

Livslängdsprediktering och statusutvärdering av fjärrvärmeledningar

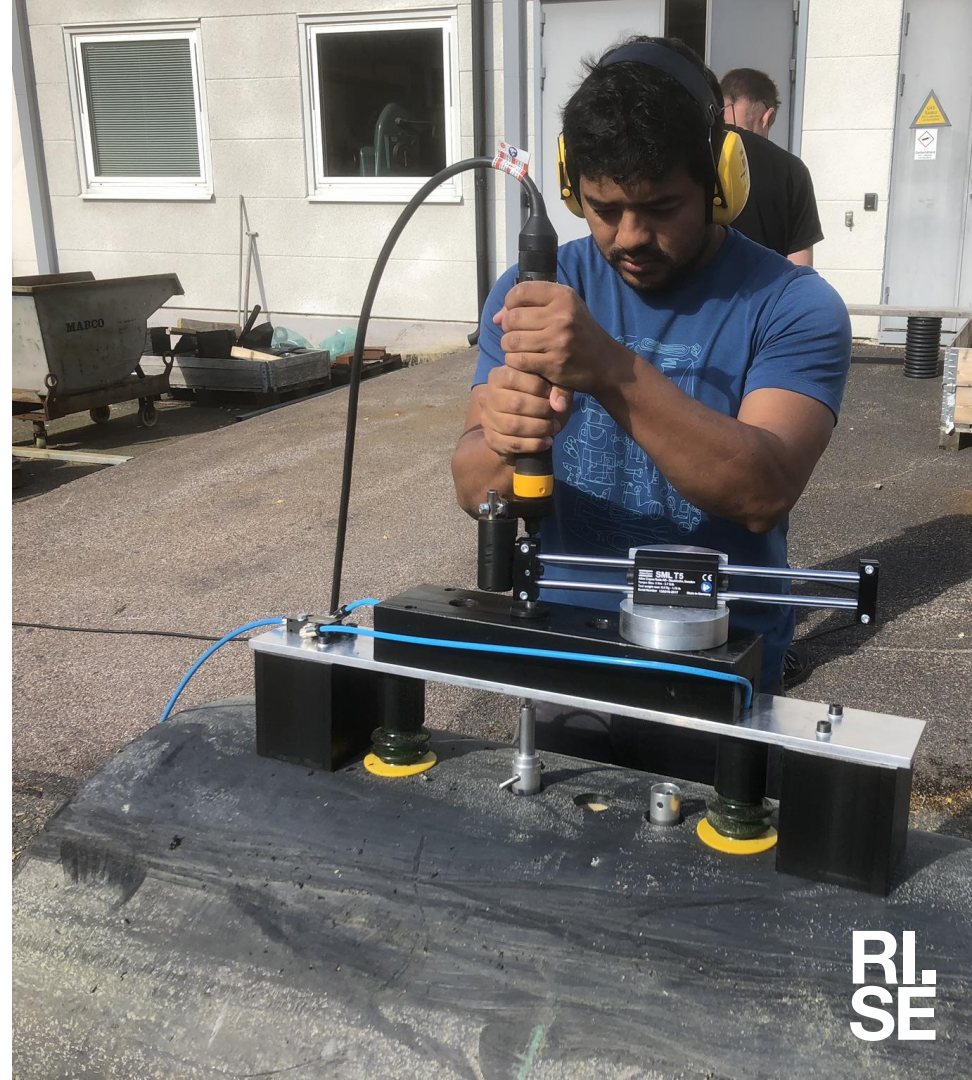
Jan Henrik Sällström, RISE

Nazdaneh Yarahmadi, Ignacy Jakubowicz, Alberto Vega

2021-02-03

Innehåll

- Sammanfattning (3)
- Skjuvhållfasthet (4)
- RISE Pluggmetod (5-7)
- Fältmätningar resultat (8-13)
- Kemiska förändringar (14)
- Något mer om skjuvhållfasthet (15-16)
- Internationellt arbete (17)
- Avslutande kommentarer (18)



