



Strål
säkerhets
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Författare: Per Sjöberg
Jani Rajamäki
Farham Farhangi
Hanna Nygren
Rickard Samuelsson

Forskning

2016:40

Analys av signalsvar från
simulerade bindfel

SSM perspektiv

Bakgrund

Kvalificering av förstörande provningssystem förutsätter att testblock som används vid praktiska demonstrationer innehåller tillverkade kvalificeringsdefekter med egenskaper som motsvarar de defekter som kan förekomma i aktuella anordningar. Bland annat behövs att dessa kvalificeringsdefekter ger relevanta signalsvar.

De senaste åren har det inom svensk industri rests frågor kring hur relevanta signalsvar är från tillverkade bindfel.

Syfte

Syftet med projektet är att vidareutveckla och förbättra den svenska kvalificeringsprocessen. Projektet ger ytterligare kunskap om de defektegenskaper som påverkar ultraljudets signalsvar samt hur defekter ska simuleras för att ge ett relevant signalsvar.

Resultat

För att kunna studera signalsvaret från simulerade bindfel har ett testblock tillverkats med två typer av bindfel. Sju likadana defekter med 3 mm ligament mot ytan (defekter 1 till 7) samt sju likadana defekter med 5 mm ligament mot ytan (defekter 8 till 14).

Det förväntades att erhålla nära identiska signalsvar från alla likadana defekter samt att signalsvar från de två olika typer av bindfel liknar varandra, dock inte identiska då position och amplitud på signalsvaret förmodas skilja mellan de två olika typer.

Fyra defekter har brutits upp och analyserats, defekter 1, 9, 10 och 11.

Defekterna 1 till 9 detekterades med förväntat signalsvar medan defekterna 10 till 14 inte detekterades. Mikroskopanalys av uppbrutna defekter visade inte någon märkbar skillnad mellan defekterna.

Gjorda undersökningar pekar på att tillverkning av simulerade bindfel behöver kontrolleras avseende svetsprocedur och svetsteknik men även avseende testblockens geometri gällande värmeöverföring. Defekterna som inte kunde detekteras var placerade i slutet av testblocket i svetsritningen där även en större krympning observerades vilket kan indikera en för hög temperatur vid svetsning.

Behov av ytterligare forskning

Ytterligare forskning behövs för att fastställa orsaken till tillverkade bindfelens transparens.

Projekt information

Kontaktperson SSM: Giselle García Roldán

Referens: SSM2013-539, SSM2013-295



Strål
säkerhets
myndigheten

Swedish Radiation Safety Authority

Författare: Per Sjöberg, Jani Rajamäki, Farham Farhangi ¹⁾,
Hanna Nygren, Rickard Samuelsson ²⁾

¹⁾ DEKRA Industrial AB, Stockholm

²⁾ WesDyne Sweden AB, Stockholm

2016:40

Analys av signalsvar från simulerade bindfel

Datum: December 2016

Rapportnummer: 2016:40 ISSN: 2000-0456

Tillgänglig på www.stralsakerhetsmyndigheten.se

Denna rapport har tagits fram på uppdrag av Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM. De slutsatser och synpunkter som presenteras i rapporten är författarens/författarnas och överensstämmer inte nödvändigtvis med SSM:s.

Innehåll

1. Referenser	2
2. Inledning	3
3. Allmänt om bindfel	5
3.1. Orsak till bindfel	6
3.1.1. Åtkomst	6
3.1.2. Svetsparametrar	6
4. Objekt	6
4.1. Tillverkningen av testblocket	8
5. Teknik	11
6. Ultraljudssimulering	12
7. Förväntat resultat	16
8. Genomförande	16
8.1. Utrustning	16
8.1.1. WesDyne Sweden AB	16
8.1.2. DEKRA	17
8.1.3. Manipulator	17
8.2. Insamlingsparametrar	18
9. Resultat	19
10. Förstörande provning	20
11. Slutna defekters transparens gentemot ultraljud	23
12. Diskussion	26
12.1. OFP-parametrar	27
12.2. MTO	27
12.3. Defektparametrar	27
13. Slutsats	28
14. Rekommendationer för fortsatt arbete	28

Bilagor

1	Printouts from UT results
2	DEKRA-WesDyne Sweden Procedur, IPR 1, rev 1
3	AREVA NP Uddcomb AB 11525 M-00026, rev A
4	AREVA NP Uddcomb AB 11525-T-00015 "Manufacturing and Inspection plan, MIP", rev A0
5	AREVA NP Uddcomb AB 11525-T-00016 "ANALYS BINDFELS-BLOCK Instruktion för skiktanalys", rev A0

1. Referenser

- [1] DEKRA-WesDyne Sweden Procedur, IPR 1, rev 1
- [2] AREVA NP Uddcomb AB WPS 60E-0808-305, rev A0
- [3] AREVA NP Uddcomb AB 11525-T-00015 "Manufacturing and Inspection plan, MIP", rev A0
- [4] AREVA NP Uddcomb AB 11525-T-00016 "ANALYS BINDFELSBLOCK Instruktion för skiktanalys", rev A0
- [5] AREVA NP Uddcomb AB LM13-045, rev A0
- [6] AREVA NP Uddcomb AB LM14-001, rev A0
- [7] Achenbach, J.D., Norris, A.N., Loss of specular reflection due to nonlinear crack- face interaction, *J. Non-Destruct. Eval.* 3, 229-239, 1982.
- [8] Adler, R. J., and Firman, D., A non-Gaussian model for random surfaces, *Philos. Trans. R. Soc. London A* 303, 433-462, 1981.
- [9] Baltazar, A., Rokhlin, S.I., and Pecorari, C., On the relationship between ultrasonic and micro-mechanic properties of contacting rough surfaces, *J. Mech. Phys. of Solids* 50, 1397-1416, 2002.
- [10] Greenwood, J.A., and Williamson, J.B.P., Contact of nominally flat surfaces, *Proc. R. Soc. London A* 295, 300-319, 1966.
- [11] Poznic, M., Nonlinear Interaction Between Ultrasonic Waves and Cracks and Interfaces, Doctoral Thesis, 2008, Royal Institute of Technology, KTH.
- [12] SS-EN ISO 6520-1:2007, Svetsning och besläktade förfaranden - Klassificering av diskontinuiteter och formavvikelser i metalliska material - Del 1: Smältsvetsning (ISO 6520-1:2007)

2. Inledning

Syftet med denna rapport är att utreda orsaken till varför ultraljudssvar från, enligt tillverkningsspecifikation likvärdiga, bindfel varierar.

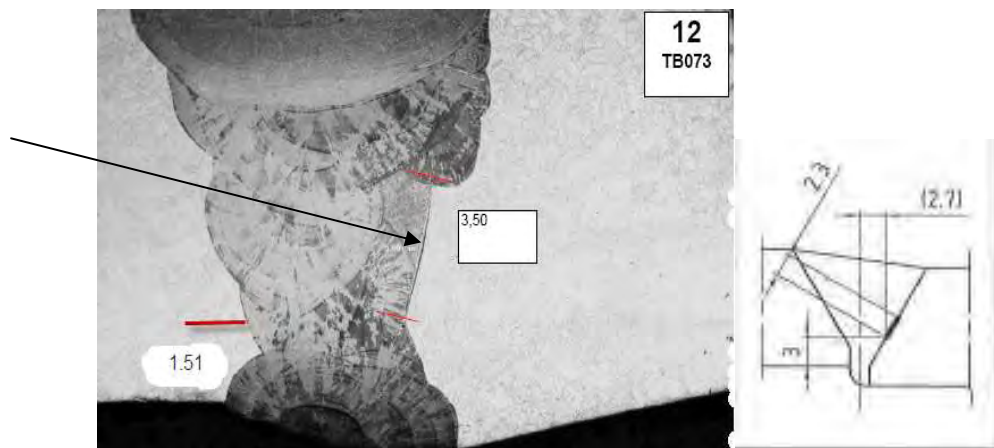
Frågeställningen till detta forskningsprojekt uppkom under DEKRA Industrial AB:s arbete med ett tidigare projekt, så kallat PUTS (Provning UT Stainless), som handlar om utvändigt provning av rörsvets med ultraljudstekniken Phased Array. PUTS är ett svenskt kraftverksgemensamt projekt som syftar till att ta fram en generell procedur för provning av rostfria svetsar. Proceduren skall fungera för provning även då svetsen bara är åtkomlig från en sida. Den skall gälla samtliga i svenska kärnkraftverk förekommande fogtyper samt vara giltig i tjockleksintervallet 6-40mm och även gälla samtliga objektdimensioner mellan diameter (\emptyset)100mm till plana objekt.

För att genomföra PUTS projektet togs ett stort antal objektlika testblock med tillverkade defekter fram.

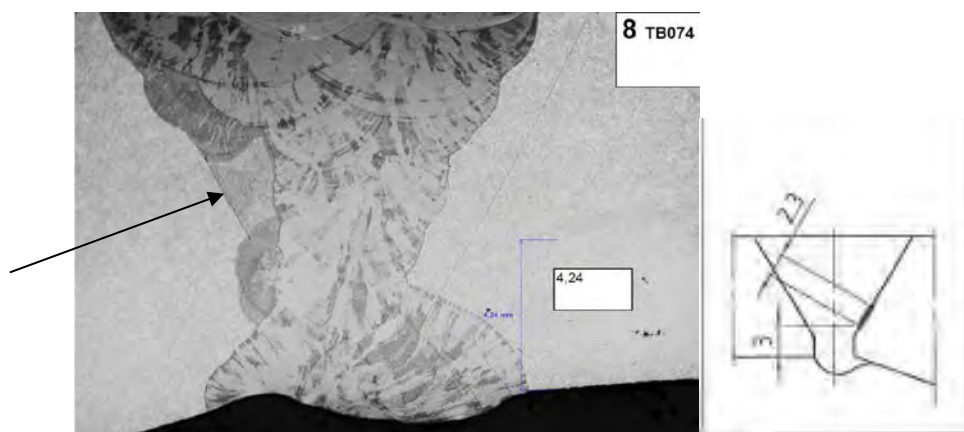
Under teknikutvecklingsfasen av PUTS tillverkades ett stort antal testblock med simulerade bindfel i form av implantat. Det upptäcktes då att signalsvar (från ultraljud) från, enligt tillverkningsspecifikation likvärdiga, bindfel varierar. I PUTS projektet valdes ett antal bindfel, med varierande signalsvar, ut för mikroskopanalys. Testblocken kapades upp och bindfelen analyserades men man kunde inte entydigt klarlägga varför vissa bindfel detekterades och andra inte.

Att simulerade bindfel kan tillverkas med hög kvalitet och repeterbarhet avseende signalsvar är av stor betydelse vid framtagning av en fungerande teknik för karakterisering (och i vissa fall detektering) av verkliga bindfel.

Nedan följer ett exempel från PUTS-projektet med två, enligt specifikation likvärdiga, defekter där båda är 2,3 mm höga och har ligament (med ligament menas här avståndet mellan bindfelet och närliggande yta) 3 mm. Defekten i figur 1 detekterades vid provning från båda sidor svets med flera sökarvinklar, den kunde dock inte karakteriseras som icke ytbrytande. Defekten i figur 2 däremot, kunde inte detekteras från någon sida svets.



Figur 1 Mikroskopbild av bindfel i testblock TB 073, bindfelet finns vid pilspetsen. Detta bindfel detekteras tydligt.



Figur 2 Mikroskopbild av bindfel i testblock TB 074, bindfelet finns vid pilspetsen. Detta bindfel detekteras inte alls.

Då de två ovanstående defekterna som enligt tillverkningsspecifikationen skulle vara identiska gav olika signalsvar gjordes en förstörande provning. Resultatet av den förstörande provningen var att defekternas position och storlek varierade och skilde sig från tillverkningsspecifikationen. Det gick dock inte med resultatet från den förstörande provningen att förklara varför den första defekten detekterades men inte den andra.

I syfte att skapa en förståelse för vilka parametrar som påverkar bindfelens signalsvar, följer här ett kort sammandrag. Signalsvaren från bindfel beror på faktorer som är direkt kopplade till bindfelens egenskaper såsom bindfelens storlek, bindfelens position (framförallt ligament d.v.s. avstånd till närmaste yta), bindfelens täthet och bindfelens vinkel. Signalsvaret beror dessutom på ett antal andra parametrar såsom geometrin på objekt, materialtyp, ultraljudsteknik (longitudinellt eller transversellt ljud), våglängd på ljudet (funktion av ljudets frekvens) och ljudets infallsvinkel.

Det svenska kvalificeringssystemet är mycket beroende av att kunna visa att den tänkta provningstekniken fungerar på tillverkade defekter. Om de tillverkade defekterna inte är representativa kan konsekvenserna bli stora. Några konsekvenser är att,

- en fungerande teknik inte kan kvalificeras på grund av felaktiga defekter i testblocken,
- en icke fungerande teknik kan genomgå en kvalificering om de tillverkade defekterna inte är representativa för defekter i station,
- ineffektivitet och oförutsedda kostnader kan uppkomma för provningslaboratoriet då det inte alltid är uppenbart att defekterna är felaktiga förrän sent in i projekten,
- ineffektivitet och oförutsedda kostnader kan uppkomma för tillståndshavaren vid tillverkning av nya testblock och extra tid vid en teknikkvalificering.

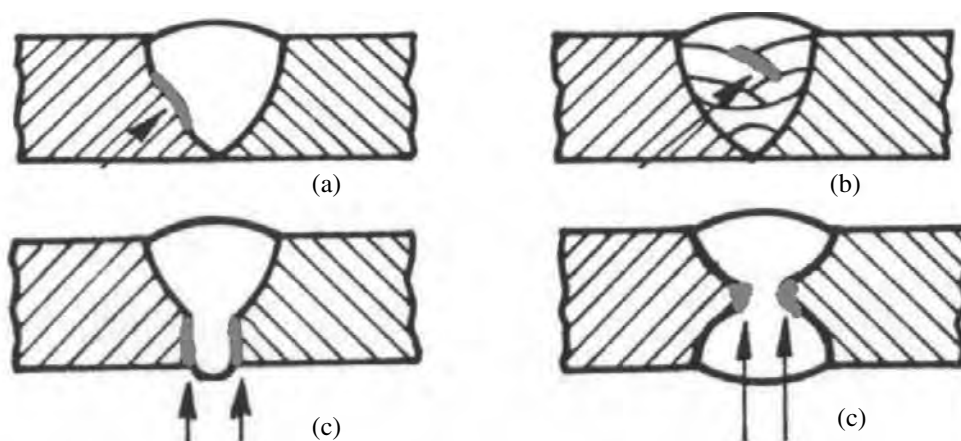
DEKRA Industrial AB och WesDyne Sweden AB presenterar därför här, på uppdrag av Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) och Tillståndshavarna (TH), en studie i syfte att utreda orsaken till skillnader i signalsvar hos tillsynes lika tillverkade bindfel. Studien syftar till att skapa förståelse för vilka parametrar som är styrande för signalsvar hos dessa typer av fel och därigenom förbättra nuvarande defektsimuleringsprocess.

Tanken är att prova testblocket och beroende på erhållet resultat kunna dra slutsatser om varför signalsvaret varierar. För att kunna uteslutna operatörs beroende kommer dessutom Dekra och Wesdyne att prova och utvärdera testblocket var för sig (så att resultaten kan jämföras).

3. Allmänt om bindfel

Definitionen av bindfel är att ”förbindning saknas mellan svetsgodset och grundmaterialet eller mellan angränsande skikt av svetsgods” [12], det vill säga att grundmaterialet eller föregående sträng inte har blivit uppsmältt och tillsatsmaterialet har lagt sig på ett fast material utan att bilda intermetalliska bindningar.

Det finns fyra olika sorters bindfel: bindfel mot fogyta, bindfel mellan strängar, bindfel i roten och mikrobindfel, se figur 3 för schematisk förklaring.



Figur 3 Schematisk bild över olika bindfel. (a) bindfel mot fogyta, (b) bindfel mellan strängar, (c) bindfel i roten.[12]

Mikrostrukturen på bindfel har fyra olika distinkta utseenden; en jämn gräns där svetsgodset har lagt sig på fogytan, ett med ett tunt oxidlager i bindfelet, ett med icke metalliska inneslutningar och en där materialet har dragit isär bindfelet och ett tomrum bildats.

3.1. Orsak till bindfel

Generellt så kan man säga att bindfelen uppstår på grund av att ljusbågen inte smälter upp grundmaterialet. Detta kan ske av tre olika orsaker,

- För stort smältbad som rinner före ljusbågen och lägger sig på osmält material
- För kall ljusbåge, det vill säga för låg ström eller för snabb svets hastighet
- Fel vinkel på ljusbågen, den missar att smälta upp allt

Varför detta sker har med åtkomst och svetsparametrar att göra.

3.1.1. Åtkomst

Åtkomsten beror på fogens utformning, svetsens läge och närliggande objekt så som rör och väggar. Dessutom är åtkomsten olika för olika metoder där MMA (Manuel Metal Arc, metalbågssvetsning) har en bra åtkomst medan MAG (Metal Active Gas) och TIG (Tungsten Inert Gas, gasvolfram svetsning) med sina gaskåpor kan ha svårt att komma ner i djupa och snäva fogar. Det leder till för långa elektrodutstick vilket ger sämre inträngning och kan leda till bindfel. Förhindrad åtkomst av till exempel en vägg eller ett rör kan även det leda till vinkeln på svetspistolen leder till att ljusbågen får en ogynnsam vinkel.

3.1.2. Svetsparametrar

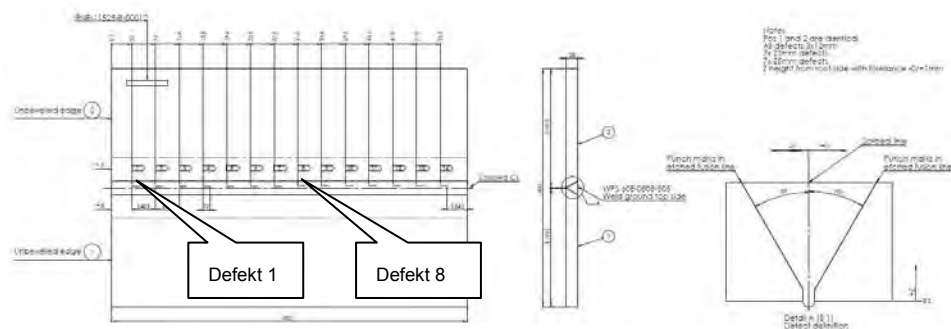
Förutom åtkomst så har svetsparametrarna stor betydelse för uppkomsten av bindfel. Förutom elektrodutsticket så påverkar ström, spänning, trådmatningshastighet och svets hastighet risken för bindfel. För låg ström och spänning ger en för kall process där grundmaterialet inte smälts upp. För hög svets hastighet ger inte ljusbågen tillräckligt med tid att smälta upp grundmaterialet. För hög trådmatningshastighet relativt svets hastigheten ger ett stort smältbad som rinner före ljusbågen och hindrar att grundmaterial smälts upp. Riskerna höjs när det finns syre som oxiderar materialet. Eftersom de flesta metalloxiderna som kan bildas; har en låg värmeledningsförmåga så agerar oxiderna isolator mellan grundmaterialet och den smälta metallen vilket ytterligare förhindrar att grundmaterialet smälts upp.

4. Objekt

För att kunna studera signalsvar från simulerade bindfel, tillverkades ett testblock av två plåtar rostfritt stål (600 mm x 200 mm). Dessa svetsades samman med en 30° V-fog av AREVA NP Uddcomb AB, enligt tillverkningsplan [3] och svetsprocedur [2]. Plåtarna svetsades med 30 svetssträngar, de första 13 TIG svetsades och de resterande 17 MMA svetsades. Svetsningen utfördes så att temperaturen aldrig var mer än 100°C mellan varje sträng. Detta är fullt jämförbart med hur ett liknande objekt skulle svetsas för

installation i anläggningen. Plåtarnas tjocklek var 20 mm och de hade en uppmätt ljudhastighet för longitudinellt ljud på 5750 m/s och för transversellt ljud 3160 m/s. Totalt 14 implantat svetsades in i testblocket, se Figur 4. Två typer av bindfel tillverkades, defekt 1-7 med ligament 3 mm och defekt 8-14 med ligament 5 mm, se Figur 5.

Både svetsrågen och svetsroten på testblocket slipades ned för att göra bägge sidorna av blocket åtkomliga för avsökning.



Figur 4 Testblock med defekter.

Defect No.	1	8
Detail A		
Height	3 mm	3 mm
Length	12 mm	12 mm
X	34 mm	314 mm
Y	-0,58 mm fogkant	-1,73 mm fogkant
Z minimum	3 mm	5 mm
Skew	0°	0°
Tilt	-30°	-30°
Type of defect	Lack of fusion	Lack of fusion
Orientation	Linear	Linear
Ground depth		

Figur 5 Defekt 1 och 8 representerar de två typerna av bindfel som lades in i testblocket.

4.1. Tillverkningen av testblocket

Följande bildserie visar hur Uddcomb placerade bindfelsimplantaten i testblocket.



Figur 6 Positionerna för bindfel 11-14 markerade (ritside).



Figur 7 Kontrollmätning av positionerna.



Figur 8 Placering av implantaten.



Figur 9 Implantat Nr 1 häftat.



Figur 10 Kontrollmätning av defekt Nr 1.



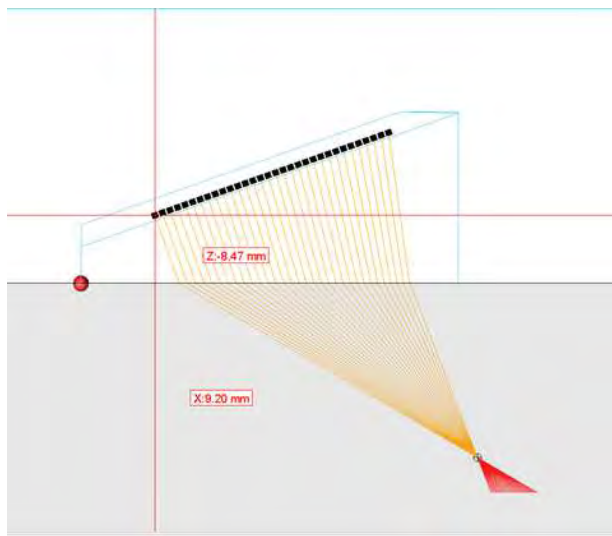
Figur 11 De färdiga implantaten.

5. Teknik

Phased Array ultraljud valdes som provningsmetod i denna studie eftersom tekniken användes i PUTS-projektet, där grunden till detta projekt lades.

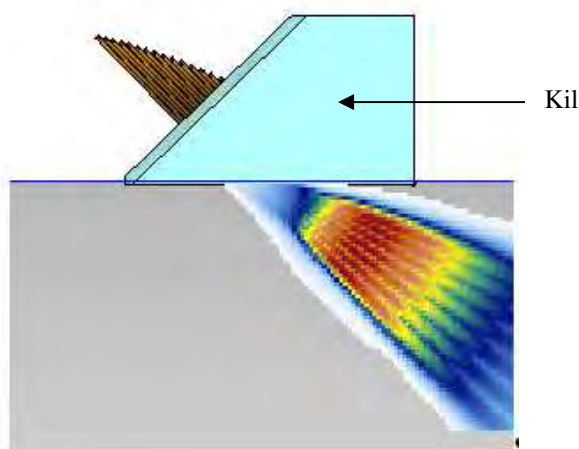
En Phased-Array-sökare fungerar som en ultraljudssökare med flera små element där varje enskilt element kan skicka och ta emot signaler. Genom att variera tiden för de pulserande elementen kan ljudfältets riktning och fokus styras.

Figur 12 visar ett exempel där varje enskilt element bidrar till att få en vinkel med en bestämd fokuspunkt.



Figur 12 Principbild av hur en Phased-Array-ljudstråle genereras.

Genom att generera flera ljudstrålar "samtidigt" kan man bygga upp ett stort antal olika vinklar som man använder samtidigt. Figur 13 visar ett exempel på detta, som kallas "azimuthal scan".



Figur 13 Exempel på en azimuthal set-up.

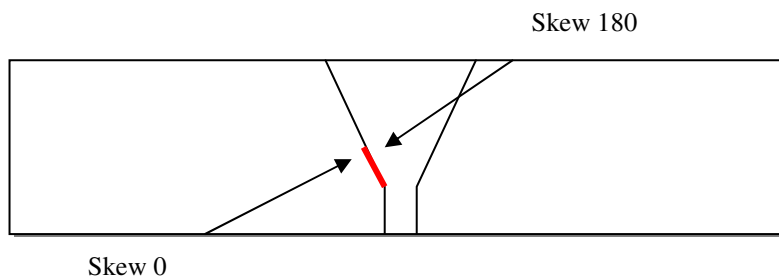
6. Ultraljudssimulering

Simulering är en process att skapa en modell av ett existerande eller tänkt system för att öka förståelsen av vilka faktorer som påverkar systemet. Simulering användas för att förutsäga resultat eller förändring av resultat om parametrar ändras. SimSUNDT är ett Windows baserat ultraljudmodelleringsprogram som är utvecklat av Chalmers tekniska högskola. Programmet kan bland annat användas för att simulera signalsvar från olika referensdefekter då de träffas av longitudinella och transversella ultraljudsvågor med olika infallsvinklar.

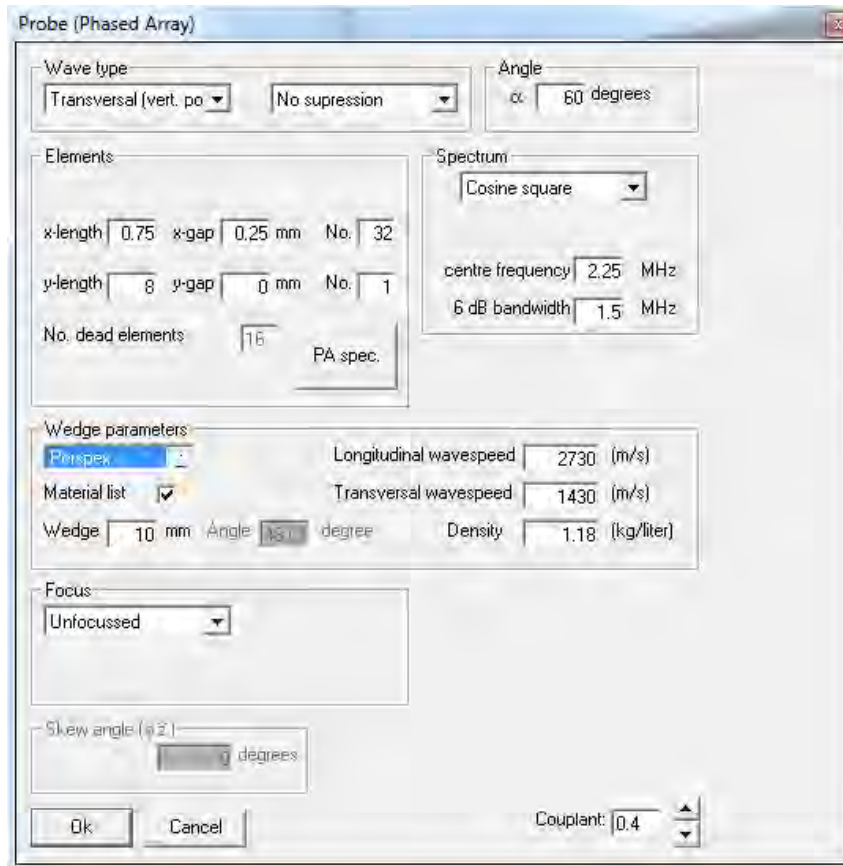
Ett antal simuleringar har gjorts med SimSUNDT V2, med parametrarna så nära de tänkta som möjligt, för att studera effekten av defektens djup på signalamplituden med olika vinklar.

Programvaran har några begränsningar t.ex. att programmets tidsfönster bara tillåter enkla, mindre och väldefinierade defekter. Simuleringen har därför utförts på en rektangulär spricka med måtten 3x6mm. All simulering har utförts med direktljud, dvs. eventuell reflektion (studs) och vågomvandling mot baksidan behandlas inte, då programmet inte kunde hantera en specificerad bakyta. Ljudet antas infalla från närliggande alt. motstående sida, skew 0 eller skew 180, enligt figur 14.

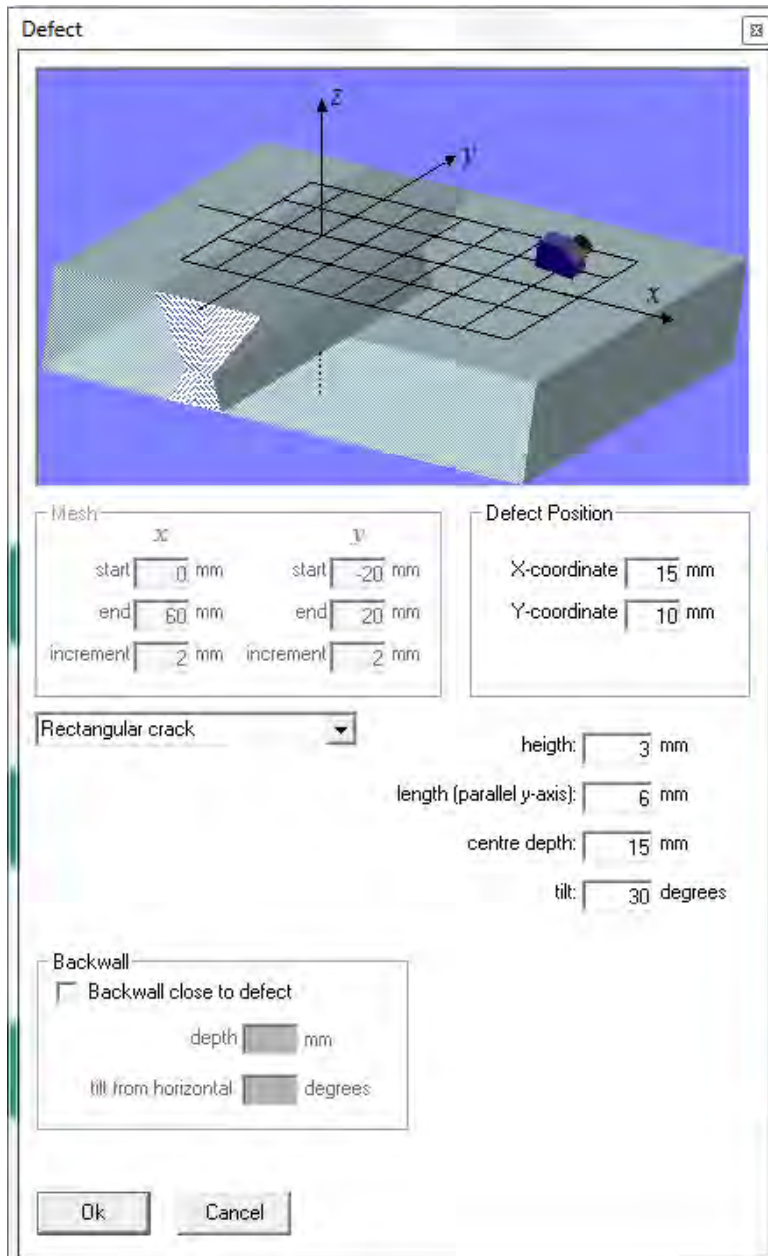
Den frekvens och bandbredd som använts vid de praktiska experimenten simuleras för en 32 elements puls-eko Phased Array prob med 16 aktiva element. Då programmet inte tillåter att man definierar kilen, se figur 15, har en fördefinierad kil likt den som användes vid provningen valts i programvaran. Figur 15 visar hur prob parametrar definieras och figur 16 visar hur defektparametrar definieras.



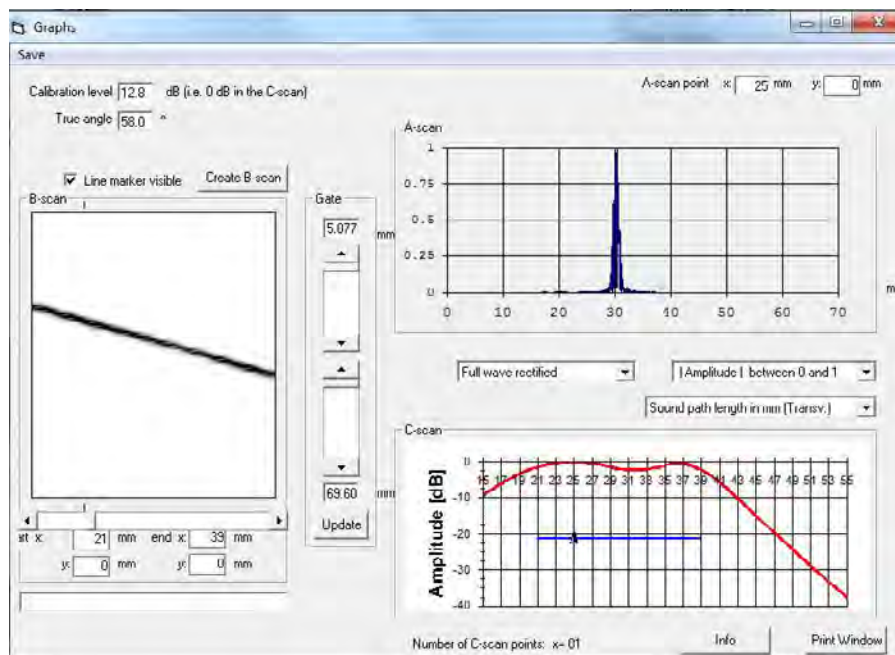
Figur 14 Ljudet infaller från närliggande yta, skew 0, alt., motstående yta, skew 180.



Figur 15 SimSundt meny för val av prob och kilparametrar.



Figur 16 SimSundt meny för definition av defektparametrar.



Figur 17 SimSundt resultatfönster efter simulering.

Känslighet ställdes vid kalibrering in mot ett Ø3 mm sidoborrat hål (SBH) på djup 20 mm. Den från kalibreringen erhållna referensförstärkningen sätts sedan till 0 dB i C-scan, se Figur 17. Detta innebär att avlästa amplitudvärden i C-scan motsvarar amplitudskillnad från referensförstärkningen.

Tabell 1-4 nedan visar resultaten med longitudinellt ljud (45°, 60°, 70°) och transversellt ljud (60°) för simuleringarna med Phased Array. Defektdjupet 17 mm representerar defekterna 1-7 och defektdjupet 15 mm representerar defekterna 8-14.

Tabell 1 Longitudinellt ljud (45°).

Vinkel [°]	45L	45L	45L	45L
Djup [mm]	17	15	17	15
Skew [°]	0	0	180	180
Ljudväg [mm]	25,68	23,68	26,35	24,35
Amplitud [dB]	-6,8	-5,8	-21,4	-19,9

Tabell 2 Longitudinellt ljud (60°).

Vinkel [°]	60L	60L	60L	60L
Djup [mm]	17	15	17	15
Skew [°]	0	0	180	180
Ljudväg [mm]	28,79	25,62	43,33	39,03
Amplitud [dB]	+5,4	+6,4	-16,2	-14,9

Tabell 3 Longitudinellt ljud (70°).

Vinkel [°]	70L	70L	70L	70L
Djup [mm]	17	15	17	15
Skew [°]	0	0	180	180
Ljudväg [mm]	48,74	43,84	50,62	45,71
Amplitud [dB]	+4,8	+6,6	-14,3	-12,5

Tabell 4 Transversellt ljud (60°).

Vinkel [°]	60T	60T	60T	60T
Djup [mm]	17	15	17	15
Skew [°]	0	0	180	180
Ljudvåg [mm]	29,86	25,39	41,06	37,46
Amplitud [dB]	+12,8	+13,8	-6,6	-5,9

Resultaten visar att 60° transversalvågor med skew 0° ger högst signalsvar. Det visar också att defekter med ett djup på 15mm ger en högre amplitud (1-2 dB) än defekter med ett djup på 17mm.

7. Förväntat resultat

Då bindfelen är vinklade 30° kan man genom ett geometriskt resonemang förvänta sig att 60° ljudvinkel, på direkt ljud, ger ett kraftigt signalsvar (vinkelrätt infall) då avsökningen sker i skew 180. Samma resultat kan förväntas från andra hållet då blocket avsökts från baksidan. 70° borde generellt ge ett lägre signalsvar men fortfarande en tydlig signal. Liknande resonemang gäller från andra hållet då ljudet studsar i baksidan. Detta resonemang stöds av SimSundt modelleringen som dessutom indikerar att bindfelen med största ligamenten ska ge störst signalsvar.

Man kan också förvänta sig att erhålla nära identiskt signalsvar från alla likadana defekter, dvs de 7 första bör se likadana ut, samma sak gäller de 7 sista. Man kan dessutom förvänta sig att signalsvaren från de 7 första liknar de 7 sista, dock inte identiska (då ligamenten är olika mellan de två grupperna förmodas position och amplitud på signalsvaret skilja lite). I övrigt förväntas WesDyne och Dekra erhålla likadana resultat (signal svar).

8. Genomförande

Det tillverkade testblocket har scannats hos WesDyne Sweden AB, Täby. Data har samlats in och utvärderats av ultraljudsingenjörer med certifieringsnivå 2 enligt SS-EN ISO 9712.

8.1. Utrustning

8.1.1. WesDyne Sweden AB

Följande utrustning har använts av WesDyne Sweden AB:

Ultraljudssystem: Zetec: Tomoscan III

Mjukvara: Zetec: UltraVision -Version 1.2R4

Sökare: Imasonic: 2 st. Phased Array prober 2,25 MHz, 32 Element, Linjära (1D). Monterat på en rexolitekil med 19,5° kilvinkel samt en takvinkel på 5°.

8.1.2. DEKRA

Följande utrustning har använts av DEKRA:

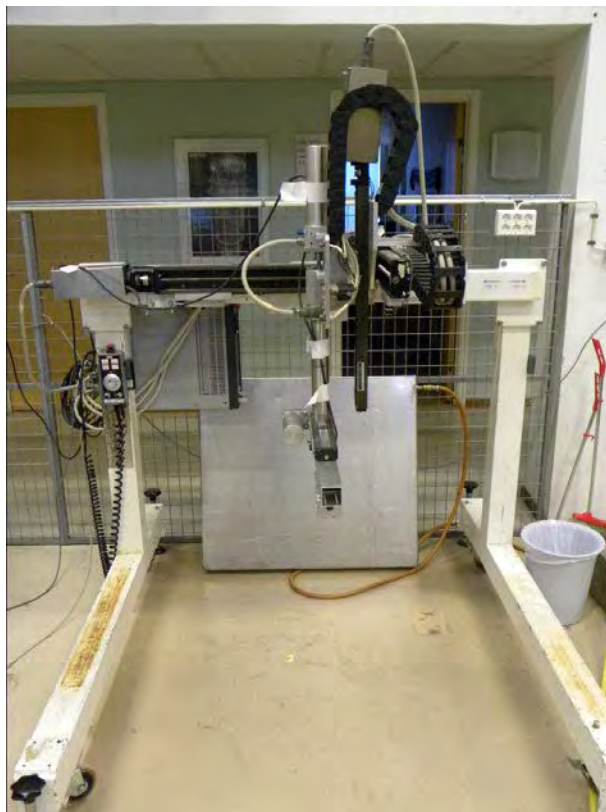
Ultraljudsystem: Zetec: Zircon

Mjukvara: Zetec: UltraVision -Version 3.3R4

Sökare: Imasonic: 2 st. Phased Array prober 2,25 MHz, 32 Element, Linjära (1D). Monterat på en rexolitekil med 19,5° kilvinkel samt en takvinkel på 5°.

8.1.3. Manipulator

Testblocket har scannats av med hjälp av en Mini-Hannibal, se figur 18. Detta är en manipulator med 4 axlar som styrs av en MCP (Motor Control Panel). Man kör axlarna via handhjulet eller via en dator med mjukvara baserat på Galils styrprogram.



Figur 18 Mini-Hannibal.

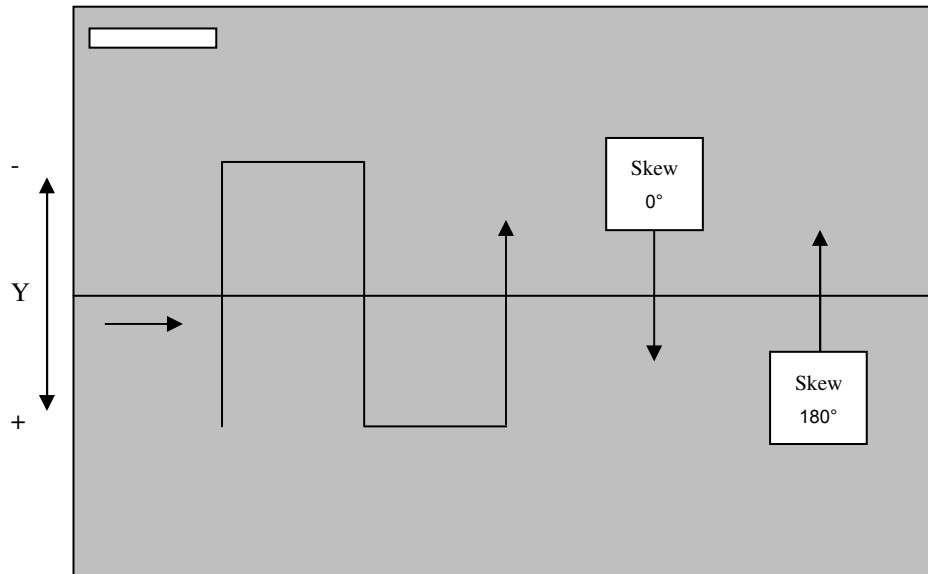
8.2. Insamlingsparametrar

Testblocket har provats med Phased Array ultraljud enligt en gemensam procedur, se bilaga 2. All data har samlats in enligt följande:

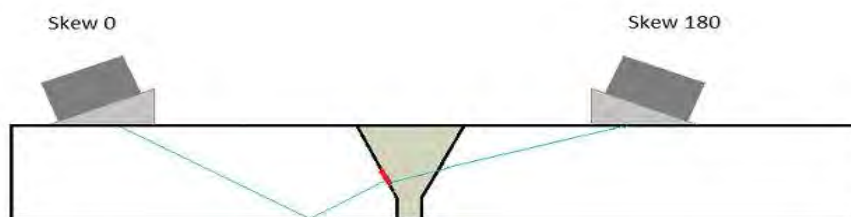
Scan typ (avsökningstyp): Raster med skew 0° eller skew 180°

Scan resolution: 1 mm (Y-led)

Step resolution: 2 mm (X-led)



Figur 19 Scanmönster på testblocket med proben i skew 0° eller skew 180°.



Figur 20 Testblocket i genomskärning för att visa hur defekterna ligger gentemot skew.

Data har samlats in från både ovansida och undersida testblock med skew 0° och skew 180°. Data har samlats in med svetsroten bortslipad för att få bättre åtkomst från undersidan.

Avsökning utfördes med ett Azimuthal (vinkelsvep), på 60°-70° Longitudinellt ljud, intervall 1°. Samt med de fasta vinklarna: 0°, 45°, 60°, 70° Longitudinellt ljud och 60° Transversellt ljud.

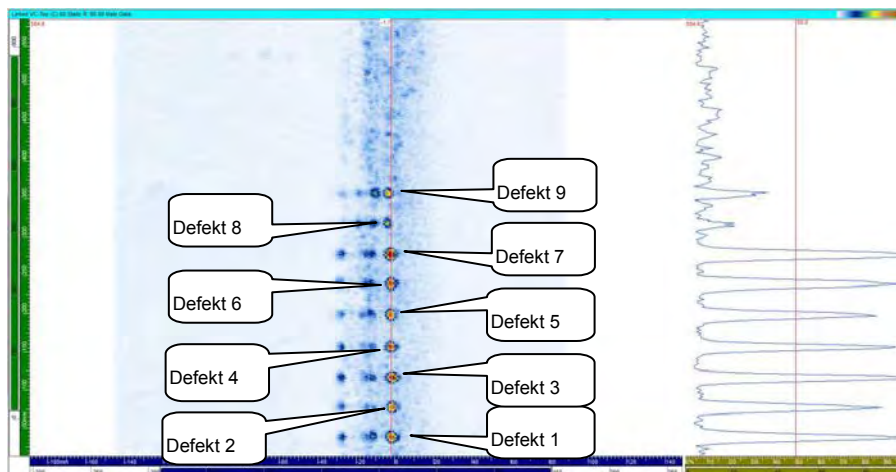
9. Resultat

Utvärdering av insamlad data har gjorts enligt den gemensamma proceduren ref. [1] IPR 1. Även defekter under de i proceduren definierade detekteringsnivåerna har rapporterats, se bilaga 1.

Azimuthal 60°-70° ger genomgående bäst resultat. Bindfel 1-9 är rapporterbara med denna kanal från alla avsökningsriktningar utom från undersidan med skew 180° då defekterna blir parallella med ljudvågorna. Defekterna 10-14 syns inte alls med någon av kanalerna.

Som figur 21 visar, så har defekterna 1-7 (samtliga med ligament 3 mm) högst amplitud. Defekt 8 och 9 (med ligament 5 mm) syns också men med betydligt lägre amplitud. Defekterna 10-14 (med ligament 5 mm) syns inte alls.

För längdbestämmning används -6 dB dropp-metoden. Variationen i uppmätt längd är max ± 4 mm.



Figur 21 Exempel på data.

Utskrifter och detaljerade resultat finns i bilaga 1.

10. Förstörande provning

Fyra defekter har brutits upp för att studeras i högupplöst mikroskop. Uppbrytning och hantering är gjord enligt Uddcombs instruktion 11525-T-00016 "ANALYS BINDFELSBLOCK Instruktion för skiktanalys" [4]

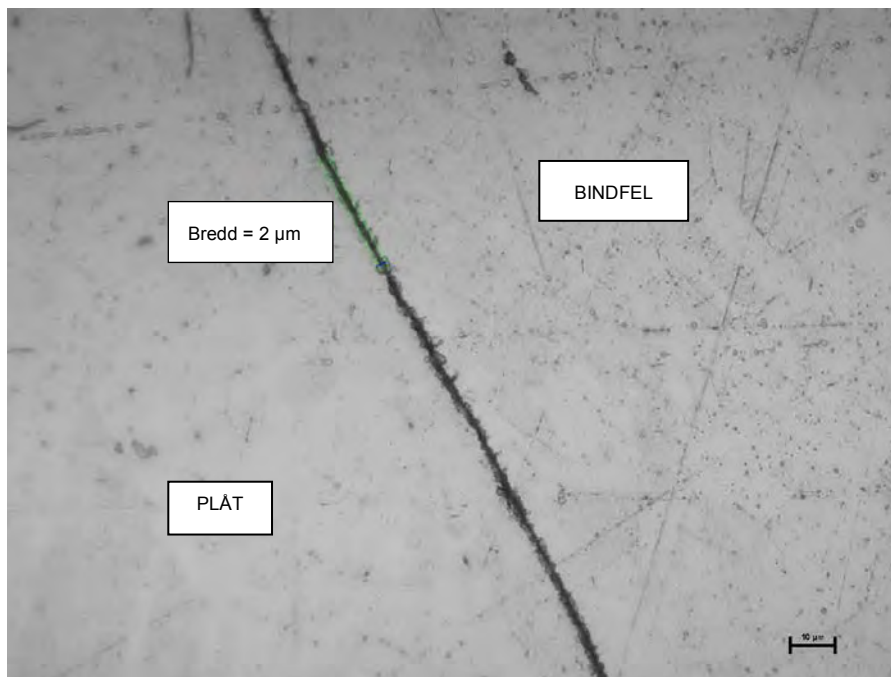
I korthet görs uppbyggnaden i följande steg,

- Vald defekt skärs ut från testblocket.
- Den utskurna defekten gjuts in i en hård massa.
- Kutsens toppyta fräses ner steg för steg.
- Kutsens toppyta poleras.
- Den polerade kutsen analyseras i mikroskop.

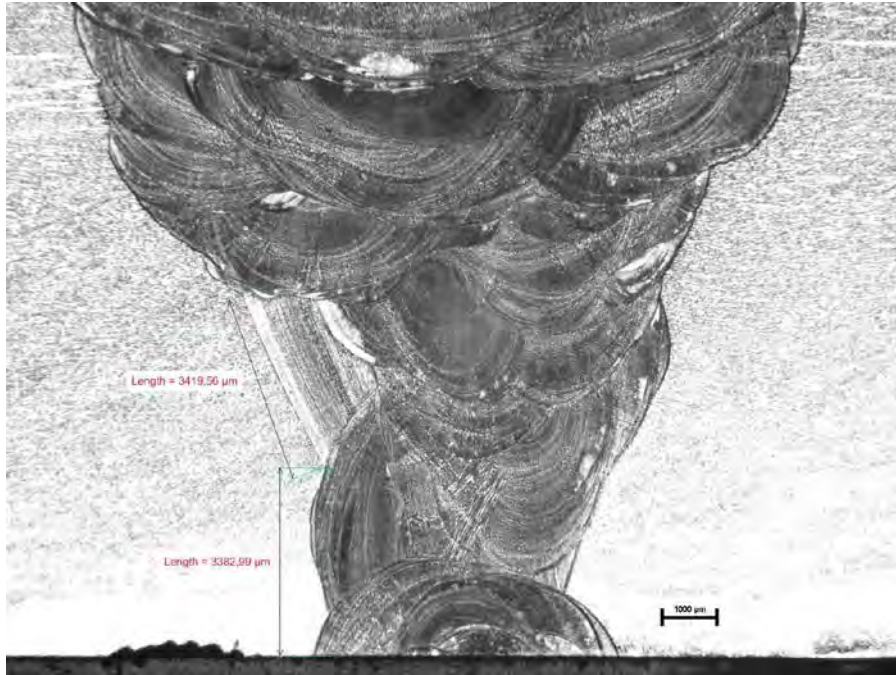
För en mer detaljerad beskrivning, se referens [4].

Fyra defekter har brutits upp och analyserats. **Defekt 1** som är en defekt med ligament 3 mm som syns enligt förväntan. **Defekt 9** som är en defekt med ligament 5 mm som syns enligt förväntan. **Defekt 10** som är en defekt med ligament 5 mm som upplevs som transparent. **Defekt 11** som är en defekt med ligament 5 mm som upplevs som transparent.

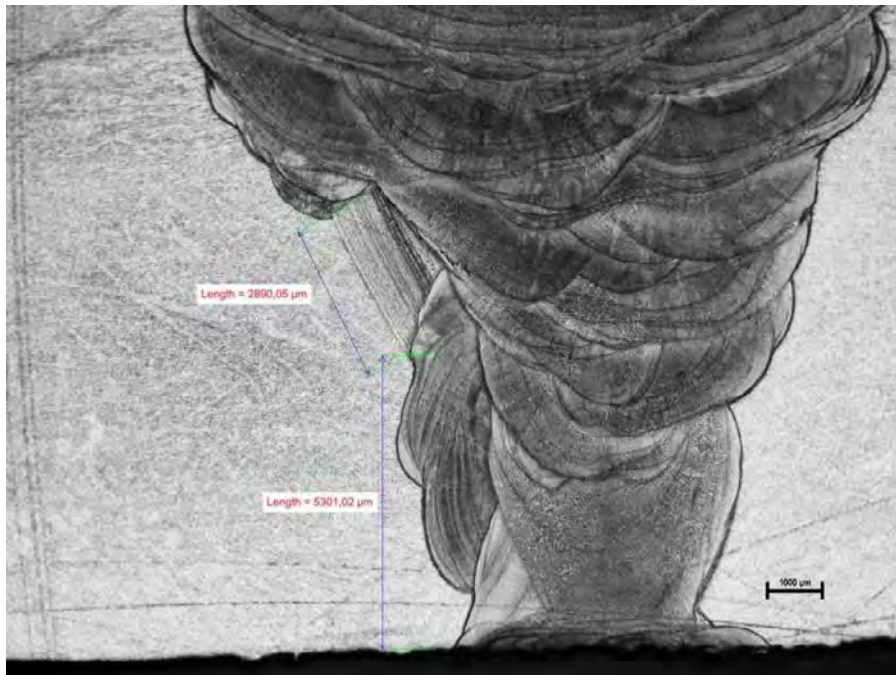
Varje utskuren defekt skivades längs sin fulla längd i steg om 1 mm, det vill säga 12 skivor gjordes på varje defekt. Nedan visas en förstörad bild på avståndet (bredden) mellan bindfel och grundmaterial samt en representativ bild av varje defekt.



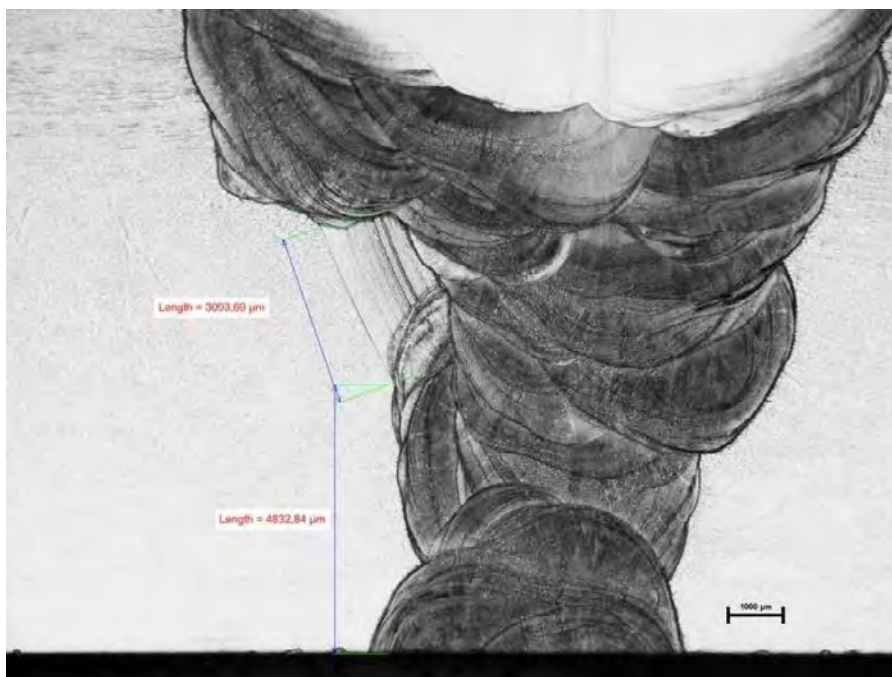
Figur 22 Avstånd mellan grundmaterial och bindfel.



Figur 23 Defekt 1.



Figur 24 Defekt 9.



Figur 25 Defekt 10.



Figur 26 Defekt 11.

Uppmätning av avstånd mellan bindfel och grundmaterial var lika i samtliga mät-punkter (bredd = 2 μm) för alla analyserade defekter, se Uddcomb rapport, LM13-045 [5] och LM14-001 [6].

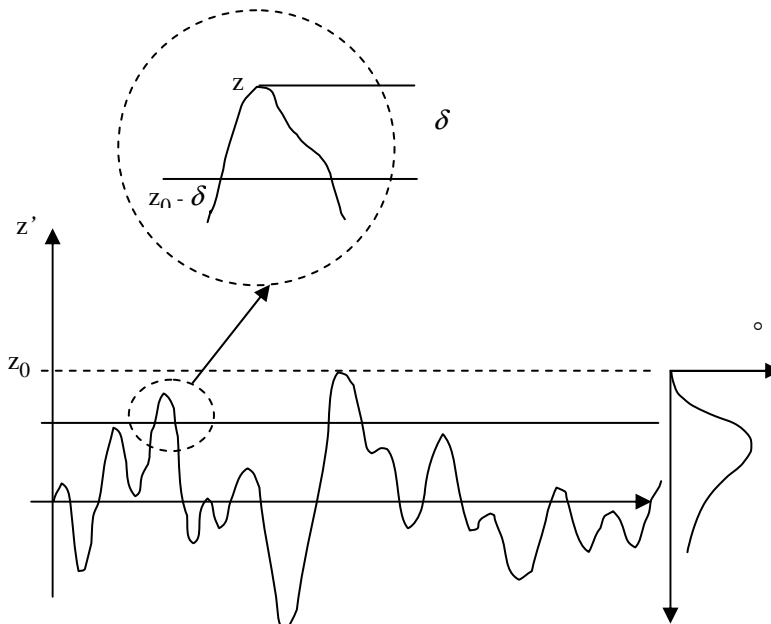
Det kan även noteras att dimension och position på samtliga utskurna bindfel var mycket nära de tänkta värdena med avvikelser $< \pm 0,5$ mm. Det fanns ingen mätbar skillnad i defektbredd mellan de olika defekterna. Inte heller kunde det, med mikroskopbilderna, påvisas att föroreningar fanns inbäddade i bindfelen.

11. Slutna defekters transparens gentemot ultraljud

Efter att ha tagit del av resultatet i denna studie kommer frågan: Vad är anledningen till att vissa bindfel syns men inte andra? Låt oss först diskutera vad som menas med begreppen öppen och sluten defekt. En defekt är sluten/öppen då det längs dess rand förekommer/inte förekommer kontakt mellan asperiter (ytojämnheter) på de båda ytorna. Defekter kan vara delvis slutna, dvs., kontakt mellan asperiter på de båda ytorna kan formas i icke sammanhängande små "öar". Det kan även vara så att kontakt enbart sker mellan enstaka asperiter. De faktorer som påverkar kontaktmekniken på denna "mikroskala" för en spricka är kontaktryck, sprickans tillväxthastighet, materialets egenskaper samt sprickmekanism. För bindfel i detta arbete är det kontaktrycket och yt-topografin hos fogytan och plåtbläcken som eventuellt påverkar kontaktmekniken.

