

Lasernytt



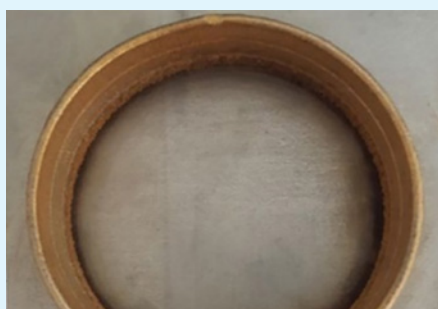
1-2024



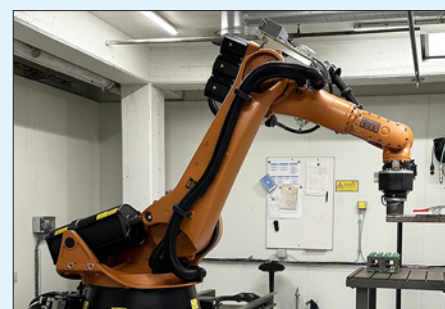
Laserdag I – Duroc/Scania Luleå



Handhållen lasersvets – Elmia



Nyheter från kommissionen C-IV



Off-lineprogrammering inom
Metallindustrin

Kalendarium

2024

Oktober

29 **Laserdag II – GKN Aerospace**
Trollhättan
(www.lasergruppen.eu/laserdag2)

November

4-7 **ICALEO – Hollywood**
(www.icaleo.org)

7-9 **Laser World of Photonics**
Mumbai
(www.world-of-photonics-india.com/en/)

2025

Mars

12-14 **5th Conference on Cracking Phenomena in Welding and Additive Manufacturing**
Högskolan Väst, Trollhättan
(www.hv.se/om-oss/event-och-konferenser/cracking-phenomena-in-welding-and-additive-manufacturing-2025)

20 **Fogningsdagarna 2025**
(www.svets.se/omoss/kalender/evenemang/fogningsdagarna2025)

v 13 Utgivning av **Lasernytt 1**

Maj

6-7 **Svets & automation**
Stockholmsmässan
(www.svets.se/massa2025)

Juni

22-27 **IIW – 78th Annual Assembly and International Conference**
Genua, Italien
(www.iiw2025.com)

Lasernytt ges ut av
Lasergruppen c/o Svetskommissionen
Grev Turegatan 12 A, 114 46 Stockholm
Telefon: 08-120 304 03

Redaktör
Lars Hamrebjörk

Redaktionellt arbete
Lars Hamrebjörk
Telefon: 070-630 22 17
E-post: lars.hamrebjork@construedo.se

Ansvarig utgivare
Joakim Ekeröth

Lasernytt på Internet
www.lasergruppen.eu

Omslagsbild
Scania i Luleå

Layout: Marcus Dahlin, Dahlin grafisk design.

Tryck: Haninge Tryckeri



INNEHÅLL

Kalendarium	2
Tankar från styrelsen	3
Handhållen Lasersvetsning på Elmia Svets	4
Välkommen till Laserdag II	8
Laser Nova avancerar vidare som specialister inom mikrolaserbearbetning med ytterligare laserinvestering	10
Omvärldsanalys: Off-lineprogrammering inom Metallindustrin	12
En Guide till säkerhet för handhållna lasersvetsar	14
Avtackning av Conny Lampa	15
Laserdag I – Duroc/Scania i Luleå	16
Termer och definitioner lasersvetsning	23
Nyheter från kommissionen C-IV "Power Beam Processes" av IIW	24
Lasergruppens Medlemsföretag	29
Nostalgiartikel: I-PFO – Den nya tekniken för enkel och flexibel tillämpning av högproduktiva "on-the-fly" processer	30

Tankar från styrelsen

En ljusare framtid och mer kunskap

Med ett fantastiskt laserår 2023 i ryggen skruvades förväntningarna ner något inför 2024. Med facit i hand så här långt ser det dock ut som om utvecklingen fortsätter i positiv riktning.

Ökade lasereffekter och förbättrade prestanda har bidragit till ett ökat intresse för laserskärning. Nu ser vi också att laser på allvar börjar konkurrera plasmaskärning, något som var otänkbart bara för ett par år sedan. Skärning med 50 kW lasereffekt i 100 mm stål med god kvalitet är en realitet idag. Utvecklingen i våra grannländer går också i samma riktning.

En applikation som har väckt stort intresse är skärning med mix-gas som ger möjligheter till förbättrad snittkvalitet, minskad slaggbildning och i vissa fall också ökad skärhastighet.

Det också intressant att notera den ökade konkurrensen på marknaden, framför allt när det gäller standardmaskiner för laserskärning. Detta har öppnat upp för investeringar inom nya kundsegment där laserskärning kanske inte har haft högsta prioritet fram till nu.

Det är också glädjande att notera att intresset för lasersvetsning har ökat. Ett flertal installationer för svetsning i produktion har gjorts runt om i Norden under året. Även handhållen lasersvetsning fortsätter att utvecklas starkt. Jag har inte uppgifter om antalet utrustningar på den svenska marknaden, men jag vet att det i dagsläget finns över 100 maskiner i Finland. En väldigt positiv utveckling, men just nu en situation där jag kanske upplever att marknaden har

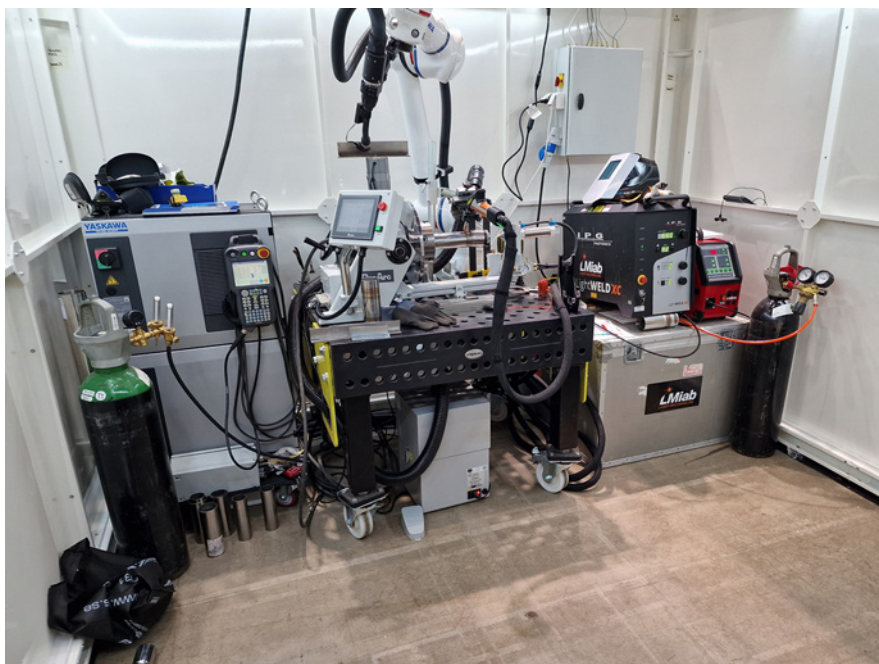
föregått de tekniska frågorna i vissa fall. Vi behöver mer kunskap när det gäller säkerhet, men också i rent svetstekniska frågor. Här finns det mycket att ta tag i framöver. För att belysa frågeställningarna kring handhållen lasersvetsning har en nationell samverkansgrupp skapats i Sverige med intressenter från industrin, maskinleverantörer och institut.

I övrigt fortsätter vi precis som tidigare arbetet inom Lasergruppen för att sprida information kring laserbearbetning. Jag kan starkt rekommendera deltagande i de två laserdagar som arrangeras av Lasergruppen varje år, inte bara för den tekniska delen men också för möjligheten att nätverka inom området.



Författare
Bo Williamsson

Handhållen Lasersvetsning på Elmia Svets



Joakim Ekeröth
Svetskommissionen



Jan Frostevarg
LTU

Vid paneldiskussionen med kunniga inom området där deltagarna också kan ställa frågor. I panelen (Figur 1) deltog Tim Smith (VD LMiAB), Bo Williamson "laserdoktorn" (Linde gas) samt Mathias Lundin (VD Svetskommissionen). Det fanns flera frågor som diskuterades där, exempel på diskussion var på frågan: *Hur är det med "ablation, metallisk rengöring" när det finns kiselöar kvar på ytan. Finns funktionen att ta bort oönskade svetsoxider kvar eller störs funktionen av dessa öars reflekterande egenskaper?*

– *Stämmer påståendet Ja eller nej med motivering?*

Kisel (Si) används som legeringsämne i små mängder i konstruktionsstål. Kiselöarna på ytan efter smältsvetsning tar man vid behov bort med någon typ av efterbehandlings metod som kan jämföras med mera traditionella metoder såsom betning, blästring, mekanisk borstning/slipning/polering. Konstruktionsstål görs tätat från stålverket med hjälp av bland annat Kisel (Si) som binder in löst oxygen. Vid de traditionella smältsvetsningsmetoderna MIG/MAG, MMA & TIG är det vanligt att tillsatsmaterialtillverkarna adderar mindre mängder av Si för att bibehålla de mekaniska egenskaperna såsom hållfasthet, seghet och svetsbarhet.

Elmiamässan i Jönköping 14-17:e maj var på många sätt imponerande. Det är många samtidiga utställningar från många olika maskintillverkare och tjänsteleverantörer. Vid Elmia Svets och fogningsteknik visades flertalet nya maskiner, där det fanns hela tre tillverkare av laserskräningsmaskiner som låg på imponerande 30kW(!). Handhållen lasersvetsning demonstrerades inklusive lasersäkra svetsutrymmen. Också av intresse är de nya svetskamerorna som kan se igenom ljusbåge så att smältan syns, vilket gör det lättare att identifiera fel vid svetsning men också underlätta styrning och inläring.

Seminarie om handhållen lasersvetsning och säkerhet

Vid mässan hölls ett seminarium som Svetskommissionen anordnat. Titeln på seminariet var Handhållen lasersvetsning och rengöring. Detta ses av många som en ny metod med potential att ersätta traditionella svetsmetoder inom vissa segment. Det finns många möjligheter, men också många frågeställningar, inte minst säkerhetsfrågan är av stor vikt att klargöra och förtydliga.

Inom Lasergruppen har vi nyligen bildat en arbetsgrupp som behandlar

handhållen lasersvetsning & rengöring, men också lasersäkerhetsaspekter. Denna ämnar vara en plattform för kunskapsutbyte och detta seminarium är en del av det arbetet. Jag fick nöjet att vara talare och moderator vid detta seminarium, där jag presenterade både Lasergruppen, den nya arbetsgruppen men också allmänt om handhållen lasersvetsning & rengöring. Jag presenterade där också William Holmströms examensarbete (kan läsas i *Lasernytt* nr 2 2023) som är en första benchmarkingstudie där lasersvetsning har jämförts med MIG/MAG och TIG.



Figur 1: Paneldiskussion om handhållen lasersvetsning & lasersäkerhet, med ordförande Lasergruppen Jan Frostevarg (tv) och i panelen (th) deltog Tim Smith (VD LMAB), Bo Williamson "laserdoktor" (Linde gas) och Mathias Lundin (VD Svetskommissionen).



Figur 2: Jan Frostevarg, vid Svetskommissionens talarscen.

Panelen uttryckte att tillförd energi i med i förväg utprovad pulsfrekvens och våglängder i ablations processen skall göra att oönskade kiselöar "sonderdelas/brister och därmed frigörs från ytan. Men det beror också på kiselöarnas beskaffenhet, vad de är gjorda av och dess tjocklek. Det finns alltså inget tydligt svar ja eller nej.

Under Samverkans möten har det framkommit positiva omdömen om en

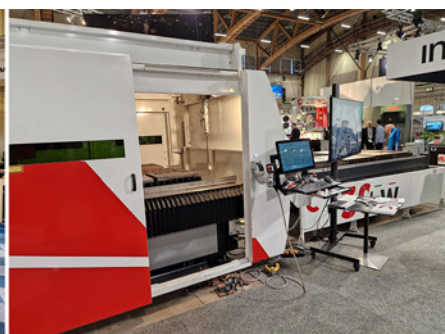
så kallad "tysk/EU-standard" som eventuellt kan vara en förebild för Sveriges standardisering. Generellt så kan lasergruppens medlemmar få tips och hitta lämpliga standarder via lasergruppens hemsida.

Stål tillverkare har framfört inofficiell kritik gällande ablation-förångning i grupp ISO/TR 15 608: 2017 grupp 8.1 (rostfria material). Att ablationen inte "städar bort" den oönskade oxiden tillräckligt med konsekvensen att ytan EJ är rostfri-återställd? I Sverige pågår det ett FoU projekt som belyser ablations förmågan i rostfria konstruktioner.

Panelen nämnde slutligen att: Lasergruppen har en samverkansgrupp för handhållen lasersvetsning och tillhörande personlig säkerhet. Gruppen har tagit kontakt med AG32 som administrerar hemsidan "Att svetsa rätt". Samverkansgruppens mål är att via ett projekt uppdatera, justera texten i "Svetsa rätt" så att även Handhållen Lasermetod inkluderas.

Laserapplikationer vid Elmiamässan

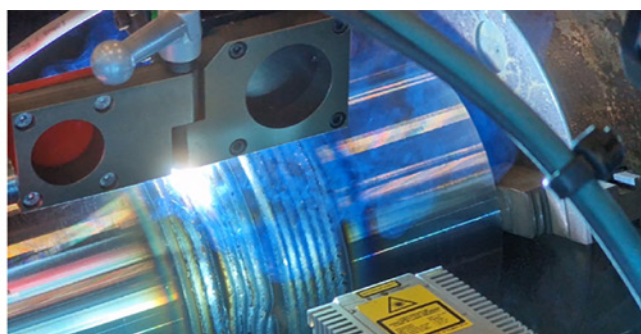
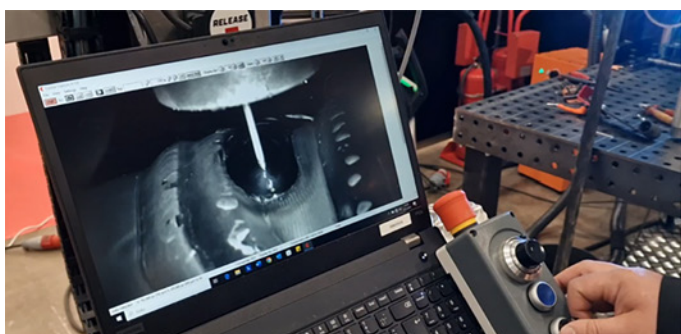
Utöver Elmia Svets och fogningsteknik var det även parallella mässorna Elmia 3D, Elmia Automation, Elmia Plåt, Elmia Polymer och Elmia Verktygsmaskiner. Årets teman som genomsyrade alla dessa mässor var *Smart industri*, *Hållbar industri* och *Omställbar industri*. I Figur 2 ser ni mig på mässan utanför Svetskommissionens talarscen, där flertalet intressanta föreläsningar hölls. Nyheter relaterade till laser som fanns på mässan fanns det några. Bakom mig kan ni se en skylt för Intercut, som var en av de tre leverantörer av laserskärningsutrustning som demonstrerade laserskärning på hela 30kW. I Figur 3 visas Intercuts maskin med tillhörande arbetsställ för bearbetade godsplåtar. De andra tillverkarna som ställde ut 30kW fiberlasermaskiner för laserskärning var Bodor och Falcon. Syftet med så mycket effekt är till del att visa att man kan leverera höga effekter, eftersom det finns en faktor att kunna imponera. Effekt är ju



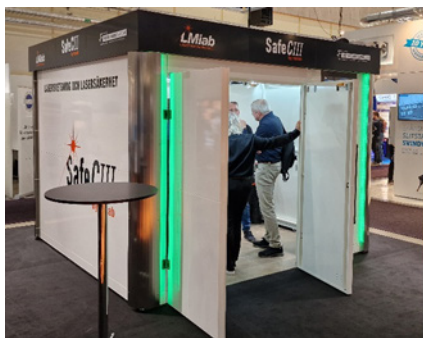
Figur 3: De tre olika leverantörerna av 30kW laserskärningsutrustning; Vänster Bodor, Mitten Eagle och Höger Intercut.



Figur 4: Exempel på skurna detaljer med 30kW fiberlaser hos Intercut. Till vänster 55mm tjockt kolstål och till höger exempel på snitt med lutande laserstråle.



Figur 5: Cavitat WeldCam C300, svetskamera i litet format som möjliggör observation, övervakning, styrning och felsökning av svetsprocesser, där processljus filtreras bort och smältan syns. *Vänster* processbild med WeldCam och till *höger* bild på kamera och påsvetsprocess.



