

# ► Spänningsanalys, replikprovning och livslängdsbedömning av ångsystem

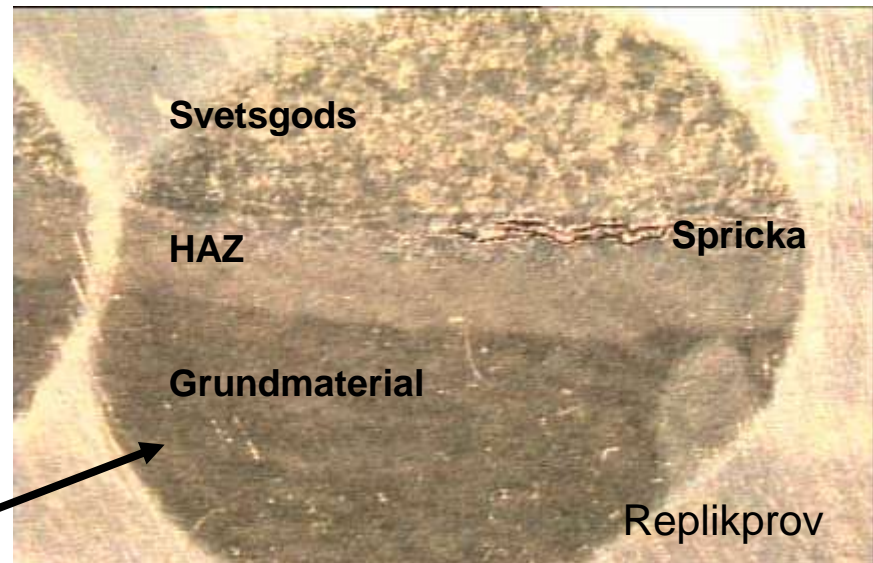
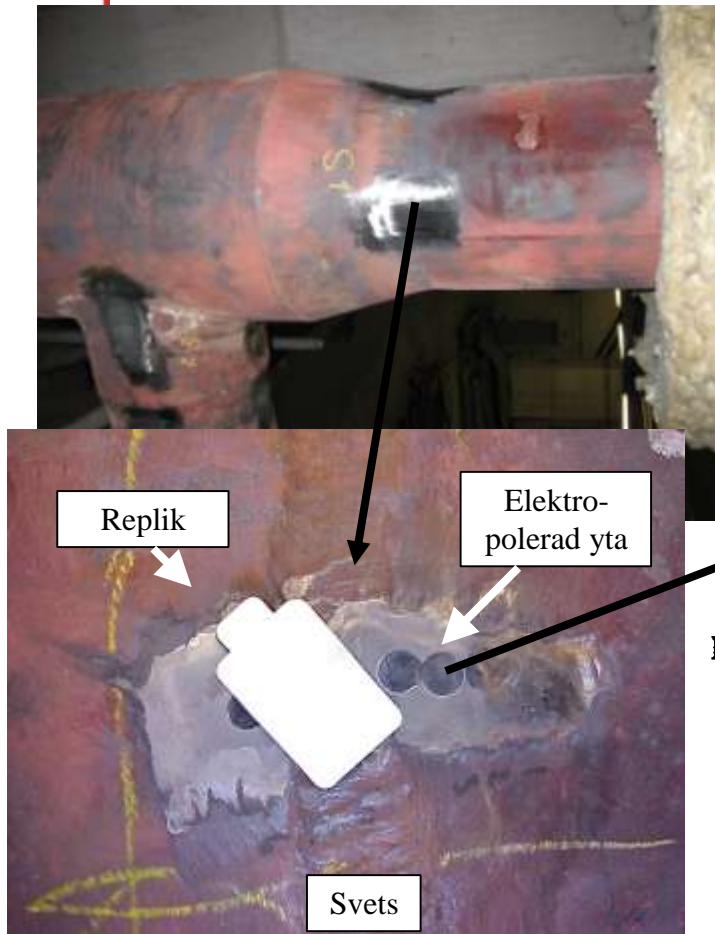
Jan Storesund, Inspecta Technology