Kontaktrycket kan induceras av svetsegenspänningar och/eller yttre laster. I fallet som denna rapport behandlar finns inga yttre laster och kontaktrycket utgörs således av svetsegenspänningar.

Historiskt har kopplingen mellan ytors kontaktmekanik och ultraljudets respons beskrivits i flertalet vetenskapliga artiklar, både experimentellt och teoretiskt, se ref. [7 - 11]. Huvudsakligen handlar det om att beskriva gränsskiktet mellan defektens ytor med en distribution av fjädrar vars individuella styvhet är formulerad genom Hertz kontaktlag mellan två sfärer (för normalkrafter). Bidragen summeras ihop genom en statistisk täthetsfunktion, ρ , som överensstämmer med en mappning av ytprofilernas topografi och beskriver fördelningen av asperiternas höjder på en kombinerad profil, figur 27.



Figur 27 Två ytors endimensionella profiler mappade på en kombinerad profil.

Där $z = z_0 - z'$ och z_0 är den komponerade profilens högsta topp. $z' = 0$ vid profilens medellinje. $\int (z) dz$ ger antalet kontakter i intervallet $[z, z+dz]$.

Summeringen av asperiter i kontakt leder till en global styvhet, K_N , av gränsskiktet som kan skrivas:

$$K_N = \frac{\partial P}{\partial \delta} = n \left\langle \frac{E}{1-\nu^2} \right\rangle \left\langle R^{1/2} \right\rangle \int_0^\delta (\delta - z)^{1/2} \varphi(z; N) dz$$

där

- P = kontakttryck
- n = Antalet asperiter per areaenhet.
- E = E-modul
- ν = Poissons tal
- N = Parameter för att definiera täthetsfunktionens form

$$\varphi(z; N) = \left(\sqrt{\frac{2}{N}} \Sigma \right)^{-\frac{N}{2}} \frac{(z)^{(N-2)/2}}{\Gamma(N/2)} \exp\left(-\sqrt{\frac{N}{2}} \frac{z}{\Sigma}\right)$$

$\Sigma = (\sigma_1^2 + \sigma_2^2)^{1/2}$, σ_1 och σ_2 är RMS ytfinhet hos de båda ytorna.

Reflektionskoefficienten, R, hos en ultraljudsvåg som träffar gränsskiktet beror på K_N . Sambandet kan skrivas som:

$$R = -1 / (1 - 2jK^*)$$
, där

$$K^* = K / (\omega Z)$$

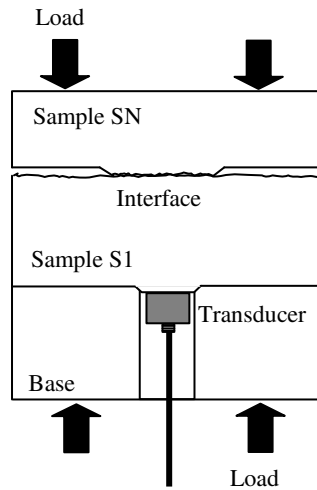
ω är vågens vinkelfrekvens.

Z är mediets akustiska impedans.

$R \rightarrow 0$ då $K^* \rightarrow \infty$ ger total transparens

$R \rightarrow -1$ då $K^* \rightarrow 0$ ger total reflektion

Liknande modellering kan ge uttryck för transversalstyvheten om Hertz kraftlag modifieras. Gränsskiktet bör beskrivas med en kombination av fjädrar vilka verkar i gränsskiktets normal- och transversalriktning. I ref. [11] visas exempel på hur reflektionskoefficienten varierar då gränsskikt, mellan preparerade och uppmätta ytor, trycks ihop vid en serie olika praktiska försök. Experimentuppställning som användes visas i figur 28.



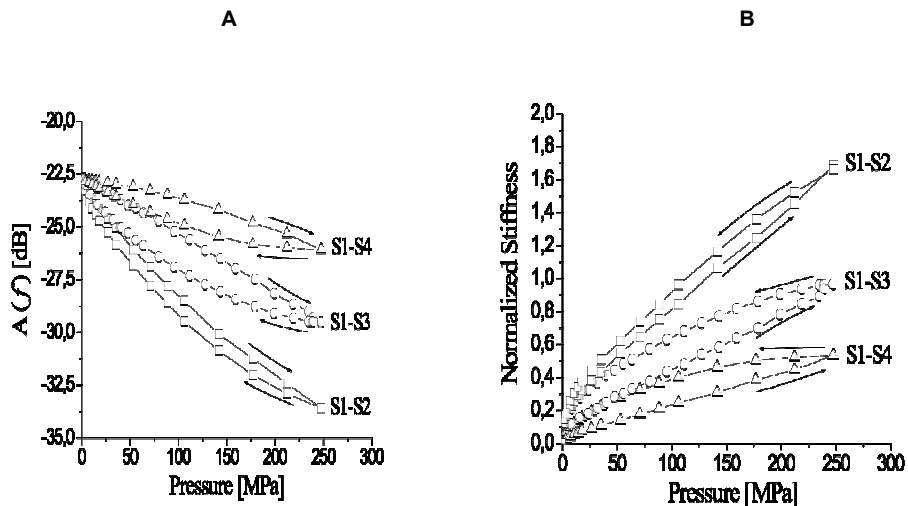
Figur 28 Experimentell uppsättning för att mäta reflektionskoefficient vid olika kontaktkrafter och ytbeskaffenheter hos kolstål med 5 MHz longitudinella vågor.

Ytorna hos de olika provbitarna uppmättes till parametrar enligt tabell 5.

Tabell 5 Uppmätt ytfinitet hos de olika provbitarna.

SAMPLE	S1	S2	S3	S4
R_a (μm)	0.25	< 0.14	0.1	1.5

Resultaten visar att för frekvens av 5 MHz, longitudinella vågor och kontaktryck på 250 MPa, kan en reduktion av reflektionskoefficienten motsvarande 12 dB noteras, se figur 29. Intressant är att se hur variationer i ytbeskaffenhet påverkar amplituden hos den reflekterade vågen. Finare ytor blir mer transparenta.



Figur 29 Resultat av experiment enligt setup i figur 28 och parametrar enligt tabell 5.

(A) Variation i amplitud vid olika kontaktryck.

(B) Variation i Styvhet, K_N^* , vid olika kontaktryck.

Med ovanstående resonemang och mätningar kan följande kopplingar göras till eventuell transparens hos bindfel i detta projekt. Uppmätt sprickbredd (avståndet mellan fogkanten och bindfelsimplantatet) efter förstörande provning av defekterna i kapitel 8 visar att sprickbredden är $2\ \mu\text{m}$ efter uppkapning. Det tyder på att ytfinheten hos dessa defekters ytor är $\ll 2\ \mu\text{m}$ vilket är av samma ordning som gränsskiktet S1-S2 i tabell 5. För detta gränsskikt reducerades amplituden hos den reflekterade vågen med 12 dB vid kontaktryck på 250 MPA. Dessutom så är frekvensen vid experimenten presenterade i figur 29 genomförda med vågor som har en frekvens på 5 MHz jämfört med 2.25 MHz vid mätningarna i detta arbete. Lägre frekvens resulterar i lägre reflektionskoefficient, dvs, bindfelen skulle vara än mer transparenta vid antagandet att yttopografin överensstämmer mellan de två jämförelserna.

Eftersom ytfinheten hos de 14 implantaten kan anses likvärdig sinsemellan, pga likvärdig preparation, återstår kontaktrycket som en möjlig parameter som kan variera mellan bindfelsdefekterna. Kontaktrycket som induceras av svetsespänningar är inte nödvändigtvis konstant över defekterna men kan vid uppkapande så bli pga. av att elastisk energi frigörs, dvs, urkapningarnas volym är liten.

12. Diskussion

De noterade skillnaderna mellan, erhållet signalsvar från de olika, defekterna kan bero på följande huvudfaktorer:

- OFP-parametrar
- MTO (Människa Teknik Organisation)
- Defektparametrar

OFP-parametrarna kan delas upp i följande:

- Teknik: Frekvens, vinkel, fokusdjup, upplösning, vågtyp, scanningsmönster och känslighet
- Kontakt, mellan ultraljudsökaren och testblocket
- Procedur

MTO-parametrarna kan delas upp enligt följande:

- Operatör
- Felaktigt inställda parametrar

Defektparametrarna kan delas upp enligt följande:

- Täthet/Främmande ämnen
- Position
- Material
- Storlek
- Lutning
- Morfologi

Om man diskuterar ovanstående parametrar grupp för grupp kan följande resonemang göras:

12.1. OFP-parametrar

Vid datainsamlingen har samtliga defekter scannats med samma sökare och systeminställningar, enligt samma procedur.

Bra kontakt mellan sökare och objekt har erhållits över hela scanningen, vilket enkelt har verifierats i insamlad data.

Värt att notera är att två defekter av den typ som förefaller transparent detekteras (defekt 8 och 9). Efter avsökningen verifierades OFP-parametrarna hos provningssystemet enligt procedur, för att fastställa att inga förändringar har uppkommit. Detta styrker teorin om att skillnader i signalsvar inte beror på OFP-parametrarna.

Man kan därför utesluta att uppmätta skillnader beror på OFP-systemet.

12.2. MTO

Olika operatörer från olika företag med delvis olika utrustning har erhållit identiska resultat. Testblocket har dessutom scannats från olika håll med samma utfall.

Man kan därför utesluta att erhållna skillnader beror på MTO.

12.3. Defektparametrar

Den förstörande provningen visade att defekternas position, storlek och orientering var enligt specifikationen. Defekterna var alltså inte fel positionerade eller fel dimensionerade.

En tänkbar orsak till svårighet med detektering är att defektimplementeringsmetoden skulle kunna ge upphov till lokal anisotropi, som skulle kunna göra att ljudet böjs av och därmed inte träffar defekterna med optimal vinkel. Detta kan däremot uteslutas då ett stort antal vinklar användes vid avsökning utan att lyckas detektera vissa av bindfelen.

En annan tänkbar orsak är att främmande ämnen kan ha inneslutits vid tillverkningen. Efter uppkapning kunde det visuellt inte påvisas någon förekomst av främmande ämnen vilka skulle kunna fungera som koppling mellan ytorna.

Den troligaste orsaken är att vissa defekter är transparenta. Förstörande provningen indikerade att det inte finns någon synlig skillnad mellan defekterna. Uppmätt bredd mellan bindfel och grundmaterial förefaller vara likvärdig hos alla undersökta defekter. Men det skulle kunna vara möjligt att mätmetoden inte är tillräckligt noggrann eller att defekterna förändras vid uppkapning. Detta resonemang överensstämmer

med det teoretiska resonemanget och med mätningarna presenterade i kapitel 11. Mätningarna visade en signifikant reduktion av amplitud vid ökande kontaktryck.

Vid svetsning konstaterades en ökande krympning, dvs ökande spänningar, av svetsgodset mot slutet av svetsningen vilket är en parameter som behöver beaktas vid simulering av bindfel i testblock.

13. Slutsats

Defekterna 1-9 detekterades och gav förväntade signalsvar. Defekterna 10-14 detekterades inte med nuvarande procedur/teknik.

Mikroskopanalys av uppbrutna defekter, 1, 9, 10 och 11, visade inte någon märkbar skillnad mellan defekterna.

Det kan noteras att de defekter som inte kunde detekteras var positionerade i "slutet" på blocket (i svetsriktningen). De var alltså inte slumpvis utspridda. Detta skulle kunna indikera en koppling till svetsmetodiken. Blocket blir varmare ju längre svetsningen pågått och blockets/implantatets temperatur kan ha överskridit en kritisk temperatur, där bindfelens båda ytor sammanpressas och kontakt mellan ytorna bildas och defekterna "börjar bli transparenta". Detta sker i så fall med början i defekt 8 - 9. Efter att kontakter formats stiger kontaktrycket snabbt allt eftersom tillsätta värmen krymper blocket så att ett högt kontaktryck uppstår på defekt 10-14. Det kunde även konstateras att en större krympning av testblocket förekom i detta område.

Slutsatsen av de undersökningar som gjort pekar på att det är en komplicerad process att tillverka simulerade bindfel. Denna process behöver således kontrolleras avseende svetsprocedur och svets teknik men även avseende blockens geometri avseende värmeöverföring.

14. Rekommendationer för fortsatt arbete

En utredning av orsak till att bindfel är transparenta skulle kunna göras i syfte att fastställa huruvida täthet är kopplad till framställningsprocessen av testblock eller ett fenomen att förvänta sig vid tillverkning/reparation allmänt.

Vid fallet att defekter är mekaniskt täta kan det vara intressant att simulera dessa i SimSundt. I dessa fall bör modelleringsprogrammets möjlighet att simulera mekanisk kontakt mellan ytor utvecklas vidare.

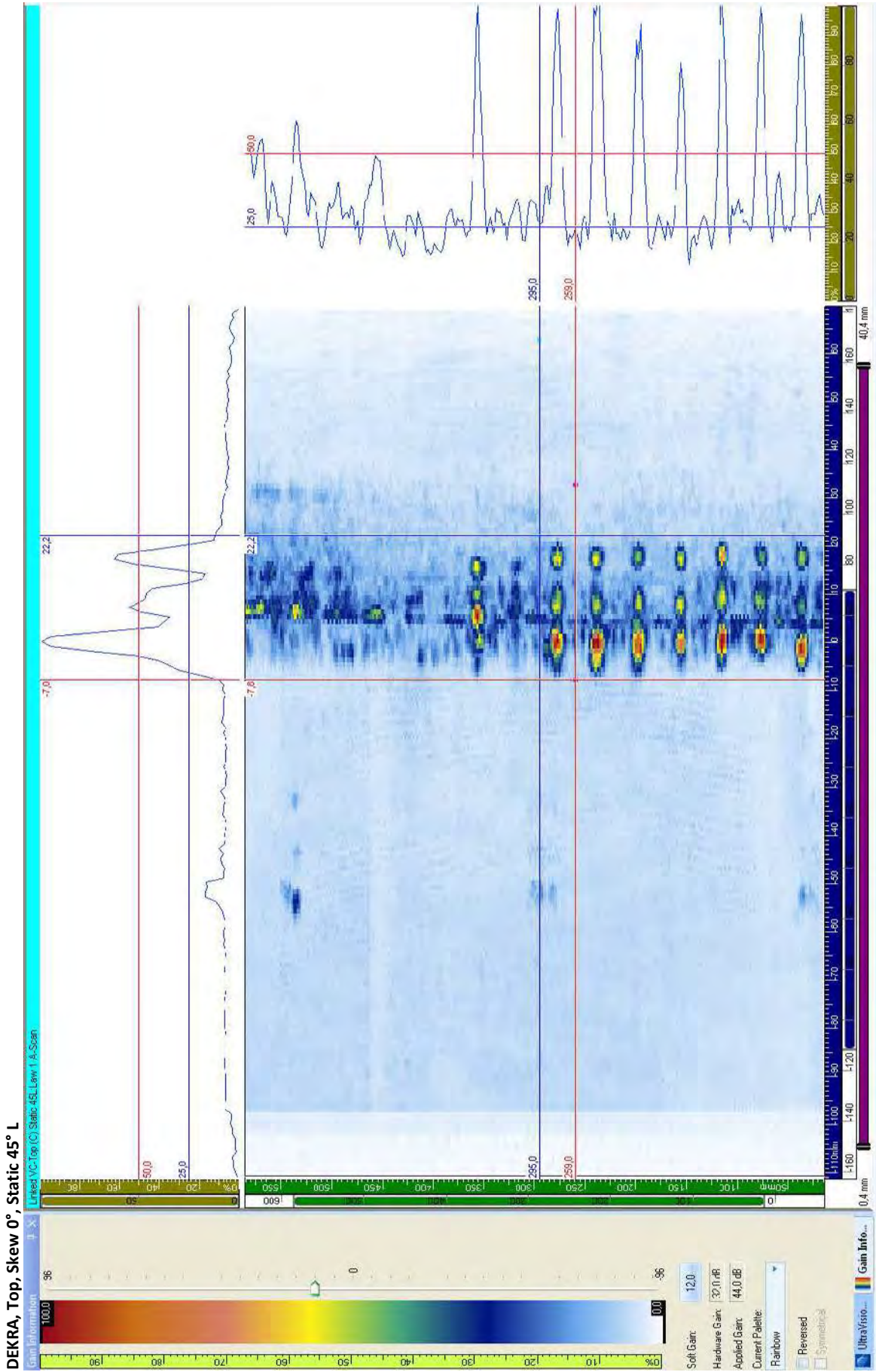
En annan möjlighet till ny kunskap är att mäta en eventuell relaxering av residualspänningar, med ultraljud, som kan erhållas vid uppbrytning av defekter. Ett sätt att göra detta är att kapa ur en tillräckligt stor volym innehållande en av de transparenta defekterna. Volymen skall vara så stor så att inga residualspänningar relaxeras och öppnar upp defekten. En ny uppmätningsserie görs sedan simultant som urkapningen skivas.

Tillverka ett nytt testblock med bättre kontroll på temperaturen eller alternativt att man svetsar blocket bit för bit istället för att svetsa hela på en gång.

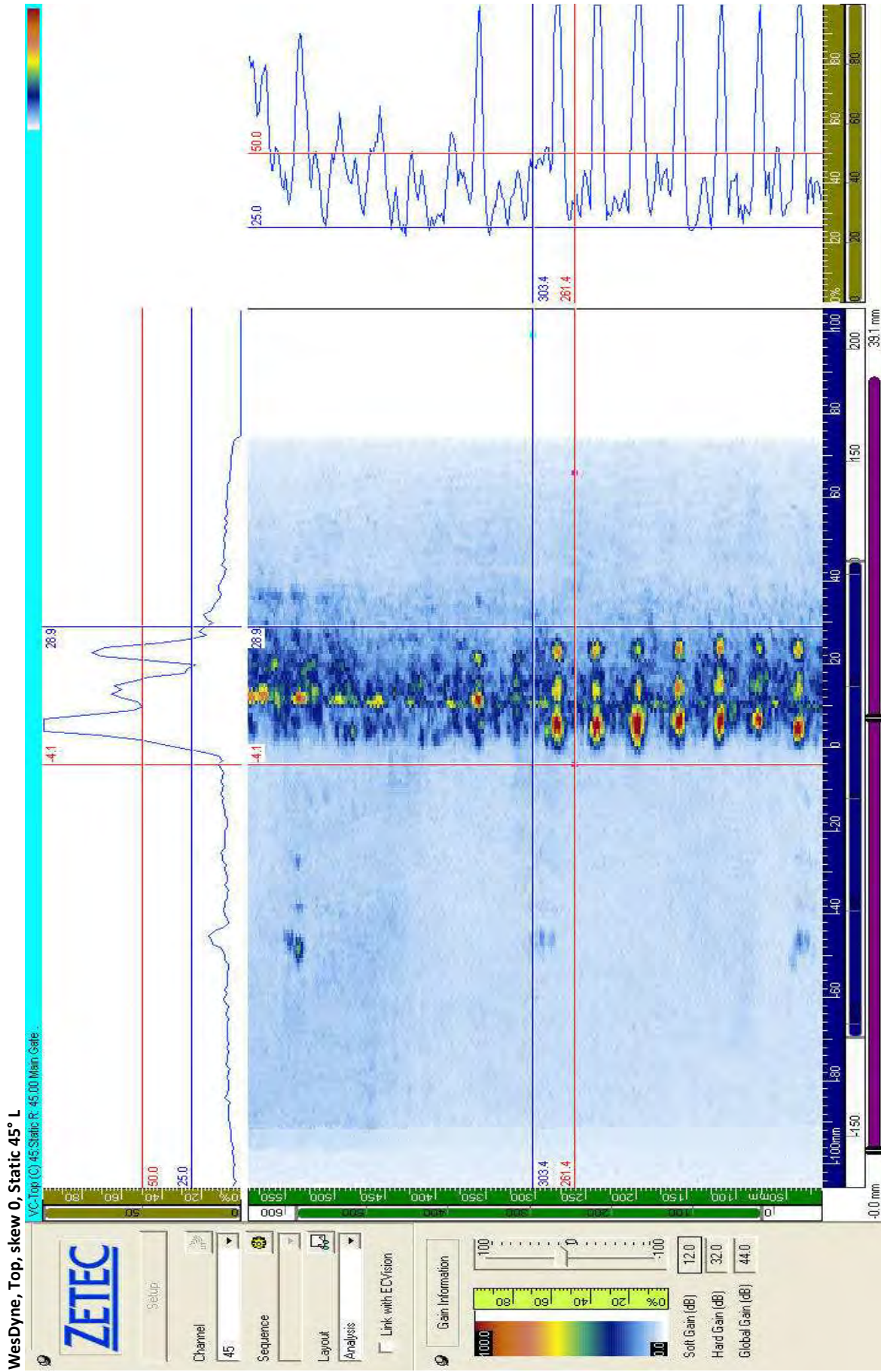
Mätning av signalsvar i transmissionskonfiguration i kombination med puls-eko för att utreda om reducering i amplitud beror på bindfelets täthet. Även ljudets frekvens bör då varieras för att undersöka om reflektionskoefficienten ändras.

En ytterligare intressant jämförelse skulle kunna vara att analysera detekterade och inte detekterade bindfels ytfel för att öka förståelsen avseende transparenta bindfel.

Bilaga 1



Bilaga 1



Bilaga 1

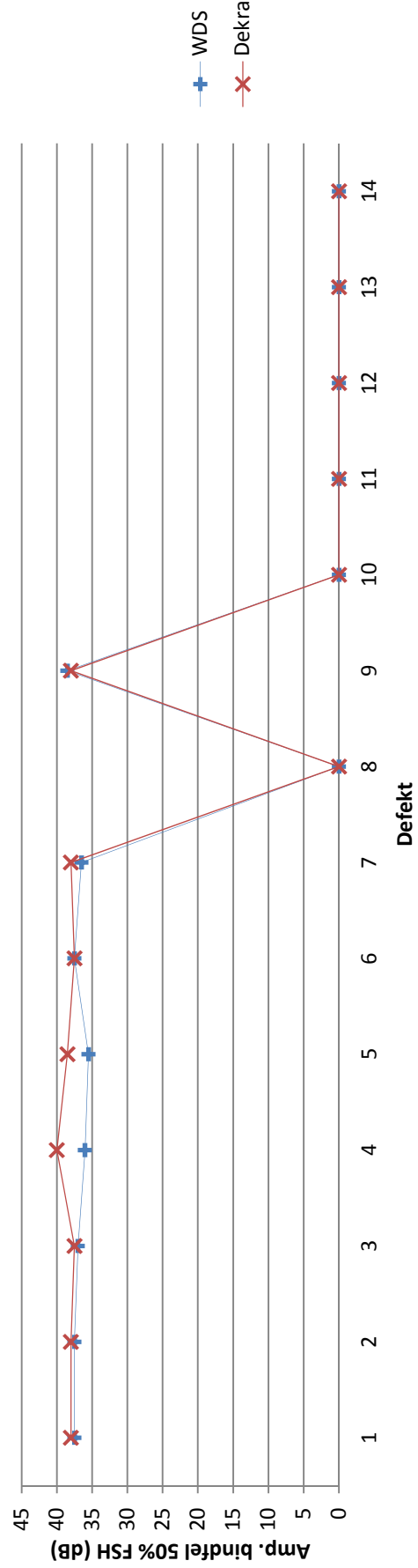
DEKRA, Top, Skew 0°, Static 45° L					
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)	Pos Bindfel Y-led (mm)	
1	38	31	10		
2	38	71	12		
3	37,5	109	10		
4	40	149	10		
5	38,5	191	12		
6	37,5	231	12		
7	38	271	12		
8	N/A	N/A	N/A		
9	38	351	10		
10	N/A	N/A	N/A		
11	N/A	N/A	N/A		
12	N/A	N/A	N/A		
13	N/A	N/A	N/A		
14	N/A	N/A	N/A		

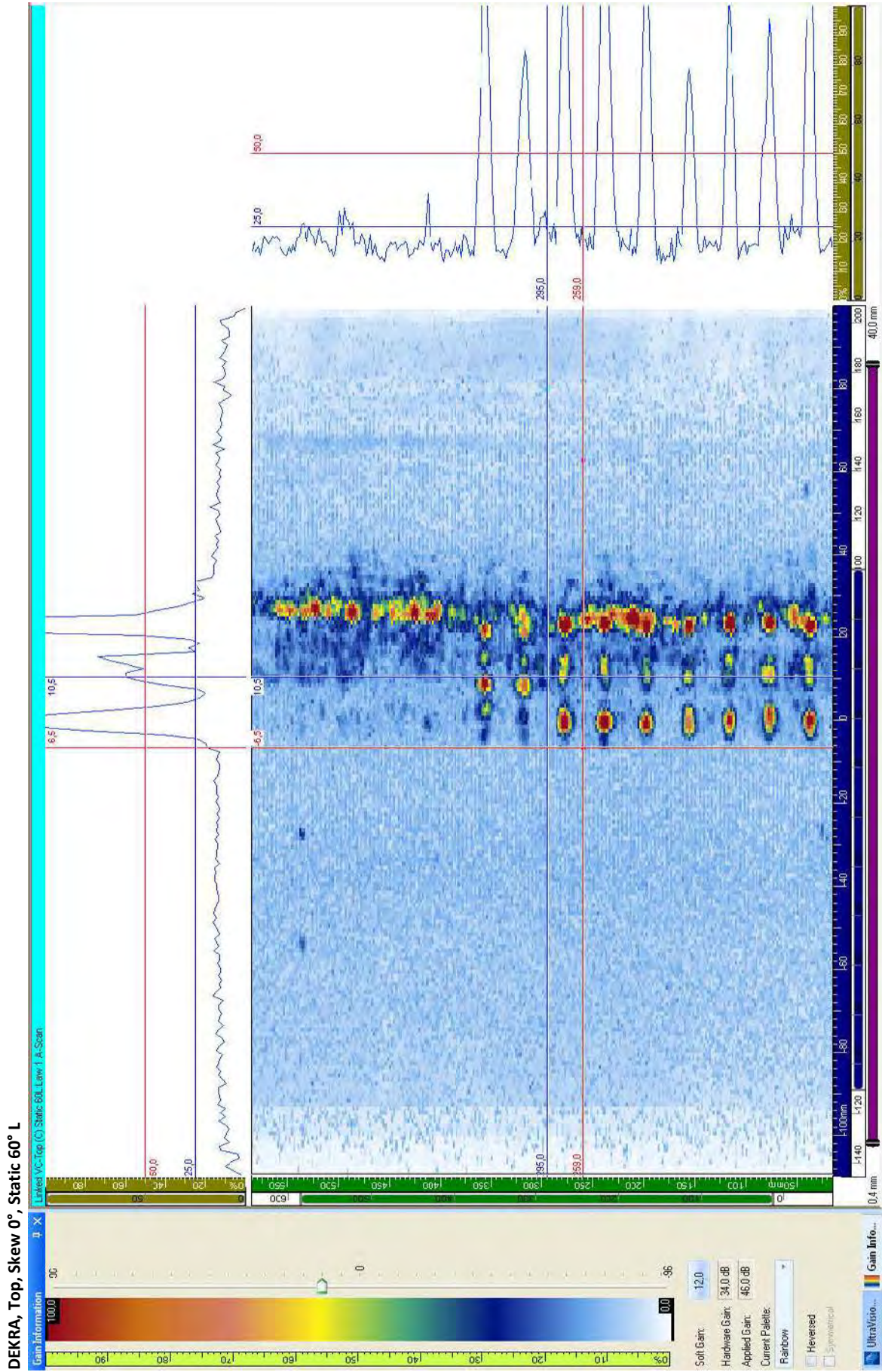
Ref. Gain: 20 dB
Inspection Gain: 32 dB

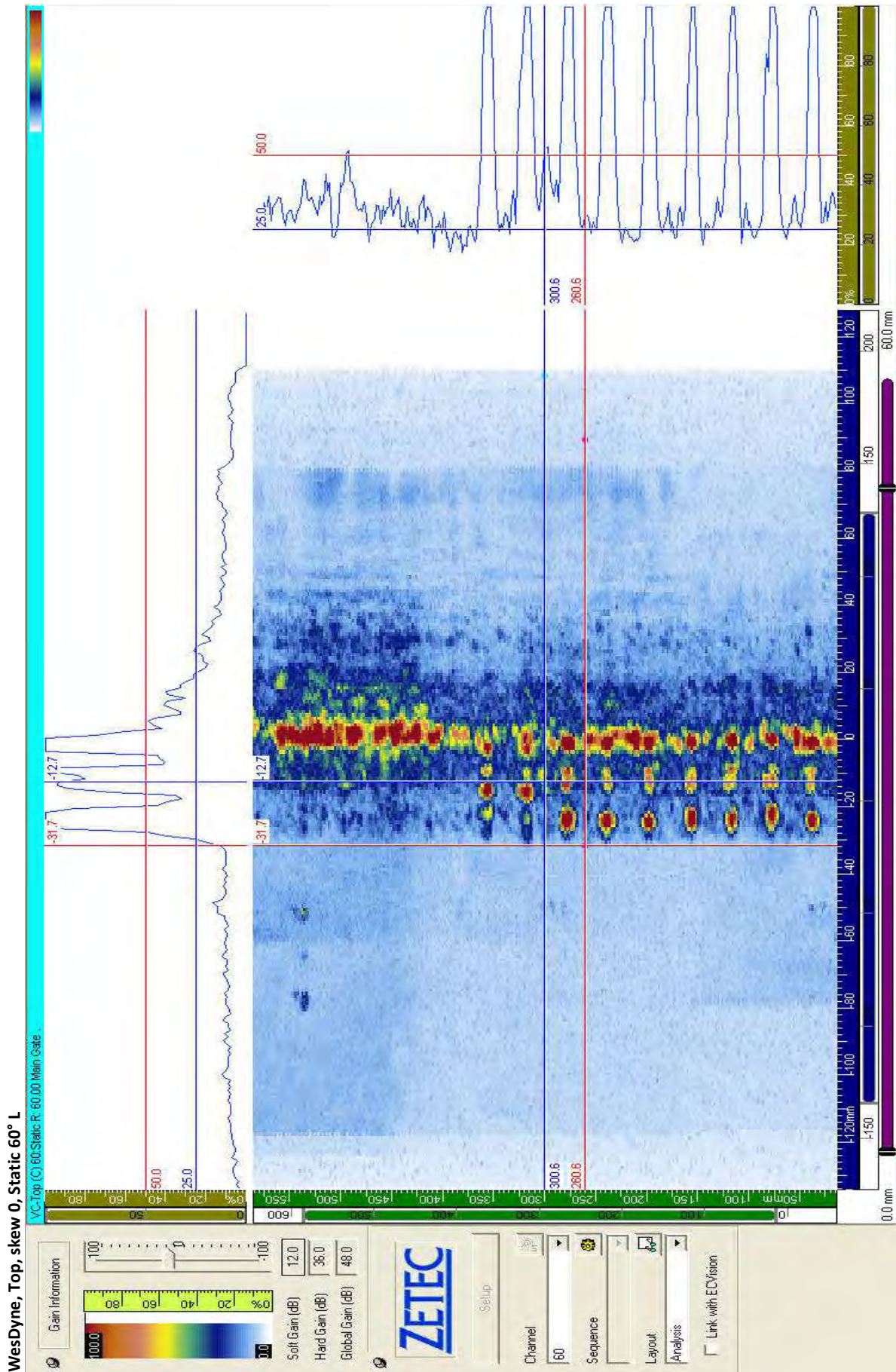
WDS, Top, Skew 0°, Static 45° L					
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)	Pos Bindfel Y-led (mm)	
1	37,5	35,4	10		
2	37,5	75,4	12		
3	37	113,4	10		
4	36	153,4	10		
5	35,5	193,4	12		
6	37,5	235,4	12		
7	36,5	273,4	12		
8	N/A	N/A	N/A		
9	38,5	355,4	10		
10	N/A	N/A	N/A		
11	N/A	N/A	N/A		
12	N/A	N/A	N/A		
13	N/A	N/A	N/A		
14	N/A	N/A	N/A		

Ref. Gain: 20 dB
Inspection Gain: 32 dB

Top, Skew 0°, Static 45° L







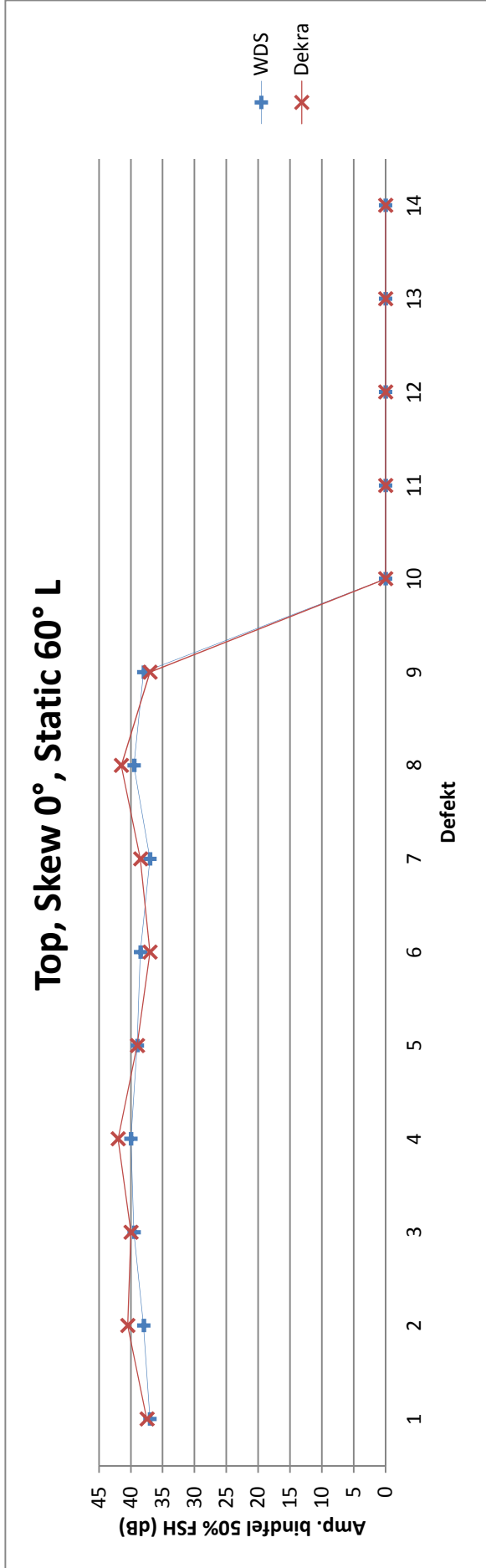
Bilaga 1

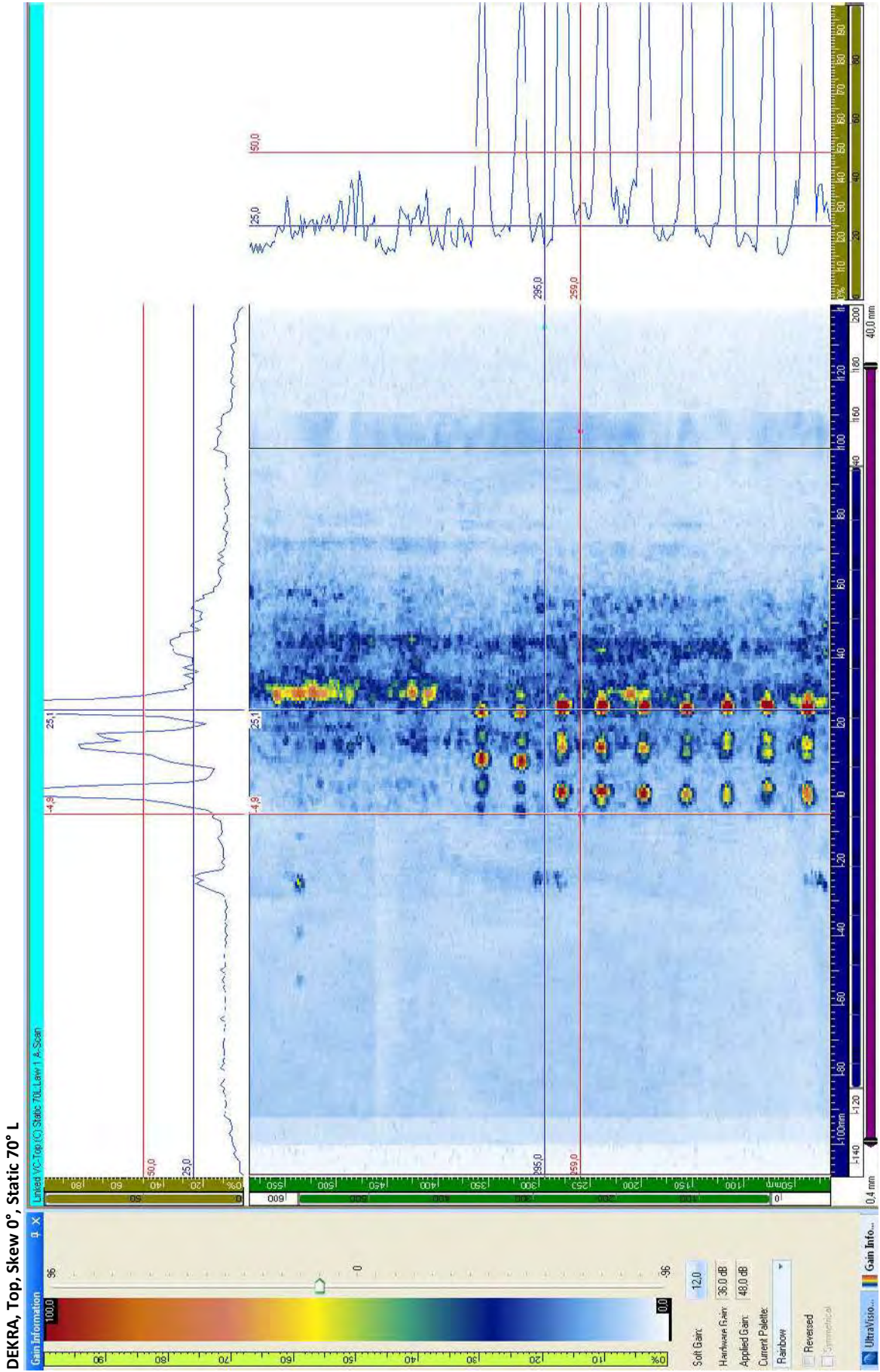
DEKRA, Top, Skew 0°, Static 60° L						Pos Bindfel Y-led (mm)
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)			
1	37,5	33	10			
2	40,5	71	12			
3	40	111	10			
4	42	149	12			
5	39	193	10			
6	37	231	14			
7	38,5	271	12			
8	41,5	311	14			
9	37	351	10			
10	N/A	N/A	N/A			
11	N/A	N/A	N/A			
12	N/A	N/A	N/A			
13	N/A	N/A	N/A			
14	N/A	N/A	N/A			

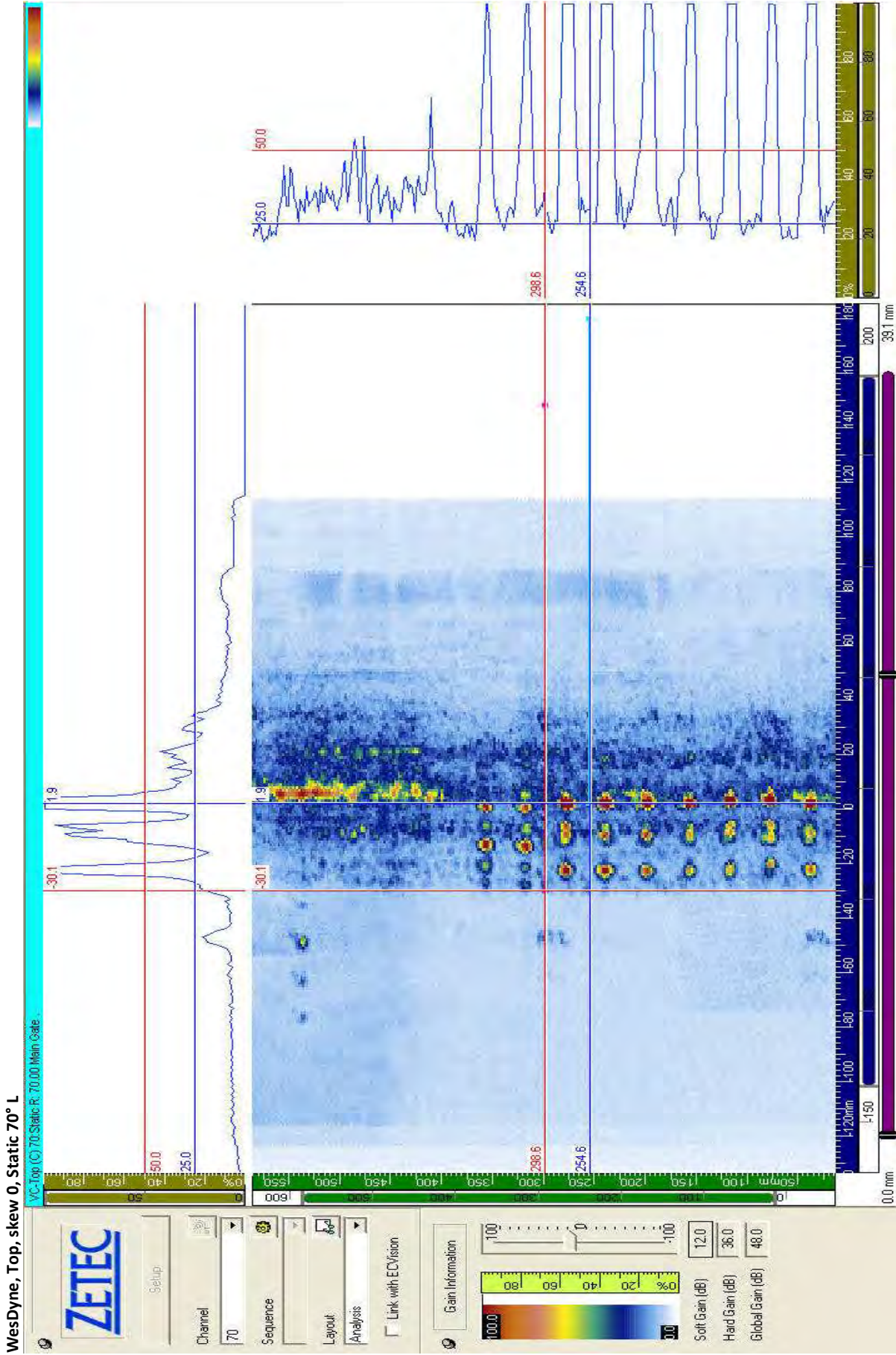
Ref. Gain: 22 dB
Inspection Gain: 34 dB

WDS, Top, Skew 0°, Static 60° L						Pos Bindfel Y-led (mm)
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)			
1	37	32,6	14			
2	38	74,64	12			
3	39,5	112,6	12			
4	40	154,6	10			
5	39	196,6	10			
6	38,5	236,6	12			
7	37	274,6	12			
8	39,5	314,6	12			
9	38	352,6	12			
10	N/A	N/A	N/A			
11	N/A	N/A	N/A			
12	N/A	N/A	N/A			
13	N/A	N/A	N/A			
14	N/A	N/A	N/A			

Ref. Gain: 24 dB
Inspection Gain: 36 dB







Bilaga 1

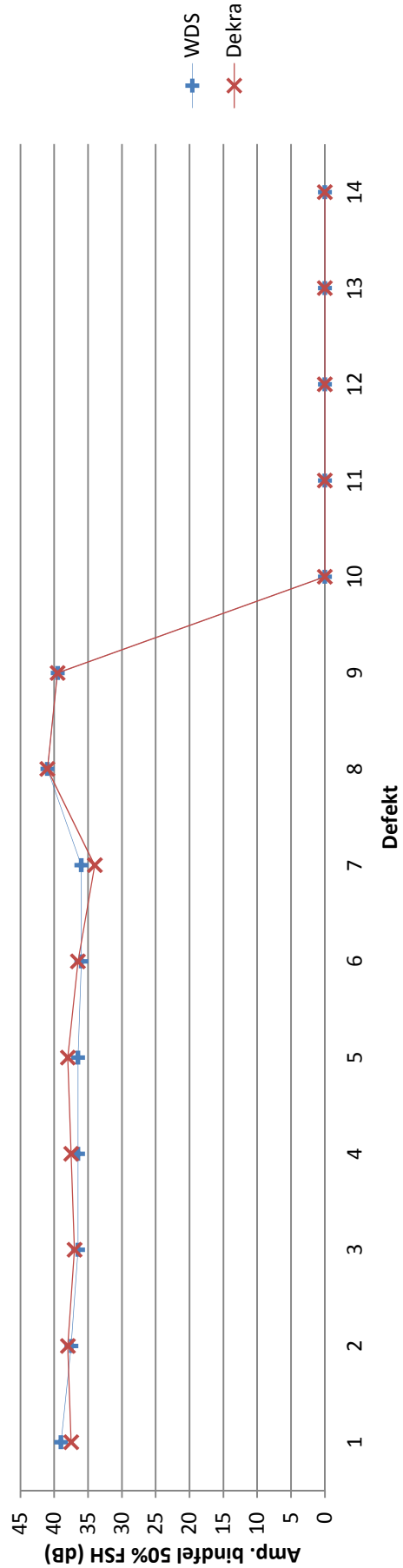
DEKRA, Top, Skew 0°, Static 70° L					
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)	Pos Bindfel Y-led (mm)	
1	37,5	31	12		
2	38	71	12		
3	37	111	10		
4	37,5	151	10		
5	38	191	12		
6	36,5	233	10		
7	34	271	10		
8	41	313	10		
9	39,5	351	10		
10	N/A	N/A	N/A		
11	N/A	N/A	N/A		
12	N/A	N/A	N/A		
13	N/A	N/A	N/A		
14	N/A	N/A	N/A		

Ref. Gain: 24 dB
Inspection Gain: 36 dB

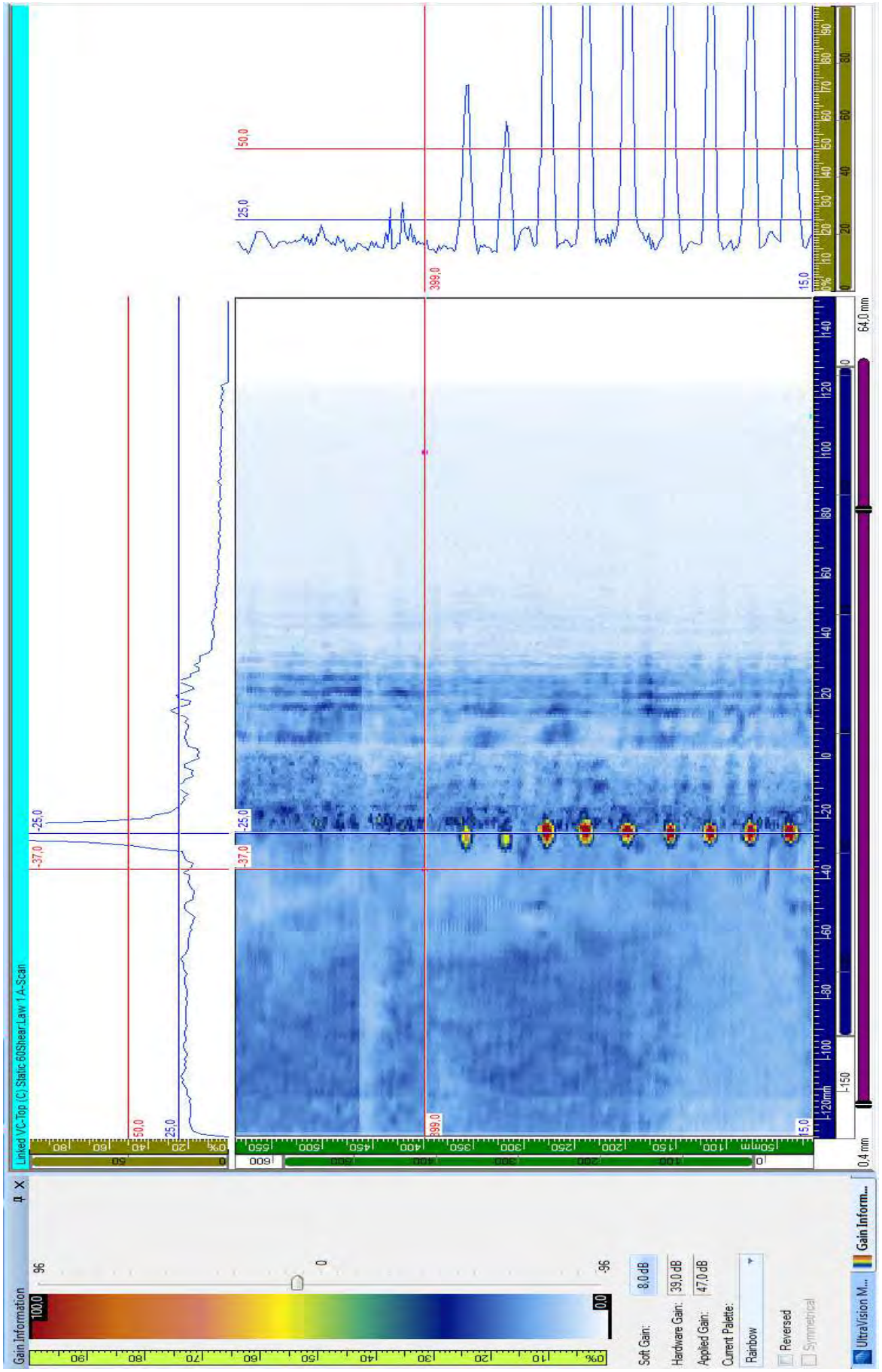
WDS, Top, Skew 0°, Static 70° L					
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)	Pos Bindfel Y-led (mm)	
1	39	34,6	12		
2	37,5	74,6	10		
3	36,5	114,6	10		
4	36,5	154,6	10		
5	36,5	194,6	10		
6	36	236,6	10		
7	36	274,6	10		
8	41	314,6	12		
9	39,5	354,6	10		
10	N/A	N/A	N/A		
11	N/A	N/A	N/A		
12	N/A	N/A	N/A		
13	N/A	N/A	N/A		
14	N/A	N/A	N/A		