Figur 6: Handhållen lasersvetsning demonstrerades i ny säker arbetscell av LMAB. I denna cell visades IPGs LightWeld XC (ännu enda systemet i Europa som är CE-godkänt), här visades också alternativt med en robot som hållare för svetspistolen.

långtifrån allt, för bra skärkvalitet behöver optik, gasflöde, strålprofil mm också optimeras på rätt sätt. Motivering för användande av 30kW anses vara att skära i tjocka material till högre hastigheter, något som brukar vara den domän som CO₂-lasermaskiner brukar vara bättre på. Med tanke på tjockleken blir skärnitten relativt raka och med inte alltför stora räfflor från skärprocessen (*Figur 4*), dock med viss mängd grader på undersidan. Det blir mer kvalitetsproblem vid skärning med lutning, där dessa räfflor blir betydligt större. Det hade varit intressant att se jämförande resultat mellan dessa tre tillverkare. Marknadssegmen-

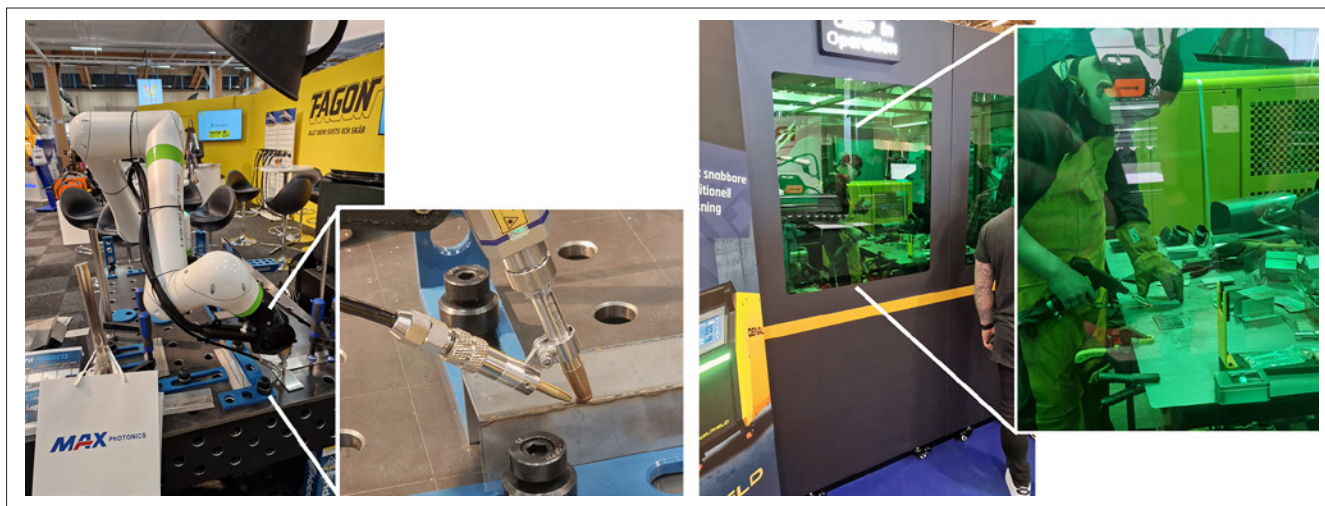
ten där skärning i så tjocka material i relativt höga hastigheter är delvis begränsad, men ändå intressant att följa om någon investerar i laser med så hög effekt.

En annan intressant applikation är Finska Cavitat och deras nyutvecklade WeldCam C300. Jag har under min forskarkarriär använt mig mycket av höghastighetsfilmning med filter och matchande laservåglängd som belysning, i syfte att kunna upptäcka hur jag bäst ställer in svetsprocess eller upptäcker diskontinuiteter och då beskriva hur de bildas. Normal filmning utan denna teknik ger bild av svetsprocessen som en stor ljuspunkt, alternativt ser bara pro-

cessljus men allt runtomkring är svart. Denna nya kombinerade enhet klarar bara 60fps där jag ofta filmat i flera tusen fps, men är så liten att den ryms i handen och kan placeras för att observera svetsprocesser och även användas för direkt processtyrning, manuellt som i *Figur 5* eller med mer automatiska system.

Under mässan visades och demonstrerades också handhållen lasersvetsning, där LMAB nu konstruerat en ny säker arbetscell, storleksanpassad för att kunna transporteras på släp längs vägar och ställas in färdig i verkstad, *Figur 6*. Det gick på mässan att vara inne i cellen och få process demonstrerad. Här visades också alternativt processen där en robot håller i pistolen för att utföra rörsvetsning. Just att låta en robot hålla i svetspistolen är en ökande trend för just handhållen lasersvetsning, där det ses som ett billigare och enklare insteg till laserbearbetning, vilket öppnar för mellanvolymstillverkning av komponenter och inte som mer traditionell högvolumstillverkning eller specialoperationer.

Andra tillverkare som visade handhållen lasersvetsning (*Figur 7*) var De-



Figur 7: Andra tillverkare av handhållen lasersvetsning som demonstrerades under mässan. Till vänster Systemet från MaxPhotonics som hölls av en robotarm (ej aktiv stråle) och till höger DenaliWeld inne i en svetscell med fönster där en person utförde svetsning.



Figur 8: Högskolan Väst hade en monter där de visade olika saker som byggts med AM-teknik (3d-printats), med hjälp av laser och tillsatstråd eller med pulverbäddsteknik.

naliWeld och Fagon med systemet från MaxPhotonics. Båda systemen är utvecklade och tillverkade i Kina och kan ge upp till 3000W med vattenkylda system. Systemet från MaxPhotonics hölls av en robotarm (ej aktiv stråle) som flyttades längs en redan tillverkad fog. DenaliWeld demonstrerades av en operatör inne i en egentillverkad svetscell som har stora fönster av lasersäkert glas, vilket antagligen blir ganska dyrt. DenaliWeld är ett system som säljs från ett företag i USA, som köper färdiga system från Kina men modifierar dessa för att göra dem mer användarvänliga, robusta och säkra. Eftersom dessa system inte ännu är CE märkta för säkerhet kan det vara svårare att använda dessa i sin verksamhet av operatörer, om inte

tillräckliga försiktighetsåtgärder används. DenaliWeld vill leverera säkra system och arbetar på lösningar och har nog utvecklat tillräckliga sådana givet lite tid. Med tanke på den utveckling vi ser inom handhållen lasersvetsning så kommer det troligtvis inom några år att finnas fler säkra system på marknaden.

En metod för laserbearbetning i metall som ökat på senare tid är AM (3d-printing) med olika tekniker, framförallt pulverbädd (PBF-LB/M) eller direktstråleteknik med tillförsel av pulver eller tråd (DED-LB/MP, DED-LB/MW). Högskolan väst visade och berättade vad de kan erbjuda och hur de kan samarbeta med företag för att hjälpa dem i sin innovationsresa, *Figur 8*. De visade komponenter tillverkade av båda

dess tekniker. Det är imponerande att se hur snabbt komponenter kan byggas med dessa tekniker och vilka utmaningar och tekniska lösningar som utvecklats för att överkomma dessa. Lasertech hade även de en monter vid Elmia 3D, där också de visade vad de kan hjälpa med och exempel på komplexa utmaningar de har utvecklat lösningar för vad gäller 3d-printing, men också mot svetsning.

Allt sammantaget med de presentationer som hållits och alla de diskussioner som förts har det varit ett lärorikt och utvecklande event, där jag är säker på att många fler hittat nya kontakter. Jag ser fram emot att följa utvecklingen av dessa tekniker framöver, både vad gäller tekniskt men även nya applikationer. ■

Välkommen till

Laserdag II, 2024

Tisdag 29 oktober – kl 09:00 – 16:10

Vi träffas på NOVA Mat och Möten i Trollhättan.

Adress: Byggnad 74, Åkerssjövägen 10.

Anmälan: via www.lasergruppen.eu/laserdag2

Boende: För boende rekommenderas Scandic Hotell, eller clarion collection hotell kung oscar. Hotellbokning sker av deltagarna i egen regi.

Studiebesöket på GKN Aerospace är begränsat till max 20 besökare. Vid besöket krävs skyddsskor. Besökarna ombeds ta med egna skyddsskor i möjligaste mån. Antalet som finns för utlåning är begränsat.

OBS! Anmälan måste ske med personnummer och deltagare behöver ha legitimation för inpassering till området (pass för utländska medborgare)

Om GKN Aerospace AB, Trollhättan

Företagen i Aerospace-divisionen som arbetar med delar till flygmotorer bildar tillsammans Engines och vid vår anläggning i Trollhättan utvecklar och tillverkar vi avancerade delar till motorer för flygplan och rymdraketer. Vi arbetar även med motorunderhåll. Vi har produktionsanläggningar i Trollhättan, Kongsberg (Norge), Mexiko och USA.

Om Lasergruppen

Lasergruppen är en samverkansorganisation för främjandet av lasertekniken inom svensk industri. En stark bransch behöver en bra plattform för samverkan, påverkan och utveckling. Samverkan inom Lasergruppen och medverkan i Laserdagen ger viktiga möjligheter till nätverkande och kunskapsutveckling inom ett snabbt utvecklande teknikområde. Medlemskap i Lasergruppen ger tillgång till ett nätverk med Sveriges främsta experter och till information och kunskap om lasertekniken.

Lasergruppen anordnar Laserdag två gånger per år och ger ut tidningen Lasernytt.

Välkomna!

Kontaktperson: Joakim Ekeröth, Svetskommissionen (www.svets.se/joakim)





GKN Aerospace

Laserdag 29 October 2024

MAKING THINGS FLY

Program Laserdag 2, 2024 med förbehåll om eventuella ändringar

09.00 - 09.20	Registrering och kaffe
09.20 - 09.30	Välkommen till Laserdag 2, 2024. Öppningstal av Lasergruppens ordförande. Jan Frostevarg, Luleå Tekniska Universitet
09.30 - 09.45	GKN presentation av företaget, GKN Aerospace
09.45 - 10.00	Rolls-Royce Trent XWB ICC, GKN Aerospace
10.00 - 10.15	Sommarens IIW möte i Grekland, Fredrik Sikström, Högskolan Väst
10.15 - 10.30	Laser beams for surface tension measurements, Jörg Volpp HV
10.30 - 10.45	DED-LB/p using Hastelloy X blown powder for structural component repair Fabian Hanning HV
10.45 - 11.00	Paus
11.00 - 11.15	Airbus A220 24K & 320 Neo 30K TEC, GKN Aerospace
11.15 - 11.30	Boeing 787; även kallad Dreamliner TRF, GKN Aerospace
11.30 - 12.00	Rymd Ariane 6, GKN Aerospace
12.00 - 13.00	Lunch
13.00 - 13.30	Material Solutions, GKN Aerospace
13.30 - 13.50	DEDp & Manuell laser @GKN, GKN Aerospace
13.50 - 14.00	ASUS av Svetskommissionen, Joakim Ekeröth Svetskommissionen
14.00 - 14.20	Fika
14.20 - 14.35	Transport buss till GKN, max 20 deltagare
14.35 - 16.00	Rundvandring GKN Aerospace, GKN Aerospace
16.10	Transport till innovatum

Laser Nova avancerar vidare som specialister inom mikrolaserbearbetning med ytterligare laserinvestering



Christer Nilsson och Rickard Olsson.

Laser Nova tillhandahåller helhetslösningar inom laserbearbetning från prototyp till stora serier. Specialistområdet är mikrobearbetning och det unika är att man erbjuder både legoarbeten, konsultation, forskning och utveckling. Nu tar de ytterligare ett kliv och satsar på större marknad.

Avancerad laserbearbetning - legotillverkning och konsultation

Laser Nova har sätet i Östersund och företaget startades 1999. Idag är man tolv anställda inklusive de tre delägarna Rickard Olsson, Christer Nilsson och Ove Sundelin. Sedan drygt tio år tillbaka är specialiseringen mikrobearbetning. Här erbjuder man laserskärning, lasersvetsning, lasermärkning och håltagning med laser. Allt med den gemensamma nämnaren – laserbearbetning i ytterst ytterst små dimensioner. Det är vanligt med detaljer till slutprodukter som ibland är bara någon *tiondels millimeter* i diameter och där vi pratar ytstruktur på nanonivå. Exaktheten i arbetet är helt enkelt avgörande.

Som legotillverkare inom mikrolaserbearbetning är Laser Nova klart unika. Dessutom erbjuder man en bred konsultation inom laserteknik. Tack

vare hög kunskap anlitas de gärna som experter som ofta får ta ansvar för allt från forskning, förstudier, utredningar, fram till förpackade slutprodukter. Kunderna finns främst inom branscher där det ställs extra höga krav på precision och hög kvalitet som till exempel inom medicinteknik och för Laser Nova är målet att komma in tidigt i kundens i produktutvecklingsprocess. "Tillsammans med utvecklingsavdelningar och konstruktörer tar vi fram den mest kostnadseffektiva processen och bästa resultat i kvalitet", säger Rickard.

Lasersvetsning är största området

Svetsning är Laser Novas starkaste område och här växer man kontinuerligt. Inom svetsning finns också mest olika kunder inom en mängd segment. Den stora fördelen med lasersvetsning i små format är främst att processen medför

att en mycket liten zon blir värmepåverkad och därmed skyddas det runtom som ibland exempelvis kan vara värme-känsliga elektronikkomponenter. Till exempel var man med och tog fram processen för att svetsa en förslutning av ett hölje till en pacemaker i titan. Svetsningen växer mer även tack vare hur vi analyserar och utvecklar tekniken, säger Rickard, med både höghastighetskameror och mikroskop gör vi studier med hög precision. Man har en TRUMPF laser för svetsning – en 1 kW fiberlaser som man byggt en egen automationslösning till.

Omfattande process som krävde tester och utvärdering av laser, optik och märklasersystem

Vad gäller lasermärkning använder sig Laser Nova av en märklaser från TRUMPF – en TruMark Station 5000 med en 50 watts laser. Den installerades i maj i år. Laser Nova använder stationen främst för ytstrukturering och en särskild process som gjorde att valet föll på TRUMPF.

Först utvärderade man TRUMPF lasern grundligt och testade olika laserstyrkor och optik för ändamålet. "Här måste vi säga att vi har haft ett riktigt bra samarbete med TRUMPF, både lokalt och från lasercentrum vid huvudkontoret i Tyskland, säger Christer. Man har förstått våra behov av att utvärdera och hitta rätt och vi har fått svar på de frågor vi haft."

"Tillsammans med en kund har vi tagit fram en unik process som vi verkligen tror är något det finns en stor marknad för," säger Christer. Processen innefattar att strukturera en yta i titan på en benschruv till en protes så att den på bästa och snabbaste sättet växer in i skelettet. Titan är känt att accepteras av den mänskliga kroppen och används därför i implantat sedan länge.

”Vår process tillhandahåller en helt unik struktur, berättar Rickard, där slutkunden är extremt noga på mikronivå, det rör sig om en yta täckt av små små kulor runt 2-20 mikrometer i diameter.” Den här exakta ytstrukturen gör att man trigger i gång produktionen av benceller. Rickard förklarar att man kan säga att man retar kroppen och får igång en inflammation, och då bildas det benceller runt om ytan och skruven eller en annan typ av implantat växer fast väldigt snabbt i benet. ”Jämför man med en slät yta på ett implantat handlar det om hela 400% gånger snabbare hopväxning,” berättar Christer.

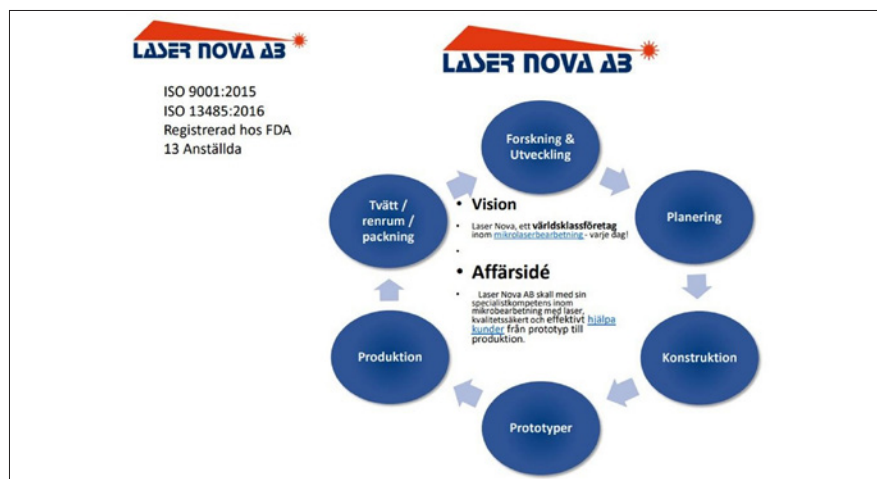
”Det har krävts många tester för att komma fram till den här processen och universitetet i Göteborg har gjort mycket forskning på området, berättar Rickard. Vi har testat massor, först hittade vi en bra metod för tandimplantat, så utvecklade vi en för hörselimplantat och nu då även benproteser.”

TruMark Station 5000

På Laser Nova ville man dessutom investera i ett färdigt system för det här och inte bygga en egen lösning och TRUMPF matchade det på bästa sätt med TruMark Station. ”Struktureringen är huvudinriktningen och nu vet vi att vi kan erbjuda både högre kvalitet och högre kapacitet med den nya maskinen,” säger Rickard. ”Vi har en mycket mer exakt produktion idag och med det här systemet ser vi även en stor utvecklingspotential för andra nya andra produkter”, säger Christer.

Laser Nova är främst aktiva inom medicinteknik men även inom kärnkraft, offshore och nu det senaste även en del inom fordon då man nu ingår i ett större utvecklingsarbete kring bränsleceller som ska monteras i bilar.

Lasrar har egenskaper som gör dem lämpliga för arbeten i mycket små dimensioner. En annan fördel med laser är att det snabbt och smidigt med egentligen allt från prototyp till serietillverkning. Flera olika geometrier kan testas utan att kostnaden blir hög. Det här innebär att Laser Nova kan ta sig an komplicerade uppdrag med höga krav på precision. Laserskärningen är det som genererar mest volym, berättar Christer. Man hanterar här mycket rostfritt, stål och titan. Slutprodukterna är till exempel olika instrument inom kirurgin. Med håltagning kan man la-



Ponto BHX-implantat

Sätter ny standard inom implantat-teknologi

Ponto BHX-implantat är en perfekt matching mellan den beprövade OptiGrip™-geometrin och den senaste ytteknologin. Med dess mikro- och nanostrukturer får vi osseointegration till nästa nivå - benbildning.

