

BESTÄMNING AV SPÄNNLINORS SPÄNNING OCH OMFÖRDELNING AV SPÄNNING VID LINBROTT I ETT CEMENTINJEKTERAT FODERRÖR



Bakgrund

Reaktorinneslutningens yttre betongvägg efterspänns för att motstå dragspänningar som uppkommer p.g.a. inre övertryck.

Spännkraften avtar p.g.a. momentana och tidsberoende effekter. Tidsberoende spännkraftsförluster orsakas av följande faktorer:

- Spänningsrelaxation av spännkablar
- Töjningar (stukning) i betong orsakad av krypning och uttorkningskrympning
- Differentiell termisk expansion eller kontraktion mellan kabel, bruk och betong, förekommer i injekterade kabelrör.
- Sektionsförändring i kablar orsakad av korrosion eller brott i trådar, linor eller kablar.

Spännkraften hos de spännkablar som finns i icke cementinjekterade foderrör kan kontrolleras samt återspännas om det är nödvändigt.

Spännkraften hos de kablar som finns i injekterade foderrör saknar både kontroll- och uppspänningsmöjligheter. Spännkraften kan kontrolleras genom indirekta metoder.

Bakgrund

Den amerikanska Regulatory Guide 1.90 anger två metoder för kontroll av spännkablarnas prestanda enligt nedan:

Alternativ A: Övervakning av reaktorinneslutningens förspänningsnivå genom instrumentering och trycktest

- Övervakning av töjningar i spännkablarnas linor, d.v.s. kontinuerlig mätning av linornas töjning genom, vid byggandet, påmonterad töjningsgivare.
- Evaluering av förspänningsnivå genom påmonterade deformations-/töjningsgivare på en sektion av konstruktionen.

Alternativ B: Övervakning av reaktorinneslutningens deformation under trycktest

- Trycksättning av reaktorinneslutning och utvärdering av dess elastiska respons. Den elastiska responsen under trycksättning är primärt en funktion av konstruktionens styvhet. Spännarmeringens uppgift är att styra sprickbildningens omfattning och sprickornas bredd under olycksbelastning. En betydande minskning av konstruktionens styvhet på grund av reducerad förspänning kan resultera i sprickbildning i konstruktionen.

Bakgrund

- Beräkningar visar att den relativa radiella deformationen vid ett normal tryckbelastningstest blir av storleksordningen 5 mm i fältmitt (mitt emellan två pilastrar) jämfört med läget när reaktorinneslutningen är uppspänd. Så pass stora deformationer är definitivt fullt mätbara. Frågan är hur mycket denna deformation förändras om det uppstår defekter på spännkablarna.
- Beräkningarna visar dock att det krävs omfattande defekter hos linor/spännkablarna för att detta ska vara möjligt att detektera vid mätning av deformationsförloppet under ett trycktest. Även i de fall då en hel spännkabel (horisontell eller vertikal) förväntas att vara inaktiv så fås små förändringar i deformationerna. För att det ens ska vara möjligt att kunna detektera något av de olika skadefallen så krävs att en väldigt känslig sensor placeras i direkt anslutning till den skadade spännkabeln, inom någon meter från skadeområdet.

