



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

Dansk Fjernvarme
Distributionsgruppen
Merkurvej 7
6000 Kolding

Kongsvang Alle 29
DK-8000 Aarhus C
Tel. +45 72 20 10 00
Fax +45 72 20 20 19

info@teknologisk.dk
www.teknologisk.dk

18. november 2021
948775 JRB

Prærørskontrol 2021

Omfang, leverancer og udførelse

Prærørskontrollen 2021 omfatter fleksible rør fra 3E Flexrør, Brugg, Isoplus og Logstor samt lige twinrør fra Brugg, Isoplus, Logstor, SIA Poliurs og ZPUM.

Prøvningsparametrene er som følger:

- Prøvning af varmekonduktivitet inden ældning på fleksible twinrør
- Prøvning af varmekonduktivitet efter ældning i 19 uger ved 70 °C på fleksible twinrør
- Prøvning af varmekonduktivitet inden ældning på lige twinrør
- Prøvning af varmekonduktivitet efter ældning i 240 døgn ved 90 °C på lige twinrør
- Prøvning af fleksibilitet af fleksible twinrør
- Prøvning af densitet af PUR på alle rør før ældning samt trykstyrke af PUR før og efter ældning på lige twinrør

Leveringen af rørene til prærørskontrollen skete i perioden 6. december 2020 - 27. januar 2021. Prøvningerne er udført i perioden 30. januar 2020 - 14. november 2021.

Rørene er leveret til test fra de værker, der er knyttet til distributionsgruppens medlemmer. Hvert lige rør blev leveret som længder á 12 m og fleksible rør blev leveret som ruller á 50 m (60 m).

I omstående skema ses rørenes produktionsnumre og -tidspunkter:

	2×20/125	2×60/225
3E Flexrør #	31200000201 Prod. 07.12.2020 Modtaget 06/12 2020	
Brugg/Skaft #	01S087099 Prod. ????? Modtaget 8/1-2021	420354 5/11/20 Prod. 05.11.2020 Modtaget 17/12-2020
Isoplus *	A-355457 Prod. 02.12.2020 Modtaget 17/12-2020	AS 43473/1 Prod. 02.11.2020 Modtaget 17/12-2020
Logstor **	21900020100483 Prod. 15.12.2020 Modtaget 20/1-2021	P.O. 101931402 17.12.2020 Modtaget 13/1-2021
ZPUM Pipe		PR. 04.01.2021 Modtaget 14/01-2021
SIA Poliurs		PR. 18.01.2021 Modtaget 27/01-2021

Korrugeret kapperør

* Diffusionsspærre

Efter modtagelsen af rørene blev leveringsdato noteret, rørmærkaterne på de lige rør blev fotograferet og der udtoges prøver til densitet og trykstyrke af PUR.

De fleksible rør blev fri- og renskåret i enderne, forsejlet med folie, prøvet for varmekonduktivitet og -transmission, ældet i 19 uger ved 70 °C og igen prøvet for varmekonduktivitet og -transmission.

De lige rør blev delt på midten, og fra midten af et af disse stykker blev der udsavet et 3 m rørstykke til prøvning for varmekonduktivitet og -transmission, hvorefter der blev pålimet en diffusionstæt endetætning på kapperørene. Efter ældning blev endetætningerne fjernet og efterfølgende prøvet for varmekonduktivitet og -transmission.

Ved prøvningerne af alle rør er der efter distributionsgruppens ønske anvendt medierørstemperaturer frem/retur på 70/40 °C. Da en termisk måling altid kræver tre forskellige temperaturer, er returrørstemperaturen holdt på 40 °C, mens der til fremløbsrørstemperaturen har været anvendt 60-70-80 °C svarende til de tre serier; temperatursættene har således været 40/60, 40/70 og 40/80 °C.

Til prøvning af fleksible rør anvendes der cirkulerende vand som varmebærende medie. Prøvningen er således dynamisk, og det er muligt at opretholde en gennemsnitlig temperatur i returløbsrøret på 40 °C, om end vandet ved de to højeste fremløbstemperaturer på 70 °C og 80 °C er en smule varmere ved udløbet end ved indløbet, hvilket skyldes den termiske overførsel mellem medierørene, som er twinrørets natur.

Til prøvning af lige rør anvendes elektrisk opvarmning. Prøvningen er således statisk, og det er ikke muligt at fjerne overskudsvarme fra returløbsrøret opstået som følge af den termiske overførsel mellem medierørene, og temperaturen stiger da til over 40 °C ved de to højeste fremløbstemperaturer på 70 °C og 80 °C.

