




Forskning inom motståndssvetsning, lyckade och mindre lyckade exempel

David Löveborn

david.loveborn@swerim.se

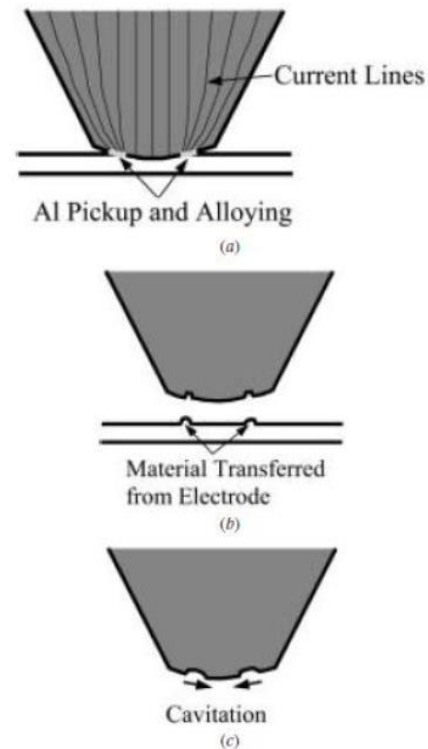
Innehåll

- ROWELDAL – Robust Spot Welding for Next Generation of Light-weight Vehicles
 - KNIW – Concept Study for New Innovative Resistance Spot Welding
 - AWIC – Adaptive Welding Indentation Control
 - BONDLIGHT – Optimized Hybrid Joining for Light-weight Constructions
- 

ROWELDAL

Bakgrund och mål

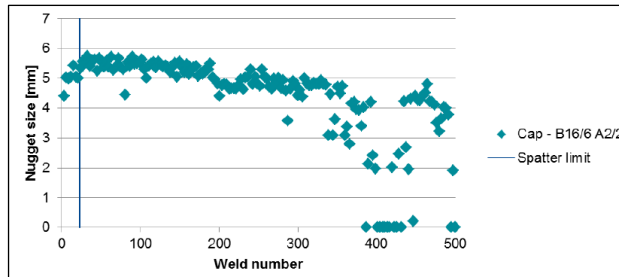
- Processtabilitet och elektrodsitage är två stora utmaningar för punktsvetsning av aluminium.
- Oxidskiktet som bildas på ytan av en aluminiumkomponent leder till ökad värmeutveckling mellan elektrod och komponent, vilket i sin tur leder till ökat elektrodsitage och därav försämrade processtabilitet.
- Målet med projektet var att undersöka om alternativa elektrodmaterial skulle minska elektrodsitage och öka processtabiliteten.



ROWELDAL

Metod

- Sex olika typer av elektrodhättor skapades och jämfördes med resultaten från svetsning med konventionella koppar-hättor
- För att utvärdera de nya hättorna utfördes livslängdstester, där 500 svetsar utfördes utan elektrodformering och svetsstorleken presenterades som funktion av antal utförda svetsar

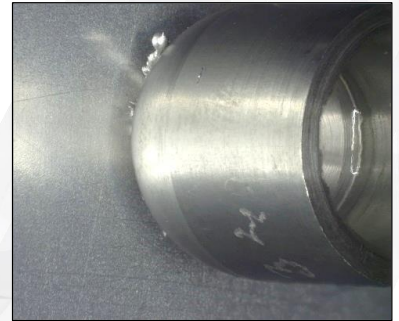
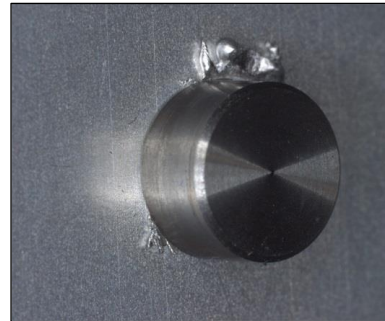
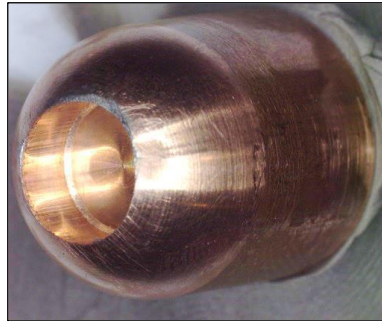
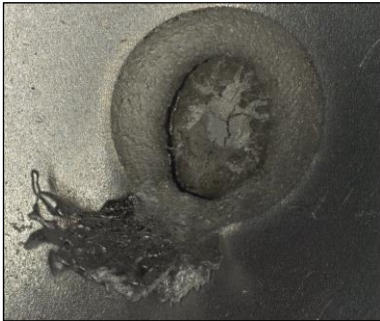