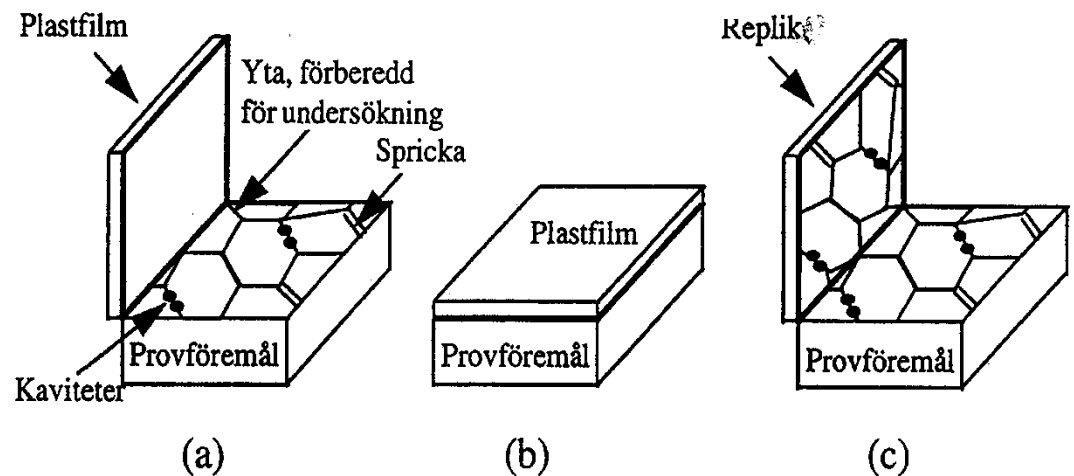
## ► Spänningsanalys, replikprovning och livslängdsbedömning av ångsystem

- Bakgrund
  - Krypskador och krypsprickor uppträder i regel lokalt, där det finns spänningskoncentrationer
  - Kritiska positioner för replikprovning kan identifieras med spänningsanalys
  - Kortare ångstopp och längre drifttid mellan ångstopp blir allt vanligare
  - Medför allt kortare tid till att utföra replikprovning, man kan oftast inte prova samtliga möjliga kritiska positioner med avseende på krypskada
  - Analys av rörsystemet som kan peka ut de kritiska positionerna får en avgörande betydelse
- Genom ett internt utvecklingsprojekt kan nu även följande beaktas:
  - Inverkan av kryprelaxation
  - Inverkan av starter och stopp på spänningsfördelning och ackumulerad kryptöjning
  - Spänningsanalys av T-stycken inklusive systemspänningar
  - Analys av kryptöjning i ångsystem och T-stycken → bedömning av återstående livslängd