Första laserablaterade titanyten

BioHela™ är resultatet av den senaste forskningen vid ett världsledande forskare inom osseointegration i Göteborg. Den unika laserablaterade titanyten möjliggör precisionell modifiering av de nästa generationens OptiGrip™. Detta skapar en yttopografi i tre nivåer som benintegrerar med den naturliga benstrukturen på mikro-, nano-, och nanoskala.

Ytan för Ponto BHX-implantat matchar benets struktur:

Implantat

Starkare än ben

BioHela™ ökar stabiliteten i integrationen mellan ben och implantat med mer än 100 %! Studier visar att benbildning till BHX-implantat till och med är starkare än själva benet.

Full stabilitet från första dagen

OptiGrip™ geometrin har den bästa initiala implantatstabiliteten bland alla befintliga hörselimplantat. Studier visar en varaktig och ökande stabilitet över tid med positiva kliniska resultat.

"Implantatytans grad av jämnhet spelar en viktig roll inom osseointegration. Den biomekaniska kapacitetens förbättring är till och med bättre än jag förväntade mig."



serborra ett hål som endast är ett tiotal mikrometer i diameter.

Laser Nova har verkligen satsat på att leverera en helhetslösning i högsta kvalitet till sina kunder. Det här innebär bland annat att man har ett eget renrum där de packar allt och tack vare det kan våra sjukvårdsprodukter flyttas direkt

till nästa fas. Med hög kunskap möter man sina kunder exakt där de är och levererar med exakthet in i minsta detalj - ja, mikrodetalj. ■

Läs mer

www.trumpf.com/sv_SE/landing-pages/se/lasernova/

Omvärldsanalys: Off-lineprogrammering inom Metallindustrin



Off-lineprogrammering (OLP) har blivit en central komponent för att öka hastighet, kvalitet och produktivitet inom metallindustrin. Genom en djupdykning hos en aktör inom industriell laserskärning och svetsning i Finland, får vi en inblick i hur OLP-tekniken, transformerar produktionen.

Artikels utvalda tillverkande företag HT Laser, historik och utveckling

HT Laser, grundat 1989, har etablerat sig som en flexibel leverantör för nordisk metallindustri, och är specialiserade inom komponenttillverkning i form av laserskärning, plasmaskärning, gasskärning, vattenskärning, bockning, svetsning, maskinbearbetning och pulverlackering. Även montage ingår som en tjänst till kunderna. Företaget har banat väg inom industriell laserskärning och är en pionjär inom lasersvetsning i Norden.

HT Laser, Flexibilitet i Småserietillverkning

För HT Laser, vars kunder huvudsakligen är finska maskintillverkare, är flexibilitet en avgörande faktor. Produktionen sker i små och medelstora serier och är skraddarsydd efter kundens behov, vilket kräver snabb anpassningsförmåga och systematisk produktionsplanering. Off-lineprogrammering av robotar är central i denna process, då den möjlig-

gör snabb och effektiv omställning utan produktionsavbrott.

HT Laser, Robotisering och Automatisering

HT Laser har i över två decennier använt svetsrobotar i produktionen och förväntar sig en fortsatt ökning i användningen. Företaget använder robotar från flera tillverkare som KUKA, OTC, ABB och Yaskawa. Robotarna används där bra åtkomst och hög produktionsvolym krävs. Off-lineprogrammering bidrar till att bibehålla kvalitet och repetitiv precision, vilket är avgörande för företagets mål att öka automationsnivån.

Off-lineprogrammering med hjälp av företaget Visual Components

Visual Components historik och Roll på marknaden

Visual Components, grundat 1999, är en pionjär inom 3D-simulering och off-lineprogrammering. Företagets 3D-

simuleringslösningar hjälper industrieföretag att designa, testa och optimera produktionslinjer effektivt, vilket minskar driftstopp, sparar tid och förbättrar programmeringsprocesserna för robotar.

Visual Components och Off-lineprogrammering

Visual Components Robotics OLP-programvara (Tidigare känt som Delfoi Robotics) erbjuder en produktions-oavbruten metod för robotprogrammering, där program skapas på en dator utanför produktionslinjen. Detta sparar tid och minskar driftstopp. Programvaran är kompatibel med alla robotmärken och utnyttjar 3D CAD-modeller för att skapa snabba och felfria program. För HT Laser har detta resulterat i betydande tidsbesparingar och ökad säkerhet vid hantering av stora eller svårtillgängliga delar.

HT-Laser har vid investeringar i Automation valt Off-lineprogrammering
HT Laser satsar på kontinuerlig utveck-



Joakim Ekeröth
Svetskommissionen



Christer Ericsson
Visual Components



Janne Tuominen
HT Laser

ling inom automation och deltar i det nationella AITOOLS1-projektet, som syftar till att mäta och verifiera fördelarna med robotik genom forskning och utveckling av maskininlärningsmodeller för dynamisk optimering av svetsprocessen. Visual Components är en viktig partner i detta projekt och bidrar med expertis och teknik för att driva utvecklingen framåt.

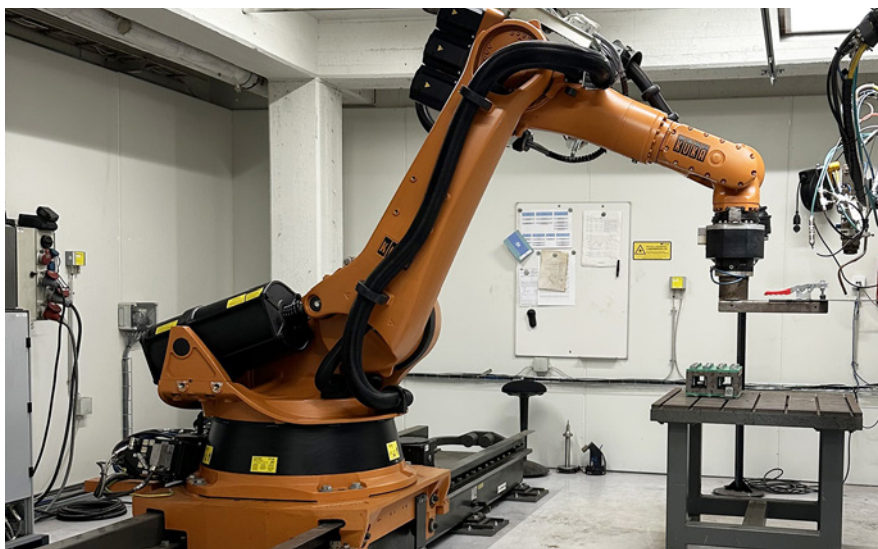
Slutsats, samverkan lönar sig

Off-lineprogrammering, som implementeras av HT Laser med stöd från Visual Components, har visat sig vara en avgörande teknik för att förbättra produktiviteten och flexibiliteten inom metallindustrin. Genom att investera i och utveckla denna teknik kan företag som HT Laser inte bara möta nuvarande produktionsutmaningar utan också bygga en starkare grund för framtida tillväxt och innovation inom automatisering och robotik.

Förklaringar/förtydliganden av uttryck i artikeln:

AITOOLS1-projektet =>

- AITOOLS1-projektet behandlar nya tillämpningar av ny AI-teknologi för robotssvetsning, såsom AI-verktyg för processstyrning av komplexa multiparameterberoende system samt kvalitetskontroll vid tillverkning. Specifika implementationer inkluderar att förbättra svetskvaliteten genom att införa ML-modeller som kan optimera robotssvetsningsprocesserna dynamiskt.
- Dock är ett problem med data-baserad AI inom industriella tillämpningar förvärvet av stora och tillförlitliga datamängder. I flera tillverkningsapplikationer är datamängden begränsad, vilket är en stor begränsning för användningen av traditionella AI-metoder. Problemet med dataskräphet är särskilt tydligt i små serier och Lot-Size-One (LS1) produktion. Hybridmodellering som involverar mätdata men även andra former av kunskap som kan fånga fysiska fenomen och know-how är en lösning på dessa utmaningar. Dessa utvecklingar gäller även andra tillverkningsmetoder, till exempel Additiv Tillverkning (AM).
- För de deltagande företagen är det centrala projektämnet effekten av robotsvetsningsförfarandet på den



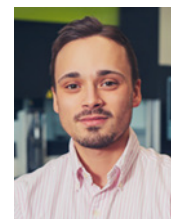
resulterande svetskvaliteten och processproduktiviteten. AI-modellens inlärningsdata inkluderar bland annat svetsparametrar, uppmätta geometriska svetskaraktéristika och global dimensionsnoggrannhet. Det slutliga företagsmålet med projektet är ett AI-baserat autonomt online-system för process- och kvalitetskontroll för automatiserad Lot-Size-One-svetsproduktion.

- AI-baserade produktions- och kvalitetskontrollprocesser inom tillverkning möjliggör också full spårbarhet av produkten genom hela produktionskedjan och erbjuder möjligheter till förlängning över hela livscykeln för till exempel optimering av service- och underhållsoperationer. För Original Equipment Manufacturers (OEM) är den huvudsakliga projektpåverkan den förbättrade marknadspositionen tack vare ökad produktivitet och förbättrad kvalitet och konsistens, vilket leder till tillförlitliga långsiktiga egenskaper för service.
- HT-Laser: Erbjuder skärning, bockning, svetsning, bearbetning, 3D-utskrift i metall, ytbehandling, montering och produktutvecklingstjänster. Vi är pionjärer inom industriell laser- och vattenskränning samt lasersvetsning och ledande aktörer inom området i Norden. HT Laser är ett familjeföretag inom Teiskonen-koncernen. Företaget har cirka 450 anställda, 1000+ kunder, 960 MSEK omsättning (Finland + Polen), 8 anläggningar. Maskinparken: HT-Laser har 2 större lasersvetsportaler, en robot bestyckad med lasersvets samt 8 st handhållna lasersvetsar.

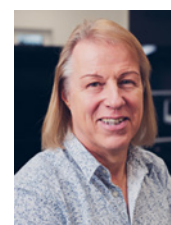
Definitioner/förklaringar av använda begrepp i artikeln:

- Med Visual Components OLP kommer ett bibliotek med över 1900 olika robotar. Varav 18 olika märken kan för närvarande programmeras offline och post processes till respektive språk, e.g. Yaskawa *.JBI, Fanuc *.LS, KUKA KRL eller ABB:s RAPID. Som användare programmeras alla olika robotar på samma sätt, oberoende av märke, vilket förenklar vardagen för många tillverkande företag med olika robotmärken. Då de inte längre behöver upprätthålla kunskapen i många olika program och språk. 3D simulering:
- Simulera allt som rör sig i en fabrik. Korta ledtider, förutsäg ROI, korta "time to market", skaffa en nulägesbild, simulera framtida scenarior, gör felen virtuellt inte fysiskt i fabriken. En visuell simuleringsmodell är ett bra verktyg för att förklara en tilltänkt lösning, både för den tekniska och icketekniska personen. Off-lineprogrammering (OLP): Programmera robotarna säkert och effektivt på kontoret i stället för ute på golvet. Fördelar, säkerhet, hastighet och nyttjandegrad på robotar. När robotar programmeras online, på golvet, tas de ur produktion, alltså, varje ny detalj medför produktionsbortfall. Nyttjandegraden på robotcellen hålls låg, programmering av större system blir osäkert då ofta stegar och liknande krävs för att överblicka. Med off-lineprogrammering, kan mycket av programmeringen automatiseras och robotcellen kan arbeta på. Nyttjandegrader på över 95% är inte ovanligt. ■

En Guide till säkerhet för handhållna lasersvetsar



Niklas Larsson
LMi AB



Tim Smith
LMi AB

Handhållna lasersvetsar som är klass 4-laser har blivit mycket populära. Trots deras imponerande prestanda kräver hanteringen av dessa lasrar många säkerhetsåtgärder. I denna kortfattade artikel belyser vi de grundläggande aspekterna av lasersäkerhet för Klass 4-lasrar och hur man säkerställer en trygg användning.

Idag ser vi produkter som erbjuds till mycket lågt pris. Tyvärr så uppfylla många av dessa produkter inte dom Nationella och europeiska kraven enligt maskindirektivet trots att det kan finnas ett CE märke på dem.

Klass 4-lasrar representerar den högsta nivån av laserstrålning och innebär en potentiell hälsorisk om de inte används korrekt. Dessa lasrar kan orsaka allvarliga skador på ögon och hud vid direkt eller indirekt exponering. Därför är det ytterst viktigt att förstå och tillämpa de nödvändiga säkerhetsåtgärderna samt följa lagkraven vid användning av Klass 4-lasrar.

Handhållna Klass 4 lasrar är inte anmälningspliktiga när dom användas i en korrekt utformad miljö för industriella applikationer. Däremot är alla klass 4 lasrar som används för exempelvis visuella effekter, rengöring, svetsning, polering mm i en publik miljö anmälningspliktiga. Om man är det minsta osäkert så måste man konsultera en LSO (Laser Safety Officer).

Vad gäller på verkstan då? För det första är godkända skyddsglasögon och kapsling runt maskinen obligatoriskt vid användning av handhållna lasersvetsar. Dessa skydd är utformade för att blockera skadlig laserstrålning och skydda ögon och hud mot skador. Det är viktigt att välja rätt typ av skydd för den specifika våglängden av laserljus som används. Skyddet måste vara korrekt utfört och godkänt enligt relevant standard. Det räcker inte med exempelvis en mörk presenning.

En annan viktig säkerhetsåtgärd är att hålla området runt lasern fritt från obehörig personal och använda tydliga varningsskyltar för att indikera att en Klass 4-laser används innanför rummet. För att förhindra oavsiktlig exponering för laserstrålning är användningen av interlock-system och nödstopp obligatoriskt. Dessa system kopplar automatiskt från strömförsörjningen om säkerhetsparametrar överskrider eller om obehörig åtkomst detekteras.

Noggrann utbildning och medvetenhet är grundläggande för lasersäkerhet. Alla som arbetar med handhållna lasersvetsar bör vara fullt medvetna om riskerna och vara utbildade i korrekt användning och säkerhetsprocedurer. I samband med köp av maskin ska en obligatorisk säkerhetsutbildning genomföras för operatörerna.

Sammanfattningsvis är säkerheten för handhållna lasersvets en nödvändig aspekt vid användning av dessa kraftfulla verktyg. Genom att följa strikta säkerhetsåtgärder, använda lämplig skyddsutrustning och tillhandahålla adekvat utbildning, kan riskerna minimeras, och Klass 4-lasrar kan användas säkert och effektivt inom olika områden av vetenskap och industri. ■

Avtackning av Conny Lampa

Lasergruppens styrelse hade under styrelsemötet i juni en avtackning av ordinarie styrelsemedlem Conny Lampa från Höganäs AB. Den 1 juli bytte Conny Lampa till en ny arbetsgivare, ARAMCO. ARAMCO utvecklades ursprungligen av Arabian American Oil Company till det som idag är Saudi Aramco. Conny Lampa flyttade i somras med sin familj till Saudiarabien och staden Ras Tanura (se kartbild). Connys nya arbetsuppgifter blir initialt att arbeta som teknisk rådgivare i frågor gällande metallisk ytbeläggning inom petro- och raffinaderiapplikationer.



Ordförande Jan Frostvarg representerade hela styrelsen och höll ett tal. Jan tackade Conny Lampa för hans engagemang i Lasergruppen och utfört styrelsearbete. Conny har fram till nu arbetat på Höganäs AB där han har haft en befattning som laserexpert på avdelningen Surface & Joining Technologies. Akademiskt har Conny Lampa en stabil grund i laserteknologi, bland annat från sin doktorsexamen (1998, PhD, Laser Materials Processing, Luleå tekniska universitet).

Övrig information

Pensionsåldern i Saudiarabien är för närvarande 60 år och Conny fyller 58 år under 2024. Av detta skäl hoppas Lasergruppen på att snart få återse en solbränd Conny inom en inte alltför lång tidshorisont. ■

Om någon vill komma i kontakt med Conny kan han nås på e-post: lampa-conny@gmail.com

Källa

www.britannica.com/place/Persian-Gulf





Laserdag I – Duroc/Scania i Luleå

Laserdag I och årsmötet för Lasergruppen hölls den 18 april i Luleå med cirka 20 deltagare. Dagen började med årsmötet och fortsatte sedan med fem intressanta föredrag inom lasersvetsning. Dagen avslutade därefter med två rundvandringar på Luleåföretag med koppling till lasersvetsning – Ferruform Scania och Duroc Laser Coating.

Välkommen till Laserdag I och Årsmöte Lasergruppen

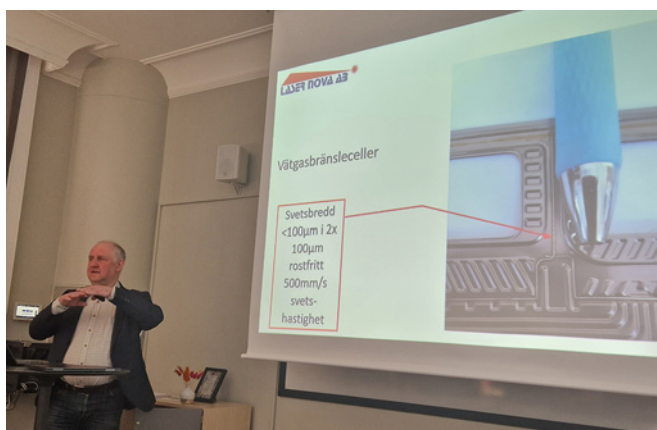
Ordförande Jan Frostevarg från LTU, önskade deltagarna välkomna till Lasergruppens Årsmöte och Laserdag I.