Cap material 1	TZM (Mo+0,5%Ti+0,08%Zr+0,01-0,4%C)
Coating layer 1	Nickel plate 1,25 µm
Coating layer 2	Gold strike 0,25 µm
Coating layer 3	Rhodium plate 1 µm
Cap material 2	CuCrZr-alloy – A2/2
Tip material	TZM (Mo+0,5%Ti+0,08%Zr+0,01-0,4%C)
Coating layer 1	Nickel plate 1,25 µm
Coating layer 2	Gold strike 0,25 µm
Coating layer 3	Rhodium plate 1 µm

ROWELDAL

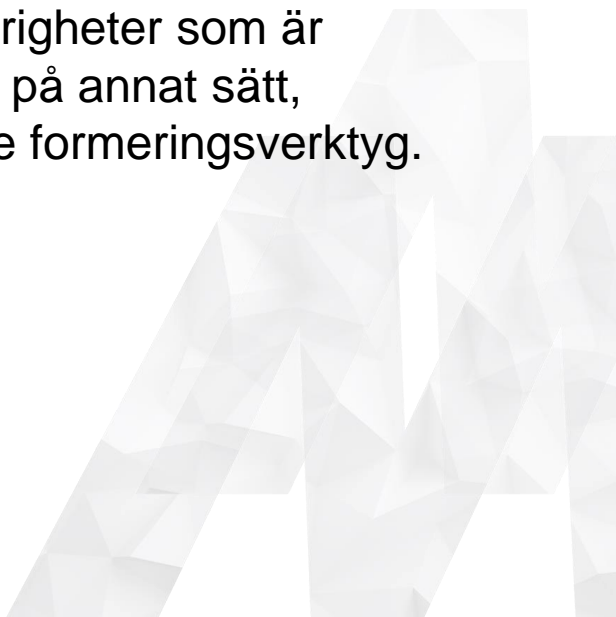
Resultat

- Alla sex utvärderade elektrodhättor ledde till problem med värmeutveckling mellan elektrod och plåt, vilket i sin tur ledde till sprut, kraftigt elektrodslitage och elektroder som svetsades fast i komponenterna



ROWELDAL

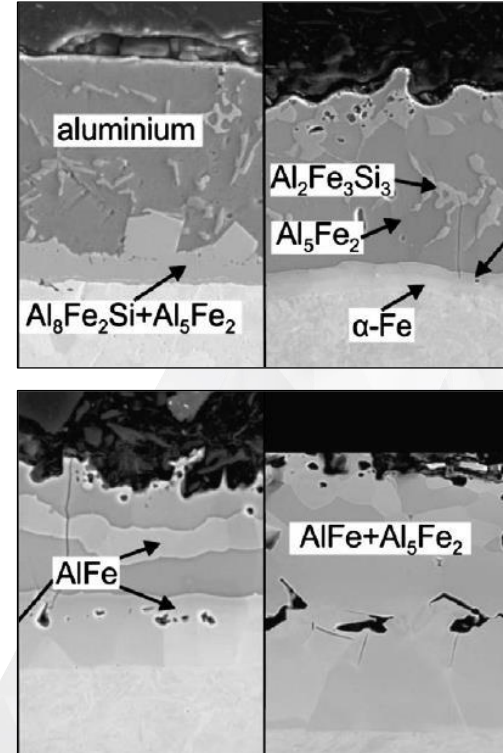
Slutsatser

- De utvärderade alternativa elektrodmaterialen gav inte ökad livslängd och slitagebeständighet, tvärt om.
 - Det är bättre att försöka lösa de utmatningar och svårigheter som är sammankopplade med punktsvetsning av aluminium på annat sätt, exempelvis genom smarta styrningar eller förbättrade formeringsverktyg.
- 