## Replikprovning av komponenter i ångsystem

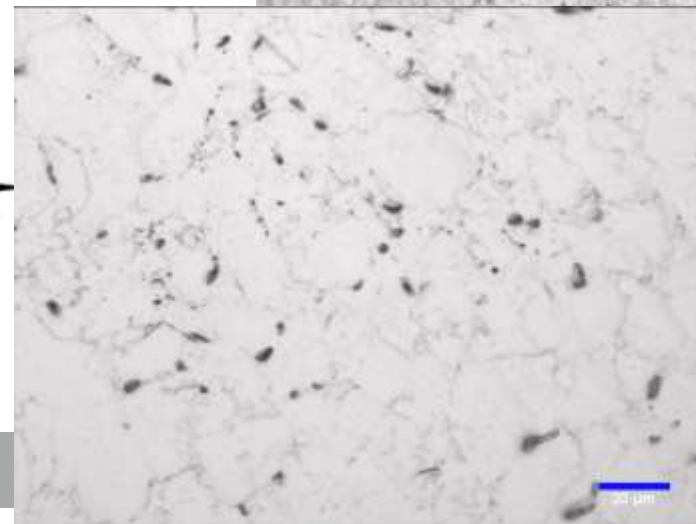
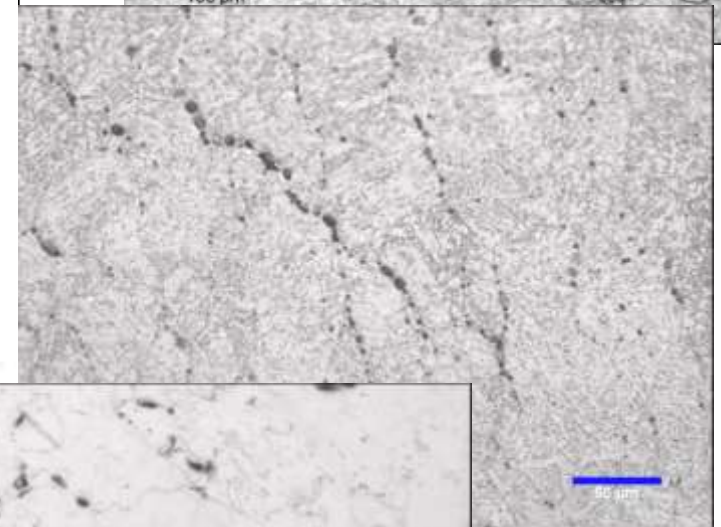
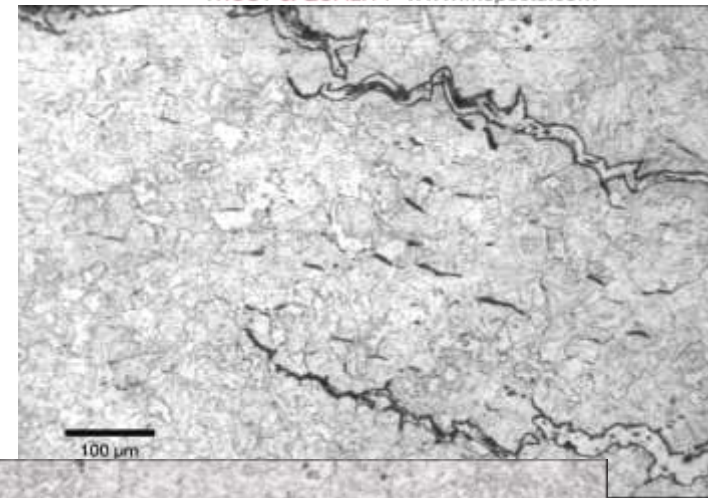
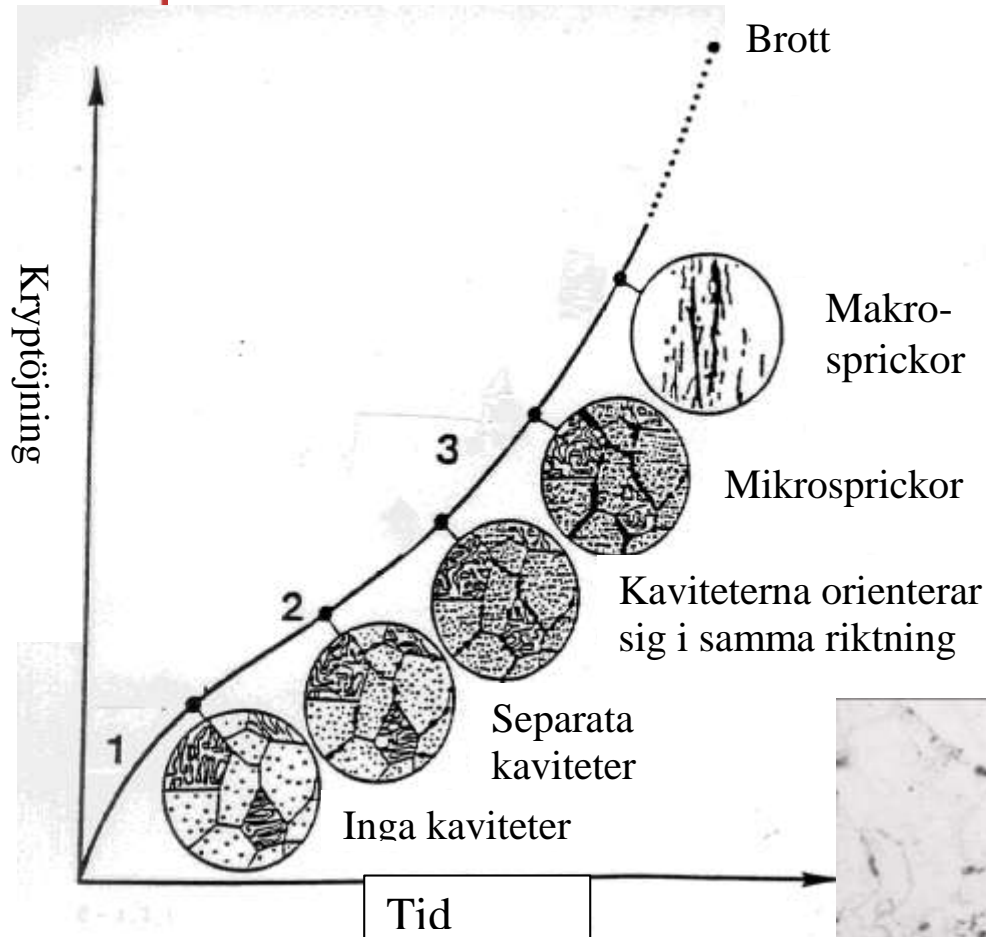


