

LASER

2-2011

Lösnummerpris 85 kr

nytt

**Bystronic fiber laser:
tested, approved, and bought.
Then launched.**



- Rapport från 13th NOLAMP
- Laserdag hos Duroc i Luleå
- Rapport från LIM
- Duroc AB – en stor koncern med unik laserverksamhet
- Besök hos Laserforum
- Besök på LaserPhotonics-mässan
- Seminarium hos Permanova i Mölndal

Nyckelfärdiga lasersystem

- från produktidé till produktion -



- Svetsning, 3D-skärning, hybrid-svetsning, märkning, påsvetsning, lödning, härdning
- Snabb variantanpassning
- Hög tillförlitlighet
- Egenutvecklade flexibla processverktyg

Vi erbjuder Dig:



Laser-robot-celler

- Ett färdigt arbetssätt med korta ledtider
- Lönsamhet även i små batcher
- Ny designfrihet för Dina produkter

Applikationslabb

- 6 kW laser + robot
- Processutveckling
- Förstudier

Tjänster

- Service, reservdelar
- Utbildning
- Konsulting

Kontakta oss redan idag!



Laser is our passion

LASER nytt

Lasernytt utkommer med 3 nummer/år och ges ut av Lasergruppen c/o Svetskommissionen Box 5073, 102 42 Stockholm Telefon: 08-120 304 03

Redaktör

Hans Engström
Telefon: 0920-49 12 69
Växel: 0920-49 10 00
Fax: 0920-49 10 74
E-post: hans.engstrom@ltu.se

Redaktionellt arbete och kansli

Per Westerhult
Telefon: 08-120 304 03
E-post: per.westerhult@svets.se

Ansvarig utgivare Per Westerhult

Lasernytt på Internet

www.lasergruppen.eu

Omslagsbild: "Grottan" en skulptur i laserskuret rostfritt stål av Kirsi Kaulanen.

Produktion: Breakwater Publishing AB,
www.breakwater.se, info@breakwater.se
Tryck: Lindgren & Söner AB, Göteborg 2011

- 4 Rapport från 13th Conference on Nordic Laser Materials Processing
- 16 Bystronic fiber laser: tested, approved, and bought. Then launched.
- 20 Laserdag hos Duroc i Luleå
- 23 Duroc AB – en stor koncern med unik laserverksamhet
- 24 Rapport från Lasers in Manufacturing, del I
- 28 Besök på LaserPhotonics-mässan 2011, München
- 30 LaserGruppen på besök hos finska Laserforum
- 33 Seminarium laserbearbetning hos Permanova i Mölndal
- 44 Kalendarium

Tankar från styrelsen

Av Johan Elster, Bystronic Group



Efter några år på marknaden har fiberlasern intagit sin naturliga plats inom skärning av framför allt tunnplåt.

Den har fått extra skjuts av den höga verkningsgraden som gör den till en väsentligt mycket energisnålare skärmetod jämfört med CO₂.

Miljömedvetandet stiger även inom plåtbranschen för varje år. Men den största energibesparingen och lönsamhetsökningen får man genom att öka plåtutnyttjandet, dvs. sänka materialkostnaden. Med stansning och pressning av plåtdetaljer får man nästan alltid en högre skrotfaktor än med laserskärning. Gemensamma skärlinjer, minimala säkerhetsavstånd mellan detaljer och bättre nesting är förklaringen varför laserskärning ger mindre skrot.

Med fiberlaserns unika skärhastigheter, som till exempel i 1mm plåt ligger 2-3 gånger högre jämfört med CO₂, lönar det sig numera för många stans kunder att göra en ny utvärdering om inte fiberlaser är den optimala metoden för deras tunnplåtproduktion. I denna utgåva av Lasernytt kan ni läsa om en italiensk användare (FRACM) som har varit med och testat och utvärderat Bystronics nya Fiberlaser.



Rapport från ”13th Conference on Nordic Laser Materials Processing”
Trondheim, 27-29 juni 2011

Vikande deltagarantal och förestående generationsskifte hotar NOLAMP-konferensernas överlevnad?



Av Johnny K. Larsson, Volvo Cars
och Bo Williamsson, AGA Gas AB

I år var det Norge som stod för värdskapet för den vartannat år återkommande NOLAMP-konferensen.

Med tanke på den tidigare så svaga norska representationen vid dessa arrangemang, samt att konferensen förlagts till den något udda sista veckan i juni, i motsats till den traditionella tidpunkten i augusti, så finns det alltså några plausibla förklaringar till det låga deltagarantalet. Denna gång stannade siffran på 39 deltagare fördelade på 9 nationaliteter [Tab. 1a], och det är uppenbart att professor Alexander Kaplan och hans kollegor vid LTU [Luleå Technical University], som kommer att stå som arrangörer för NOLAMP 2013, verkligen kommer med några nya angreppssätt som gör konferensen attraktivare, annars föreligger det en uppenbar risk för att vi snart sett denna nordiska laserkonferens för sista gången.