Jan Frostevarg inleder årsmötet för Lasergruppen.



Deltagare på Laserdag I 2024.



Rickard Olsson från Laser Nova håller föredrag.



Mikrobearbetning

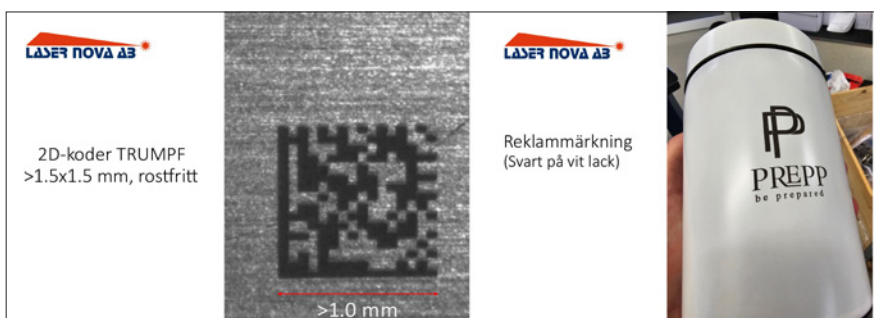
Rickard Olsson

Lasernova AB

Dr Rickard Olsson från Laser Nova AB i Östersund höll ett anförande om vad Laser Nova arbetar med inom mikrobearbetning med lasrar. Här beskrev bland annat vad de definierar som mikrobearbetning, han beskrev även vilka lasrar de har inom firman och hur dessa används vid: svetsning av tunna material, precisionsskärning av tunna material samt ytstrukturering av medicinska produkter.

Även en beskrivning av vilka problemställningar man möts av då materialen är tunna, runt 0.1mm i tjocklek och därmed ofta svåra att fixturera på ett säkert sätt.

Avslutningsvis presenterades vilka möjligheter som erbjuds med deras nya kortpuls-laser som arbetar med pulser inom området några 10-tals pico-sek-



Bearbetning på medicinska implantat av titan. Önskad struktur syns bäst i mittersta bilden. (Oticon Medical)

under (10-12 s) i pulslängd.

Dessa så kallade picoskundmärkare möjliggör en kall bearbetning av ytor i

motsats till traditionell märkning som arbetar med nanosekundpulser (10-9 s) där rätt mycket termisk påverkan sker.

Forskningsprojektet Empire

Ethan Sullivan

Swerim AB

Projektfakta:

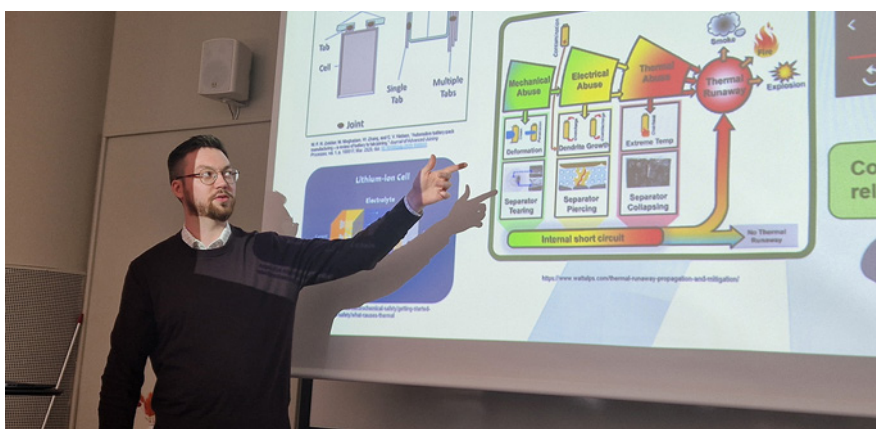
Projekttitel: EMPIRE – Enhanced Material Properties In joints in Li-Ion batteriEs – Nya materialkoncept för säkrare och robustare batterifogar i elfordon

Projektleddare: Paul Kah, Högskolan Väst

Löptid: 2021-2023

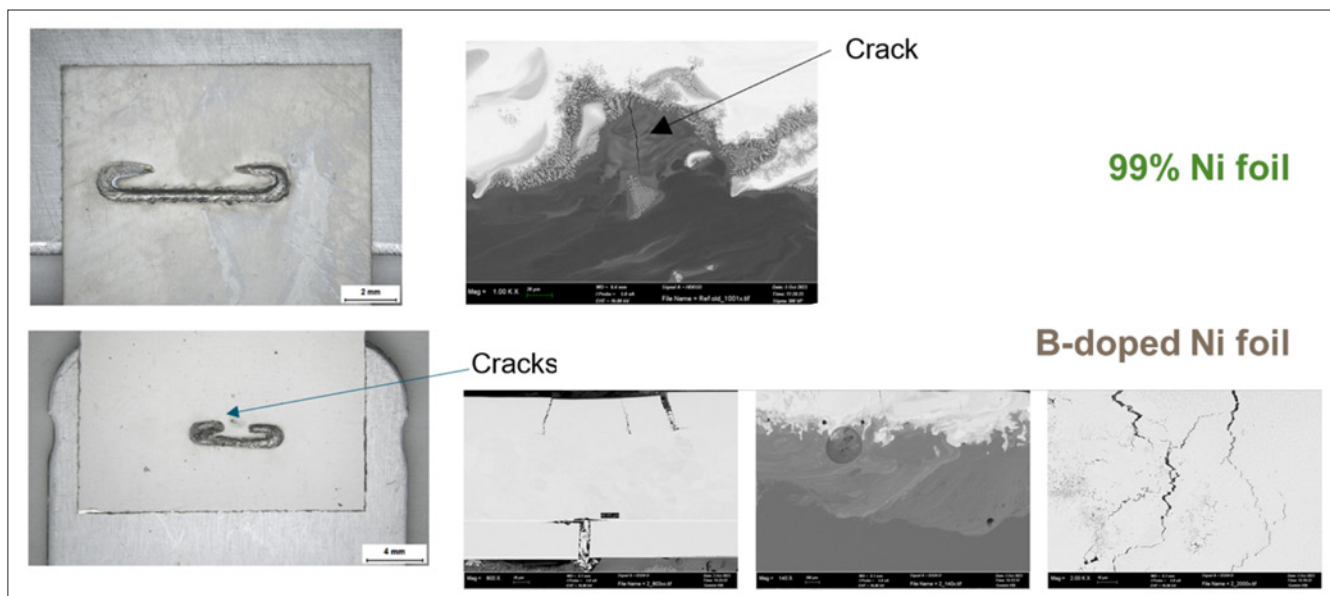
Finansiär: Vinnova, Metalliska Material
Budget: 5,7 MSEK

Projektdeltagare: Högskolan Väst, Swerim, Scania, Polarium, Gränges, Materion, Trumpf Maskin

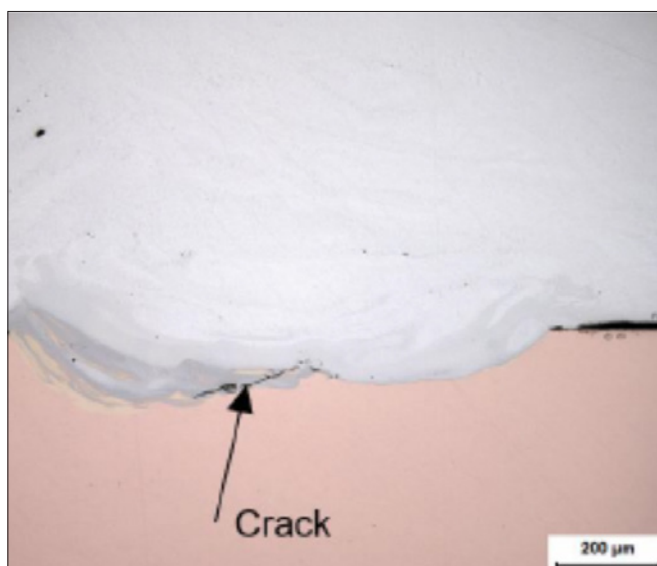


Fordonsindustrin befinner sig mitt i en pågående omställning mot elektrifiering, det vill säga e-mobility. Den enk-

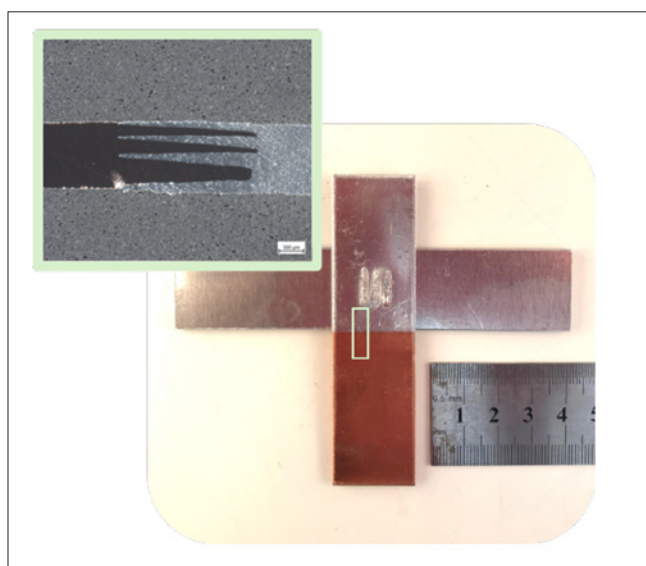
laste batterienheten som ger ström kallas för celler som finns i olika former, bland annat cylindrisk, prismatisk samt



Figur 1: Ni-B beläggningen orsakade ett hårt och sprött skikt som inte hindrade sprickbildning i folien.



Figur 2: Spricka i intermetallen i en Cu-Al lasersvets.



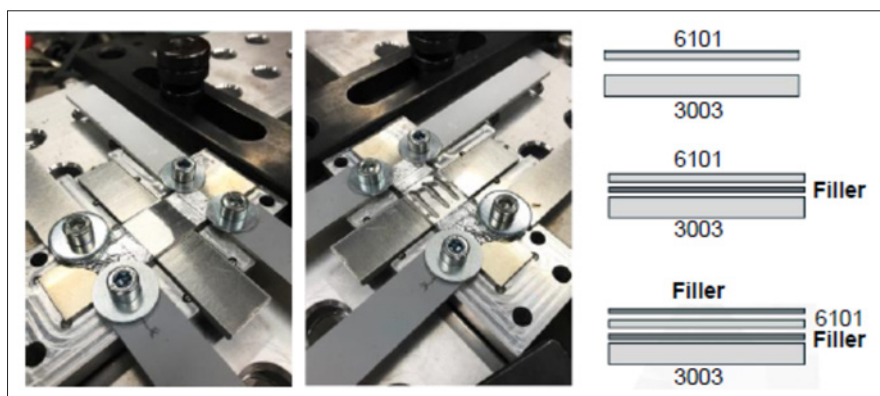
Figur 3: Tvärsnitt på samman-valsat Cu-Al material samt svetsprov.

”pouch.” Dessa celler samlas ihop med hjälp av ett ramverk i en så kallad modul som ger skydd mot externa vibrationer och mekanisk chock. Till slut kombine-

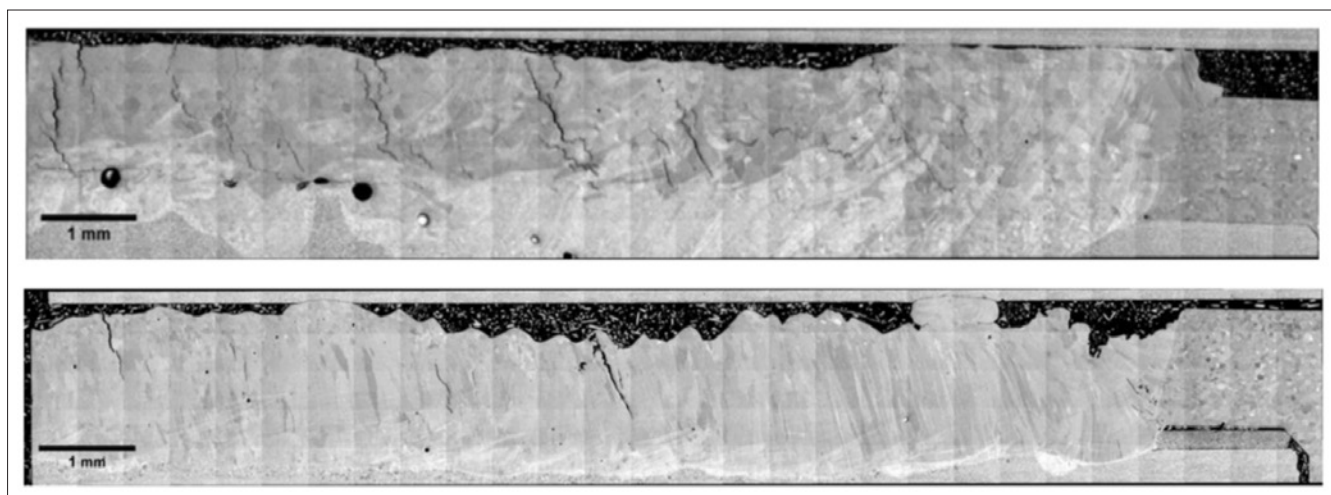
ras flera moduler i ett batteripack som är den slutliga formen batterimonteringen antar i ett elfordon. För att samla ström från alla celler och föra ström

genom moduler så fogas dem ihop med samlingsskenor, så kallade ”busbars”. Då det är många battericeller som är seriekopplade, och därmed många batterifogar i serie, gör att tillförlitlighetskraven blir mycket höga. Något förenklat, om ett fel på 10 000 fordon är en acceptabel nivå, och det finns 250 celler i serie, leder till att acceptabel felfrekvens på en batterifog är en på fem miljoner. Ett fel i en batterifog kan leda till förhöjd temperatur som i sin tur leder till ytterligare värmeutveckling på grund av kemiska reaktioner i batteriet, vilket kan leda till en okontrollerad temperaturökning och batteribrand.

Med nya generationer av fordons- och batteridesigner och införande av



Figur 4: Tre olika svetskonfigurationer testades med Al-Si tillsatsfolie med inbyggd flussmedel.



Figur 5: Övre SEM-bild visar längsgående tvärsnitt på en lasersvets utan tillsatsfolie, och nedre SEM-bild visar en lasersvets med en tillsatsfolie. Mängden porositet och varmsprickor minskar i svetsen som utförts med en tillsatsfolie.

nya funktionaliteter som snabbbladdning ställs det ännu högre krav på de elektriska fogarna som håller ihop och leder ström mellan celler och moduler.

Målet med EMPIRE-projektet var att förbättra lasersvetsade batterifogar genom att förbättra materialegenskaper. Tre olika koncept utvärderades:

1. Bor-dopade nickelfolier
2. Sammanvalsade aluminium-koppar band
3. Aluminium-kisel tillsatsfolie med inbyggt flussmedel

Bor-dopade nickelfolier

I vissa fall vill man kunna svetsa nickelfolier mot aluminiumbatteriterminaler för att mäta spänningsfall över battericellerna. När det gäller smältsvetsning av artskilda material som Ni-Al eller Al-Cu brukar det bildas spröda intermetalliska föreningar, även kallade "intermetaller", som ger dåliga utmattningsegenskaper i fogen. Det finns beskrivet i flera studier att små tillsatser av bor kan avsevärt öka segheten av de spröda intermetalliska faserna som bildas mellan Ni och Al. I detta projekt utvärderades olika bor-dopade nickelfolier samt ren nickelfolie för svetsning mot 1050 Al. Dopning gjordes genom kemisk nickelbeläggning med bor tillsats (Ni-B).

SEM-bilderna nedan visar de förväntade sprickorna som uppstod efter lasersvetsning av ren Ni mot 1050 Al. Sprickan löper tydligt genom området mellan materialen där intermetaller typiskt bildas. Den bor-dopade folien misslyckades att förebygga sprickor som sågs i

både skarven och i Ni-B beläggningen som visade sig vara spröd. Snabb termisk krympning under lasersvetsning ledde förmodligen till att den spröda Ni-B beläggningen sprack. För att bättre undersöka påverkan av bor på intermetallens sprödhet gäller det att antingen minska beläggningens hårdhet genom glödning eller att tillföra bor till smältan på ett annat sätt.

Sammanvalsad aluminium-koppar-plåt

Koppar med dess hög strömledningsförmåga är vanligt förekommande som ledningsmaterial i samlingsskenor. I de fall kopparledaren och aluminiumbatteritabbarna behöver svetsas ihop, kan det bildas spröda intermetalliska faser mellan Cu och Al som lätt ger upphov till sprickor. Tvärsnittet nedan visar en spricka som uppstod efter lasersvetsning av elektrisk koppar mot 1050 Al. I EMPIRE projektet prövades ett koncept där aluminium och koppar har valsats tillsammans i en laxformad överlapps-fog vilket möjliggjorde att aluminium kunde sedan svetsas direkt mot aluminium och därigenom kan problemet med spröda intermetaller undvikas, se nedanstående figurer. Utmattningsprov visade att aluminium-koppar fogarna var lika starka eller ännu starkare än grundmaterialet, som var aluminium.