Relativt små ytor provas;  
mikrostrukturen studeras i  
mikroskop





# Utvärdering av krypskada i ångsystem

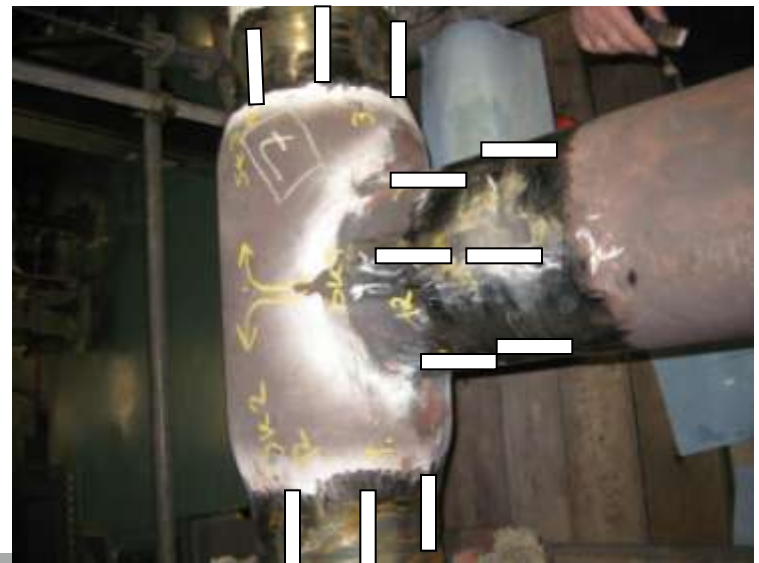


## ► Klassificering av krypskada, rekommenderat tid till nästa inspektion

Skadeklass	Grad av skada	Rekommenderad tid tills nästa inspektion (h)					
		14 MoV 6 3		13 CrMo 4 4/ 10 CrMo 10 9		X20 CrMoV 12	
		Böjar	Svets	Böjar	Svets	Böjar	Svets
<b>0</b>	<b>Nytt material</b>	50 000	50 000	100 000	100 000	120 000	120 000
<b>1</b>	<b>Inga eller mycket få kaviteter</b> ( $< 100$ kaviteter per $\text{mm}^2$ )	50 000	50 000	100 000	100 000	120 000	120 000
<b>2</b>	<b>Separerade kaviteter</b>						
2a	- Fåtal ( $100 < n < 400$ kaviteter per $\text{mm}^2$ )	30 000	30 000	50 000	50 000	60 000	60 000
2b	- Flertal ( $n > 400$ kaviteter per $\text{mm}^2$ )	15 000	20 000	25 000	30 000	30 000	40 000
<b>3</b>	<b>Korngränsseparationer (K)/ Stråk av kaviteter (C)</b>						
3aK	- Fåtal ( $50 < L(\text{cmax}) < 200 \mu\text{m}$ )	15 000	20 000	25 000	30 000	20 000	25 000
3aC	- $400 < n < 1600$ kaviteter/ $\text{mm}^2$						
3bK	- Flertal ( $L(\text{cmax}) > 200 \mu\text{m}$ )	10 000	10 000	15 000	20 000	10 000	15 000
3bC	- $n > 1600$ kaviteter/ $\text{mm}^2$						
<b>4</b>	<b>Mikrosprickor</b>						
4a	- Fåtal (Max (3 x kornstorleken eller $100 \mu\text{m}$ ) $< L(\text{max}) < 400 \mu\text{m}$ )	10 000	10 000	10 000	15 000	10 000	15 000
4b	- Flertal ( $400 \mu\text{m} < L(\text{max}) < 2 \text{ mm}$ )	5 000	5 000	5 000	10 000	5 000	10 000
<b>5</b>	<b>Makrosprickor</b> ( $L(\text{max}) > 2 \text{ mm}$ )						
		0	0	0	0	0	0

## ► Kritiska komponenter i ångsystem – replikprovning av dessa

- Böjar
- Svetsar vid terminalpunkter
  - Formstycken, t.ex. T-stycken
  - Påstick, stutsar
  - Ut- och inlopp
- Många provpositioner per komponent
- Kartlägga krypskador innan sprickor uppstår





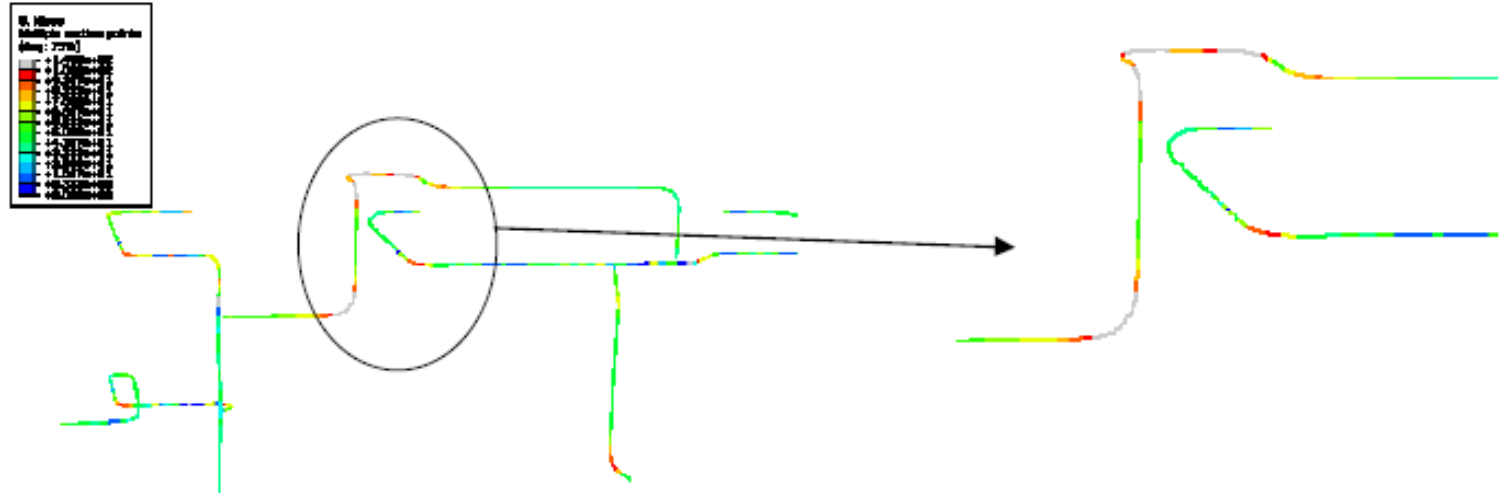
## ▶ Spänningsanalys för replikprovning av kritiska komponenter



