

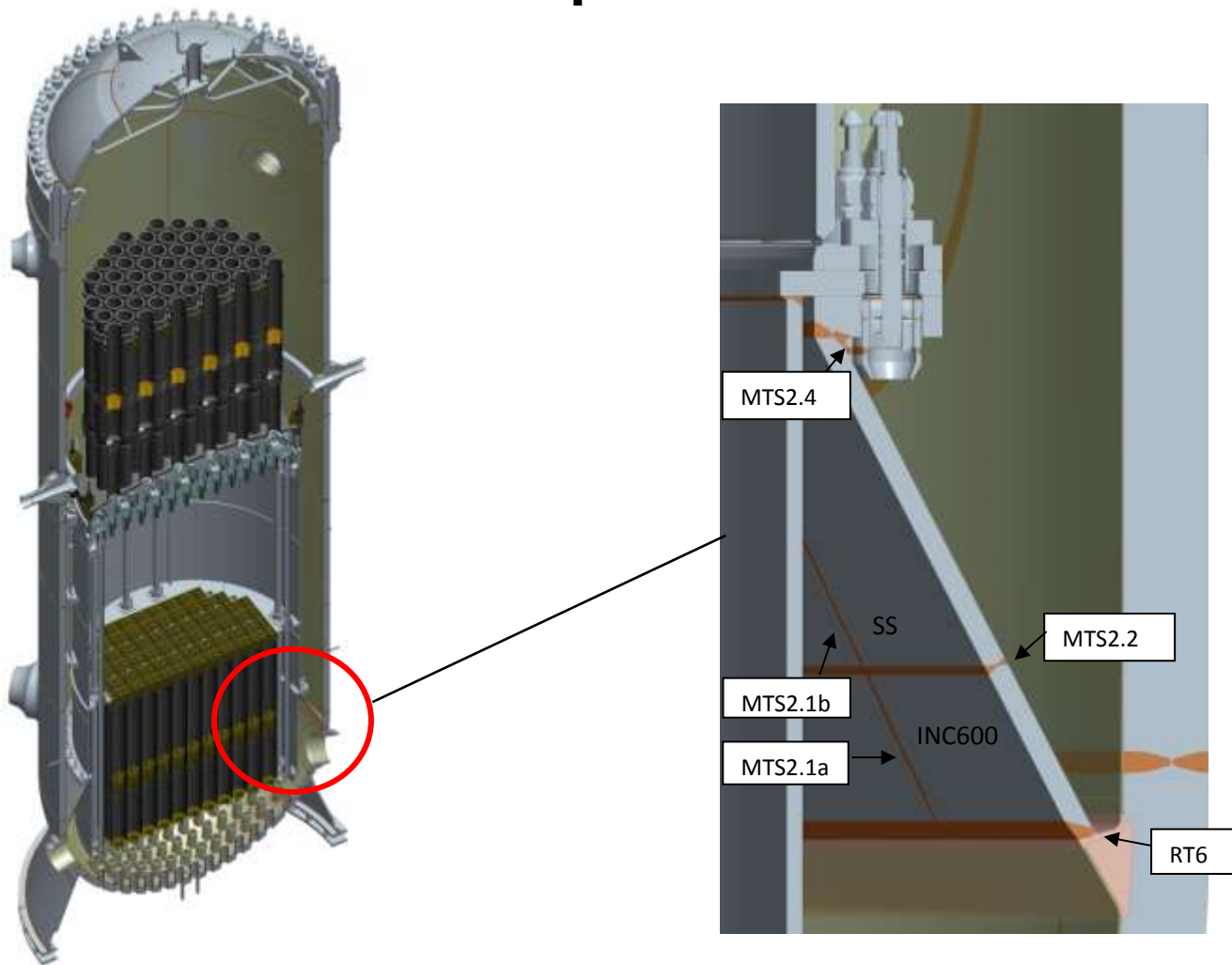
# Provningar av O2 MTS

**Åke Jonsson, OKG AB**

**Martin Svensson, MSV Consulting AB**

# O2 - MTS

## ÅK-inspektioner 2013 - 2015



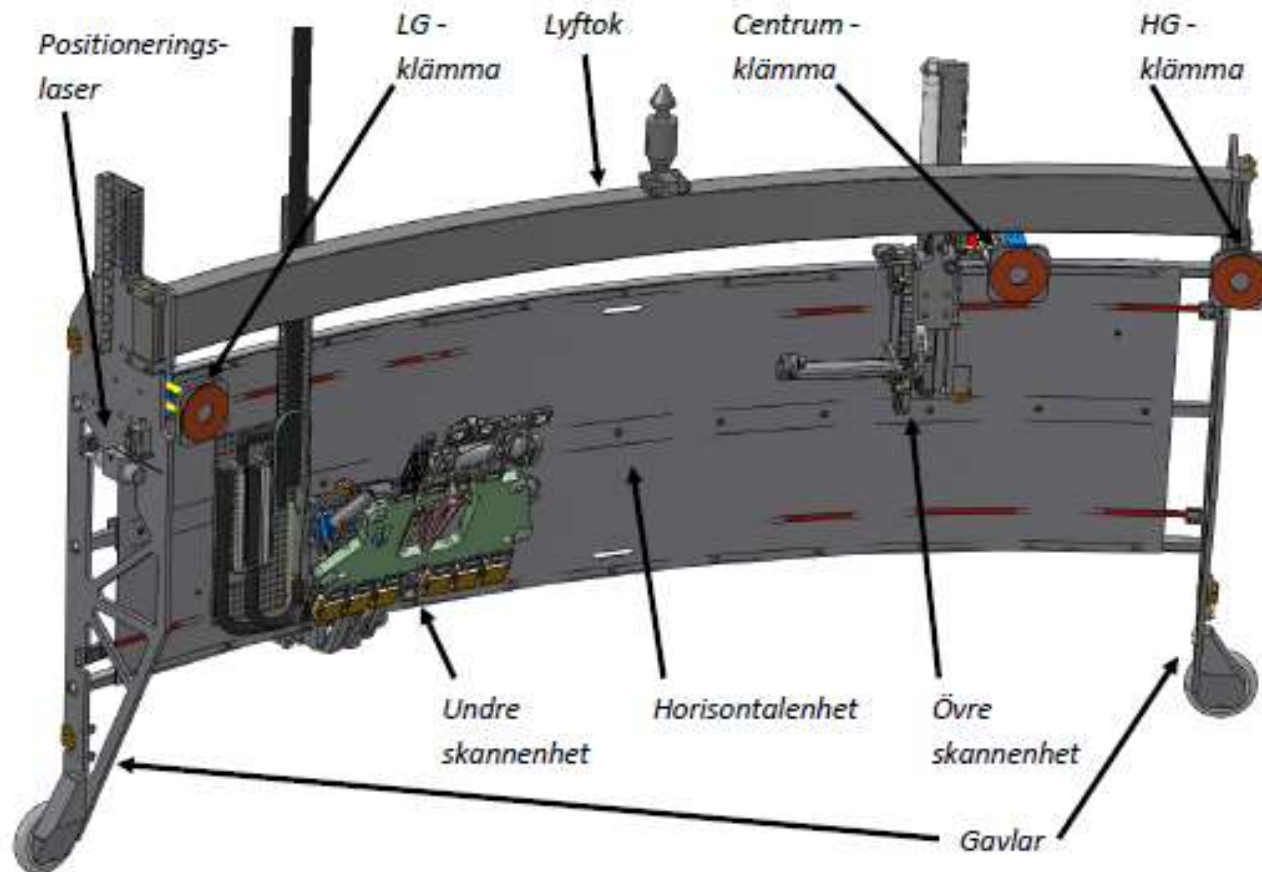
# O2 - MTS

## Inspektioner RA2-13

- **Samtliga svetsar i moderatortankstativet genomgick återkommande kontroll i juni 2013. Provningen utfördes med virvelström (ET) och ultraljud (UT) med avseende på in- och utvändigt ytbrytande defekter.**
- **Provningarna utfördes från fallspalten.**
- **I svets RT6 rapporterades ett stort antal defekter, främst invändigt ytbrytande tvärgående sprickor.**