Aluminium-kisel tillsatsfolie med inbyggt flussmedel

Även i fogar mellan Al-Al kan det uppstå problem med svetskvalitet. Vissa aluminiumlegeringar har hög sprickbe-

nägenhet och smältsvetsprocesser med snabba avkylningshastigheter, såsom lasersvetsning, kan orsaka varmsprickor vilket även minskar fogens mekaniska egenskaper. Trots det vill man gärna använda sådana aluminiumlegeringar på grund av deras hög hållfasthet med bibehållen strömledningsförmåga. Om risken för varmsprickor kan minskas kan dessa legeringar utnyttjas till fullt för elektriska samlingsskenor. För detta ändamål prövades ett nytt materialkoncept med ett speciellt utvecklat tillsatsmaterial med hög kiselhalt och med inbyggt flussmedel. Materialet förväntas verka tvåfaldigt i svetsen: ytorna rengörs från ytoxider samtidigt som legeringsämnen tillförs till smältbadet för att minska risken för varmspricksbildning. Svetskonfigurationer med ingen folie, en folie samt två folier mellan 6061 och 3003 aluminiumremsor testades med låg, mellan samt hög lasereffekter.

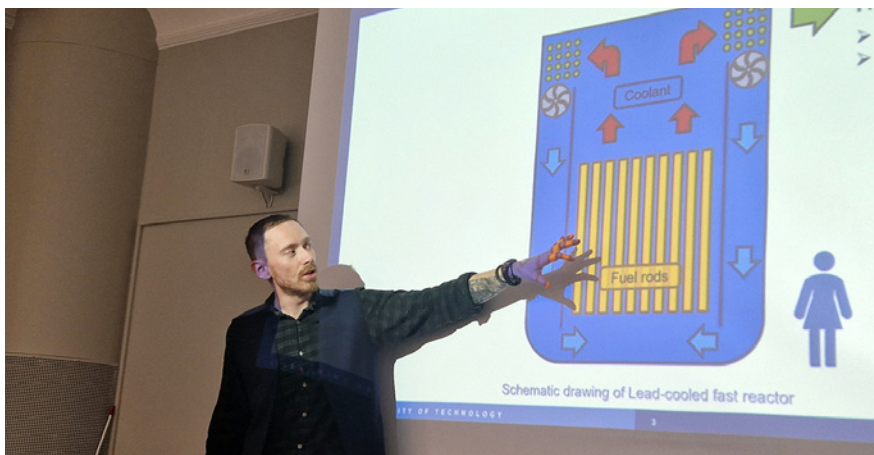
Längsgående tvärsnitt visade att optimal påverkan uppnåddes en tillsatsfolie och mellanlasereffekt. I fallen med två folier tycks för mycket flussmedel ha förångats vilket orsakade hög porositet i svetsmetallen. I fallet med en tillsatsfolie visade både minskad mängd porositet samt minskad omfattning av varmsprickor vilket medför ett viktigt framsteg i förbättrad förbandskvalitet i lasersvetsning av aluminium för batteriapplikationer.

Sammanfattningsvis, i EMPIRE-projektet har det utvecklats och utvärderats flera lovande implementerbara materialkoncept som kan ge säkrare och robustare batterifogar i elfordon. »

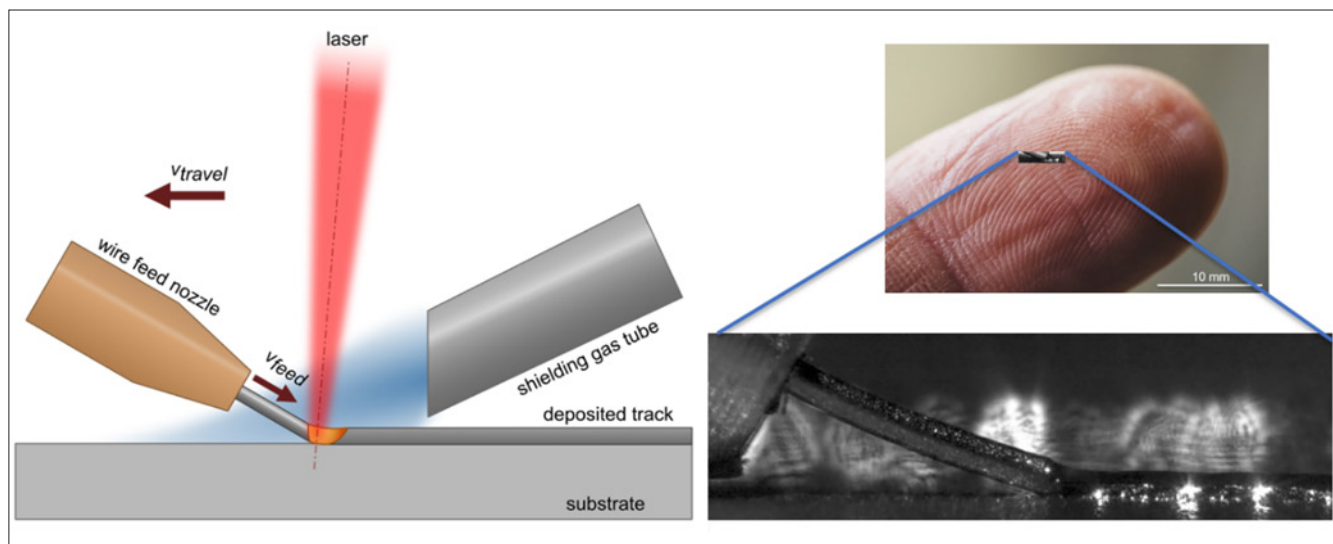
Laser cladding with thin wires

Jan Frostevarg, Paul Gruber
LTU

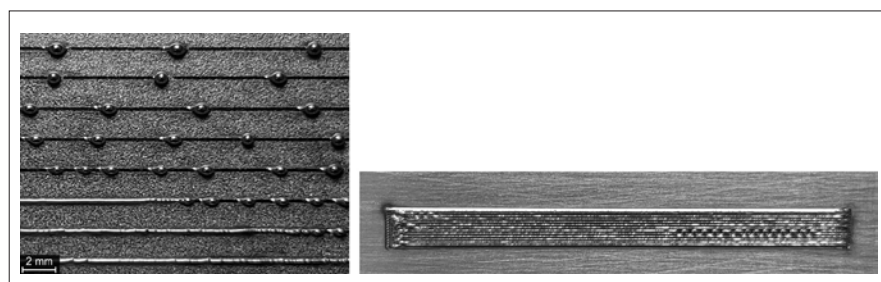
I detta arbete finansierat av SSF är rollen hos LTU att utveckla en process för att senare kunna beklä stavarna med ett material som ska agera som ett skyddande hölje som motstår både friktion och frätning från det flytande blyet. Medans det tänkta materialet utvecklas har här närliggande material testats först på platta provbitar och senare på rör med rätt tjocklek och diameter. Detta lager behöver vara mycket tunt och tätheten i det påsvetsade lagret behöver även vara homogent och utan mycket diskontinuiteter eller defekter i form av



Inom Sunrise-projektet lett av KTH och blykalla utvecklas teknik för att på sikt kunna bygga småskaliga kärnreaktorer där det flytande mediet är av bly istället för vatten. Detta medför många fördelar men också en del utmaningar. En av dessa utmaningar är att stavarna som ska sänkas ner i det flytande blyet är gjort av rostfritt stål, vilket står emot strålning men inte det flytande bly som är frätande för materialet.



Figur 1: Uppställning av laserpåsvetsningen som användes (tv) och en bild från höghastighetsfilmning, med fingerjämförelse för storleksskala (th).



Figur 2: Resultat från påsvetsning där det till vänster (tv) visas tidiga resultat och till höger (th) efter processen kunnat justeras.

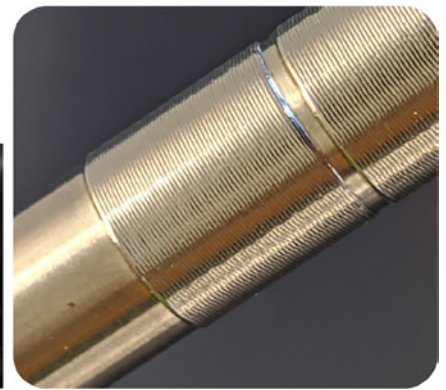
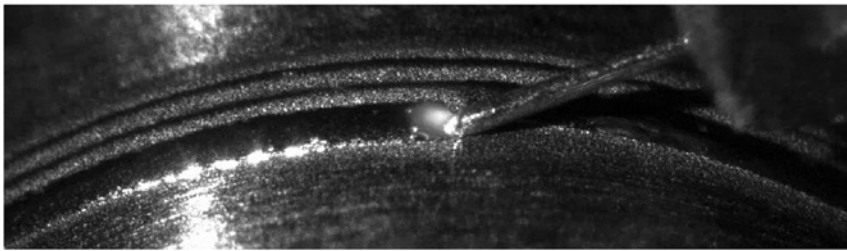
porer eller bindfel. Uppblandningen av basmaterialet får ej heller vara hög och det behöver vara full atomisk bindning. Valet av metod föll på laserpåsvetsning, men det har tidigare inte gjorts i denna storleksskala, med en tråd som är endast 200µm i diameter. Uppställningen för processen kan ses i Figur 1 (tv). Processen observerades med höghastighetska-

mera med hög spatiell upplösning, där storleken på bilden från filmning visas i skala mot ett finger.

För att få till påsvetsning gjordes först försök att skapa enskilda spår och hade inledningsvis flera problem med vidhäftning, översmältning, positioneringsfel och annat. Dessa problem löstes ett i taget, där vi från att ha droppar

som bildades på tråden och därefter på yta som ska beläggas till att skapa enhetliga jämnt formade spår, Figur 2 (tv). Metodiken är att smälta en trådbredd, dvs tråd matas i samma hastighet som förflyttning över ytan, där tråden trycks lite mot ytan så att den trycks på plats och smältbryggan inte bryts av små rörelser hos tråd eller på grund av ytans ojämnheter. Efter cirka 200 försök har fungerande parametrar nåtts och ytor kan skapas, Figur 2 (th), dock fortfarande till viss del med droppformation, vilket kunde åtgärdas genom rengöring av tråd inför processen.

De funna parametrarna kunde användas på rör som ska beläggas med trådmaterialet, genom rotation och långsam förflyttning i sidled. Även rören är svåra att rotera exakt rakt och värme byggs upp vilket leder till att processen efter



Figur 3: Bild från höghastighetsfilmning när rör påsvetsas (tv) och resultat efter påsvetsning (th).

några varv inte längre fungerar som tänkt. Genom att applicera lite längre stickout och trycka tråd mot yta kan variationer i ytan kompenseras för. Genom att blåsa luft eller vatten igenom

röret under svetsning minskar uppbyggnaden av värme och hela ytor kan täckas av processen, *Figur 3*.

Kommande arbete kommer att vara att använda de slutligt tilltänkta materialen

och justera parametrar något för dessa, samt ta fram en process som fungerar för att belägga längre bitar av rör, så att det finns en fungerande process inför kommande implementering för produktion.

Laser påsvetsning – ett verktyg för ökad livslängd

Sören Isaksson

Duroc Laser Coating

Det finns rad olika metoder för ytbeläggning, vilka idag är vanliga sätt att förbättra ytor för ökad komponentlivslängd. De olika metoderna kan grovt delas upp i tre huvudgrupper: termisk sprutning, påsvetsning och deposition av förångade eller lösta ämnen. Depositionsmetoderna ger en tunnare beläggning som ofta används på ett annat sätt än de övriga, varför termisk sprutning och påsvetsning är de som oftast jämförs.

Termisk sprutning begränsas av sämre vidhäftning samtidigt som beläggningen oftast har en porös struktur vilket även det kan begränsa egenskaperna. Påsvetsade skikt har däremot en metallurgisk bindning och om det utförs rätt ingen eller minimal porositet.

När laser används som värmekälla vid påsvetsning öppnas unika möjligheter som inga andra svets- eller beläggningsmetoder klarar av. Den i det närmaste obegränsade möjligheten till hög effektivitet som laser har ger mer kontrollerad och snabbare uppvärmning och avkylning av det påsvetsade materialet, vilket i sin tur ger en mängd fördelar jämfört med alla andra svetsprocesser. Bland annat medför effektiviteten finare mikrostruktur, mindre uppsmältning och mindre värmeöverföring till grundmaterialet. Speciellt när man påsvetsar

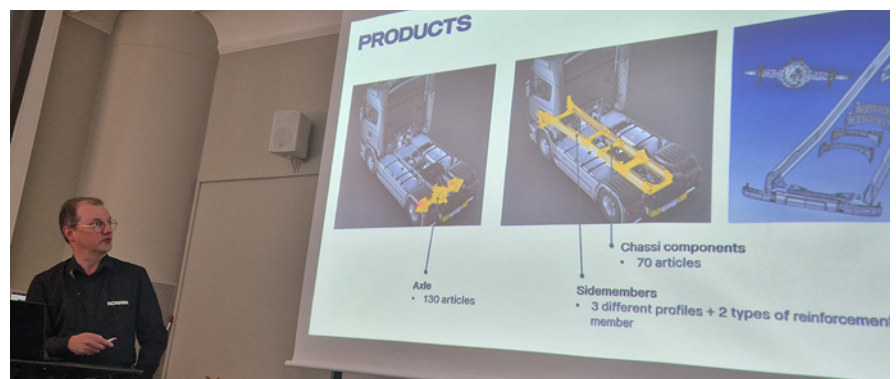


med karbidblandningar ger den snabba processen nästan ingen upplösning av primärkarbider och därför också mycket färre sekundärkarbider, vilket i sin tur genererar betydligt bättre nötningsegenskaper. Duroc Laser Coating utnytt-

jar dessa möjligheter för att skapa beläggningar med unika egenskaper inom många industrisegment. Flera redovisade praktikfall ger exempel på hur laserbeläggning flerdubblar livslängden och minskar antalet kostsamma repstopp. »

Erfarenheter av 20 års lasersvetsning av tappar

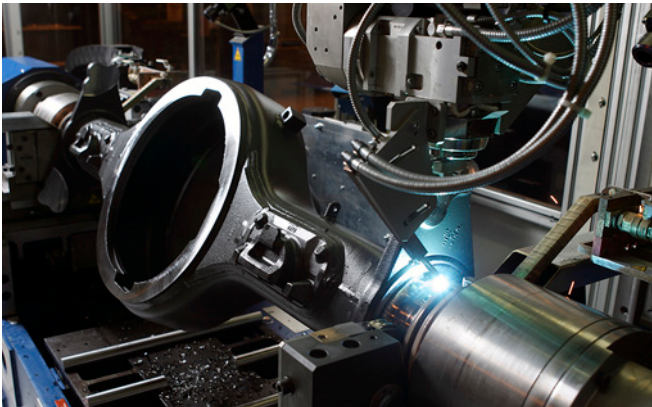
Mikael Juntti, Ferruform AB, Scania Luleå



Rundvandring Scania Luleå

Scania Luleå, även kallat Ferruform AB (juridiskt namn), är ett fristående helägt dotterbolag till Scania. Man är centrum för Scantias tillverkning av ramkomponenter i höghållfasta material. Dagligen görs leveranser av bakaxlar, sidobalkar (rambalkar), tvärbalkar, och andra ramkomponenter till Scantias chassimonteringar i Södertälje, Zwolle och Angers.

Vid verkstadsbesöket så visades huvudsakligen svetsning av bakaxlar mha MAG och lasersvetsning av axeltappar med efterföljande ultraljudskontroll.



Rundvandring Duroc Laser Coating

Duroc Laser Coating erbjuder reparation av stål- ytor och nyttillverkning av kundunika ytbehandlade komponenter i små och stora serier. Ytor utsatta för slitage, värme eller korrosion återställs och förstärks med hjälp av laserpåsvetsning, laserimpregnering eller laserhårdning. ■



Termer och definitioner lasersvetsning

International Institute of Welding, IIW, Commission VI Terminology, har ett pågående standardiseringsprojekt för terminologi för lasersvetsning. Standardförslaget betecknas ISO/WD 25901-5 "Svetsning och besläktade förfaranden – Terminologi – Del 5: Lasersvetsning" och innehåller ett drygt 100-tal termer med definitioner.

Ett urval av termerna och definitionerna kommer att översättas till svenska och presenteras löpande i Lasernytt. Här nedan kommer de första inslaget. De inledande termerna är allmänna respektive olika lasertyper.