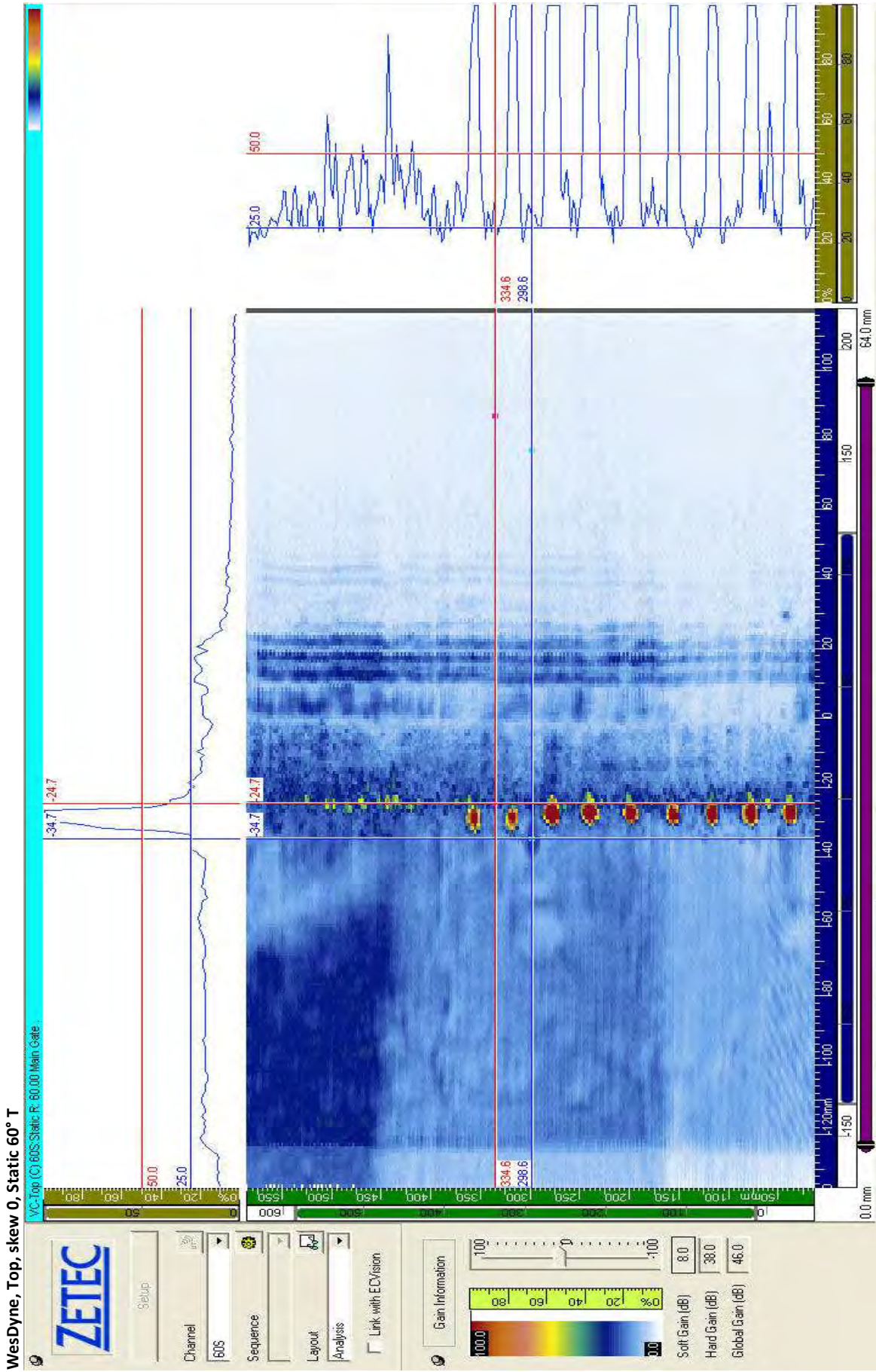
Ref. Gain: 24 dB
Inspection Gain: 36 dB

Top, Skew 0°, Static 70° L



DEKRA, Top, Skew 0°, Static 60° T



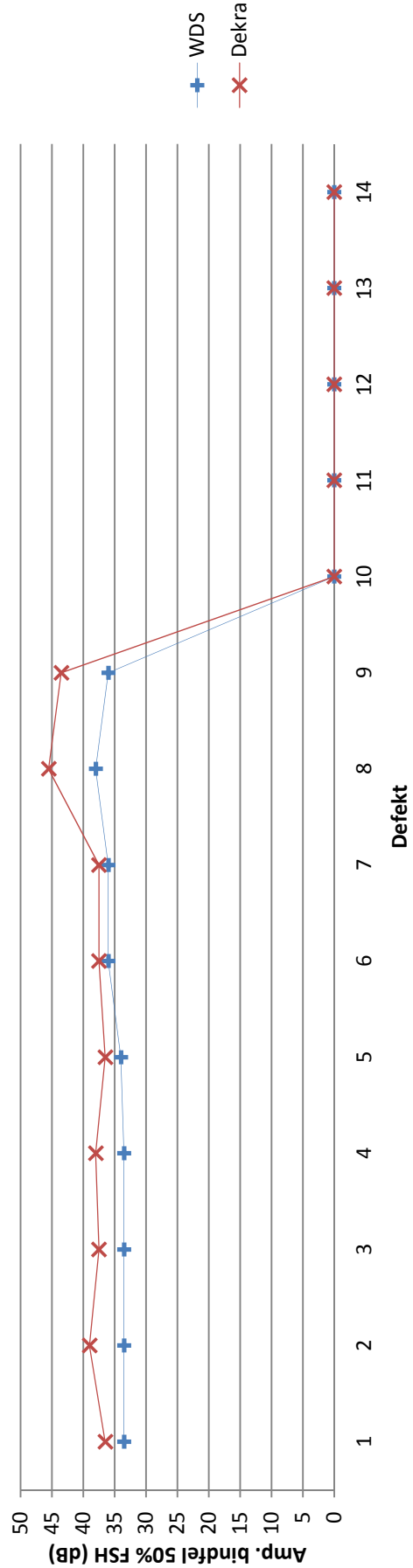


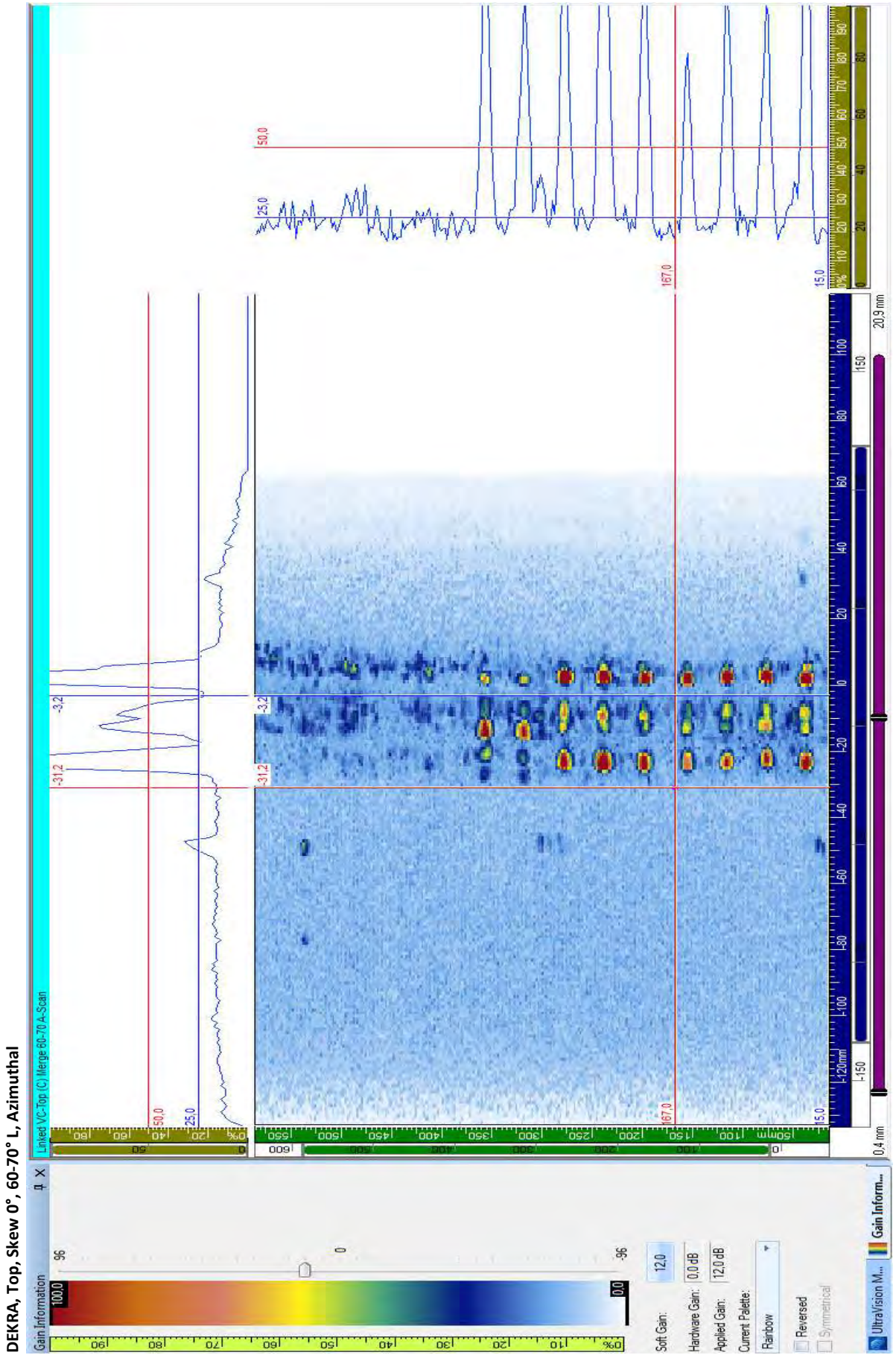
Bilaga 1

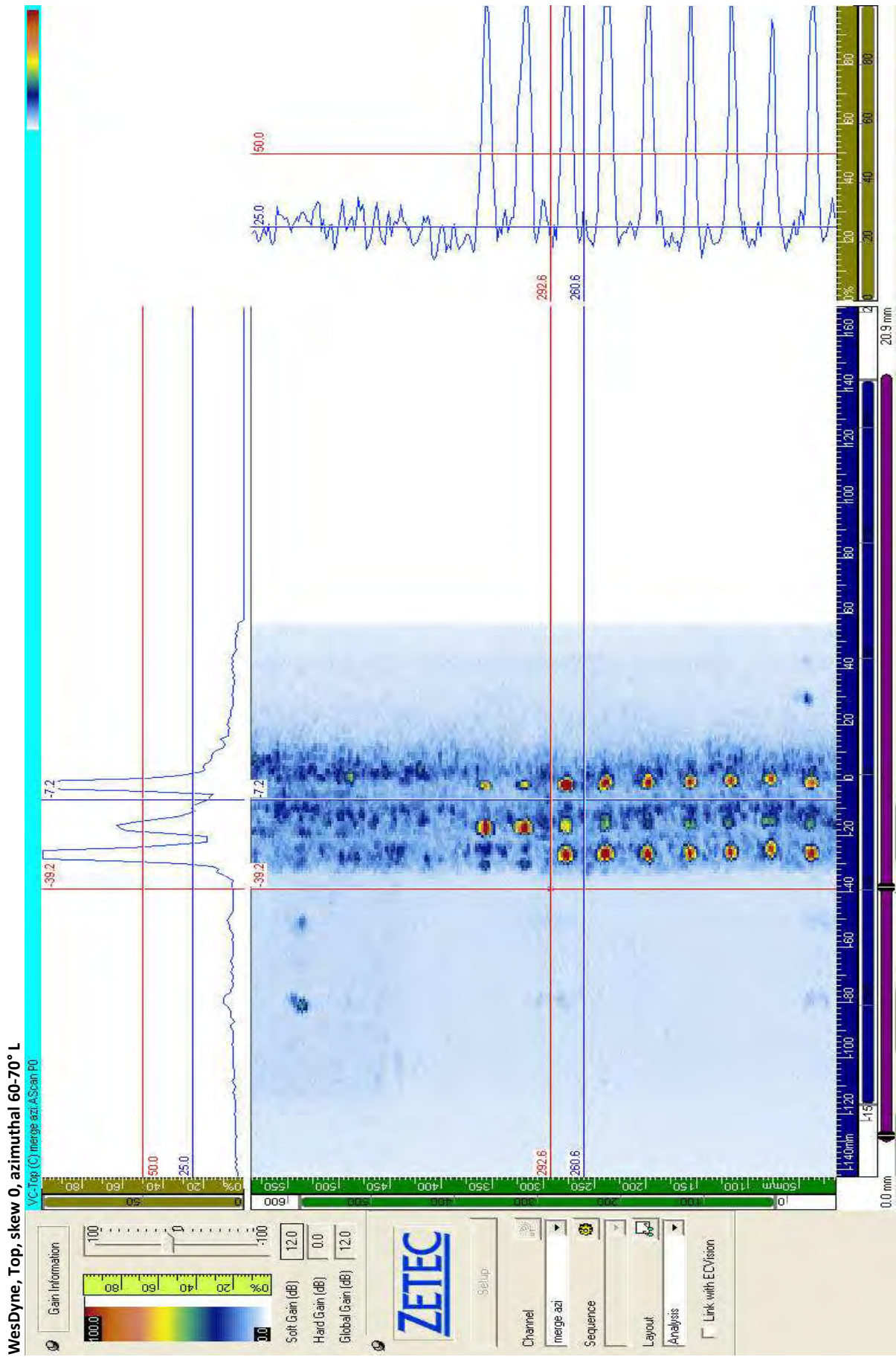
DEKRA, Top, Skew 0°, Static 60° T					
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)	Pos Bindfel Y-led (mm)	
1	36,5	33	10	-1	
2	39	71	12	-1	
3	37,5	111	10	-1	
4	38	151	10	-1	
5	36,5	193	10	-1	
6	37,5	233	12	0	
7	37,5	271	12	0	
8	45,5	313	12	-2	
9	43,5	351	12	-2	
10	N/A	N/A	N/A	N/A	
11	N/A	N/A	N/A	N/A	
12	N/A	N/A	N/A	N/A	
13	N/A	N/A	N/A	N/A	
14	N/A	N/A	N/A	N/A	
Ref. Gain: 27 dB					
Inspection Gain: 39 dB					

WDS, Top, Skew 0°, Static 60° T					
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)	Pos Bindfel Y-led (mm)	
1	33,5	34,6	12	-2,7	
2	33,5	74,6	12	-2,7	
3	33,5	114,6	10	-2,7	
4	33,5	154,6	10	-2,7	
5	34	194,6	12	-2,7	
6	36	236,6	12	-2,7	
7	36	276,6	10	-2,7	
8	38	314,6	12	-3,7	
9	36	354,6	12	-3,7	
10	na	N/A	N/A	N/A	
11	na	N/A	N/A	N/A	
12	na	N/A	N/A	N/A	
13	na	N/A	N/A	N/A	
14	na	N/A	N/A	N/A	
Ref. Gain: 26 dB					
Inspection Gain: 38 dB					

Top, Skew 0°, Static 60° T







Bilaga 1

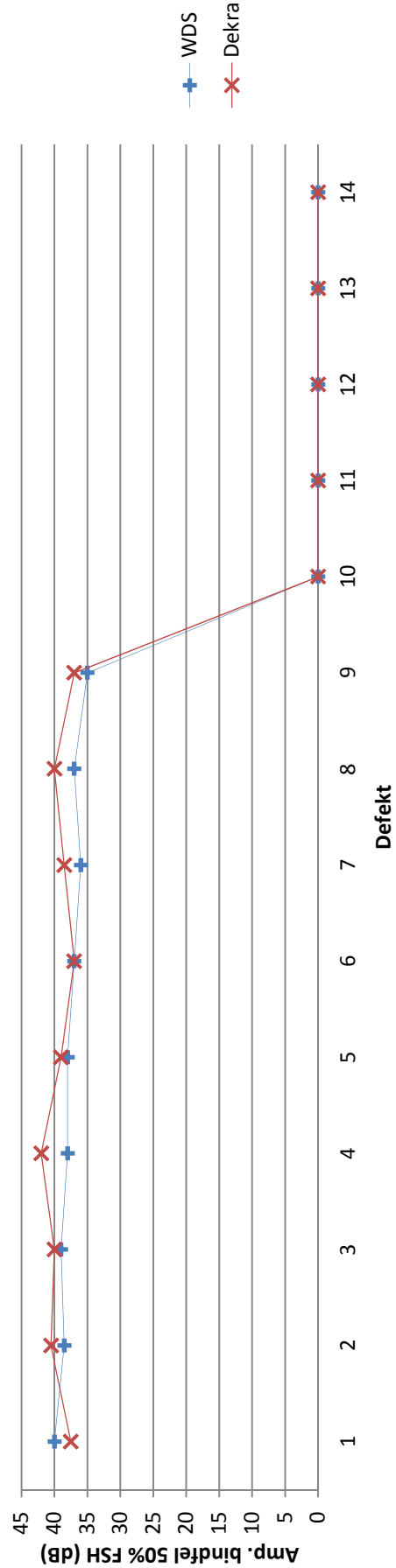
DEKRA, Top, Skew 0°, Azimuthal 60°-70° L						Pos Bindfel Y-led (mm)
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)			
1	37,5	31	12			
2	40,5	71	10			
3	40	111	10			
4	42	149	12			
5	39	193	10			
6	37	231	14			
7	38,5	271	12			
8	40	311	14			
9	37	351	10			
10	N/A	N/A	N/A			
11	N/A	N/A	N/A			
12	N/A	N/A	N/A			
13	N/A	N/A	N/A			
14	N/A	N/A	N/A			

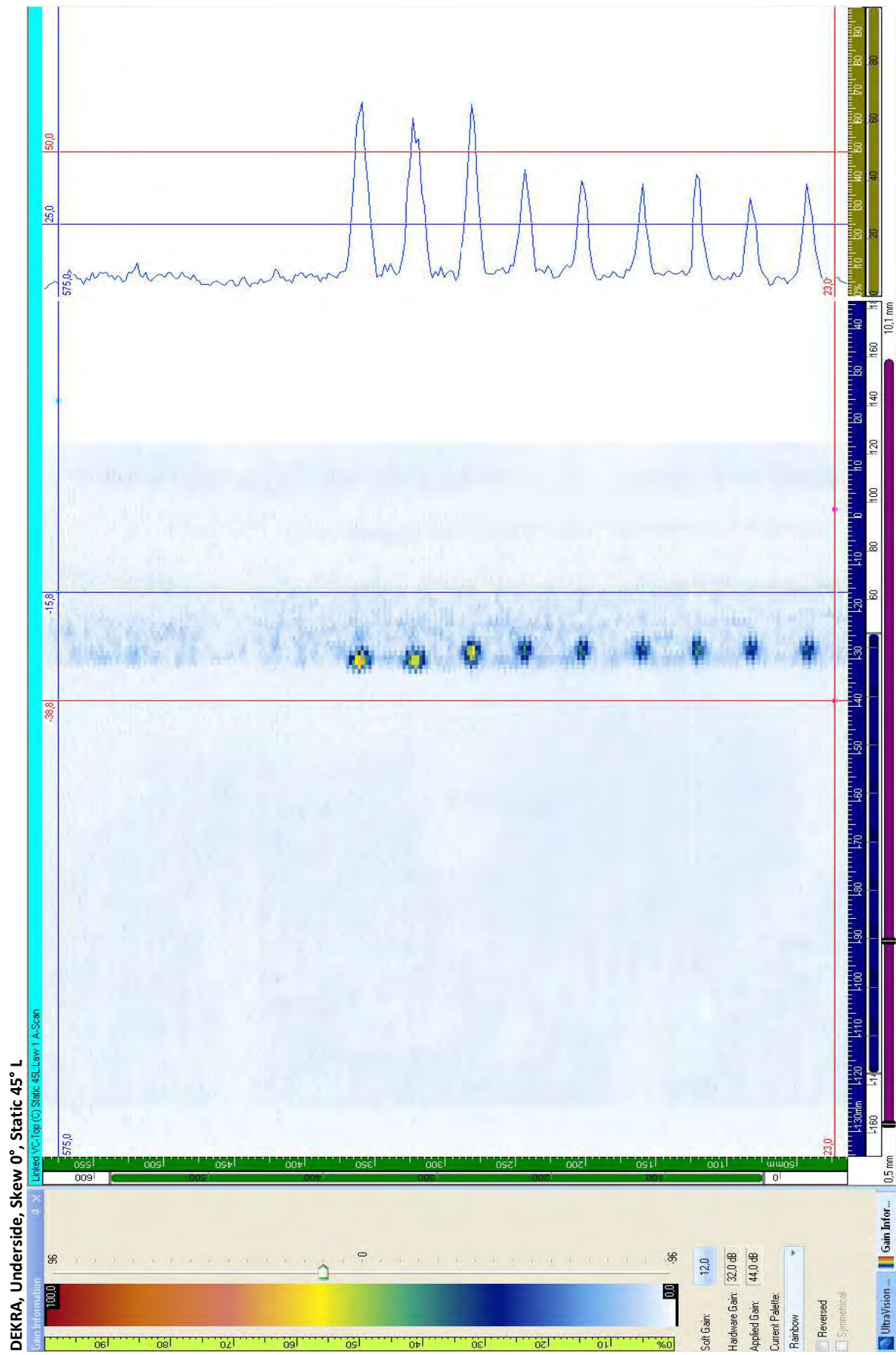
Ref. Gain: 22,5 dB
Inspection Gain: 34,5 dB

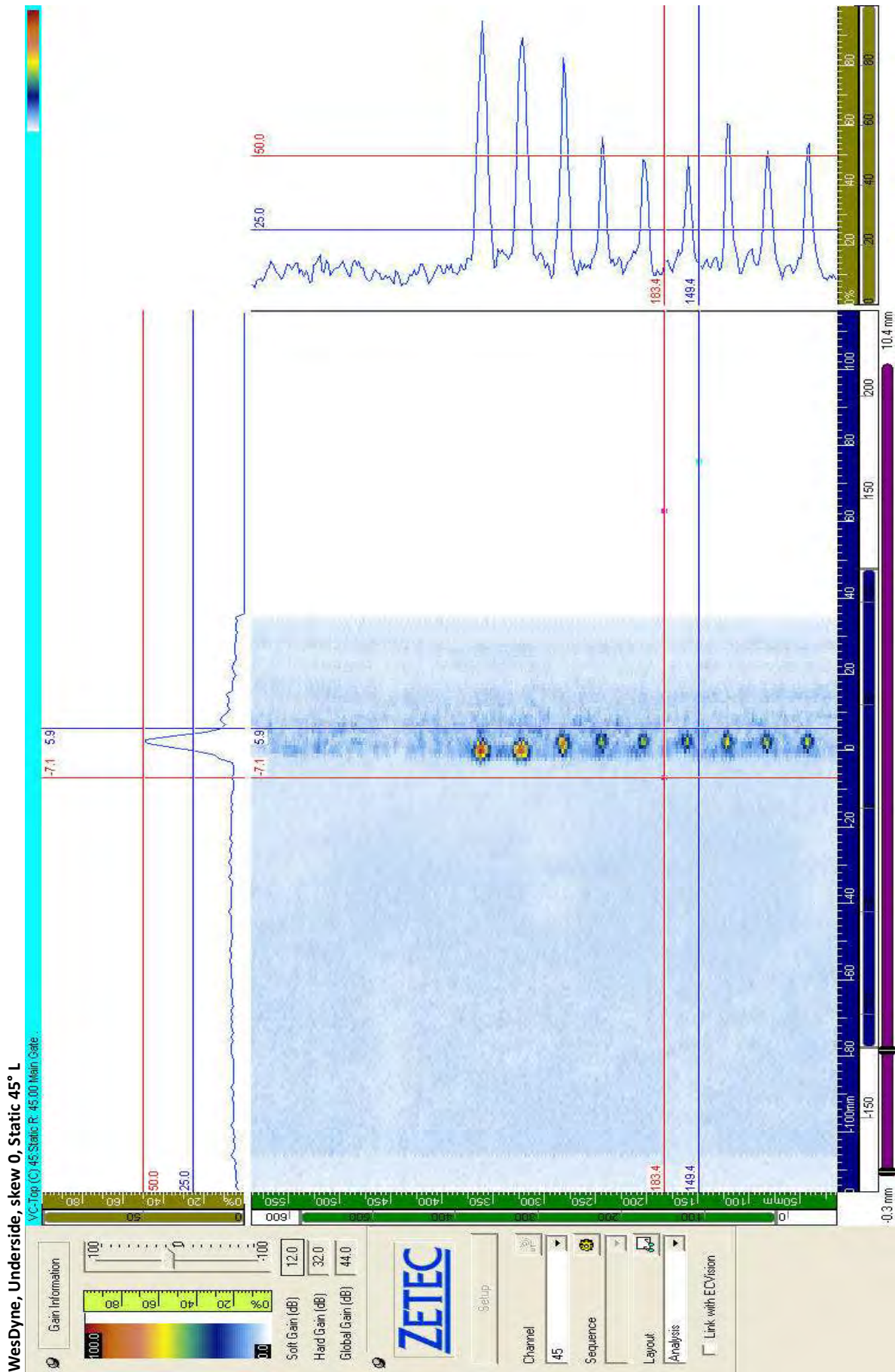
WDS, Top, Skew 0°, Azimuthal 60°-70° L						Pos Bindfel Y-led (mm)
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)			
1	40	32,6	12			
2	38,5	72,6	12			
3	39	110,6	10			
4	38	150,6	10			
5	38	192,6	12			
6	37	232,6	14			
7	36	270,6	14			
8	37	310,6	14			
9	35	350,6	12			
10	N/A	N/A	N/A			
11	N/A	N/A	N/A			
12	N/A	N/A	N/A			
13	N/A	N/A	N/A			
14	N/A	N/A	N/A			

Ref. Gain: 20 dB
Inspection Gain: 32 dB

Top, Skew 0°, Azimuthal 60°-70° L







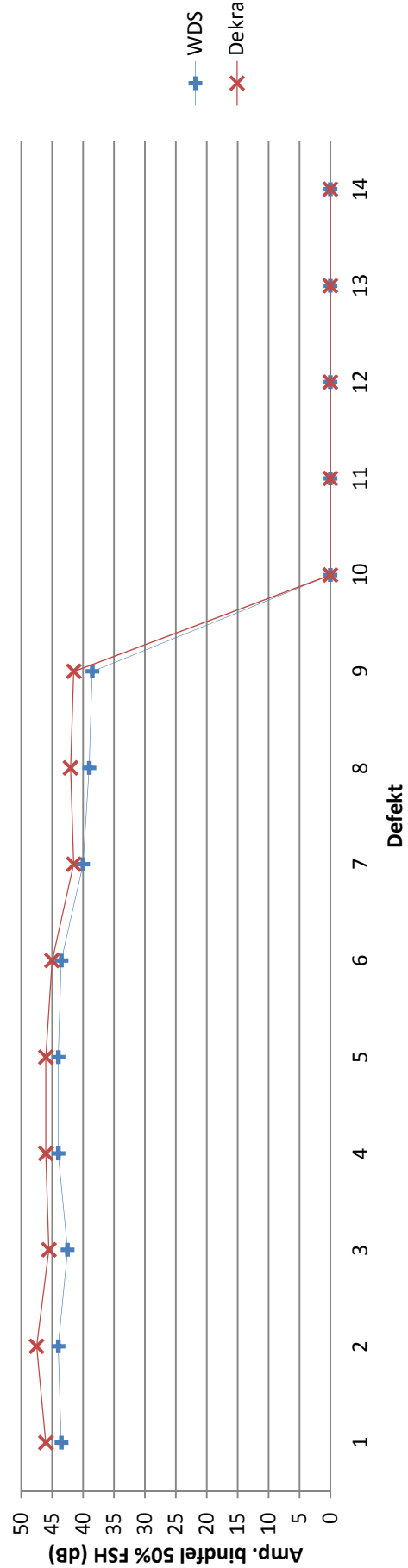
DEKRA, Underside, Skew 0°, Static 45° L						Pos Blindfel Y-led (mm)
Defekt	Ampblindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Blindfel X-led. (mm)	Längd blindfel (mm)			
1	46	37	10 mm			
2	47,5	77	10 mm			
3	45,5	117	8 mm			
4	46	155	8 mm			
5	46	197	10 mm			
6	45	239	8 mm			
7	41,5	275	10 mm			
8	42	315	14 mm			
9	41,5	355	12 mm			
10	N/A	N/A	N/A			
11	N/A	N/A	N/A			
12	N/A	N/A	N/A			
13	N/A	N/A	N/A			
14	N/A	N/A	N/A			

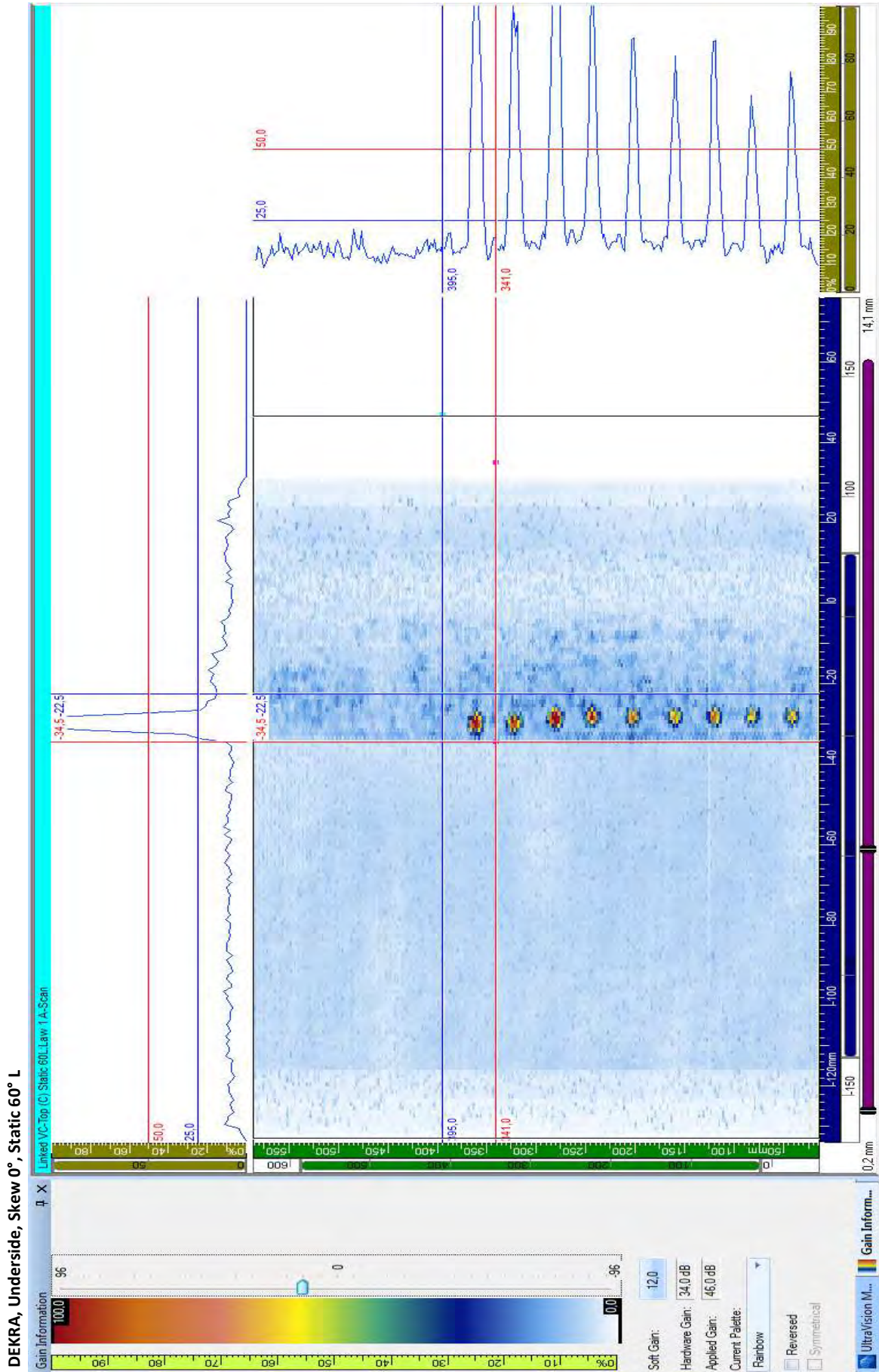
Ref. Gain: 20,5 dB
Inspection Gain: 32,5 dB

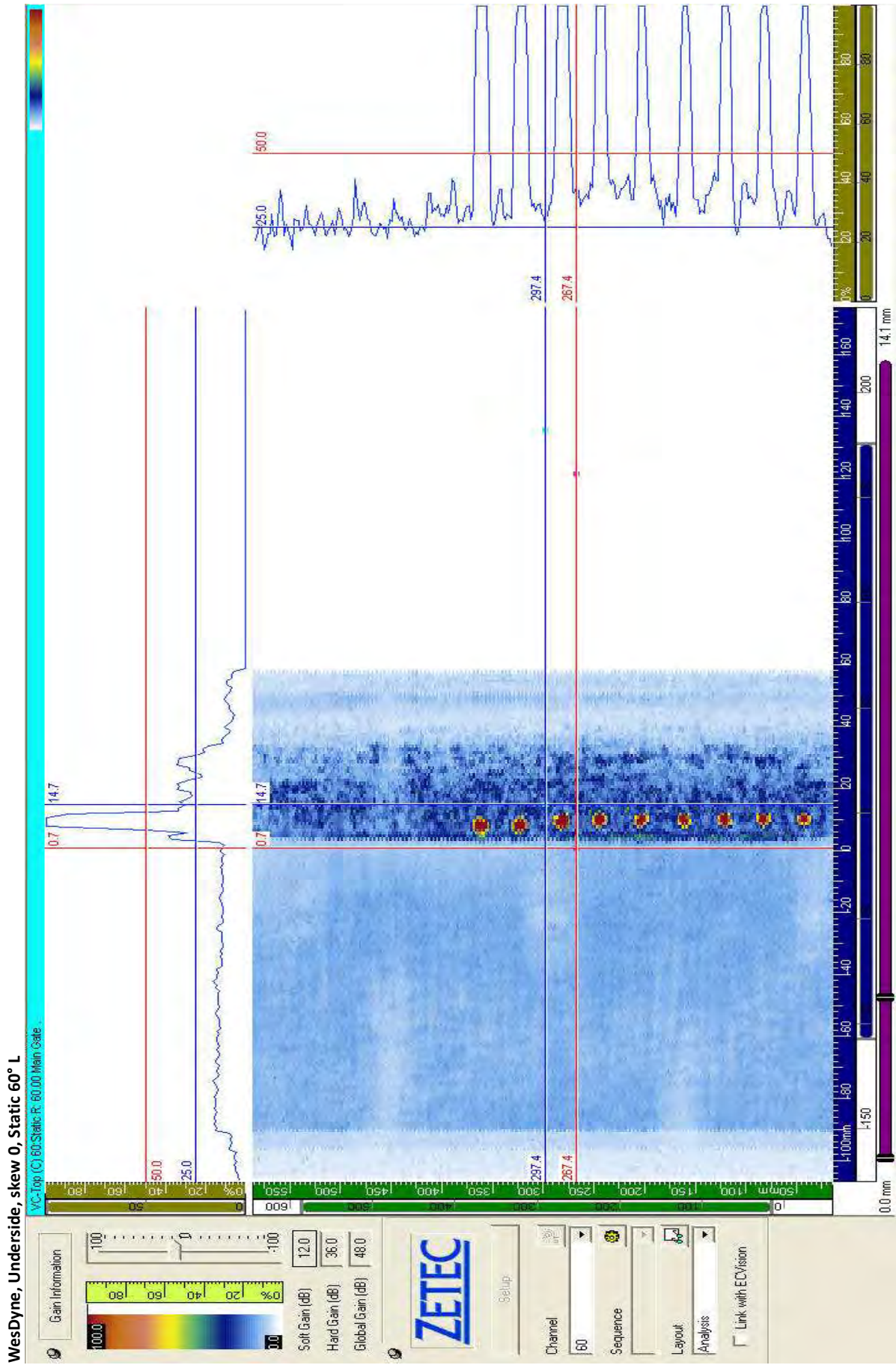
WDS, Underside, Skew 0°, Static 45° L						Pos Blindfel Y-led (mm)
Defekt	Ampblindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Blindfel X-led. (mm)	Längd blindfel (mm)			
1	43,5	33,4	10			
2	44	73,4	10			
3	42,5	111,4	10			
4	44	149,4	12			
5	44	193,4	10			
6	43,5	233,4	10			
7	40	271,4	10			
8	39	311,4	14			
9	38,5	349,4	14			
10	N/A	N/A	N/A			
11	N/A	N/A	N/A			
12	N/A	N/A	N/A			
13	N/A	N/A	N/A			
14	N/A	N/A	N/A			

Ref. Gain: 20 dB
Inspection Gain: 32 dB

Underside, Skew 0°, Static 45° L







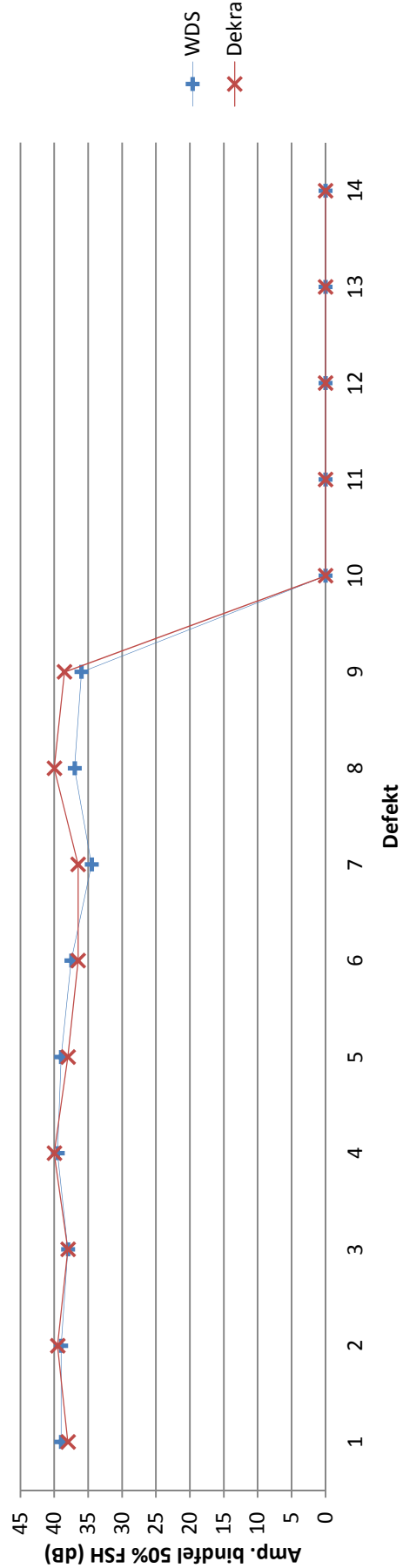
DEKRA, Underside, Skew 0°, Static 60° L					
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)	Pos Bindfel Y-led (mm)	
1	38	35	12		
2	39,5	75	12		
3	38	115	10		
4	40	155	8		
5	38	197	10		
6	36,5	233	14		
7	36,5	275	10		
8	40	315	12		
9	38,5	355	12		
10	N/A	N/A	N/A		
11	N/A	N/A	N/A		
12	N/A	N/A	N/A		
13	N/A	N/A	N/A		
14	N/A	N/A	N/A		

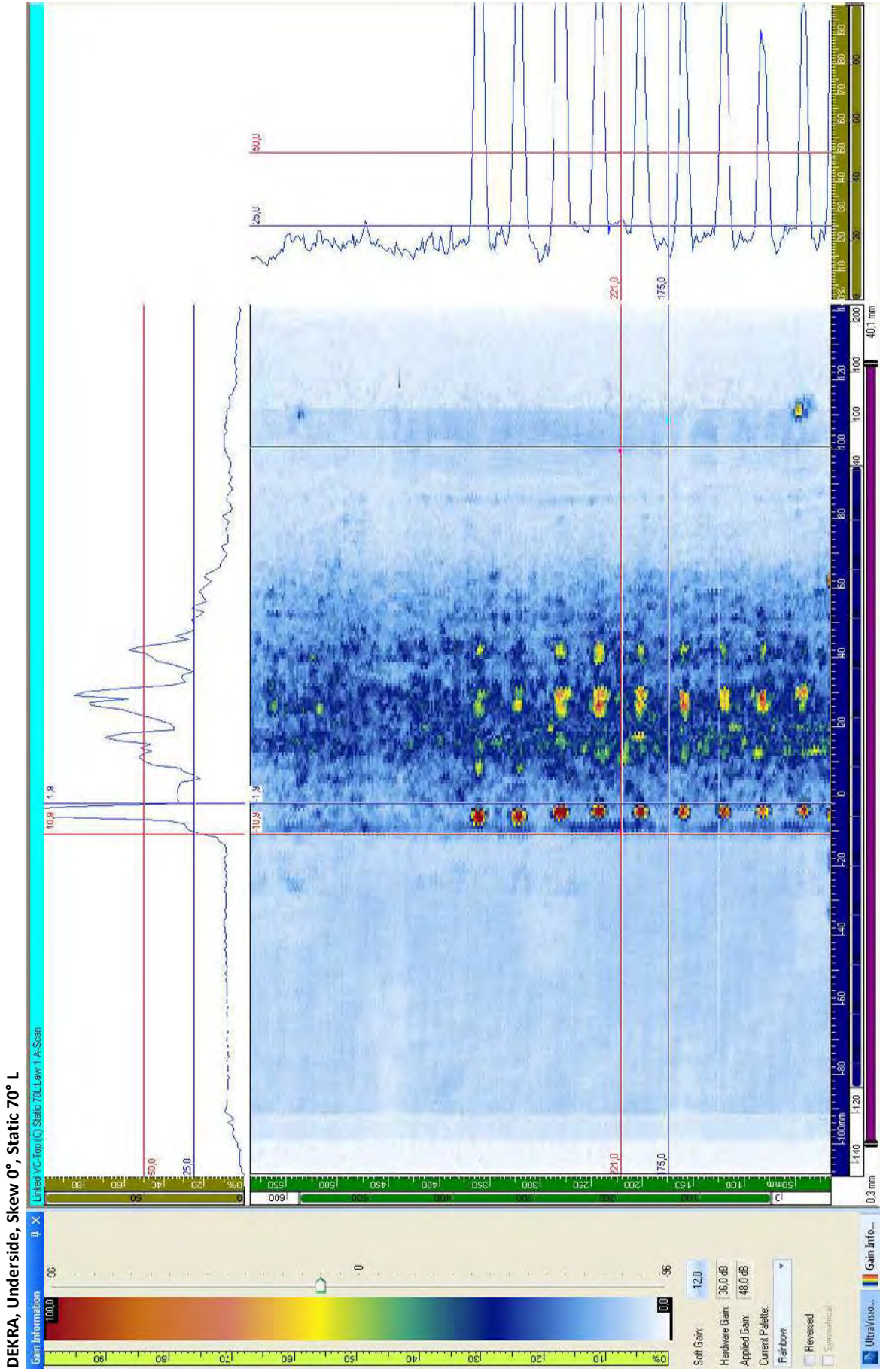
Ref. Gain: 22 dB
Inspection Gain: 3,4 dB

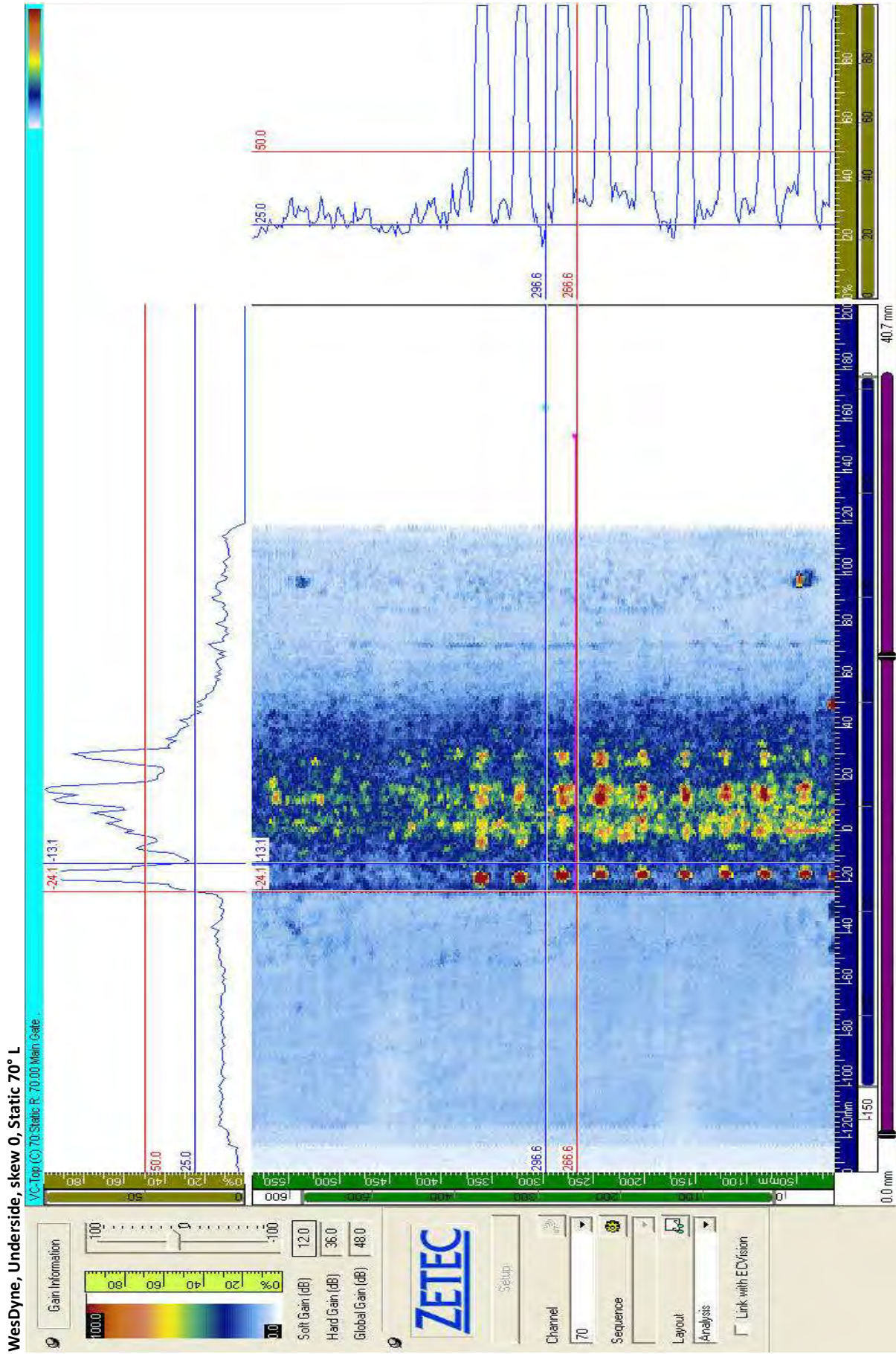
WDS, Underside, Skew 0°, Static 60° L					
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)	Pos Bindfel Y-led (mm)	
1	39	35,4	12		
2	39	75,4	12		
3	38	113,4	12		
4	39,5	153,4	12		
5	39	195,4	12		
6	37,5	237,4	12		
7	34,5	273,4	14		
8	37	315,4	12		
9	36	353,4	14		
10	N/A	N/A	N/A		
11	N/A	N/A	N/A		
12	N/A	N/A	N/A		
13	N/A	N/A	N/A		
14	N/A	N/A	N/A		

Ref. Gain: 24 dB
Inspection Gain: 36 dB

Underside, Skew 0°, Static 60° L







Bilaga 1

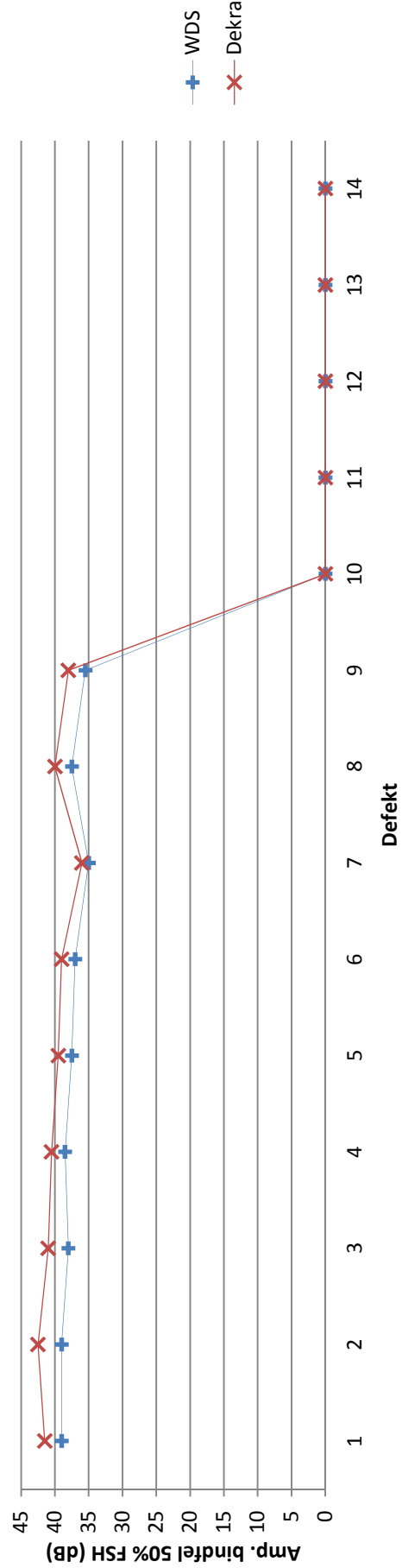
DEKRA, Underside, Skew 0°, Static 70° L						Pos Bindfel Y-led (mm)
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)			
1	41,5	35	12			
2	42,5	75	12			
3	41	115	10			
4	40,5	155	10			
5	39,5	197	10			
6	39	237	12			
7	36	275	10			
8	40	315	12			
9	38	355	12			
10	N/A	N/A	N/A			
11	N/A	N/A	N/A			
12	N/A	N/A	N/A			
13	N/A	N/A	N/A			
14	N/A	N/A	N/A			

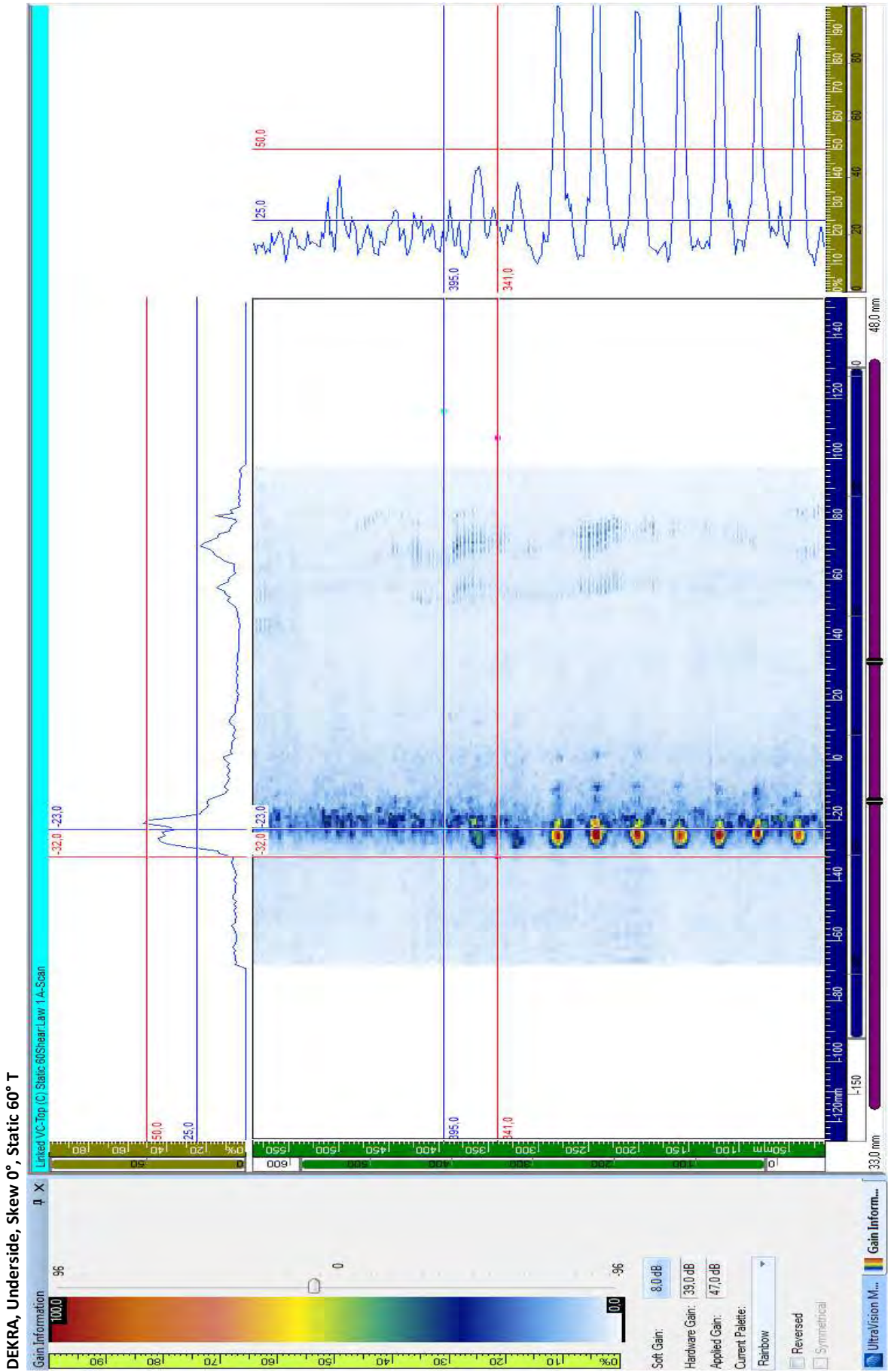
Ref. Gain: 24 dB
Inspection Gain: 36 dB

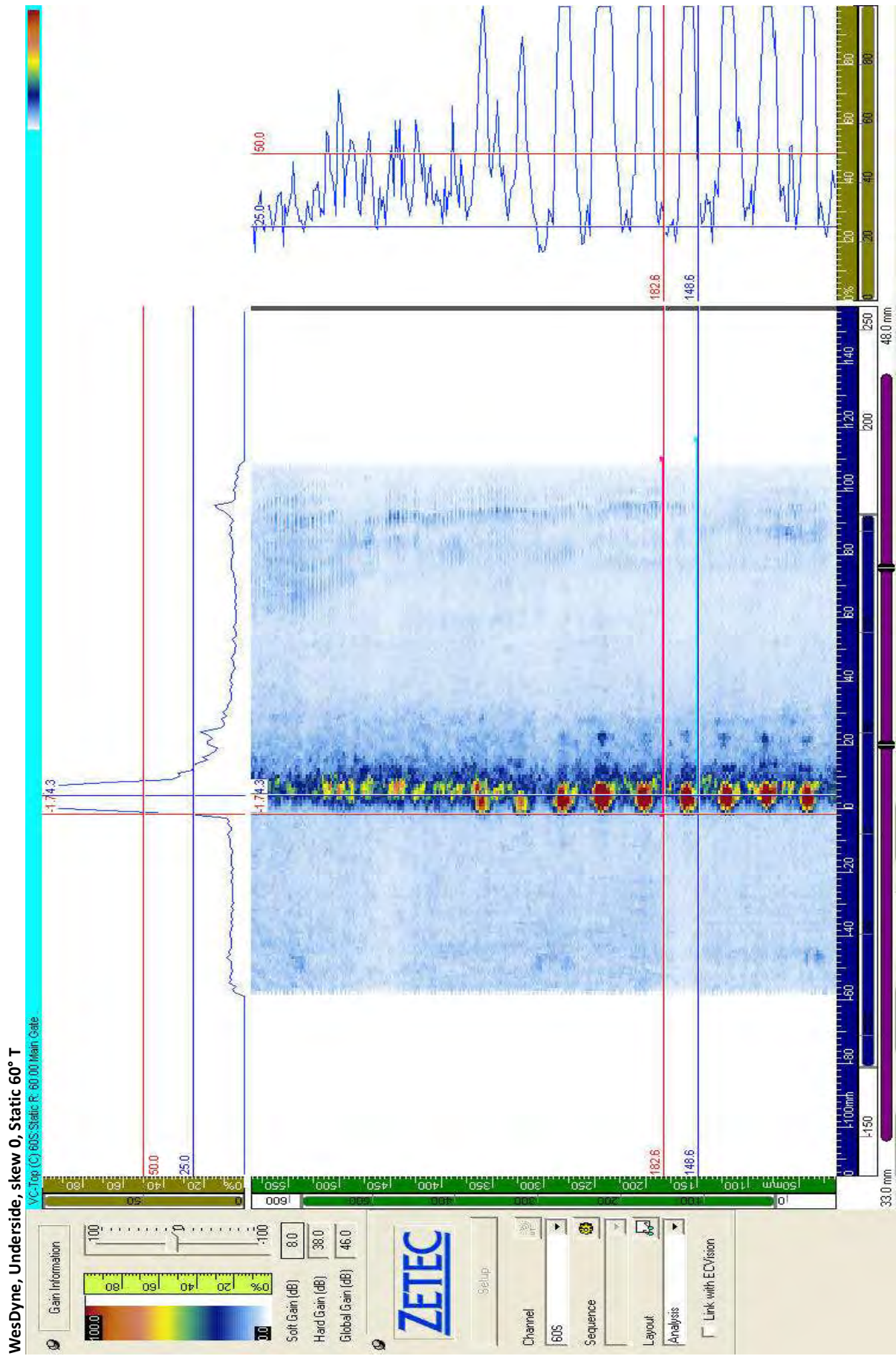
WDS, Underside, Skew 0°, Static 70° L						Pos Bindfel Y-led (mm)
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)			
1	39	34,6	12			
2	39	72,6	14			
3	38	112,6	12			
4	38,5	152,6	12			
5	37,5	194,6	12			
6	37	236,6	12			
7	35	272,6	14			
8	37,5	314,6	14			
9	35,5	352,6	14			
10	N/A	N/A	N/A			
11	N/A	N/A	N/A			
12	N/A	N/A	N/A			
13	N/A	N/A	N/A			
14	N/A	N/A	N/A			

Ref. Gain: 24 dB
Inspection Gain: 36 dB

Underside, Skew 0°, Static 70° L







Bilaga 1

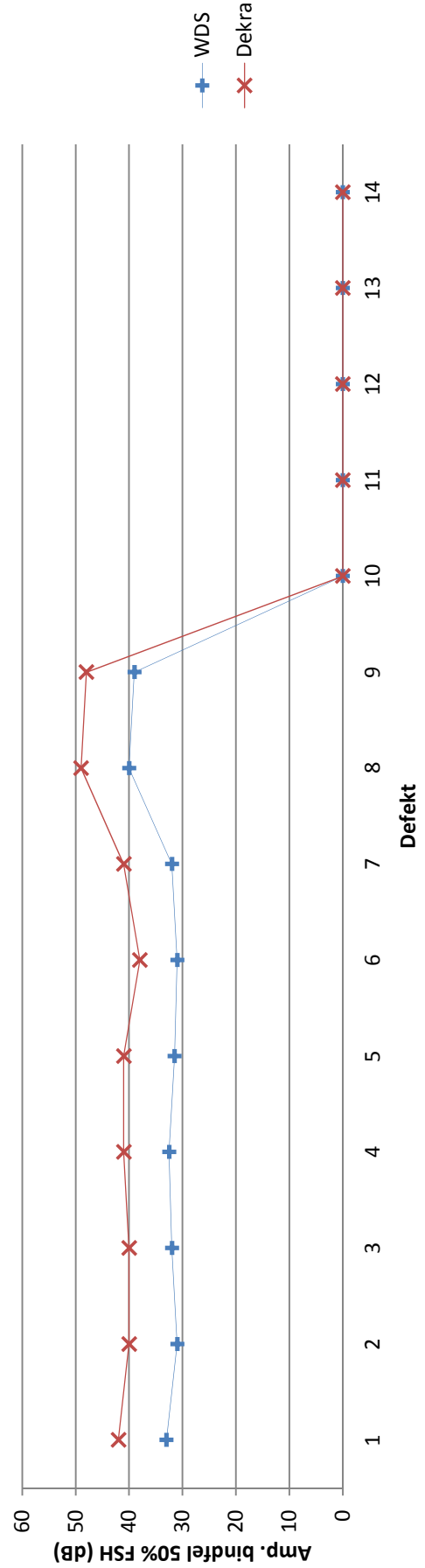
DEKRA, Underside, Skew 0°, Static 60° T					
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)	Pos Bindfel Y-led (mm)	
1	42	35	12	-1	
2	40	77	12	-1	
3	40	113	10	-1	
4	41	153	10	-1	
5	41	195	10	-1	
6	38	237	12	-1	
7	41	275	10	-1	
8	49	313	14	-3	
9	48	353	14	-2	
10	N/A	N/A	N/A	N/A	
11	N/A	N/A	N/A	N/A	
12	N/A	N/A	N/A	N/A	
13	N/A	N/A	N/A	N/A	
14	N/A	N/A	N/A	N/A	

Ref. Gain: 27 dB
Inspection Gain: 39 dB

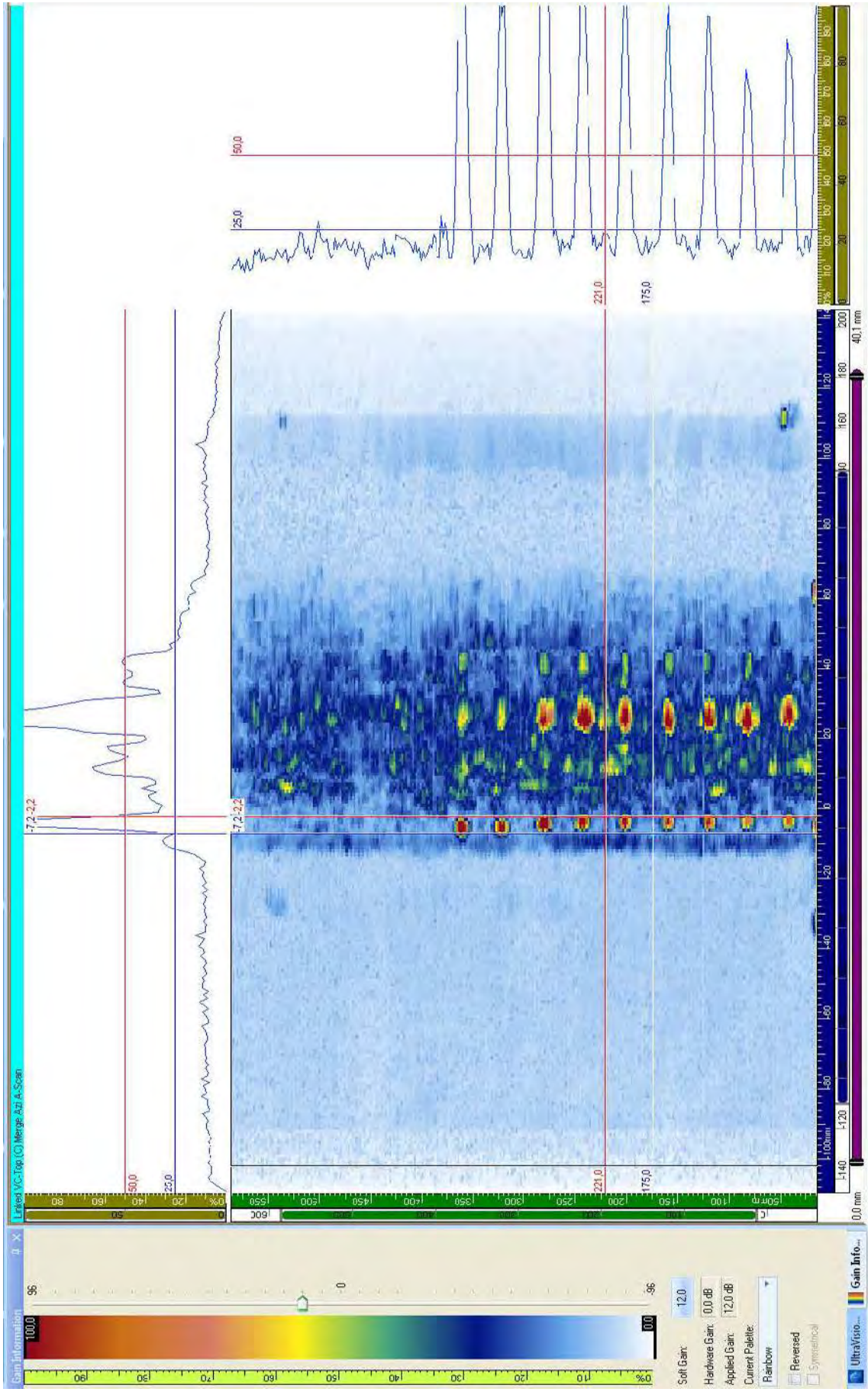
WDS, Underside, Skew 0°, Static 60° T					
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)	Pos Bindfel Y-led (mm)	
1	33	34,6	12	-1	
2	31	76,6	10	-1	
3	32	112,6	12	-1	
4	32,5	152,6	10	-1	
5	31,5	194,6	12	-1	
6	31	234,6	12	-1	
7	32	274,6	12	-1	
8	40	316,6	10	-2	
9	39	356,6	10	-2	
10	N/A	N/A	N/A	N/A	
11	N/A	N/A	N/A	N/A	
12	N/A	N/A	N/A	N/A	
13	N/A	N/A	N/A	N/A	
14	N/A	N/A	N/A	N/A	