TABELL IA.

ANTAL DELTAGARE PER NATION

Norge	11
Sverige	9
Finland	7
Danmark	4
Tyskland	4
Frankrike	1
Polen	1
Schweiz	1
Storbrittanien	1
Totalt	39

Innehållet i de tekniska presentationerna höll emellertid som alltid vid dessa tillfällen hög klass, och förutom föredragshållare och medförfattare från de nordiska länderna deltog representanter från flera andra europeiska länder [Tab. 1b].

NOLAMP-konferenserna har ju fått en alltmer internationell prägel och inte minst inslaget av tyska föredragshållare har kommit att öka. Sålunda fick vi på nytt stifta bekantskap med Ulf Jasnau från SLV [Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt] Mecklenburg-Vorpommern GmbH som nu gjorde

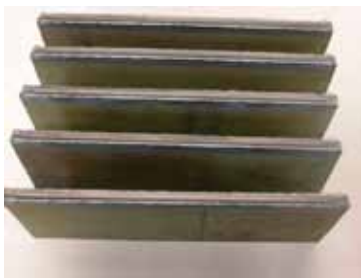
TABELL IB.

ANTAL FÖREDRAG PER NATION*

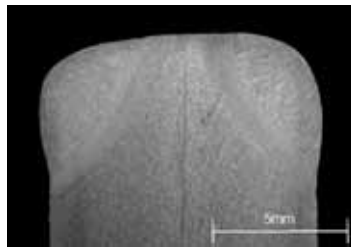
Finland	8,83
Tyskland	8,00
Sverige	6,50
Danmark	4,00
Norge	2,00
Storbrittanien	1,33
Frankrike	1,00
Ryssland	1,00
Schweiz	0,50
Spanien	0,50
Polen	0,33
Totalt	34

*DÅ FLERA NATIONER ÄR REPRESENTERADE I EN OCH SAMMA PRESENTATION SKER EN PROCENTUELL FÖRDELNING

”sin tredje NOLAMP”. Ulf berättade som vanligt engagerat om såväl hybridsvetsning med fiberlaser av blandmaterialkombinationen kolstål-rostfritt som mikrobearbetning av polymera material med hjälp av picosekundlaser. Men han adresserade också hur man med hjälp av laserromsmältning av kanterna på fartygsplåtar kan skapa bättre förut-



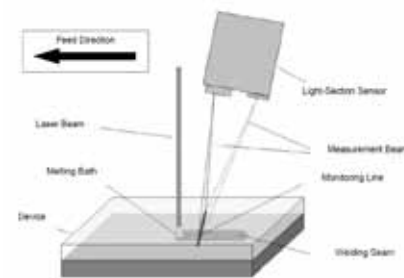
Figur 1. Provpåtar för korrosionstest där kanterna avrundats med hjälp av omsmältning med en fiberlaser.



Figur 2. Provpåtar på plats i vatten-tanken.

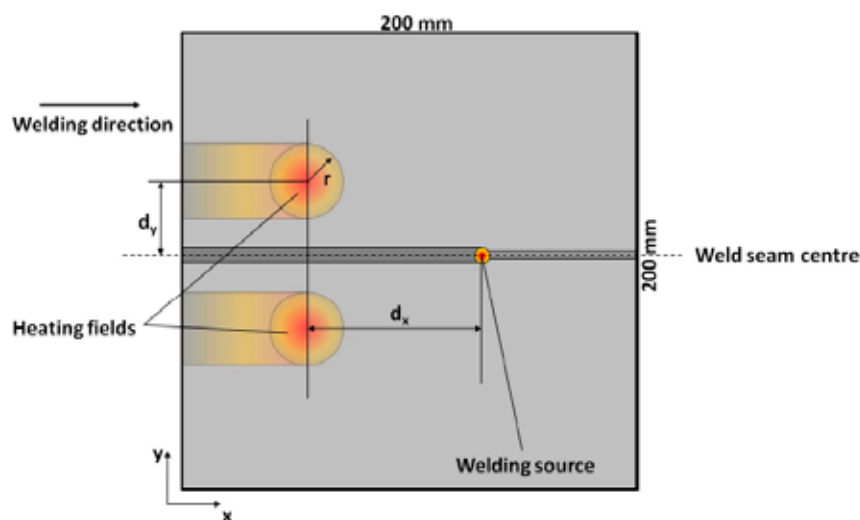
sättningar för ytbehandling och därmed ett förbättrat korrosionsskydd. Sedan 2009 gäller här en förordning om att alla så kallade "fria kanter" som är utsatta för korrosionsrisk skall ha en minsta radie på 2 mm. Detta åstadkommer man idag genom manuell slipning, vilket emellertid är både tidskrävande, exempelvis krävs 10 000 mantimmar för denna operation för ett medelstort krysningsfartyg, och innebär dessutom hälsorisker för arbetarna i form av förslitningsskador och inandning av slipdamm. Inom projektet BeKaS [Beschichtungsgerechte Kanten im Schiffbau] hade man därför undersökt möjligheterna att i stället göra denna avrundning av kanterna via laseromsmältning [Fig. 1]. Såväl en 10 kW fiberlaser från IPG som en 6 kW diodlaser från Laserline hade använts i experimenten. Vinkeln på klippkanten har en inverkan på processrobustheten, där en avvikelse från rätvinkligheten på $\pm 5^\circ$ klaras utan omställning av laserstrålens infallsvinkel. Korrosionsutvärderingen gjordes med såväl EIS [Electrochemical Impedance Spectroscopy] som i en vattentank [Fig. 2] där man kan simulera vågrörelser för att accelerera korrosionsangreppet, och resultaten var så pass tillfredsställande att man fått ett principiellt godkännande från Det Norske Veritas att denna laserteknik kan användas vid tillverkning av avrundade kanter på fartygsplåtar.