Språk	Term	Definition
English	Laser	Device having an energized amplifying medium within an optical resonator that generates coherent electromagnetic radiation with wavelengths up to 1 mm by means of amplified stimulated emission. Note 1 to entry: The term "laser" is an acronym for "light amplification by stimulated emission of radiation", which is a physical phenomenon for amplifying or generating coherent radiation (laser radiation).
Svenska	Laser	Anordning med ett strömsatt förstärkningsmedium inuti en optisk resonator som genererar koherent elektromagnetisk strålning med våglängder upp till 1 mm med hjälp av förstärkt stimulerad emission. Anmärkning 1: Termen "laser" är en akronym för (på Engelska) "light amplification by stimulated emission of radiation", vilket är ett fysikaliskt fenomen för att förstärka eller generera koherent strålning (laserstrålning).
Källa	ISO 11145:2018, 3.19.1 modifierad genom borttagning Anm 1 och ändring Anm 2 till Anm 1	

Språk	Term	Definition
English	Laser beam	Spatially directed laser radiation. Note 1 to entry: laser beam is also simply referred to as laser or beam.
Svenska	Laserstråle	Rumslig riktad laserstrålning. Anmärkning 1: laserstråle kallas även förkortat som laser eller stråle.
Källa	ISO 11145:2018, 3.19.5 modifierad genom tillägg av Anm 1	

Språk	Term	Definition
English	Continuous wave laser <i>cw laser</i>	Laser source continuously emitting radiation over periods of time greater than or equal to 0,25 s. Note 1 to entry: This definition is consistent with the definition of "continuous wave" in IEC 60825-1 "Safety of laser products – Equipment classification, requirements, and user guide".
Svenska	Kontinuerlig våglaser <i>cw laser</i>	Laserkälla som kontinuerligt sänder ut strålning under tidsperioder som är större än eller lika med 0,25 s. Anmärkning 1: Denna definition överensstämmer med definitionen av "kontinuerlig våg" i IEC 60825-1 "Säkerhet för laserprodukter - Utrustningsklassificering, krav och användarguide".
Källa	ISO 11145: 2018, 3.19.2	

Språk	Term	Definition
English	Pulsed laser	Laser source which emits radiation in the form of a single pulse or a train of pulses where the duration of a pulse is less than 0,25 s.
Svenska	Pulsad laser	Laserkälla som avger strålning i form av en enstaka puls eller en serie pulser där varaktighet för en puls är mindre än 0,25 s.
Källa	ISO 11145:2018, 3.19.3	

Språk	Term	Definition
English	Gas laser	Type of laser source which uses a gas mixture as the active laser medium to generate the laser beam.
Svenska	Gaslaser	Typ av laserkälla som använder en gasblandning som aktivt medium för att generera laserstrålen.
Källa	IIW MCT Part 9:1981, 8462	

Nyheter från kommissionen C-IV "Power Beam Processes" av IIW



Alexander Kaplan
Luleå tekniska universitet

Test specimen measurement results	DED-EB	DED-LB
Weight of the cylinder	63.6 g	93 g
Inner radius of the cylinder	38 mm	35 mm
Height of the cylinder	28 mm	40 mm
Wall thickness of the cylinder	3 mm	2 mm
Energy consumption process	236,117 kJ	1,027,288 kJ
Standardized data per g of additively manufactured material unit	DED-EB	DED-LB
Compressed air consumption	0.031 m ³ /g	0.097 m ³ /g
Helium consumption	-	0.77 l/g
Argon consumption	-	1.94 l/g
Amount of filler material	1 g	2.24 g
Energy consumption process	3713 kJ/g	11,046 kJ/g



Figur 1: Analys av förbrukning för ett cylindriskt aluminium-brons rör, additiv tillverkad med DED-EB (elektronstråle) jämfört med DED-LB (laserstråle).

Kommissionen C-IV "Power Beam Processes" har haft sin årliga konferens 8-10 juli 2024 på Rhodos, Grekland. Som del av de dusintals kommissioner av IIW, "The International Institute of Welding" omfattar C-IV materialbearbetning med laserstråle och elektronstråle. Framför allt handlar det om relevanta föredrag, och om nätverkande, utöver vissa formella insatser. En del av alla föredrag har traditionellt igen sammanlagts med kommissionerna C-I (AM, ytbehandling, skärning) och C-XII (ljusbågesvetsning). Totalt blev det 49 presentationer, därifrån fem om elektronstråleapplikationer och 28 om laserbearbetning. Inom laserbearbetning handlade fem föredrag om hybridsvetsapplikationer med laser, ytterligare 16 om lasersvetsning, fem om laser additiv tillverkning (AM) och två om andra laserapplikationer.

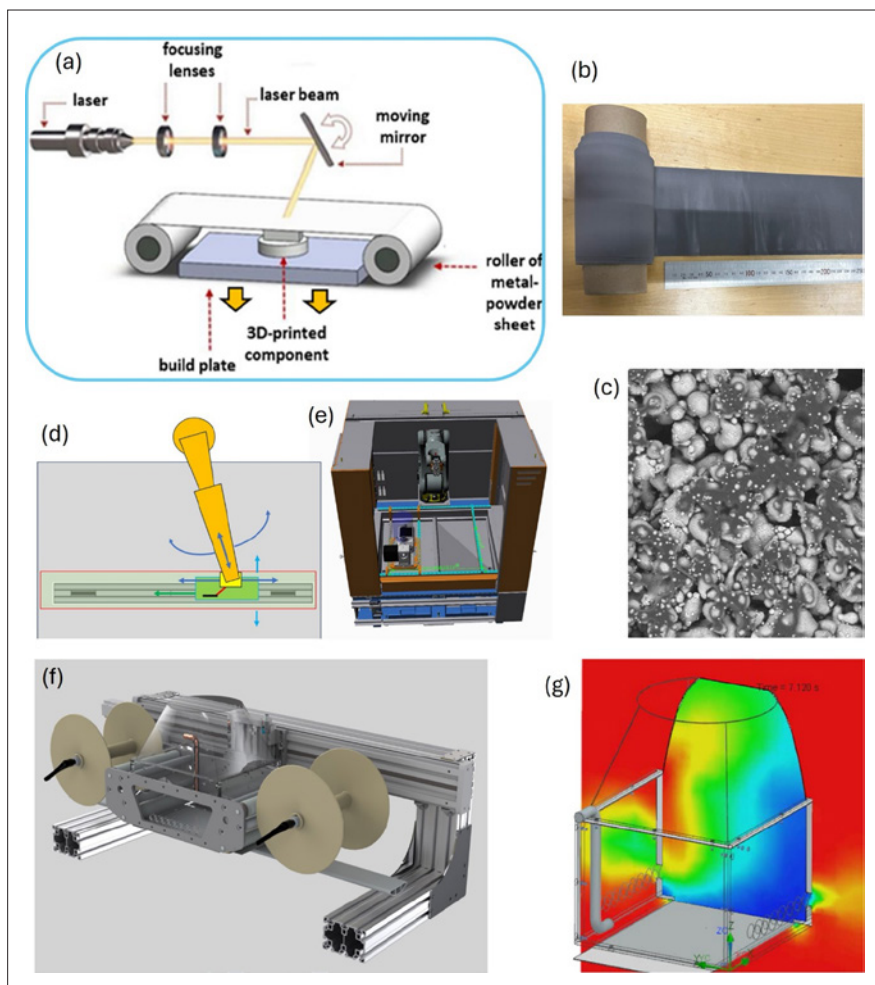
Additivt tillverkade delar förbrukar ju under produktionen material och andra resurser på annat sätt än konventionellt tillverkade metalliska produkter. Därför är publikationer om beräkning av resurser och exempelprodukter av nytta. I Berlin jämförde Herr Raute additiv tillverkning av ett aluminium-bronsrör genom DED (Direct Energy Deposition, här med matad pulver) för en elektronstråle och för en laserstråle, genom LCA, Life Cycle Analysis. Utöver gasförbrukning, som visas i Figur 1, beräknades även ekvivalenta emissioner som CO₂, i standardiserade format. Laserstråltekniken förbrukade dock kring tre gånger så många resurser som elektronstråle,

särskilt ström. Förbrukning av ström, tryckluft, skyddsgas och material ingick i analysen. Även elektronstrålen förbrukar kring tusen gånger så mycket energi än som behövs för att bara smälta materialet. Liknande trender av icke-effektiva processer identifierade vi förresten på LTU genom beräkningsanalyser för laserpulverbäddprocessen, PBF-LB. Så det finns mycket potential för betydligt mer effektiv additiv tillverkning.

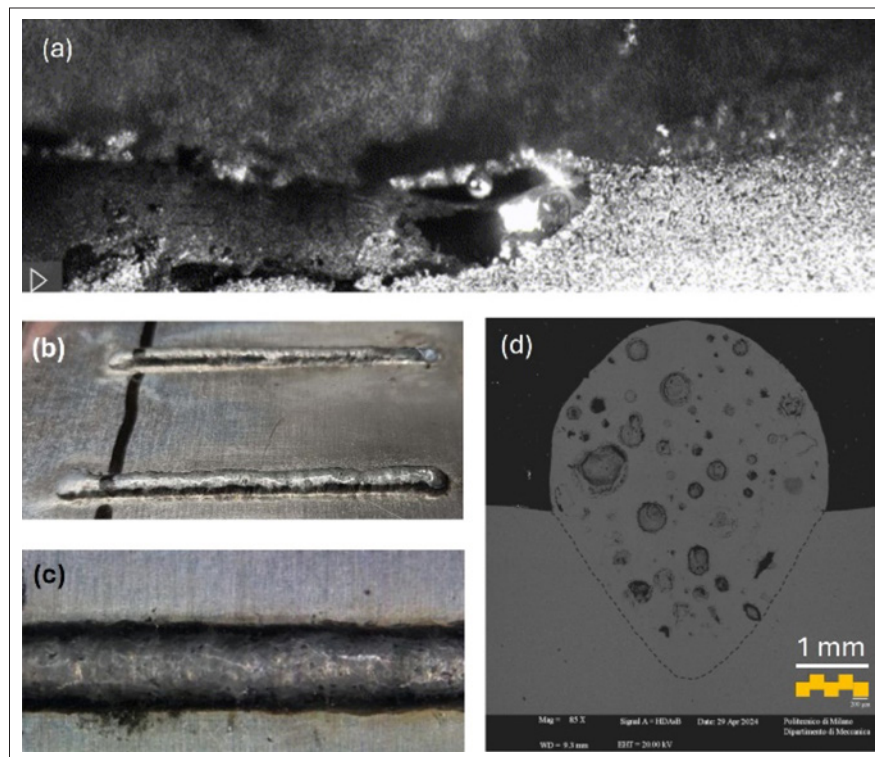
På Luleå tekniska universitet (LTU) forskar vi aktuellt i ett europeiskt projekt, PosAddive, om ett intressant alternativ för pulverhantering, som jag fick presentera, nämligen att skapa ett band av pulver, genom ett bindemedel,

se Figur 2(b), och under mikroskopet i Figur 2(c). Tekniken från Trinity College i Dublin möjliggör att pulvret inte rör sig. Istället transporteras pulverbandet genom ett rollverktyg till laserstrålen, se Figur 2(f), (a) där laserstrålen omsmälter en del av pulvret, medan det organiska bindemedlet förångas. Det resterande bandet transporteras vidare och blir återanvänt eller återvunnet. I Figur 2(d),(e) visas hur den roller kunde integreras i en arbetscell med en robot, för tillverkning av längre produkter. Figur 2(g) visar en numerisk simulering av skyddsgasflöde i en plexiglaskammare, för att minimera oxidationen. Exempelresultat för två aluminiumspår visas i Figur 3, för elva lager på höjden. Figur 3(a) visar från höghastighetsfilmning av processen att metallpulverbandet lägger sig bra över de tidigare spåren för att sedan smältas om med lasern. Däremot är porbildning genom bindemedlen en av ett antal utmaningar som behöver utforskas och optimeras ytterligare, för den nya, okonventionella tekniken.

Laserpåsvetsning av koppartråd på en rostfri stålplatta undersöktes på Osaka universitet, Japan. Nuförtiden finns det även kommersiella högeffektlasrar med en blå våglängd, t ex 450 nm, som absorberar särskilt koppar betydligt bättre än de etablerade Near InfraRed lasrar



Figur 2: Ny AM-teknik studerat på LTU där pulver tillförs som (b),(c) band, genom ett bindemedel; motsvarande system (a),(d),(e),(f); (g) strömningsberäkning av skyddsgas i bearbetningskammaren.



Figur 3: Resultat från laser additiv tillverkning med aluminiumpulver transporterad på en band; (a) höghastighetsfilmning av band och smältpölen, (b) två spår med 11 lager varje, på en plåt, (c) spår ovanifrån, (d) spår tvärsnitt, efter 11 lager, som visar porer.

(NIR, som fiberlasern med 1030 nm), som visas i *Figur 4(a)*. Motsvarande kunde man nå bra vätning av koppar på ståltytan bara genom den blåa våglängden, i samband med en lämplig trådmatningshastighet, som tvärsnittet i processkartan i *Figur 4(b)* visar. Höghastighetsfilmning av smältpölen under bearbetningen, *Figur 4(c)*, bidrar till en förklaring av trenden, att en snabb trådmatning skapar ett bra lager av låg uppblandning med substraten, mindre än 1 %. Den högre absorptionen med blått laserljus leder även till en betydligt effektivare process. Den blåa diodlasern hade en effekt av 1.5 kW och en fiberkärndiameter av 400 μm .

Att svetsa additivt tillverkade delar till större produkter möjliggör bra kombinationer av konstruktioner och tillverkningsprocesser. På Turku universitet, forskargruppen kring Prof. Antti Salminen, undersöktes lasersvetsning av en additivt tillverkad Inconel plåt med en vanlig rostfri stålplåt, som stumfog. För laserpulverbäddtekniken, PBF-LB, jämfördes om den anisotropiska byggorienteringen placeras parallellt eller normalt till svetsen, som illustreras i *Figur 5(a)*. Dessutom jämfördes "as-built" (AB) med "heat treated" (HT), som visade olika hårdhetsförlopp tvärs över svetsningen, *Figur 5(c)*, och olika dragprovningresultat, *Figur 5(d)*. Värmebehandlingen skapade en högre hårdhet på den finkorniga AM-sidan, till höger i svetstvärsnittet i *Figur 5(b)*, fast en lägre brottgräns. Lasersvetsningen skapade en bra övergång mellan de två materialen. För lägre sträckenergi var resultaten mindre beroende av orienteringen och värmebehandlingen än för högre sträckenergi.

Rafael Nunes från BWI, The Belgium Welding Institute, visade en omfattande systematisk undersökning av sex olika svetsmetoder för stumfogar av två konventionella aluminiumplåtar men även för kombinationer där en plåt är tillverkad med AM, se *Figur 6(a)*. Som AM-teknik användes antingen WAAM (Wire Arc Additive Manufacturing) eller PBF-LB, laser pulverbädd. Som man ser i *Figur 6(a)* skapar laserstrålen (LBW) en väldigt fin, små svetsgeometri jämfört med de olika andra teknikerna, som ljusbåge (GMAW, GTAW), plasma (PAW) eller Friction Stir Welding (FSW). Rotation Friction Welding (RFW) skapar en helt annan fogning. I

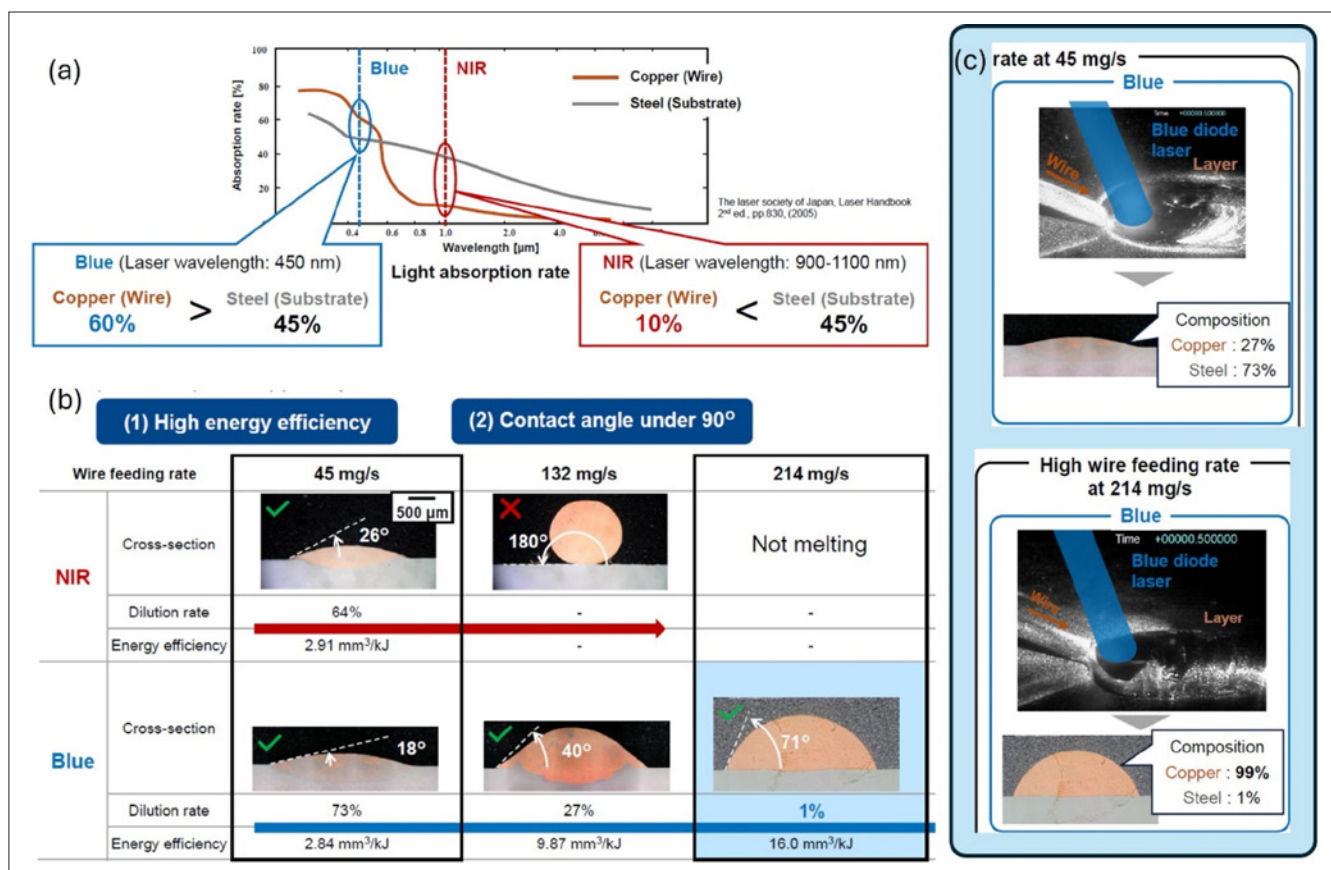


Figure 4: Laserbeläggning av koppartråd på stål; (a) jämförelse av absorption för en blå laservåglängd jämfört med den vanliga infraröda våglängden; (b) tvärsnitt av beläggningsresultat för olika våglängder och trådmatningshastigheter; (c) processbilder för blå laserljus och två olika trådmatningshastigheter.