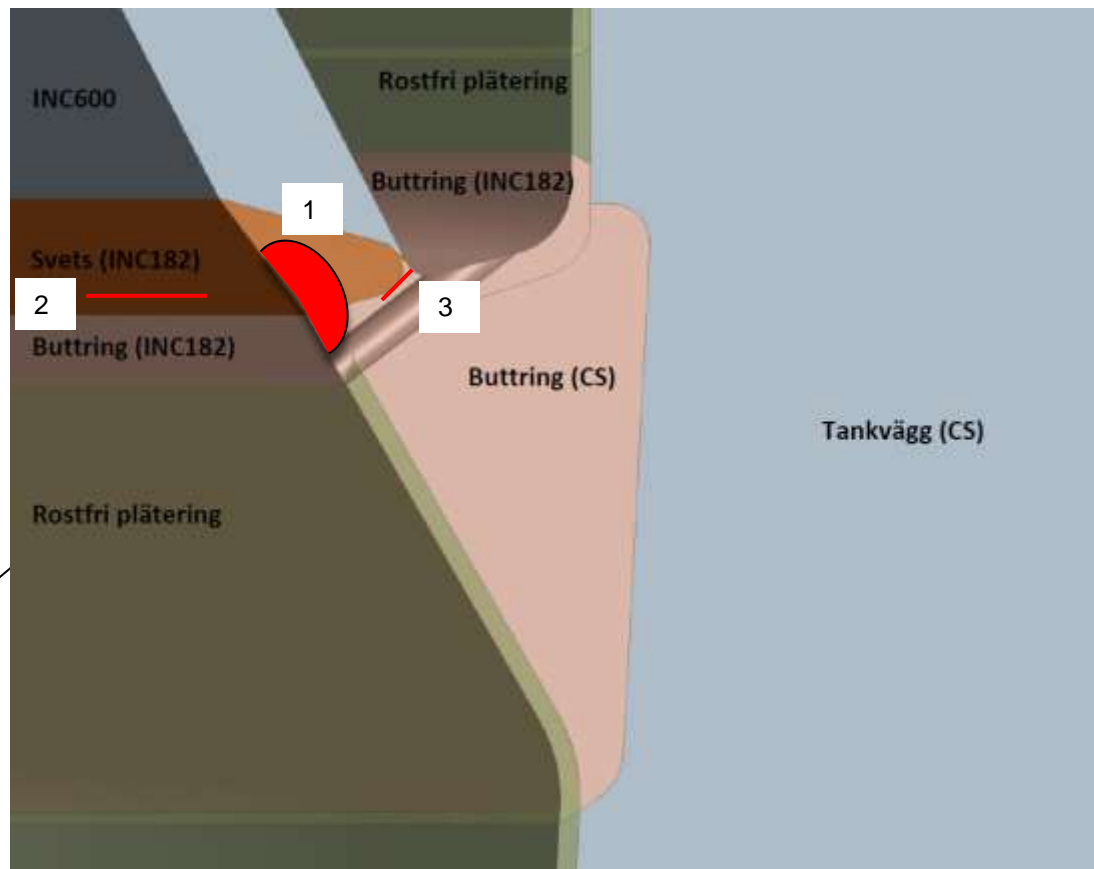
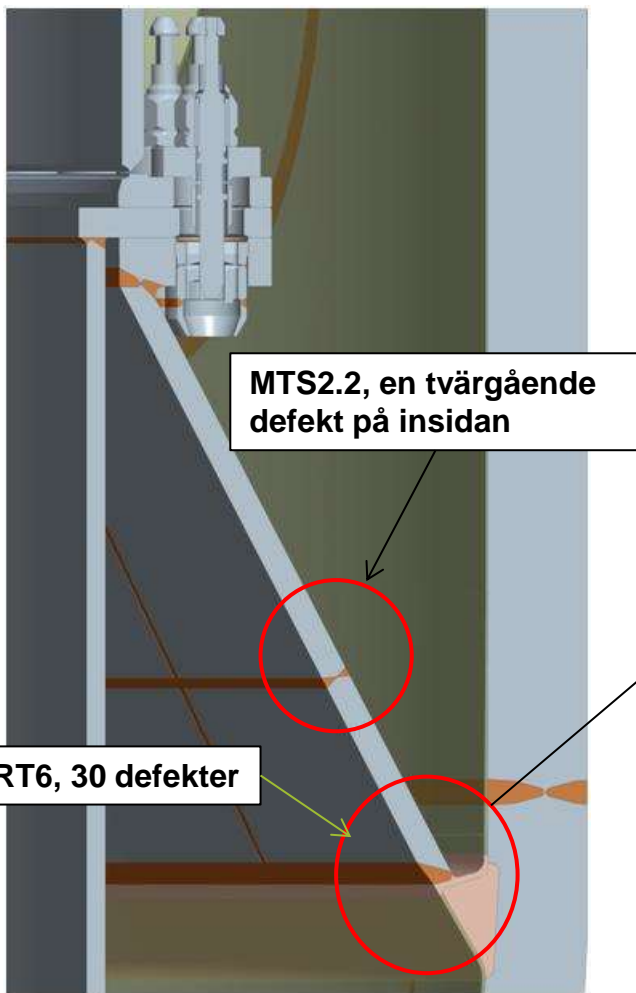
# O2 - MTS

## Provningsystemet MTS



# O2 - MTS

## Rapporterade defekter 2013



Tre typer av defekter rapporterades:

1. Tvärgående defekter insida (22st)
2. Längsgående defekter insida (3st)
3. Längsgående defekter utsida (5st)

# O2 - MTS

## Resultatet för RT6

- De 22 invändiga tvärgående defekterna i RT6 är huvudproblemet. De övriga ligger alla inom acceptabla storlekar för att hålla kvar ett 10-årigt inspektionsintervall.
- Samtliga defekter kunde längdbestämmas, dvs start- resp. stoppunkt kunde fastställas.
- Den längsta defekten (nr 20) hade en uppmätt längd av 40 mm. Det kunde dock ifrågasättas om längdmätningen skett inom det kvalificerade området.
- Eftersom ingen djupbestämning fanns kvalificerad måste samtliga defekter hanteras som om de vore genomgående.
- Defekterna bedömdes vara tillverkningsrelaterade svetsdefekter i kombination med att ytan slipats. Tillväxt har sedan skett i form av IGSCC/IDSCC. Defekterna kan därmed förväntas fortsatt tillväxa, men kommer med största sannolikhet stanna vid övergången till kolstålsbuttringen.