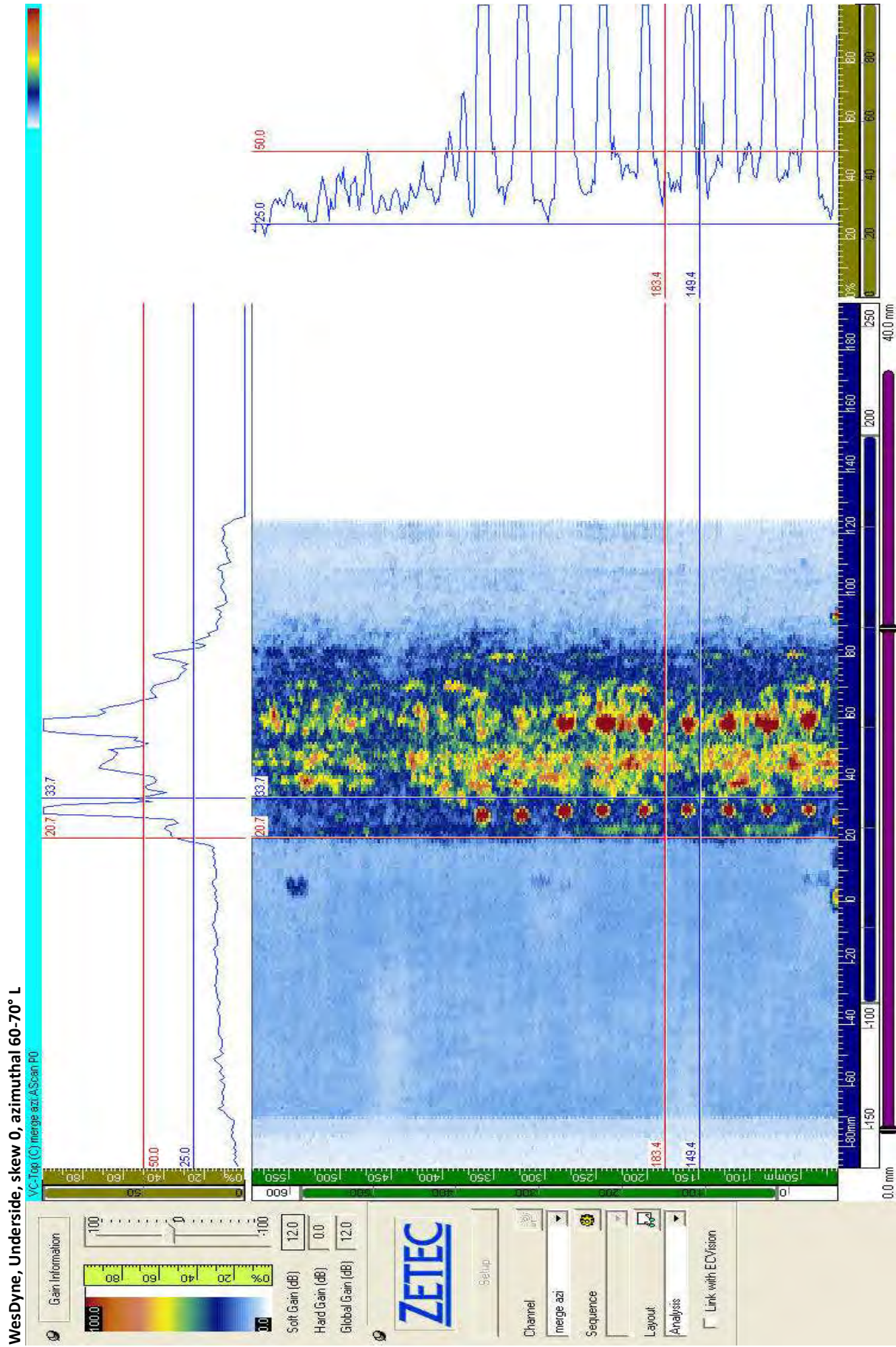
Ref. Gain: 26 dB
Inspection Gain: 38 dB

Underside, Skew 0°, Static 60° T



DEKRA, Underside, Skew 0°, 60-70° L, Azimuthal





Bilaga 1

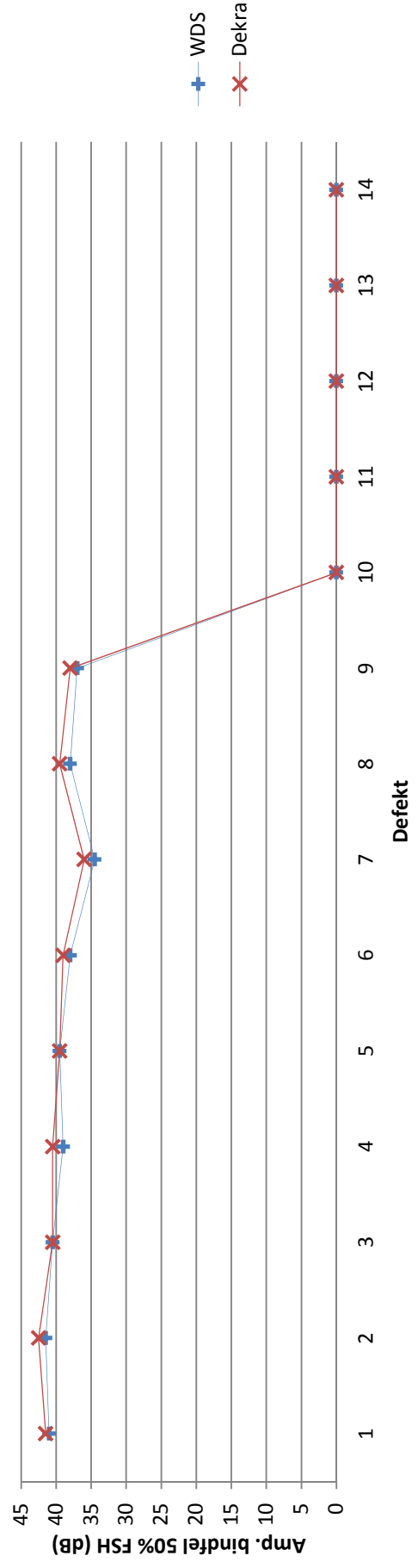
DEKRA, Underside, Skew 0°, Azimuthal 60°-70° L					
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)	Pos Bindfel Y-led (mm)	
1	41,5	37	10		
2	42,5	77	10		
3	40,5	115	10		
4	40,5	155	8		
5	39,5	195	12		
6	39	233	16		
7	36	275	10		
8	39,5	315	12		
9	38	355	12		
10	N/A	N/A	N/A		
11	N/A	N/A	N/A		
12	N/A	N/A	N/A		
13	N/A	N/A	N/A		
14	N/A	N/A	N/A		

Ref. Gain: 22,5 dB
Inspection Gain: 34,5 dB

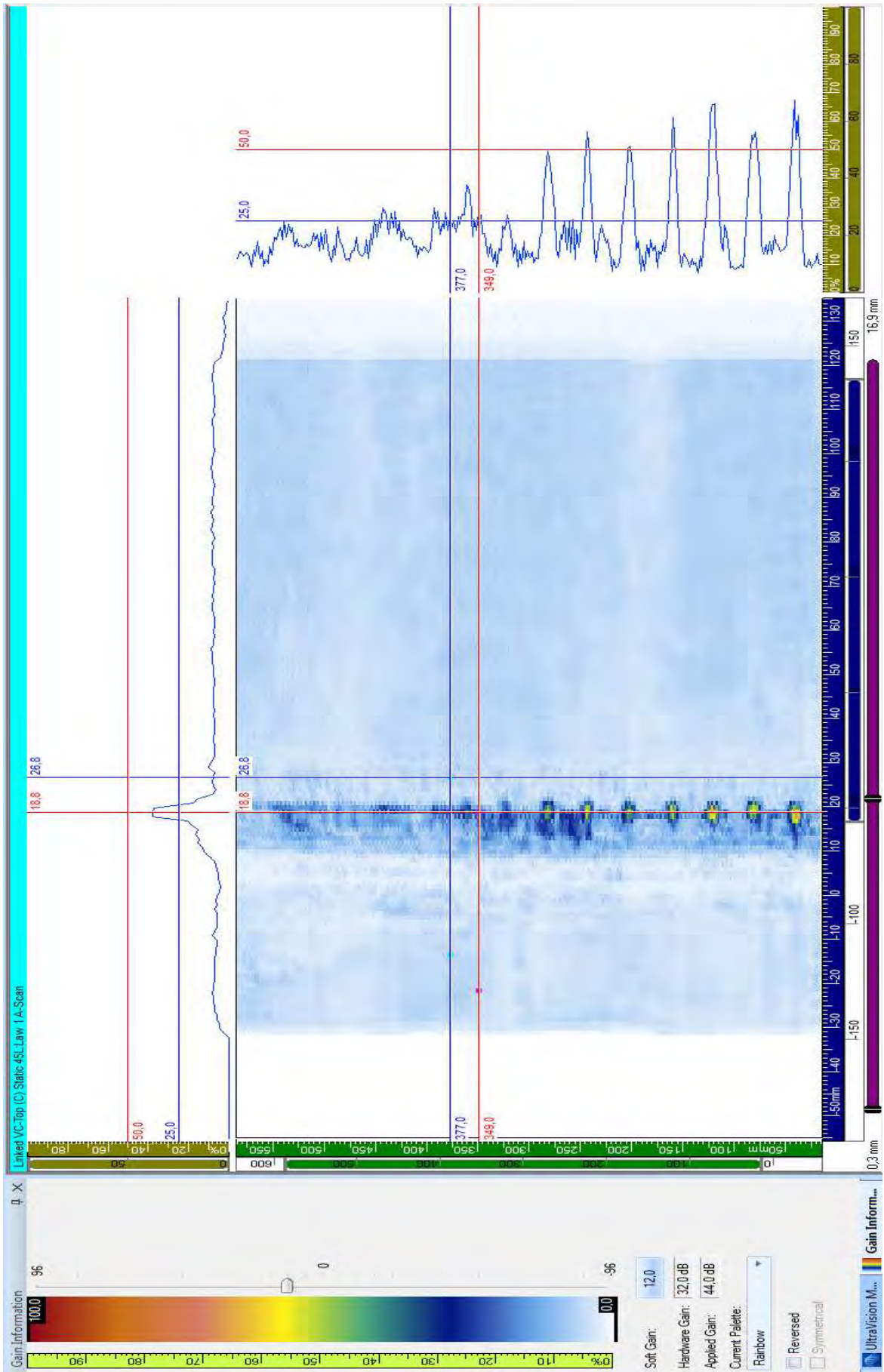
WDS, Underside, Skew 0°, Azimuthal 60°-70° L					
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)	Pos Bindfel Y-led (mm)	
1	41	34,6	12		
2	41,5	72,6	12		
3	40,5	112,6	12		
4	39	152,6	12		
5	39,5	194,6	12		
6	38	236,6	12		
7	34,5	272,6	12		
8	38	314,6	12		
9	37	354,6	10		
10	N/A	N/A	N/A		
11	N/A	N/A	N/A		
12	N/A	N/A	N/A		
13	N/A	N/A	N/A		
14	N/A	N/A	N/A		

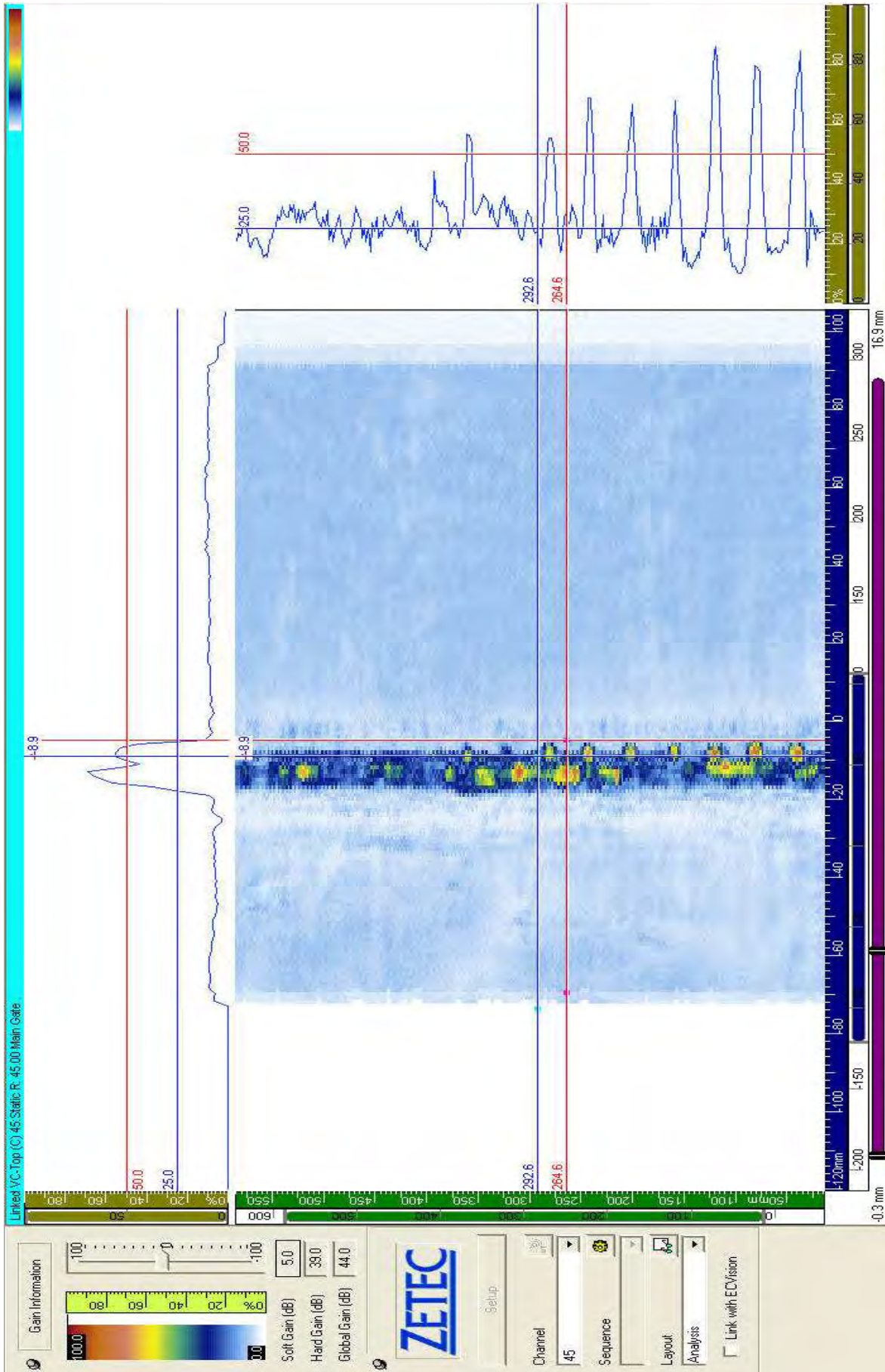
Ref. Gain: 20 dB
Inspection Gain: 32 dB

Underside, Skew 0°, Azimuthal 60°-70° L



DEKRA, Top, Skew 180, Static 45° L





Bilaga 1

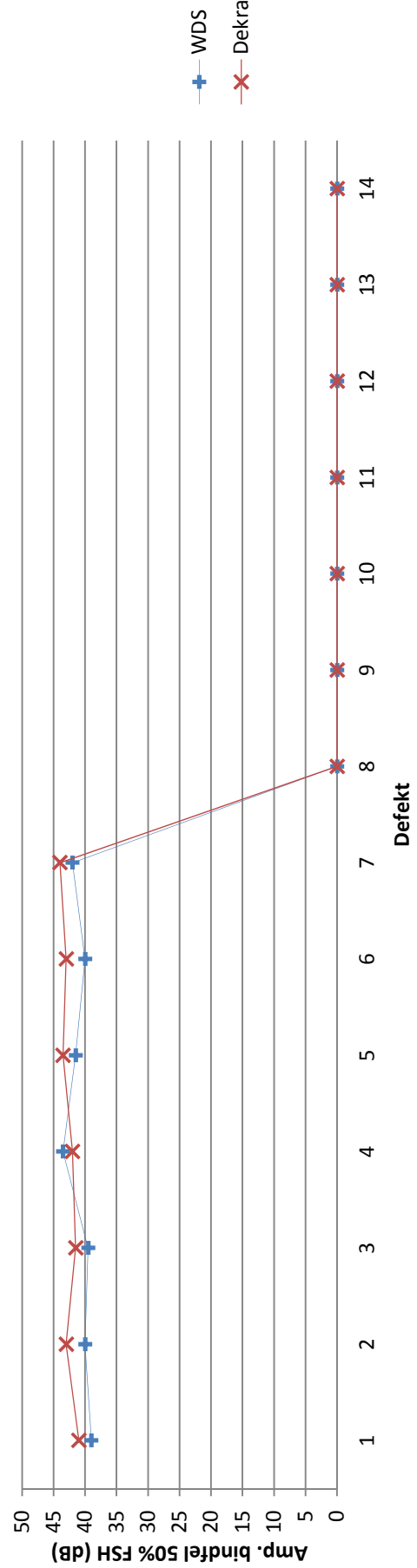
DEKRA, Top, Skew 180°, Static 45° L						Pos Bindfel Y-led (mm)
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)			
1	41	33	12			
2	43	73	14			
3	41,5	115	12			
4	42	153	8			
5	43,5	195	16			
6	43	233	10			
7	44	275	14			
8	N/A	N/A	N/A			
9	N/A	N/A	N/A			
10	N/A	N/A	N/A			
11	N/A	N/A	N/A			
12	N/A	N/A	N/A			
13	N/A	N/A	N/A			
14	N/A	N/A	N/A			

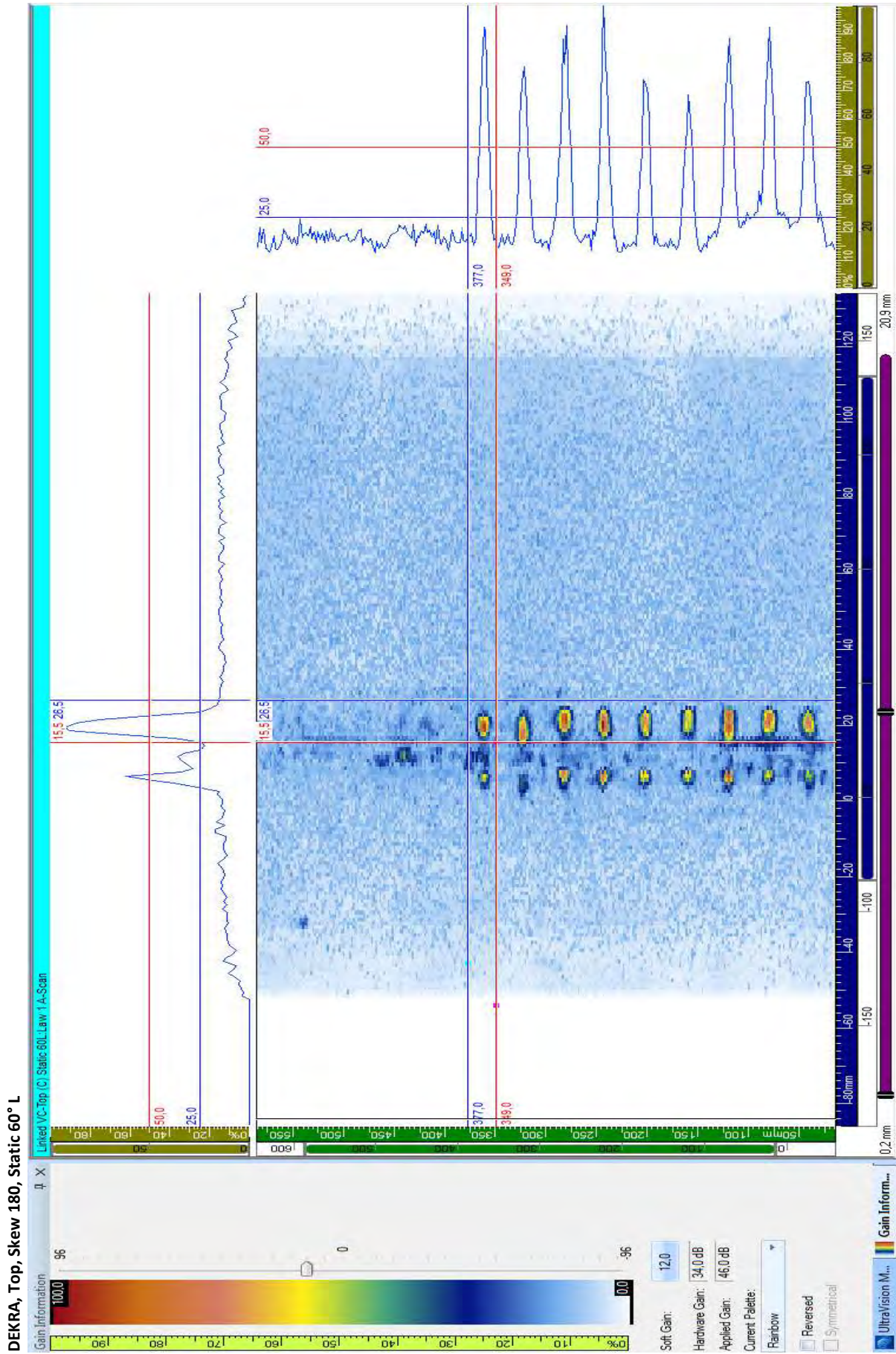
Ref. Gain: 20 dB
Inspection Gain: 32 dB

WDS, Top, Skew 180°, Static 45° L						Pos Bindfel Y-led (mm)
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)			
1	39	35,4	12			
2	40	72,6	14			
3	39,5	112,6	14			
4	43,5	152,6	12			
5	41,5	194,6	12			
6	40	236,6	10			
7	42	272,6	12			
8	N/A	N/A	N/A			
9	N/A	N/A	N/A			
10	N/A	N/A	N/A			
11	N/A	N/A	N/A			
12	N/A	N/A	N/A			
13	N/A	N/A	N/A			
14	N/A	N/A	N/A			

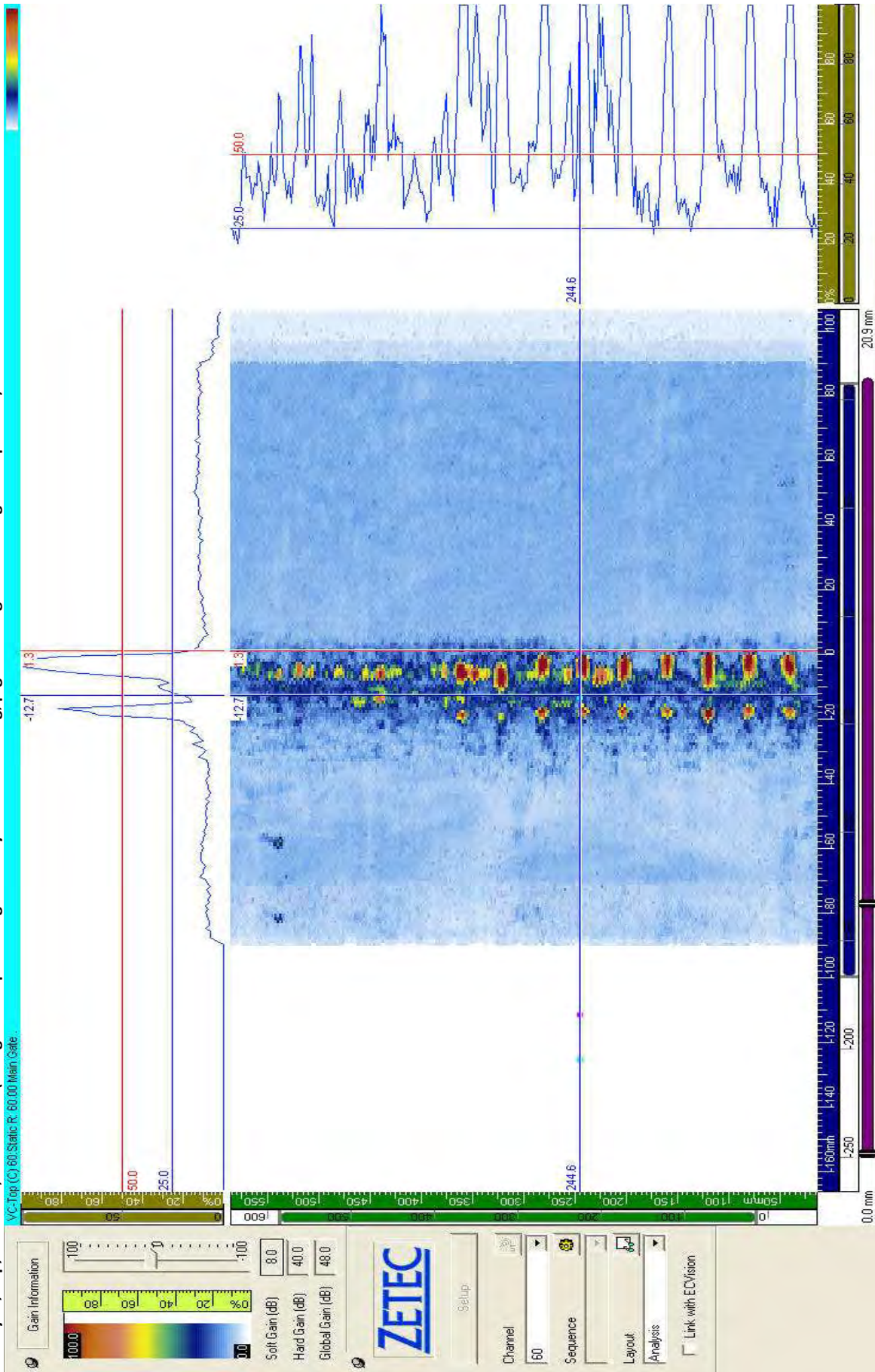
Ref. Gain: 20 dB
Inspection Gain: 32 dB

Top, Skew 180°, Static 45° L





Wesdyne, Top, skew 180, Static 60° L (Soft gain kompensering vid analys för detektering, p.g.a. för hög förstärkning vid inspektion)



Bilaga 1

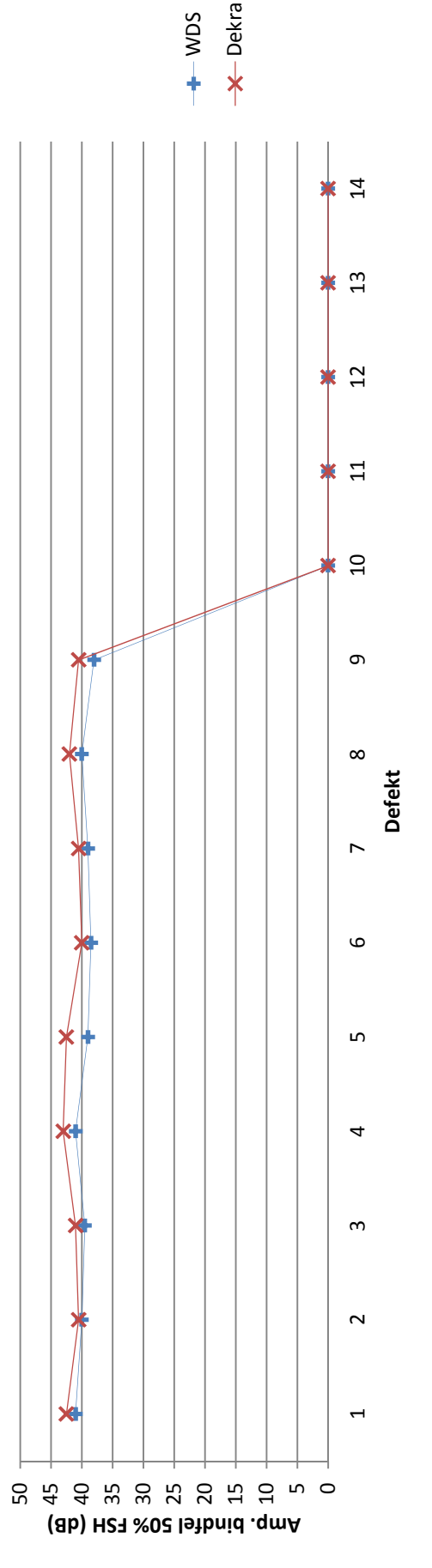
DEKRA, Top, Skew 180°, Static 60° L						Pos Bindfel Y-led (mm)
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)			
1	42,5	35	12			
2	40,5	75	10			
3	41	113	12			
4	43	N/A	N/A			
5	42,5	195	12			
6	40	237	10			
7	40,5	275	12			
8	42	315	12			
9	40,5	355	10			
10	na	N/A	na			
11	na	N/A	na			
12	na	N/A	na			
13	na	N/A	na			
14	na	N/A	na			

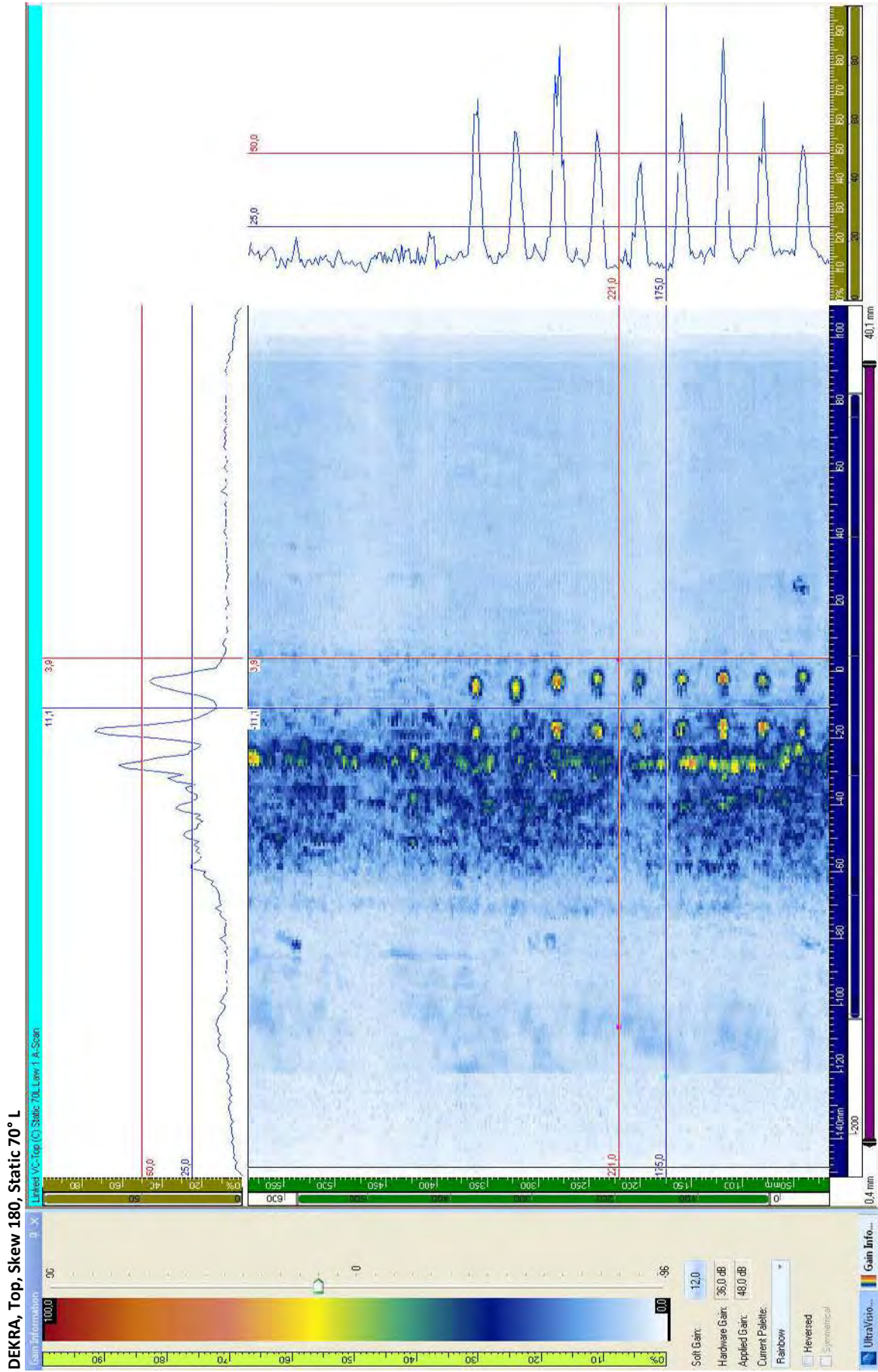
Ref. Gain: 22 dB
Inspection Gain: 34 dB

WDS, Top, Skew 180°, Static 60° L						Pos Bindfel Y-led (mm)
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)			
1	41	34	12			
2	40	72	12			
3	39,5	112	12			
4	41	152	12			
5	39	194	12			
6	38,5	234	12			
7	39	274	12			
8	40	314	12			
9	38	354	12			
10	N/A	N/A	N/A			
11	N/A	N/A	N/A			
12	N/A	N/A	N/A			
13	N/A	N/A	N/A			
14	N/A	N/A	N/A			

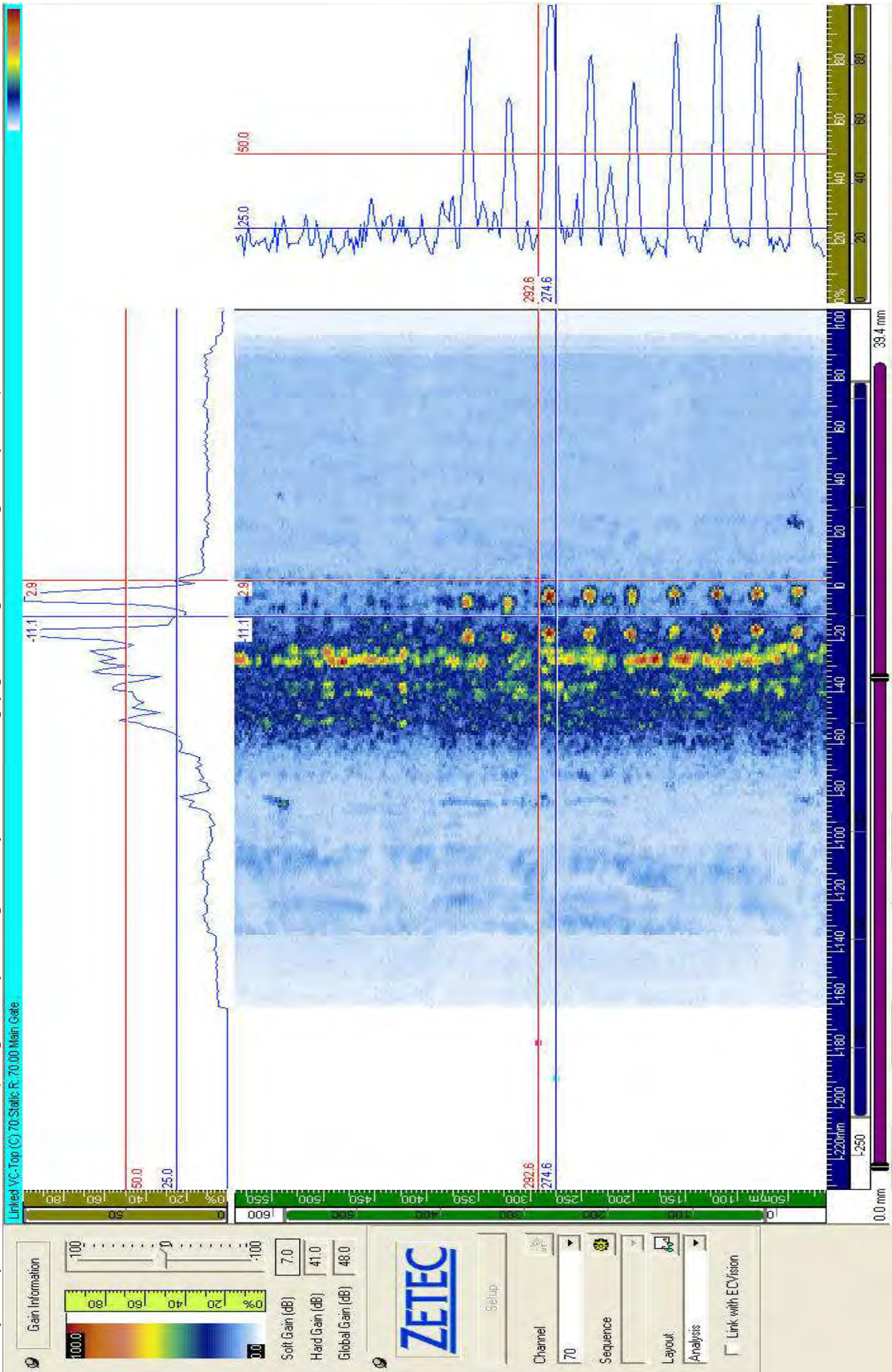
Ref. Gain: 24 dB
Inspection Gain: 36 dB

Top, Skew 180°, Static 60° L





Wesdyne, Top, skew 180, Static 70° L (Soft gain kompensering vid analys för detektering, p.g.a. för hög förstärkning vid inspektion)



Bilaga 1

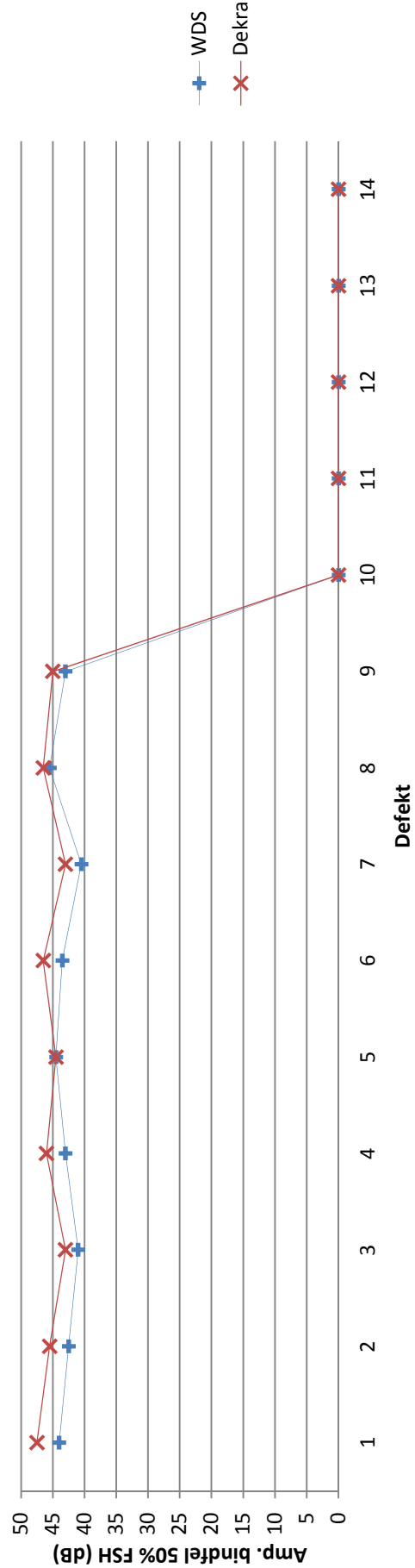
DEKRA, Top, Skew 180°, Static 70° L						Pos Blindfel Y-led (mm)
Defekt	Ampblindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Blindfel X-led. (mm)	Längd blindfel (mm)			
1	47,5	31	12			
2	45,5	74	10			
3	43	115	10			
4	46	149	12			
5	44,5	191	8			
6	46,5	231	10			
7	43	271	12			
8	46,5	315	14			
9	45	351	10			
10	N/A	N/A	N/A			
11	N/A	N/A	N/A			
12	N/A	N/A	N/A			
13	N/A	N/A	N/A			
14	N/A	N/A	N/A			

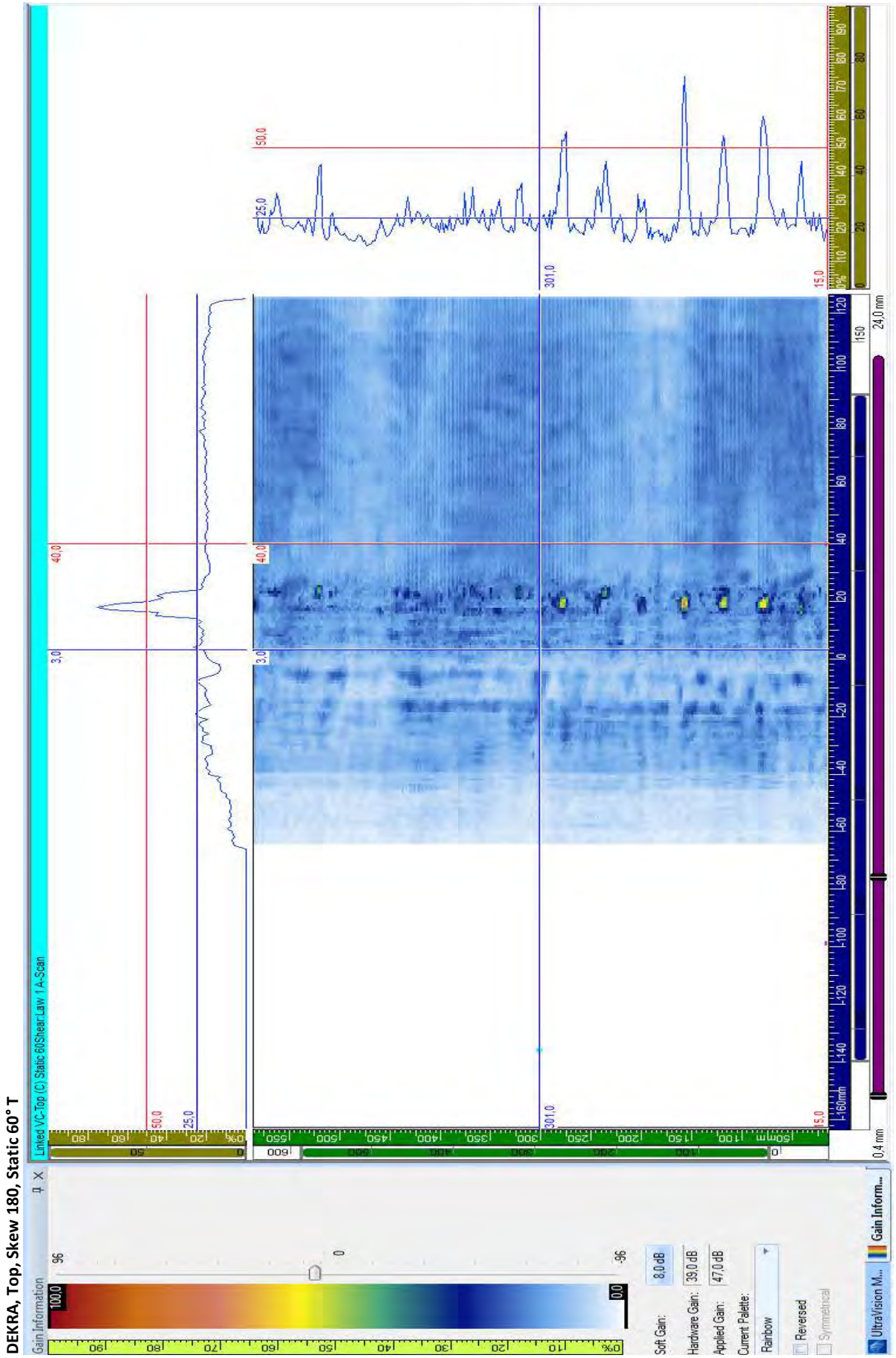
Ref. Gain: 24dB
Inspection Gain: 36 dB

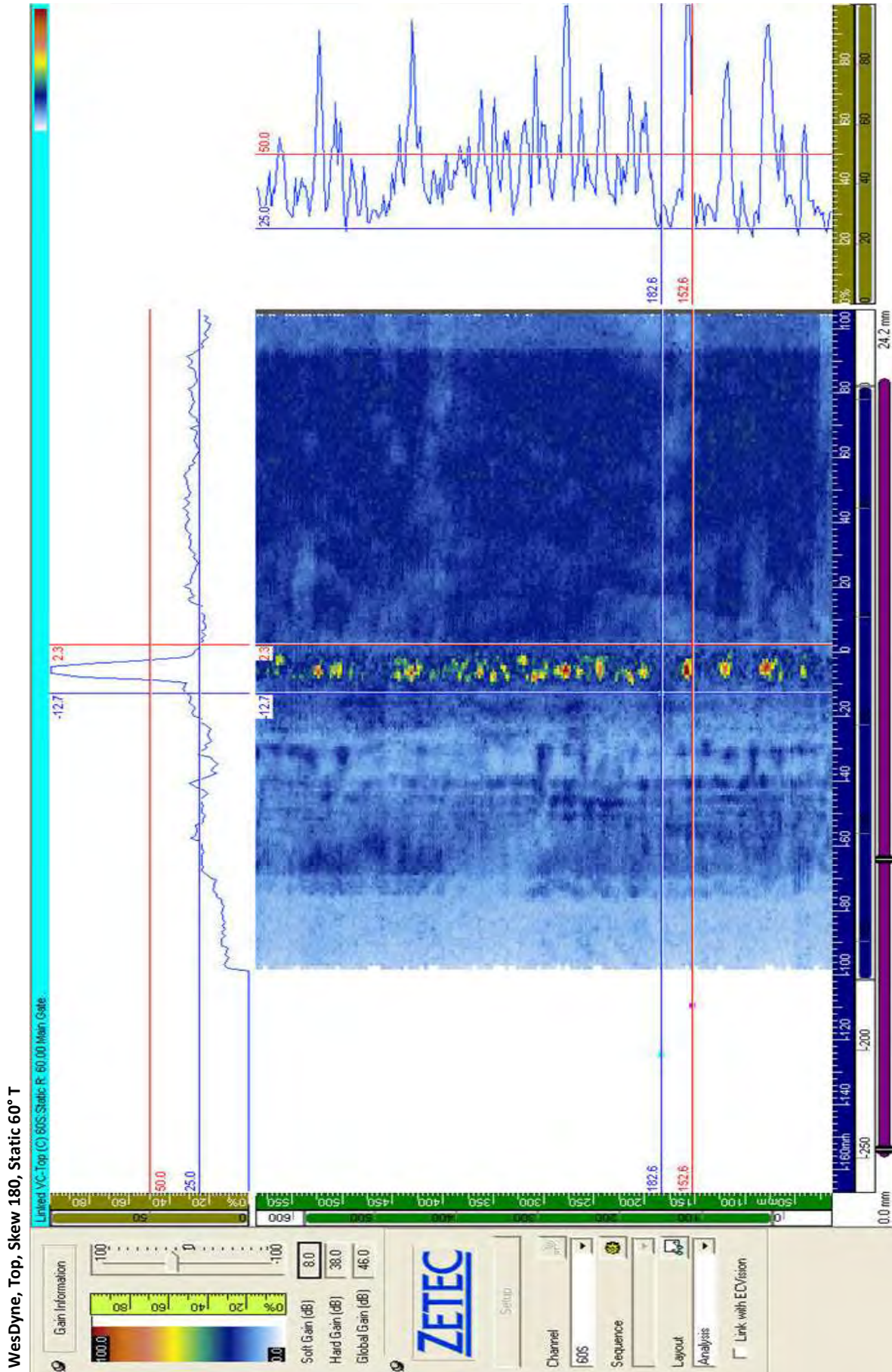
WDS, Top, Skew 180°, Static 70° L						Pos Blindfel Y-led (mm)
Defekt	Ampblindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Blindfel X-led. (mm)	Längd blindfel (mm)			
1	44	32	14			
2	42,5	72	12			
3	41	112	12			
4	43	152	12			
5	44,5	194	12			
6	43,5	234	14			
7	40,5	272	14			
8	45,5	312	14			
9	43	354	12			
10	N/A	N/A	N/A			
11	N/A	N/A	N/A			
12	N/A	N/A	N/A			
13	N/A	N/A	N/A			
14	N/A	N/A	N/A			

Ref. Gain: 24 dB
Inspection Gain: 36 dB

Top, Skew 180°, Static 70° L







Bilaga 1

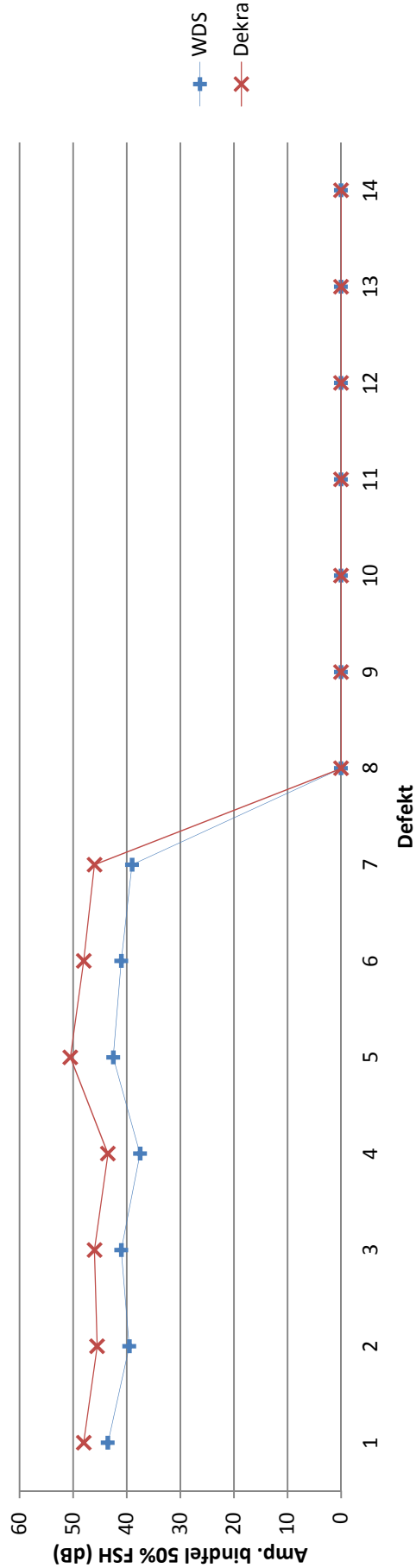
DEKRA, Top, Skew 180°, Static 60° T					
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)	Pos Bindfel Y-led (mm)	
1	48	31	12	N/A	
2	45,5	71	14	N/A	
3	46	109	12	N/A	
4	43,5	149	8	N/A	
5	50,5	191	16	N/A	
6	48	231	12	N/A	
7	46	271	12	N/A	
8	N/A	N/A	N/A	N/A	
9	N/A	N/A	N/A	N/A	
10	N/A	N/A	N/A	N/A	
11	N/A	N/A	N/A	N/A	
12	N/A	N/A	N/A	N/A	
13	N/A	N/A	N/A	N/A	
14	N/A	N/A	N/A	N/A	

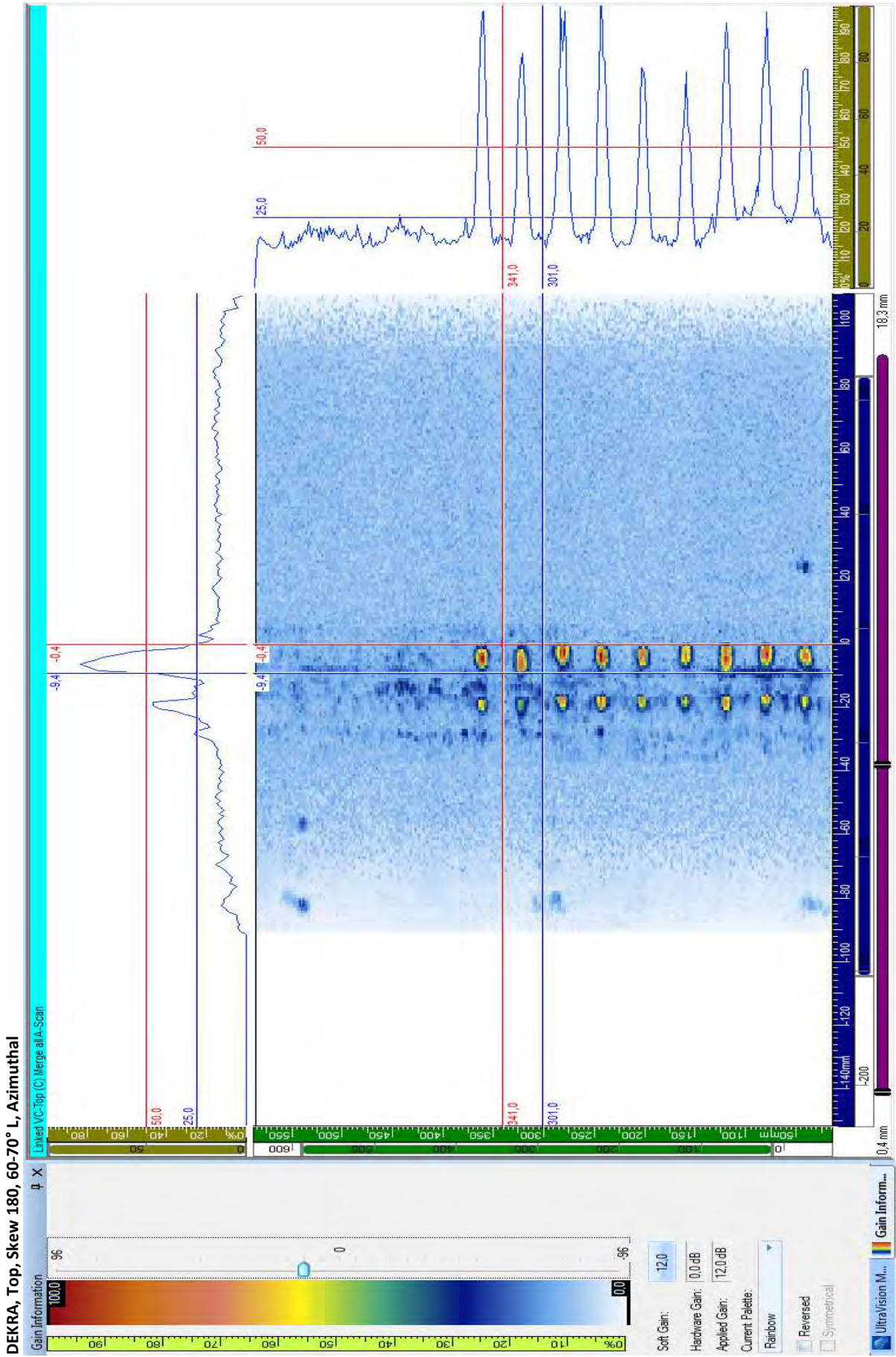
Ref. Gain: 27 dB
Inspection Gain: 39 dB

WDS, Top, Skew 180°, Static 60° T					
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)	Pos Bindfel Y-led (mm)	
1	43,5	32	10	-7	
2	39,5	72	12	-7	
3	41	112	12	-7	
4	37,5	152	8	-7	
5	42,5	192,6	12	-7	
6	41	238	10	-7	
7	39	272	10	-7	
8	N/A	N/A	N/A	N/A	
9	N/A	N/A	N/A	N/A	
10	N/A	N/A	N/A	N/A	
11	N/A	N/A	N/A	N/A	
12	N/A	N/A	N/A	N/A	
13	N/A	N/A	N/A	N/A	
14	N/A	N/A	N/A	N/A	