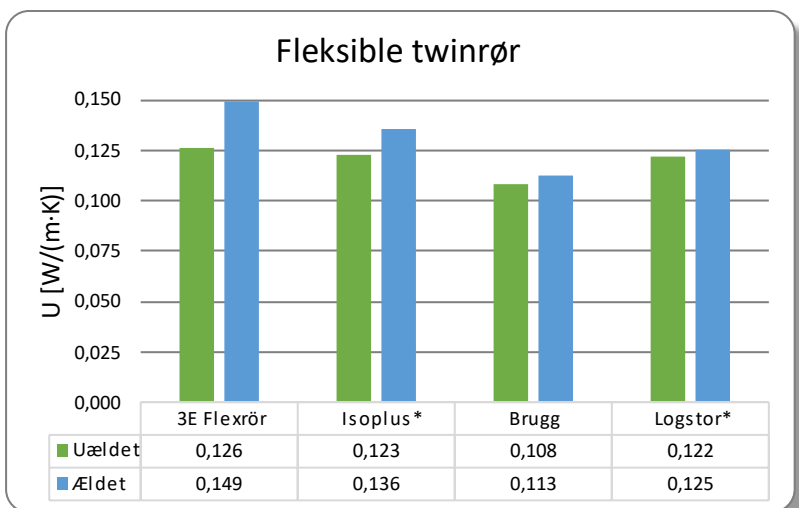
Alle termiske resultater er et gennemsnit af en tredobbelt måling.

Fleksibiliteten af de fleksible twinrør blev prøvet ved bøjning modsat oprulningsretningen over en radius svarende til ti gange rørets diameter, dvs. 1.250 mm ved 5 °C.

Resultater

Varmetransmissionskoefficient for fleksible twinrør

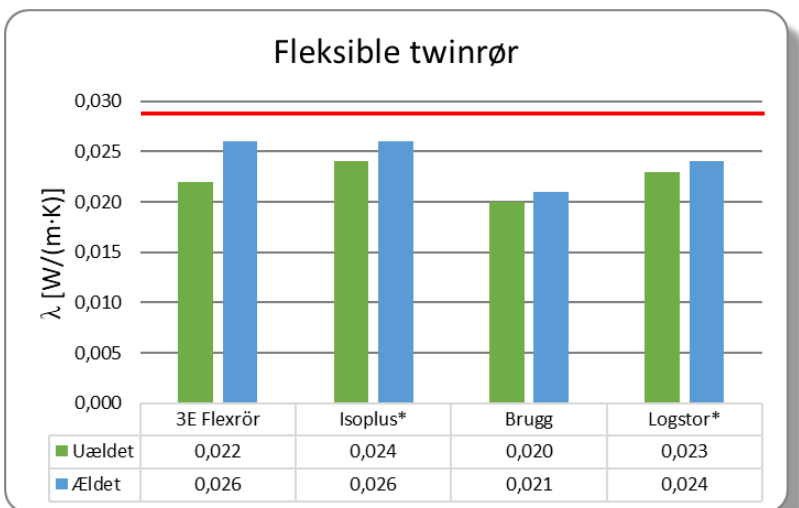
Ældningen er foretaget ved 70 °C i 19 uger.



* Diffusionsspærre

Varmekonduktivitet for fleksible twinrør

Ældningen er foretaget ved 70 °C i 19 uger.

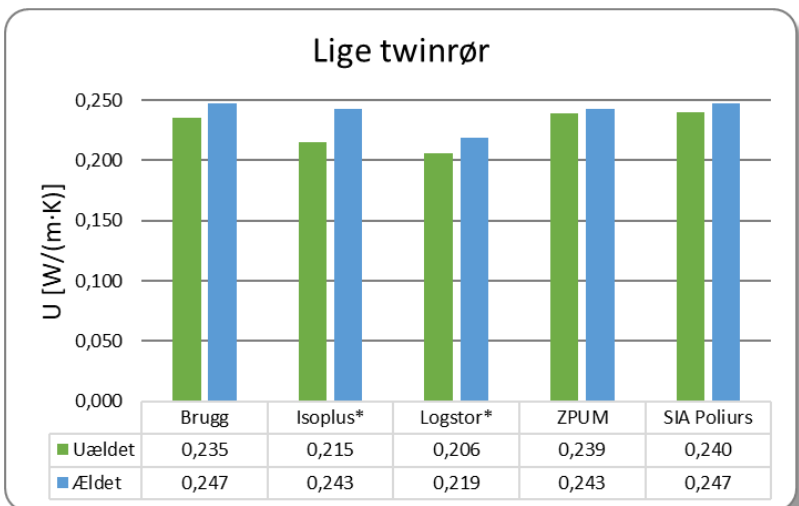


* Diffusionsspærre

Alle fleksible rør overholder standardens krav på 0,029 W/(m k) til uældet varmekonduktivitet i PUR-skummet. Standardens krav er også overholdt i ældet tilstand (dette er der ikke stillet krav til i standarden!).

