt:

$$\sigma = \frac{(SDR - 1) \times p}{20} \times C = \frac{\left(\frac{28,0}{4,0} - 1\right) \times 5,0}{20} \times 1,5 = 2,25 \text{ MPa}$$

Uit de referentielijnen blijkt dan een faaltijd ruim boven de 10 jaar:

$$\log(t) = -105,8618 - \left(\frac{18506,15}{85 + 273}\right) \times \log(2,25) + \frac{57895,49}{85 + 273} - 24,7997 \times \log(2,25) > 10 \text{ jaar}$$



Figuur 4. Bij 5,0 bar werkdruk (2,25 MPa) zal een 28x4,0 mm PEX-buis op 85°C niet binnen 25 jaar falen. Dit zal ook niet gebeuren bij 7,8 bar werkdruk (3,0 MPa).

## I Ontvangen materiaal

Kiwa heeft op 8 oktober 2025 één voorgeïsoleerde buis ontvangen van Weijers Waalwijk (figuur 5). Deze heeft het interne referentienummer OV 2025-143 gekregen. De buis heeft de volgende markering:

10 BAR 95°C 28/75 PEX-EBA =0178= =26 10=

Om een hydrostatische drukproef op de PEX-buis mogelijk te maken, is de mantelbuis en de PUR isolatie verwijderd (figuur 6). De PEX-buis had de volgende markering.

RAU-VPE 28x4,0 95°C – 10 bar 1.14/10525 10.05.98 M 6 1176 m

Weijers Waalwijk heeft ook de eindkappen geleverd die zijn gebruikt om de buis op druk te zetten.



Figuur 5. De ontvangen CALPEX 28/75 buis.



Figuur 6. De PEX-buis zonder de isolatie er omheen.

## II Referenties

- [1] "ISO 1167-2; Thermoplastics pipes, fittings and assemblies for the conveyance of fluids - Determination of the resistance to internal pressure- Part 2: Preparation of pipe test pieces," 2006.
- [2] "ISO 15875-2; Plastics piping systems for hot and cold water installations - Crosslinked polyethylene (PE-X) - Part 2: pipes," 2025.