KNIW

Bakgrund och mål

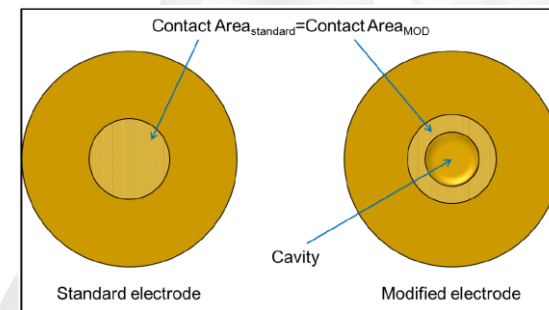
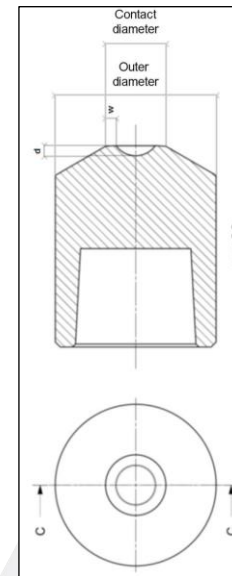
- Punktsvetsning av AlSi-belagda UHSS-material är ofta mer komplicerat än konventionella, mindre avancerade material
- Tid och temperatur i härdugnen påverkar materialens, och ytbeläggningsens, egenskaper, vilket i sin tur påverkar dess svetsbarhet
- Ogynnsamma förhållanden vid härdningen kan resultera i att materialen lättare överhettas vid svetsning och att svetskvalitet och processtabilitet därmed försämras
- Projektet ämnade utveckla en ny geometri för elektrodhättor som skulle resultera i minskad känslighet för denna typ av variationer



KNIW

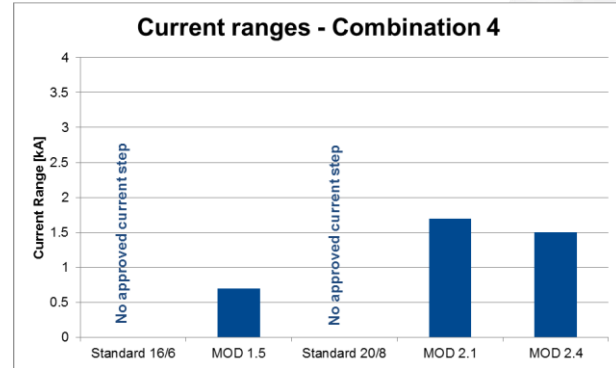
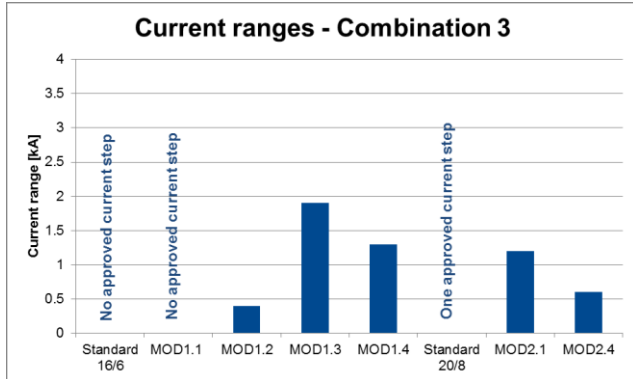
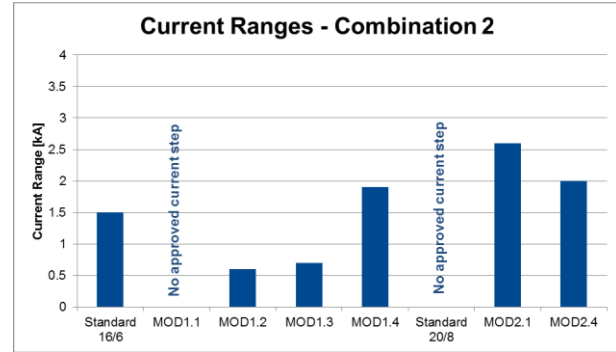
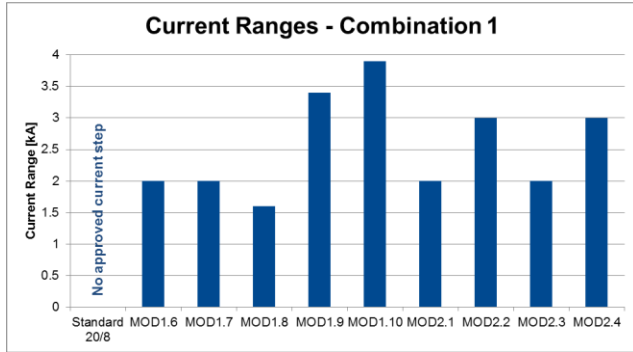
Metod