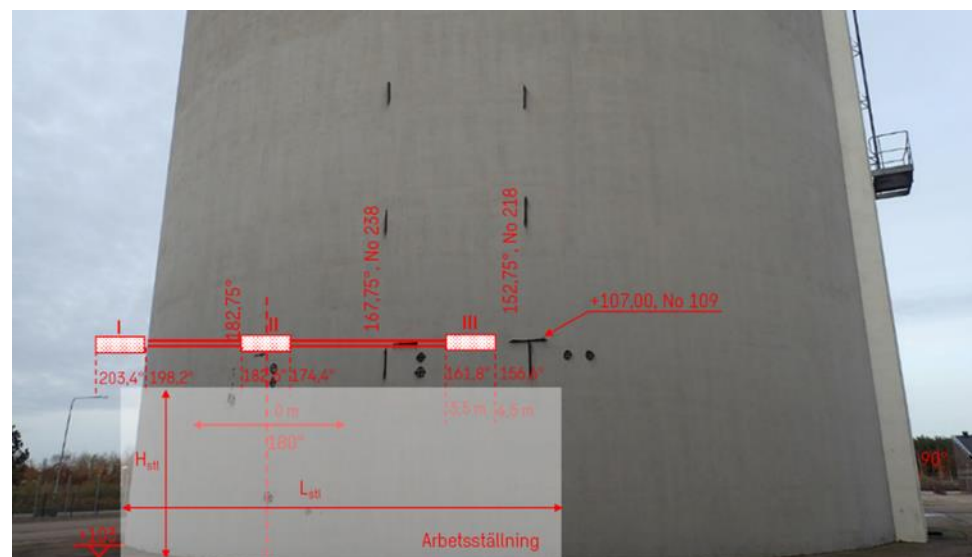


Bakgrund

Barsebäcks kärnkraftverk ska rivas vilket skapar möjlighet att testa olika effekter, som t.ex.

- bestämning av spännkraften hos linor i ett cementinjekterat foderrör,
- fortplantning och omfördelning av linornas spänning vid linbrott samt
- foderrörets, brukets och linornas tillstånd ca 40 år efter byggandet.

Filteranläggningen i Barsebäck - FILTRA



Frambilning av foderrör och linor



Frambilning av foderrör genom sömborring och vattenbilning



Injekteringsbruk

Linorna trycks ihop mot centrum av konstruktionen

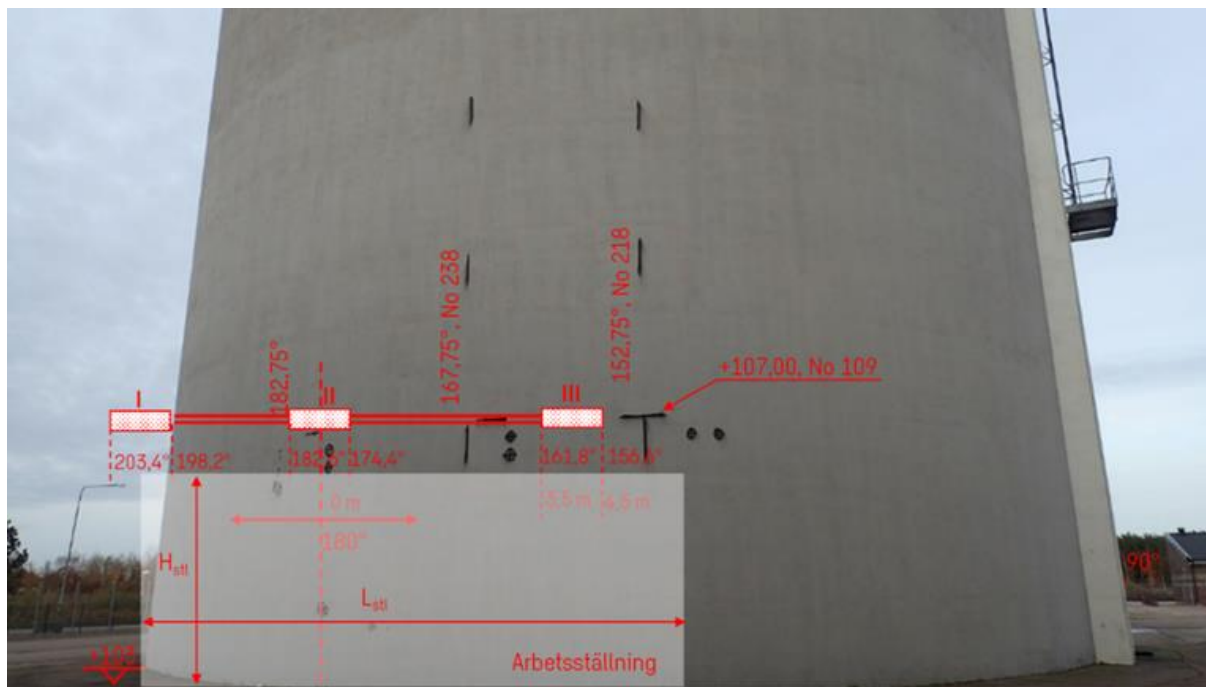
Instrumentering och kapning av linor



Linorna instrumenterades med trådtöjningsgivare, LVDT och temperaturmätare.
Linorna kapades med vinkelslip