Rico Bühring från LPKF Laser & Electronics AG, ett avknoppningsföretag från Lehrstuhl für Fertigungstechnik [LFT] vid Friedrich-Alexander-Universität i Erlangen, presenterade ett koncept för processövervakning vid lasersvetsning av polymerer, vilken i huvudsak byggde på analys av återreflektat diodlaserljus [Fig. 3]. De tyska inslagen omfattade också två presentationer som ingick i sessionen för simulering och vilka båda två kom från BAM [Bundesanstalt für Materialforschung und -Prüfung] i Berlin. Först berättade Andreas Pittner om simulering av temperaturfältet vid lasersvetsning genom invers modellering, och han följdes av kollegan Florian Tölle, vars föredrag handlade om hur man skulle kunna reducera de restspänningar som uppstår vid



Figur 3. Principen för lasertriangulering vilken mäter graden av återreflektat ljus och korrelerar detta till svetsens kvalitet.

lasersvetsning genom att ansätta två defokuserade laserstrålar på arbetstycket som följde efter den laserstråle som utför själva svetsningen [Fig. 4]. Denna presentation var en kopia av den presentation som Herrn Tölle höll vid LiM [Lasers in Manufacturing] -konferensen i München, och kommer att vara föremål för en mer djuplodande beskrivning från



Figur 4. Simuleringsmodell för eftervärmning med avsikt att kunna reducera de restspänningar som uppstår vid lasersvetsning.



Figur 5. Flitigaste under årets NOLAMP-konferens var Heidi Piili från Lappeenranta University of Technology med hela fem presentationer.

min sida i kommande nummer av LaserNytt.

Man kunde förmoda att Ulf Jasnau med sina tre presentationer var något av en "champion" vid årets NOLAMP-konferens, men han kom att "överbäras" av Heidi Piili [född Malmberg] från Lappeenranta University of Technology [Fig. 5] som fick lova att klättra upp i talarstolen inte mindre än 5 gånger, mycket på grund av att sedvanliga finska laserprofiler som Anti Salminen och Petteri Laakso valt att avstå från deltagande denna gång. Heidi berättade initierat om så skilda ämnen som hybridsvetsning av låglegerade

stål i tjockleksintervallet 8-15 mm, svetsning av aluminiumlegeringarna AA5083 och AA5754 med högeffekts fiberlaser, processövervakning vid LAM [Laser Additive Manufacturing] av keramiskt material, kulörförändringar vid laserskärning av papper samt en jämförelse mellan pulsad- och cw-laserristning av rostfritt material.

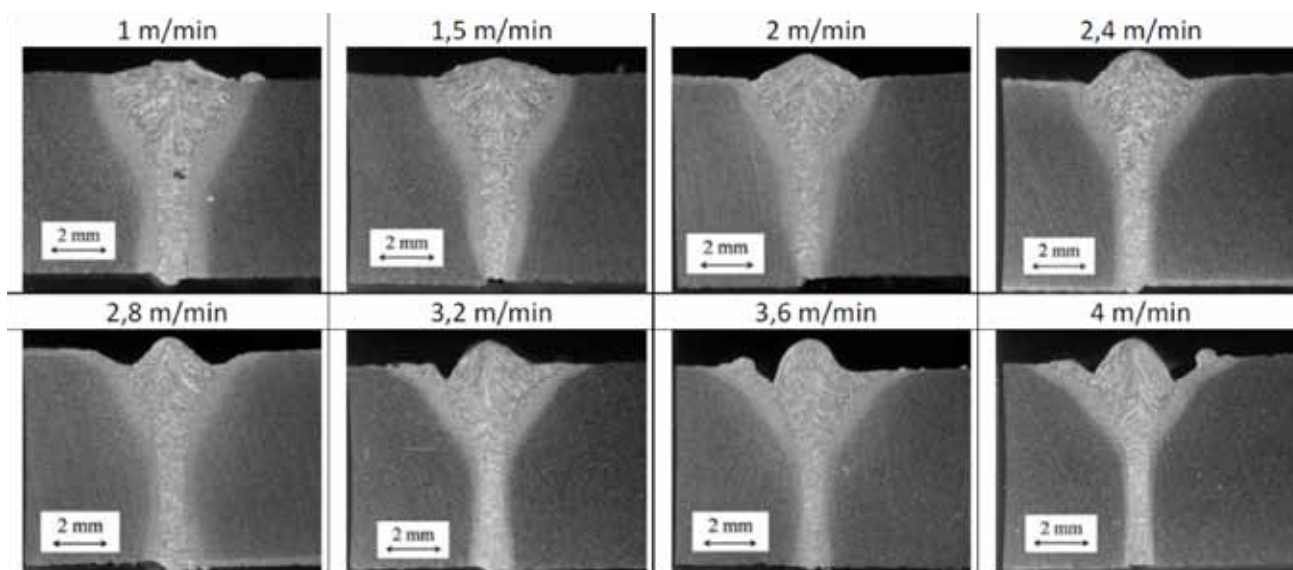
Precis som under de senaste NOLAMP-konferenserna utgjorde laserhybridsvetsning ett dominant inslag, då inte mindre än sju presentationer adresserade denna teknik.