# O2 - MTS

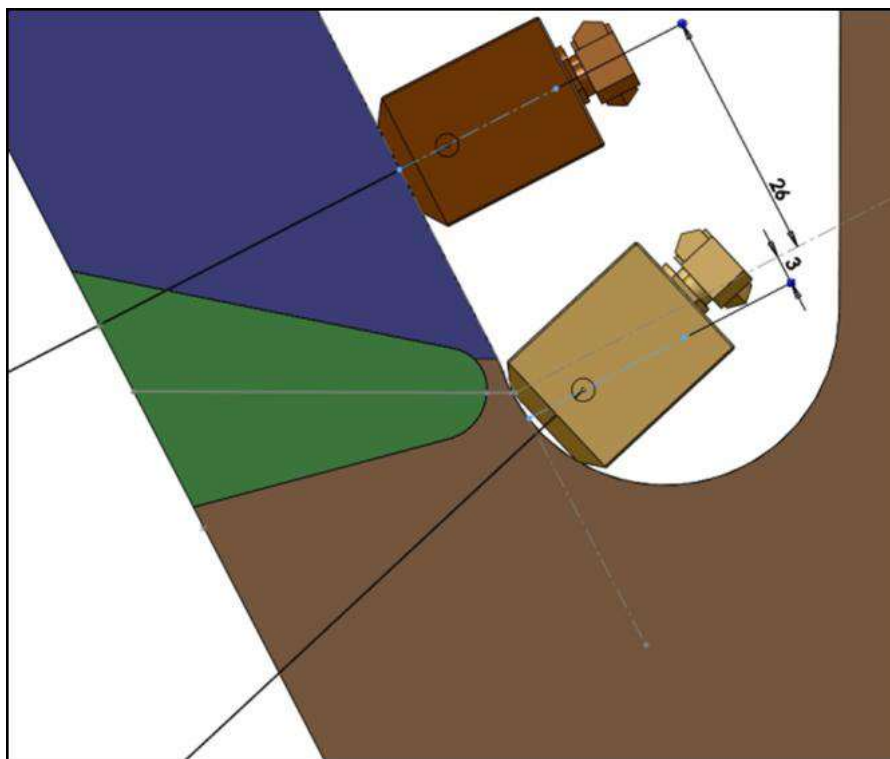
## Inspektionsvolymen i RT6

- Svetsen RT6 består av en Inconel 182-buttring som förbinder en uppbuttrad kolstålslack med en Inconel 182-svets. Ovanför denna en Inconel 600-plåt. Inconelbuttringen fanns på plats vid värmebehandlingen under tillverkningskedet, varför den borde vara okänslig för sprickinitiering. Buttringens HAZ kan dock inte friklassas på samma sätt.
- Inspektionsvolymen bestod av Inconelsvetsen samt 10 mm på vardera sidan (HAZ).
- Längdmätningen var vid detta tillfälle kvalificerad från HAZ i Inconel 600-plåten, genom svetsen och 10 mm ner i Inconelbuttringen.
- Resultaten kunde tolkas som att några av defekterna sträckte sig utanför det kvalificerade området, dvs längre ner i Inconelbuttringen än de kvalificerade 10 mm.

# O2 - MTS

## RT 6 – Profilmätningar

Vid inspektionstillfället var det inte möjligt att klarställa om defektlängderna var uppmätta inom det kvalificerade området. Anledningen var att radien i botten på fallspalten skiftade från position till position, och sökarens exakta position och vinkel i och med detta var omöjlig att fastställa i dess nedre läge.



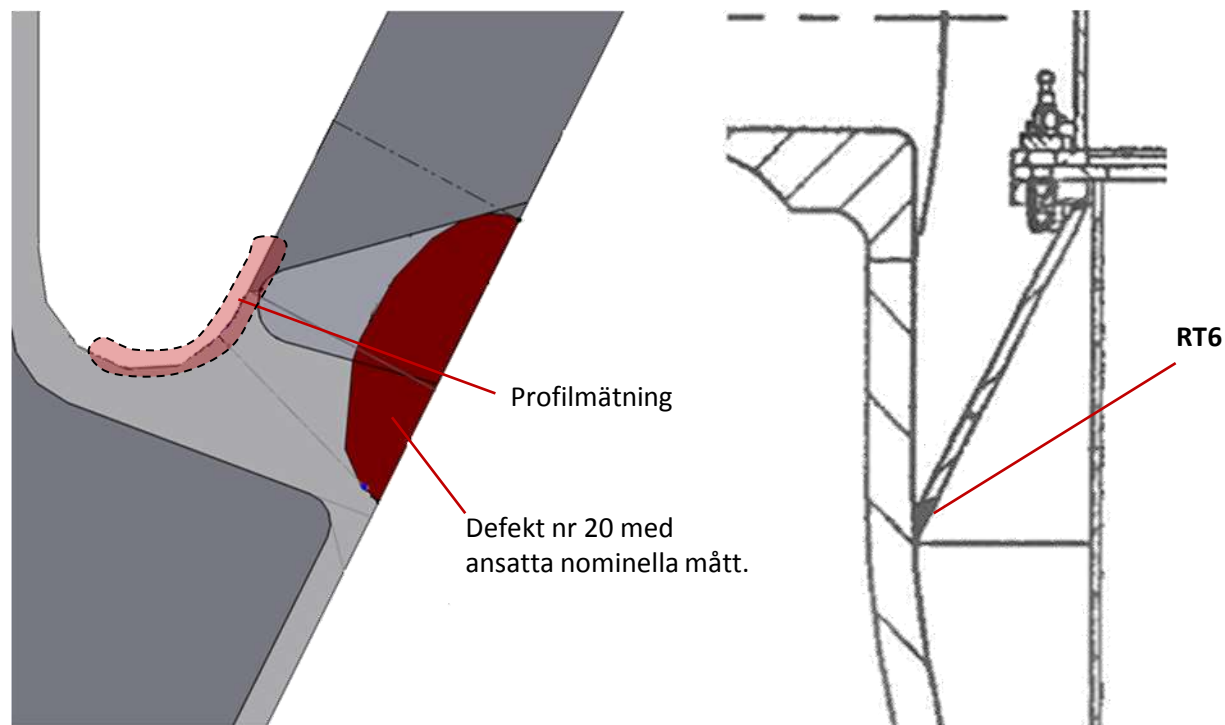
**Sökarens läge vid ritningsenliga mått**



# O2 - MTS

## RT 6 – Profilmätningar

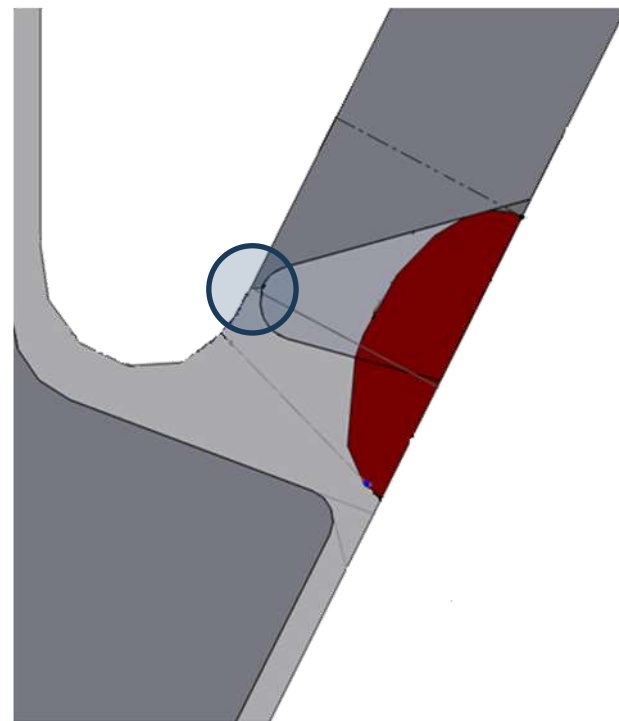
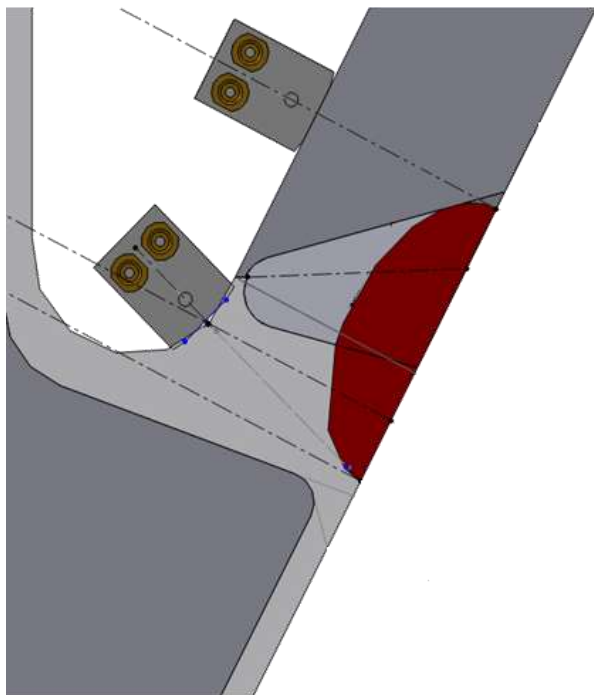
Ett nytt projekt initierades därför för att klarställa geometrin vid varje defekt. Tekniken byggde på avgjutning med positioneringshjälp från ultraljudsgivare. Data skulle sedan användas vid CAD-modellering.