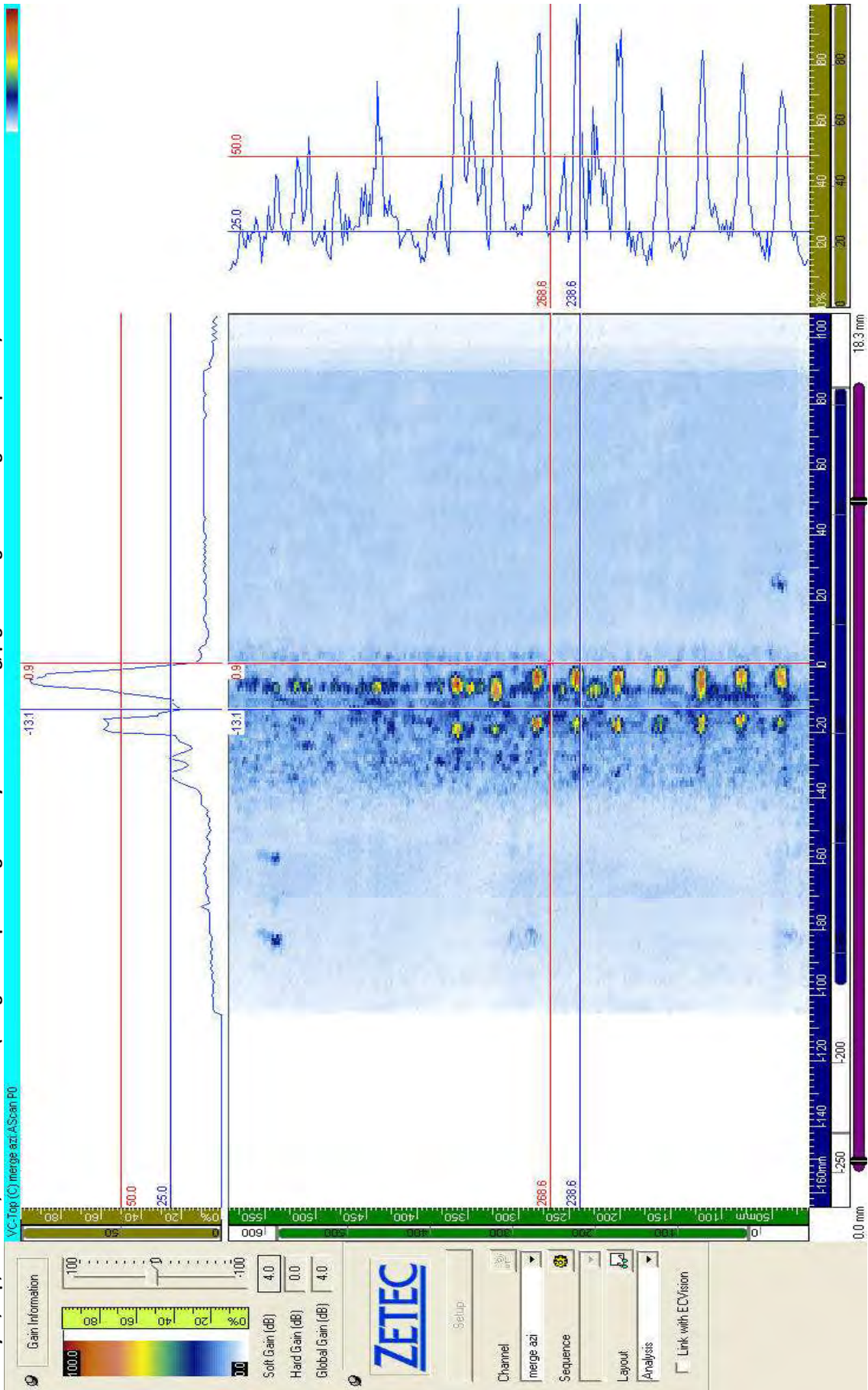
Ref. Gain: 26 dB
Inspection Gain: 38 dB

Top, Skew 180°, Static 60° T





WesDyne, Top, skew 180, Azimuthal 60-70° L (Soft gain kompensering vid analys för detektering, p.g.a. för hög förstärkning vid inspektion)



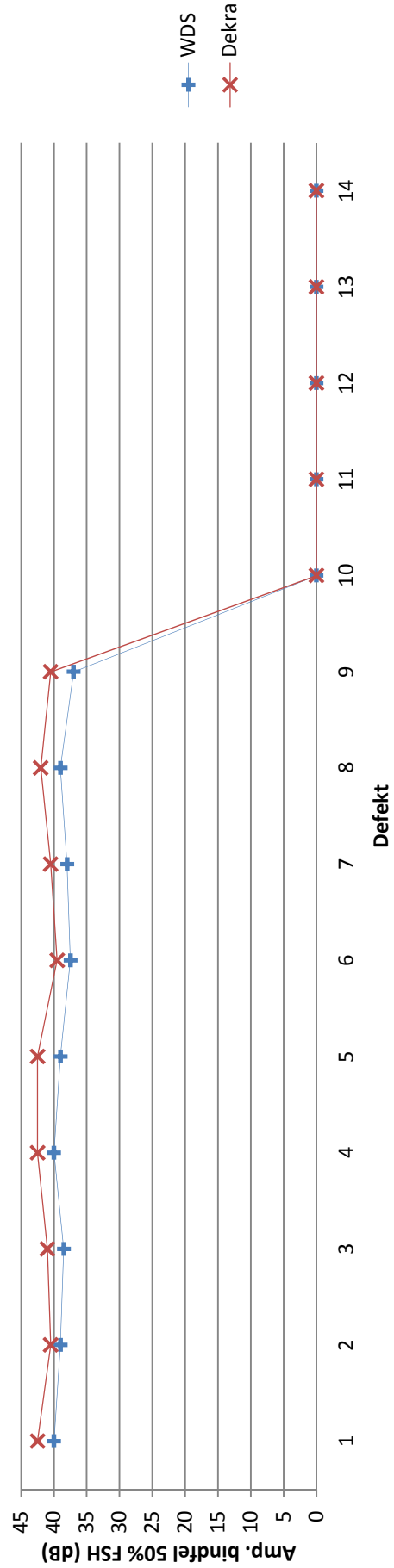
DEKRA, Top, Skew 180°, Azimuthal 60°-70° L						Pos Bindfel Y-led (mm)
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)			
1	42,5	35	12			
2	40,5	73	12			
3	41	113	12			
4	42,5	153	12			
5	42,5	195	12			
6	39,5	237	10			
7	40,5	275	12			
8	42	315	12			
9	40,5	355	12			
10	N/A	N/A	N/A			
11	N/A	N/A	N/A			
12	N/A	N/A	N/A			
13	N/A	N/A	N/A			
14	N/A	N/A	N/A			

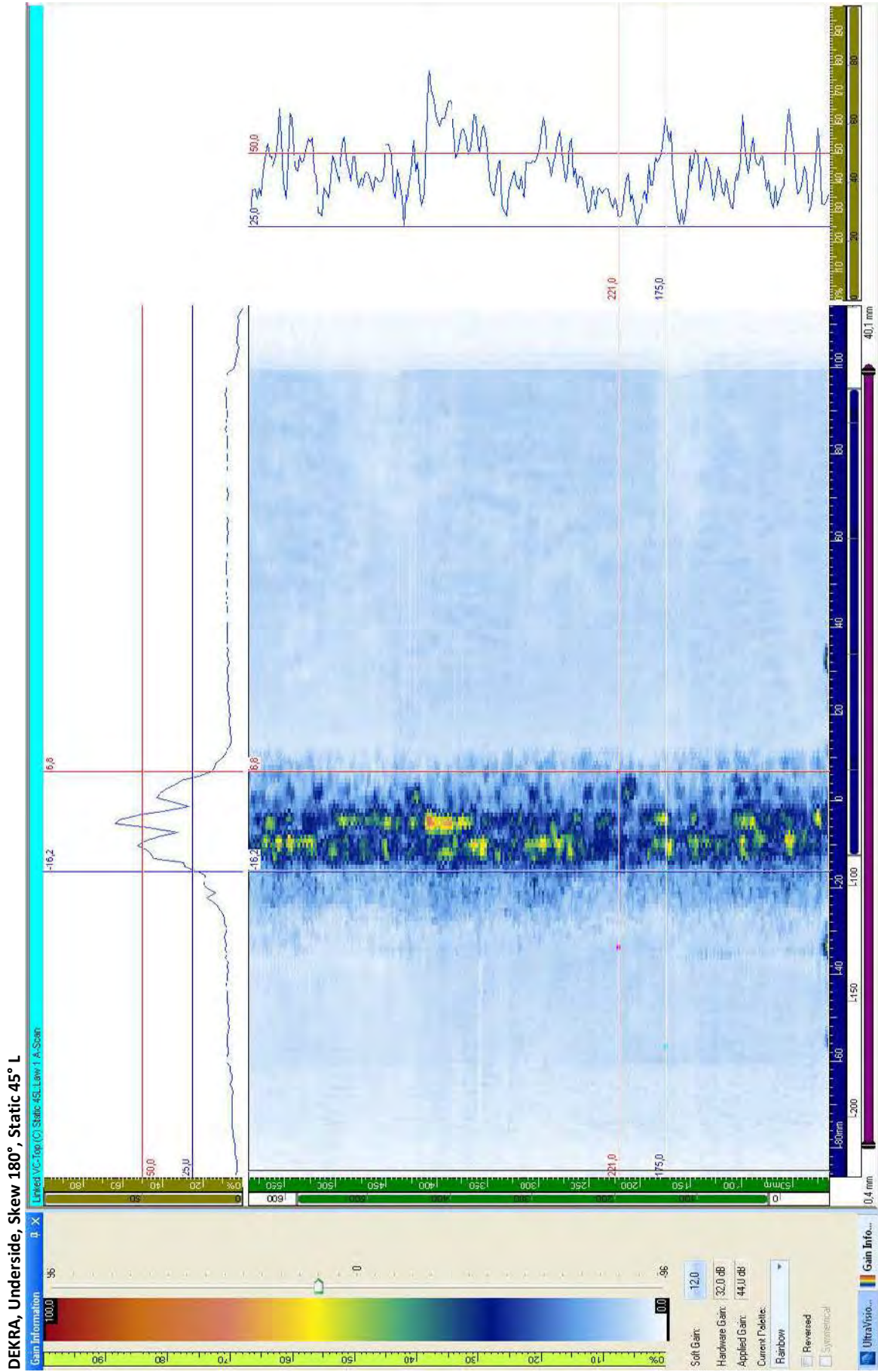
Ref. Gain: 22,5 dB
Inspection Gain: 34,5 dB

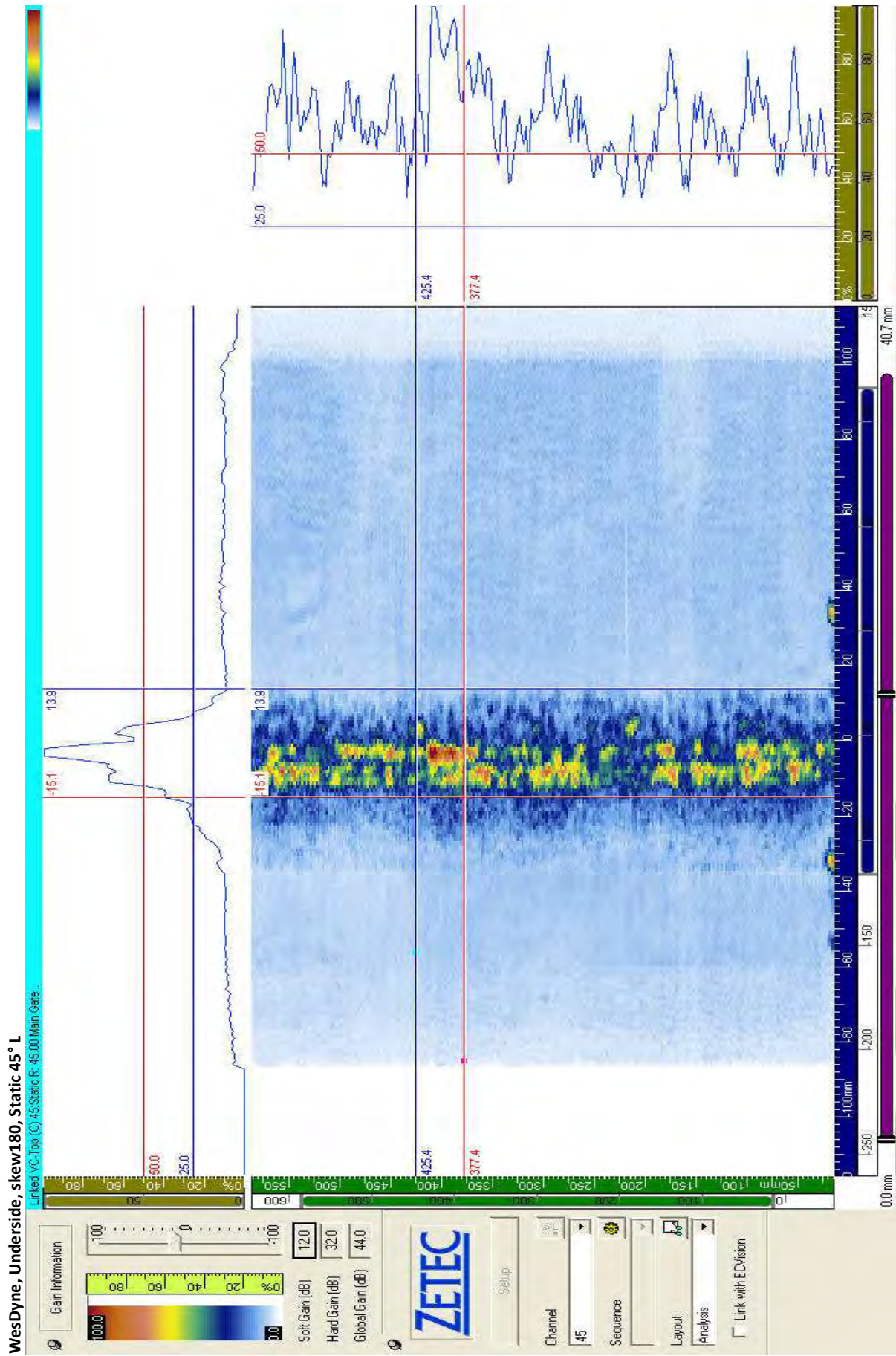
WDS, Top, Skew 180°, Azimuthal 60°-70° L						Pos Bindfel Y-led (mm)
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)			
1	40	34	12			
2	39	72	12			
3	38,5	112	12			
4	40	152	12			
5	39	194	12			
6	37,5	234	14			
7	38	272	14			
8	39	314	14			
9	37	352	14			
10	N/A	N/A	N/A			
11	N/A	N/A	N/A			
12	N/A	N/A	N/A			
13	N/A	N/A	N/A			
14	N/A	N/A	N/A			

Ref. Gain: 20 dB
Inspection Gain: 32 dB

Top, Skew 180°, Azimuthal 60°-70° L







Bilaga 1

DEKRA, Underside, Skew 180°, Static 45° L

Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel x-led. (mm)	Längd bindfel (mm)	Pos Bindfel Y-led (mm)
1	N/A	N/A	N/A	
2	N/A	N/A	N/A	
3	N/A	N/A	N/A	
4	N/A	N/A	N/A	
5	N/A	N/A	N/A	
6	N/A	N/A	N/A	
7	N/A	N/A	N/A	
8	N/A	N/A	N/A	
9	N/A	N/A	N/A	
10	N/A	N/A	N/A	
11	N/A	N/A	N/A	
12	N/A	N/A	N/A	
13	N/A	N/A	N/A	
14	N/A	N/A	N/A	

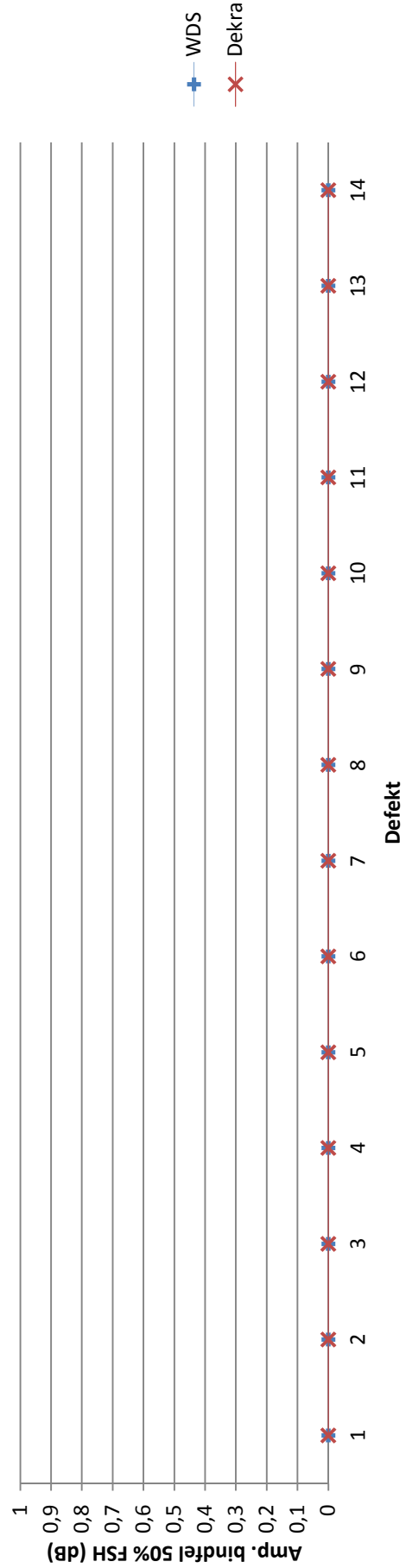
Ref. Gain: 20 dB
Inspection Gain: 32 dB

WDS, Underside, Skew 180°, Static 45° L

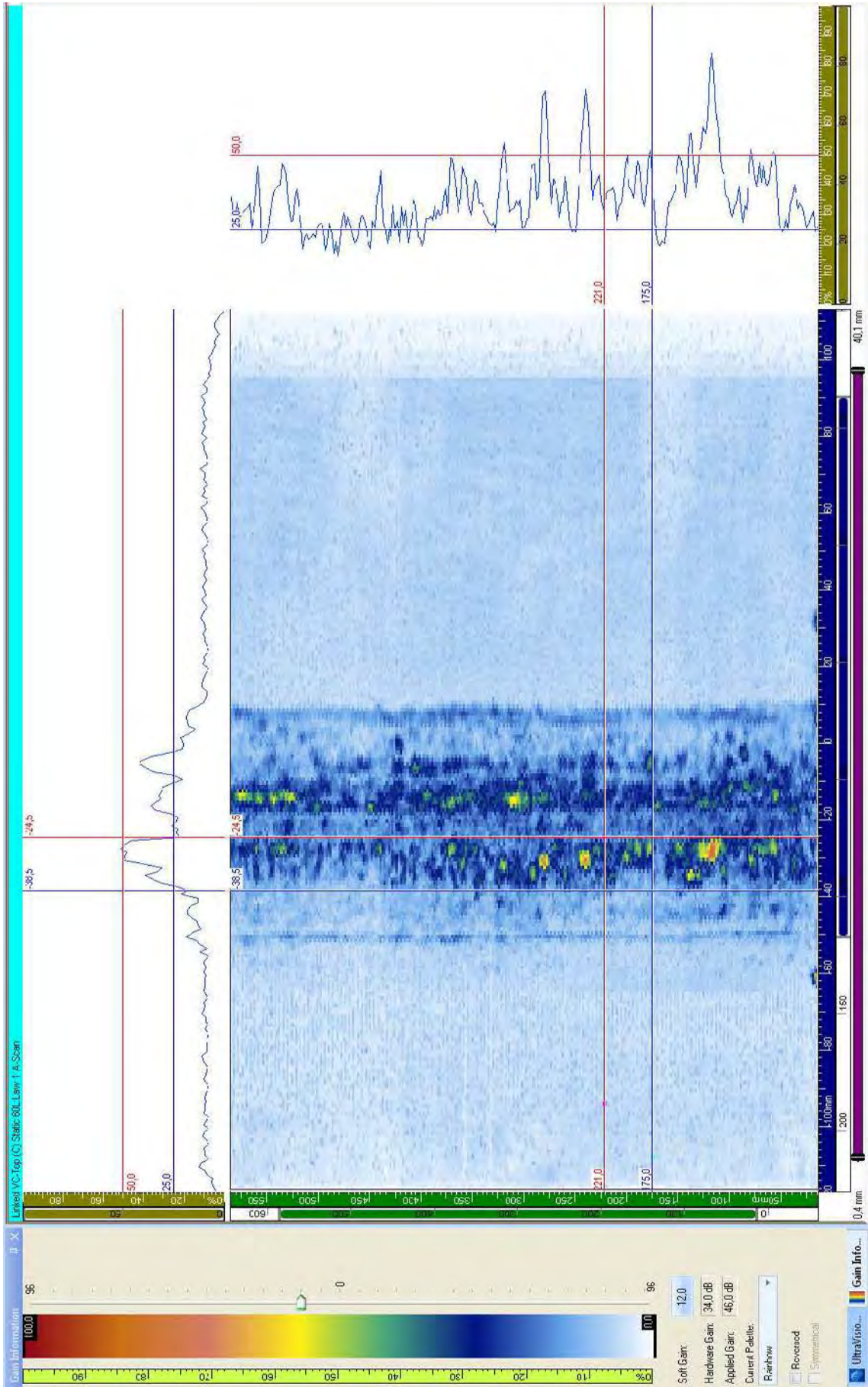
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel x-led. (mm)	Längd bindfel (mm)	Pos Bindfel Y-led (mm)
1	N/A	N/A	N/A	
2	N/A	N/A	N/A	
3	N/A	N/A	N/A	
4	N/A	N/A	N/A	
5	N/A	N/A	N/A	
6	N/A	N/A	N/A	
7	N/A	N/A	N/A	
8	N/A	N/A	N/A	
9	N/A	N/A	N/A	
10	N/A	N/A	N/A	
11	N/A	N/A	N/A	
12	N/A	N/A	N/A	
13	N/A	N/A	N/A	
14	N/A	N/A	N/A	

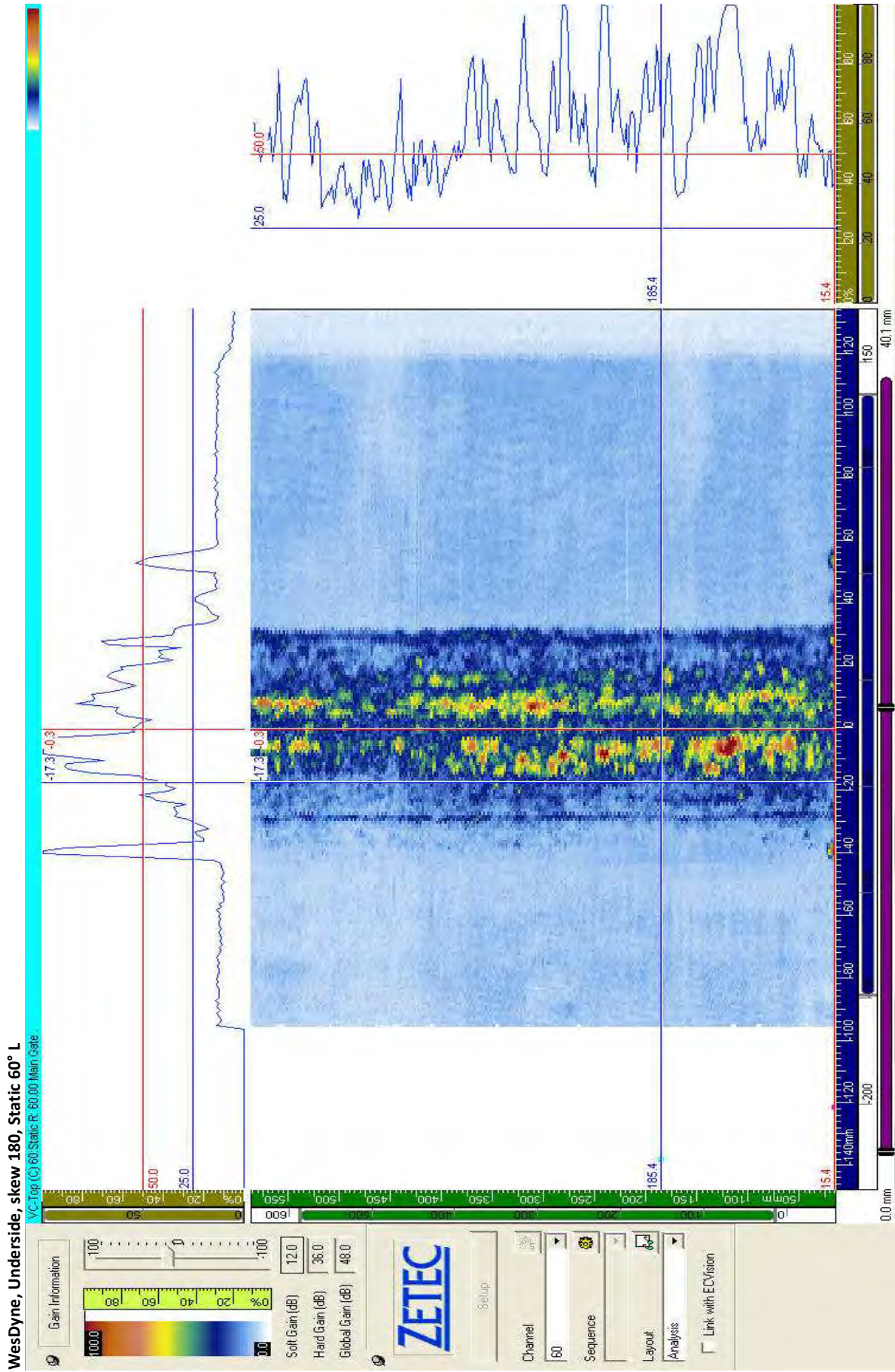
Ref. Gain: 20 dB
Inspection Gain: 32 dB

Underside, Skew 180°, Static 45° L



DEKRA, Underside, Skew 180°, Static 60° L





Bilaga 1

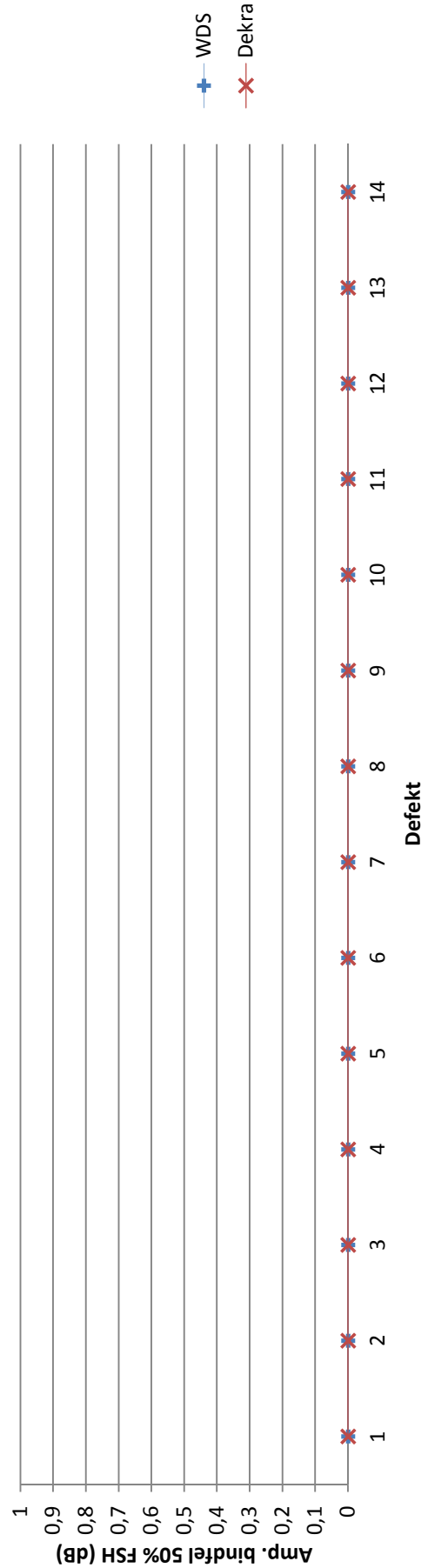
DEKRA, Underside, Skew 180°, Static 60° L					
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)	Pos Bindfel Y-led (mm)	
1	N/A	N/A	N/A		
2	N/A	N/A	N/A		
3	N/A	N/A	N/A		
4	N/A	N/A	N/A		
5	N/A	N/A	N/A		
6	N/A	N/A	N/A		
7	N/A	N/A	N/A		
8	N/A	N/A	N/A		
9	N/A	N/A	N/A		
10	N/A	N/A	N/A		
11	N/A	N/A	N/A		
12	N/A	N/A	N/A		
13	N/A	N/A	N/A		
14	N/A	N/A	N/A		

Ref. Gain: 22 dB
Inspection Gain: 34 dB

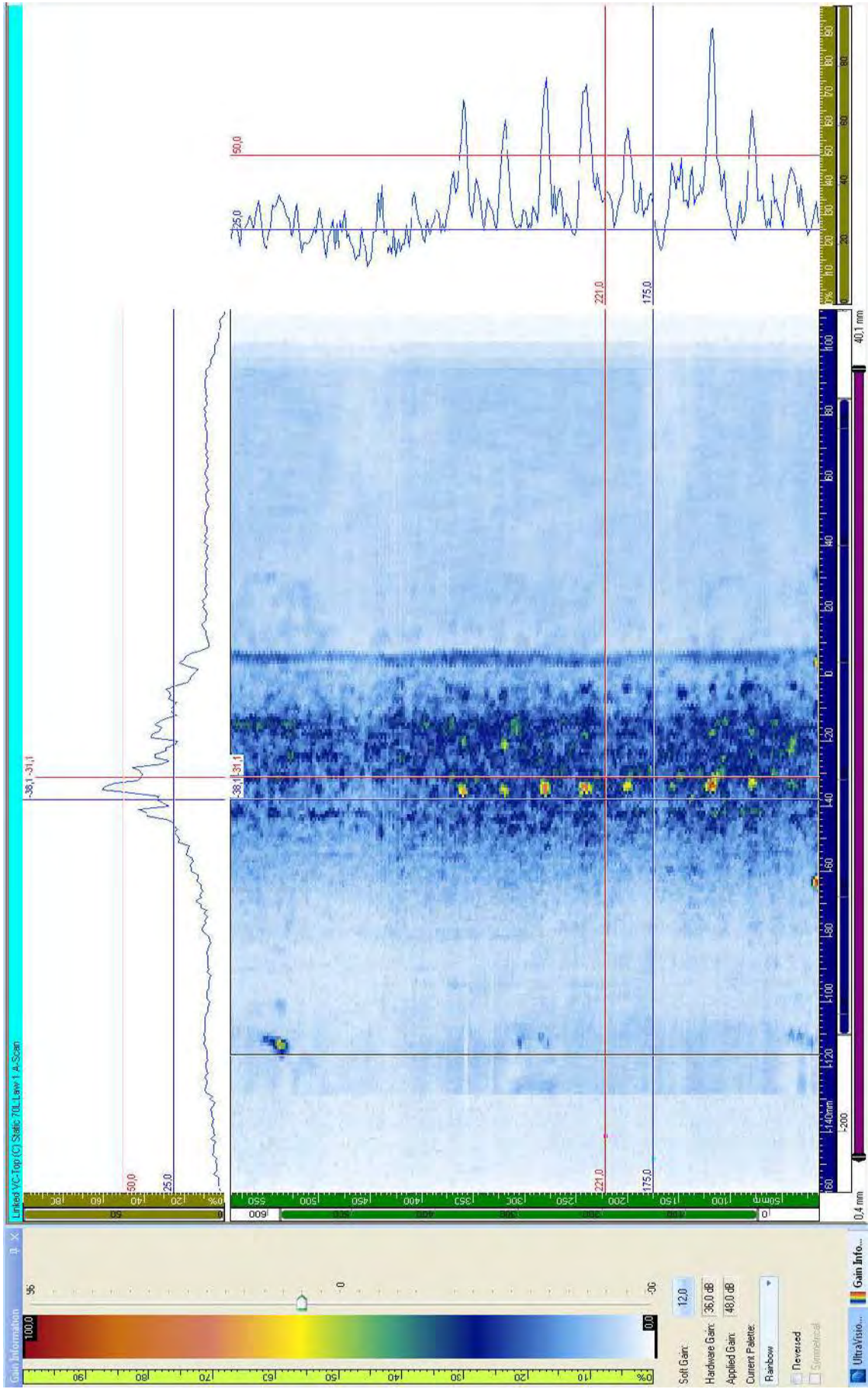
WDS, Underside, Skew 180°, Static 60° L					
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)	Pos Bindfel Y-led (mm)	
1	N/A	N/A	N/A		
2	N/A	N/A	N/A		
3	N/A	N/A	N/A		
4	N/A	N/A	N/A		
5	N/A	N/A	N/A		
6	N/A	N/A	N/A		
7	N/A	N/A	N/A		
8	N/A	N/A	N/A		
9	N/A	N/A	N/A		
10	N/A	N/A	N/A		
11	N/A	N/A	N/A		
12	N/A	N/A	N/A		
13	N/A	N/A	N/A		
14	N/A	N/A	N/A		

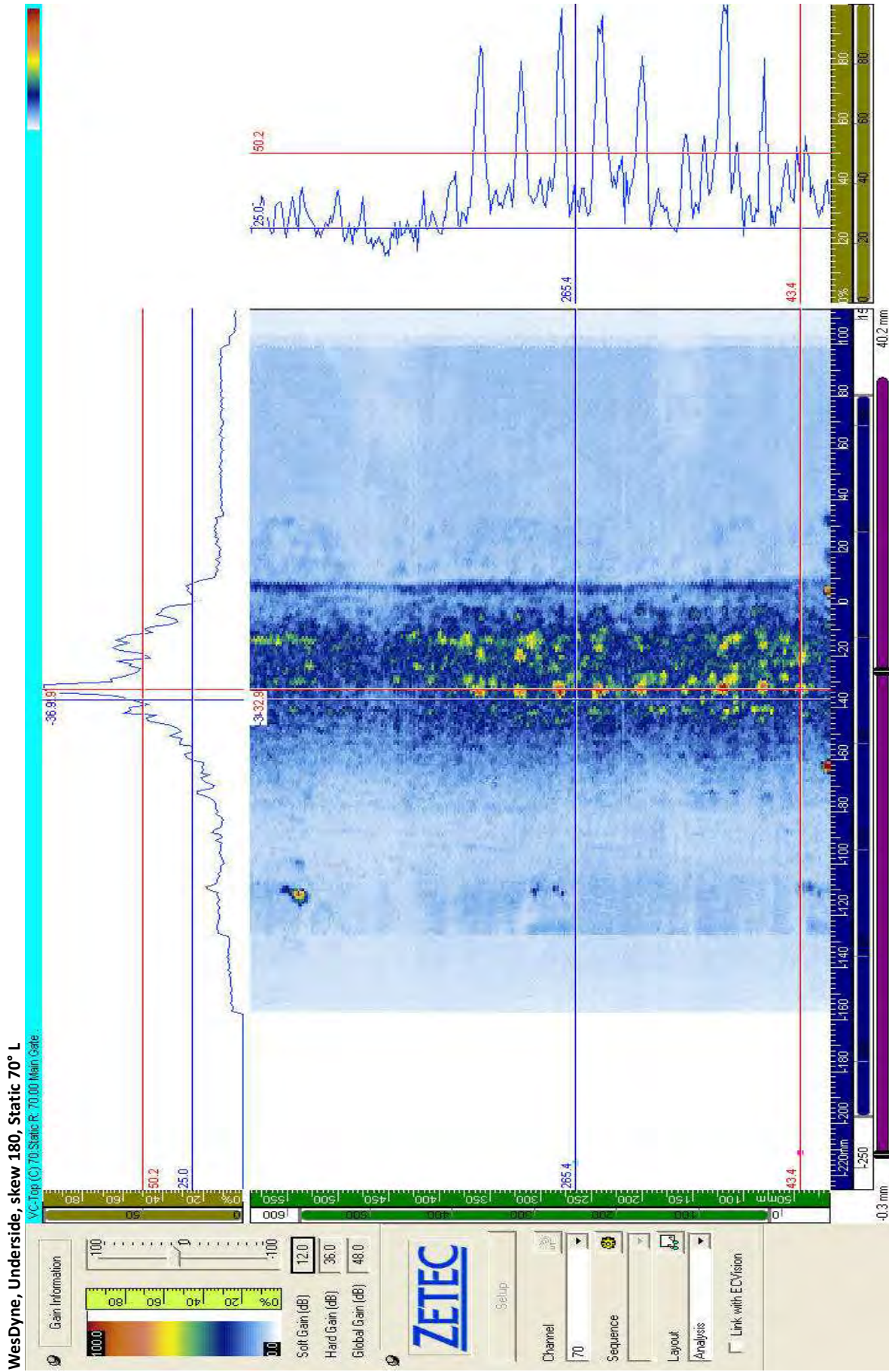
Ref. Gain: 24 dB
Inspection Gain: 36 dB

Underside, Skew 180°, Static 60° L



DEKRA, Underside, Skew 180°, Static 70° L





Bilaga 1

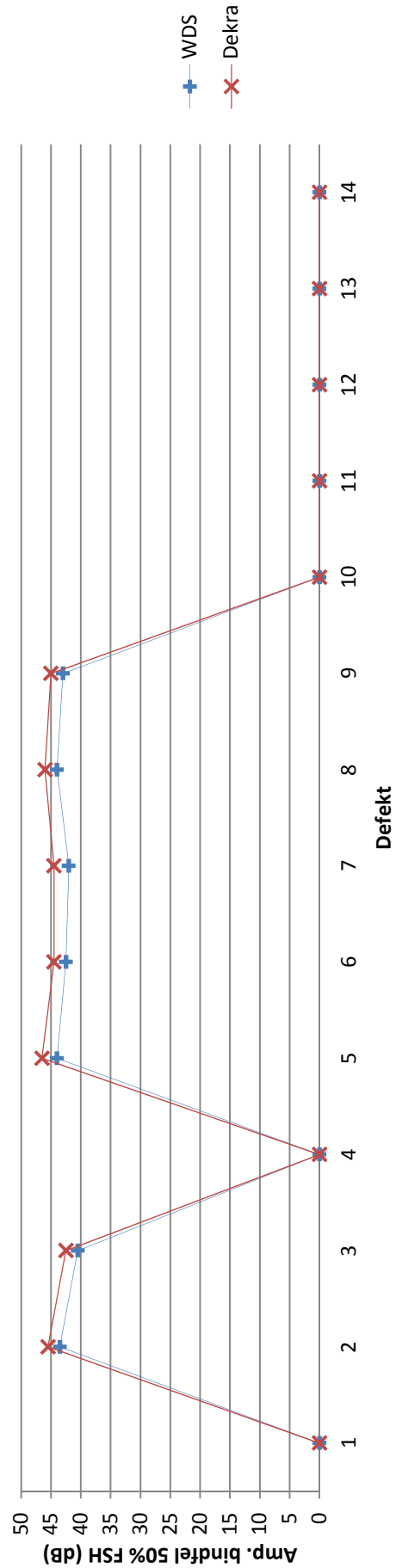
DEKRA, Underside, Skew 180°, Static 70° L					
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel x-led. (mm)	Längd bindfel (mm)	Pos Bindfel Y-led (mm)	
1	N/A	N/A	N/A		
2	45,5	73	12		
3	42,5	111	14		
4	N/A	N/A	N/A		
5	46,5	193	12		
6	44,5	233	14		
7	44,5	275	10		
8	46	315	14		
9	45	351	12		
10	N/A	N/A	N/A		
11	N/A	N/A	N/A		
12	N/A	N/A	N/A		
13	N/A	N/A	N/A		
14	N/A	N/A	N/A		

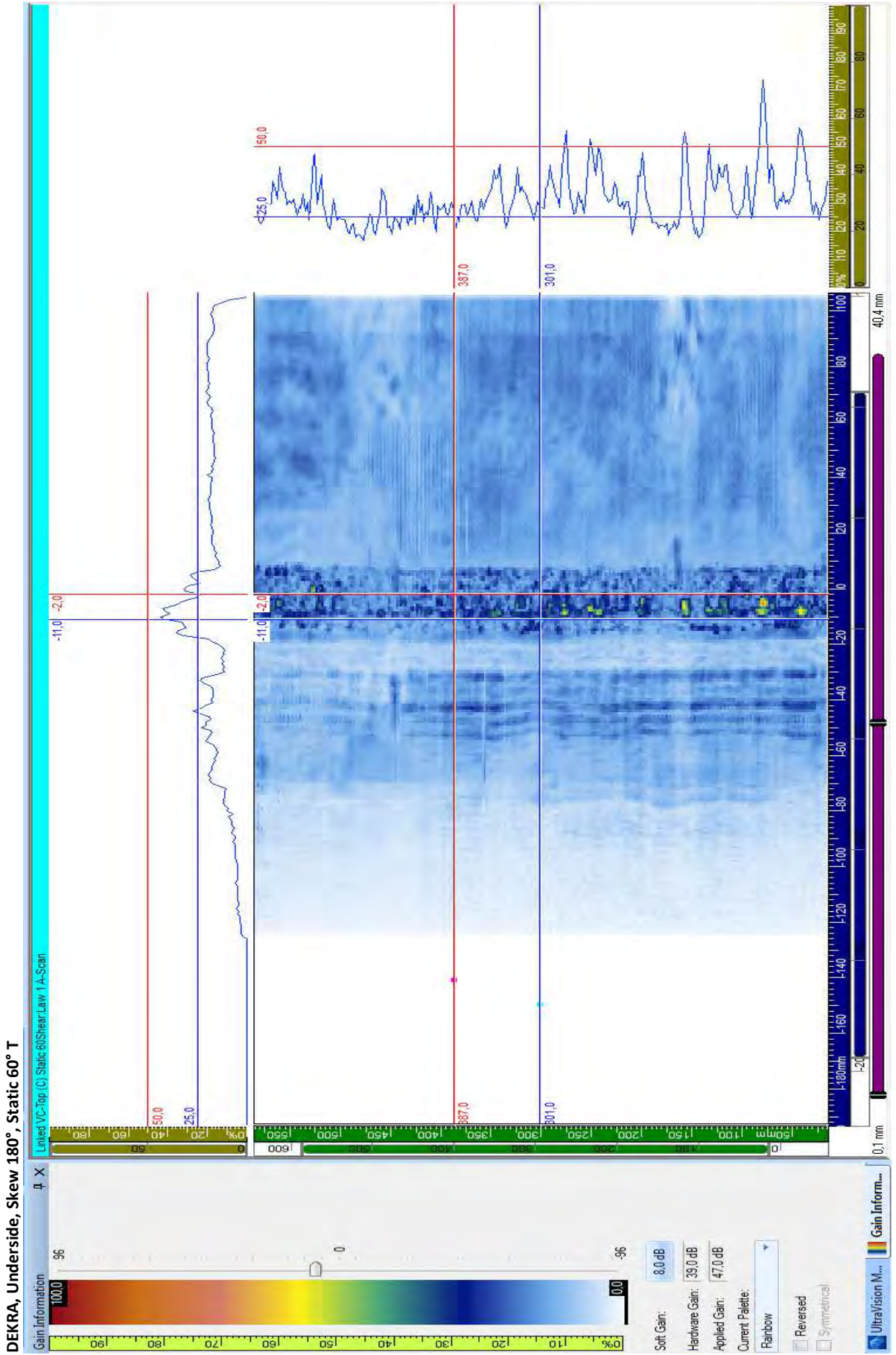
Ref. Gain: 24 dB
Inspection Gain: 36 dB

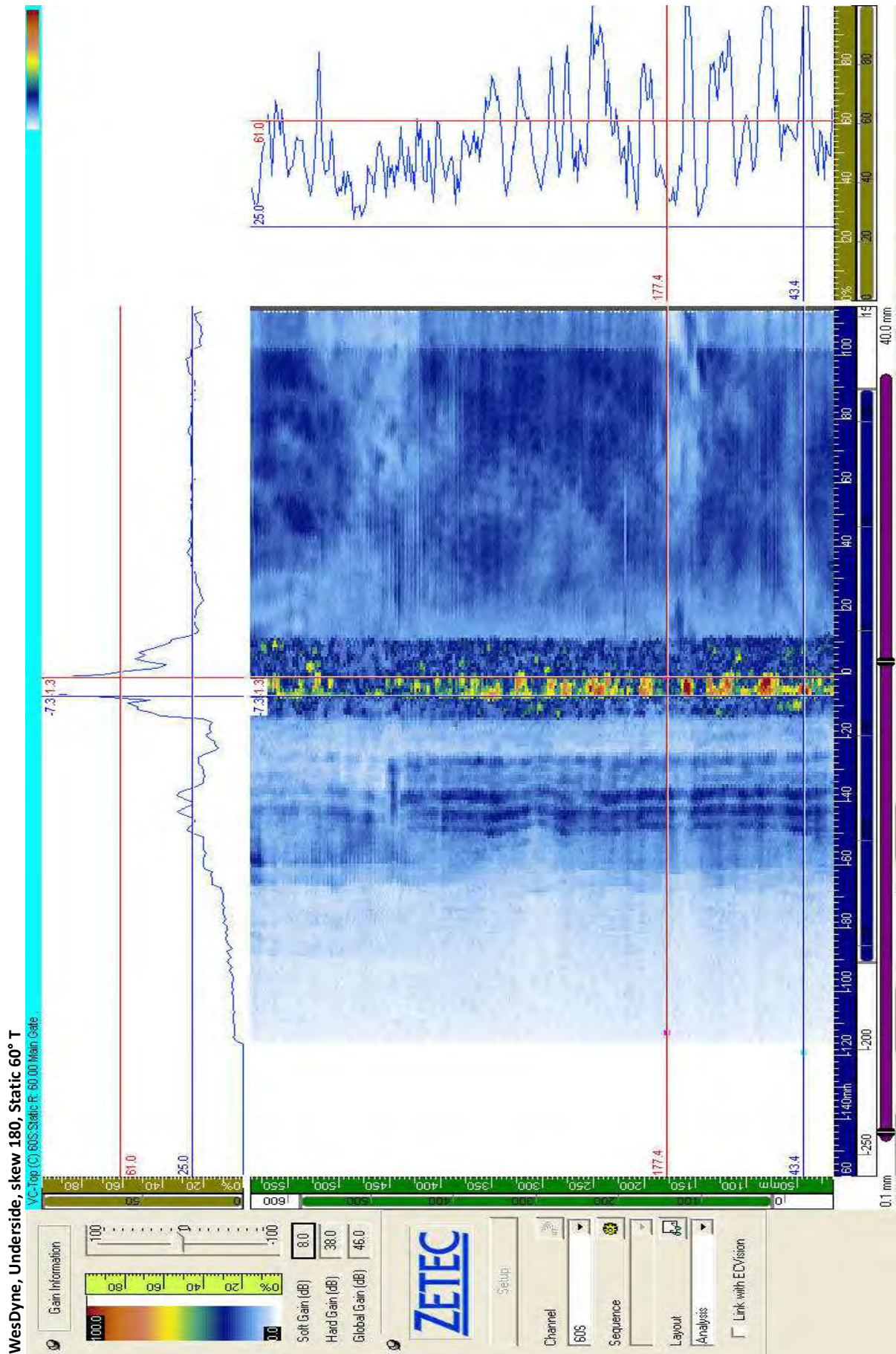
WDS, Underside, Skew 180°, Static 70° L					
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel x-led. (mm)	Längd bindfel (mm)	Pos Bindfel Y-led (mm)	
1	N/A	N/A	N/A		
2	43,5	72	12		
3	40,5	112	12		
4	N/A	N/A	N/A		
5	44	192,6	10		
6	42,5	238	12		
7	42	272	12		
8	44	314	12		
9	43	352	10		
10	N/A	N/A	N/A		
11	N/A	N/A	N/A		
12	N/A	N/A	N/A		
13	N/A	N/A	N/A		
14	N/A	N/A	N/A		

Ref. Gain: 24 dB
Inspection Gain: 36 dB

Underside, Skew 180°, Static 70° L



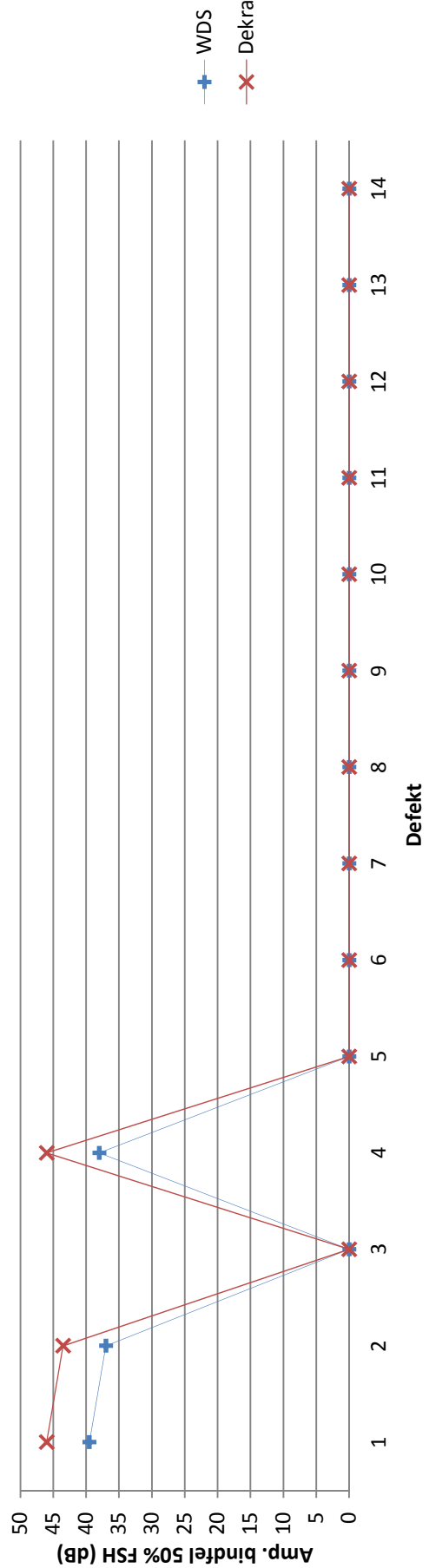


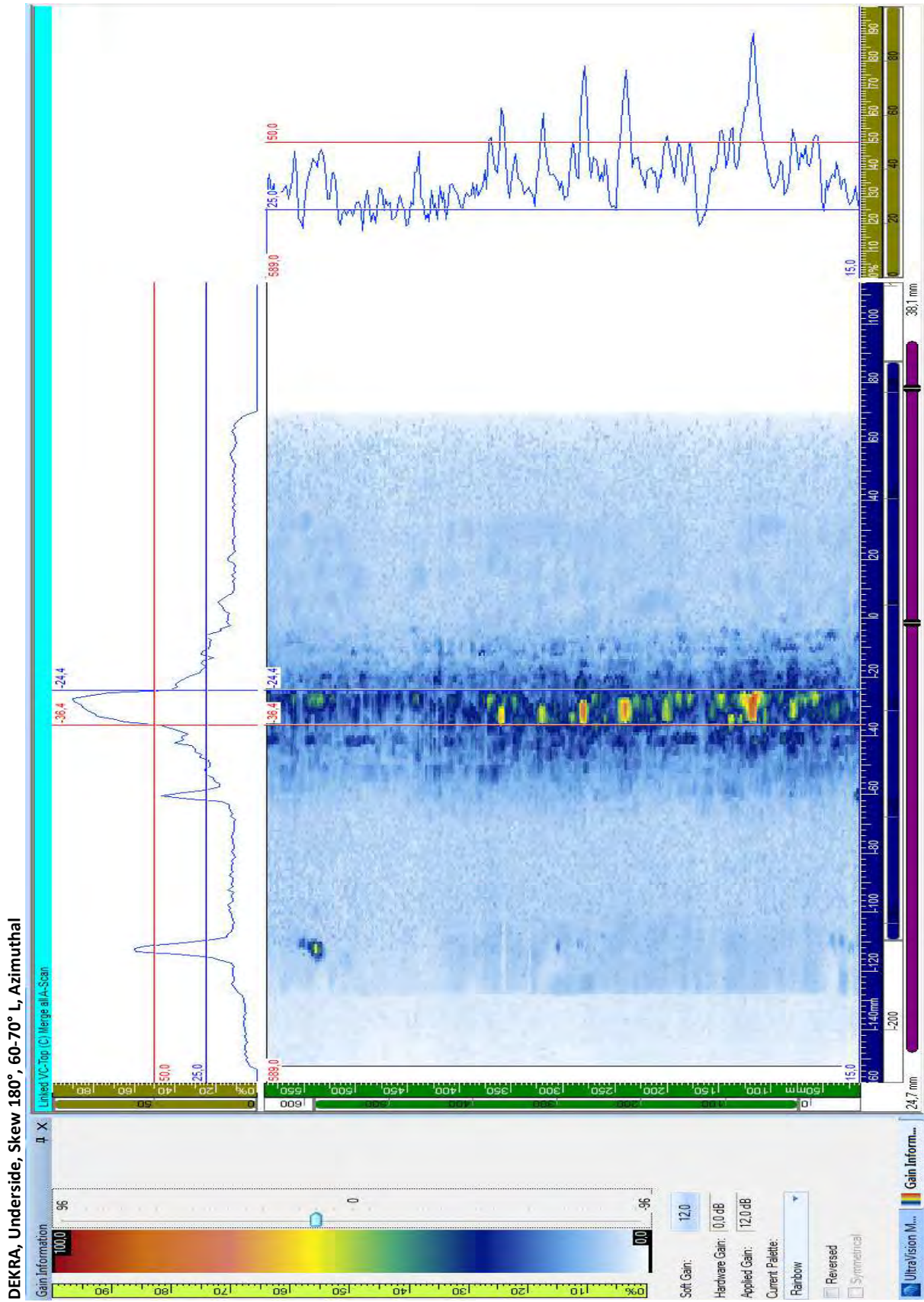


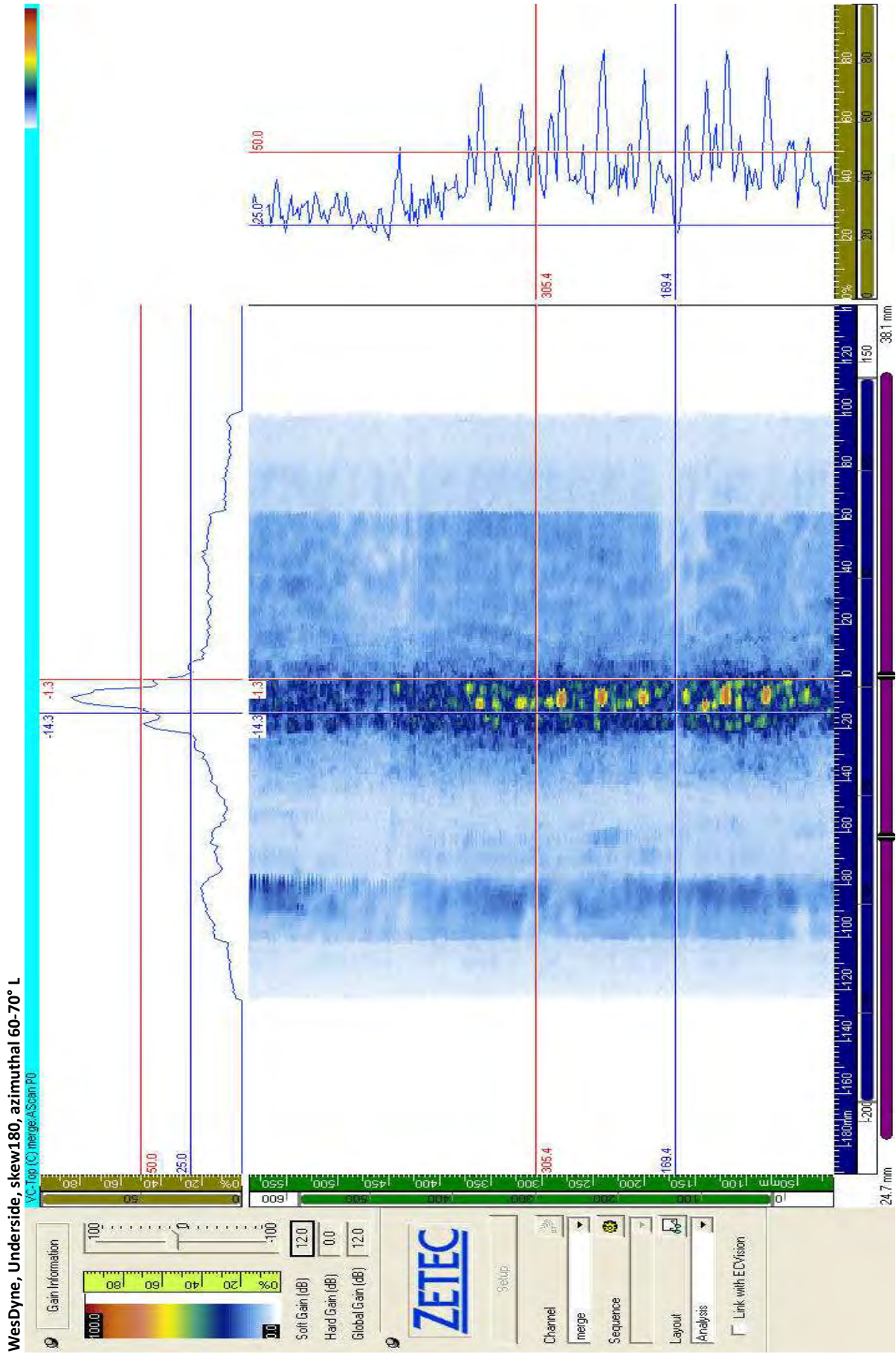
DEKRA, Underside, Skew 180°, Static 60° T					
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)	Pos Bindfel Y-led (mm)	
1	46	31	N/A	N/A	
2	43,5	72	12	-7	
3	N/A	N/A	N/A	N/A	
4	46	151	10	N/A	
5	N/A	N/A	N/A	N/A	
6	N/A	N/A	N/A	N/A	
7	N/A	N/A	N/A	N/A	
8	N/A	N/A	N/A	N/A	
9	N/A	N/A	N/A	N/A	
10	N/A	N/A	N/A	N/A	
11	N/A	N/A	N/A	N/A	
12	N/A	N/A	N/A	N/A	
13	N/A	N/A	N/A	N/A	
14	N/A	N/A	N/A	N/A	
Ref. Gain: 27 dB					
Inspection Gain: 39 dB					