Varmetransmissionskoefficient for lige twinrør

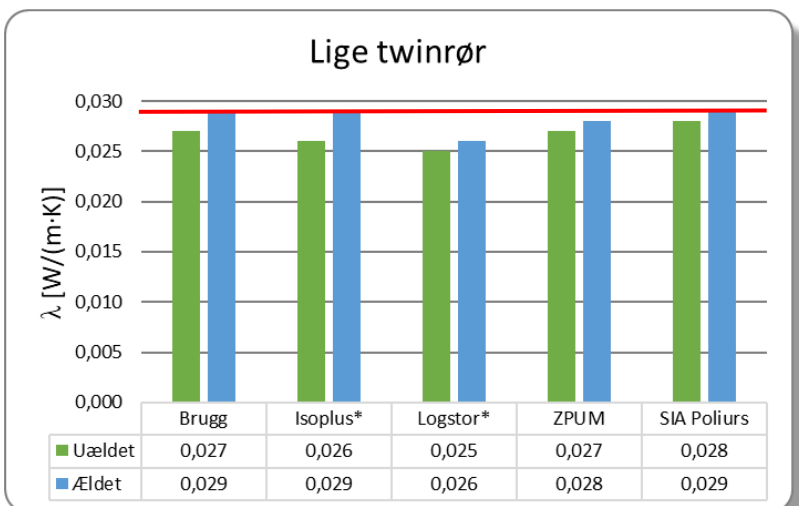
Ældningen er foretaget ved 90 °C i 240 døgn.



* Diffusionsspærre

Varmekonduktivitet for lige twinrør

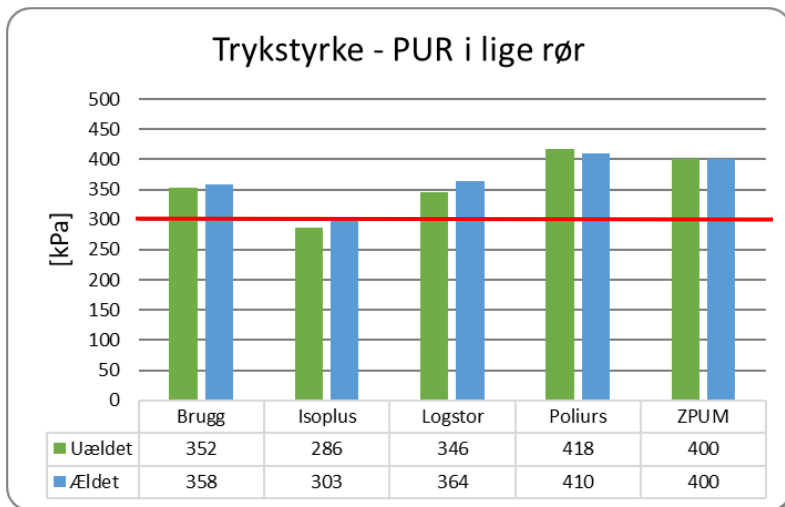
Ældningen er foretaget ved 90 °C i 240 døgn.



* Diffusionsspærre

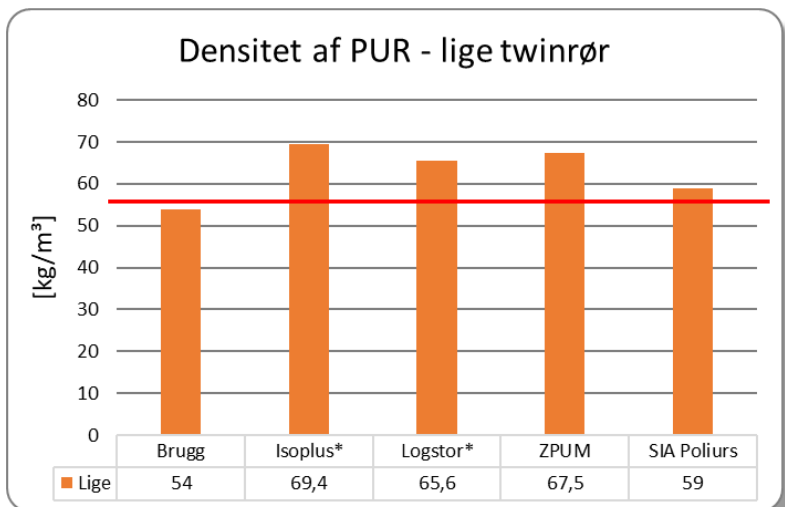
Alle lige rør overholder standardens krav på 0,029 W/(m k) til uældet varmekonduktivitet i PUR-skummet.