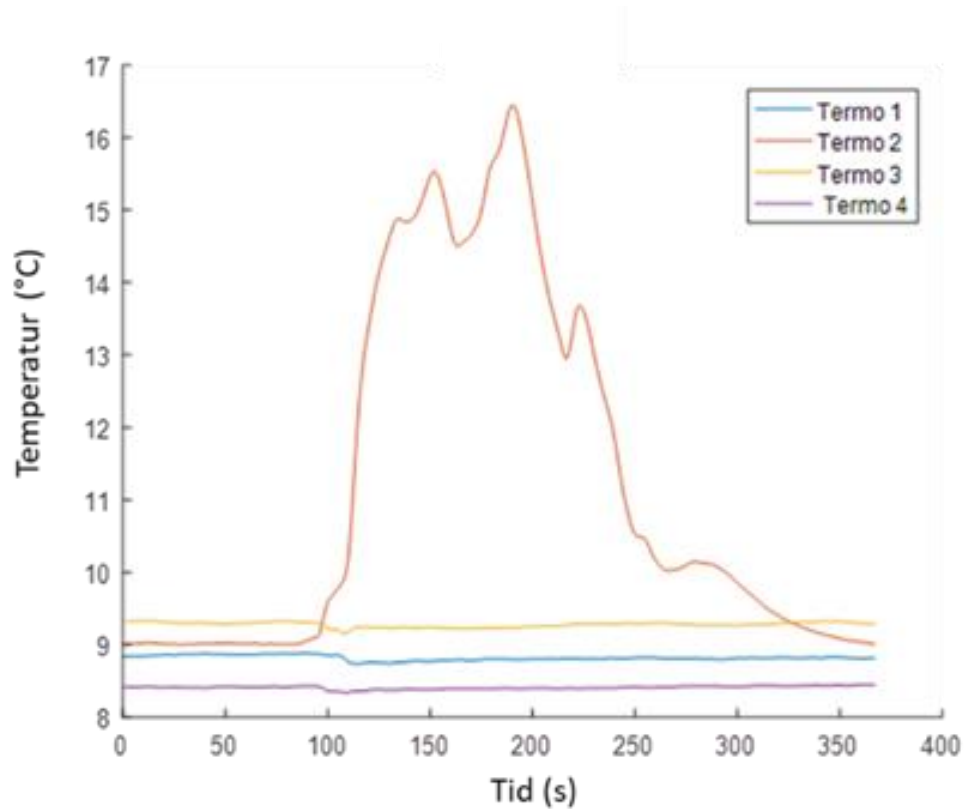
Placering av mätningstillen och givare



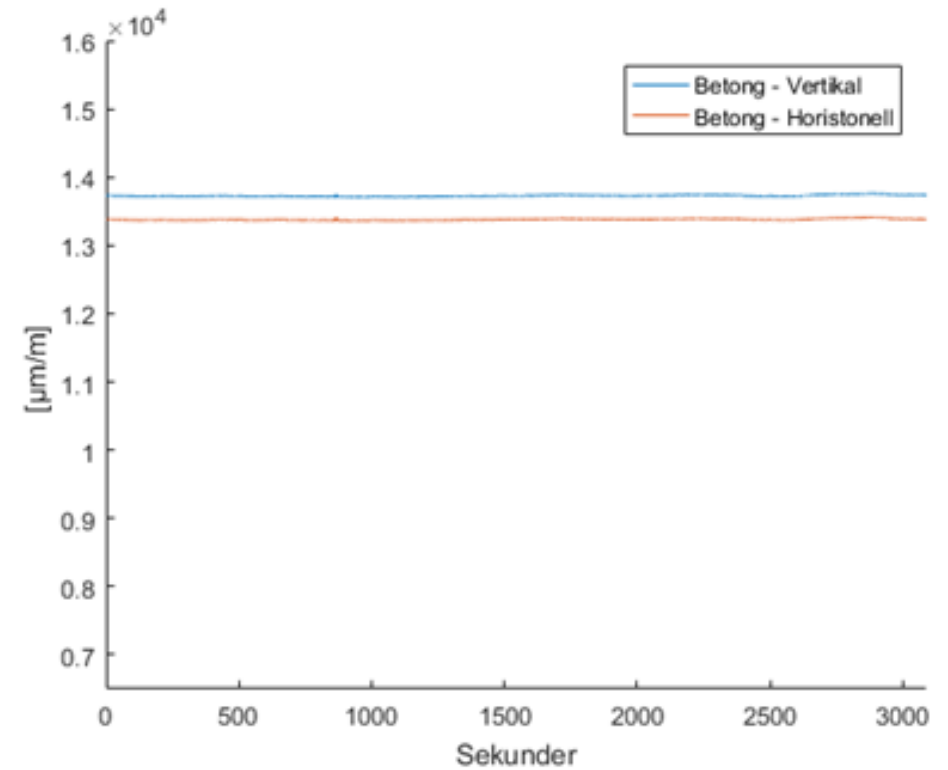
Tre mätningstillen, c-c avstånd = 4 m, Längd = 1 m
bredd = 0,5 m djup = 0,4 m.