- Hypotesen var att en kontrollerad kavitet i centrum av kontaktytan skulle tillåta det svetsade materialet att expandera mer, vilket i sin tur skulle innebära att en ökad energitillförsel kunde tillåtas jämfört med konventionella hättor.
- Projektet skapade och jämförde olika nya elektrodgeometrier, och utvärderade dessa med hjälp av 1D-lober, tvärsnitt, hårdhetsmätningar samt skjuv- och kryssdragprov.

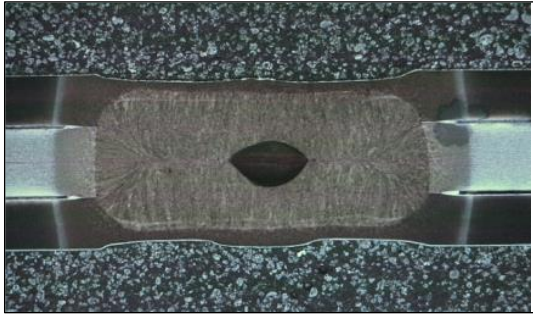


KNIW

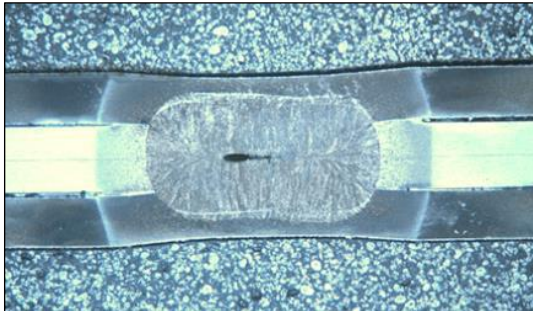
Resultat – 1D-lober



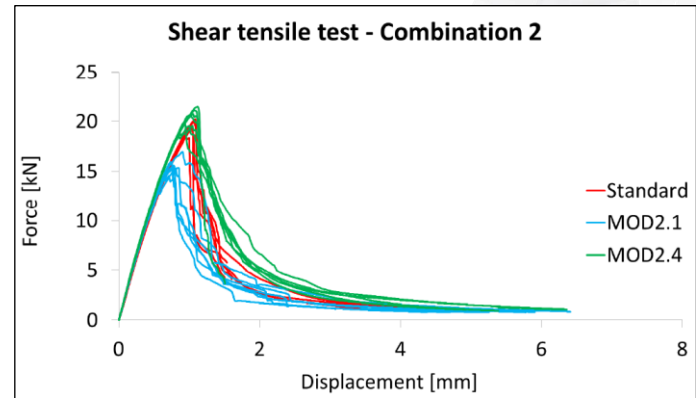
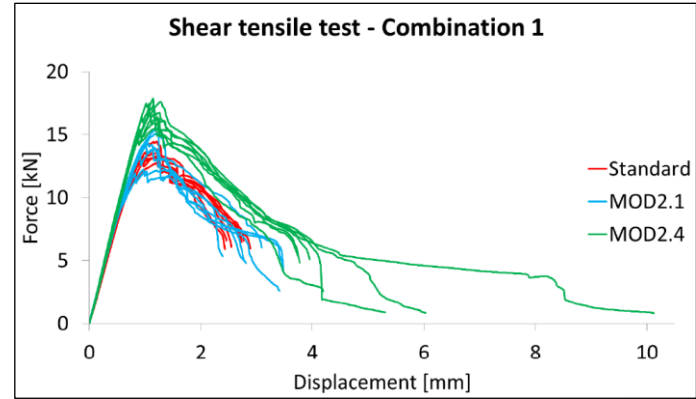
KNIW Resultat



