



Ultraljudprovning av kapslingsrör med LAV

Lars-Ove Skogh, Risto Sonka

FOP:s Vårkonferens

26/3 2012

LAV ?

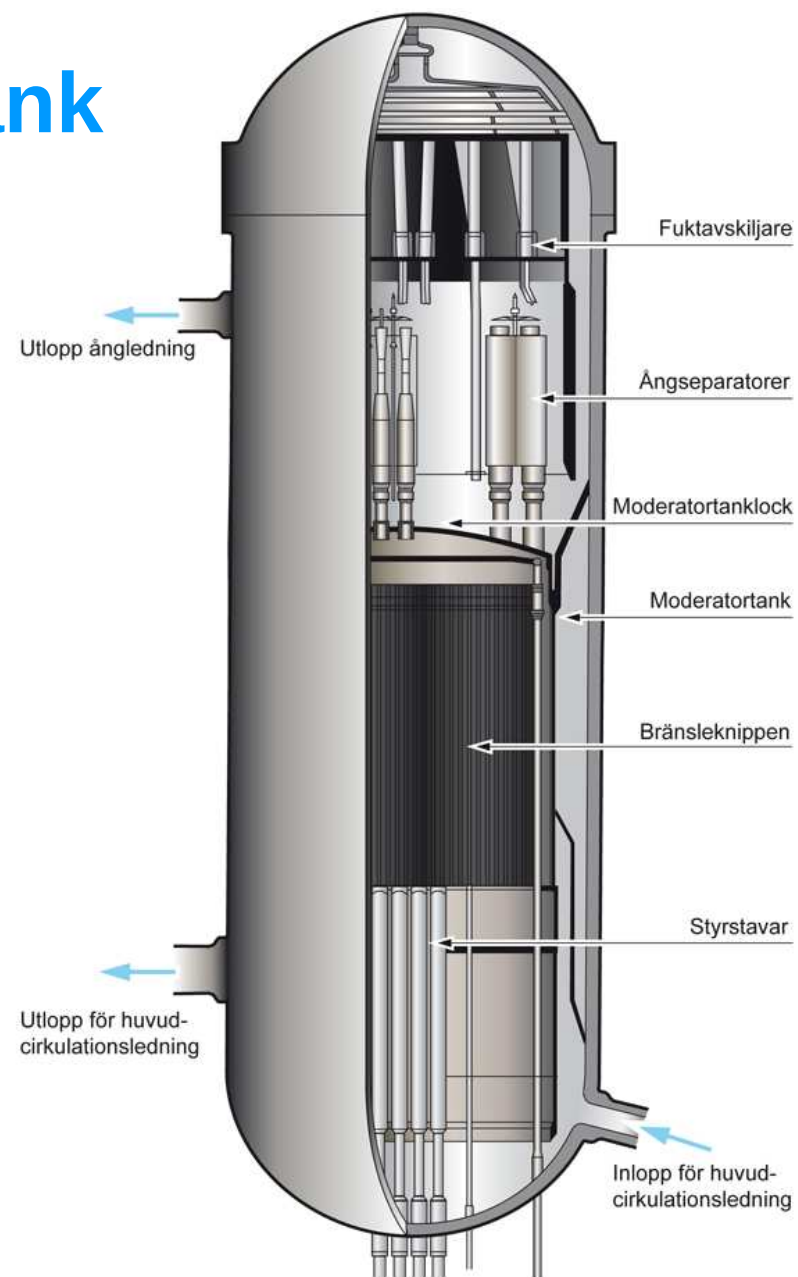
- Antal träffar på Google är 12 400 000
 - ✓ Renlav
 - ✓ Bastulav
 - ✓ Skägglav
 - ✓ o.s.v.



Innehåll

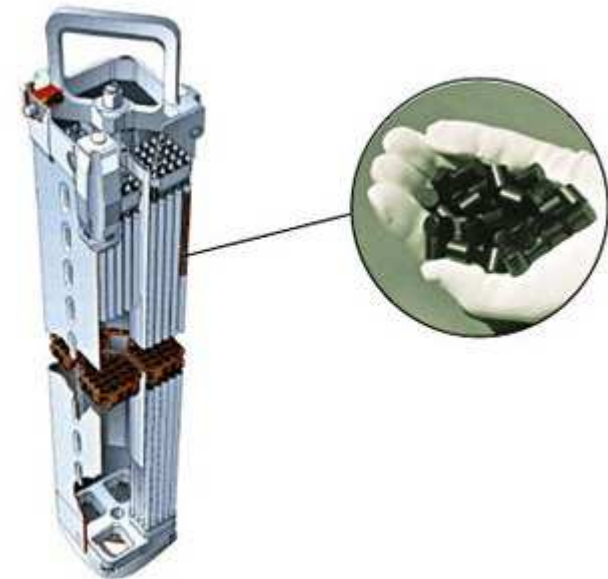
- **Produkten**
- **Ultraljudprovningen**
 - ✓ **Dimensionsmätning**
- **LAV**