Sammanfattning

- Fortsatt användning av gamla fjärrvärmeledningar
- Planerat och selektivt utbyte
 - Metoder för statusbedömning
 - Metoder för bedömning av återstående livslängd
- Del 1: Ny fältmetod för statusbedömning
 - Princip: Plugg av PUR friläggs och vrids loss
 - Erforderligt moment mäts och skjuvhållfasthet beräknas. Vid bedömning tas hänsyn till drifts-temperatur
 - Efterföljande kemiska analys av pluggar
 - Ingen driftsstörning
- Del 2: Internationellt överenskommen metodik för livslängdsprediktering
 - Underlag till ny version av EN 253
 - Acceptans av en svensk modell / synsätt
 - Bättre bedömning av framtid status / livslängd
 - Kommersialisering av en svensk fältmetod



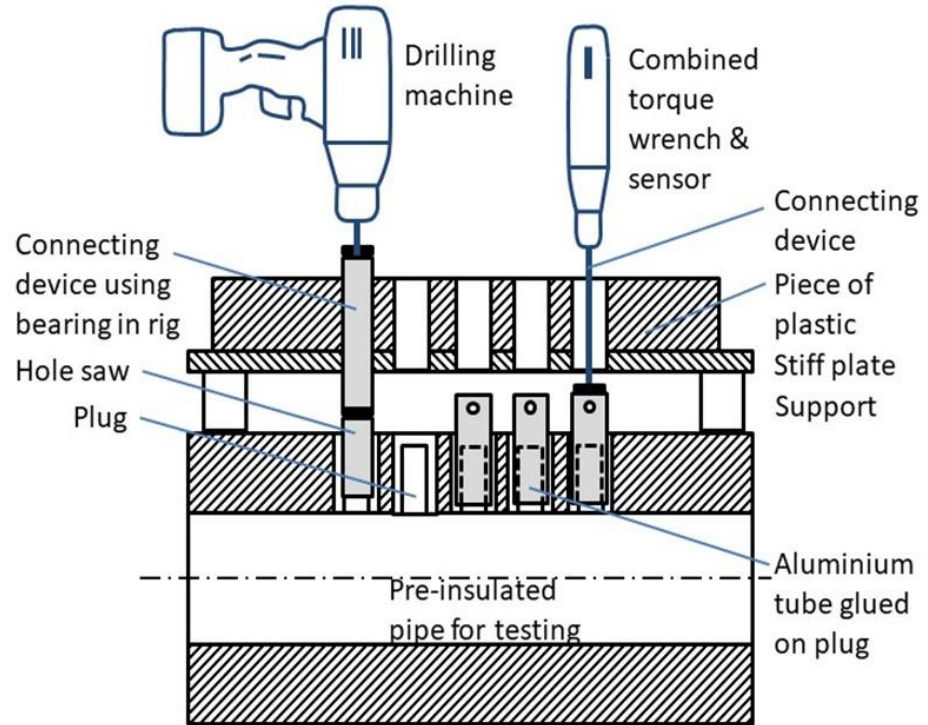
Motivering av skjuvhållfasthet

- Fjärrvärmeledningar av
 - medierör av stål
 - isolering av polyuretan
 - mantel av polyeten
- Mäta vidhäftningsförmågan (skjuvhållfasthet) mellan isolering och medierör
- Förlorad vidhäftningsförmågan leder till utmattning av stålmedierören nära böjar och T-stycken.
- Utmattningen beror på temperaturväxlingar vid drift
- Läckor uppstår och långa sträckor kan förstöras när isoleringen kommer i kontakt med det varma vattnet.



RISE Pluggmetod - princip

- Plugg av PUR friläggs och vrids loss
- Erforderligt moment mäts och skjuvhållfasthet beräknas.
- Vid bedömning tas hänsyn till drifts-temperatur
- Ingen driftsstörning



RISE Pluggmetod - Utveckling

- Utrustningen och metoder har uppgraderats och anpassats till fältprovning
- Fältmätningar genomförda på 7 platser
- Laboratorieprovningar:
 - Undersökning av temperaturberoende
 - Jfr plugg & axiellt (naturåldrade rör, nya rör, accelererat åldrade)
 - Återställningsmetod utvärderas genom täthetsprov
- Syntes av RISE Pluggmetod + Kemisk analys av skum = PipeOpsy