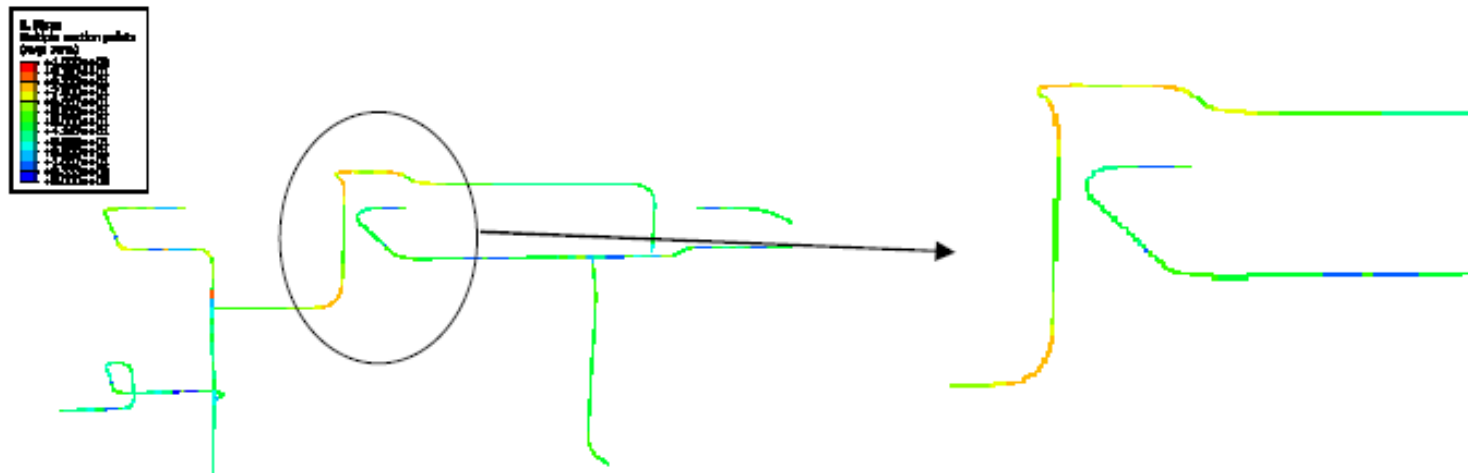
- Kräver uppdaterad information om:
  - Upphängningar
  - Ev. förskjutningar



## ► Analys av rörsystem som tar hänsyn till krypning och kryprelaxation



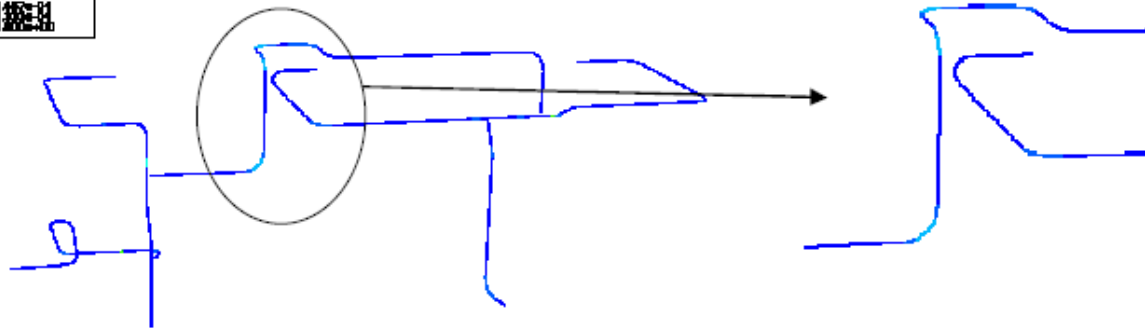
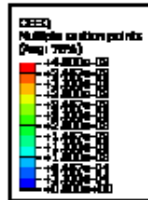
I början av första driftåret, von Mises spänningar – samma resultat som en elastisk analys