# O2 - MTS

## RT 6 – Profilmätningar

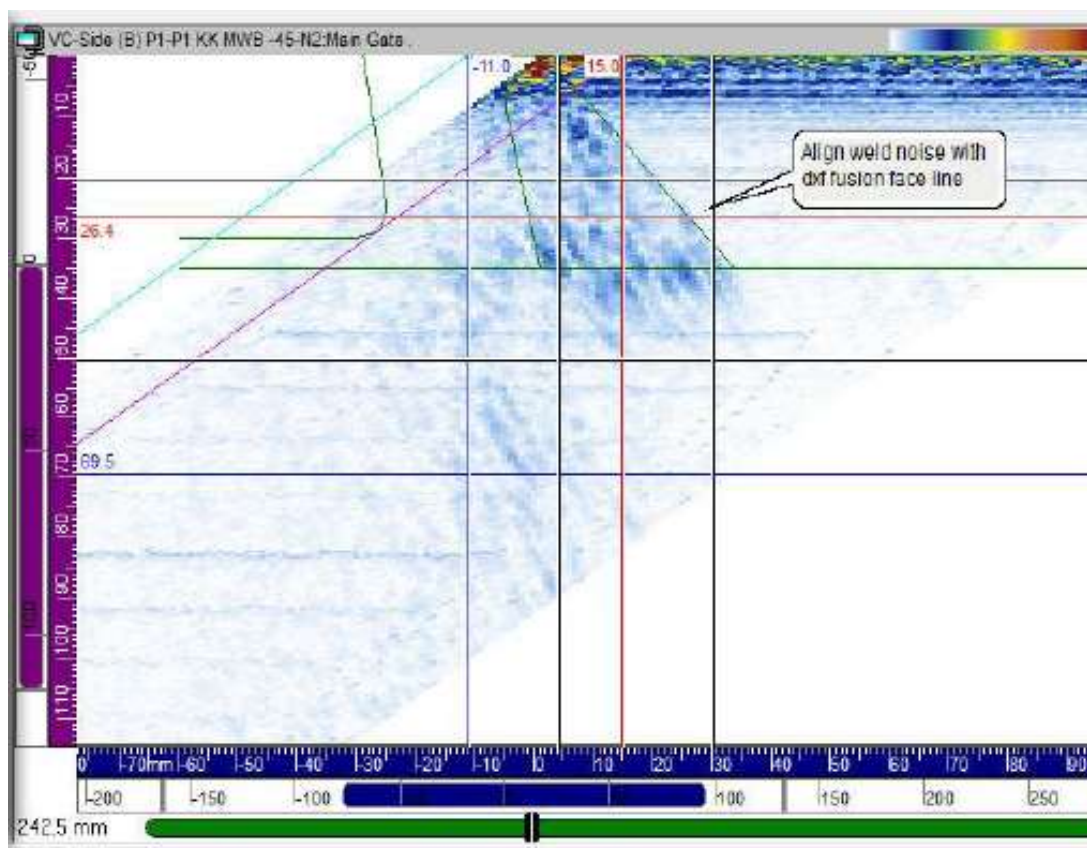
För att minimera positioneringsfelet för avgjutningen användes en UT-givare för att lokalisera den exakta positionen för svetsen.



# O2 - MTS

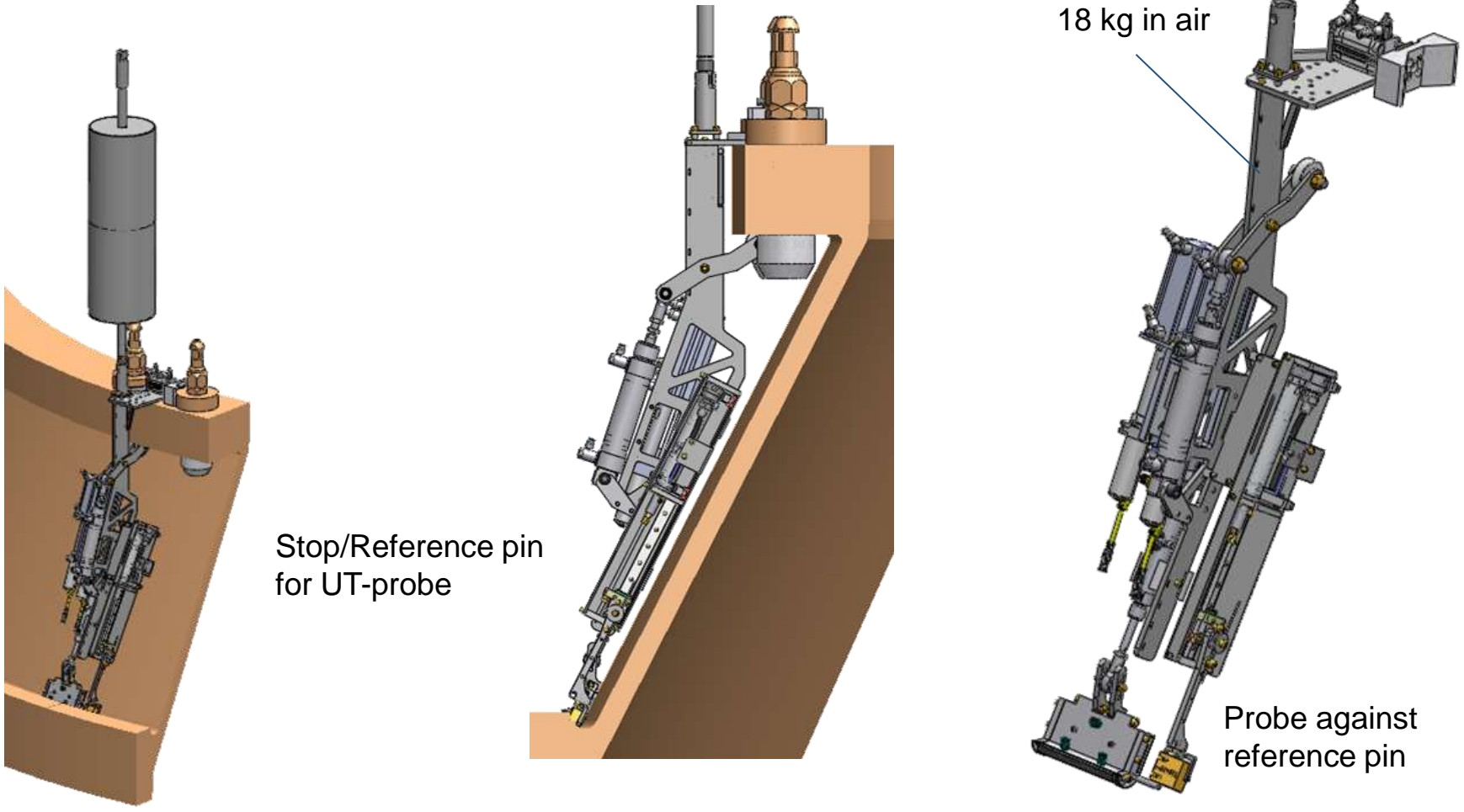
## RT 6 – Profilmätningar

Data från UT-proben för positionering med avseende på svetsens “fusion face angle”.