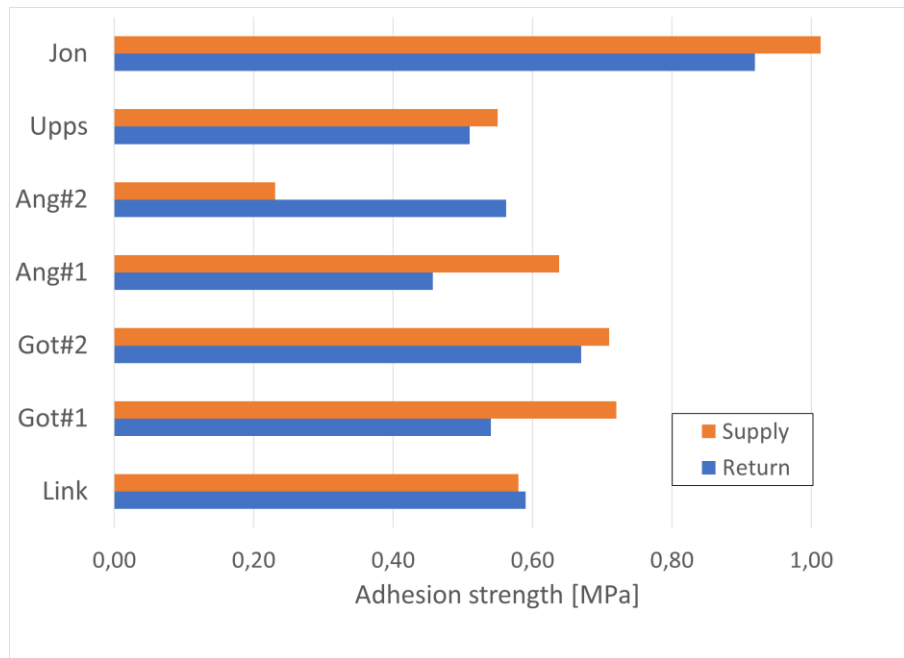


RISE Pluggmetod - tillämpning

- Visuell undersökning och kontroll av eventuell skada på medierör
- Förutsättningar för fältmätningar
 - Typ av rör – singelrör
 - Större än DN50
 - Känd temperaturhistorik
 - Känd ålder, typ av cellgas, fabrikat
 - Ytterligare anledning att gräva

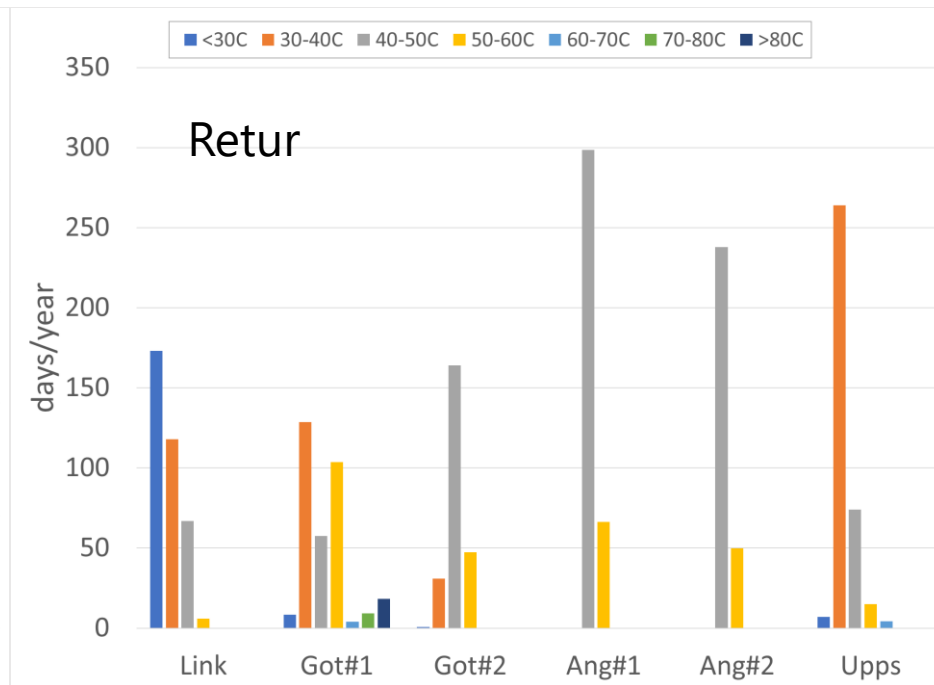
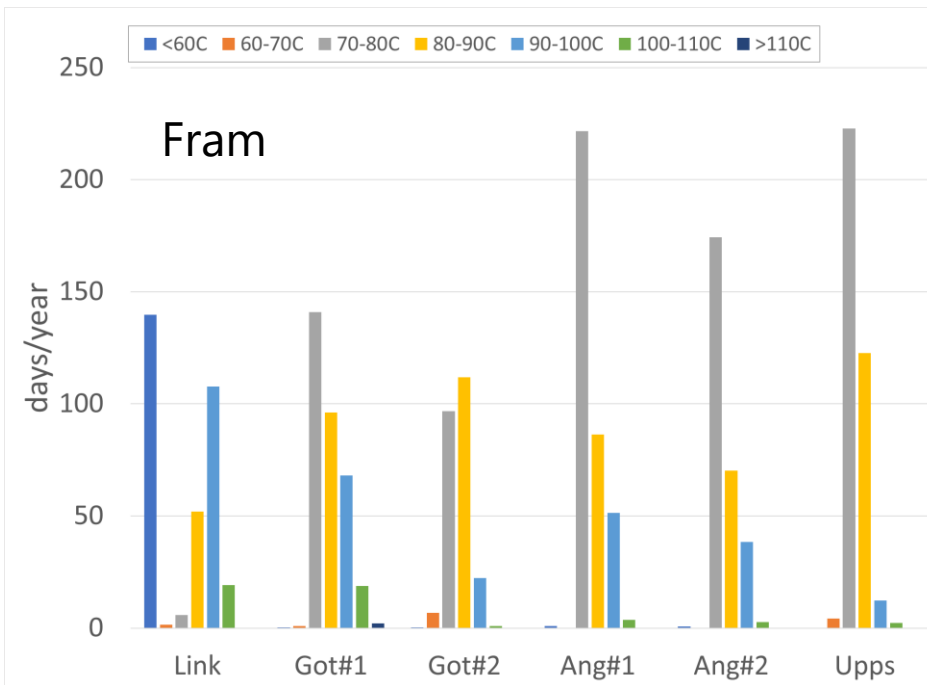