KNIW-elektrod – d_{max} – 8,95 mm



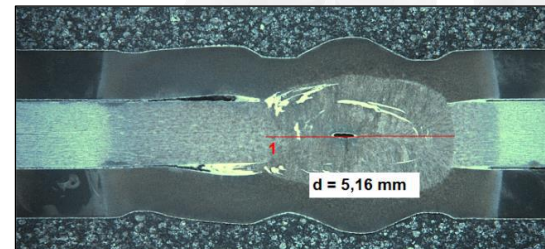
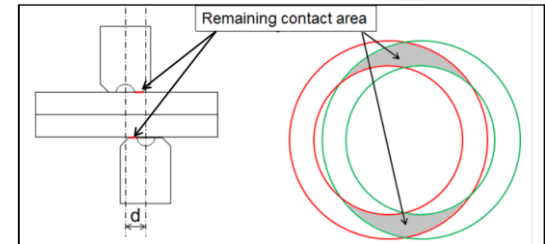
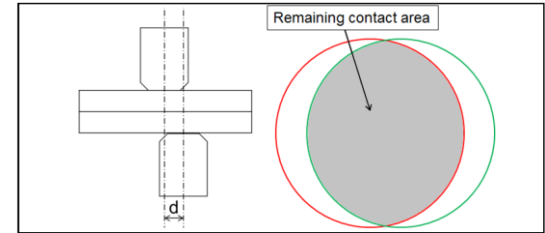
Standard-elektrod – d_{max} – 6,70 mm



KNIW

Diskussion och tänkvärda aspekter

- De nydesignade elektroderna tillåter en ökad värmetillförsel i de svetsade materialen, vilket i sin tur leder till förbättrad svetskvalitet och större svetsfönster.
- Större svetsfönster brukar innebära en ökad processtabilitet, dock finns det möjliga stabilitetsproblem med dessa hättor
- De nya elektroderna är sannolikt mer känsliga för variationer och störfaktorer som kan uppstå i produktion, t ex icke-linjerade svetstänger



KNIW

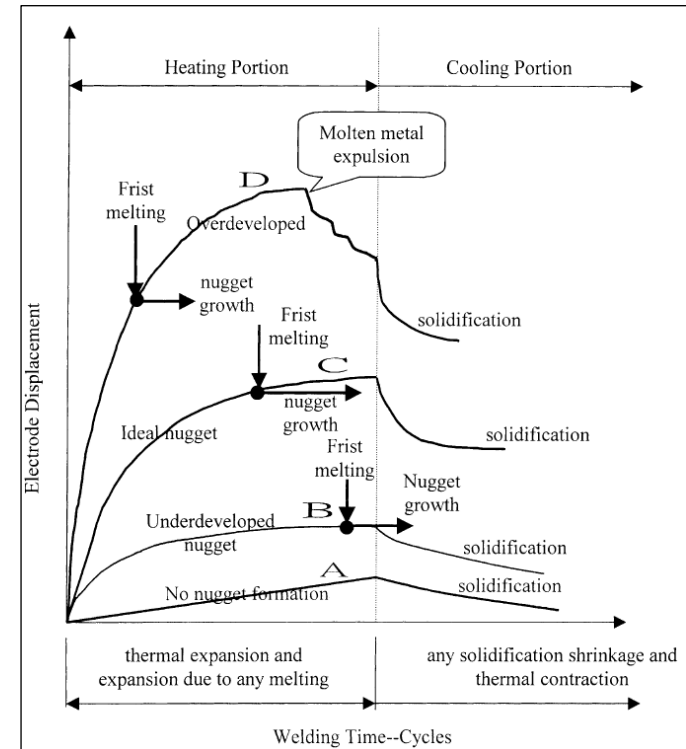
Slutsatser

- De nytvecklade elektroderna har visat sig ge större svetsfönster jämfört med konventionella elektroder.
- På grund av den ökad expansionen bildas i många fall en centrumkvaletet i svetsen, dragproven har dock visat att dessa inte har någon negativ inverkan på svetsens styrka
- Dock finns det en risk att de nya geometrierna kan medför ökad känslighet för vissa störfaktorer som kan uppstå i produktion, t ex vinkelfel eller snedställda elektroder.