Trykstyrke i PUR-skum i lige twinrør



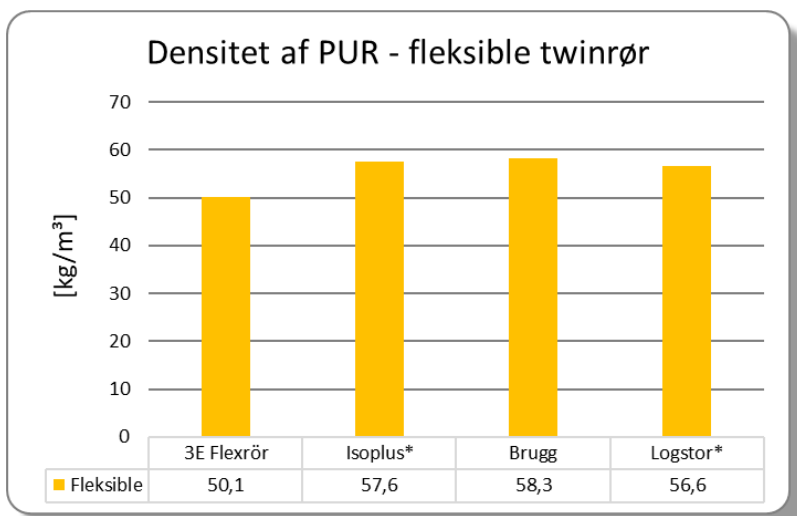
Fire ud af fem rør overholder standardens krav om en trykstyrke på ≥ 300 kPa i uældet PUR-skum.

Densitet i PUR-skum - lige twinrør



Ikke alle lige twinrør overholder standardens krav om en densitet på ≥ 55 kg/m³ i uældet PUR-skum. Brugg's lige rør ligger lige under kravet.

Densitet i PUR-skum – fleksible twinrør



Der er ingen krav til densitet i fleksible twinrør.

Fleksibilitet - revnedannelse og ovalitet

Kun et rør (IsoPlus) udviste revner større end eller lig med 5 mm. Årsagen hertil er formentlig, at rørkappen er glat, hvilket får kapperøret til at folde voldsomt.

Alle øvrige deltagere i Præørskontrollen 2021 har en korrugeret kappe og overholder kravene.

Prøvningerne er udført ved 5 °C og bøjet over 10x d_y .

	Revne	Ovalitet
DS/EN 15632-1:2015	s_{max}	$\frac{d_{max} - d_{min}}{d_n}$
Enhed	[mm]	[%]
Krav	≤ 5	≤ 30
3E Flexrör	4,3	2,9
Brugg	2,8	3,7
Isoplus	6,4	10,3
Logstor	< 1	1,5

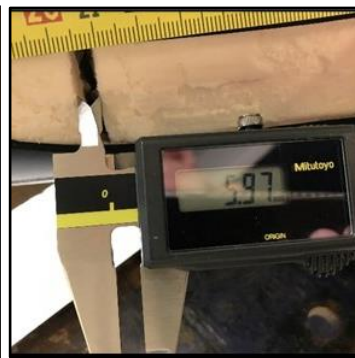
Røde tal = ikke bestået



3E Flexrør



Brugg



Isoplus - foldninger i rør












Logstor

Logstor

Prøvningsrapporter

Alle prøvningsrapporterne fra Præørskontrollen 2021 der ligger til grund for denne samlede slutrapport er fremsendt i selvstændig form, da det ikke er muligt at indeholde/kombinere disse med slutrapporten på grund af den digitale signering.

Udarbejdede prøvningsrapporter for Præørskontrollen 2021:

-  Præørskontrol 2021 - Densitet i PUR-SKUM F948775RA01.pdf
-  Præørskontrol 2021 - fleksibilitet- 961112-E-18-10-2021.pdf
-  Præørskontrol 2021 - Trykstyrke i uældet PUR-skum F948775RA02.pdf
-  Præørskontrol 2021 - Trykstyrke i uældet PUR-skum F948775RA02-rev. 1.pdf
-  Præørskontrol 2021 - Trykstyrke i ældet PUR-skum F948775RA03.pdf
-  Præørskontrol 2021 - uældede fleksible twinrør-961112-C-20-10-2021.pdf
-  Præørskontrol 2021 - uældede lige twinrør-961112-A-19-10-2021.pdf
-  Præørskontrol 2021 - ældede fleksible twinrør-961112-D-16-11-2021.pdf
-  Præørskontrol 2021 - ældede lige twinrør-961112-B-16-11-2021.pdf

Aarhus den 18. november 2021

Jørn Bech
Seniorspecialist

Telefon: 72 20 16 74
E-mail: jrb@teknologisk.dk