Första presentationen i ämnet behandlade hybridsvetsning av låglegerade stål 8-15 mm. Flitig föredragshållare från den finska sidan dessa dagar var Heidi Piili. Huvudsyftet med studien var att dokumentera krav på fogberedning och framtagande av parametrar för att öka svetskvaliteten. Försöken gjordes med 5 kW fiberlaser och 8 kW disk-laser. Slutsatser från detta projekt var att svetsresultatet är relativt känsligt för valet av parametrar. Ett exempel visas i [Fig 6.] Dessutom påverkas resultatet i hög grad av kvaliteten på fogberedningen.

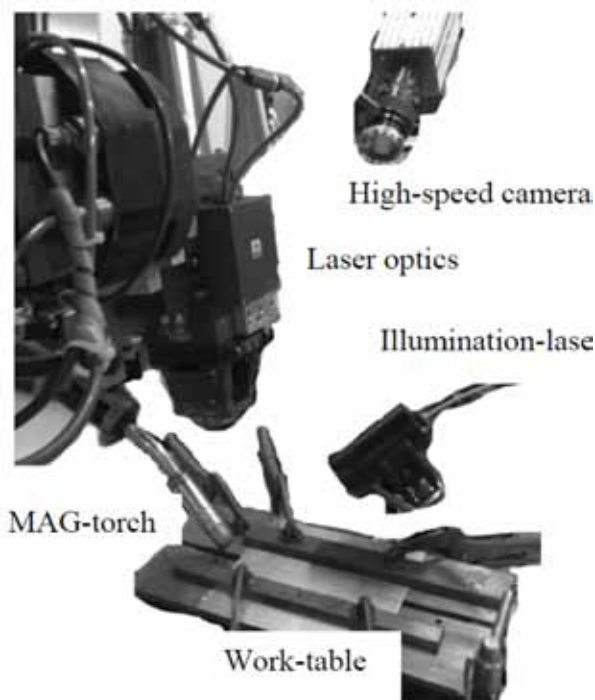
En annan presentation på hybridtemat gavs av Peter Norman, LTU. Här gjordes en jämförelse vid hybrid-

svetsning av 22MnB5-stål med och utan AlSi-beläggning. Materialvalet är intressant då ytbelagda varianter tenderar att användas allt mer inom bilindustrin. Som en konsekvens av detta är materialet av intresse även i lasersammanhang. I studien observerades bl.a smältans beteende, dropptransporten under processen dokumenterades med höghastighetskamera, [Fig 7]. Det konstaterades att problemet med de spröda faserna som genereras vid svetsning av belagt material går att lösa processtekniskt utan att ta omvägen via bortslipning av ytbeläggningen innan svetsning. Slutsatser: Tillsatsmaterialens sammansättning påverkar oxidbildningen vid svetsning. Som en följd av detta påverkas ytspänning och omrörning i smältan. Förhållandet mellan laser- och ljusbågeffekt påverkar droppstorleken och också uppblandningen i svetsgodset. Det konstaterades också att med lasern "leading" ökar smältbadets ytspänning.