AWIC


Bakgrund och mål

- Adaptiva system är en förutsättning för att kunna uppnå stabila svetsprocesser och inte påverkas av varierande materialegenskaper och störfaktorer som kan uppstå i produktion
- Konventionella system använder främst dynamisk resistans för att styra processen
- Projektet AWIC undersökte om elektrod förskjutningen, som skapas då de svetsade materialen värms upp och expanderar, kunde användas som komplement till resistansen för att skapa förbättrade adaptiva system.



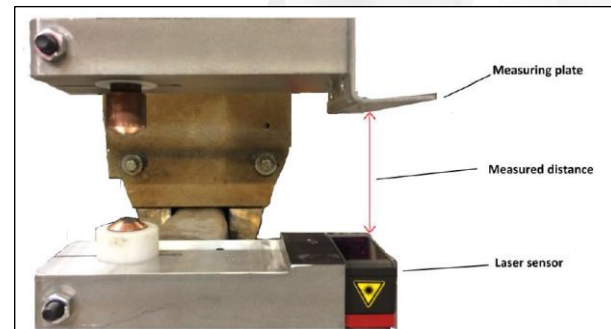
AWIC Metod

- En extern avståndsmätare monterades på elektrodskaften för att kunna mäta hur positionen förändrades under processen
- Försök utfördes med olika processinställningar, olika utrustning och olika materialkombinationer för att undersöka hur olika faktorer påverkar elektrodpositionen under svetsprocessen och hur den data som genererades skulle användas



The diagram shows a grey rectangular laser sensor labeled 'optoNCDT' with the 'UE' logo. Three red laser lines are shown projecting downwards from the sensor to three horizontal lines representing a surface. A vertical bracket on the left is labeled 'Range SMR'.

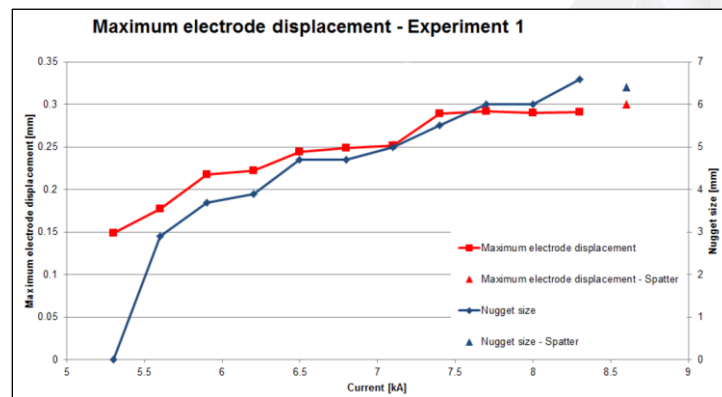
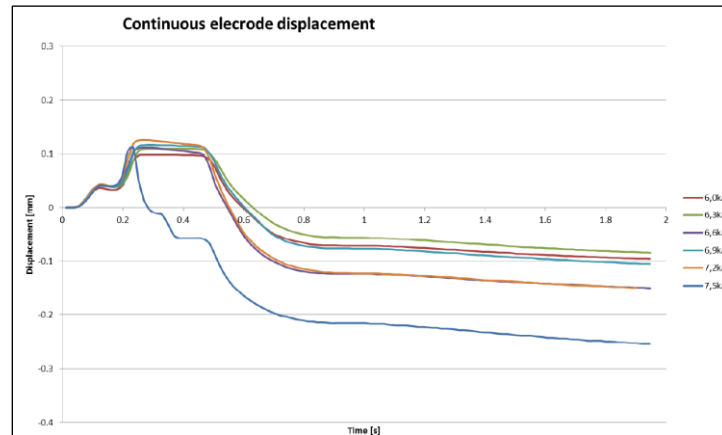
Measuring range	10 mm
Start of measuring range	20 mm
Linearity	8-10 μm
Repeatability	0,5 μm
Measuring rate	4 kHz