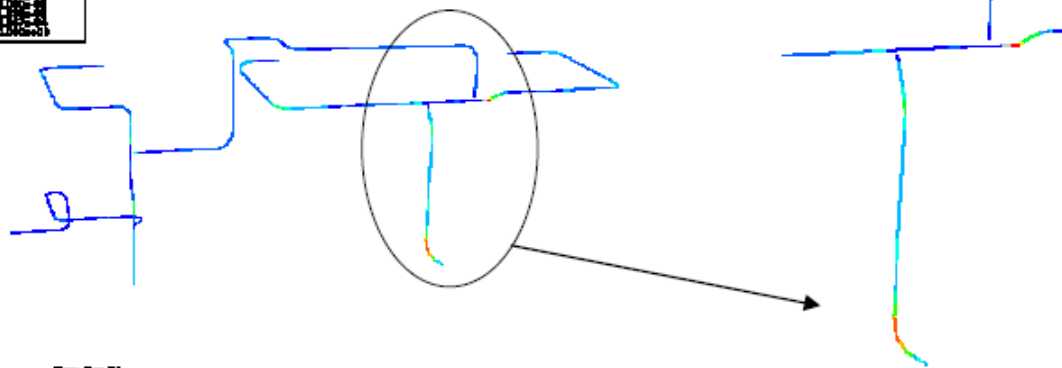
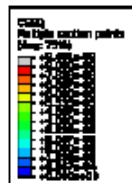
Slutet av första driftåret. De högsta spänningarna har kryprelaxerat till lägre nivåer



## ► Analys av kryptöjning med avseende på tid under inverkan av starter och stopp

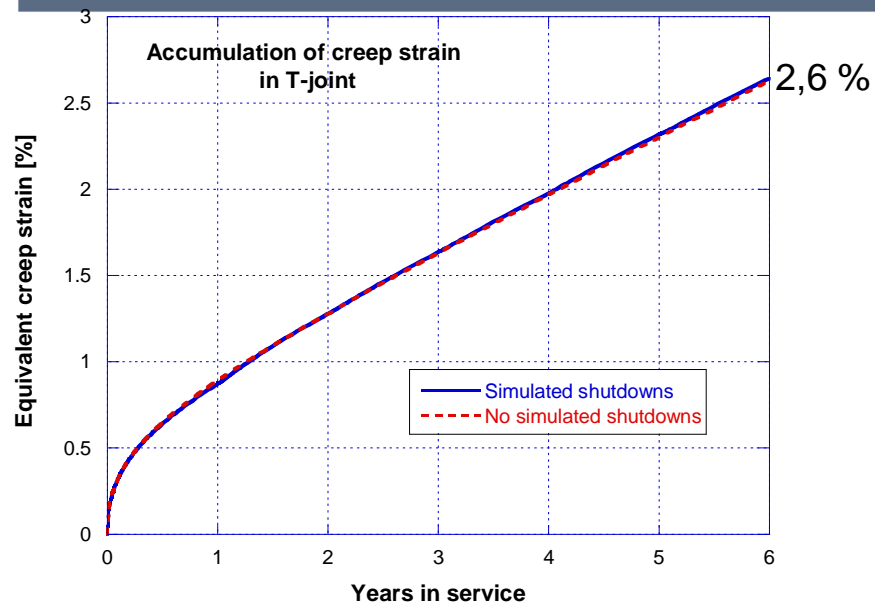
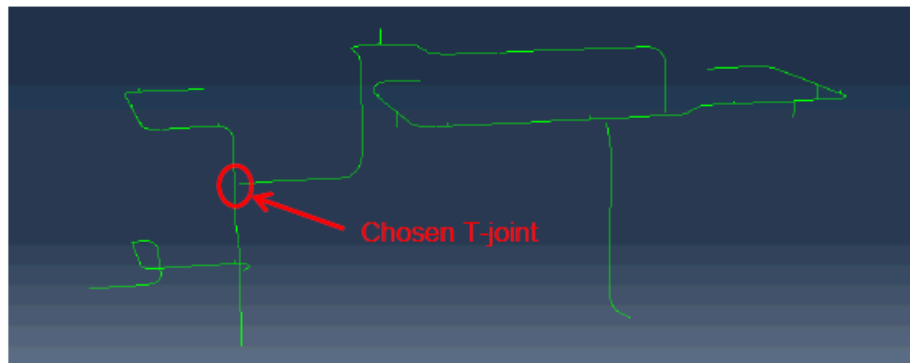