Reaktortank



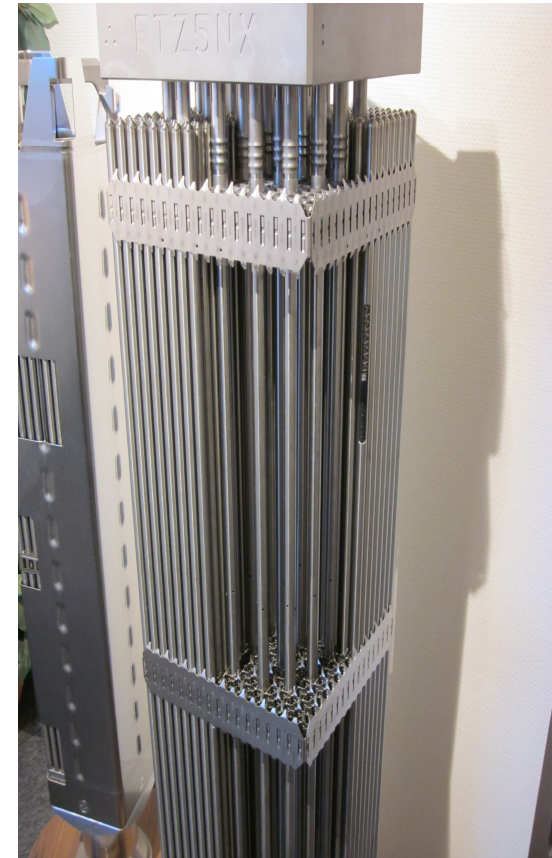
Produkten

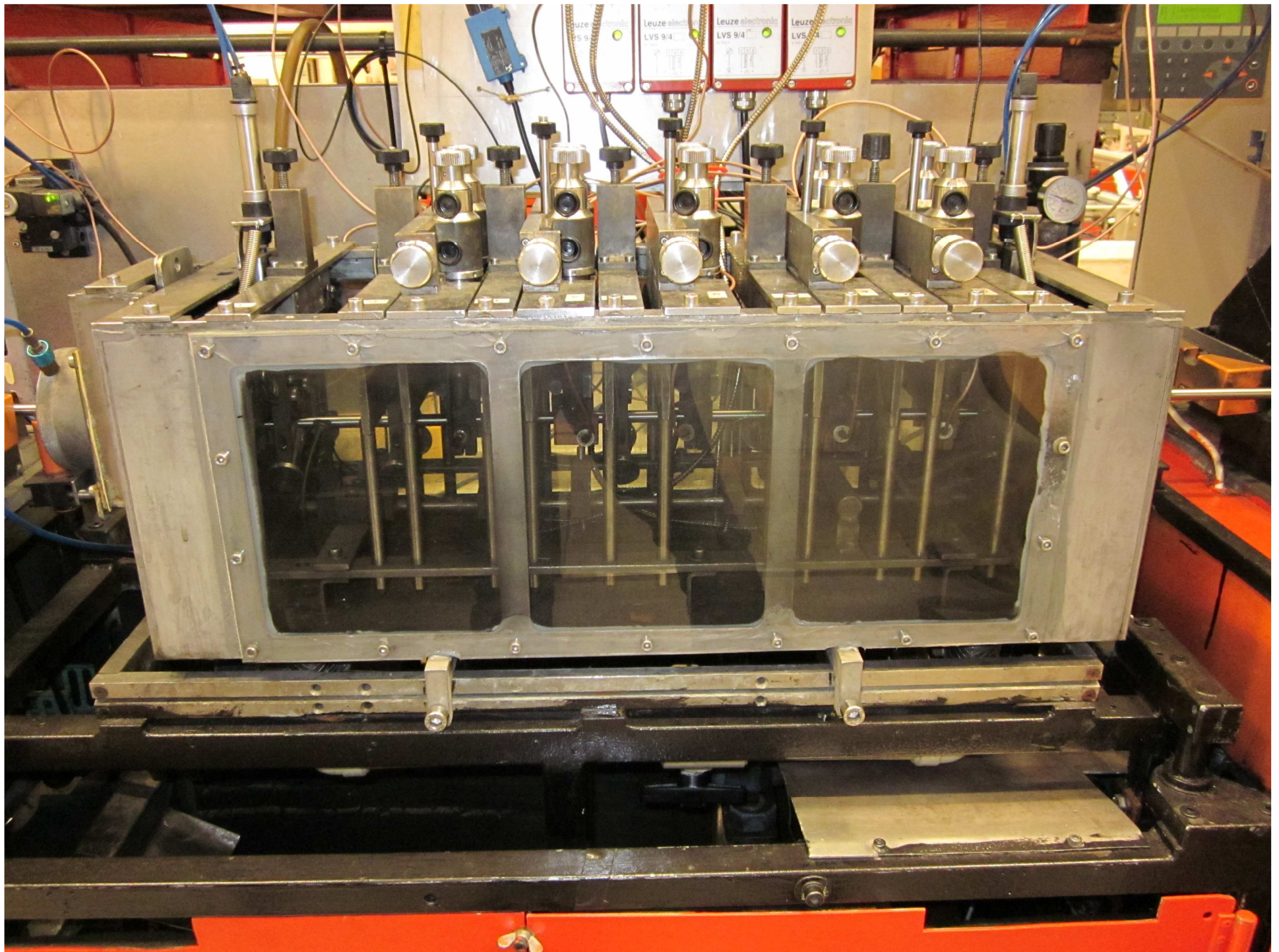
- **Kapslingsrör används i kärnkraftverk**
 - ✓ **Bränslestav (design svea 96)**
 - ✓ **Material, Zirkoniumbaserat (Zr 4/ZIRLO)**
 - ✓ **Rören fylls med urankutsar**
 - ✓ **Ett rör innehåller ca 360-400 kutsar**
 - ✓ **Atomkylvning som skapar energi**