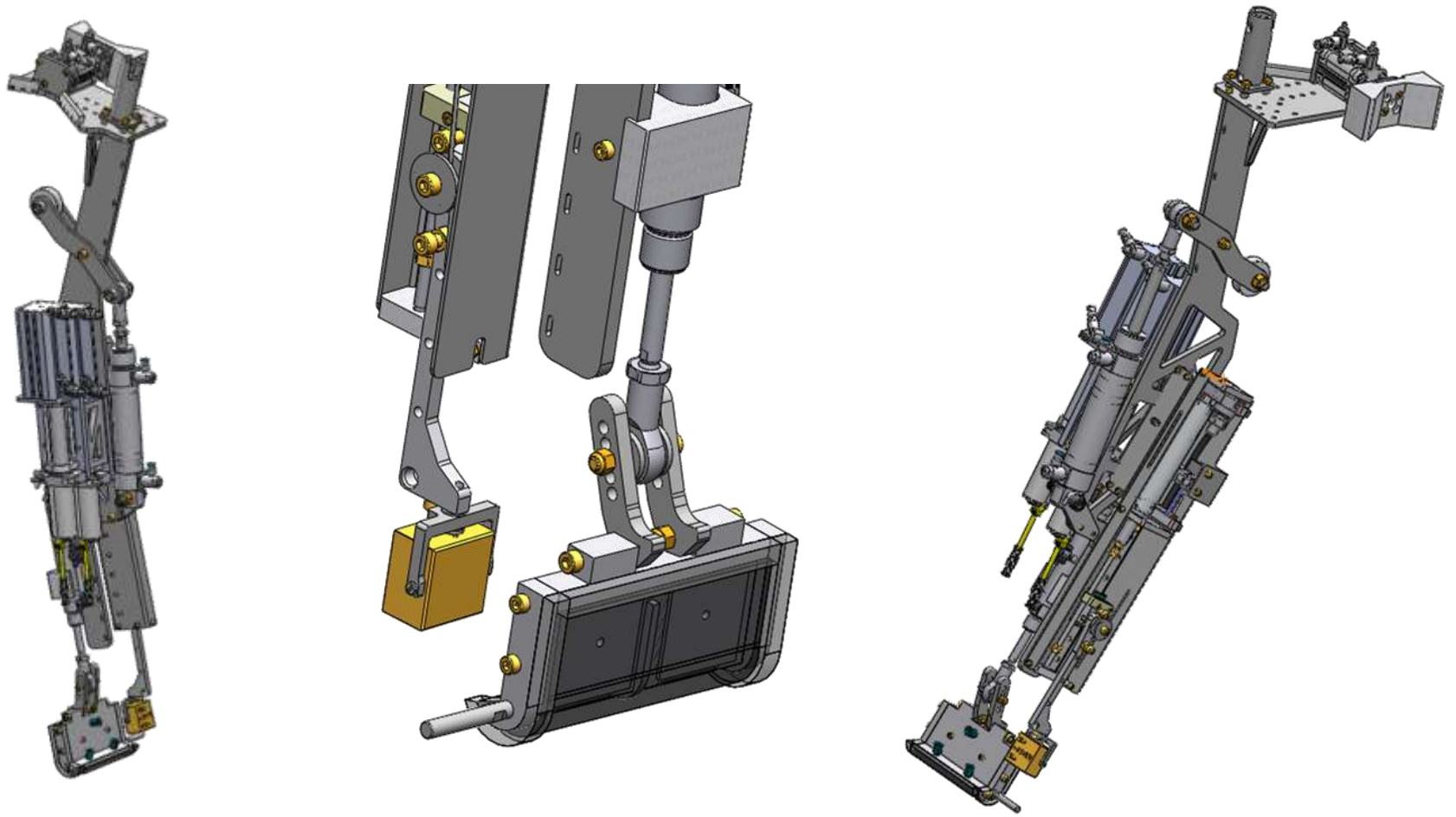
# O2 - MTS

## RT 6 – Profilmätningar



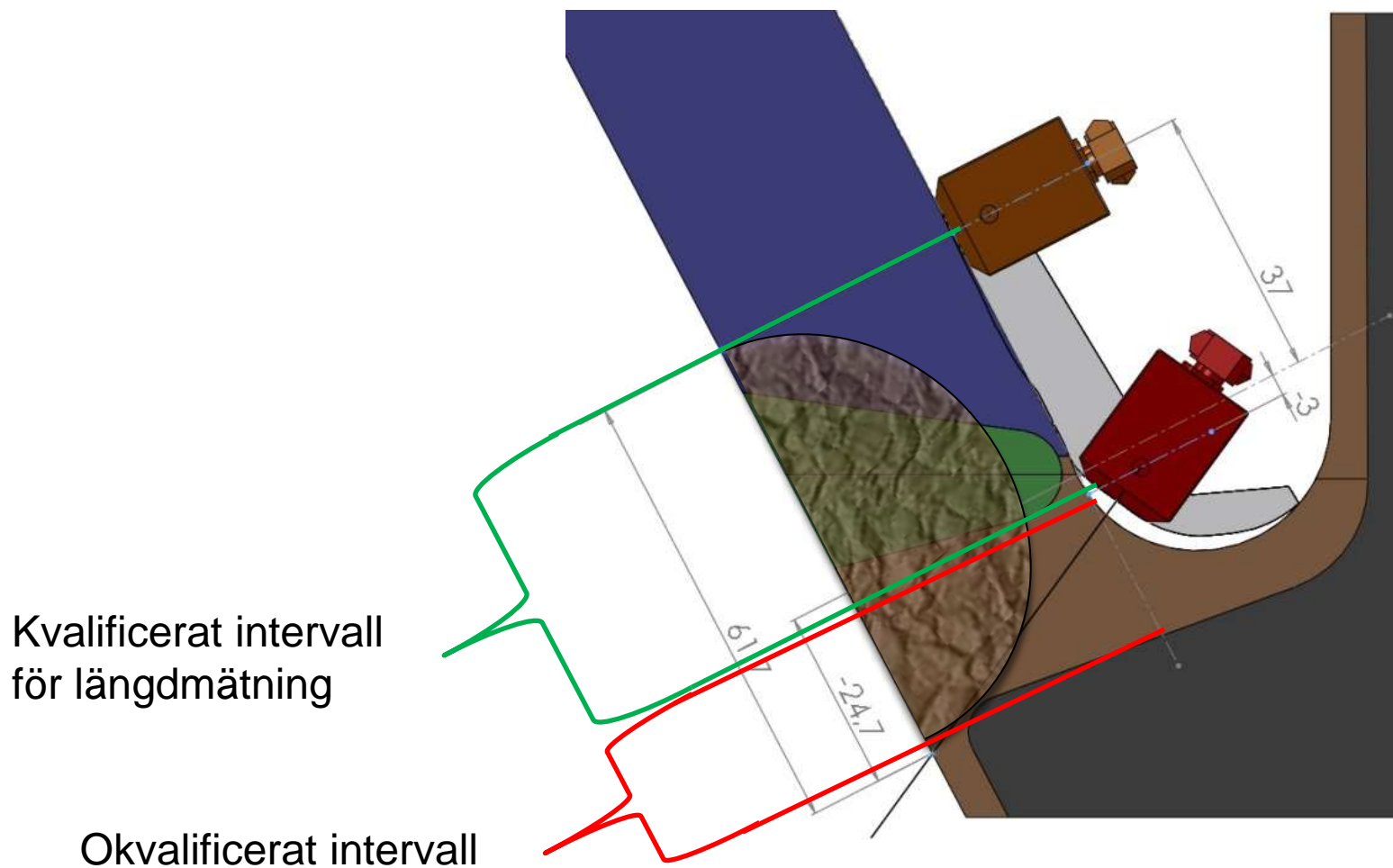
# O2 - MTS

## RT 6 – Profilmätningar



# O2 - MTS

## RT 6 – Defekt No 20 efter profilmätning



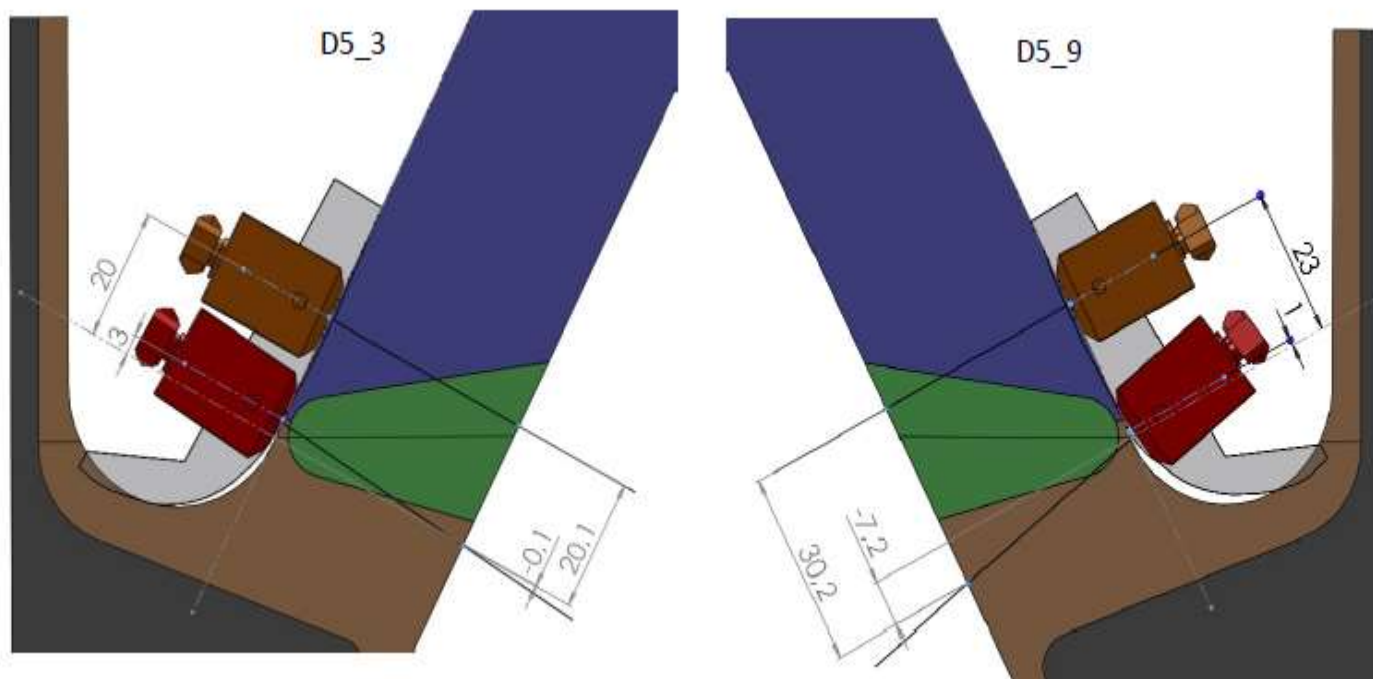
# O2 - MTS

## RT 6 – Slutlig längdbestämmning

- Det öppna testblocket modifierades så att en ny defekt implanterades som löpte genom hela Inconelbuttringen.
- Ytterligare ett testblock tillverkades för parameterstudier.
- Den tekniska motiveringen och provningsproceduren uppdaterades för att omfatta det utökade området för längdmätning och inbegripa profilmätningarna.
- Dokumenten granskades och godkändes av SQC, och en godkänd procedurkvalificering genomfördes.
- Efter en förnyad utvärdering av UT-data tillsammans med profilmätningarna stod det klart att två defekter erhöll en slutlig längd som översteg den initialt uppmätta. Dessa defekter var nr 5 och nr 20.

# O2 - MTS

## RT 6 – Längdbestämmning defekt #5





# O2 - CSS

## RT 6 – Längdbestämmning defekt #20



# O2 - MTS

## Läget 2014

- De 22 axiella defekterna i RT6 var fortfarande det stora problemet.
- Den längsta defekten (No 20) hade nu en uppmätt längd av 62 mm. Med toleranspåslag var defekten 82 mm lång. Och fortfarande gällde att eftersom höjdbestämning saknades måste defekten behandlas som fullt genomgående.
- Ovanstående tillsammans med defektens läge innebar att erforderlig säkerhetsmarginal inte kunde innehållas.
- I augusti 2014 skickade OKG in en ansökan till SSM för att få driva anläggningen en driftsäsong och därefter genomföra förnyade provningar. Parallellt med att SSM behandlade vår ansökan startade ett arbete i syfte att kvalificera en höjdbestämningsteknik för dessa defekter.