Mätningstillen	Lina	TTG-v	TTG-m	TTG-h	Temp.
I	1	X	-	X	X
	2	-	X	-	-
	3	-	-	-	-
II	1	X	X	X	X
	2	-	X	-	-
	3	-	X	-	-
III	1	X	X	X	X
	2	-	X	-	-
	3	-	X	-	-
X = givare installerad - = givare inte installerad					

Mätningresultat

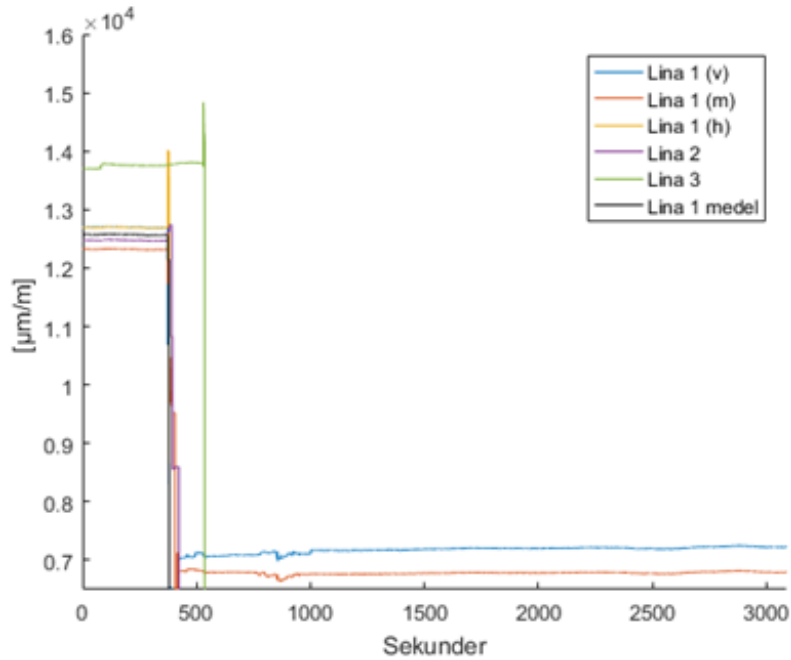


Temperaturförändring under kapning av Lina 1 på mätningställe III.