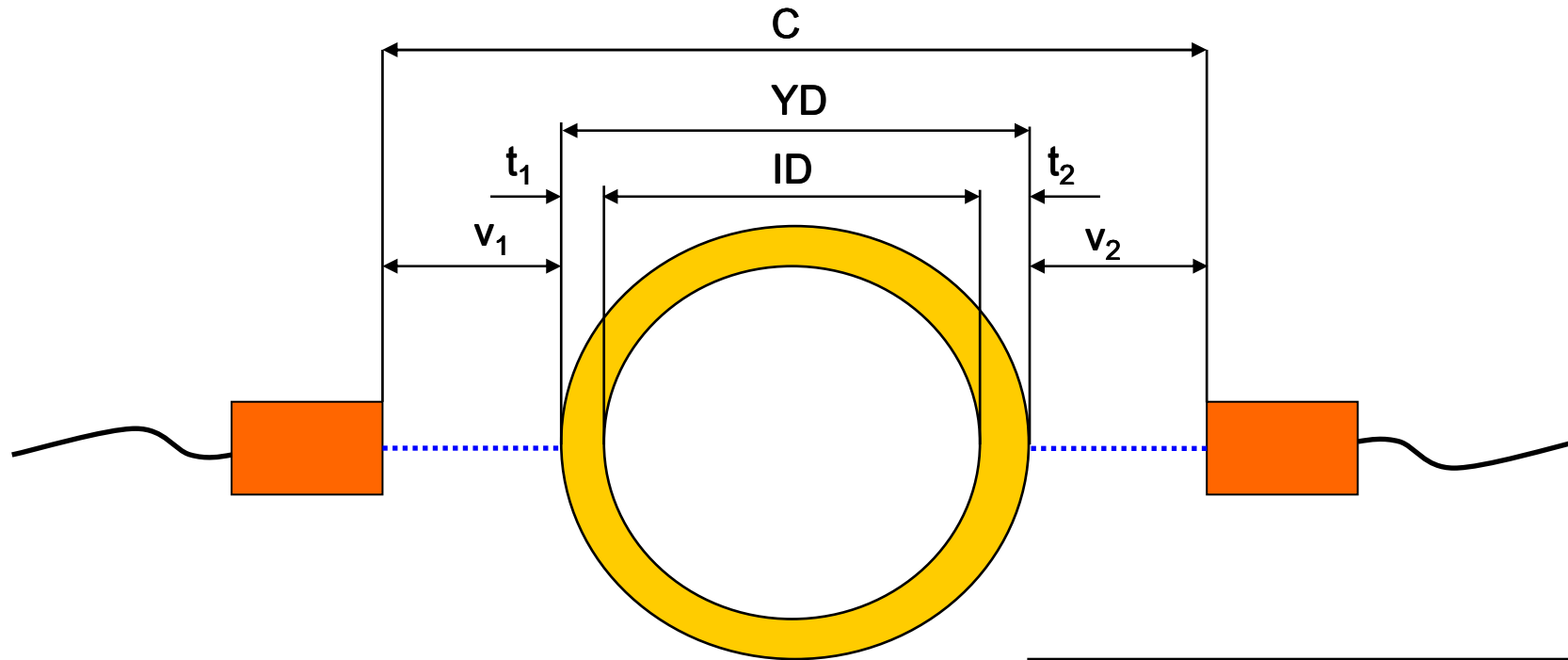
Produkten

- Ett rör är ca 4000mm långt
 - ✓ Ultraljudprovning i 3 olika mellandimensioner
 - ✓ Samtliga rör får ett unikt rör nr (spårbarhet)
 - ✓ Slutlig ultraprovning Dimension/Defekt
 - ✓ Visuell syning
 - ✓ Lagring av data i 20 år