AWIC

Resultat

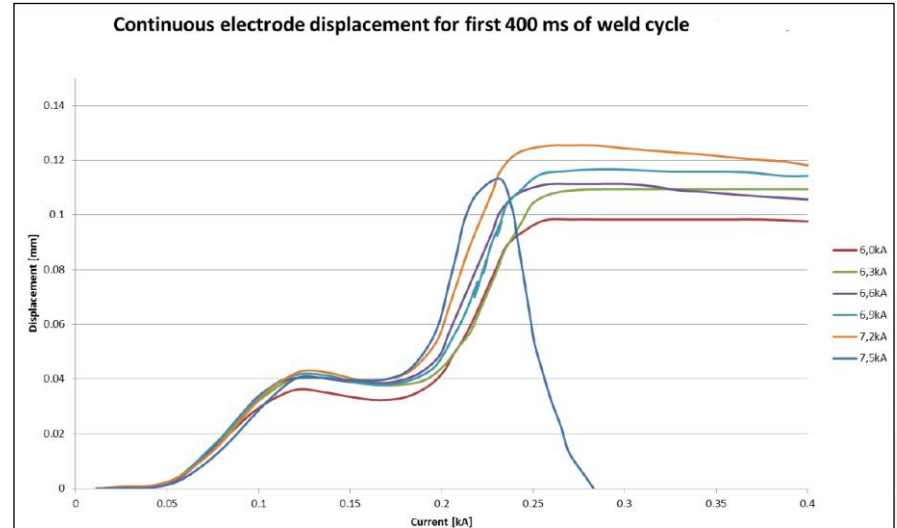
- Resultaten från försöken visade att den maximala elektrod förskjutningen ökar med ökande strömnivå
- Resultaten visade också ett samband mellan elektrod förskjutning och pluggstorlek från fläkprover, dock var det statistiska underlaget i minsta laget för att möjliggöra för exakt hur detta skulle tolkas
- Även slutligt elektrodintryck ges av resultaten från mätningarna



AWIC

Resultat

- Förskjutningskurvorna visar tydligt om svetsstrut har förekommit under processen
- Resultaten visar också att lutningen på kurvan ökar med ökande ström, och att den kan indikera om processen är på väg mot sprut



AWIC

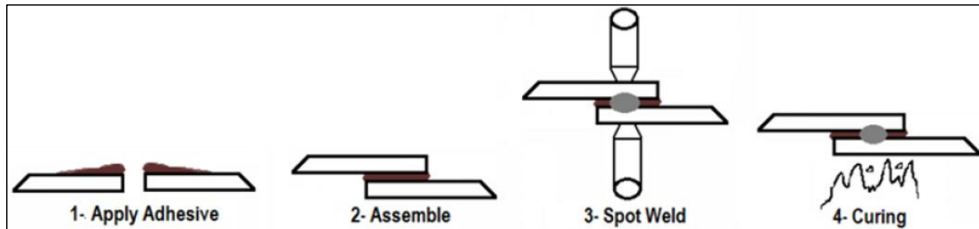
Slutsatser

- Det finns ett tydligt samband mellan elektrodposition, storlek på svetsen och risk för sprut
- Elektrodpositionen bör kunna användas som en del i adaptiva system då den innehåller information om svetsstorlek, risk för sprut och slutligt elektrodintryck
- Det existerar system idag som använder den här typen av mätningar för att styra processen, främst för aluminiumsvetsning