# O2 - MTS

## RT 6 – Kvalificering av djupbestämning för axiella defekter

- Ytterligare ett testblock tillverkades, och en förstudie genomfördes med lyckat resultat. Den valda tekniken var en diffraktionsteknik kombinerat med profilmätningarna.
- OKGs krav var att djupbestämningen skulle klara defekter i intervallet 15-30 mm:s djup. Önskvärd tolerans var  $\pm 3,0$  mm.
- En ny kvalificering av procedur och personal genomfördes med lyckat resultat.
- Under 2015 genomfördes djupbestämning av alla axiella defekter. Ingen av dessa var djupare än det kvalificerade intervallet.

# O2 - MTS

## Slutliga resultat axiella defekter 2015

Defect No	Start pos. X (°)	Start pos. Y (mm)	Stop pos. Y (mm)	Length <sup>2</sup> (mm)	TWE <sup>3</sup> (mm)	Defect orientaion
RT6#5	75,3	-7	23	30	20,1	Axial
RT6#6	77,6	15	33	18 <sup>1</sup>	9,4 <sup>1</sup>	Axial
RT6#10	136,0	16	33	17 <sup>1</sup>	10,7 <sup>1</sup>	Axial
RT6#11	138,5	16	28	12 <sup>1</sup>	6,0 <sup>1</sup>	Axial
RT6#13	155,7	17	43	26 <sup>1</sup>	20,4	Axial
RT6#19	201,8	0	33	33	19,9	Axial
RT6#20	214,8	-25	37	62	16,2	Axial
RT6#23	218,6	-4	31	35	15,1	Axial
RT6#24	228,3	5	31	26 <sup>1</sup>	17,4	Axial
RT6#25	240,3	4	35	31	22,6	Axial
RT6#26	237,0	12	29	17 <sup>1</sup>	15,1	Axial
RT6#28	258,0	12	42	30	26,6	Axial
RT6#29	280,3	17	42	25 <sup>1</sup>	22,3	Axial
RT6#31	284,8	21	40	19 <sup>1</sup>	22,8	Axial
RT6#32	287,9	1	36	35	21,3	Axial
RT6#33	295,4	18	39	21 <sup>1</sup>	5,8 <sup>1</sup>	Axial
RT6#36	310,6	11	40	29 <sup>1</sup>	23,1	Axial
RT6#38	314,6	16	40	24 <sup>1</sup>	0,0 <sup>1</sup>	Axial
RT6#39	315,5	14	32	18 <sup>1</sup>	18,5	Axial
RT6#40	323,9	7	26	19 <sup>1</sup>	5,8 <sup>1</sup>	Axial
RT6#41	331,9	-1	35	36	20,4	Axial
RT6#43	3,2	30	52	22 <sup>1</sup>	13,3 <sup>1</sup>	Axial

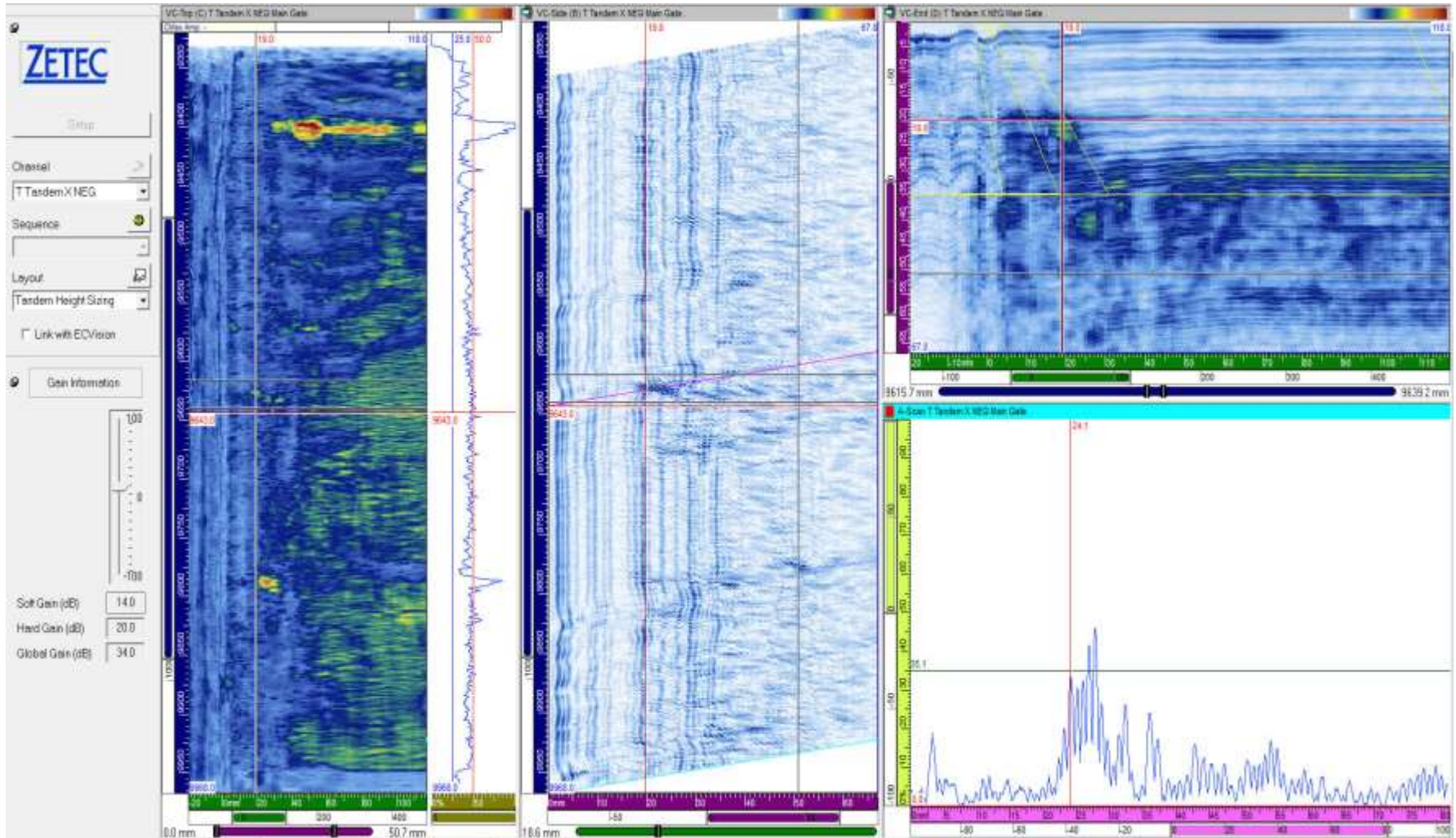
1) Reported as less than detection target i.e. 15 mm in depth or 30 mm in length.