Dimensionssökare



$$YD = C - (v_1 + v_2)$$

$$ID = C - (v_1 + v_2 + t_1 + t_2)$$

Förutsättningar

- **Dimensionskrav**

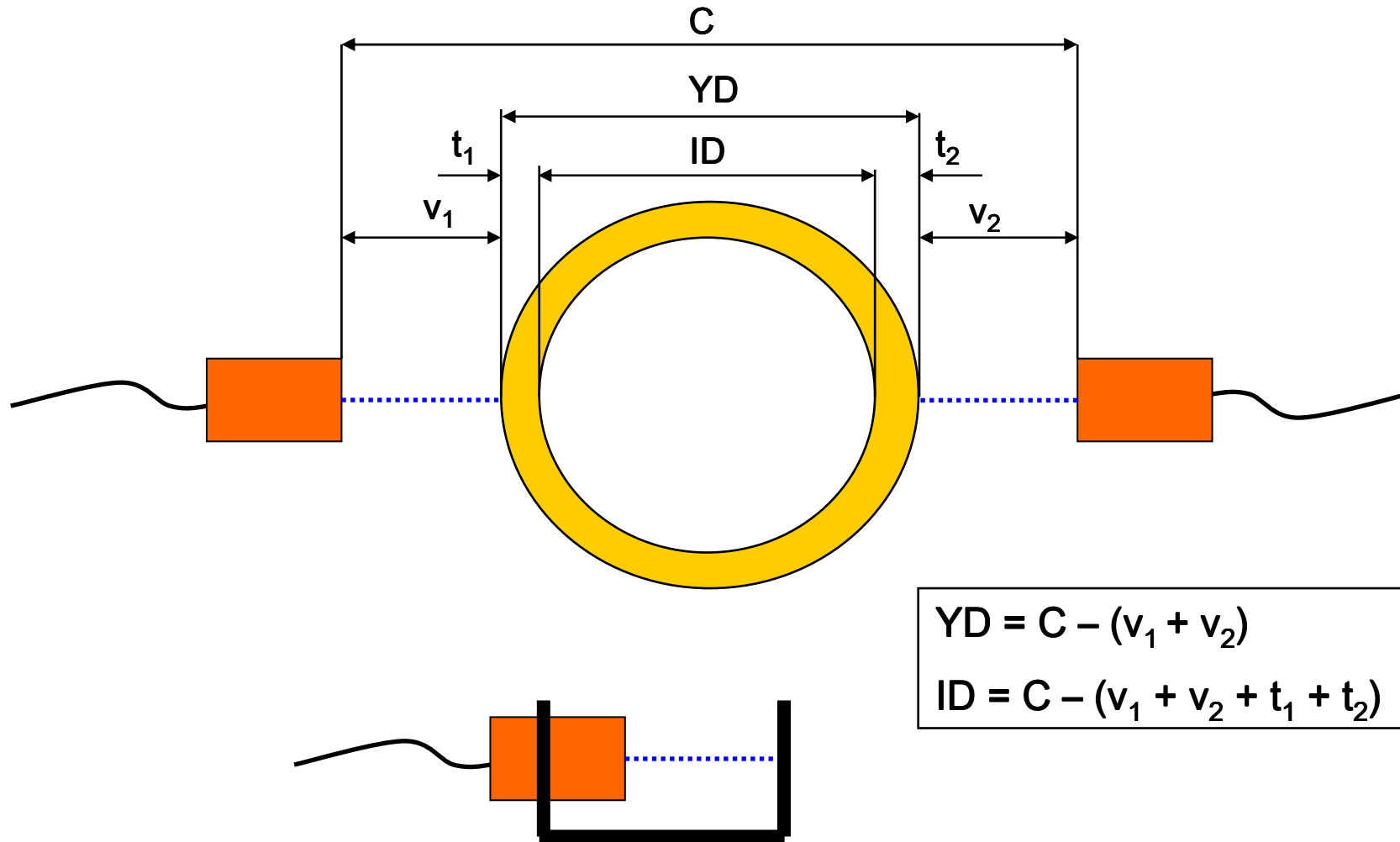
- ✓ Ytterdiametern 9.50 ± 0.038 mm
- ✓ Innerdiametern 8.357 ± 0.038 mm
- ✓ Vägg min 0.526 mm, nominell 0.571 mm

- **Temperatures inverkan**

- ✓ Ljudhastighet i vatten – ca 1500 m/s vid 25 °C
- ✓ Ändrar sig ca 3 m/s per grad
- ✓ En grads temperaturökning ger en ändring av löptid på 0.2 %
- ✓ Innerdiametermätningen påverkas ca 0.08 mm per grad ...

- **... d v s detta fungerar inte!**

Dimensionssökare



FAKTA

Ultraljudprovning av 1 st rör

- ✓ Varvtal 4000 RPM
 - ✓ PRF 6.6 kHz
 - ✓ Pulstäthet 0.3 mm → ca 100 pulser/varv
 - ✓ Stigning < 2 mm → ca 2000 varv/rör
 - ✓ 10 st sökare med olika uppgifter
-