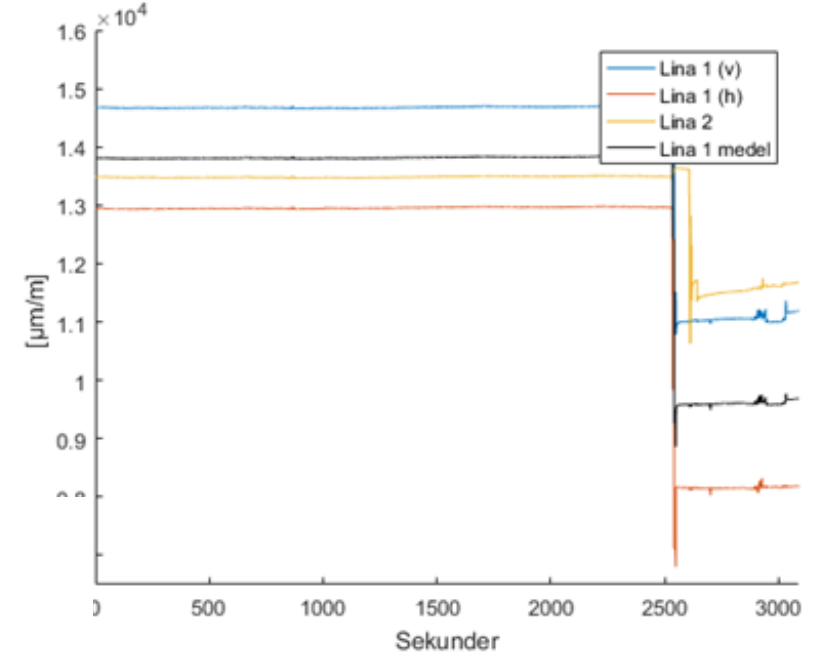
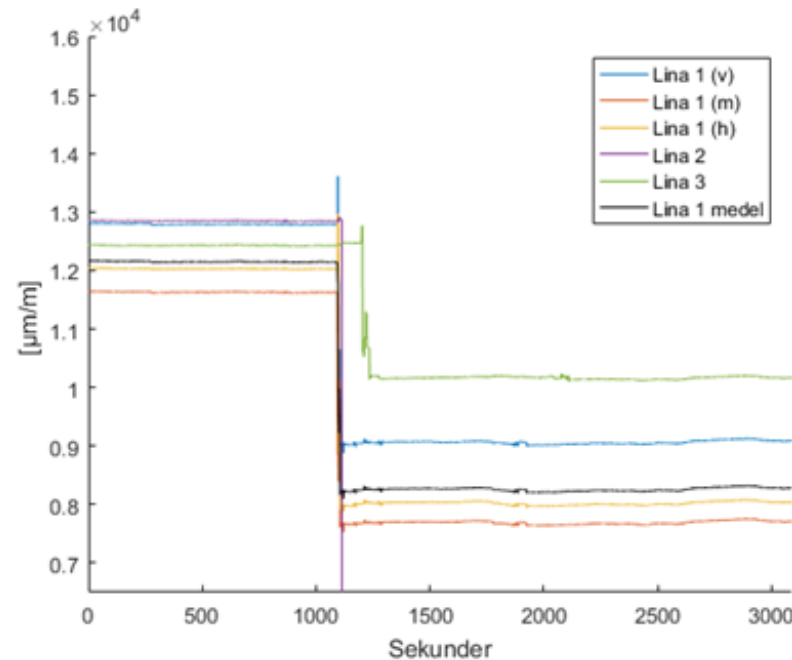
Töjningar på betongväggens utsida under hela kapningsprocessen. Kapningsprocessens effektiva tid var 3000 sekunder.

Mätningresultat



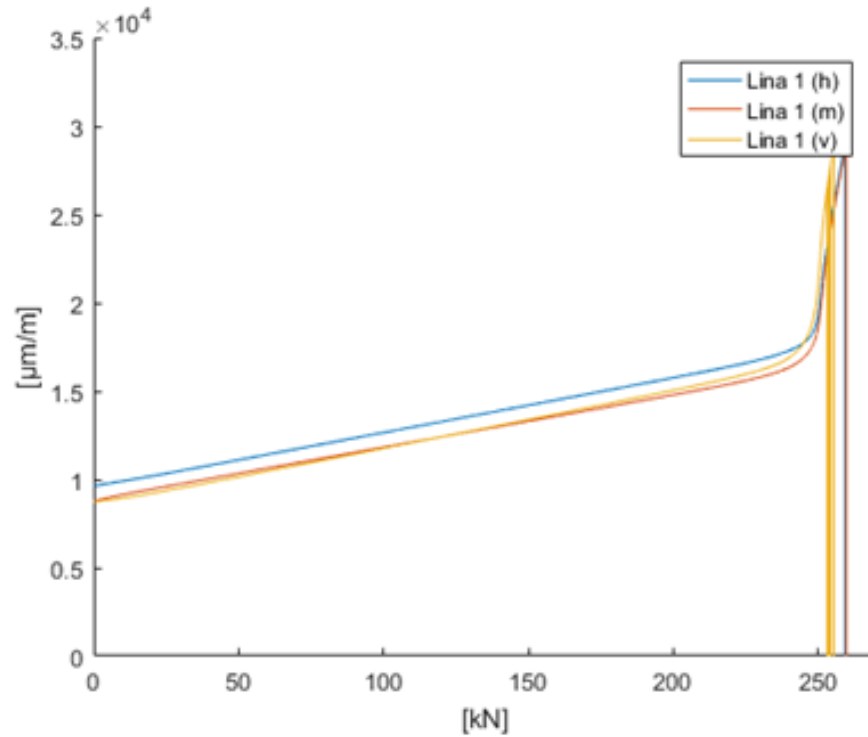
Kapning av linor på mätningställe III. Kapningarna började med kapning av en icke instrumenterad lina. Kapning av linan påverkade inte övriga linor på samma mätningställe.