Akkumulerad kryptöjning efter 1 års drift

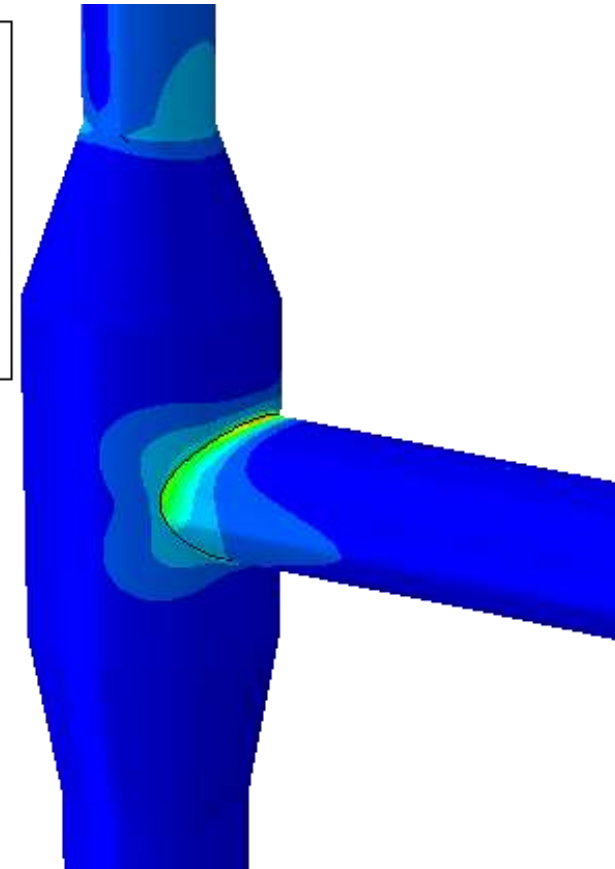
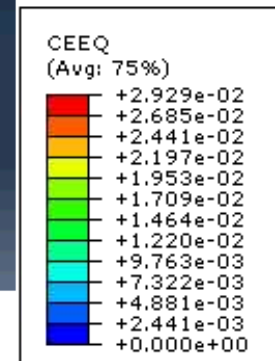


Akkumulerad kryptöjning efter 14 års drift

## Krypanalys av T-stycke där systemspänningar beaktas



2,6 % kryptöjning indikerar att ca halva livslängden har förbrukats efter 6 år



Fördelning av kryptöjningar i T-stycket efter sex års drift

## Slutsatser

- Replikprovning av ångledningar visar grad av krypskada, vilket klassificeras.
- Varje skadeklass är, på erfarenhetsmässiga grunder, kopplad till en rekommenderad drifttid till återkommande provning. Under denna period ska kritiska skador inte ha hunnit uppstå.
- Geometriska spänningskoncentrationer och systemspänningar medför stora variationer av kryplivslängd i ett ångsystem.
- Det är därför viktigt att kunna identifiera var replikprovningen ska utföras så att man inte missar högt påkända områden.
- Analys av rörsystem är ett utmärkt verktyg för att:
  - Identifiera kritiska komponenter för replikprovning
  - Beräkna ackumulerad kryptöjning och återstående livslängd i raka rördelar och böjar.
- Genom analys av formstycken (T-stycken) där systemspänningar från systemanalysen inkluderas kan:
  - Kritiska positioner för replikprovning hos kritiska komponenter identifieras.
  - Ackumulerad kryptöjning och återstående livslängd hos formstycken beräknas.

▶ TRUST & QUALITY [www.inspecta.com](http://www.inspecta.com)