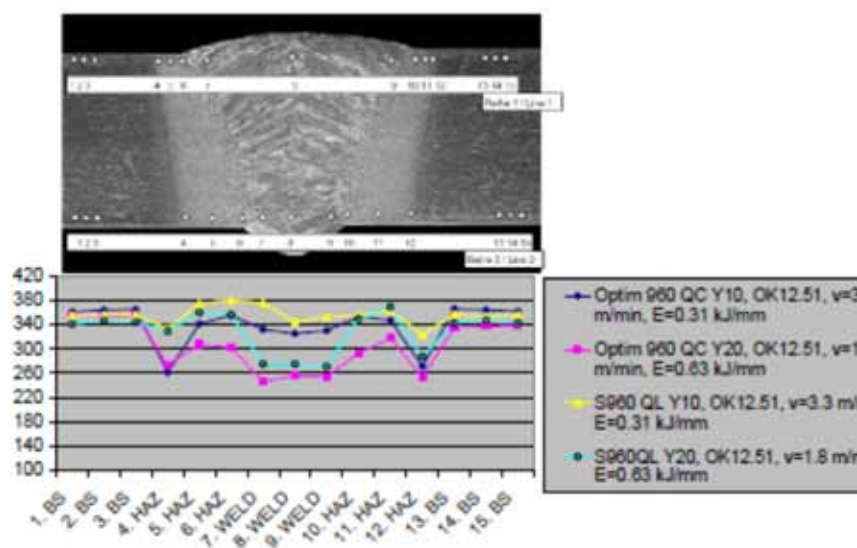
Den internationella touchen på konferensen förstärktes i hög grad av bidrag från Tyskland. Ulf Jasnau höll ett intressant föredrag om hybridsvetsning av ferritaustenitiska stål med fiberlaser i kombination med MAG.



Figur 6. Svetshastighetens inverkan på svetsresultatet vid hybridlasersvetsning (laser/MAG).



Figur 7. Försöksuppställning vid laserhybridsvetsning av 22MnB5-stål



Figur 8. Effekt från sträckenergin på hårdheten (HV5).

Nästa föredrag i ämnet berörde hybridsvetsning av 960 MPa-stål (Optim 960 QC och S960QL) med hybridlaser. Utvecklingen mot allt mer höghållfasta stål ställer ökade krav på sträckenergin vid svetsningen. Materialtjocklek 6 mm och stumfog användes genomgående.

Intressant att notera var att försöken visade att det var möjligt att nå

hållfasthet motsvarande grundmaterialet även i svetsgodset, oberoende av tillsatsmaterialets hållfasthet, [Fig. 8].

LTU bidrog med ytterligare en presentation "Scanner analysis of the topology of laser hybrid welds depending on the joint edge tolerances". I studien jämfördes inverkan från spalter, vertikal positionering

och förskjutning av kanter. Gasskurva kanter jämfördes med frästa och laserskurva dito. Kanterna skannades både före och under svetsningen. I presentationen visades klara samband mellan ovanstående faktorer och det slutliga svetsresultatet.

Merparten av laserhybridpresentationerna handlade alltså om bearbetning av stål, men i samklang med tidens krav på lättviktskonstruktioner förekom en hel del presentationer där lasertekniken använts på plaster, aluminium och andra lättviktsmaterial. Andra sessioner handlade om simulering, kvalitets- och säkerhetsaspekter vid laseranvändning.

Norska presentationer brukar inte precis vara vardagsmat vid NOLAMP-konferenserna, men denna gång fick vi lyssna till två föredrag som dessutom handlade om industriella applikationer. Xiabo Ren [Norwegian University of Science and Technology, Trondheim] berättade om numerisk simulering av laserhybridsvetsning av pipeline-rör i X70-material, men det var framförallt Otto Skovholts [Iglo Contractors AS, Trondheim] presentation av alternativa tillverkningsmetoder för jättetankar avsedda att rymma LNG [Liquid Natural Gas] som fick oss konferensdeltagare att lyfta på ögonbrynen.

Dessa tankar är av gigantiskt format och rymmer upp till 200 000 m³, vilket som en jämförelse innebär att Trondheims kulturarv, Nidarosdomen, skulle kunna rymmas i en sådan cylindertank. Tidigare tankar har byggts upp av en innercylinder av 35 mm tjockt nickellegerat stål och en yttre cylinder av 6 mm kolstål mellan vilka ett isoleringsmaterial placerats eftersom den flytande gasen måste hålla en temperatur på -163 °C. En mera kostnadseffektiv lösning, med kortare byggnationstid, är att glidgjuta inner- och yttercylindern i betong samt addera 0,8 mm rostfria [304L] plåtmembran till



Figur 9. Ovan får man en uppfattning av storleken på de naturgastankar som snabbt byggs upp genom glidgjutning av två betong-cylindrar, och t.h. det nya konceptet där beklädnad med tunna rostfria membran garanterar tankens gastätethet.



Figur 10. T.v. testväggens utseende innan de rostfria plåtmembranen applicerats och t.h. det robotmanipulerade svetsverktyget från Permanova.



Figur 11. T.v. de parallella lasersvetsar, med ett individuellt avstånd på 3 mm, som sammanbinder två rostfria membran, och därpå tvärsnitt genom desamma varav en är en kälsvets medan den andra är en överlappsfog.

dessa [Fig. 9]. Utmaningen ligger i att få de tunna cylindermembranen täta vid sammanfogningen, och här hade man funnit att lasersvetsning var lösningen. En annan utmaning var att, med tanke på applikationen, lasersvetsningen måste genomföras utomhus.