Kapning av linor på mätningställe II



Kapning av linor på mätningställe I

Provningar i laboratoriet



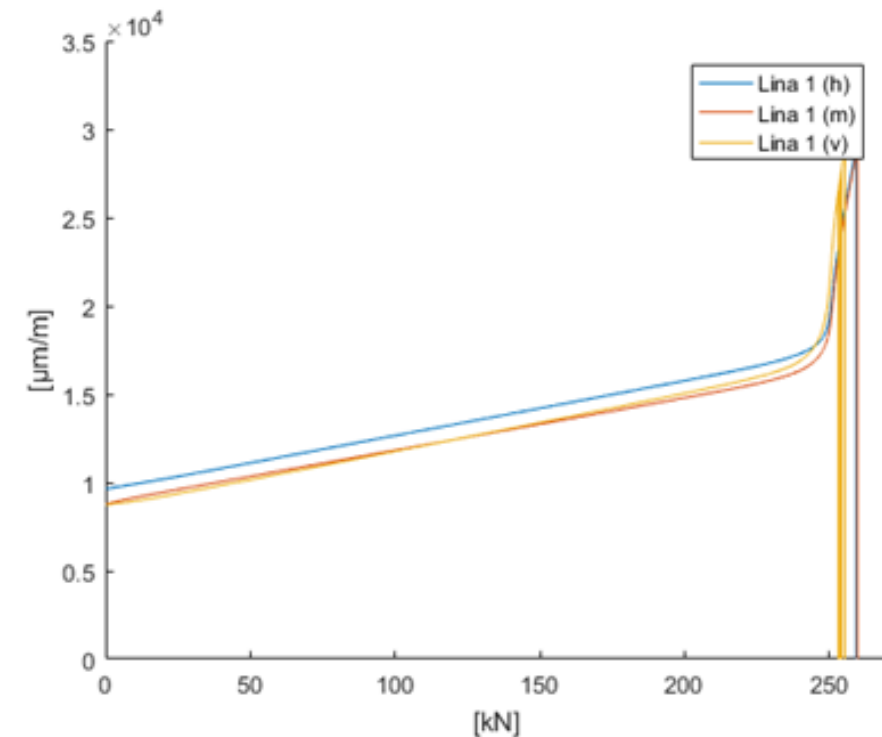
En kapad lina med bibehållen trådtöjningsgivare belastas i en provningsmaskin. Linan belastas till brott.



Spänningar och krafter i linorna

Linornas avlastning var mellan $0,39 \cdot 10^4 \mu\text{m}/\text{m}$ och $0,56 \cdot 10^4 \mu\text{m}/\text{m}$. Med förutsättningen att avlastningen respektive elasticitetsmodulen är $0,50 \cdot 10^4 \mu\text{m}/\text{m}$ respektive 195 GPa blir linans spänning 975 MPa, vilken motsvarar 136,5 kN. Linans tvärsnittsytta är 140 mm^2 .

Lutningen hos den linjära delen av sambandet mellan töjning och belastning som visas i figuren till höger är $30 (\mu\text{m}/\text{m})/\text{kN}$. Förändring av töjning motsvarande $0,5 \cdot 10^4 \mu\text{m}/\text{m}$ medför en kraftändring på ca 167 kN. Alltså är överensstämmelsen mellan fält- och labbresultaten inte tillfredsställande. Mätmetoden bör utvecklas.



Slutsatser

- Det är möjligt att bila fram foderrör och linor. Det krävs dock mycket vatten och för att minska vattenbehovet bör mätningställena sömborras före vattenbilningen.
- Det är svårt att identifiera en vald lina längs med ett foderrör. En metod bör utvecklas för att minska osäkerheten.
- Det går att limma trådtöjningsgivare på enskilda trådar för mätning av avlastning vid kapning av linorna. Det finns inte tillräcklig med data för att bestämma den spridning som kan finnas mellan spänningar i olika trådar i samma lina och mellan olika linor.
- Det är svårt att montera en LVDT på en lina för mätning av linas medeltöjning. Metoden bör utvecklas åtminstone för tillämpning i laboratoriet. Anledningen är att det är svårt att avgöra om den medeltöjning som bestäms genom medelvärdet av några trådtöjningsgivare motsvarar linans medeltöjning eller inte.
- Genom laboratorieprovningar bör man utreda mätmetodens felkällor och spridning av mätvärden.

SWECO