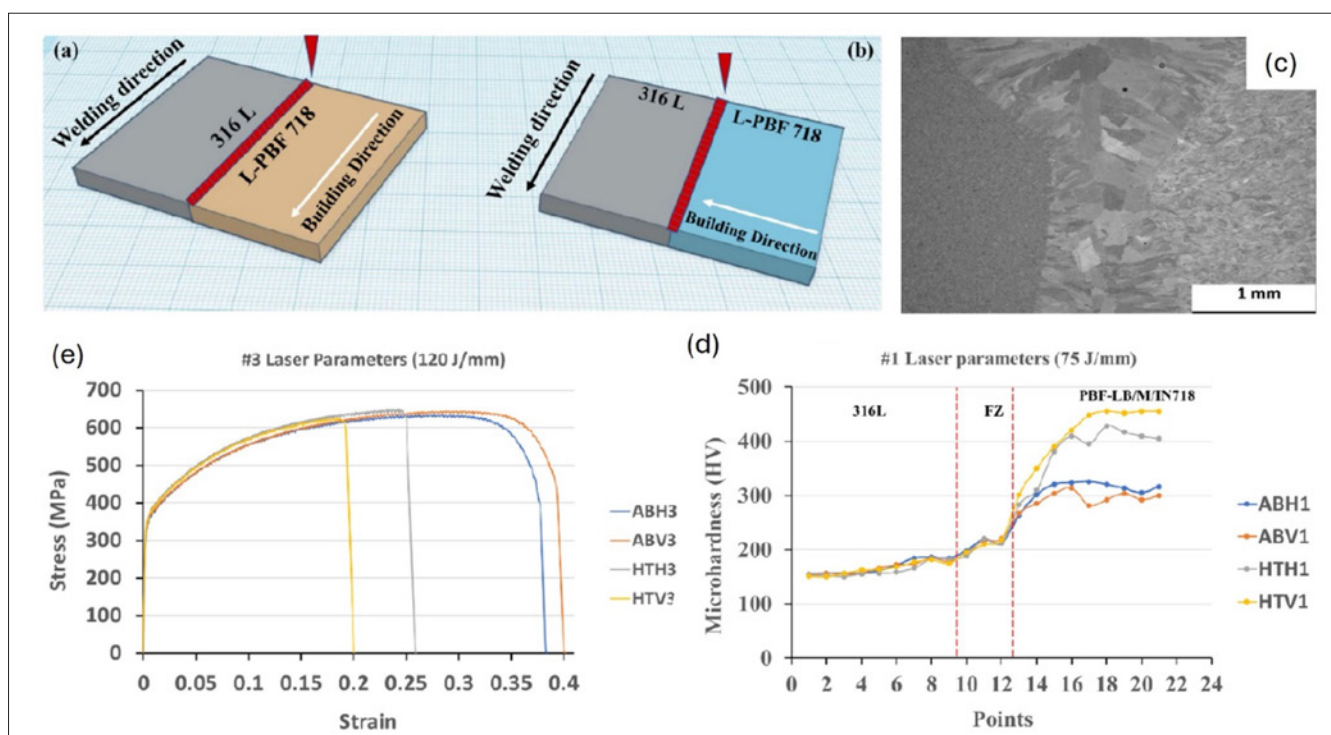
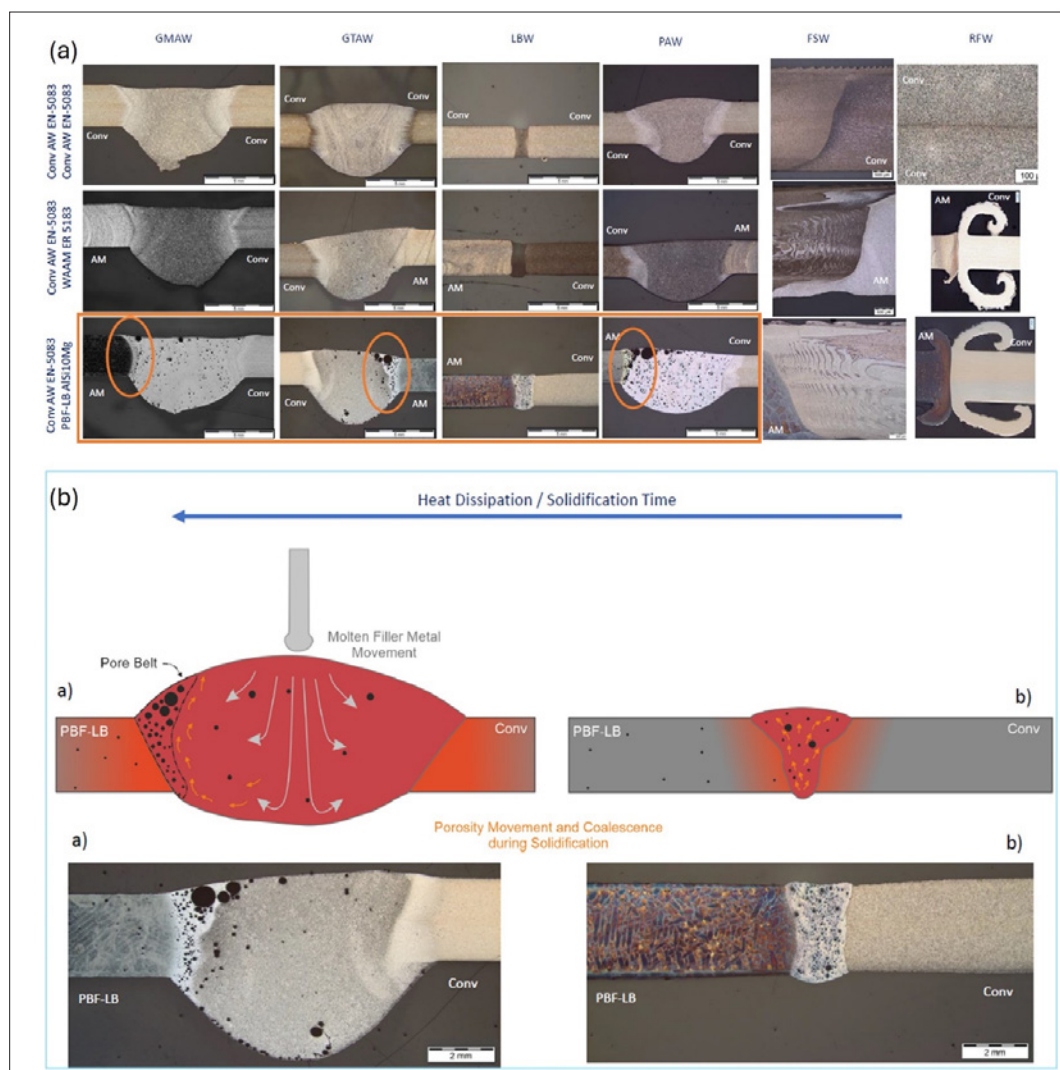


Figure 5: Lasersvetsning av AM-tillverkad Inconel plåt med en vanlig stålplåt; (a),(b) principskiss för två olika AM-byggorienteringar, (c) svetsvärsnitt, (d) hårdhet tvärs över svetsen, för fyra olika behandlingar, (e) dragprovingskurvan för fyra olika behandlingar.

Figur 6(b), vänster, visar tvärsnittet efter ljusbågs svetsning en tydlig porbildning åt sidan av den laser additivt tillverkade delen (PBF-LB), även illustrerad teore-

tiskt. Bubblorna i den stora smältpölen kan kombineras till större bubblor och porer (koalescens). För den mindre breda lasersvetsningen, av en AM-tillver-

kad plåt med en vanlig plåt, Figur 6(b), höger, blir porbildningen mer homogen över svetsen. Jämförelsen mynnade i systematiska utvärderingar ang svets-



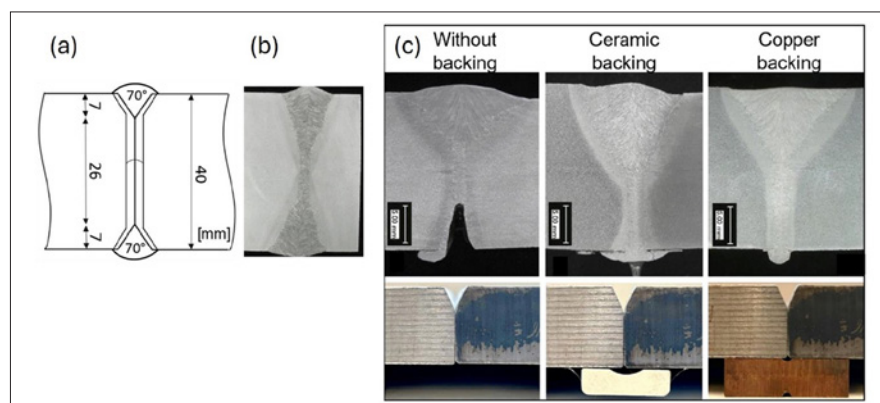
Figur 6: Sammanfogning av en PBF-LB tillverkade plåt med en vanlig aluminiumplåt; (a) jämförelse av svetsvärsnitt för olika svetsstekniker, (b) jämförelse och teoretisk förklaring av svetsvärsnittet och porbildningen för GTAW (vänster) och lasersvetsning (höger).

barhet, mikrostruktur och mekaniska egenskaper, där Friction Stir Welding presterade bäst.

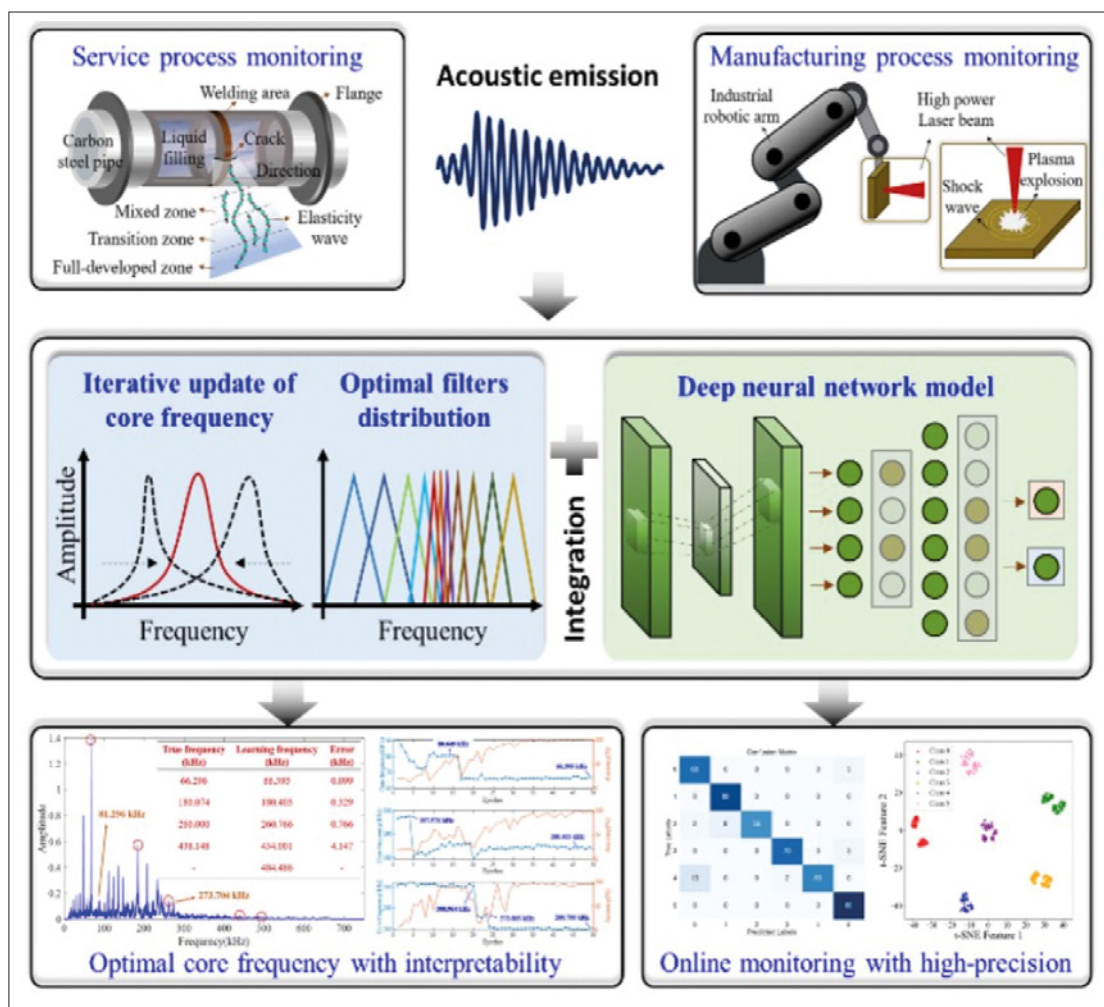
De många presentationer om lasersvetsning adresserade bl a olika tekniker, som lasersvetsning i vakuum, eller lasersvetsning med ett magnetfält, som minskar porbildning. Machine Learning (ML), som en AI-teknik, utvecklas

nuförtiden, bl a för att kunna påverka porositet i svetsgodset. Sammanfogning av olika material med laser undersöktes, bl a koppar- med aluminiumlegeringar, eller i Tailored Blanks. Bland höghastighetsfilmning med röntgenstrålning, för att genomlys svetsprocessen, t ex för synliggörandet av nyckelhålen och bubblor i smältan, blir laserexperiment

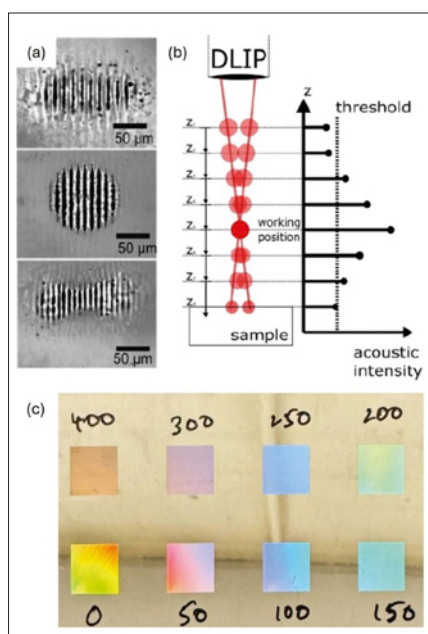
i stora synkrotronanläggningar mer populära, för att nå även bättre upplösningar och motsvarande analyser. Även beräkningar av lasersvetsning fortsätter att utvecklas, särskilt för dynamiska processer, som kunde i samspel med AI/ML öppna nya möjligheter för processförbättringar. De första erfarenheter från ML visar att man kanske inte bättre men mycket snabbare kan hitta lämpliga processfönster, för lasersvetsning och andra laserprocesser. Även olika laserhybridsvetsapplikationer fortsätter att undersökas. En mindre undersökt hybridteknik är pulverbågesvetsning (submerged arc welding) i kombination med en laserstråle, som universitetet RWTH Aachen, Tyskland, studerade för pipeline applikationer. *Figur 7(a)* visar foggeometrin för dubbelsidig svetsning, med motsvarande svetsvärsnitt i *Figur 7(b)*, där man förstår väl hur laserstrålen bidrog till den djupa delen av svetsen. För hybridsvetsning från en sida ser man i *Figur 7(c)* att rotgeometrin blir



Figur 7: Svetsvärsnitt för hybridsvetsning pulverbåge med laser; (a) foggeometri för dubbelsidig svetsning och (b) motsvarande svetsvärsnitt; (c) ensidig svetsning utan och med (två olika) rotstöd.



Figur 8: Angreppssätt för Machine Learning för laser shock peening processen, med hjälp av en akustisk processövervakningssensor.



Figur 9: Laseryttexturering genom interferens mellan två laserstrålar; (a) resulterande mönster på ytan om plåten ligger ovanför, i eller under fokalläget; (b) motsvarande signal av en akustisk sensor, beroende på fokalläget; (c) referensytor (10 mm x 10 mm) genom laserbearbetning för åtta olika inställningar av skärpdjup (field-of-depth), som möjliggör genom olika färger och sensibiliteten av spektroskopisk processövervakning av fokalläget.

betydligt bättre med rotstöd, beroende även på rotstöds material, keramik eller koppar.

Bland de andra presentationer om laserbearbetning kan i synnerhet nämnas att utvecklingen av AI och av Machine Learning algoritmer och processer växer. Som exempel i *Figur 8* utvecklades ett neuralt nätverk för laser shock peening, baserad på akustiska sensorsignaler från processen. Laser shock peening har som mål att skapa kompressiva tryckspänningar på ytan för att fördröja sprickinitiering och förlänga livstiden av produkten under utmattningslast. De kinesiska forskare från Jiatong universitet visar motsvarande bearbetning av den akustiska signalen, i samband med en deep neural network modell, träning av data och en inlärningsprocess, som leder till en relevant huvudfrekvens i sensordatamängden.