Fältmätningar



Plats	Datum	Installations- år/ålder	Fram [°C]	Retur [°C]
Linköping	2019-09-17	1996/23	6	6
Jönköping	2019-10-18	2006/13	10	10
Ängelholm1	2019-10-22	1979/ 40	78	43
Ängelholm 2	2020-09-17	1980/40	68	40
Uppsala	2019-11-27	1990/29	72	47
Göteborg 1	2020-06-12	1987/ 33	78	54
Göteborg 2	2020-08-03	1982/28	67	32

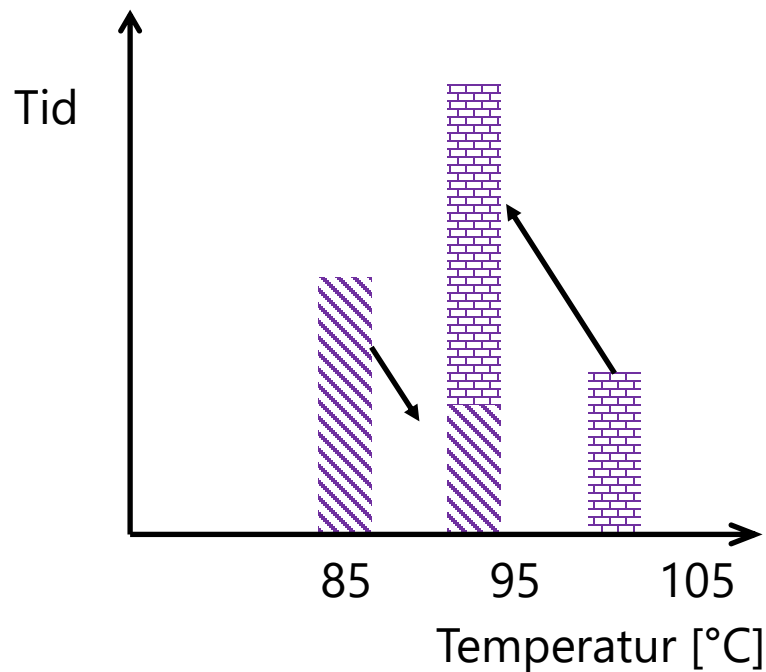
Olika temperatur i drift



- Hur ska vi jämföra ?