WDS, Underside, Skew 180°, Static 60° T					
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)	Pos Bindfel Y-led (mm)	
1	39,5	33	10	N/A	
2	37	73	12	-4	
3	N/A	N/A	N/A	N/A	
4	38	153	10	N/A	
5	N/A	N/A	N/A	N/A	
6	N/A	N/A	N/A	N/A	
7	N/A	N/A	N/A	N/A	
8	N/A	N/A	N/A	N/A	
9	N/A	N/A	N/A	N/A	
10	N/A	N/A	N/A	N/A	
11	N/A	N/A	N/A	N/A	
12	N/A	N/A	N/A	N/A	
13	N/A	N/A	N/A	N/A	
14	N/A	N/A	N/A	N/A	
Ref. Gain: 26 dB					
Inspection Gain: 38 dB					

Underside, Skew 180°, Static 60°T







Bilaga 1

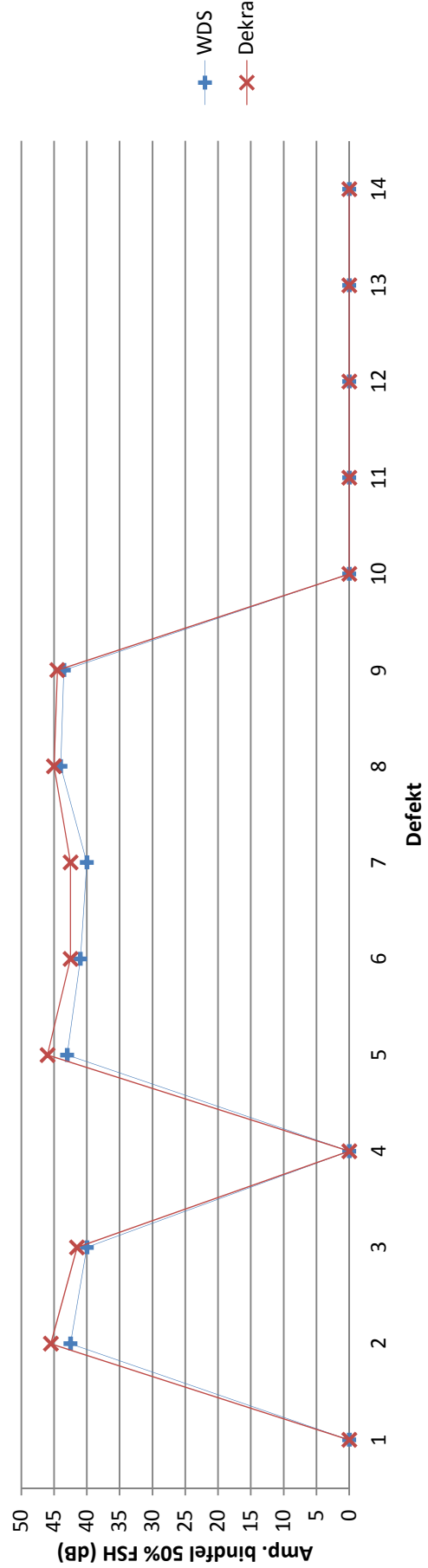
DEKRA, Underside, Skew 180°, Azimuthal 60°-70° L						Pos Bindfel Y-led (mm)
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)			
1	N/A	N/A	N/A			
2	45,5	71	10			
3	41,5	111	12			
4	N/A	N/A	N/A			
5	46	193	12			
6	42,5	231	14			
7	42,5	271	10			
8	45	311	14			
9	44,5	351	14			
10	N/A	N/A	N/A			
11	N/A	N/A	N/A			
12	N/A	N/A	N/A			
13	N/A	N/A	N/A			
14	N/A	N/A	N/A			

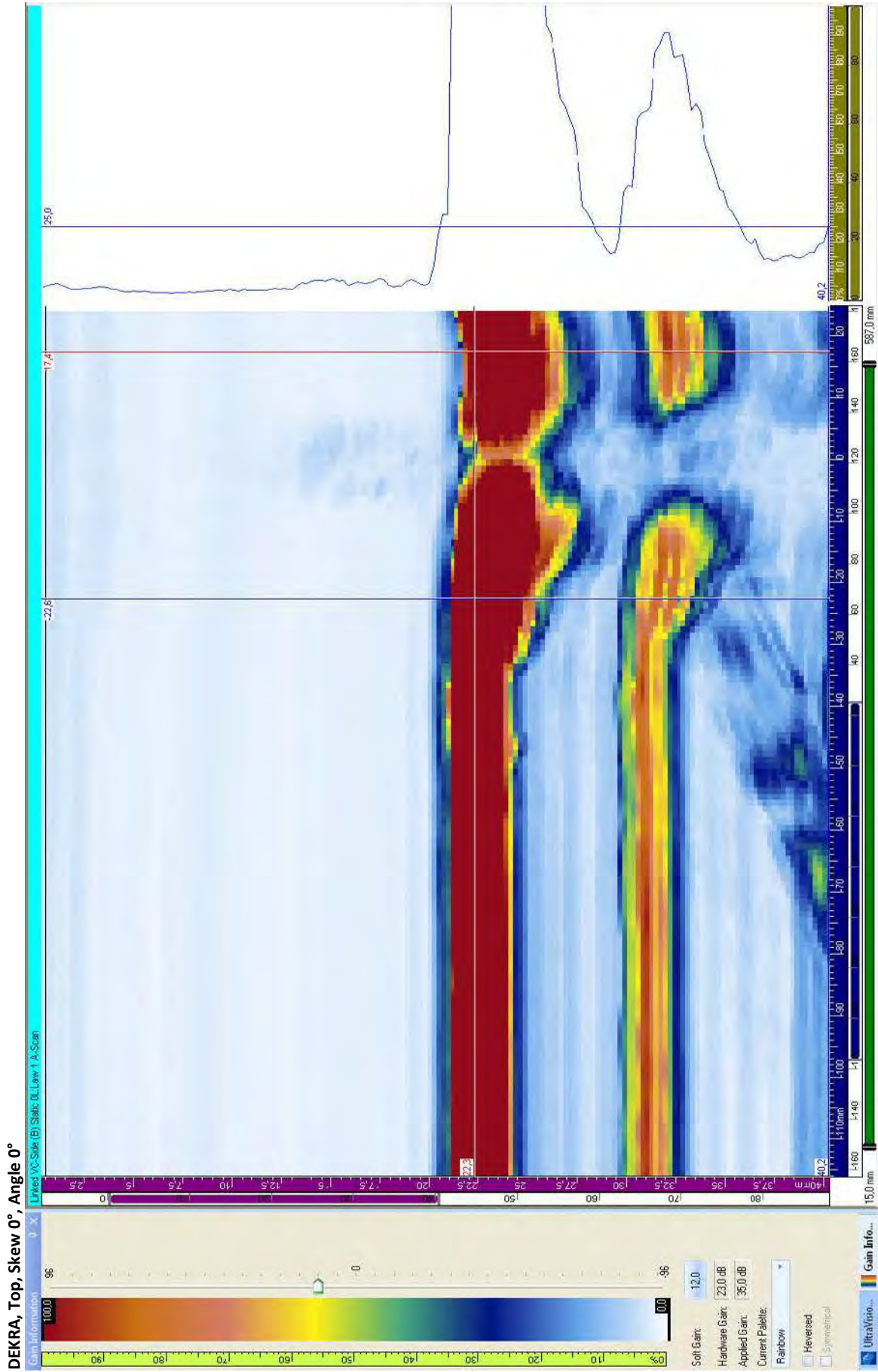
Ref. Gain: 22,5 dB
Inspection Gain: 34,5 dB

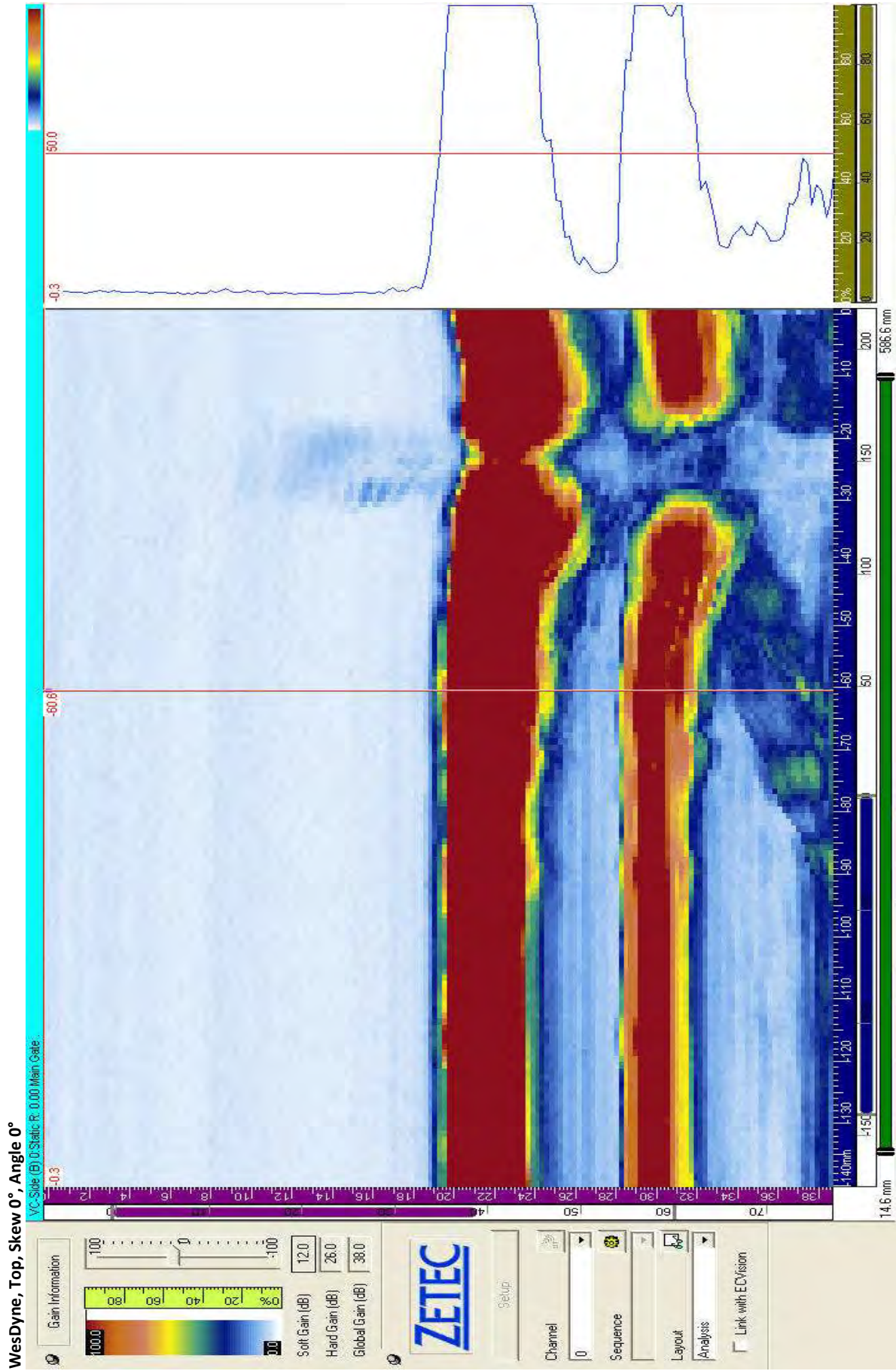
WDS, Underside, Skew 180°, Azimuthal 60°-70° L						Pos Bindfel Y-led (mm)
Defekt	Ampbindfel 50% FSH (dB)	Start Pos Bindfel X-led. (mm)	Längd bindfel (mm)			
1	N/A	N/A	N/A			
2	42,5	74,64	10			
3	40	112,6	12			
4	N/A	N/A	N/A			
5	43	193,4	10			
6	41	235,4	10			
7	40	273,4	14			
8	44	311,4	12			
9	43,5	355,4	12			
10	N/A	N/A	N/A			
11	N/A	N/A	N/A			
12	N/A	N/A	N/A			
13	N/A	N/A	N/A			
14	N/A	N/A	N/A			

Ref. Gain: 20 dB
Inspection Gain: 32 dB

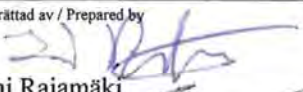
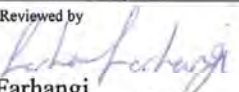

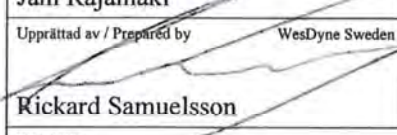
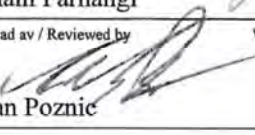
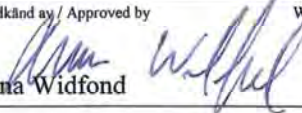
Underside, Skew 180°, Azimuthal 60°-70°L







TEKNISKT DOKUMENT

Dokumenttyp / Document type	Affärsområde / Business area	Dok. nr / Doc. Nr.	Revision / Revision	Datum / Date	Sida / Page
Provningsprocedur / Inspection Procedure	Kontroll / Inspection	IPR 1	1	2013-12-13	1 (22)
Upprättad av / Prepared by  Jani Rajamäki	Granskad av / Reviewed by  Farham Farhangi		Godkänd av / Approved by  Olga Motorina		
Upprättad av / Prepared by  Rickard Samuelsson	Granskad av / Reviewed by  Milan Poznic		Godkänd av / Approved by  Lina Widfond		
Titel / Title Lack of fusion defects in austenitic weld inspection research using ultrasonic phased array					

Summary

This document details the procedure for the mechanized ultrasonic Phased Array inspection of austenitic weld with lack of fusion defects in a 20mm sheet.

CONTENTS

0	REASON FOR REVISION	3
1	INTRODUCTION	3
2	SCOPE.....	3
3	INSPECTION METHODOLOGY	4
4	PERSONNEL	4
5	EQUIPMENT	4
6	CALIBRATION	5
7	INSPECTION	9
8	EVALUATION	11
9	DETECTION.....	11
10	REPORT	14

Appendices

- 1 Calibration Blocks
- 2 Inspection Configurations
- 3 Instrument Settings
- 4 Calibration Form
- 5 Test Block

0 Reason for Revision

N/A

1 Introduction

This procedure details the methodologies and processes for the detection and sizing of lack of fusion defects in austenitic welds.

The inspection will be performed from both top sides and undersides of the weld.

2 Scope

2.1 Object Description

The sheet covered by this procedure has a thickness of 20mm.

See drawing, appendix 5

2.2 Inspection Requirements

2.2.1 Inspection Volume

The inspection volume is defined as the internal / far surface of the component and covers the weld and HAZ on both sides.

For the purpose of this inspection the HAZ = 5mm

The extent of the HAZ on each side shall be taken as the distance from the edge of the weld on the internal / far surface.

2.3 Surface Condition

The examination surface shall be free of irregularities, loose material or any other matter that may interfere with the transmission of ultrasound or manipulation of the probes.

2.4 Component Temperature

The surface temperature of the component shall not exceed 50° C.

3 Inspection Methodology

The following inspection methodology shall be used to fulfil the inspection requirements:

- Detection shall be performed using a combination of 60° - 70° azimuthal compression wave scans and 0°, 45°, 60°, 70° longitudinal and 60° shear static angles.

4 Personnel

All personnel performing UT examinations shall, as a minimum, possess a valid level II UT certificate as appropriate in accordance with SS-EN 473 or other similar approved scheme.

Applicable personnel shall be trained for their relevant tasks, e.g. calibration and data collection and/or data analysis.

5 Equipment

5.1 Ultrasonic Equipment

The following Ultrasonic system will be used:

Ultrasonic System: Zetec Zircon /Tomoscan III
 Acquisition Program: Zetec UltraVision – Version 3.3R4 / UltraVision – Version 1.2R4
 Analysis Program: Zetec UltraVision – Version 3.3R4 / UltraVision – Version 1.2R4

The software shall be run on an appropriate PC.

5.2 Inspection Probes

The following phased array probes will be used

Table 5.3-1 Probes

<i>Type</i>	Linear (1D)
<i>Frequency(MHz)</i>	2.25MHz
<i>Bandwidth</i>	>50%
<i>Number of Element</i>	32
<i>Element Pitch</i>	1mm
<i>Element Size (primary)</i>	0.75mm
<i>Element Size (secondary)</i>	8mm
<i>Housing</i>	Steel

Details of actual probes used for the inspection shall be included in the calibration report, Appendix 4.

5.3 Inspection Wedges

Inspection wedges shall be selected based on the component diameter (OD) and measured wall thickness, and shall satisfy the requirements of the wedge specification detailed in the table 5.3.1 below.

Table 5.3.1 Wedges for Compression wave examination of components ≥ 10 mm thick

Component Details		Wedge Specification			
OD (mm)	Thickness (mm)	Wedge Angle	Roof Angle	Wedge Profile	Material
Flat	20	19° ±2°	5°	Flat	Rexolite

5.4 Cables

Not more than 10m long integral multi-coaxial cable with 160 pin Hypertronics connector will be used for each of the transducers.

5.5 Couplant

Water will be used both for calibration and inspection.

6 Calibration

6.1 Instrument Calibration

The acquisition instrument shall be calibrated annually in accordance with the manufacturer’s specification.

6.2 Calibration Process

An overview of the calibration process is shown in the table below.

Table 6.2-1 Calibration Overview

	Calibration Requirement	When Applicable	
		Pre-Inspection	Post Inspection
		Y/N	Y/N
System Calibration	Physical State	Y	Y
	Centre Frequency	Y	N
	Bandwidth	Y	N
	Coupling / Working Element	Y	Y
	Probe Delay	Y	N
	Reference Gain	Y	N
	Signal to Noise	Y	N
	Beam Angle	Y	N

All calibration values and settings shall be recorded on the “Calibration Form”, Appendix 4.

Note: *As the phased array configuration can be made up of several channels, various electronic scan types and laws, the above calibrations shall be performed in accordance with the following:*

- *Azimuthal calibration shall be performed on the middle law only.*
- *Where the configuration is made up of several channels, each channel shall be calibrated separately.*

6.3 Calibration Blocks and Reference Reflectors

The table below contains details and requirements of calibration blocks, reflectors and their specific use for each of the inspection probes.

Table 6.3-1 Calibration Block and Reference Reflectors

<i>Block Profile</i>	<i>Block ID</i>	<i>Reflector</i>	<i>Purpose</i>
Flat	50067A / or equal	Backwall	Rexolite Block for Centre Frequency & Bandwidth
Flat	SAP1900794 / SAP30011677 / or equal	50mm Radius or known backwall	Probe (System) Delay, Reference Gain
		Ø3,2mm SDH at 20mm depth.	Beam Angle

Details of block 50067A, SAP1900717 and SAP30011677 are presented in Appendix 1.

6.4 Instrument Settings

The instrument settings defined in Appendix 3, shall be used for both the calibration and inspection detailed in this procedure.

6.5 System Calibration

The system calibration will be performed using the same instrument and probes that will be used for the inspection.

6.5.1 Physical State

The system, cables, connectors and probes shall be visually checked for signs of any physical damage that may influence the current or future performance of the system. In particular examine the face of the probe(s) and check for instability in the electrical contacts.

The checks shall be made before the inspection, during the inspection when deemed necessary, and after the inspection.

6.5.2 Centre Frequency and Bandwidth

The centre frequency and bandwidth shall be measured on each of the individual probes before they are mounted to any wedge.

Note: The data must be un-rectified with data compression set to 1, for centre frequency and bandwidth measurements.

- Choose pulse echo configuration for a single probe. This is done by deselecting the “Pitch and Catch” check box in the probe set-up window.
- Set all wedge dimensions including wedge and roof angles to zero (0).
- Define a 0° static scan using all 32 elements.
- Select “True Depth” focusing type at a depth of 10000mm.
- Maximise the backwall response from the rexolite test block and set the amplitude to approximately 80% FSH.
Note: If the signal is saturated at 0dB gain setting the pulse voltage can be reduced.
- In the A-scan display, place the reference and measure cursor on either side of the maximised response.
- Chose the FFT function (in the “open pane content”).
- Open the FFT window and select the $f_c = \frac{F_{\max} + F_{\min}}{2}$ algorithm for centre frequency
- The centre frequency and relative bandwidth are then calculated and displayed.
- Repeat for 2nd probe.

Record the centre frequency and bandwidth values in the calibration form, Appendix 4.

6.5.3 Mounting of Probes to Wedges

Probes shall be mounted to the applicable wedges using grease as couplant between the probe and wedge.

The transmitter **must** be mounted on the left hand side of the wedge when viewed from behind and the receiver on the right.

Normally, both probes shall be mounted with element number 1 closest to the rear of the wedge.

Details of applicable wedges for the various inspection types and component dimensions are presented in Appendix 2, “Inspection Configurations”.

6.5.4 Coupling and Element Check

Prior to calibration and inspection the coupling between probe and wedge and functionality of the probe, i.e. number of working elements, shall be checked as follows:

- Choose pulse echo configuration for a single probe. This is done by deselecting the “Pitch and Catch” check box in the probe set-up window.
- Set all wedge dimensions including wedge and roof angles to zero (0).
- Define a linear scan with 0° all elements shall be used with an aperture of 1.
- Wipe the face of the wedge dry.
- Check the result in the “sectorial scan window”

Note: *Both probes shall be checked by connecting them in-turn to the system pulser.*

Each individual probe can be accepted provided not more than two (2) of the required elements are malfunctioning. If areas with poor coupling are discovered, the probe shall be remounted on the wedge and new coupling media shall be used.

6.5.5 Probe (System) Delay and Reference Gain

The probe delay for each channel shall be set as follows:

Note: *For Azimuthal set-ups the middle focal law shall be used.*

- Maximise the response from the applicable calibration block radius / back-wall and set the amplitude to approximately 80% FSH.

Note: *The reference gain setting shall be used with an additional +12dB to determine the inspection sensitivity.*

- Set the delay using the “Timebase Calibration” function, so that the peak of the signal corresponds to the dimension of the applicable calibration reflector.
- For the 0° beam angle the delay shall be set using the leading edge of the signal at approximately 10% screen height.

Note: *Remember the time base mode should be set to “Half Path” for calibration of delay when using the calibration tool.*

- Ensure the correct sound velocity is used, i.e. 5770m/s compression or 3150m/s shear.

Record the delay and reference gain value in the “Calibration Form”, Appendix 4

6.5.6 Calibration Scan

A calibration scan for each channel shall be performed as follows:

Note: *For Azimuthal set-ups the middle focal law shall be used.*

- The maximum response from the applicable reference reflector (Table 6.3-1) shall be set to 80% FSH.

- Collect a dynamic scan over all accessible SDH's in the calibration block and store the data file. Make sure that the maximum amplitude from the applicable reference reflector is approximately 80%.

Record the gain setting in the “Calibration Form”, Appendix 4

6.5.7 Beam Angle

Record the beam angle in the “Calibration Form”, Appendix 4.

6.5.8 Acceptance Criteria for System Calibration

The following acceptance criteria shall apply:

Table 6.7.9-1 System Calibration Acceptance Criteria

<i>Calibration Type</i>	<i>Criteria</i>
Physical State	No Damage
Centre Frequency	2.25±0.5MHz
Bandwidth	>50%
Coupling/ Working Element	All Coupled / ≤2 Broken Elements
Beam Angle	N/A

6.5.9 Corrective Actions – System Calibration

If the criteria in the above table are not met, the cause shall be investigated and the following actions shall apply:

- If the problem is identified and the cause resolved, the probe/wedge set-up shall be re-calibrated.
- If the problem cannot be resolved the probe and/or the wedge shall be replaced and a full system calibration of the replacement probe shall be performed.

6.6 Exchange of Equipment

If the instrument or the probe has to be exchanged, a complete system calibration is required and all data since the last acceptable calibration check must be rescanned.

7 Inspection

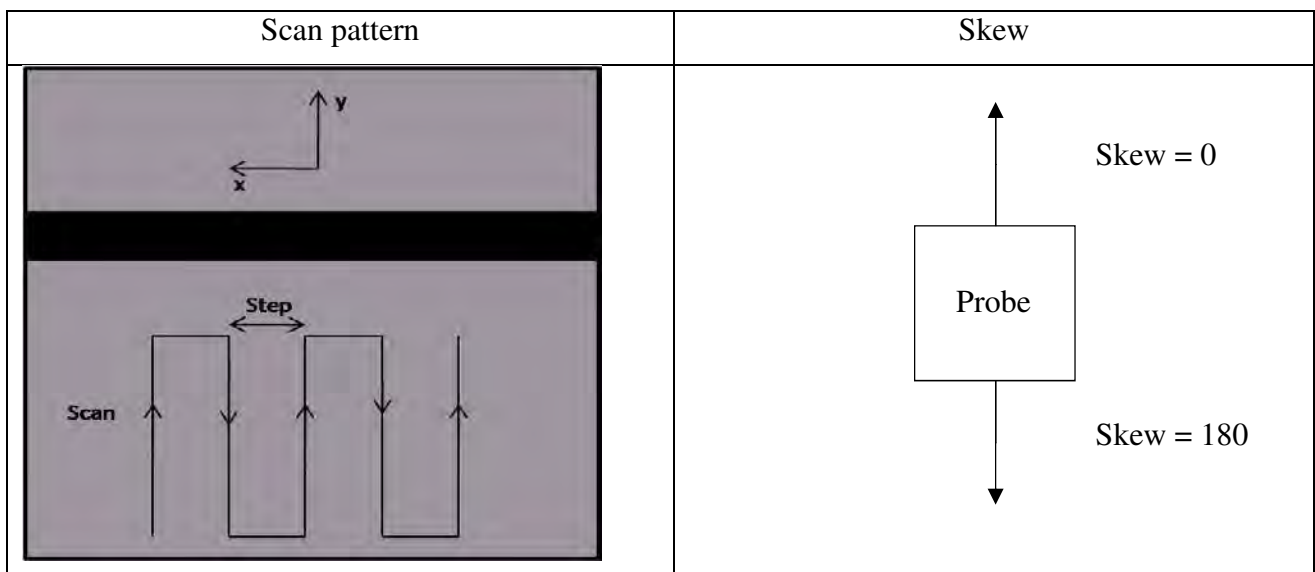
Prior to inspection, the following shall be performed:

- Correctly mount the manipulator and the probe is facing the right way for the current scan.
- Check the probe can reach both its start and stop position in the Y-and X-direction.
- Check the water is connected.
- Check the scale factors of the manipulator.
- Verify that the UT settings are according to Appendix 3.

7.1 Scan Areas and Scan Resolution

Resolution: 2mm

Note: With 0° zeroed in y-axis in the center of weld, the inspection area has a starting position of minimum 110mm from center of weld to minimum of 20 mm to far side of the weld center.



Data collection can be either bi-directional or uni-directional.

7.2 Scanning Speed

The scanning speed shall not exceed 50 mm/s for the inspection.

7.3 Inspection Sensitivity

The inspection shall be performed using the reference gain, i.e. response from the 50mm radius, +12 dB

7.4 Filename Convention

Inspection data files can be named according to the following convention:

Calibration files: Customer_Year_Wedge diameter_Wave type_cal_number

Examples: *SSM_13_ØFlat_L_cal_01*

Inspection files: Customer_Year_Scan side_Scan type_Angle and Wave
type_Skew_Number

Examples: *SSM_13_top_Azi_45-70T_skew180_01*

SSM_13_underside_static_0L-45L-60T_skew0_01

8 Evaluation

The main stages of data evaluation are listed below:

- Detection
- Position
- Length Sizing
- Amplitude

9 Detection (General)

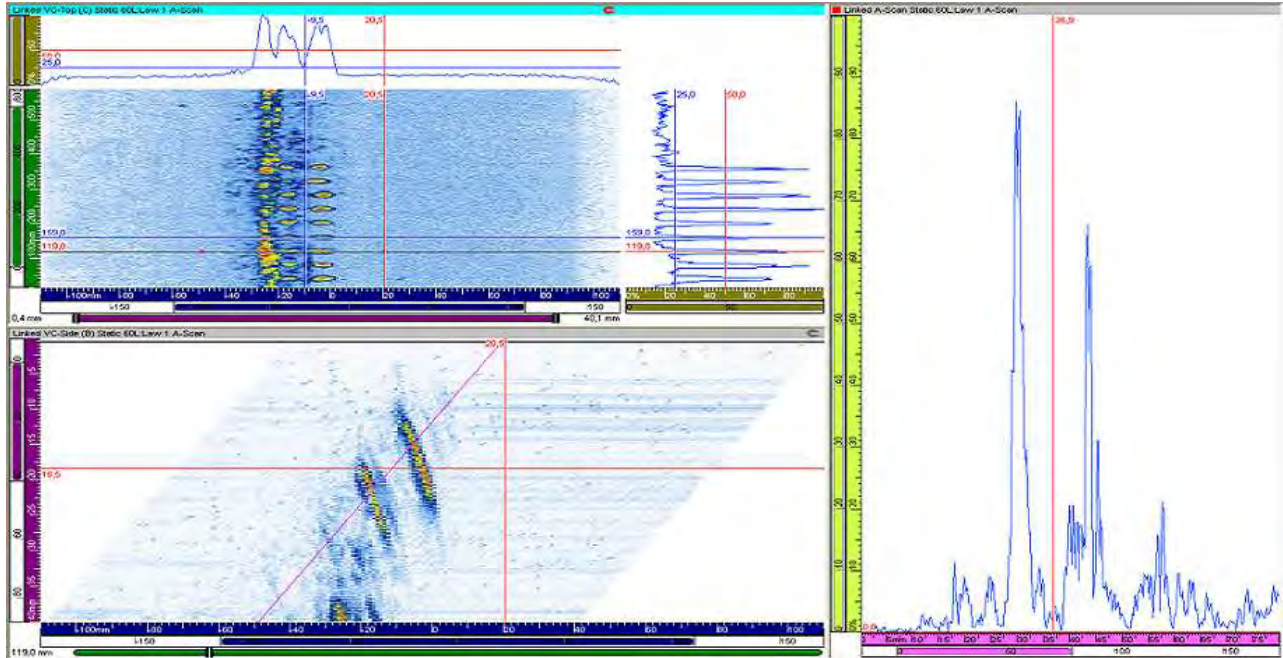
The purpose of the detection process is:

- To detect the lack of fusion defects
- To compare the signal responses from the lack of fusion defects.

Before analysing the azimuthal channel, the data shall be volumetrically merged. The merging shall be done using the built in function in the software.

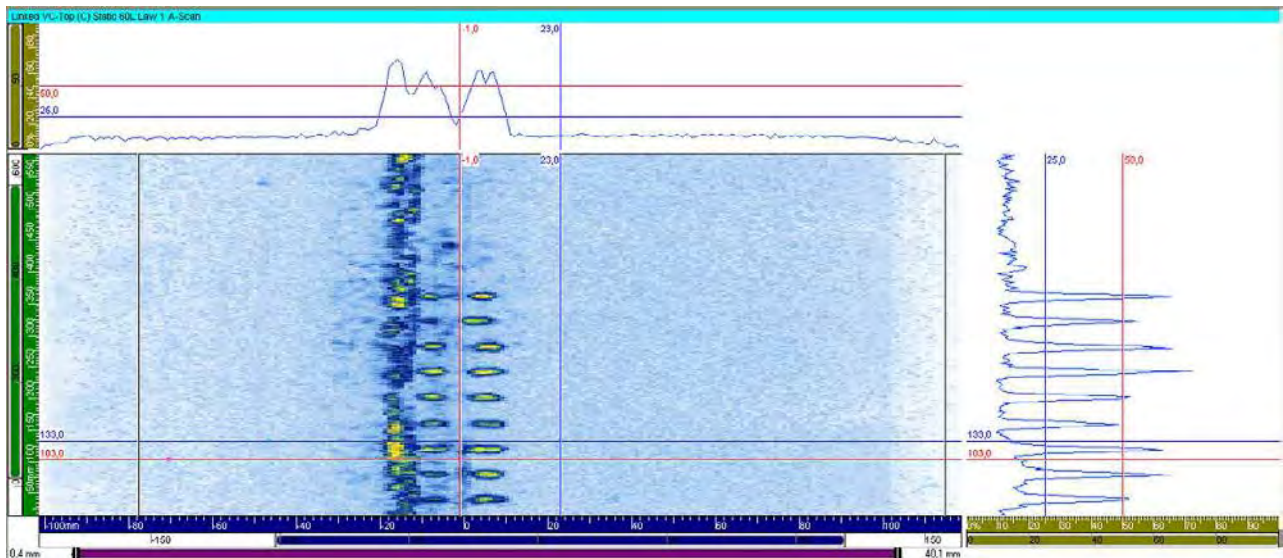
9.1 Detection Process

Figure 9.1-1 Volume corrected overview example with skew 180°



Before the analysis starts a layout should be created. The layout should include the echo dynamic window, see image below:

Figure 9.1-2



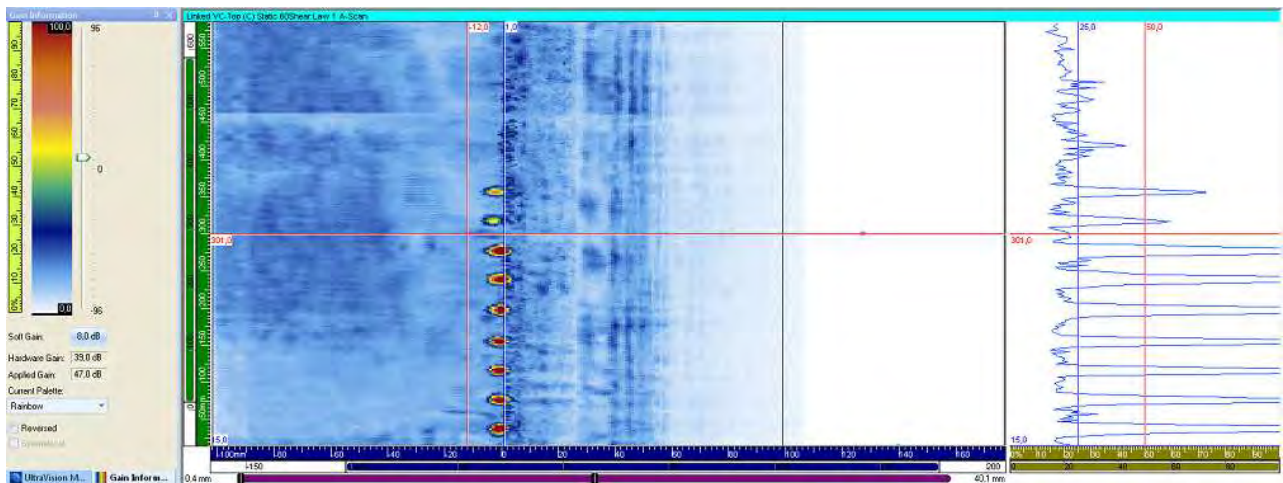
The gates should initially be set to include the inspection volume in all directions. However the gates may be adjusted to “fine tune” the defect responses.

With the gates set to include the volume, softgain should be added as shown in table 9.1-2.

Table 9.1-2

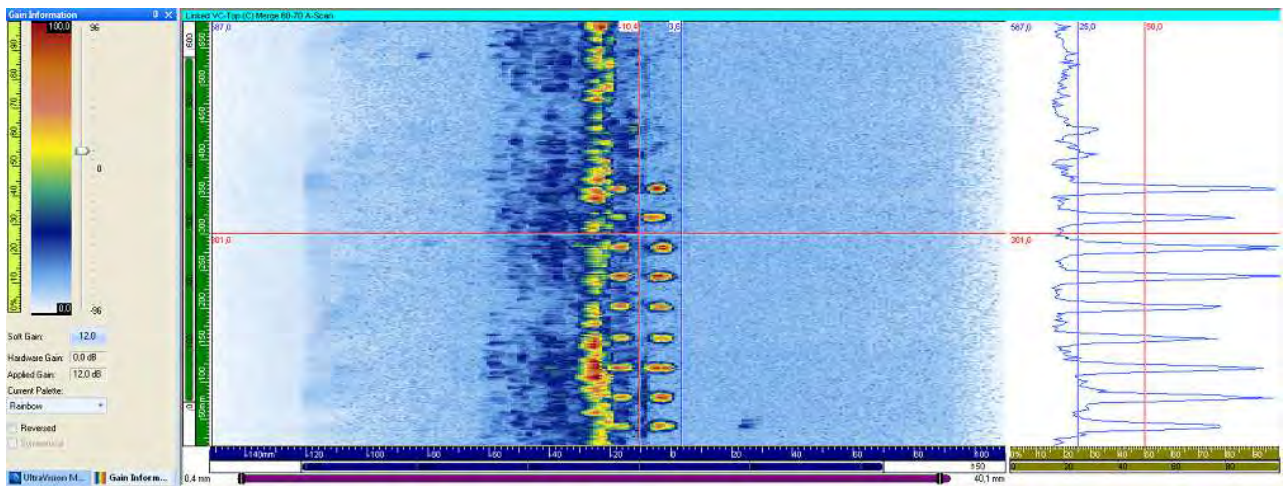
Channel	Detection dB
45°L, 60°L, 70°L and Azi 60-70°	Inspection gain + 12dB
60°Shear	Inspection gain + 8dB

Figure 9.1-3 Detection example, 60°Shear, skew 0° (+ 8dB soft gain)



Skew 0°

Figure 9.1-4 Detection example, 60-70°Azimuthal, skew 180° (+ 12dB soft gain)



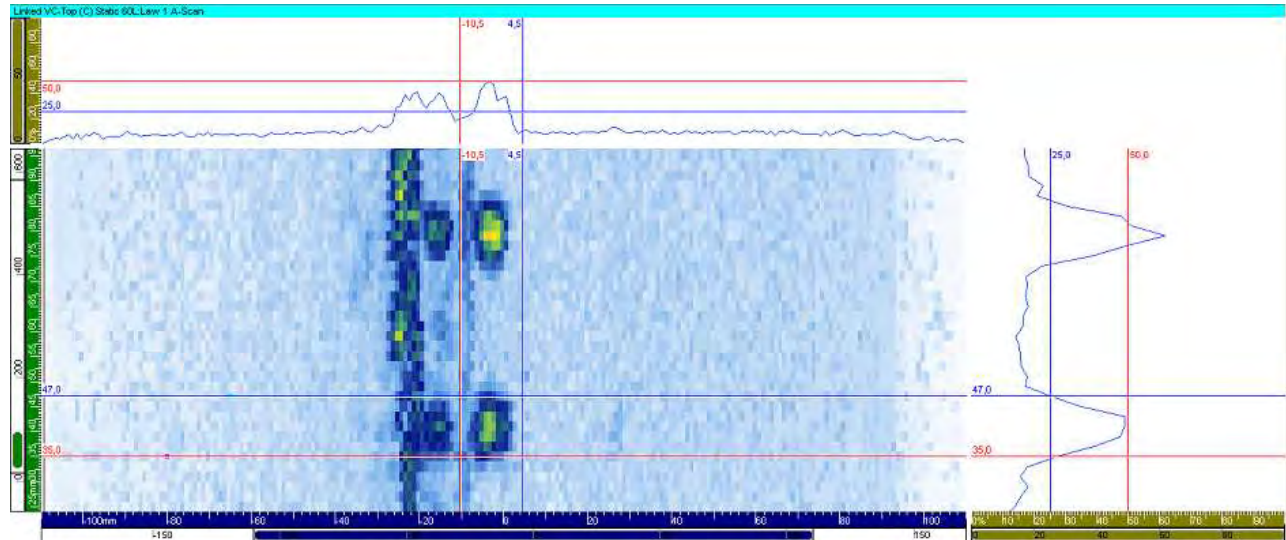
Skew 0°

With softgain added as of above, all indications above 50%FSH presented on 4 or more consecutive scanlines, gain and amplitude shall be recorded.

9.2 Length sizing and positioning

Length sizing will be determined using the 6 dB drop method

Figure 9.2-1 Length sizing



Example how to measure on defect 1.

Adjust the signal to, for example to 50% FSH, with soft gain.

Record the X-position and length at 6 dB drop.

Positioning of the defects relative to the reference point(s) shall be performed as follows:

X The start co-ordinate for the length sizing shall be used.

Y The co-ordinate giving the maximum amplitude shall be used.

Note: The Y-position should only be measured with the 60° shear wave channel.

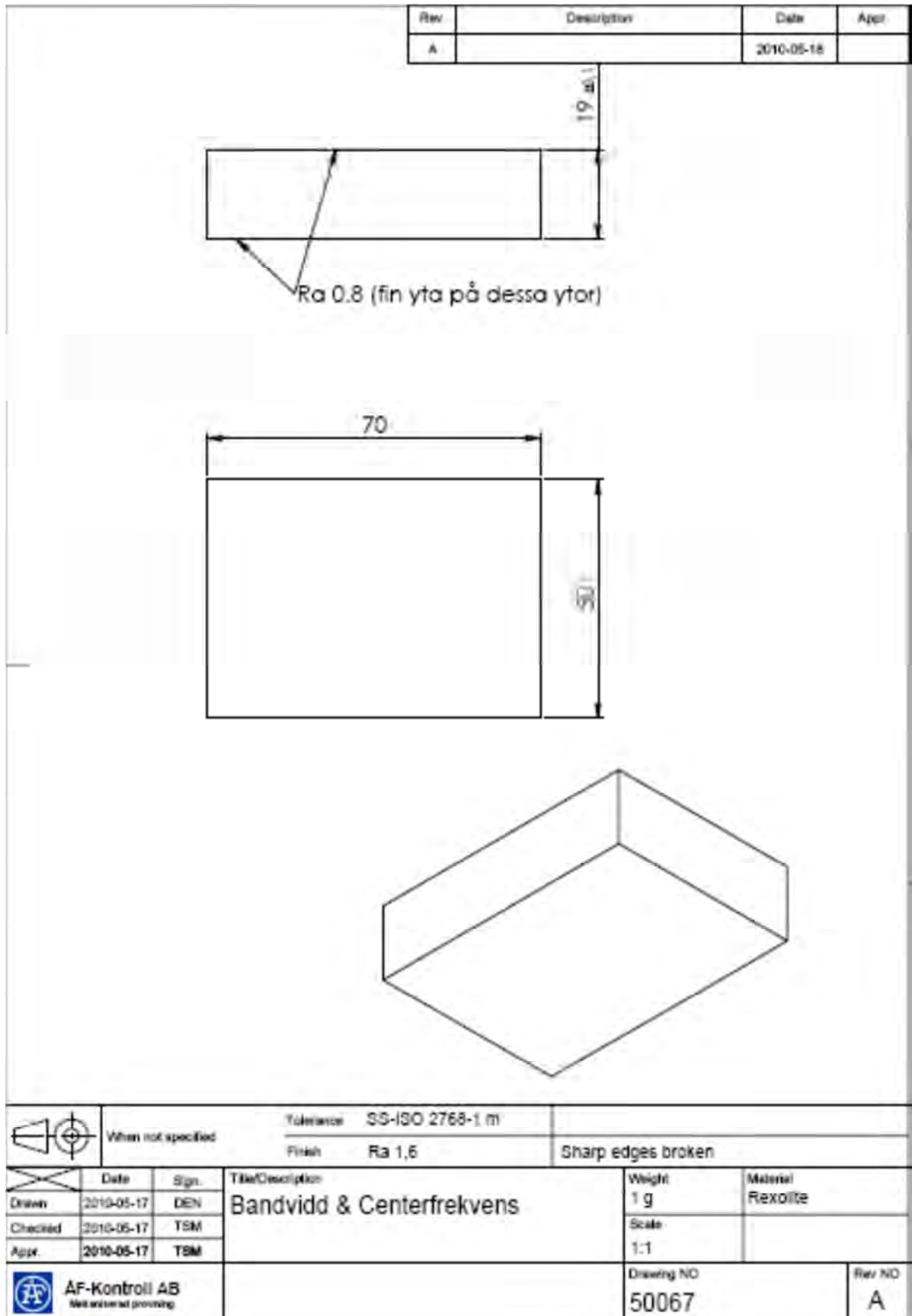
10 Reporting

All indications that have been detected shall be reported. One table for each channel shall be made.

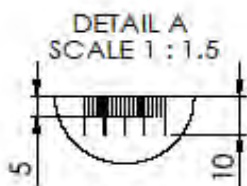
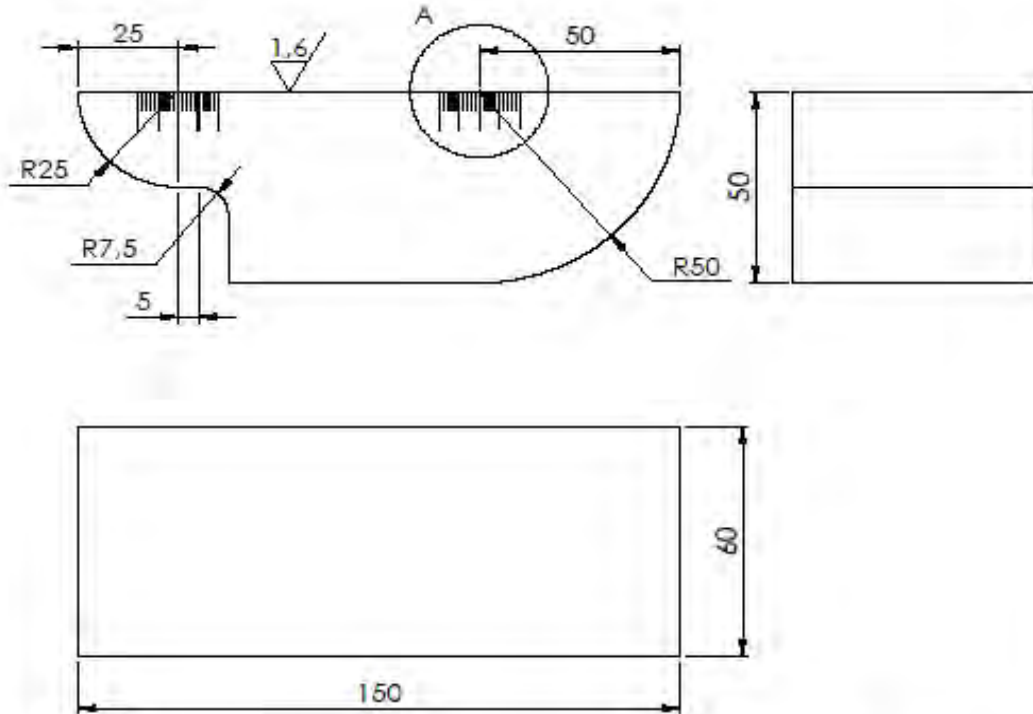
Tables should include:

- Amplitude
- Position
- Length

Copies of all data, inspection protocols, calibration forms, equipment & personnel certificates, procedural deviations and any other documentation pertaining to the inspection shall be archived by the inspection laboratory for future reference.



This document must not be passed onto
 any person not authorized by us to receive
 it, nor be copied or otherwise utilized by
 such person without our authority.
Wesdyne TRC AB

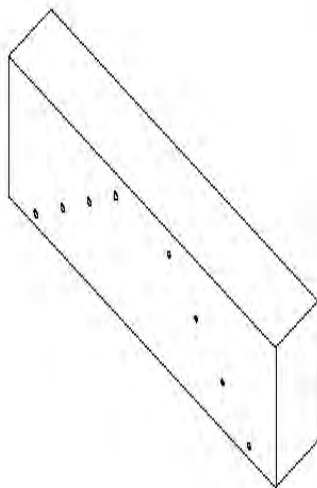
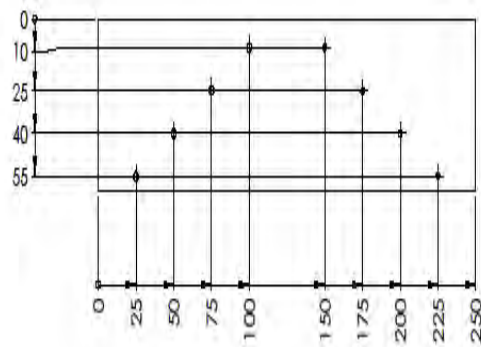


Graveras på båda sidor
1mm steg
Centrummarkering i kvartcirkelbågens mitt

Sharp edges broken


Item	Qty	Description	Detail DrwNo or standard denomination	Remark
Design By LSK	Design Date 2005-12-05	General tolerance / Default Ra / Treatment SS-ISO 2768-1 m, Ra=1.6		
Ch/Appr By LSK	Revision Date 2006-03-27	Configuration Default	Material AISI 304/SS2333	Mass, kg 0
		Description Testblock R25 R50 SAPnr 1900717	Sheet Sheet1	Scale 1:5
		Equipment description C _L : 5750 m/s C _T : 3135 m/s	Format A4	Revision C
			Drawing No 0506064	

This document shall not be released to any person not authorized by us to receive it. For the control of drawings utilized by Westdynne Sweden AB.



SDH	Size
A1	Ø3,2
A2	Ø3,2
A3	Ø3,2
A4	Ø3,2
A5	Ø2,4
A6	Ø2,4
A7	Ø2,4
A8	Ø2,4

Sharp edges broken

Design By DAAL	Design Date 2013-11-29	General tolerance / Default / Ra / Treatment SS-ISO 2768-mK, Ra=1.6		
Ch Appr By KLSC	Revision Date 2013-11-29	Configuration Default	Material EN 1.4404	Mass, kg 4,78
 A Westdynne ACE Company		Description Test block Equipment description	Sheet 1(1)	Scale 1:2
			Format A3	Revision A
			Drawing No 0626845	

Appendix 2

Inspection Configurations

MPP-038 – Rev 0



Sida 18 (22)
2012-12-18

Component Details			Wedge Type		Detection Configuration				Characterisation & Height Sizing Configuration								
Ø OD (mm)	Weld Type	Thickness Range (mm)	Dia Ø (mm)	Ident	Channel No	Scan Type	Angle(s)	Wave Type (L/T)	Active Elements	Start Element	Channel No	Purpose (C/H)	Scan Type	Angle(s)	Wave Type (L/T)	Active Elements	Start Element
>1014	All	≥15 – ≤26	≥Ø to Flat	Long H	1	Azi	60-70 (1)	L	16	17	1	C/H		0	L	16	17
											2	C/H		45	L	16	17
											3	C/H	Static	60	L	16	17
											4	C		70	L	16	17
											5	C		60	T	16	10

Note: Specification of wedge types are detailed in section 5.3.

≥Ø in "Wedge Type / Dia" column refers to component diameter.

() Values in brackets are resolution parameters for Azimuthal and linear scans

Parameter		Compression Waves	Shear Waves
General			
All laws		Selected	Selected
Linear		Unselected	Unselected
Gain	Channel	As calibrated according to 6.7.5 & 6.7.6	As calibrated according to 6.7.5 & 6.7.6
	Focal law	0 dB	0 dB
Time Base	Start	0 mm	0 mm
	Range	All Thicknesses : T + 20 mm <i>Note: Thickness is “Measured” thickness * For calibration see comment below</i>	6 to <10mm Thick : 4 x. T 10 to <20mm Thick : T + 20 mm 20 to 40mm Thick : 2 x T <i>Note: Thickness is “Measured” thickness * For calibration see comment below</i>
	Mode	True depth (for Inspection) Half Path (for Calibration)	True depth (for Inspection) Half Path (for Calibration)
	True Depth	 (Same Depth) Selected	 (Same Depth) Selected
Gates		N/A	N/A
TGC		N/A	N/A
Digitizer			
Digitizing frequency		100 MHz	100 MHz
Acquisition rate		Max	Max
Averaging type		None	None
Recurrence		2000	2000
Data sample size		16 bits /12 bits (Tomo III)	16 bits /12 bits (Tomo III)
Data	Synchro	Pulse	Pulse
	A-scan	Selected	Selected
	A-scan video	Unselected	Unselected
	Multi-Peak	Unselected	Unselected
	Compression	8	8
Pulser/Receiver			
Configuration		Phased array pitch & catch	Phased array pitch & catch
Pulser	Element number	P_n	P_n
	Voltage (V)	75 V /180 V (Tomo III)	75 V /180 V (Tomo III)
	Pulse width (ns)	220 ns	220 ns
Receiver	Receiver	N/A	N/A
	Pulser	N/A	N/A
	Element number	R_n	R_n
	Scale type	Linear	Linear
	Rectification	Bipolar	Bipolar
Filters	Input filter	None	None
	Smoothing	No smoothing	No smoothing
Probe			
Name		Probe ID	Probe ID
Wave type		Longitudinal	Transverse
Sound velocity (m/s)		5770 m/s	3150 m/s
Wedge delay (µs)		As calibrated according to 6.7.5	As calibrated according to 6.7.5
Scan offset (mm)		0 mm (or as applicable)	0 mm (or as applicable)
Index offset (mm)		0 mm (or as applicable)	0 mm (or as applicable)
Alarms		N/A	N/A
I/O		N/A	N/A
Transmitter		All elements active	All elements active
Receiver		All elements active	All elements active
Saturation compensation		6 dB	6 dB

* For calibration scans the time base ranges shall be adjusted where necessary to ensure coverage of all applicable reflectors.

Note: Several of the parameters are automatically input into the “ultrasound settings” from the advanced PA calculator.

CALIBRATION REPORT
UT Mechanised Inspection



Appendix	Page
	1/2 Calibration

Procedure	Customer	Object
-----------	----------	--------

Instrument

Instrument Type	Instrument ID	Software	Cable length	Instrument annual calibration ok (Y/N)	Sign / date
-----------------	---------------	----------	--------------	--	-------------

Instrument settings

Sound velocity (m/s)	Time base start / stop (µs/mm)	Pulse voltage (V)	Pulse width (ns)
Filter HF (MHz)	Filter LP (MHz)	Averaging	Digitizing freq (MHz)

Wedge information

Wedge ID	Wedge Angle (°)	Roof Angle (°)	Wedge profile
----------	-----------------	----------------	---------------

Probe information

Pulser

Probe ID	Frequency (MHz)	No of Elements
Element Pitch	Element Size (Primary)	Element Size (Secondary)

Receiver

Probe ID	Frequency (MHz)	No of Elements
Element Pitch	Element Size (Primary)	Element Size (Secondary)

Calibration Scans

Reflector type / depth	Reference ID	Sound velocity	Measurement type	File name	Date Time

Pulser

Date/Time	Physical State	Complout & Element Check
Centre Frequency (MHz)	Bandwidth (%)	

Receiver

Date/Time	Physical State	Complout & Element Check
Centre Frequency (MHz)	Bandwidth (%)	

Channel	Type of law	Applicable Law	Delay (µs)	Reference Gain (dB)	Calibration Gain (dB)	Signal to noise (dB)	Sound Path (mm)	Measured Beam Angle (°)	Amplitude (%)	Pulse Duration (µs)	Acceptable (Y/N)	Sign

Comments:

DEKKA Industrial AB

Date	Operator	Level
------	----------	-------

Laboratories are accredited by the Swedish Board for Accreditation and Conformity Assessment (SWEDAC) under the terms of Swedish legislation. The Swedish accredited laboratories meet the requirements in ISO/IEC 17025, SS-EN 45002 (1999). This report may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of SWEDAC and the issuing laboratory.