2) Lengths, equal or larger than detection target, are measured with a tolerance of  $\pm 20$  mm.

3) Depths, equal or larger than detection target, are measured with a tolerance of  $\pm 3,0$  mm.

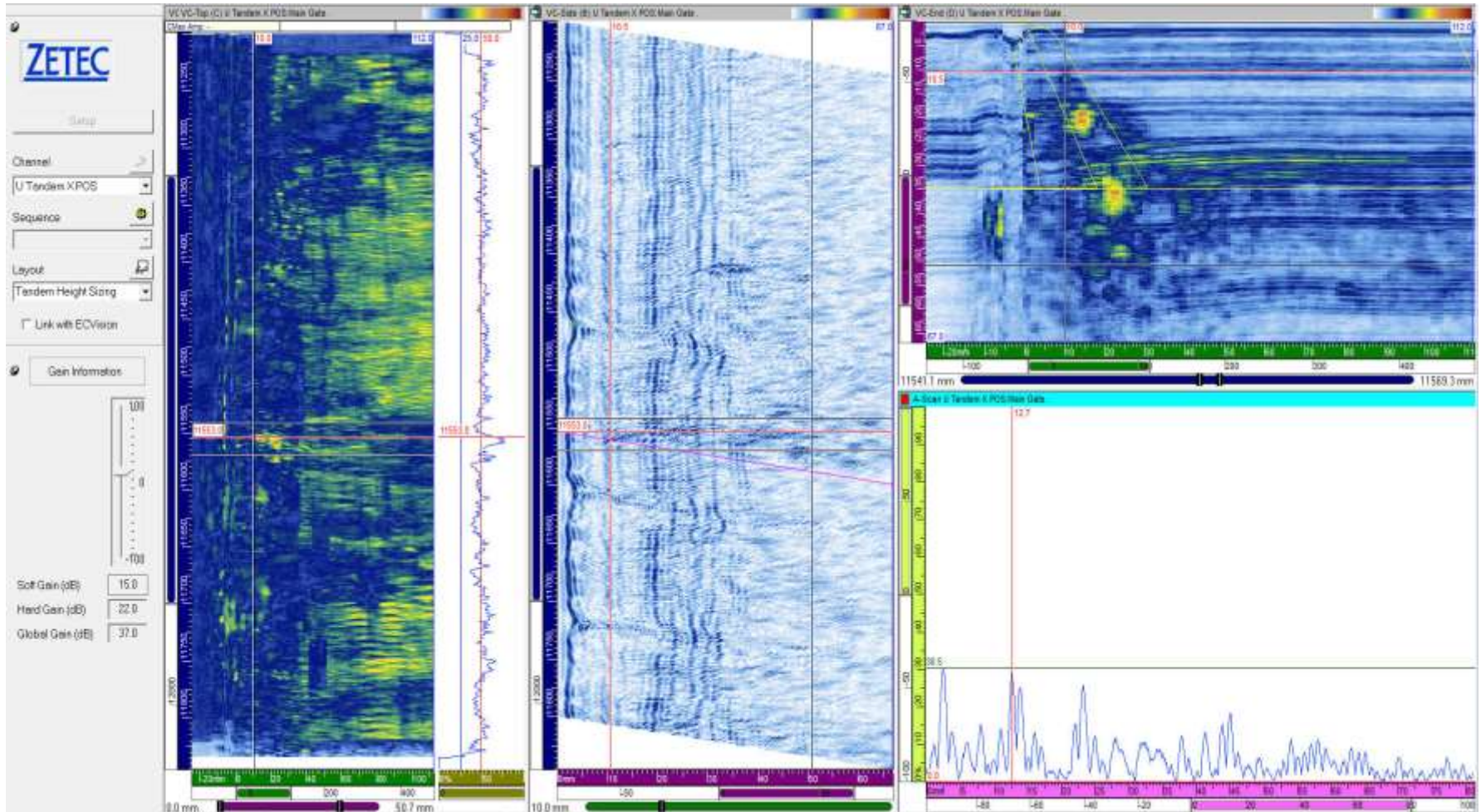
# O2-MTS

## RT6 – Djupbestämning av defekt #20



# O2-CSS

## RT6 – Djupbestämning av defekt #28



# O2-MTS

## RT6 – axiella defekter ”Worst case”

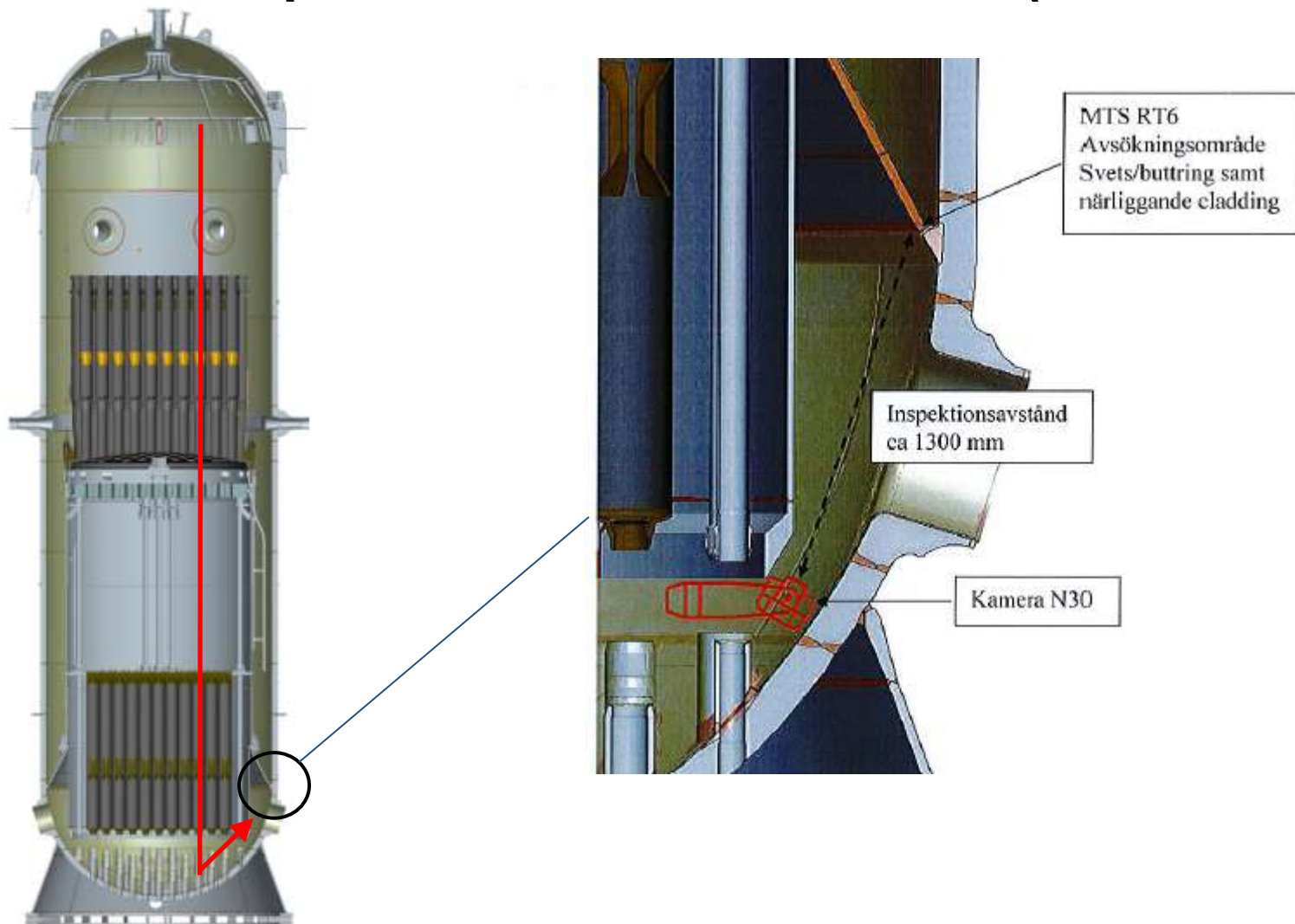
**Defekt #20 har den längsta uppmätta längden (62 mm) och har ett uppmätt djup på 16,2 mm. Med relevanta toleranspåslag används måtten 19,2 x 82 mm (h x l) för strukturmekaniska analyser. Defekt #20 har också det lägsta Y-värdet, dvs är belägen närmast mot kolstålsbuttringen av alla axiella defekter.**