**Antal ultraljudpulser per rör 2 000 000 st ...
... varav 400 000 för dimensionsmätningen!**

Produktivitet

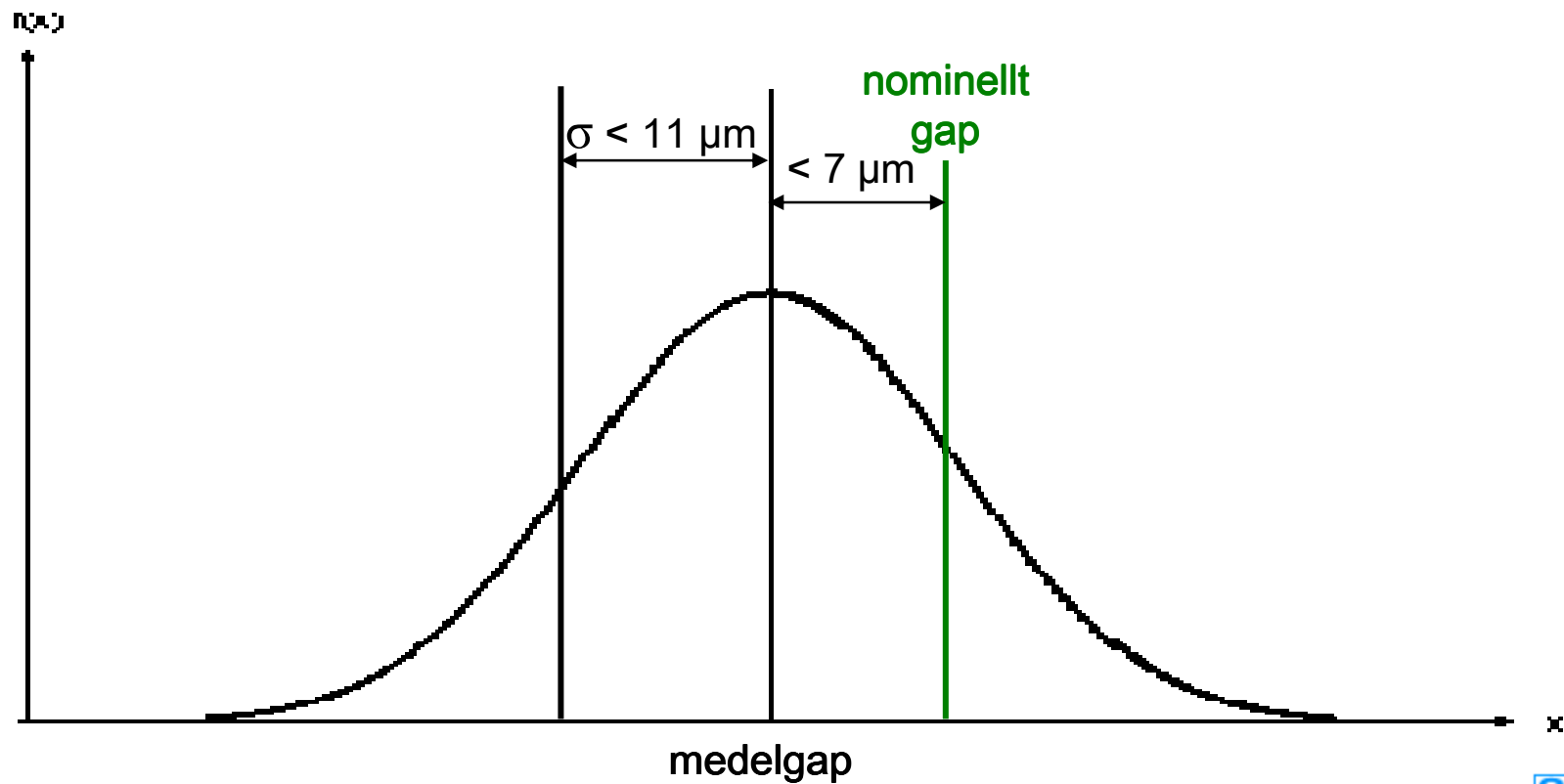
- **Ca 8000 rör / veckan**
 - ✓ **Årsbasis 1.2 miljoner meter = 300 000 rör**

Bakgrund

- År 2001 besökte vi en kund i Europa för att för första gången komma i kontakt med **LAV**
- Behov av snabbare upprampning av effektuttag
- Risk för spänningar mellan kuts och rör
- Två viktiga parametrar
 - ✓ Rörets innerdiameter
 - ✓ Urankutsens ytterdiameter
- Lösningar
 - ✓ "Linerskikt" som "stötdämpare"
 - ✓ Snävare toleranser på gapet

Gapkrav

- Standardavvikelsen för gapet får inte överstiga 11 μm
- Gapets medelvärde får inte avvika mer än 7 μm från nominellt gap