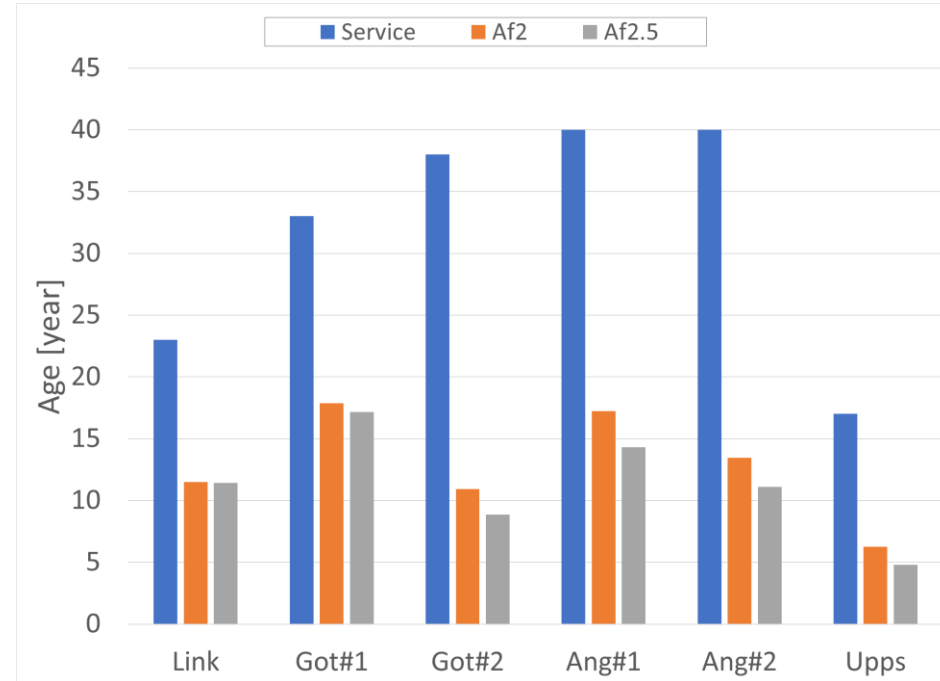
Hur ska vi jämföra vad rören utsatts för ?

- Välj en referenstemperatur?
- Vi valde 95 °C
- Använd en accelerationsfaktor för reaktionen
 - Här tillämpas 2 i figuren
 - Höjer vi temperaturen 10°C, så dubblas reaktionshastigheten (halveras livslängden) enligt Arrhenius 2:an