Därför hade försök utförts utomhus på 6x6 m stora "testväggar" [Fig. 10] med en radie på 20 m, vil-

ket gör att geometrin blir snarlik den som förekommer i en komplett tank. I betongen fanns ingjutna rostfria band mot vilka de 1 m breda rostfria plåtarna, som bildar membranerna, kunde placeras med 6 mm överlapp. Två parallella lasersvetsar utfördes sedan, där en var en kälsvets och en var en överlappssvets placerad 3 mm från den förra [Fig. 11]. Som laserkälla använde man en 2 kW

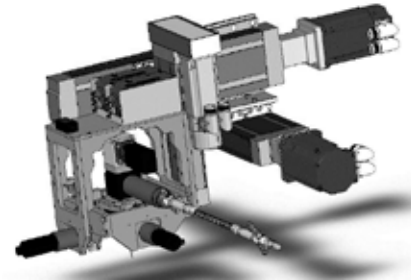
Trumpf-laser med stråldistribution genom en 50 m lång optisk fiber fram till ett svetsverktyg tillverkat av Permanova Lasersystem [Fig. 10]. Verktöget manipulerades av en standardrobot, vilken tyvärr visade sig vara för vek och bara kunde åstadkomma en tryckkraft på 8-10 kg, vilket gjorde att svetskvaliteten inte blev den önskvärda. Dock menade Herr Skovholt att i en produktionslös-

ning blir det möjligt att arbeta med ett tillräckligt högt tryck på 25-30 kg för att åstadkomma porfria och täta svetsar. Under försöken hade väderleksförhållandena varierat med temperaturer mellan 12-26 °C. Vissa dagar hade uppvisat solsken, medan andra varit både regniga och blåsiga. Överraskande nog påverkade detta inte svetsresultatet, utan vid tämligen våta ytor förångades regnvattnet av laserenergin och man erhöll ett fullgott svetsresultat med täta fogar, något som validerats vid vakuumprovning hos Norweld Control Services AS!

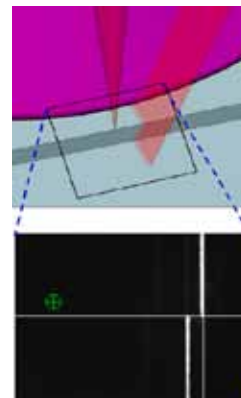
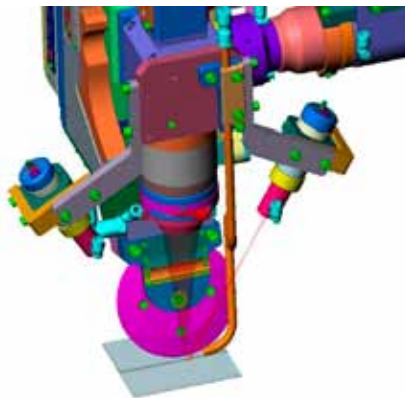
Nästa steg i utvecklingen blir nu att bygga en fullskaletank med denna teknik så snart man finner en kund som är villig att satsa på LNG-tankar konstruerade enligt detta koncept. Vi ser med spänning fram emot att få följa den fortsatta utvecklingen i projektet.

Andra industriella applikationer presenterades av två svenska deltagare; Janne Lundgren från Volvo Aero Corporation [VAC] och Tore Salmi från Permanova Lasersystem. Janne berättade om laserutvecklingen inom företaget ur ett historiskt perspektiv, där de första lärospånen gjordes 1994-96 tillsammans med IVF [Institutet för Verkstadsteknisk Forskning i Mölndal], FORCE Technology och LuTH [Luleå Tekniska Högskola]. Idag är de främsta samarbetsparterna Innovatum, Permanova Lasersystem samt PTC [Produktionstekniskt Centrum] vid Högskolan Väst i Trollhättan där man bland annat har tillgång till en 6 kW fiberlaser från IPG.

Svetsning av komponenter för rymd- och flygmotorer är tilltänkta applikationer, men även laserpåläggning för reparation av dylika kostbara detaljer håller på att utvärderas. Materialen är Ti6-4, Ti6-2-4-2 och Inconel718 i tjocklekar mellan 1 och 5 mm. De största fördelarna med lasersvetsning menade Janne



Figur 12. Tunnbränslestavkonstruktionen som håller bränslestavarna på plats, med ett visst individuellt avstånd, lasersvetsas med hjälp av ett dedikerat verktyg.



Figur 13. Schematisk skiss av Permanovas svetsverktyg med fogföljningsutrustning, vars princip illustreras närmast t.v.

är den låga värmetillförseln, vilken ger en helt annan detaljnoggrannhet jämfört med exempelvis den TIG [Tungsten Inert Gas]-svetsning som används idag. Även den exklusiva elektronstrålesvetsningen tror han på sikt kan bli utkonkurrerad av lasern, och det är uppenbart att vi har att förvänta oss en hel del intressanta laserapplikationer hos VAC under de kommande åren.