Andra sensormöjligheter undersöktes till exempel av Herr Zwahr från Fraunhofer IWS Dresden, Tyskland, för att hitta korrelationer mellan fokalläget av två korsande laserstrålar och sensor-signaler. Två laserstrålar överlappades

för att skapa interferensmönster på materialytan, för att texturera ytan genom ablation, lokal ytförångning (LIPSS teknik), se *Figur 9(a)* för olika fokallägen. Signalen från en akustisk sensor visar bra korrelationer med fokalläget relativt till ytan, som visas i *Figur 9(b)*. En optisk sensorteknik studerades genom olika spektrala referensytor, se *Figur 9(c)*, som visar olika känslighet och korrelationer till textureringsprocessen, inklusive fokalläget. Även här användes en Machine Learning metod, genom tekniker som *explainable AI*, *decision tree* och *artificial neural networks*, för träning och optimering av sensorsignalerna.

Utöver de många relevanta presentationer i kommissionen C-IV får vi inte glömma att många av de andra kommissioner och arbetsgrupper i IIW General Assembly, plus den traditionell efterföljande internationella konferensen, i samma vecka, har en relevant tvärdisciplinär tematik, t ex material eller utmattnings. Nästa IIW evenemang kommer att vara från 22:a till 27:e juni 2025 i Genua, Italien. ■

3M

0241-624 00
Ernst Hedlunds väg 35
785 30 Gagnef

AB Alvenius Industrier

016-16 65 00
Kungsgatan 75
681 07 Eskilstuna

Alfa Laval Corporate AB

046-36 65 00
Rudeboksvägen 1
226 55 Lund

Cummins-Meritor

0581-840 00
Meritor HVS AB
Ishockeygatan 3
711 34 Lindesberg

Ferruform AB

092-07 65 94
Box 815
971 25 Luleå

GKN Aerospace Sweden AB

0520-940 00
461 81 Trollhättan

Höganäs AB

042-33 80 00
263 83 Höganäs

Högskolan Väst

0520-223 000
461 86 Trollhättan

Laser Machining Inc. LMI AB

028-13 07 16
Storbygatan 7
780 53 Nås

Lasernova AB

063-18 08 80
Odenskogsvägen 1
831 48 Östersund

Lasertech LSH AB

058-68 48 00
Bofors Industriområde
691 80 Karlskoga

Linde Gas AB

08-706 95 00
Products & Applications
Box 30193, 104 25 Solna

Luleå Tekniska Universitet

0920-49 10 00
Avd. för produktionsutveckling
971 87 Luleå

Nippon Gases Sverige AB

076-501 08 00
Box 51
731 22 Köping

NKC Manufacturing Sweden AB

010-178 04 00
Kvibergs Broväg 10
402 52 Göteborg

Oerlikon Metco Europe GmbH

070-683 84 11
Metco Norden Filial
Gesällvägen 6, 145 63 Norsborg

Pepab Produktionspartner AB

0270-42 91 51
Bröksmyravägen 33
826 40 Söderhamn

Permanova Lasersystem AB

031-706 19 80
Krokslättfabriker 30
431 37 Mölndal

Scania CV AB

08-553 704 10
151 87 Södertälje

SSAB Emea AB

024-37 00 00
781 84 BORLÄNGE

SSAB Oxelösund AB

0155-25 40 00
613 80 Oxelösund

Strandmöllen AB

037-21 55 40
Nasvägen 22
341 34 Ljungby

Swerim AB

08-440 48 70
Isafjordsgatan 28A
Box 7047
164 07 Kista

TeknikCentrum i Gnosjö

037-927 29
Gunnarsvägen 1
335 31 Gnosjö

Tetra Pak Dairy & Beverage Systems AB

046-36 55 59
Ruben Rausings gata
221 86 Lund

Trumpf Maskin AB

0322-66 97 00
Box 606
441 17 Alingsås

Volvo Construction Equipment AB

016-15 10 00
631 85 Eskilstuna

Volvo Lastvagnar AB

090-70 74 77
Bölevägen
Box 1416
901 24 Umeå

Volvo Personvagnar AB

031-59 00 00
Advanced Body Engineering
Dept 93711
Geo. loc. PV2A60
405 31 Göteborg

Volvo Powertrain Corporation AB

073-902 33 51
405 08 Göteborg

Norska sektionen

GKN Aerospace Engine Systems Norway

+47 32 72 84 00
PO Box 1004
N-3601 Kongsberg
Norge

Hedersmedlemmar

Claes Magnusson

044-10 05 61
Kanalgatan 38
291 34 Kristianstad

Bertil Pekkari

070-550 91 15
Vendergatan 1
442 47 Kungälv



I-PFO - Den nya tekniken för enkel och flexibel tillämpning av högproduktiva "on-the-fly" processer

Mikael Olsson,
Trumpf Maskin AB

Standardiserade produktionssystem som kan bli implementerade, programmerade, underhållna och inköpta på ett enkelt och effektivt sätt är nyckeln till en framgångsrik global produktion av bilar eller relaterade delar hos komponentleverantörer. Detta gäller även för system som är byggda för laserbaserade processer. En av nyckelapplikationerna är fjärrlasersvetsning (Remote Laser Welding) av "Body i White" (BIW) komponenter (såsom påhängningsdelar, B-stolpar, sidoramar, etc.), men även inbyggda komponenter (t.ex. bilsäten, batterier, etc.). Majoriteten av RLW applikationer bygger på implementering av en 3-D scanner-optik som positionerar laserstrålen på de olika komponenttyperna som skall svetsas.

Under de senaste 10 åren har det visat sig att det mest effektiva sättet att bygga upp RLW processen är att ha ett system där en industrirobot och en scanner-optik kombineras i en produktionscell. De samarbetar vanligtvis inom en "On-The-Fly" (OTF) process eftersom det garanterar minimicykeltider. Hittills finns det flera tekniker på marknaden som kan samordna både roboten och skannern i OTF läget, men ingen av dem uppfyller alla krav för globala standardiserade produktionslösningar.

Med införandet av I-PFO (Intelligent programmerbar fokuseringsoptik) teknologi har situationen förändrats. Det är nu möjligt att programmera eller anta komplexa fjärrprocesser på ett snabbt och enkelt sätt med "Teach-in" funktion via robotens teach-panel. Med hjälp av en 3D offline programvara går det att skapa den idealiska fjärrprocessen automatiskt baserat på detalj, fixtur, produktionscell

och nödvändiga processparametrar.

I-PFO teknik behöver inte ytterligare hårdvara på grund av det faktum att det körs på kontrollenheten inom PFO 3D. Vidare fungerar systemet ihop med olika typer av industrirobotar (exempelvis ABB, Fanuc och KUKA) som möjliggör högsta flexibilitet för produktionplaneringsfasen. Dessutom kan en enda TRUMPF laser-källa leverera ljus till upp till sex stycken I-PFO optiker. Detta garanterar maximal effektivitet vid produktionslinjen. Nedan beskrivs begreppet I-PFO och jämförs med andra befintliga metoder för Remote Laser Welding.

Introduktion

Arbetsområdet för en PFO 3D (men även av andra tillgängliga laserskannrar) är inte tillräckligt för att skapa alla nödvändiga överlappsfogar för stora BIW komponenter (exempelvis en bildörr).

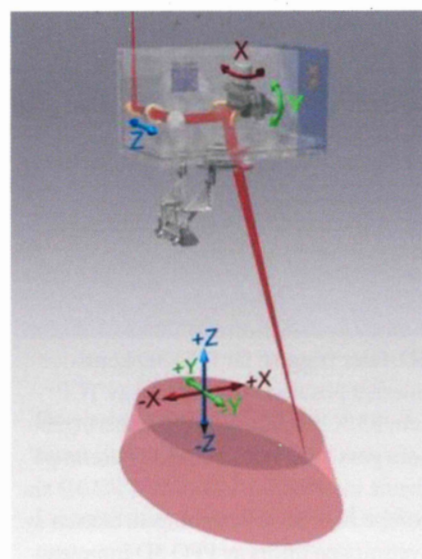
Figur 1 visar arbetsområdet för en PFO 3D som är en stympad kon. Laserstrålen kan riktas till en punkt inuti arbetsvolumen. Genom att använda PFO program kan olika svetsfogarformer (t ex C-form överlappningssvetsar) utföras av laserstrålen inom detta arbetsområde. När ett program startas utförs alla dessa former av PFO 3D.

Vid en brännvidd på 450 mm (punktstorlek av 650 micro m) har detta arbetsområde följande mått:

- Övre oval: 190 x 320 mm
- Lägre ovala: 206 x 352 mm
- Full Z- slaglängd: 140 mm

Vektorbaserad

Vektorbaserat samarbete är det enklaste sättet för OTF bearbetning. Det utförs

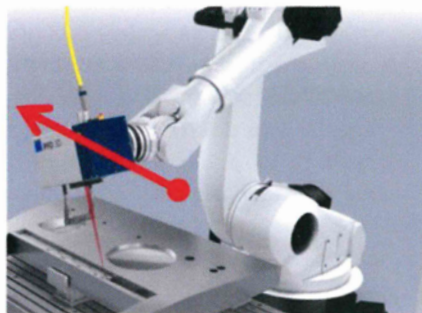


Figur 1.
Arbetsområde av den programmerbara fokuseringsoptiken: PFO-3D.

av en inbyggd funktion inom PFO 3D som kallas "enkel koordinering". Den möjliggör för PFO 3D för att beakta sin rörelse längs en 3-D linjärvektor (X, Y, Z). Vektorninformationen sparas i laserprogrammet. Under förflyttningen av PFO 3D kan programmen startas genom externa triggers. Den "enkla koordinerings"-funktionen säkerställer att alla svetsar är på den plats där de ska vara. Därför finns det ingen påverkan på svetsprocessen som skulle kunna orsakas av PFO3-D:ns rörelse. Vid robotrörelseändringar (orientering eller hastighet) är det nödvändigt med acceptans av vektorinformation. Om detta inte görs kommer formen och läget för svetsfogarna inte vara som de ska vara.

Med denna lösning finns det inte någon kommunikation mellan PFO 3D

och industriroboten. Även om detta ett mycket enkelt och kostnadseffektivt sätt att genomföra RLW så begränsar restriktionerna av linjära vektorer användningen av tekniken. Större detaljer kan behöva delas upp i olika vektorer. Offline-programmering finns inte tillgänglig för alla olika industrirobottyper (endast för ABB-robotar). **Figur 2**



Figur 2.
Vektorbaserad OTF bearbetning

Robotbaserad

Det finns dessutom robotbaserade lösningar för OTF bearbetning. De flesta av dem är specifika och utvecklade av industrirobotleverantörer. En "robot baserad" lösning är till exempel att PFO 3D programmeras och styrs som en extern enhet med ytterligare tre axlar (axel 7, 8 och 9 på robotstyrningen). Detta är vanligt när man använder positioneringsenheter (t.ex. vändbord i svetsceller), men används också tillsammans med en laserscanner.

En annan "robot baserad" lösning är en teknik som fungerar endast med en KUKA Robot. Inom denna teknik triggar robotprogrammet starten av OTF processen vid PFO 3D. Denna trigger måste programmeras på det geometriska läget där svetsömmen är och inom ett visst avstånd till arbetsområdet för PFO 3D. Efter triggen får PFO 3D kontinuerligt positionsinformation av TCP från KUKA Roboten ur vägplaneringen som görs av robotstyrningen. Baserat på denna information införlivar PFO 3D sin rörelse i början av svetsningen. Starten av svetsningen utförs av PFO 3D inom en definierad tidsfördröjning efter trigg av KUKA roboten.

Även om dessa lösningar kan bygga kompletta OTF processer utan begränsningar så är de komplicerade att programmera och optimera eftersom förändringar i robotrörelsen (bana eller hastighet) måste läras in och valideras.

Ett annat sätt för samarbete mellan industriroboten och PFO 3D är en så kallad tidssynkroniserad process. För denna lösning beräknas OTF-programmet utifrån ett befintligt robotprogram. Detta görs genom en extern styrenhet som tillhandahålls av leverantören av denna typ av lösning. När beräkningen av OTF-programmet (som styr laserscannern) är avslutad finns det två program (robot och skanner) som startas synkront i början av RLW processen.

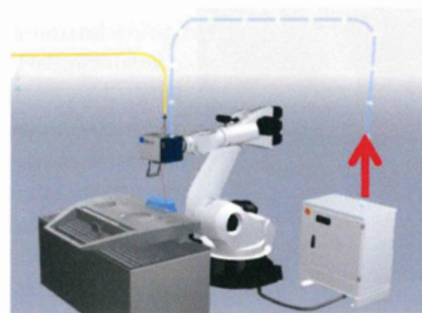
I-PFO teknologi – ett nytt positionsbaserat system

Det fjärde sättet att samarbeta mellan laserscanner och industriroboten är "Position baserade" system. För denna teknik känner laserscannern sin position inom robotens arbetsområde och vet också positionerna för processområdena (t.ex. svetsfogar) på arbetsstycket. **Figur 3**

Den nya I-PFO (Intelligent programmerbar fokuseringsoptik) tekniken från TRUMPF är för närvarande det enda "Position baserade" systemet på marknaden. När behandlingspunkten ligger inom arbetsområdet för PFO 3D och alla processrelaterade förhållanden (t.ex. definierade vinkeln för laserstrålen) är uppfyllda så börjar I-PFO systemet bearbeta självständigt. Detta möjliggörs av en pågående kommunikation mellan PFO 3D och industriroboten (under sin rörelse).

PFO 3D och industriroboten är anslutna via realtidsgränssnitt till banplaneringen på robotstyrningen. Banplaneringsfunktionen används främst av de servodrivna axlarna hos roboten (Axel 1 till Axel 6) för att flytta Tool Center Point (TCP) vid axeln 6 utmed den programmerade banan. Gränssnittet till denna funktion är tillgänglig på alla större industrirobotar. Detta gränssnitts positionsinformation (X, Y, Z och orientering) är tillgänglig och uppdateras kontinuerligt. Det finns en omräkning av dessa positioner under robotstyrningens interpoleringscykel (typiska cykeltider 3-12 ms). Denna information är också tillgänglig och används av PFO 3D för att identifiera sin position inom robotens arbetsområde.

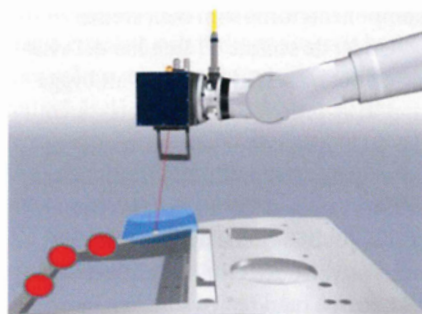
Eftersom denna lösning är baserad på befintliga standardgränssnitt som finns på nästan alla industrirobottyper finns det normalt ingen begränsning till dedikerade robottyper. Detta garanterar maximal flexibilitet för produktionsplaneringsprocessen hos globala biltillverkare eller deras underleverantörer.



Figur 3.
Robotbaserad OTF bearbetning

I allmänhet finns det två sätt att programmera I-PFO: Teach-In eller offline programmering. Teach-In programmering är ett mycket enkelt sätt att programmera en OTF process med I-PFO. Den allmänna principen är vanlig vid programmering av industrirobotar. När en position under programmeringsprocessen behövs kommer roboten inklusive Tool Centre Point (TCP) flyttas till önskad position genom användning av industrirobotens teach-panel. När positionen har nåtts kan den helt enkelt sparas. Programmeringen av I-PFO fungerar på ett liknande sätt. Genom användning av pilotlaser (vilken skjuter bearbetningsgeometrin på arbetsstycket) för PFO 3D som flyttas till den position där svetsgeometrin skall placeras (som skall realiseras genom rörelsen av roboten). När läget har nåtts sparas enkelt positionen av bearbetningspunkten.

I-PFO är en metod som är oberoende



Figur 4.
Positionsbaserad OTF bearbetning

av industriroboten. Dessutom kräver I-PFO lösningen den minsta mängden av relaterade moduler och minskar därmed komplexiteten i hela systemet, vilket säkerställer minskade insatser för drift och underhåll. Den nya I-PFO teknologin stödjer nuvarande och framtida krav på produktionssystem som ska installeras i produktionsanläggningar över hela världen. ■

Making our world more productive



Ny laser, vad händer nu?

Linde guidar dig genom processen från A till Ö.

En säker, pålitlig och effektiv gasförsörjning är en av de viktigaste faktorerna vid en investering i en ny lasermaskin eller när du vill optimera din nuvarande laserbearbetning. Linde hjälper dig igenom processen på bästa möjliga sätt.

Gaser utvecklade för laserbearbetning

Högkvalitativa gaser utvecklade för laserbearbetning garanterar optimal kvalitet och prestanda i din produktion.

Flexibla lösningar för din gasförsörjning

Få tillgång till ett omfattande program med gasförsörjningslösningar från gasflaskor och paket, till helautomatiska system med flytande gas för problemfri gasförsörjning.

Resonatorgaser

Laser Helium, Laser Nitrogen och Laser CO₂ tillsammans med LASERMIX® resonatorgasblandningar ger en optimal och pålitlig laserfunktion.

Fullt utrustningsprogram

Vi erbjuder ett komplett utrustningsprogram för gasförsörjning. Alla regulatorer, gascentraler och tillbehör är utvecklade för laserbearbetning.

Underhåll och teknisk service

Vi hjälper dig med design, installation och underhåll av ditt gasförsörjningssystem enligt gällande krav och regler.

Uveckling och informationsspridning

Vi är aktiva när det gäller utveckling av alla former av laserbearbetning, ofta i samarbete med ledande institut och lasertillverkare. Vi strävar alltid efter att ge dig de bästa möjliga och mest långsiktiga lösningarna för din laserverksamhet.

Vill du veta mer?

För support och mer information, kontakta oss på laserhelp@linde.com

www.linde.se