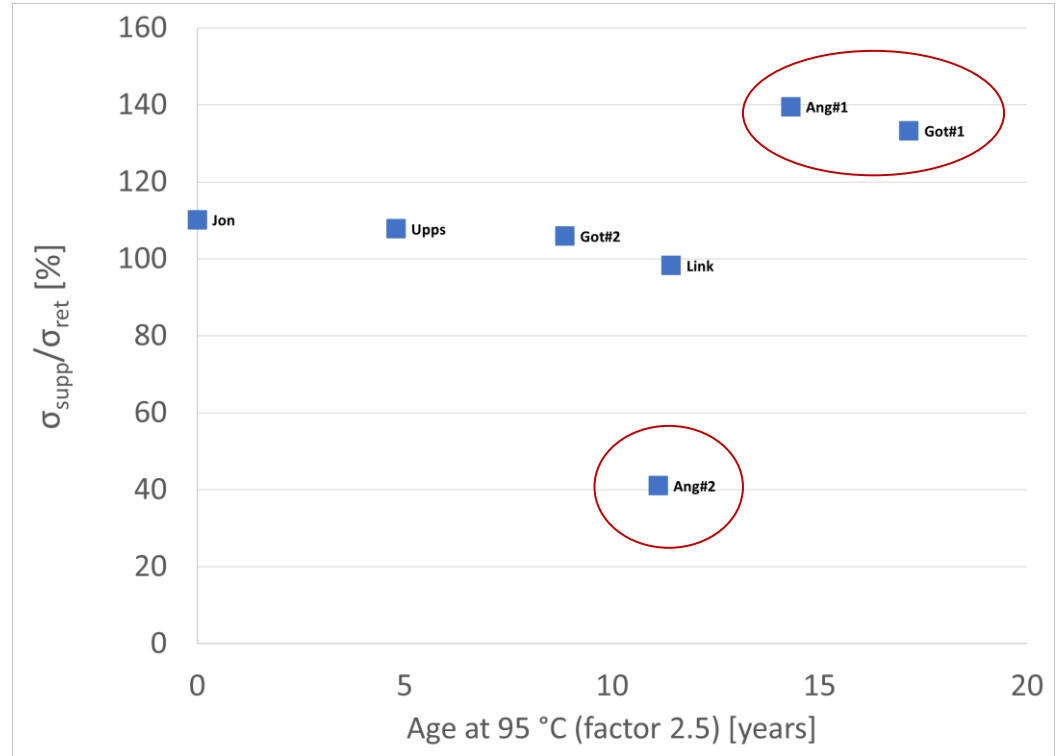
Driftstid vid 95 °C

- Verklig driftstid
- Jämförelsedriftstid vid 95 °C med accelerationsfaktor
 - 2 och
 - 2,5
- Motsvarande aktiveringsenergi ligger på ca 80 respektive 100 kJ/mol



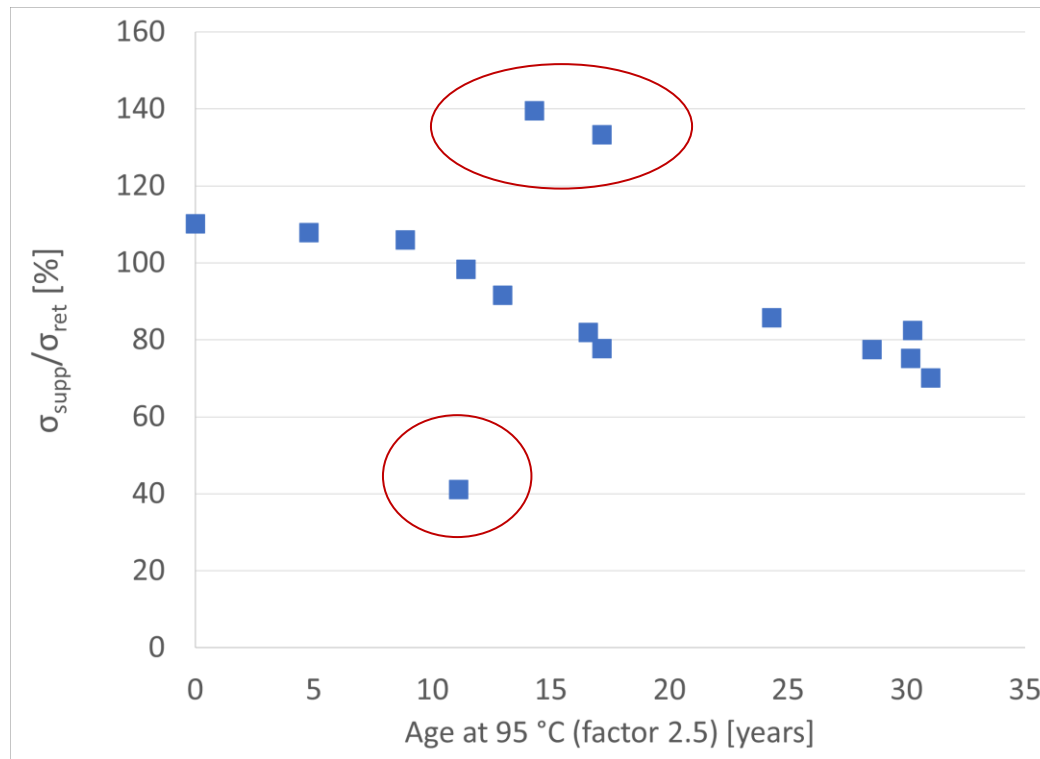
Kvoten av vidhäftning för fram- och returledning

- Livslängd i EN253: 30 år vid 120 °C
- Antag att nedbrytningen av returledningen är liten och att vidhäftningen på denna inte har förändrats
- Bilda kvoten mellan vidhäftning för fram- och returledning för att studera nedbrytning