Vår styrelsekollega Tore Salmi föredrog två praktikfall där Permanova Lasersystem varit involverade i uppbyggnaden av lasercellerna. I båda fallen används svetsverktyg från Permanova med fogsökning respektive fogföljning. Den första applikationen var en hållare för bränslestavar till kärnkraftverk där hållarens väggar är uppbyggda av 0,18 mm tjockt Inconel-material varför det är förståeligt att kraven på fogsökning är stringenta [Fig. 12]. En 250 W pulsad laser

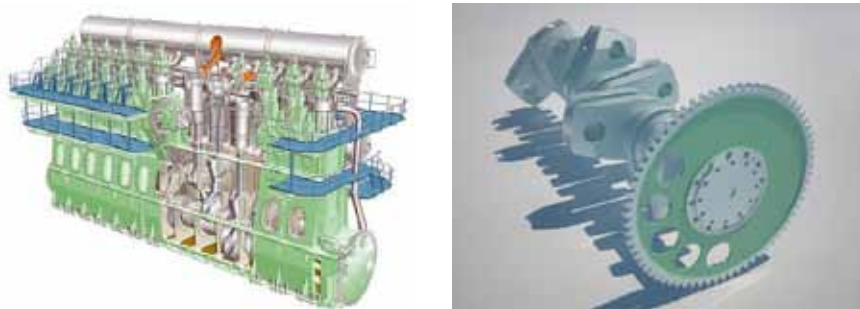
från RofinSinar används tillsammans med svetsoptiken D25, och man gör 120 svetsar inom loppet av två minuter. Fogsökningen sker inom en tidssteg på 0,1 sekund och justering av svetsverktygets läge görs med Permanovas patenterade tiltningsfunktion. Den slutgiltiga noggrannheten för fogsökningen ligger på 0/+0,03 mm.

Den andra applikationen rörde den svetsning av differentialväxlar hos Meritor HVS i Lindesberg, som de av våra medlemmar som deltog vid utbildningen i "Konstruera för laser" hade möjlighet att beskåda i verkligheten i mars 2009. Här rör det sig om betydligt grövre material i tjocklekar kring 10 mm och man induktionsvärmer detaljerna innan hopsvetsning. Fogföljningen sker med Permanovas verktyg WT03-ST med en möjlig tiltning på $\pm 3,5$ mm, och med ett avstånd mellan den belysande laserdioden och laserstrålens

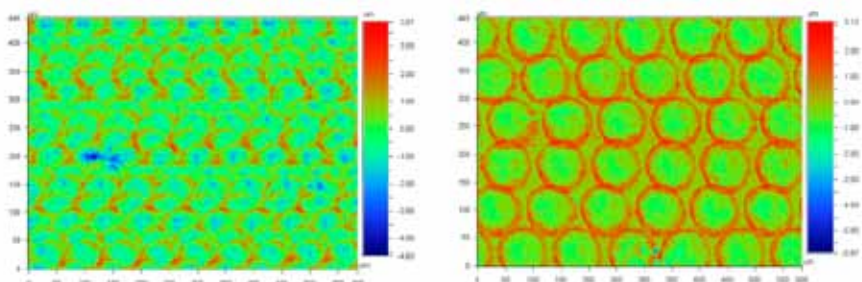
fokalpunkt på mellan 3-8 mm [Fig 13]. Först sker en lokal häftsvetsning varpå kronhjulet svetsas i en kälfgsgeometri, därpå svetsas täcklocket fast, men här är det frågan om en stumsvetsoperation. Kapabiliteten för fogsökningsverktyget hade man, via 1.900 mätpunkter, konstaterat vara mycket hög med imponerande Cpm-värden på 1,36 respektive 1,25 för kronhjul respektive täcklock.

Ytterligare ett industriellt applikationsexempel föredrogs av Paul Harrison från SPI Laser i Southampton. Denne hade i sista minuten fått hoppa in i stället för gamle bekantingen Jack Gabzdyl som fått förhinder. Här hade lasertekniken använts för att skapa bättre friktion mellan svänghjul och kamaxel på fartygsmotorer hos företaget MAN Diesel & Turbo [MDT] [Fig. 14]. Traditionella metoder för att åstadkomma detta är plasmasprutning eller sandblästring, men här hade man tittat på möjligheten att med ns-pulser skapa en yttextur som ökar friktionskoefficienten till minst det önskvärda värdet på 0,6. Med en SM [Single Mode]-laser hade man skapat cirkulära mönster med hjälp av en F-theta-lins och en fokallängd på 163 mm som vid "scanning" ger ett arbetsfält på 120x120 mm. Laserstrålen "scannas" och pulsas över ytan och på så sätt sker en lokal avverkning som skapar det önskvärda mönstret. Toppeffekten i pulserna kan vara upp till 20 kW och energin i varje puls 1,25 mJ, vilket ger en avverkningstakt på 10 mm³/min. Störst ytgrovheter och därmed också en hög friktion fick man då raderna av cirkelmönster hölls ifrån varandra och inte överlades. Vidare gav en 50%-ig inbördes förskjutning mellan raderna av cirkular en ytterligare ökning av Ra-värdet [Fig. 15], vilket resulterade i den högsta friktionskoefficienten på 0,79.