**Defekt #28 har det största uppmätta djupet (26,6 mm) och har en uppmätt längd av 30 mm. Med toleranspåslag ger det en defekt av storleken 29,6 x 50 mm (h x l) för vidare strukturanalys.**

**Då resultatet av djupbestämningarna och tillhörande strukturmekaniska analyser blev känt kompletterades vår ansökan till SSM (om fortsatt drift) med dessa.**

# O2 - MTS

## Visuell inspektion från insidan av RT6 (okvalificerat)





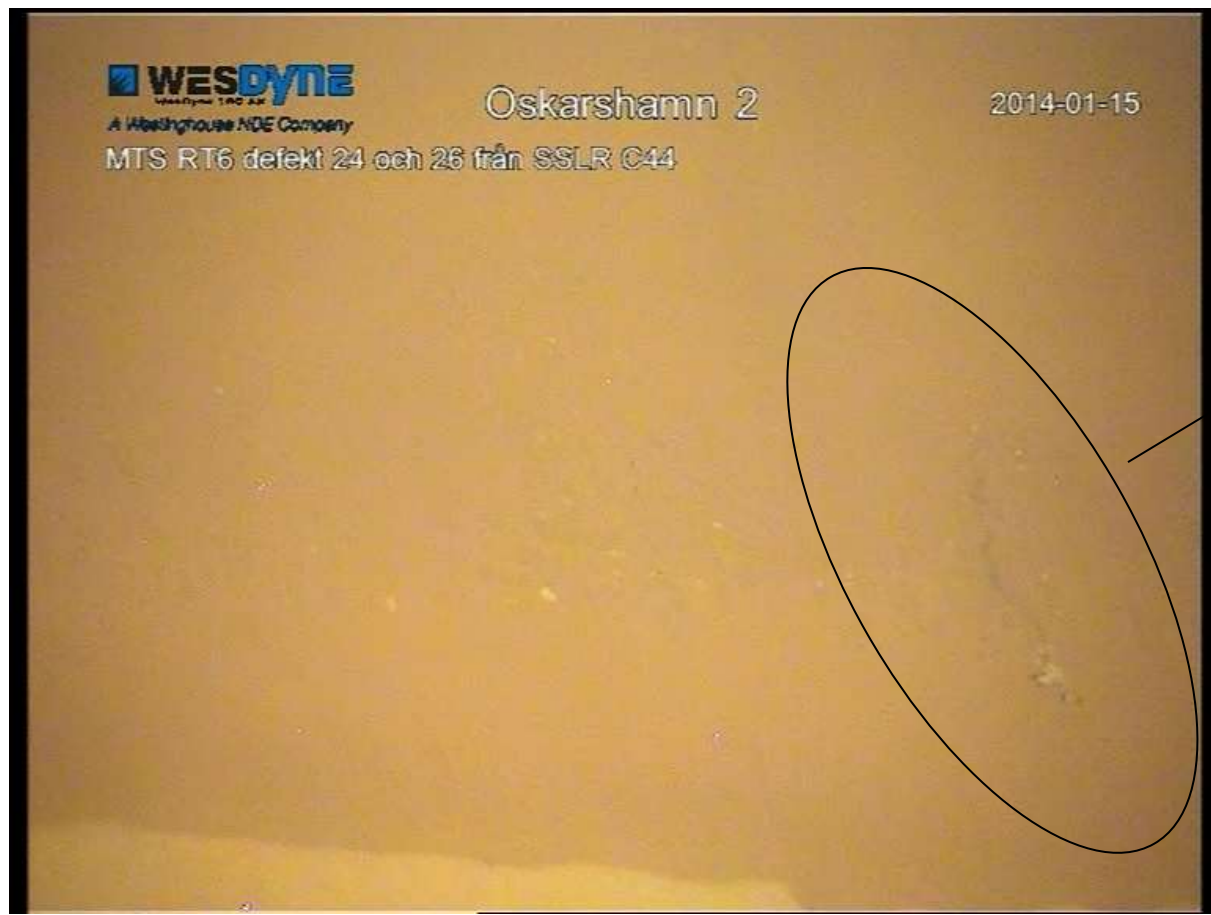
# O2 - MTS

## Visuell inspektion från insidan av RT6 (okvalificerat)

- RT6 är väldigt svår att nå för en inspektion m a p insidan. Dock lyckades ett försök att nå området med en handhållen kamera från en brygga ovanför reaktortanken. Kameran kom så nära som ca 1,3 meter från RT6.
- Tanken med kamerainspektionen var att försöka få information om ytans beskaffenhet på insidan av RT6. Dock lyckades vi dessutom se ett antal av defekterna.
- Inspektionen utsträcktes då till att omfatta alla de 22 axiella defekterna tillsammans med de 3 längsgående.

# O2 - MTS

## Visuell inspektion från insidan av RT6 (okvalificerat)



Defekt No 26

# O2 - MTS

## Resultat visuell inspektion från insidan av RT6 (okvalificerat)

- Av de först detekterade 25 defekterna kunde 17 verifieras med visuell teknik från RT6 insida.
- Alla defekter är axiella och belägna i Inconelsvetsen eller dess buttring. Det finns inga tecken på att någon defekt propagerar in i kolstålsbuttringen.
- Det är i sammanhanget viktigt att påpeka att visuell teknik inte är en pålitlig provningsmetod när det gäller IDSCC-defekter i Inconelmaterial på grund av de täta spricköppningarna. Detta kan avläsas bl a i att ingen längsgående defekt detekterades med den visuella tekniken - vare sig bland de 3 som finns på insidan eller de 5 som finns på utsidan.

# O2 - MTS

## Efterspel

- På en extra bolagsstämma den 14 oktober 2015 tog OKGs ägare beslutet att man inte hade för avsikt att återstarta Oskarshamn 2. Beslutet fattades enbart på ekonomiska grunder, och var på intet sätt kopplat till ärendet med defekterna i MTS.
- Då beslutet blev känt valde SSM att inte besvara vår ansökan om fortsatt drift. OKG eftersökte resultatet av SSMs granskning, då detta kunde vara av stor principiell vikt för framtida hantering av ev. defekter av denna typ. Men SSM återkom med svar att detta inte kan erhållas, och att arbetet med ärendet har lagts ned.

# O2 - MTS

- Jag skulle vilja tacka WesDyne Sweden AB för gott samarbete i detta projekt.
  
- Och nu – frågor??