BONDLIGHT

Bakgrund och mål

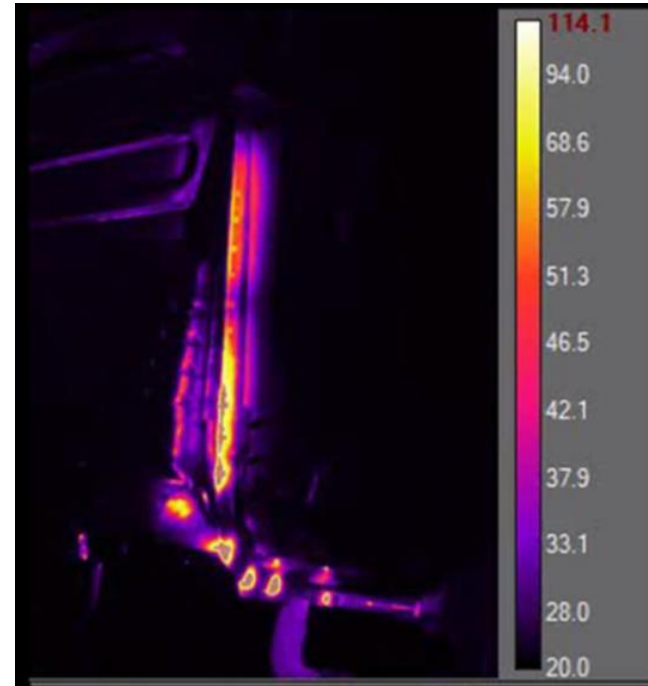
- Punktsvetsning i kombination med limning blir vanligare och vanligare i industrin idag
- Då limmet utgör ett isolerande skikt innebär det att förutsättningarna för limprocessen förändras jämfört med icke-limmade komponenter
- För att möjliggöra robust punktsvetsning i kombination med lim undersökte projektet hur svetsprocessen bör optimeras med avseende på processtabilitet, samt vilka limegenskaper som har störst inverkan på svetsprocessen



BONDLIGHT

Metod

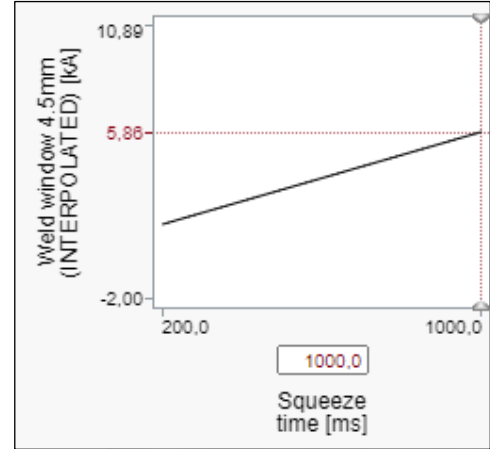
- Projektet analyserade hur olika faktorer; processinställningar, materialegenskaper och utrustning inverkade på processtabilitet och svetskvalitet för kombinerad punktsvetsning och limning
- En DoE-matris baserad på 1D-lober skapades med avsikten att utvärdera vilka faktorer som hade störst positiv respektive negativ inverkan
- Även försök med limmer vid olika förhöjda temperaturer samt exponerade för olika mycket fukt utfördes för att undersöka hur dessa faktorer påverkade svetsprocessen



BONDLIGHT

Resultat

- Resultaten från DoE-matrisen visade de processinställningar som har störst inverkan på processen är anläggningstiden och en extra förpuls, med låg ström med avsikten att värma upp limmet.
- Resultaten visar även att det är bättre att använda hättor med stor kontaktyta.
- Styvheten på de ingående materialen har också en inverkan på processen, då en högre styvhet kräver en högre kraft för att trycka undan limmet från ytan mellan elektroderna.



BONDLIGHT

Resultat

- Projektet visade också att en förhöjd temperatur på limmet har en positiv inverkan på processen. Ju styvare material, desto större inverkan från limtemperaturen.
- Även fuktigheten i limmet påverkar processen, ju mer fukt limmet innehåller, desto mer instabil blir processen, vilket kan vara värt att tänka på vid t ex produktionsstopp under fuktiga årstider eller i fuktiga områden.
- Demonstratorer i form av hattbalkar skapades, dessa visade att den genomsnittliga svetsstorleken ökade med ca 10% med de av projektet föreslagna processinställningarna jämfört med standardinställningar.



BONDLIGHT

Slutsatser

- Det är möjligt att öka processtabiliteten för punktsvetsning i kombination med lim genom optimerade processinställningar, valda utifrån egenskaper i de ingående materialen och limmet
- En förhöjd temperatur på limmet kan vara fördelaktigt, vilket skulle kunna utnyttjas med hjälp av en smart svetsordning
- Fuktigheten i limmet påverkar processen, ett fuktigare lim ger en mindre stabil process, vilket kan vara viktigt att hålla koll på vid produktionsstopp då limmet kan ta upp mer fukt än lämpligt mellan applicering och svetsning



SWERIM