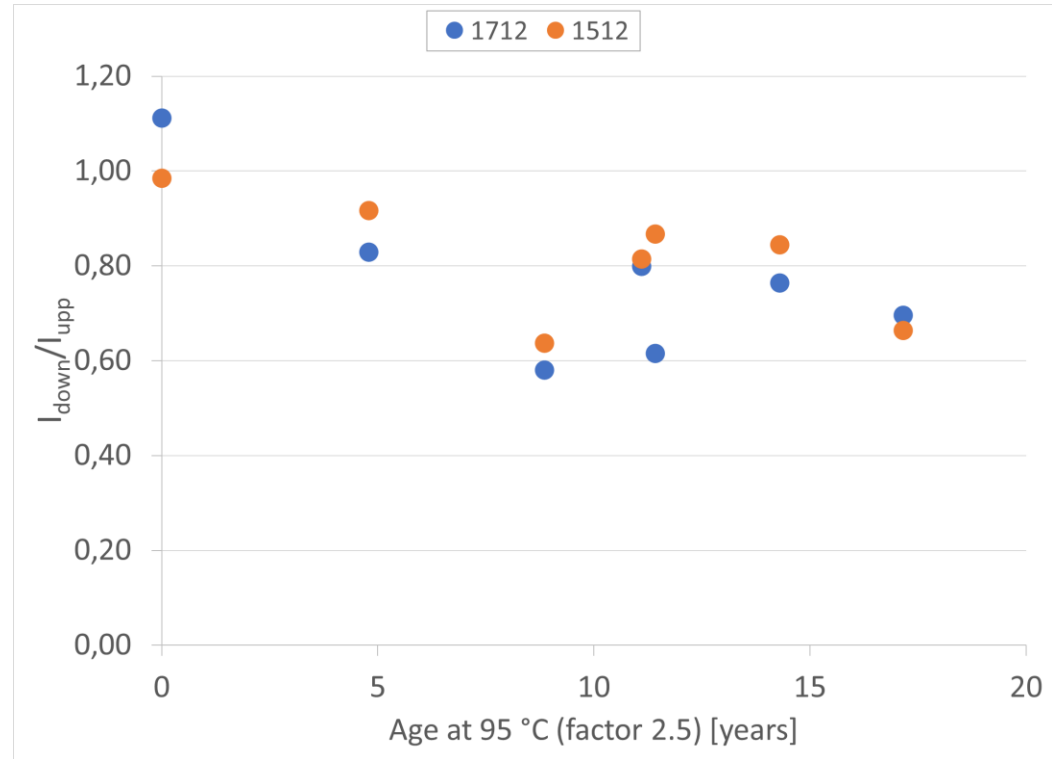
Kvoten av vidhäftning för fram- och returledning

- **Lägg till fler naturligt åldrade rör och även accelererat åldrade rör (Alberto Vegas Avhandling)**
- Livslängd i EN253: 30 år vid 120 °C
- Det sker endast små förändringar de första 10 åren
- Andra reaktioner kan påverka
 - som fortsatt härdning i början
 - framledningen torkar ut bättre



Studera Uretanbindningar ($\text{C}=\text{O}$, 1712 cm^{-1} och $\text{N}-\text{H}$, 1512 cm^{-1})

- Nedbrytning kan studeras genom att se på förekomsten av olika molekylobindningar
- Då används FTIR (Fourier-transform infrared spectroscopy)
- Vi titta på kvoten av absorptionsindexet för två bindningar i PUR-skum nära medieröret (2 mm ifrån) och mindre påverkat skum 20 mm från medieröret.
- Livslängd i EN253: 30 år vid $120\text{ }^{\circ}\text{C}$