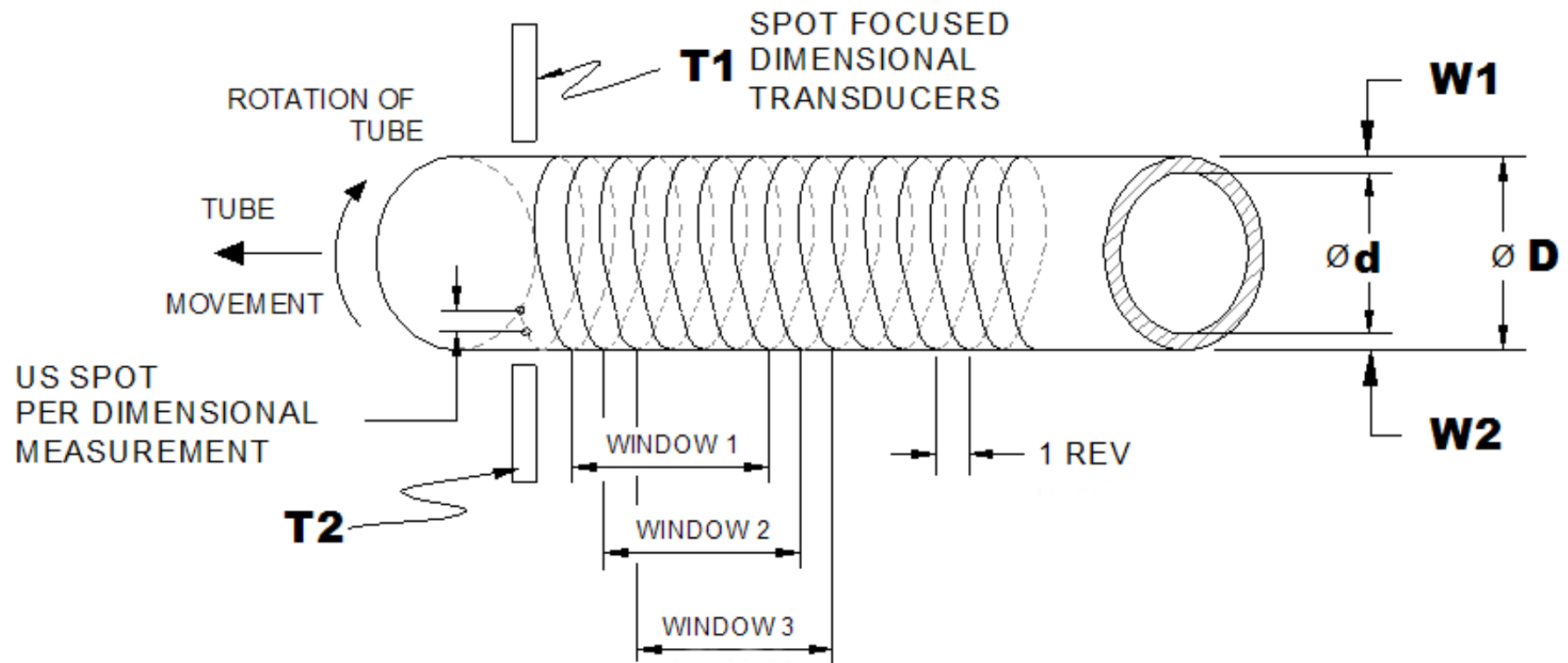


LAV

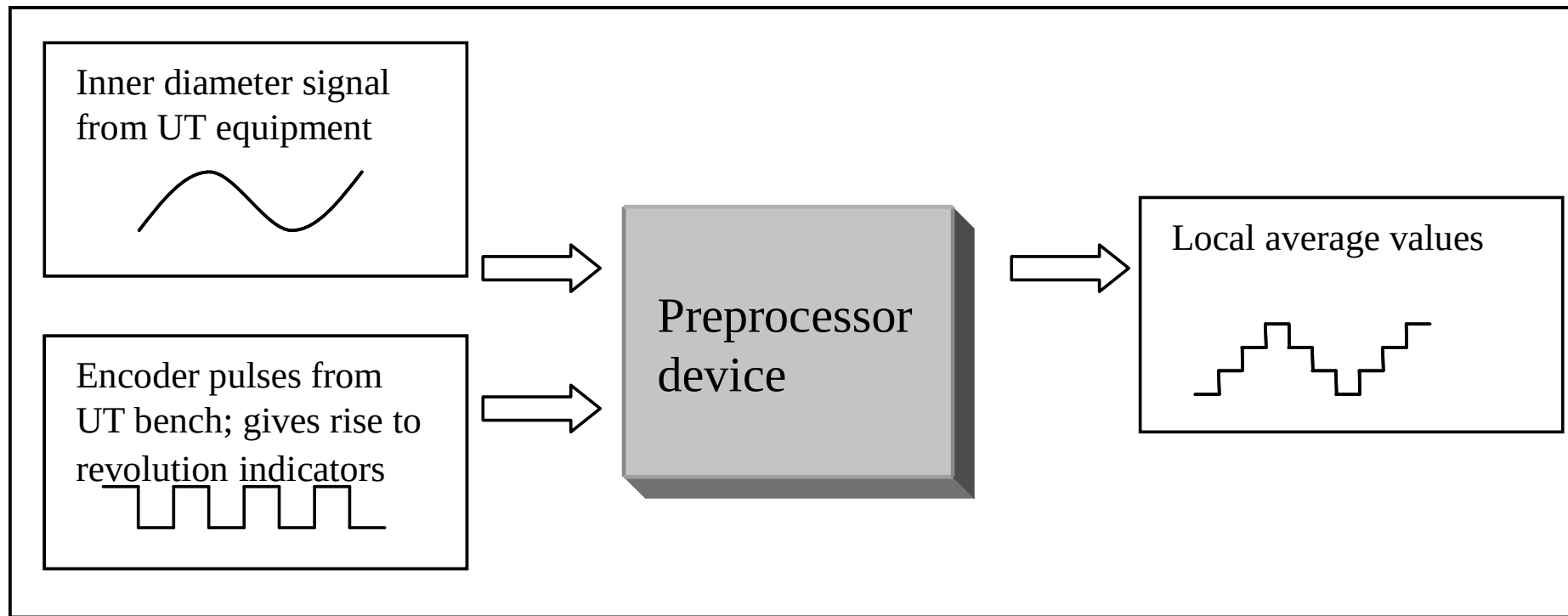
- **Local Average Value**

- ✓ Är ett medelvärde av innerdiametern i ett kapslingsrör under en sträcka som motsvarar en längd av en urankuts
- ✓ Medelvärdet får en snävare tolerans $\pm 20\mu\text{m}$ jämfört med den "vanliga" innerdiametern $\pm 38\mu\text{m}$
- ✓ Statistiska rapporter på levererade rörs innerdiameter kombineras med motsvarande rapporter på urankutsens diameter
- ✓ "Gapanalys" utförs av bränsletillverkaren per order och per år