CALIBRATION REPORT
UT Mechanised Inspection

Procedure	Confirmer	Object	Appendix: Page: 2/2 Verification
-----------	-----------	--------	---

Calibration Check / Verification

Date / Time	Channel	Type of Law	Applicable Law	Reference Block		Gain (dB)	Amplitude (%FS)(f)	Sound Path (mm)	Pulse Duration (µs)	Signal to Noise (dB)	Spike Name	Acceptable (%)	Sign
				ID	Reflector type / depth								

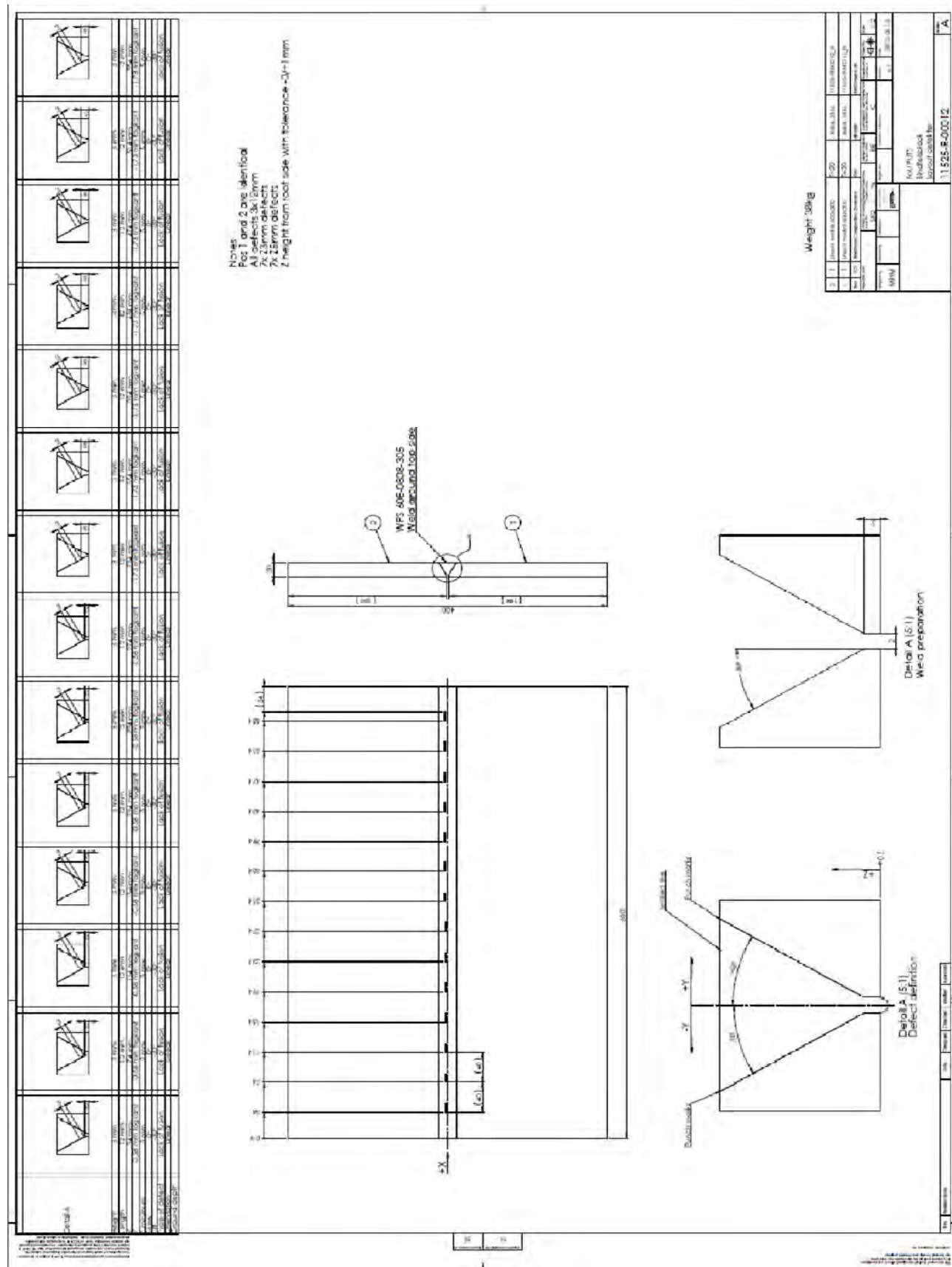
Comments

DENKA Industrial AB

Date: Operator:

Page: 1/2

Laboratory accredited by the Swedish Board for Accreditation and Certification, Assessment (SVA) 0001, under the laws of Swedish legislation. The Swedish accreditation certificate number is (SVA) 0001 (2008). This report may not be reproduced without the written approval of DENKA Industrial AB.



Our reference
ANPU/ PA Bjurling

Date
2014-01-14

Your reference
Per Sjöberg DEKRA/Anders Werner
WesDyne
DEKRA industrial AB
Frösundaleden 2A
169 99 Stockholm

DOKUMENTATION 11525-M-00026 REV. A

Tillverkning bindfelsblock fas 1 och fas 2

Kundreferens 4500605941

ANPU order nr 11525



Innehållsförteckning

11525-R-00012 Rev.A
11525-R-00013 Rev.A.
11525-T-00015 Rev.A.
11525-M-00018 Rev.A
11525-M-00019 Rev.A
11525-M-00020 RevA
11525-M-00021 Rev.A
11525-M-00022 Rev.A
11525-M-00023 Rev.A
11525-M-00024 Rev.A
11525-M-00025 Rev.B
LM13-045
LM14-001

Tillverkningsritning
As Built ritning Fas 1
Manufacturing and Inspection Plan
Mottagningskontroll Svetsplåt
Mottagningskontroll Bindfelsplåt
Dimensionskontroll Bindfelsplåt
Dimensionskontroll fogberedning
Penetrantprovning fogberedning samt implantat
Svetsprotokoll
Penetrantprovning slipad svets
Slutkontroll av testblock fas1 och fas 2.
Labbrapport defekt nr 8,9och 10
Labbrapport defekt nr 1.

Best regards



Per Arne Bjurling

AREVA NP Uddcomb AB
Business Area Nuclear Services
UDDCOMB ENGINEERING AB

Box 65
SE- 371 21 Karlskrona, Sweden

Visitors address
Chapmansplan

Phone +46 (0)455 61 95 00
Fax +46 (0)455 68 35 45

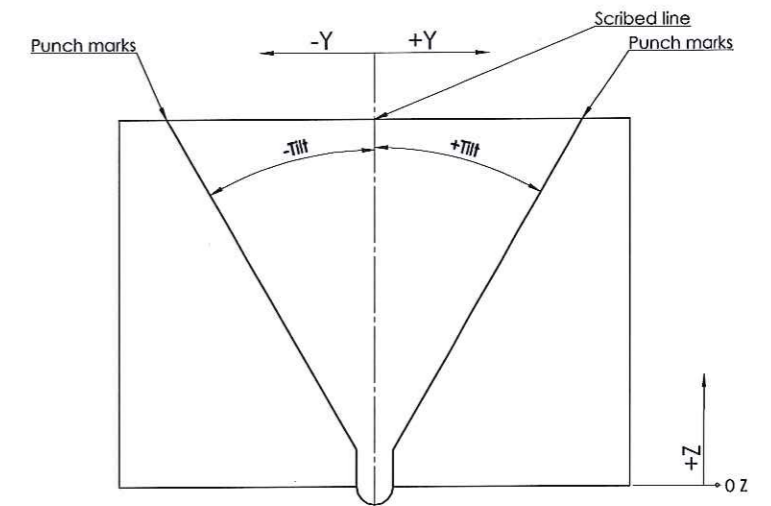
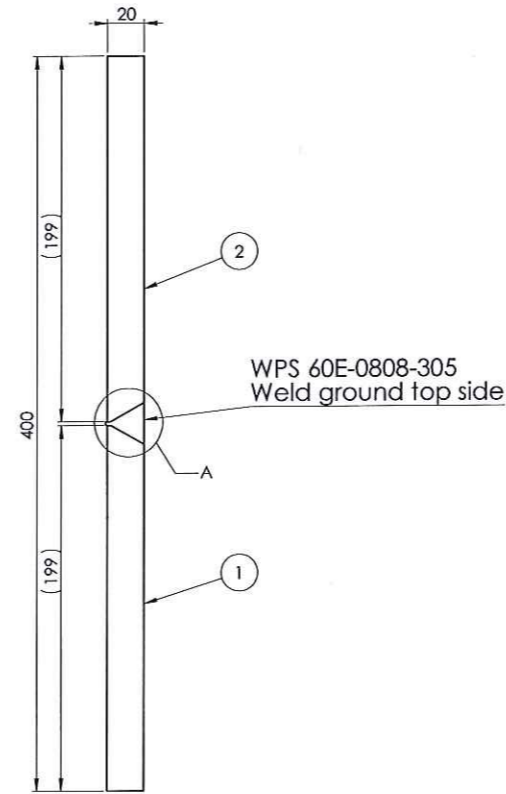
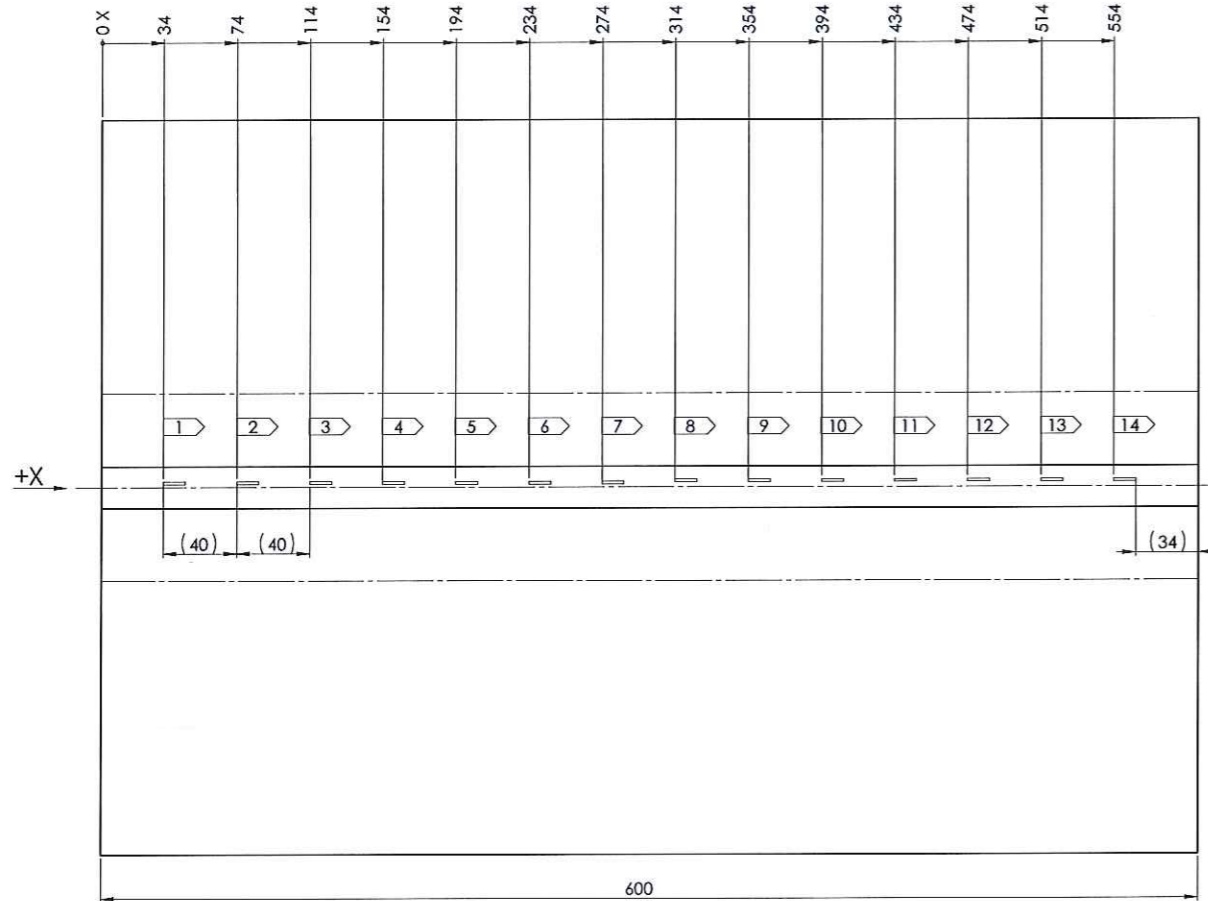
n.n@uddcomb.se
www.uddcomb.se

VAT Reg.No.
SE556173-303001

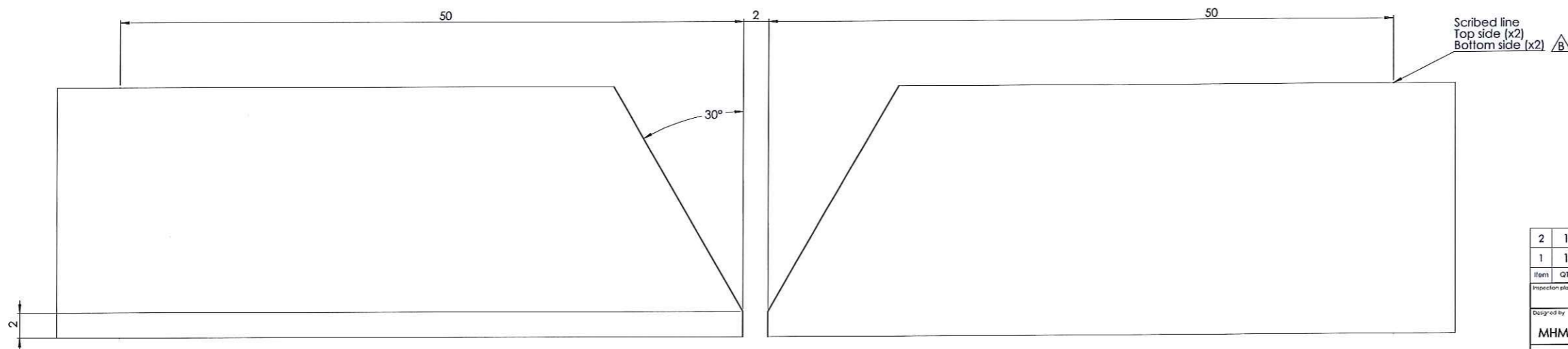
Information and goods based on drawings "AS" subject to function. Commencement of work is based on drawings. Information and goods are provided for information only. The manufacturer is not responsible for the use of the information and goods when used for other purposes.

Defect No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Detail A														
Height	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm
Length	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm
Y	34 mm	74 mm	114 mm	154 mm	194 mm	234 mm	274 mm	314 mm	354 mm	394 mm	434 mm	474 mm	514 mm	554 mm
Z minimum	-0,58 mm fogkant	-0,58 mm fogkant	-0,58 mm fogkant	-0,58 mm fogkant	-0,58 mm fogkant	-0,58 mm fogkant	-0,58 mm fogkant	-0,58 mm fogkant	-1,73 mm fogkant	-1,73 mm fogkant	-1,73 mm fogkant	-1,73 mm fogkant	-1,73 mm fogkant	-1,73 mm fogkant
Skew	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	5 mm	5 mm	5 mm	5 mm	5 mm	5 mm
Orientation	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Type of defect	Lack of fusion	Lack of fusion	Lack of fusion	Lack of fusion	Lack of fusion	Lack of fusion	Lack of fusion	Lack of fusion	Lack of fusion	Lack of fusion	Lack of fusion	Lack of fusion	Lack of fusion	Lack of fusion
Ground depth	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear

Notes
 Pos 1 and 2 are identical
 All defects 3x12mm
 7x Z3mm defects
 7x Z5mm defects
 Z height from root side with tolerance -0/+1mm



Detail A (5:1)
Defect definition



Detail A (5:1)
Weld preparation

Weight 38kg

2	1	Sheet metal 600x200	T=20	1.4404, 316L	11525-R-00012_V
1	1	Sheet metal 600x200	T=20	1.4404, 316L	11525-R-00012_H
Item	QTY	Title/Name, Designation, Dimension	Dim	Material	Ref/Drawing No
Inspection plan		Cutting according to list 10	General tolerance to list 10	General tolerance to list 10	Quality level by weld preparation
Designed by		Checked by	Verified by	Approved by	Project No.
MHH		JOK		PAB	Customer Project No.
Rev		Revision Note	Date	Designed	Checked
B		Added Defect No. and scribed lines.	2013-05-30	MHH	JOK
A		Original edition	2013-05-30	MHH	JOK
Rev		Revision Note	Date	Designed	Checked

AREVA
 AREVA NP Uddcomb AB

FoU PUTS
 Bindfelsblock
 Layout defekter

11525-R-00012

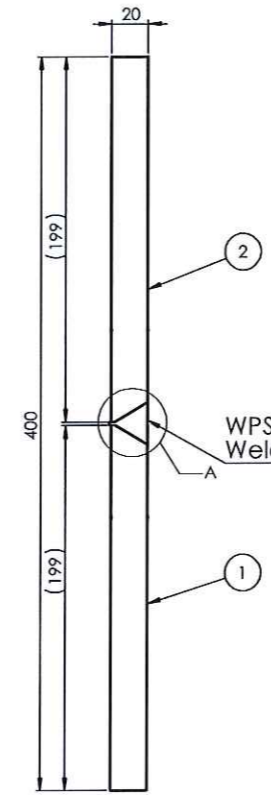
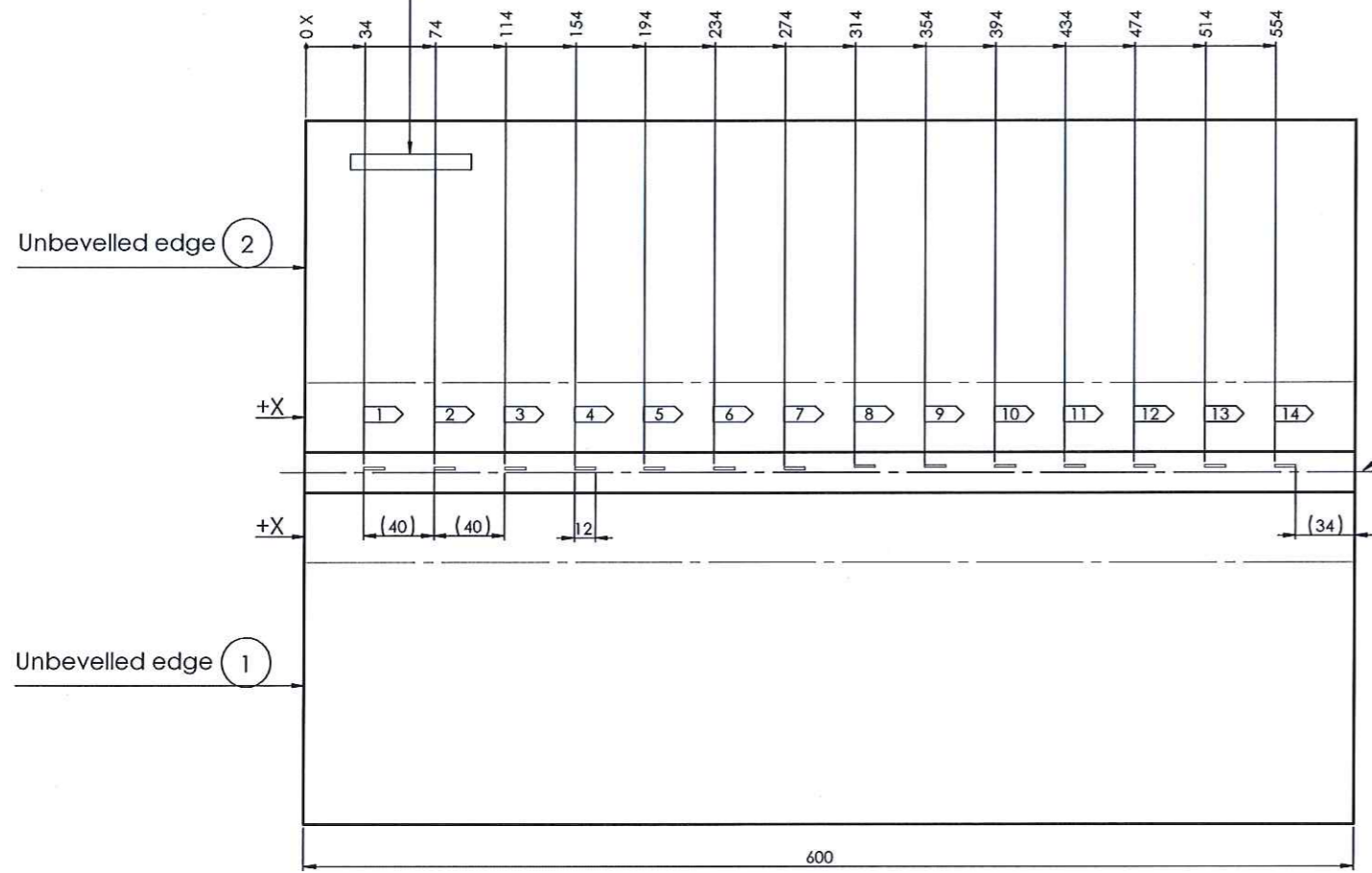
Revision B

This document shall not be copied without the permission of AREVA NP Uddcomb AB.

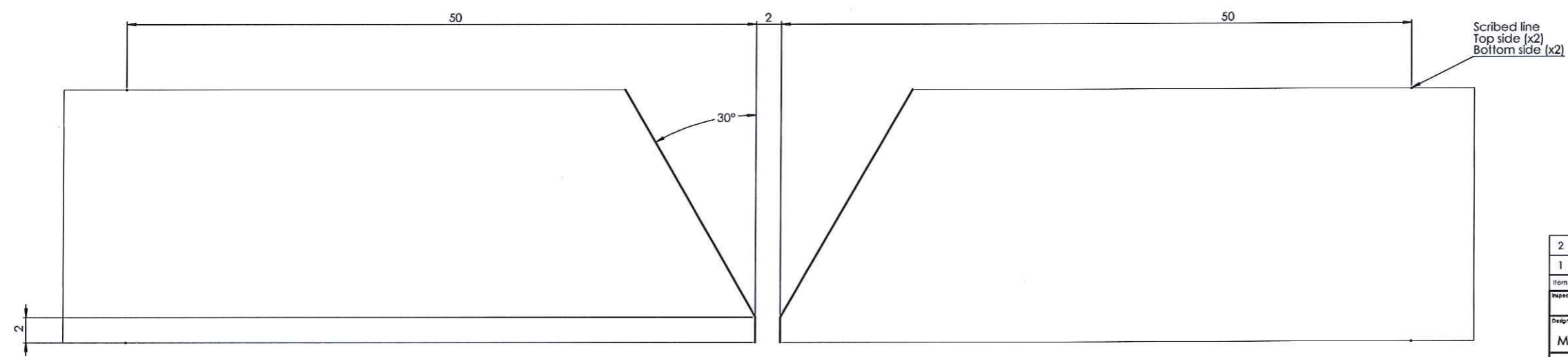
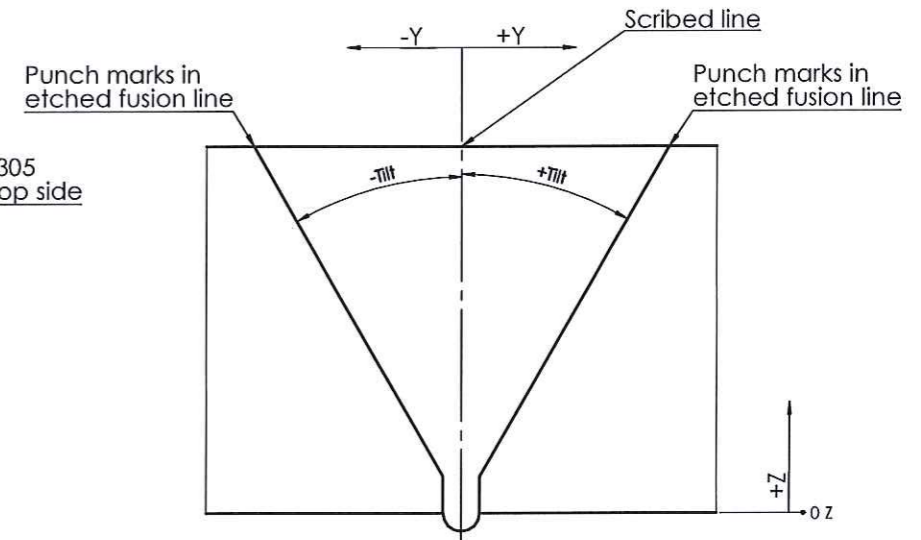
Information and details regarding this drawing shall be subject to the terms and conditions of the contract. The customer shall be responsible for the accuracy of the data provided. The manufacturer shall not be held responsible for any damage or loss resulting from the use of this drawing.

Defect No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Detail A														
Height	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm
Length	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm
X	34 mm	74 mm	114 mm	154 mm	194 mm	234 mm	274 mm	314 mm	354 mm	394 mm	434 mm	474 mm	514 mm	554 mm
Y	-0,58 mm fogkant	-0,58 mm fogkant	-0,58 mm fogkant	-0,58 mm fogkant	-0,58 mm fogkant	-0,58 mm fogkant	-0,58 mm fogkant	-1,73 mm fogkant	-1,73 mm fogkant	-1,73 mm fogkant	-1,73 mm fogkant	-1,73 mm fogkant	-1,73 mm fogkant	-1,73 mm fogkant
Z minimum	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	3 mm	5 mm	5 mm	5 mm	5 mm	5 mm	5 mm	5 mm
Skew	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
Tilt	-30°	-30°	-30°	-30°	-30°	-30°	-30°	-30°	-30°	-30°	-30°	-30°	-30°	-30°
Type of defect	Lack of fusion	Lack of fusion	Lack of fusion	Lack of fusion	Lack of fusion	Lack of fusion	Lack of fusion	Lack of fusion	Lack of fusion	Lack of fusion	Lack of fusion	Lack of fusion	Lack of fusion	Lack of fusion
Orientation	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear
Ground depth														

RNR-11525-R-00012



Notes
 Pos 1 and 2 are identical
 All defects 3x12mm
 7x Z3mm defects
 7x Z5mm defects
 Z height from root side with tolerance -0/+1mm



Detail A (5:1)
Weld preparation

Weight 38kg

2	1	Sheet metal 600x200	T=20	1,4307, 304	11525-R-00013_V
1	1	Sheet metal 600x200	T=20	1,4307, 304	11525-R-00013_H
Item	QTY	Title/Name, Designation, Dimension	Dim	Material	Ref/Drawing No
Inspection plan		Checked according to SK2	General tolerance BE	Quality level for weld inspection C	Scale 1:2
Designed by	Checked by	Verified by	Approved by	Project No.	Customer Project No.
MHM				11525	
		FoU PUTS Bindfelsblock Layout defekter as built			Rev/A
AREVA NP Uddcomb AB		11525-R-00013			A

The document shall not be copied without our permission. No part of this document may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and recording, or by any information storage and retrieval system.

Manufacturing and Inspection Plan, MIP



Author
ANPU/R Lundström
Confidentiality Status
Restricted Confidential

First Date of Issue
2013-05-29
Document Status

Project No
11525
Customer Reference
WesDyne 4500605941

Reg. No.
11525-T-00015
Alternative ID
-
Revision
A

Bindfelsblock

FOU Bindfel

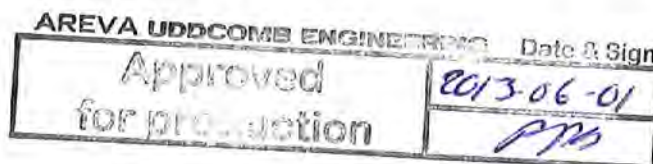
Sammanfattning

Denna MIP, Manufacturing and Inspection Plan, avser tillverkning och analys av Testblock med bindfel. DECRA och WesDyne skall utföra UT av defekter före mekanisk analys på ANPU. Projektet är en uppföljning av projekt PUTS avseende bindfel

Denna MIP, 11525-T-00015, skall ses som en detaljerad operationslista.

MIP'en upprättas av oss och fungerar som produktions- och kvalitetsstyrningsdokument samtidigt som det utgör en sammanhållande handling för redovisning av tillverknings- och kontrolldokumentationen.

Dokumentet är uppbyggt som en sekvenslista där för arbetet ingående kontroll- och arbetsmoment, samt referenser till styrande specifikationer och standarder, finns angivna. Operationerna verifieras med datum och operatörs eller kontrollants signatur vartefter de genomförs.



Rev.	Date	Modified by	Reviewed by	Approved by
A	2013-05-29	Roland Lundström		

Revisions

Rev	Date	Paragraph	Scope of the revision
A	2013-05-28		Första utgåvan

Innehållsförteckning

1	MATERIAL	4
2	FAS 1. TILLVERKNING	4
3	LEVERANS	4
4	FAS 2. KONTOLL AV 4 ST BINDFEL	5
5	FAS 3. EVENTUELL YTTERLIGARE UNDERSÖKNING AV RESTERANDE BINDFEL	5

Sekv.	Aktivitet	Symbol	Procedur-nummer	Protokoll	Dok. Smst. flik + nr	Sign. Datum
3.2	Embalering	ANPU				2013-06-18 SLA
3.3	Dokumentation	ANPU(r)	11525-M-000 KBM EP-190	11525-M-00026		2013-06-24 PDB
3.4	Transport till DEKRA? för utvärdering	ANPU				

4 FAS 2. KONTOLL AV 4 ST BINDFEL

Sekv.	Aktivitet	Symbol	Procedur-nummer	Protokoll	Dok. Smst. flik + nr	Sign. Datum
4.1	Förstörande kontroll av 4 st defekter enligt instruktion	ANPU(r)	11525-T-00016	11525-M-00027	LM13-045 LM14-001	2014-01-14 PDB
4.2	Utvärdering. Beslut om eventuell ytterligare analys enligt Fas 3.		11525-T-00016			

5 FAS 3. EVENTUELL YTTERLIGARE UNDERSÖKNING AV RESTERANDE BINDFEL

Sekv.	Aktivitet	Symbol	Procedur-nummer	Protokoll	Dok. Smst. flik + nr	Sign. Datum
5.1	Förstörande kontroll av 4 st defekter enligt instruktion	ANPU(r)	11525-T-00016			
5.2	Utvärdering		11525-T-00016			

1 MATERIAL

Sekv.	Aktivitet	Symbol	Procedur- nummer	Protokoll	Dok. Smst. flik + nr	Sign. Datum
1.1	Inköp 2 st plåtar 600x200x20 Material 1-4404 Intyg 3.1 1-4304/304	ANPU	11525-R-00012 KBM EP 2-13			2013-05-30 PDB
1.2	Mottagningskontroll	ANPU(r)	11525-R-00012 KBM EP 2-09	11525-M-00018		2013-06-10 LGP A NP U OCT149
1.3	Material till bindfelsplåtar enligt ritning	ANPU(r)	11525-R-00014 KBM EP 2-09	11525-M-00019		2013-06-10 LGP A NP U OCT149
1.4	Vattenskarning av bindfelsplåtar	Carlos	11525-R-00014			2013-05-29 PDB
1.5	Dimensionskontroll av bindfelsplåtar	ANPU(r)	11525-R-00014 KBM EP 3-13	11525-M-00020		2013-06-10 LGP A NP U OCT149

2 FAS 1. TILLVERKNING

Sekv.	Aktivitet	Symbol	Procedur- nummer	Protokoll	Dok. Smst. flik + nr	Sign. Datum
2.1	Fogberedning av plåtar	ANPU KkP PDB	11525-R-00012			2013-06-12 PDB
2.2	Dimensionkontroll av bearbetning	ANPU(r)	11525-R-00012 KBM EP 3-13	11525-M-00021		2013-06-11 LGP A NP U OCT149
2.3	PT fogberedning	ANPU(r)	11525-R-00012 KBM EP 3-16	11525-M-00022		2013-06-11 SLA
2.4	Ritsning 50mm från fog och märkning enligt ritning	ANPU	11525-R-00012			2013-06-11 SLA
2.5	Applicering av bindfelsplåtar på fogkanter Z=3 resp 5 viktiga minmått ligament	ANPU	11525-R-00012			2013-06-12 SLA
2.6	Dokumentera lägen av bindfel	ANPU(r)	11525-R-00012	11525-R-00013		2012-06-12 SLA
2.7	Svetsning av fog. Dokumentera svetsning	ANPU(r)	11525-R-00012	11525-R-00023		2013-06-14 SLA
2.8	Slipning av råge toppsida	ANPU	11525-R-00012			2013-06-14 SLA
2.9	PT av svets	ANPU(r)	11525-R-00012	11525-M-00024		2013-06-14 SLA
2.10	Etsa övergång mellan svets och material. Ritsa och korna övergångar och centrum svets	ANPU	11525-R-00012			2013-06-17 SLA

3 LEVERANS

Sekv.	Aktivitet	Symbol	Procedur- nummer	Protokoll	Dok. Smst. flik + nr	Sign. Datum
3.1	Slutkontroll av Testblocket	ANPU(r)	11525-P-00016 KBM EP-425	11525-M-00025		2013-06-18 LGP A NP U OCT149

11525-R-00013 As built
PDB

Kontrollrapport / Report of inspection

Author Lars-Göran Petersson	First Date of Issue 2013-06-10	Project No 11525	Alternative ID -	Reg. No. 11525-M-00018	Revision A
--------------------------------	-----------------------------------	---------------------	---------------------	---------------------------	---------------

Beställare / Customer: DEKRA

Provning enligt / Examination acc. To KBM EP 2-09	Rev. -	Kontrollplan moment eller lista operationsnr / Activity No or inspection plan moment 11525-T-00015 Rev A Sekv. 1.2
--	-----------	---

Kontroll för:

Tillverkning / Manufacturing Funktion / Function Reparation / Repair Service Montage / Installation Annat / Other

Not:

Dimension / Dimensional Okulär / Visual Renhet / Cleanliness Annat / Other

Not: Mottagningskontroll

Föremål / Object FoU PUTS, Bindfelsblock	Ritning nr / Drawing No 11525-R-00012	Rev / Rev B	Rad nr / Line No -
Märkning / Item marked Se nedan	Tillverkningsnr / Manufacturing No -		

Skiss / Sketc

Mottagningskontroll av material pos 1 och 2 på IO11663

Resultat: Material intyg med charge nr. 283110 är godkänt.

Plåtarna är märkta enligt foto märkning nedan

Dimensioner utan anmärkning

***Anm.:** Enligt ritning så skall materialet vara 1.4404 / 316L.

Levererat material på IO11663 är 1.4301 / 1.4307, Som är det korrekta enligt Projektledare Per Arne Bjurling. Ritning ändras senast på As-built ritningen



Foto Märkning

Resultat / Result

Avvikelsesrapport nr / Deviation report No

Anm. / Notes

<input checked="" type="checkbox"/> GODKÄND / APPROVED		*
<input type="checkbox"/> EJ GODKÄND / NOT APPROVED		

Ska signeras av / Shall be signed by:

Kontrollant / Inspector 2013-06-10 Lars-Göran Petersson	QC  Lars-Göran Petersson 2013.06.20 10:04:10 +02'00'	Projektledare/Projectleader  Per Arne Bjurling 2013.06.24 12:57:44 +02'00'
---	---	---

Kontrollrapport / Report of inspection

Author Lars-Göran Petersson	First Date of Issue 2013-05-29	Project No 11525	Alternative ID -	Reg. No. 11525-M-00019	Revision A
--------------------------------	-----------------------------------	---------------------	---------------------	---------------------------	---------------

Beställare / Customer: DEKRA

Provning enligt / Examination acc. To KBM EP 2-09	Rev. -	Kontrollplan moment eller lista operationsnr / Activity No or Inspection plan moment 11525-T-00015 Rev A Sekv. 1.3
--	-----------	---

Kontroll för:

Tillverkning / Manufacturing Funktion / Function Reparation / Repair Service Montage / Installation Annat / Other

Not:

Dimension / Dimensional Okulär / Visual Renhet / Cleanliness Annat / Other

Not: Material analys

Föremål / Object Bindfelsplåtar	Ritning nr / Drawing No 11525-R-00014	Rev / Rev A	Rad nr / Line No -
Märkning / Item marked -	Tillverkningsnr / Manufacturing No -		

Skiss / Sketch

Kontroll av utgångsplåt från vårt eget lager

Resultat:

Det som kontrollerades var 1st 2mm rostfriplåt med dimensionen 250x50 och för att säkerställa plåtkvaliteten så gjordes en analys med vårän X-met 3000 XT apparat, se appendix 1



Resultat / Result

Avvikelsesrapport nr / Deviation report No

Anm. / Notes

<input checked="" type="checkbox"/> GODKÄND / APPROVED		
<input type="checkbox"/> EJ GODKÄND / NOT APPROVED		

Ska signeras av / Shall be signed by:

Kontrollant / Inspector 2013-05-29 Lars-Göran Petersson	QC  Lars-Göran Petersson 2013.06.10 13:01:15 + 02'00'	Projektleddare/Project leader  Per Arne Bjurling 2013.06.24 12:58:40 + 02'00'
---	--	--

Appendix 1 for report 11525-M-00019
 Analysis of plate 250x50x2

ID	Class Alloy	Duration	Date	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Nb	Mo	Sn	W	Pb
Skott-1	Iron SS 303/304	1.86	29/05/13	0,14	0,00	18,59	1,17	72,10	0,20	7,79	0,43	0,01	0,16			0,00
Skott-2	Iron SS 303/304	0.93	29/05/13	0,00	0,04	18,02	1,71	71,66	0,62	7,93	0,66	0,00	0,23			0,11

Lars-Goran
 Petersson
 2013.06.10 09:
 18:43 +02'00'



Kontrollrapport / Report of inspection

Author Lars-Göran Petersson	First Date of Issue 2013-06-10	Project No 11525	Alternative ID -	Reg. No. 11525-M-00020	Revision A
--------------------------------	-----------------------------------	---------------------	---------------------	---------------------------	---------------

Beställare / Customer: DEKRA

Provning enligt / Examination acc. To KBM EP 3-13	Rev. -	Kontrollplan moment eller lista operationsnr / Activity No or inspection plan moment 11525-T-00015 Rev A Sekv. 1.5
--	-----------	---

Kontroll för:

Tillverkning / Manufacturing Funktion / Function Reparation / Repair Service Montage / Installation Annat / Other

Not:

Dimension / Dimensional Okulär / Visual Renhet / Cleanliness Annat / Other

Not:

Föremål / Object Bindfelsplåtar (21st)	Ritning nr / Drawing No 11525-R-00014	Rev / Rev A	Rad nr / Line No -
Märkning / Item marked -	Tillverkningsnr / Manufacturing No -		

Skiss / Sketch

Dimensionskontroll av 21st bindfelsplåtar

Resultat: Alla mått är enligt ritning 3x14 T=2



Resultat / Result

Avvikelsesrapport nr / Deviation report No

Anm. / Notes

<input checked="" type="checkbox"/> GODKÄND / APPROVED		
<input type="checkbox"/> EJ GODKÄND / NOT APPROVED		

Ska signeras av / Shall be signed by:

Kontrollant / Inspector 2013-06-10 Lars-Göran Petersson	QC  Lars-Göran Petersson 2013.06.11 13:31:32 +02'00'	Projektlädares/Projectleader  Per Arne Bjurling 2013.06.24 12:59:19 +02'00'
---	---	--

Kontrollrapport / Report of inspection

Author Lars-Göran Petersson	First Date of Issue 2013-06-11	Project No 11525	Alternative ID -	Reg. No. 11525-M-00021	Revision A
--------------------------------	-----------------------------------	---------------------	---------------------	---------------------------	---------------

Beställare / Customer: DEKRA

Proving enligt / Examination acc. To KBM EP 3-13	Rev. -	Kontrollplan moment eller lista operationsnr / Activity No or Inspection plan moment 11525-T-00015 Rev A Sekv. 2.2
---	-----------	---

Kontroll för:

Tillverkning / Manufacturing Funktion / Function Reparation / Repair Service Montage / Installation Annat / Other

Not:

Dimension / Dimensional Okulär / Visual Renhet / Cleanliness Annat / Other

Not:

Föremål / Object FoU PUTS, Bindfelsblock	Ritning nr / Drawing No 11525-R-00012	Rev / Rev B	Rad nr / Line No -
Märkning / Item marked -	Tillverkningsnr / Manufacturing No -		

Skiss / Sketch

Dimensionskontroll av Bearbetning

Resultat: Alla mått är enligt ritning

Resultat / Result

Avvikelsesrapport nr / Deviation report No

Anm. / Notes

<input checked="" type="checkbox"/> GODKÄND / APPROVED		
<input type="checkbox"/> EJ GODKÄND / NOT APPROVED		

Ska signeras av / Shall be signed by:

Kontrollant / Inspector 2013-06-11 Lars-Göran Petersson	QC  Lars-Göran Petersson 2013.06.20 10:04:49 +02'00'	Projektleddare/Projectleader  Per Arne Bjurling 2013.06.24 13:00:11 +02'00'
---	---	--

Penetrerande vätskeundersökning



Author Per Arne Bjurling	First Date of Issue 2013-06-11	Project No 11525	Reg. No. 11525-M-00022	Revision A
Confidentiality Status Restricted	Document Status Godkänd	Customer Reference WesDyne 4500605941	Alternative ID -	

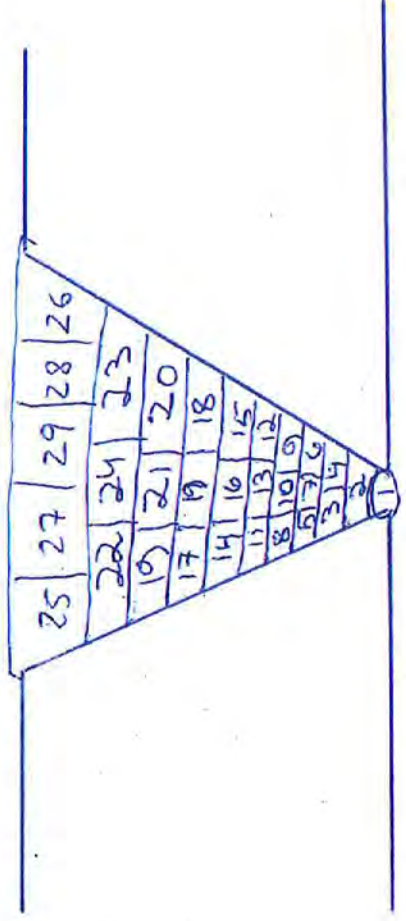
Beställare / Customer Dekra				
Provning enligt / Examination acc. To KBM EP 3-16	Rev.	Lista operationsnr / Activity No 11525-T-00015 sekv. 2.3		
Typ av vätska / Type of liquid Bycotest RP20 röd / Red		Föremål / Object FoU PUTS Bindfelsblock		
Ytkondition / Surface condition Maskinbearbetad yta samt putsad svets för implantat		Ritning nr / Drawing No 11525-R-00012	Rev B	Rad nr / Line No
Rengöring / Cleaning C10 rengörare		Tillverkningsnr / Manufacturing No		
Torkmetod / Drying method Luft		Grundmaterial / Base metal SS 304		
Torktid / Drying time 5 minuter		Svetsmaterial / Filler metal -	Svetsmetod / Welding process -	
Penetrant and application metod / Penetrant and application method Bycotest RP20 penslad		Märkning / Item marked -		
Appliceringstid / Application time 15 minuter		Övriga förklaringar / Other explanations Detta är en intern provning – ej officiell <i>This is an internal testing – not official</i>		
Appliceringstemp. / Application temp. 20 °C				
Borttagningsmetod / Removal method C10 och trasor				
Borttagningstemperatur / Removing temp 20 °C				
Framkallningsmetod / Development method D30 spray				
Torktid / Drying time 5-30 minuter / 5-30 minutes				
Skiss / Sketch				
Resultat: Inga indikationer				
Resultat / Result <input checked="" type="checkbox"/> Godkänd / Approved <input type="checkbox"/> Ej godkänd / Not approved		Avvikelsesrapport nr / NC report No		Anm. / Notes
Kontrollent Inspector Steen Larsén	QC – ansvarig QC Manager  QC 1149	Lars-Goran Petersson 2013.06.24 13:51:00 +02'00'	Projektleddare Project Manager	
Rev. A	Date 2013-06-11	Modified by Per Arne Bjurling	Reviewed by  QC 1149	Approved by  Per Arne 2014.01.15 09: 59:34 +02'00'



Svetsprotokoll Welding Record

Reg.nr / Reg.no 11525-17-00023	Rev A	Blad nr / Page No 1	Projekt nr / Project No 11525	Datum / Date 2013-06-14
Handläggare / issuer SLIA		WPS No 60E-0808-305		

Strängföljd / Pass Control - Skiss / Sketch



Svetsmetod / Welding method 141 + 111		Masjintyp / Machine Type
Polaritet / Polarity		Svetslägen / Welding positions PA
GAS	Skyddsgas / Shielding Gas Argon	Flöde / Flow (l/min) 10-12 1/4
	Rötskydd / Backing Gas Fornier	Flöde / Flow (l/min) 8-10 1/4
Anmärkning / Remarks Ritning 11525-12-00012		

Sträng Weld run	Tillsatsmaterial / Filler material		Svetsparametrar / Welding Parameters				AREVA NP Uddcomb		Kontrollerad av Inspected by	
	Elektrod-Tråd-Band / Electrode-Wire-Strip	Belegkning / Trade name-Charge	Dim (mm)	Puvert / Flux	Temperatur / temperature (°C)	Spänning Volt (V)	Ström Amp (A)	Svetsar- märke Welders Identity		Datum Date
1-13	R232009TC1		1.6		RT	12	100	SLA	14/6.13	PPK
14-29	SB932546		3.2		RT	31	110	SLA	14/6.13	PPB

Penetrerande vätskeundersökning



Author
Per Arne Bjurling

First Date of Issue
2013-06-14

Project No
11525

Reg. No.
11525-M-00024

Revision
A

Confidentiality Status
Restricted

Document Status
Godkänd

Customer Reference
WesDyne 4500605941

Alternative ID
-

Beställare / Customer Dekra			
Provning enligt / Examination acc. To KBM EP 3-16	Rev.	Lista operationsnr / Activity No 11525-T-00015 sekv. 2.9	
Typ av vätska / Type of liquid Bycotest RP20 röd		Föremål / Object FoU PUTS Bindfelsblock	
Ytkondition / Surface condition Slipad svets	Ritning nr / Drawing No 11525-R-00012	Rev B	Rad nr / Line No
Rengöring / Cleaning C10 rengörare	Tillverkningsnr / Manufacturing No		
Torkmetod / Drying method Luft	Grundmaterial / Base metal SS 304		
Torktid / Drying time 5 minuter	Svetsmaterial / Filler metal	Svetsmetod / Welding process	
Penetrant and application metod / Penetrant and application method Bycotest RP20 penslad		Märkning / Item marked	
Appliceringstid / Application time 15 minuter	Övriga förklaringar / Other explanations Detta är en intern provning – ej officiell <i>This is an internal testing – not official</i>		
Appliceringstemp. / Application temp. 20 °C			
Bortläggningsmetod / Removal method C10 och trasor			
Bortläggningstemperatur / Removing temp 20 °C			
Framkallningsmetod / Development method D30 spray			
Tokklid / Drying time 5-30 minuter / 5-30 minutes			
Skiss / Sketch Resultat: Inga indikationer.			
Resultat / Result <input checked="" type="checkbox"/> Godkänd / Approved <input type="checkbox"/> Ej godkänd / Not approved		Avvikelsesrapport nr / NC report No	
		Anm. / Notes	
Kontrollant Inspector Steen Larsén	QC – ansvarig QC Manager Lars-Goran Pettersson 2013.06.24 13:51:56 +02'00'	Projektläda Project Manager	

Rev. A	Date 2013-06-14	Modified by Per Arne Bjurling	Reviewed by Lars-Goran Pettersson 2013.06.24 13:51:38 +02'00'	Approved by Per Arne 2014.01.14 15:02: 44 +02'00'
-----------	--------------------	----------------------------------	--	--

Kontrollrapport / Report of inspection

Author Lars-Göran Petersson	First Date of Issue 2013-06-18	Project No 11525	Alternative ID -	Reg. No. 11525-M-00025	Revision B
--------------------------------	-----------------------------------	---------------------	---------------------	---------------------------	---------------

Beställare / Customer: DEKRA

Provning enligt / Examination acc. To KBM EP 3-13	Rev. -	Kontrollplan moment eller lista operationsnr / Activity No or Inspection plan moment 11525-T-00015 Rev A Sekv. 3.1 och 4.1
--	-----------	---

Kontroll för:

Tillverkning / Manufacturing Funktion / Function Reparation / Repair Service Montage / Installation Annat / Other

Not:

Dimension / Dimensional Okulär / Visual Renhet / Cleanliness Annat / Other

Not:

Föremål / Object FoU PUTS, Bindfelsblock	Ritning nr / Drawing No 11525-R-00012	Rev / Rev B	Rad nr / Line No -
Märkning / Item marked RNR-11525-R-00012	Tillverkningsnr / Manufacturing No -		

Skiss / Sketch

Slutkontroll av testblock inklusive yta och renhet.

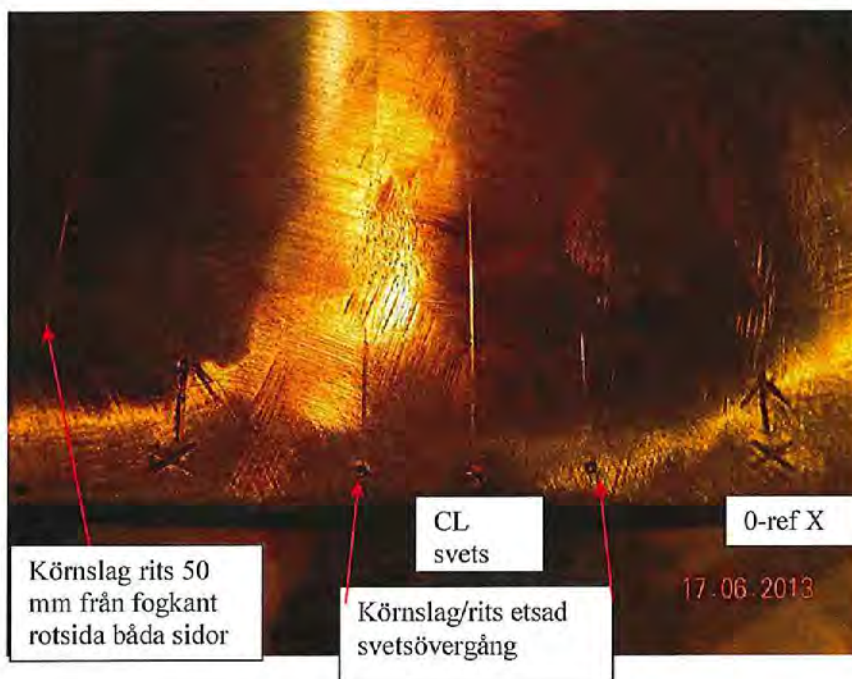
Testblocket är märkt enl bilder nedan.

Testblocket är rengjort enl. KBM EP-425.

Blocket är planslipat ovasida, rothäng kvarstår enligt ök.

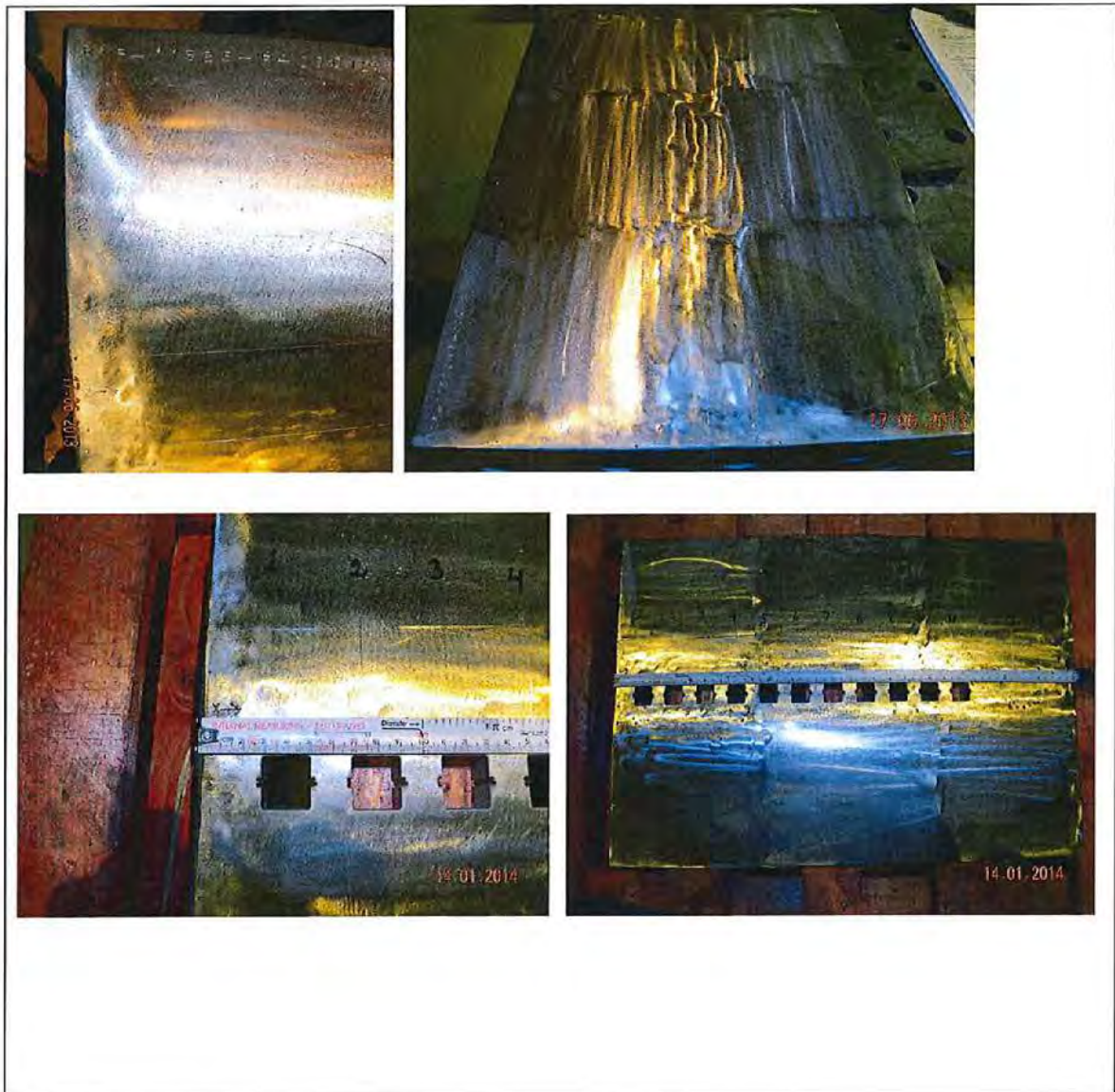
Märkning

RNR-11525-R-00012 se As built ritning 11525-R-00013



Kontrollrapport / Report of inspection

Author Lars-Göran Petersson	First Date of Issue 2013-06-18	Project No 11525	Alternative ID -	Reg. No. 11525-M-00025	Revision B
--------------------------------	-----------------------------------	---------------------	---------------------	---------------------------	---------------



Resultat / Result

Avvikelsesrapport nr / Deviation report No

Anm. / Notes

<input checked="" type="checkbox"/> GODKÄND / APPROVED <input type="checkbox"/> EJ GODKÄND / NOT APPROVED		Rev B Sekv 4.1 ingår Bilder har tillkommit efter vattenskärning
--	--	---

Ska signeras av / Shall be signed by:

Kontrollant / Inspector 2014-01-14 Lars-Göran Petersson	QC ANP LSP QC1149 Lars-Göran Petersson 2014.01.15 09:50:31 +02'00'	Projektleddare / Project leader Per Arne 2014.01.15 09:52: 05 +02'00'
---	---	--

Laboratory Report





Author Ian Patterson	First Date of Issue 2013-12-17	Project No. 11525	Reg. No. LM13-045	Revision A0
Confidentiality Status Confidential	Document Status Approved	Customer Reference 4500605941	Alternative ID -	
Export Control - Classification code AL N	Export Control - Classification code ECCN N	<small>Information and goods labeled other than "AL" is subject to European Communities or Swedish export authorization if exported outside the European Union. Information and goods labeled other than "ECCN" is subject to United States re-export authorization. Information and goods not labeled or labeled "AL" or "ECCN" may require authorization when exported, based on date, destination or place of use.</small>		

THE MACRO-EXAMINATION OF TEST PIECES TAKEN FROM A FOU PUTS TEST BLOCK.

Summary

The results of the macro-examination of multiple cross-sections taken on three samples of defects from the FoU PUTS test block.

Rev. A0	Date 2013-12-17	Modified by Ian Patterson	Reviewed by  Tomislav Buzanic 2013.12.17 13:55:55 +02'00'	Approved by  Kenneth Nestlen 2013.12.17 14:52:31 +02'00'
-------------------	---------------------------	-------------------------------------	--	---

Revisions

Rev	Date	Paragraph	Scope of the revision
A			

Table of Contents

Summary.....	1
Revisions	2
Table of Contents.....	3
1 METHOD	4
2 RESULTS.....	4
2.1 Sample 9.....	4
2.2 Sample 10.....	10
2.3 Sample 11.....	15
2.4 Measurements	21
2.4.1 Measurement of manufactured defect.....	21
2.4.2 Measurement of inherent defects.....	23

1 METHOD

ANPU laboratory received three samples of defects taken from the FoU PUTS test-block. Each sample was identified with a number corresponding to its position in the test-block. (See drawing 11525-R-00013Rev A). The samples received were nr 9, 10 and 11. The opposing surfaces of the cross-section were machined parallel to each other and perpendicular to the defect. A minimum of material was removed. The samples were then mounted in an acrylic to facilitate the subsequent fine grinding and polishing processes. After final polishing the samples were etched in Marbles Reagent.

The resulting etched cross-section was examined under a light microscope and measurements taken of the defect and its position.

The samples were then machined to remove 1 mm of material from the surface and then the above process of grinding, polishing and etching was repeated.

The above stages were repeated until the defect was no longer detectable.