Korrelation med axiell skjuvhållfasthet

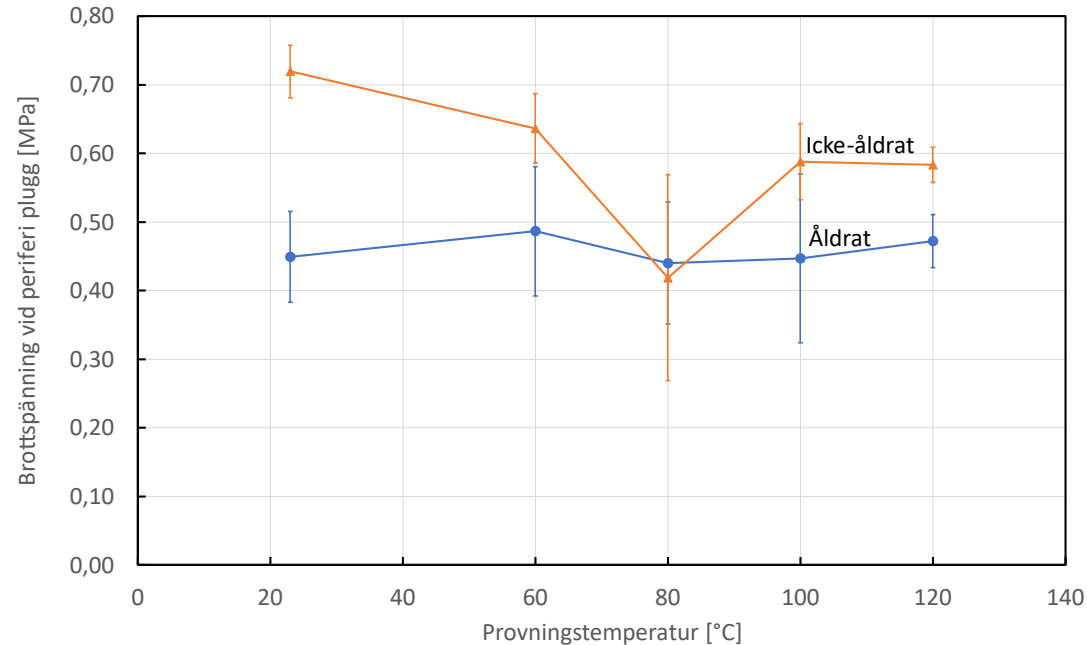
- Fler prov planeras
- Tillåtet värde i standarden 0,12 MPa motsvarar preliminärt 0,3-0,4 MPa med pluggmetoden



Plats	År	Brottspänning [MPa] plugg		Mätosäkerhet plugg		Brottspänning [MPa] Axiellt		Mätosäkerhet Axiellt		Kvot: Plugg/Axiellt	
		Fram	Retur	Fram	Retur	Fram	Retur	Fram	Retur	Fram	Retur
Nytt rör	2019	0,69		6,2%		0,30		4,7%		2,3	
Kruthusgatan	1982	0,71	0,70	24%	4,5%	0,28	0,20	6,3%	3,6%	2,5	3,5
Rondo		0,73	0,35	10%	23%	0,19	0,21	20%	27%	3,7	1,7

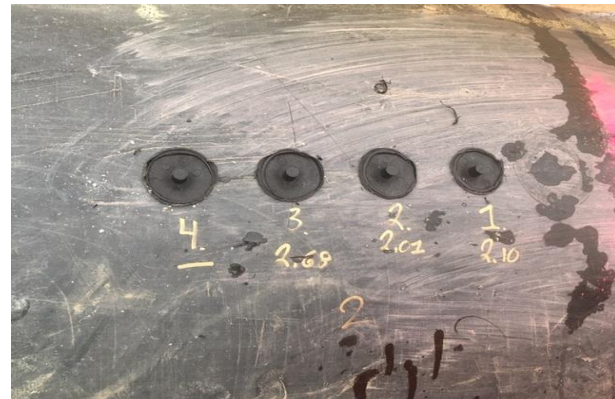
Skjuvhållfasthetens temperaturberoende (preliminärt)

- Laboratorieprovningar: Undersökning av temperaturberoende
 - 3 rör DN50 (60 mm) /140 mm
 - 2 är åldrade vid 140 °C i minst 6 månader
 - Testtemperaturer med pluggmetoden: 23, 60, 80, 100, 120 °C
- Varje punkt i diagrammet är ett medel av 7 mätningar
- Utökad mätosäkerhet med konfidens 95% är markerat



Internationellt arbete

- Anordna en workshop om livslängdsmetodik
 - Tid, plats: ~~20-04-20, SIS~~
 - Skickas via SIS och direkt till speciella verksamma personer
- Nytt försök till våren 2021
- Konferens 2020-02-21: Transition of DH from 3rd to 4th generation
- Ett nytt "Task Share"-projekt har förberetts med AGFW and HCU
 - IEA DHC Annex TS6: Status assessment, ageing, lifetime prediction and asset management of District Heating Pipes
 - Projektet är beviljat men behöver finansiering



Avslutande kommentarer

- Möjlighet till ytterligare förbättringar undersöks
- Fältmätningar fortsätter
- Laboratorieundersökningar fortsätter
- En workshop ska genomföras i linje med det internationella perspektivet i projektet
- Metoden fungerar i fält
- Kemiska analyser stödjer mekaniska försök
- Många av de undersökta ledningarna är i god kondition