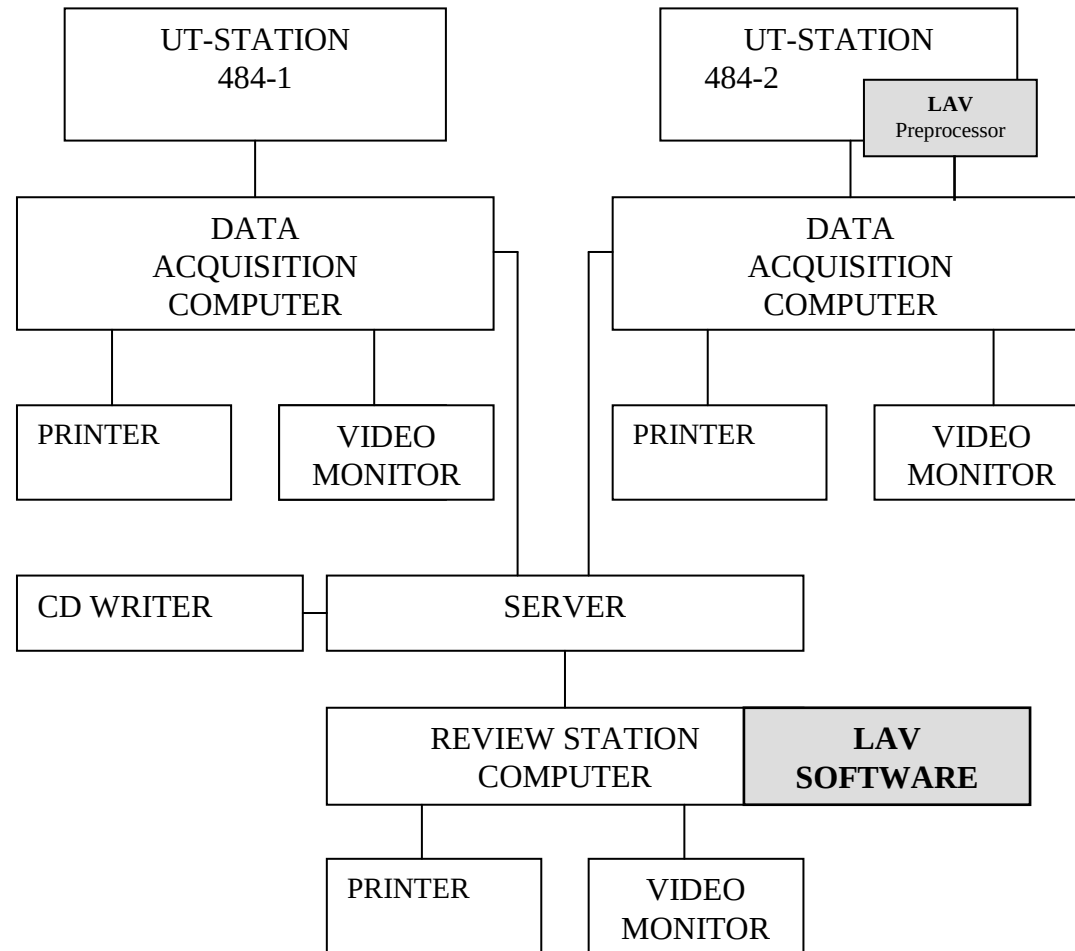
LAV



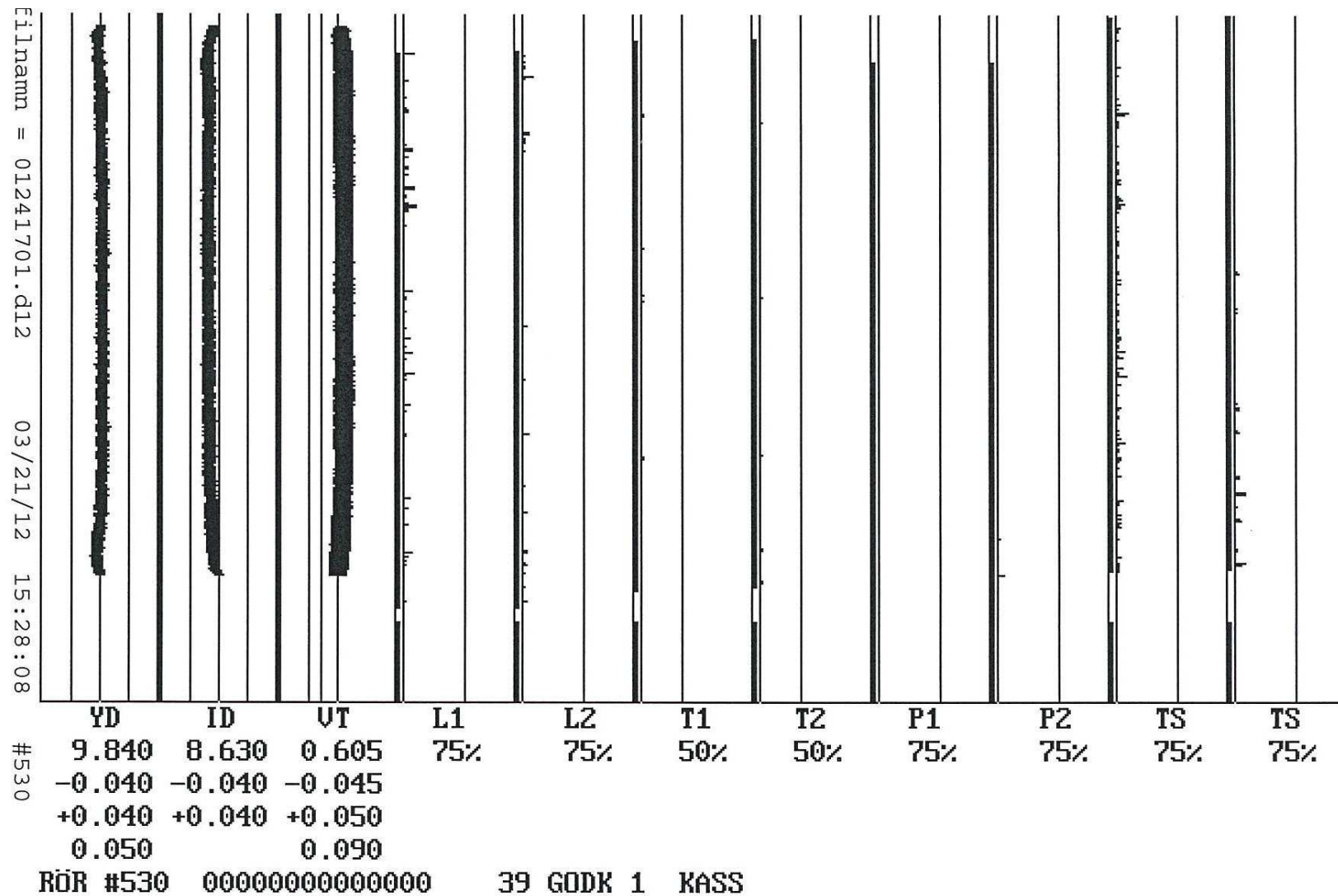
Lösningen – LAV Preprocessor



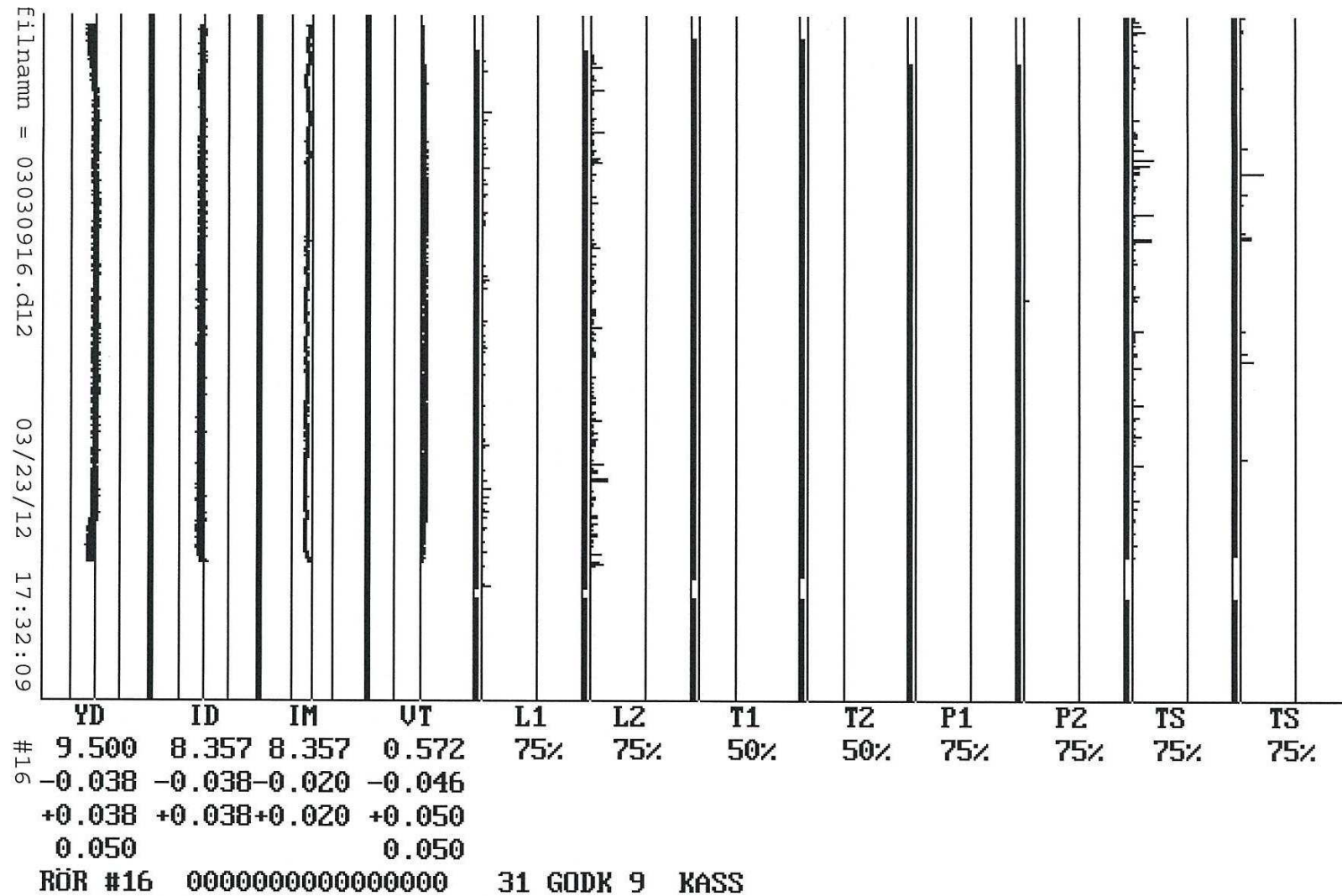
Datainsamling



Datainsamling utan LAV



Datainsamling med LAV



LAV idag

- **Två olika krav finns**
 - ✓ **Gapanalys (som beräknas i efterhand på 15%) max 11µm**
 - ✓ **LAV beräknas på samtliga rör (100%) direkt vid provningen**
 - ID-medelkanalen med insnävande toleranser $\pm 20\mu\text{m}$

Tack för uppmärksamheten !

Frågor
?