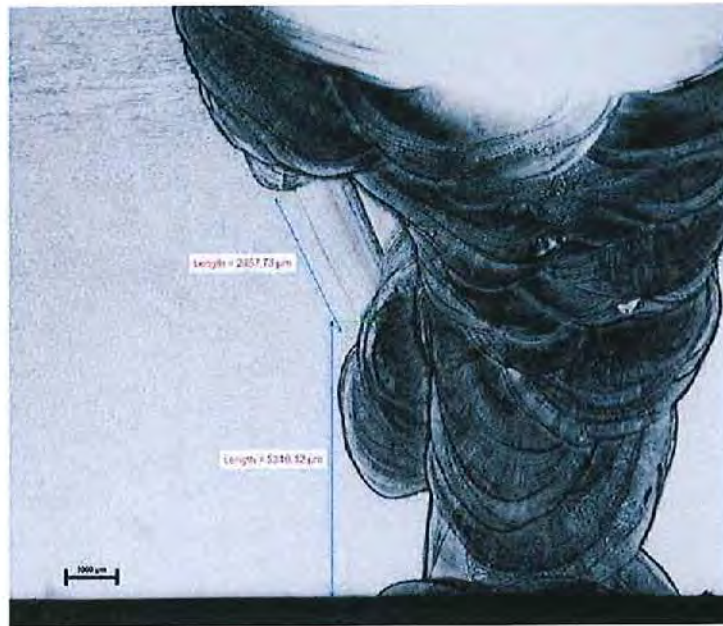
2 RESULTS

The macro-photographs taken at each 1 mm interval of each sample are shown below along with the measurements taken.

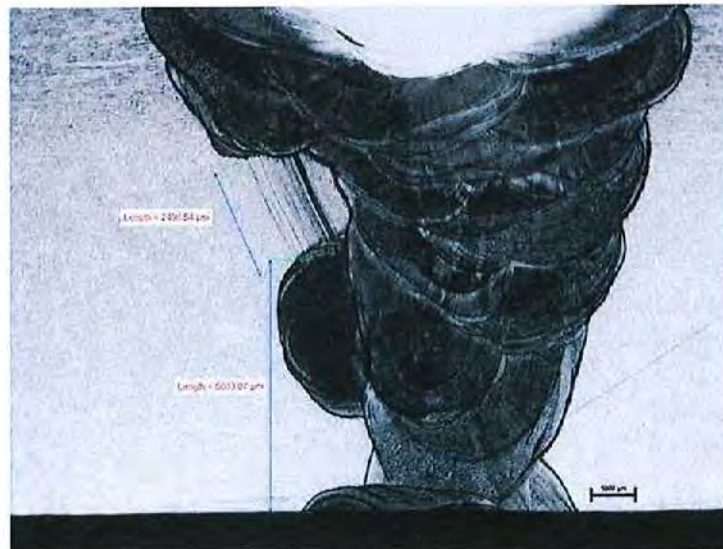
2.1 Sample 9.



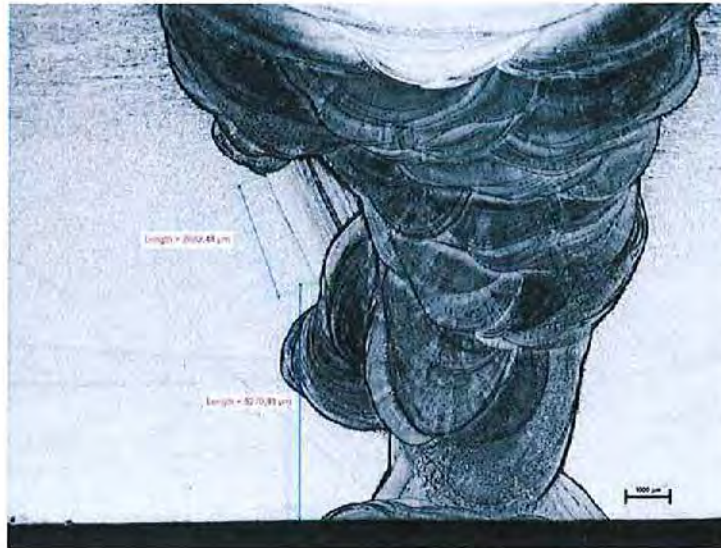
CS-AA



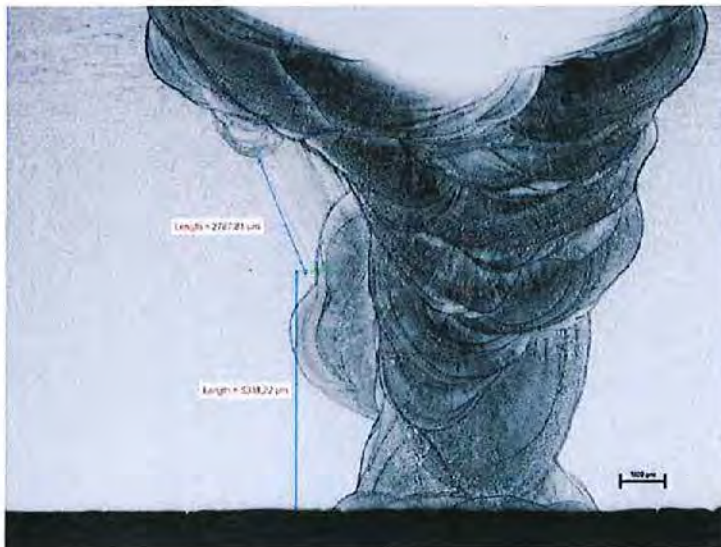
CS-AB



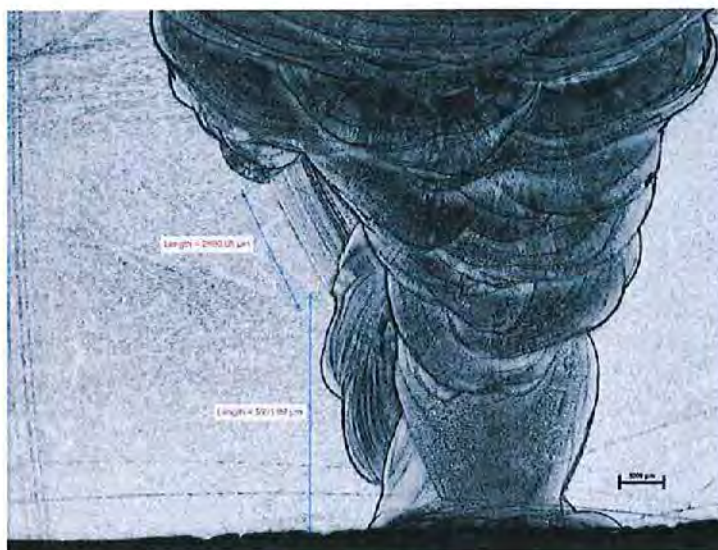
CS-AC



CS-AD



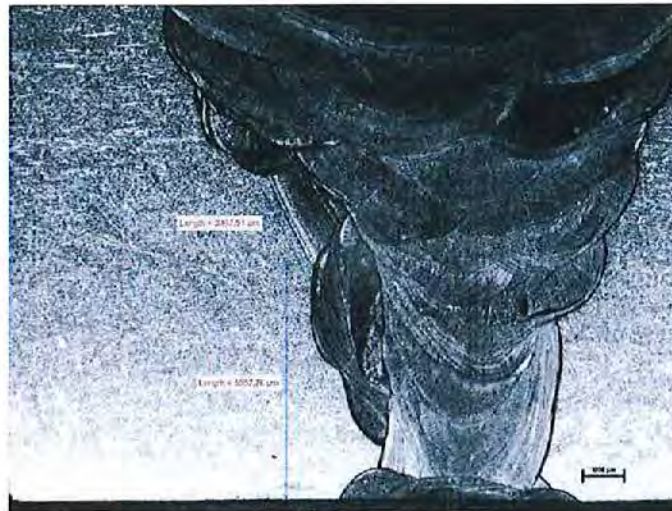
CS-AE



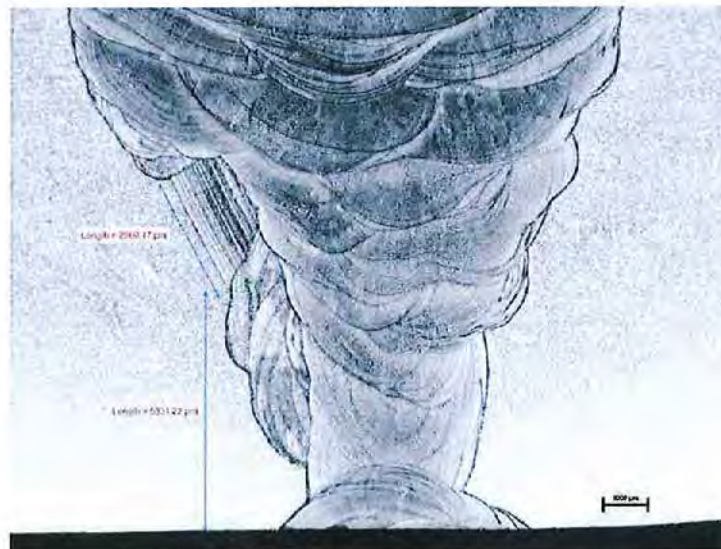
CS-AF



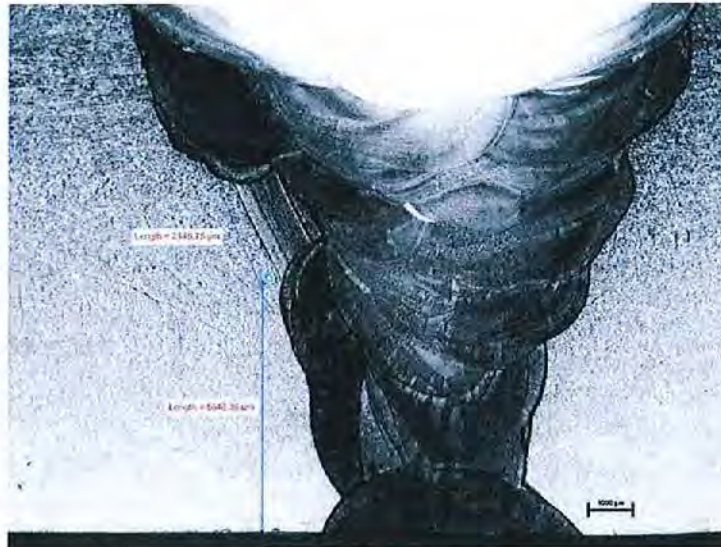
CS-AG



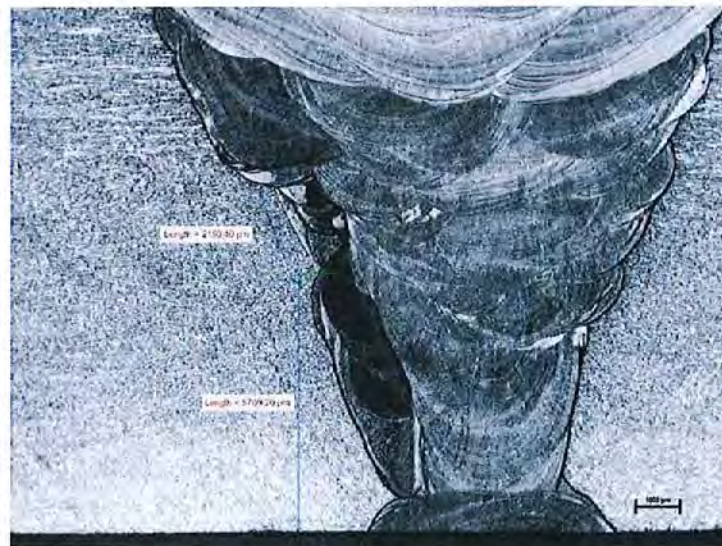
CS-AH



CS-AJ

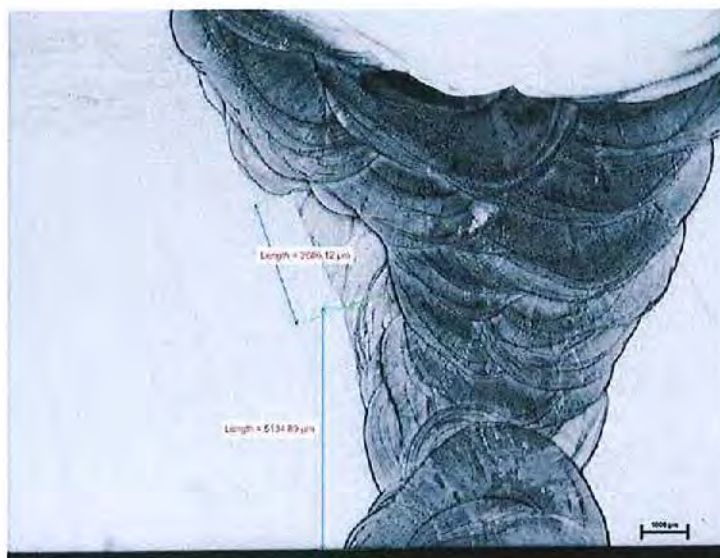


CS-AK

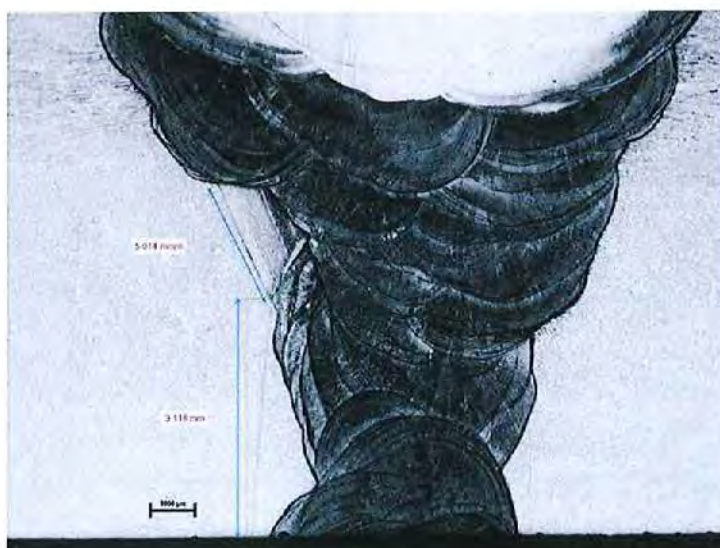


CS-AL

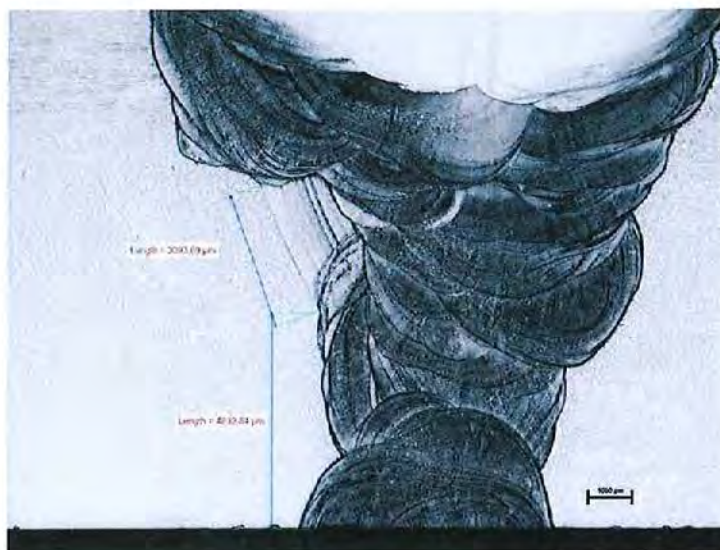
2.2 Sample 10



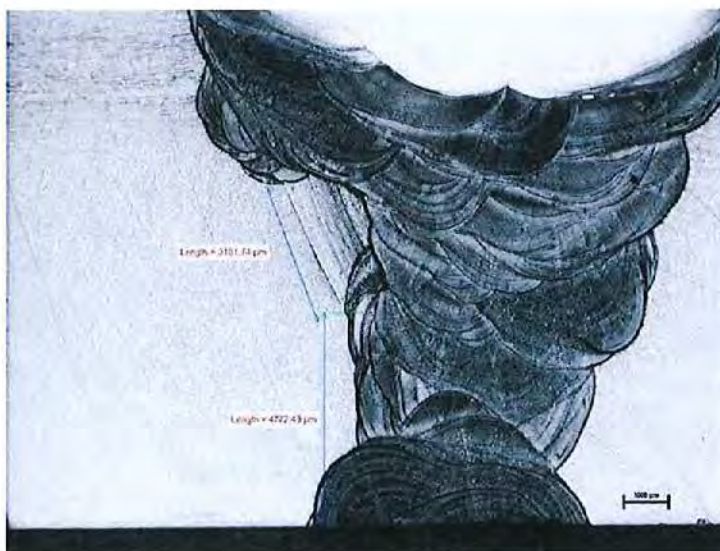
CS-A



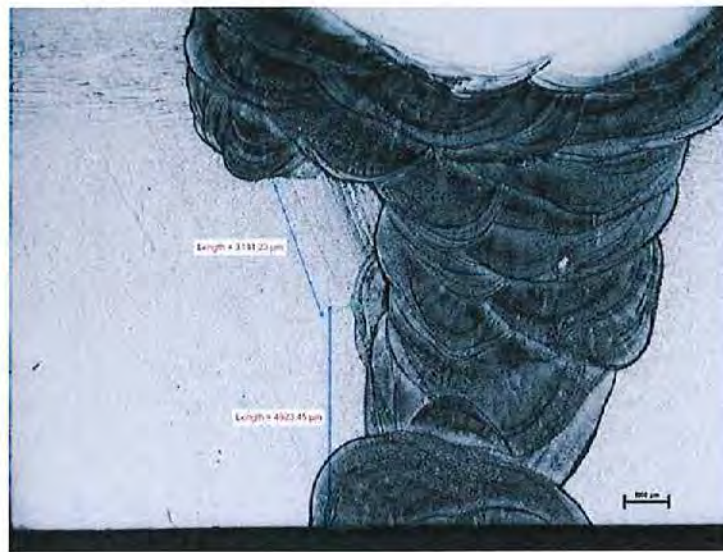
CS-B



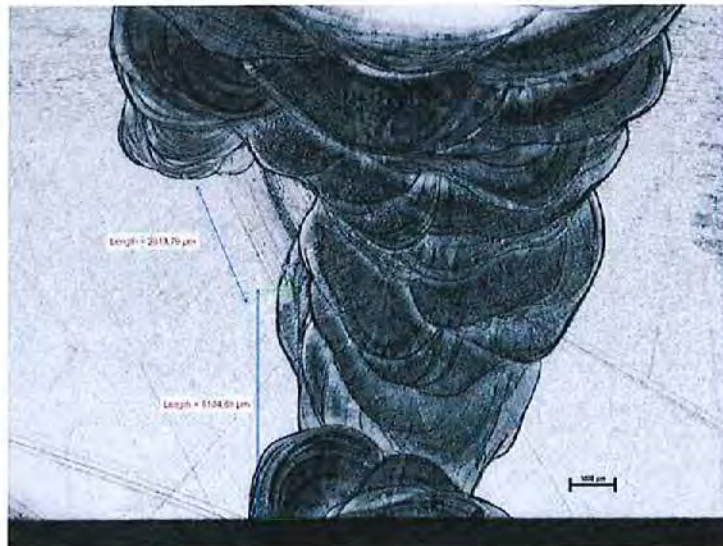
CS-C



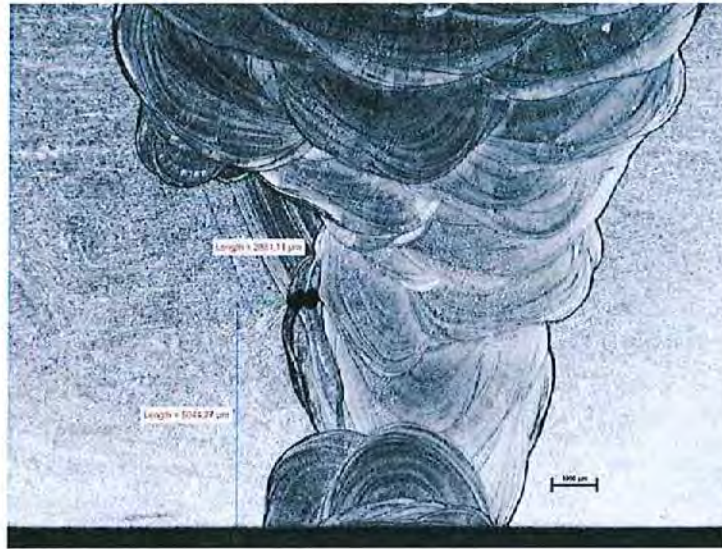
CS-D



CS-E



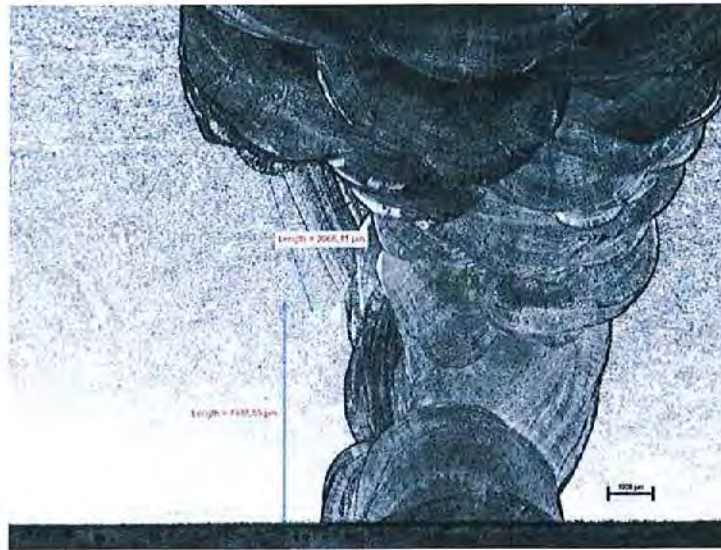
CS-F



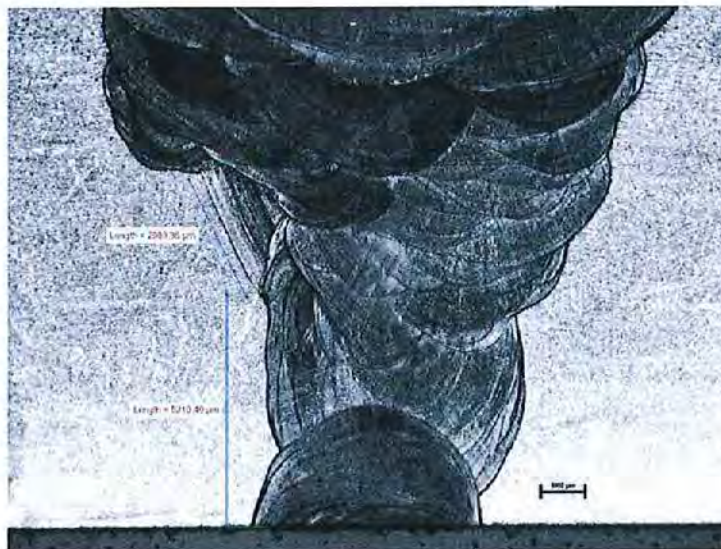
CS-G



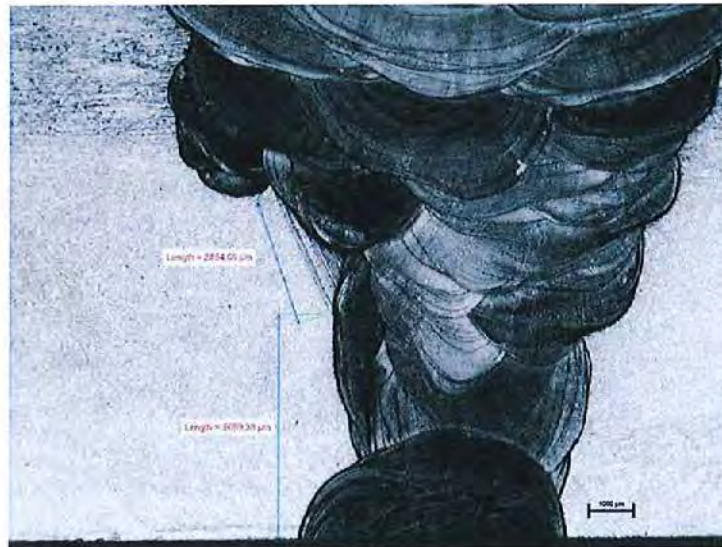
CS-G Pore



CS-H

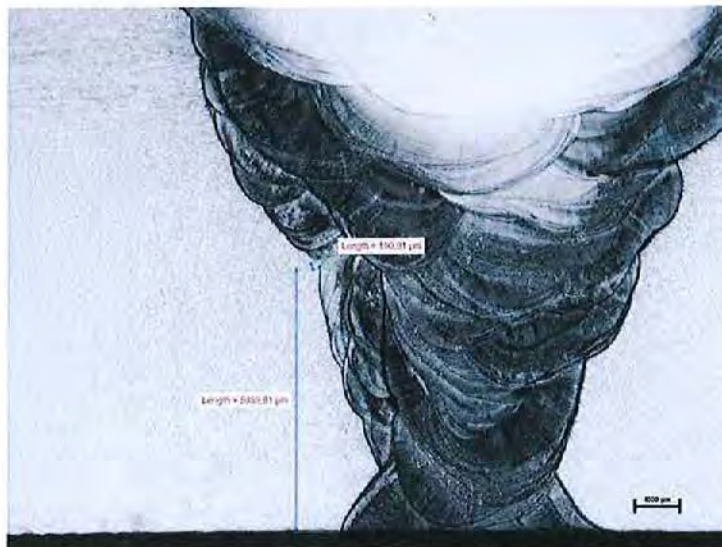


CS-J

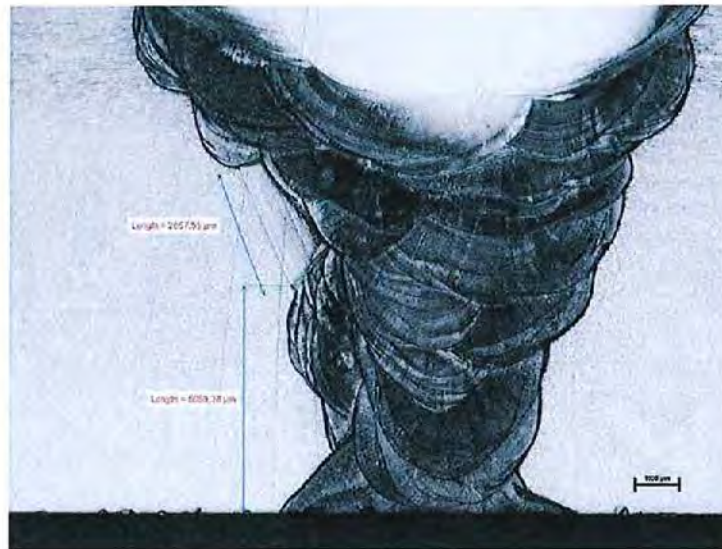


CS-K

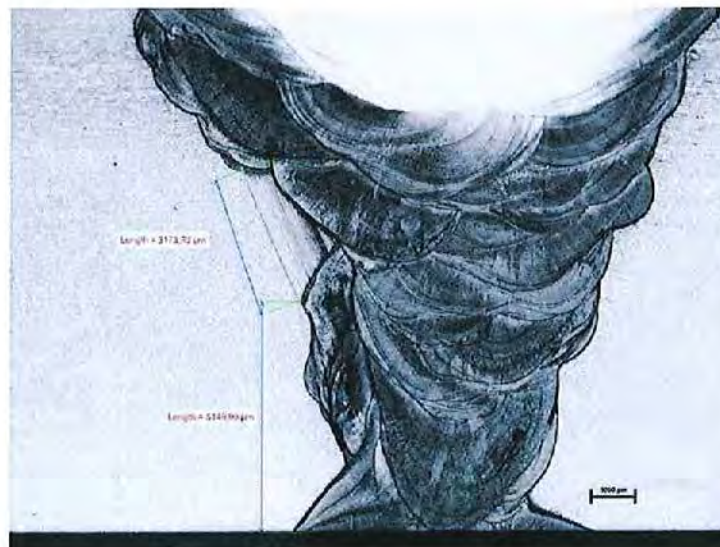
2.3 Sample 11



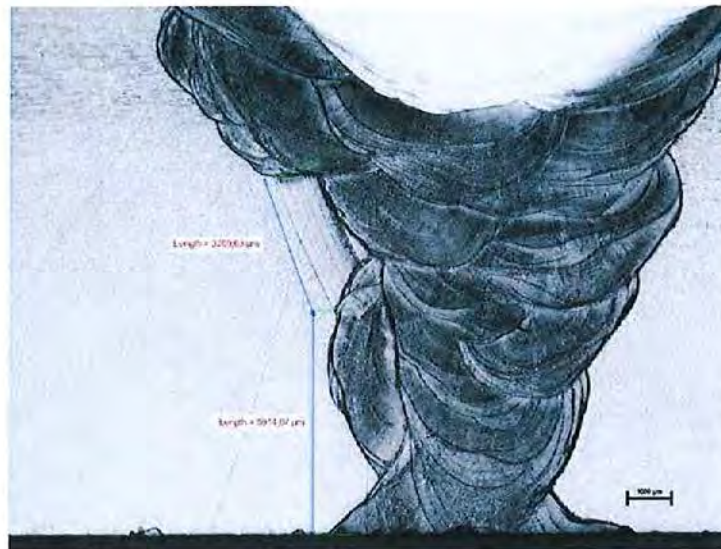
CS-AAA



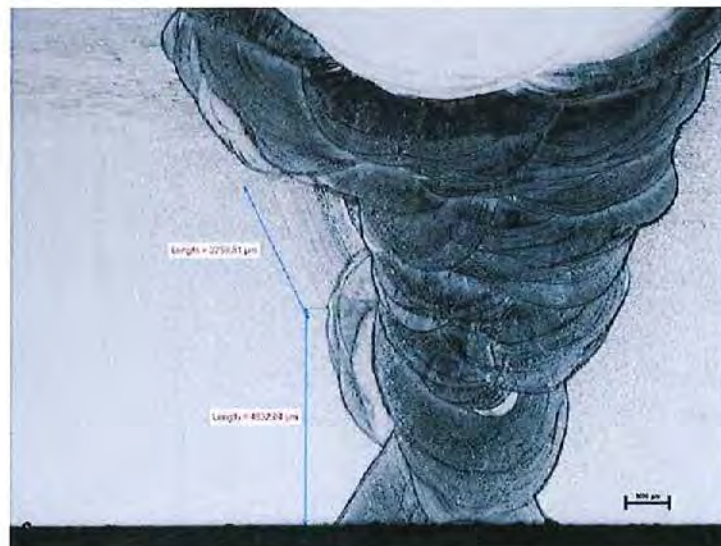
CS-AAB



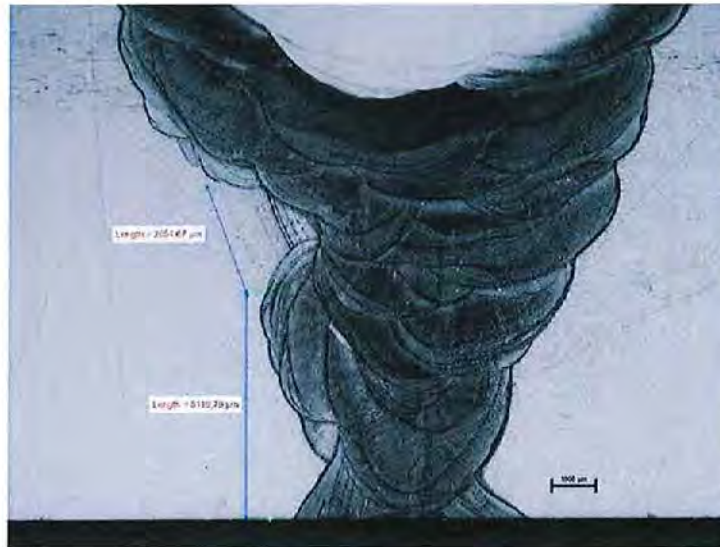
CS-AAC



CS-AAD



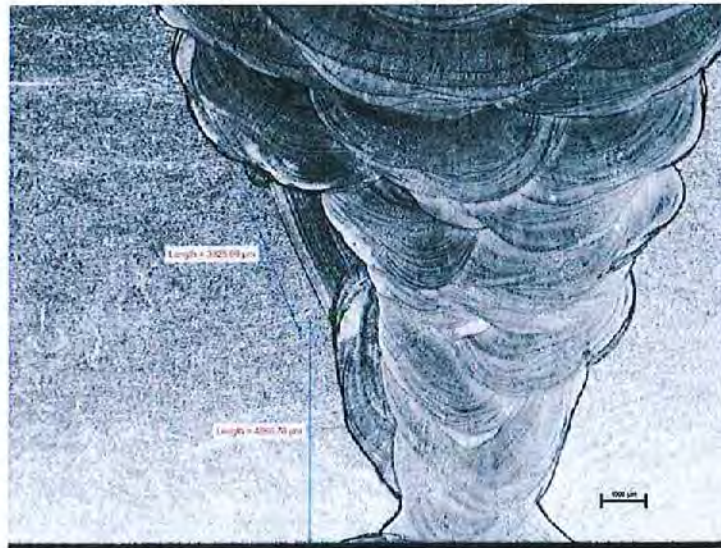
CS-AAE



CS-AAF



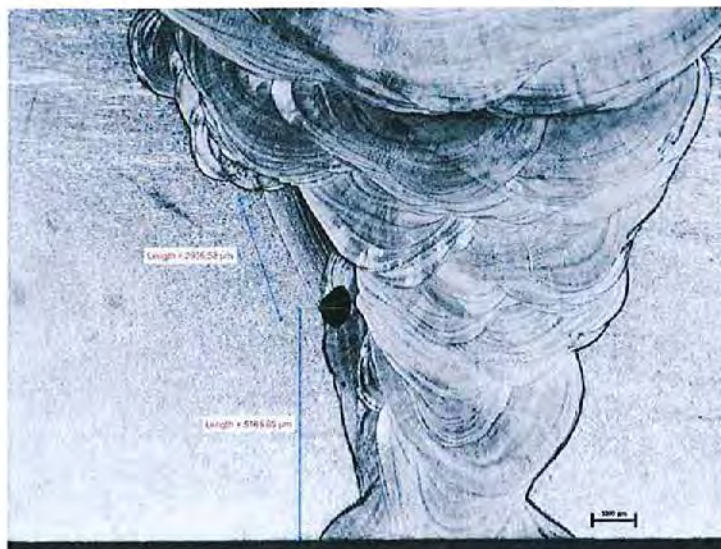
CS-AAG



CS-AAH



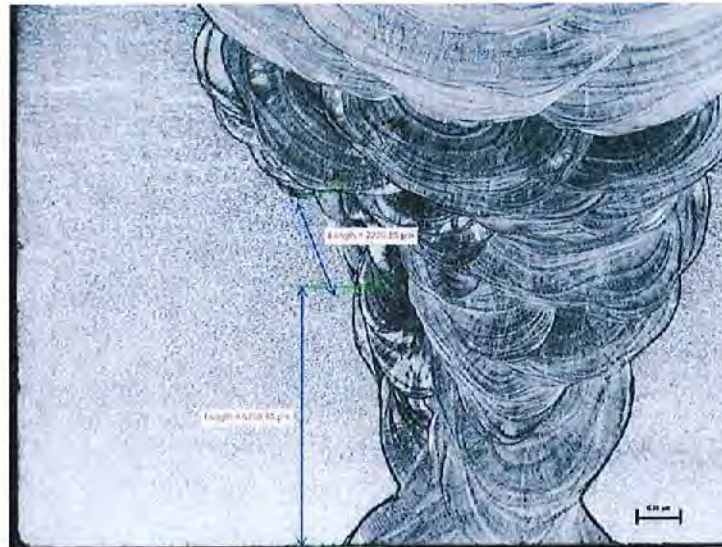
CS-AAJ



CS-AAK



CS-AAK Pore



CS-AAL

2.4 Measurements

2.4.1 Measurement of manufactured defect

Cross-section I.D.	Height mm	Length mm	Width μm
Sample 9			
CS-AA	6.599	1.302	2
CS-AB	5.316	2.857	2
CS-AC	5.603	2.496	2
CS-AD	5.271	2.682	2
CS-AE	5.331	2.788	2
CS-AF	5.301	2.890	2
CS-AG	5.497	2.664	2
CS-AH	5.558	2.468	2
CS-AJ	5.331	2.860	2
CS-AK	5.648	2.447	2
CS-AL	5.769	2.150	2

Sample 10			
CS-A	5.134	2.686	2
CS-B	5.014	3.118	2
CS-C	4.832	3.094	2
CS-D	4.772	3.182	2
CS-E	4.923	3.141	2
CS-F	5.105	2.814	2
CS-G	5.044	2.881	2
CS-H	4.938	3.066	2
CS-J	5.210	2.983	2
CS-K	5.059	2.854	2
Sample 11			
CS-AAA	5.859	0.190	2
CS-AAB	5.059	2.857	2
CS-AAC	5.150	3.173	2
CS-AAD	5.014	3.269	2
CS-AAE	4.832	3.260	2
CS-AAF	5.119	2.654	2
CS-AAG	4.999	3.255	2
CS-AAH	4.969	3.325	2
CS-AAJ	5.014	3.263	2
CS-AAK	5.165	2.906	2
CS-AAL	5.799	2.220	2

2.4.2 Measurement of process defects.

Cross-section I.D.	Defect Type	Measurement	Value
CS-G	Pore	Length	0.514 mm
		Radius	0.157 mm
CS-AAK	Pore	Area	0.409 mm ²

Laboratory Report





Author Ian Patterson	First Date of Issue 2014-01-14	Project No 11525	Reg. No. LM14-001	Revision A0
Confidentiality Status Confidential	Document Status Approved	Customer Reference 4500605941	Alternative ID -	
Export Control - Classification code AL N	Export Control - Classification code ECCN N	<small>Information and goods labeled either than "AL:11" is subject to European Communities or Swedish export authorization if exported outside the European Union. Information and goods labeled either than "ECCN 11" is subject to United States re-export authorization. Information and goods not labeled or labeled "AL:11" or "ECCN 11" may require authorization when exported, based on route, destination or place of use.</small>		

The macro-examination of a test-piece taken from a FOU PUTS Test Block

Summary

The results of the macro-examination of multiple cross-sections taken on one sample of a defect from the FoU PUTS Test block.

Rev. A0	Date 2014-01-14	Modified by Ian Patterson	Reviewed by  Tomislav Buzanic 2014.01.15 07:26:43 +02'00'	Approved by  Kenneth Nestlen 2014.01.15 10:33:00 +02'00'
-------------------	---------------------------	-------------------------------------	--	---

Revisions

Rev	Date	Paragraph	Scope of the revision
A			

Table of Contents

Summary.....	1
Revisions	2
Table of Contents.....	3
1 METHOD	4
2 RESULTS.....	4
2.1 Sample 1.....	4
2.2 Measurements	10

1 METHOD

ANPU laboratory received one sample of a defect taken from the FoU PUTS test-block. The sample was identified with a number corresponding to its position in the test-block. (See drawing I1525-R-00013Rev A). The sample received was nr 1.

The opposing surfaces of the cross-section were machined parallel to each other and perpendicular to the defect. A minimum of material was removed. The sample was then mounted in an acrylic to facilitate the subsequent fine grinding and polishing processes. After final polishing the sample was etched in Marbles Reagent.

The resulting etched cross-section was examined under a light microscope and measurements taken of the defect and its position.

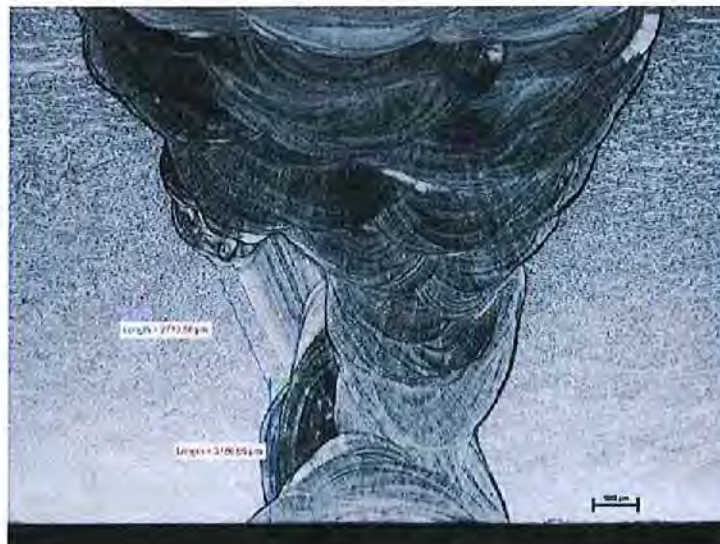
The sample was then machined to remove 1 mm of material from the surface and then the above process of grinding, polishing and etching was repeated.

The above stages were repeated until the defect was no longer detectable.

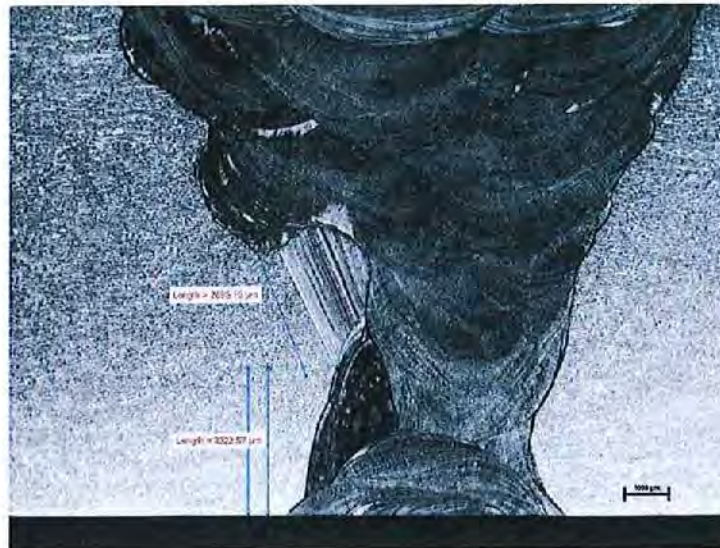
2 RESULTS

The macro-photographs taken at each 1 mm interval of the sample are shown below along with the measurements taken. The interval between macro-photographs CS-H and CS-J is 0.5 mm.

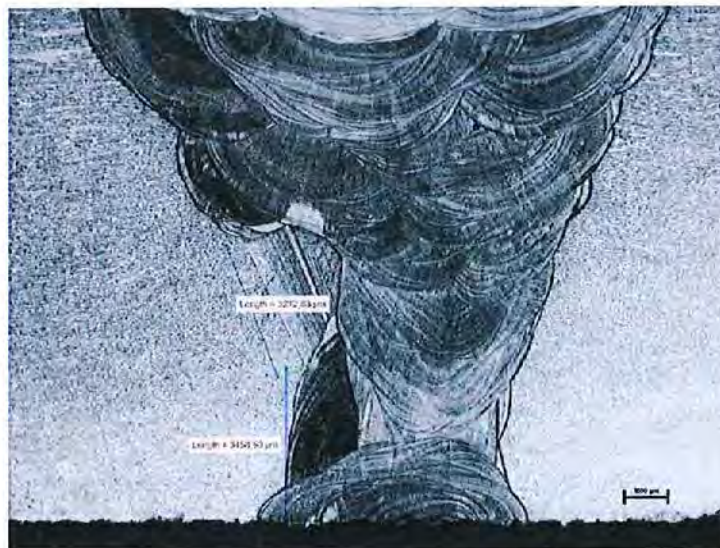
2.1 Sample 1



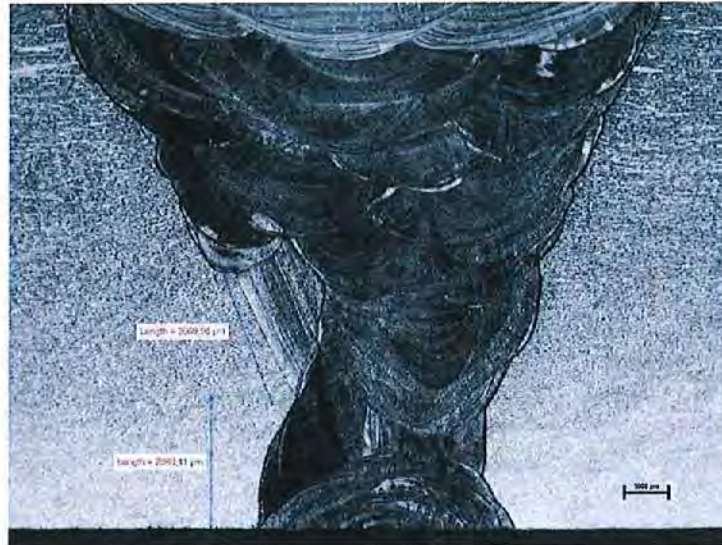
CS-A



CS-B



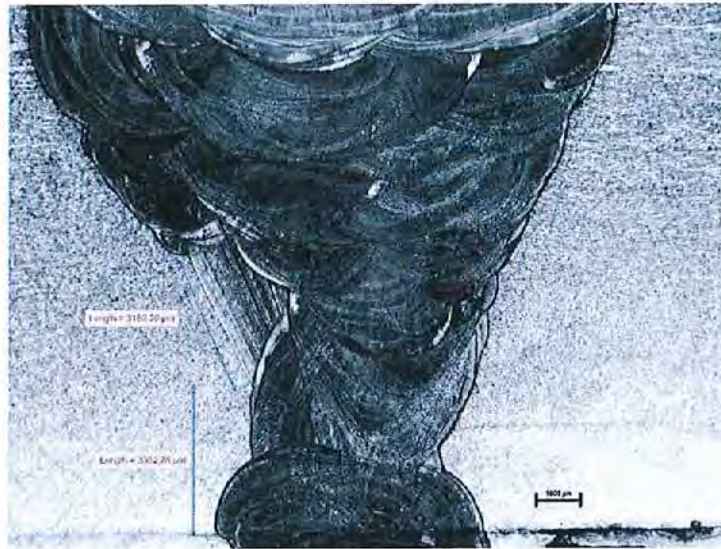
CS-C



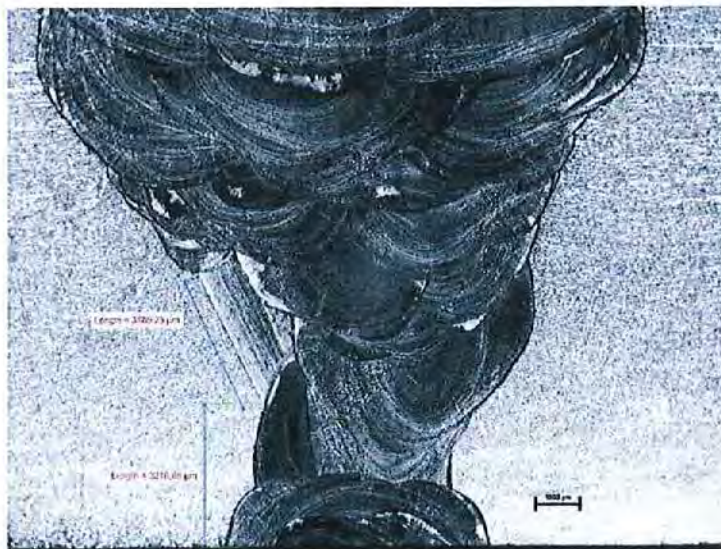
CS-D



CS-E



CS-F



CS-G



CS-H



CS-J

The microstructure shows that the plate insert is not present.



Micro-photograph of the “defect” showing the distance between the base material and insert to be approximately 2 μm .

2.2 Measurements

Cross-section i.d.	Height from Root mm	Length mm	Width μm
Sample 1			
CS-A	3.186	2.713	2
CS-B	3.322	2.895	2
CS-C	3.458	3.213	2
CS-D	2.960	3.070	2
CS-E	3.443	3.118	2
CS-F	3.353	3.162	2
CS-G	3.217	3.189	2
CS-H	3.382	3.419	2
CS-J	3.338	3.214	

Manufacturing and Inspection Plan, MIP



Author
ANPU/R Lundström

First Date of Issue
2013-05-29

Project No
11525

Reg. No.
11525-T-00015

Revision
A

Confidentiality Status
Restricted Confidential

Document Status

Customer Reference
WesDyne 4500605941

Alternative ID

-

Bindfelsblock

FOU Bindfel

Sammanfattning

Denna MIP, Manufacturing and Inspection Plan, avser tillverkning och analys av Testblock med bindfel. DECRA och WesDyne skall utföra UT av defekter före mekanisk analys på ANPU. Projektet är en uppföljning av projekt PUTS avseende bindfel

Denna MIP, 11525-T-00015, skall ses som en detaljerad operationslista.

MIP'en upprättas av oss och fungerar som produktions- och kvalitetsstyrningsdokument samtidigt som det utgör en sammanhållande handling för redovisning av tillverknings- och kontrolldokumentationen.

Dokumentet är uppbyggt som en sekvenslista där för arbetet ingående kontroll- och arbetsmoment, samt referenser till styrande specifikationer och standarder, finns angivna. Operationerna verifieras med datum och operatörs eller kontrollants signatur vartefter de genomförs.

Rev.	Date	Modified by	Reviewed by	Approved by
A	2013-05-29	Roland Lundström		

Revisions

Rev	Date	Paragraph	Scope of the revision
A	2013-05-28		Första utgåvan

Innehållsförteckning

1	MATERIAL	4
2	FAS 1. TILLVERKNING	4
3	LEVERANS	4
4	FAS 2. KONTOLL AV 4 ST BINDFEL	5
5	FAS 3. EVENTUELL YTTERLIGARE UNDERSÖKNING AV RESTERANDE BINDFEL	5

1 MATERIAL

Sekv.	Aktivitet	Symbol	Procedur- nummer	Protokoll	Dok. Smst. flik + nr	Sign. Datum
1.1	Inköp 2 st plåtar 600x200x20 Material 1.4404 Intyg 3.1	ANPU	11525-R-00012 KBM EP 2-13			
1.2	Mottagningskontroll	ANPU(r)	11525-R-00012 KBM EP 2-09	11525-M-00018		
1.3	Material till bindfelsplåtar enligt ritning	ANPU(r)	11525-R-00014 KBM EP 2-09	11525-M-00019		
1.4	Vattenskarning av bindfelsplåtar	Carlos	11525-R-00014			
1.5	Dimensionskontroll av bindfelsplåtar	ANPU(r)	11525-R-00014 KBM EP 3-13	11525-M-00020		

2 FAS 1. TILLVERKNING

Sekv.	Aktivitet	Symbol	Procedur- nummer	Protokoll	Dok. Smst. flik + nr	Sign. Datum
2.1	Fogberedning av plåtar	KkrV	11525-R-00012			
2.2	Dimensionkontroll av bearbetning	ANPU(r)	11525-R-00012 KBM EP 3-13	11525-M-00021		
2.3	PT fogberedning	ANPU(r)	11525-R-00012 KBM EP 3-16	11525-M-00022		
2.4	Ritsning 50mm från fog och märkning enligt ritning	ANPU	11525-R-00012			
2.5	Applicering av bindfelsplåtar på fogkanter Z=3 resp 5 viktiga minmått ligament	ANPU	11525-R-00012			
2.6	Dokumentera lägen av bindfel	ANPU(r)	11525-R-00012	11525-R-00013		
2.7	Svetsning av fog. Dokumentera svetsning	ANPU(r)	11525-R-00012	11525-R-00023		
2.8	Slipning av råge toppsida	ANPU	11525-R-00012			
2.9	PT av svets	ANPU(r)	11525-R-00012	11525-M-00024		
2.10	Etsa övergång mellan svets och material. Ritsa och korna övergångar och centrum svets	ANPU	11525-R-00012			

3 LEVERANS

Sekv.	Aktivitet	Symbol	Procedur- nummer	Protokoll	Dok. Smst. flik + nr	Sign. Datum
3.1	Slutkontroll av Testblocket	ANPU(r)	11525-P-00016 KBM EP-425	11525-M-00025		

Sekv.	Aktivitet	Symbol	Procedur-nummer	Protokoll	Dok. Smst. flik + nr	Sign. Datum
3.2	Embalering	ANPU				
3.3	Dokumentation	ANPU(r)	11525-M-000 KBM EP-190	11525-M-00026		
3.4	Transport till DEKRA? för utvärdering	ANPU				

4 FAS 2. KONTOLL AV 4 ST BINDFEL

Sekv.	Aktivitet	Symbol	Procedur-nummer	Protokoll	Dok. Smst. flik + nr	Sign. Datum
4.1	Förstörande kontroll av 4 st defekter enligt instruktion	ANPU(r)	11525-T-00016	11525-M-00027		
4.2	Utvärdering. Beslut om eventuell ytterligare analys enligt Fas 3.		11525-T-00016			

5 FAS 3. EVENTUELL YTTERLIGARE UNDERSÖKNING AV RESTERANDE BINDFEL

Sekv.	Aktivitet	Symbol	Procedur-nummer	Protokoll	Dok. Smst. flik + nr	Sign. Datum
5.1	Förstörande kontroll av 4 st defekter enligt instruktion	ANPU(r)	11525-T-00016			
5.2	Utvärdering		11525-T-00016			



Instruktion

Författare	Utgivningsdatum	Projektnr	Reg.nr	Revision
Per Arne Bjurling	2013-12-02	11525	11525-T-00016	A
Sekretesstatus	Dokumentstatus	Kundreferens	Alt. ID	
Begränsad	Preliminär	4500605941	-	
Export Control - Classification code AL	Export Control - Classification code ECCN	<small>Information and goods labeled other than "AL-N" is subject to European Communities or Swedish export authorization if exported outside the European Union. Information and goods labeled other than "ECCN-N" is subject to United States re-export authorization. Information and goods not labeled or labeled "AL-N" or "ECCN-N" may require authorization when exported, based on route, destination or place of use.</small>		
N	N			

1 ANALYS BINDFELSBLOCK

Instruktion för skiktanalys

1.1 Bakgrund

I projekt PUTS framkom svårigheter att detektera och analysera en typ av defekter så kallade bindfel. Dessa inplantat av bindfel har utförts av AREVA Uddcomb, nedan kallat ANPU. Två defekter i PUTS-block, som inte detekterades i UT-provning skiktades och analyserades i ANPU's materiallab. Bindfelen befanns i stort såsom planerat i tillverkningsunderlaget.

1 st bindfelsblock tillverkat enligt ritning 11525-R-00013 RevA har UT-provats. 14 st bindfel har utvärderats i DEKRA's respektive WesDyne's provningslaboratorier. Vid utvärdering av provningsresultatet har i första skedet två stycken defekter valts ut för skiktanalys i ANPU's materiallaboratorium.

Analysen utförs med avseende på längd, ligament, bindfelets höjd och bindfelets täthet i my samt eventuellt funna orenheter.

1.2 Genomförande

1. Varje defekt skärs ut från testblocket enligt skärriktning 11525-R-00017 i form av kutsar.
2. Kutsar märks med respektive defektnummer enligt skärriktning
3. Kutsen gjuts in i hård massa med märkning uppåt dvs yta som blir kvar efter genomförd analys.
4. Skiktanalysen skall börja på defektens lägsta X-värde
5. Fräsning av toppytan sker i små steg tills bindfelet blir synlig eller senast efter 3 mm avverkning och därefter i steg om 1 mm i totalt djup om minst 12 mm (12mm =planerad defektlängd) tills bindfelet tar slut.
6. Varje fräst yta poleras och analyseras i materiallabets mikroskop.

1.3 Dokumentation

Resultat från de två första analyserna sammanfattas i en delrapport innehållande bilder med text och tabeller. Rapporten skickas till projektets ledningsgrupp för sammanfattning och beslut.

Rev.	Datum	Ändrad av	Granskad av	Godkänd av
A	2013-12-02	Per Arne Bjurling		

[U04-048-19]

AREVA NP Uddcomb AB

1(2)

Revideringar

Rev	Datum	Avsnitt	Omfattning
A	2113-12-02		Första utgåva

Referenser

- [1] Tillverkningsritning 11525-R-00013
- [2] Skärritning 11525-R-00017



2016:40

Strålsäkerhetsmyndigheten har ett samlat ansvar för att samhället är strålsäkert. Vi arbetar för att uppnå strålsäkerhet inom en rad områden: kärnkraft, sjukvård samt kommersiella produkter och tjänster. Dessutom arbetar vi med skydd mot naturlig strålning och för att höja strålsäkerheten internationellt.

Myndigheten verkar pådrivande och förebyggande för att skydda människor och miljö från oönskade effekter av strålning, nu och i framtiden. Vi ger ut föreskrifter och kontrollerar genom tillsyn att de efterlevs, vi stödjer forskning, utbildar, informerar och ger råd. Verksamheter med strålning kräver i många fall tillstånd från myndigheten. Vi har krisberedskap dygnet runt för att kunna begränsa effekterna av olyckor med strålning och av avsiktlig spridning av radioaktiva ämnen. Vi deltar i internationella samarbeten för att öka strålsäkerheten och finansierar projekt som syftar till att höja strålsäkerheten i vissa östeuropeiska länder.

Strålsäkerhetsmyndigheten sorterar under Miljödepartementet. Hos oss arbetar drygt 300 personer med kompetens inom teknik, naturvetenskap, beteendevetenskap, juridik, ekonomi och kommunikation. Myndigheten är certifierad inom kvalitet, miljö och arbetsmiljö.

Strålsäkerhetsmyndigheten
Swedish Radiation Safety Authority

SE-17116 Stockholm
Solna strandväg 96

Tel: +46 8 799 40 00
Fax: +46 8 799 40 10

E-mail: registrator@ssm.se
Web: stralsakerhetsmyndigheten.se