Ett annat uppskattat inslag vid



Figur 14. Scematisk skiss av en av MDTs marindieselmotorer med dess kamaxelkonstruktion längst t.h.



Figur 15. Simulering av texturering med hjälp av en 40 W fiberlaser där man, genom att variera parametrar som "scanning"-hastighet och antal "scanning"-repetitioner, kan skapa olika mönster.

NOLAMP 2011 var de två presentationer som Michel Honoré från FORCE Technology höll under temat lasersäkerhet. Hans första föredrag handlade om säkerhetsaspekter vid lasersvetsning av stora objekt där det inte är möjligt att kapsla in laserutrustning och arbetsobjekt. Ett sådant exempel är lasersvetsning på skeppsvarv där bearbetningen av förklarliga skäl måste ske på öppna ytor [Fig. 16].

Hur dylika risker skall hanteras hade studerats inom ramen för projektet BESST [Breakthrough in European Ship and Shipbuilding Technologies] som innefattar inte mindre än 64 partners och som har finansierats av EU:s 7:e ramprogram. Regelverk som ISO 11553-1 och ISO 60825-1 styr riskanalysbedömning och gränsvärden för exponering för laserstrålning. De senare uttrycks som MPE [Maximum Permissible Exposure] och räknas ut som effekt per bestrålad yta. För en laser inom våglängdsområdet 700-1400 nm

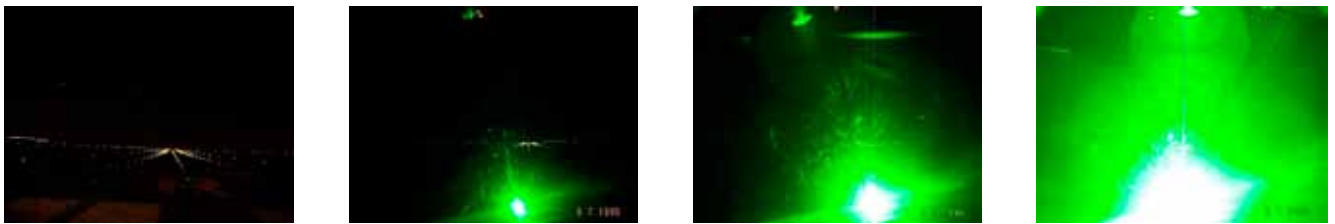


Figur 16. Lasersvetsning på öppna ytor som är fallet vid skeppbyggnad ställer speciella krav på lasersäkerheten! T.h. ses tillverkningen av kryssningsfartyget AIDA Diva vid Meyer Werft i Papenburg, som varit något av en banbrytare för att föra in lasertekniken i varvsbranschen.

kan hornhinnan belysas med maximalt 50 W/m². Vid högre värden kommer man att få irreparabla skador på näthinnan. Ett annat viktigt begrepp vid laserbearbetning på stora, fria ytor är NOHD [Nominal Ocular Hazard Distance] som



Fig. 17. T.v. en 200 mW laserpekare från företaget ArmLaser.com, och nedan den principiella uppbyggnaden av densamma där man speciellt bör lägga märke till SHG (Second-Harmonic Generation) –elementet som gör det möjligt att genom frekvensdubbling av ljuset från en liten IR-laser skapa grönt ljus med våglängden 532 nm.



Figur 18. Utsikten från en flygplanscockpit; Fr.v. normala landningsförhållanden, distrahering från laserljus med energitätheten 0,5 μW/cm², kortvarig bländning vid 5 μW/cm² och fullständig och långvarig bländning vid 100 μW/cm².

Tabell 2. Avstånd för olika former av synpåverkan då ögat utsätts för 532 nm laserstrålning från kommersiellt tillgängliga laserpekare.

Tröskelvärden Lasereffekt	Avstånd för:			
	Permanent ögonskada 2.600 μW/cm ²	Långvarig bländning 100 μW/cm ²	Kortvarig bländning 5 μW/cm ²	Distrahering 0,05 μW/cm ²
5 mW	16 m	80 m	357 m	3.568 m
25 mW	35 m	178 m	798 m	7.979 m
200 mW	99 m	505 m	2.257 m	22.567 m
1000 mW	221 m	1.128 m	5.046 m	50.463 m

anger avståndet mellan utkommande laserstråle och ett säkert område där inga skyddsåtgärder, som exempelvis nyttjandet av skyddsglasögon, behöver användas. NODH beräknas enligt formeln:

$$\frac{f}{a} \sqrt{\frac{4P}{\pi \cdot MPE}}$$

där f är fokallängden, a är munstycksdiametern på laserverket som bestämmer den utgående strålens diameter och P är effekten. Med

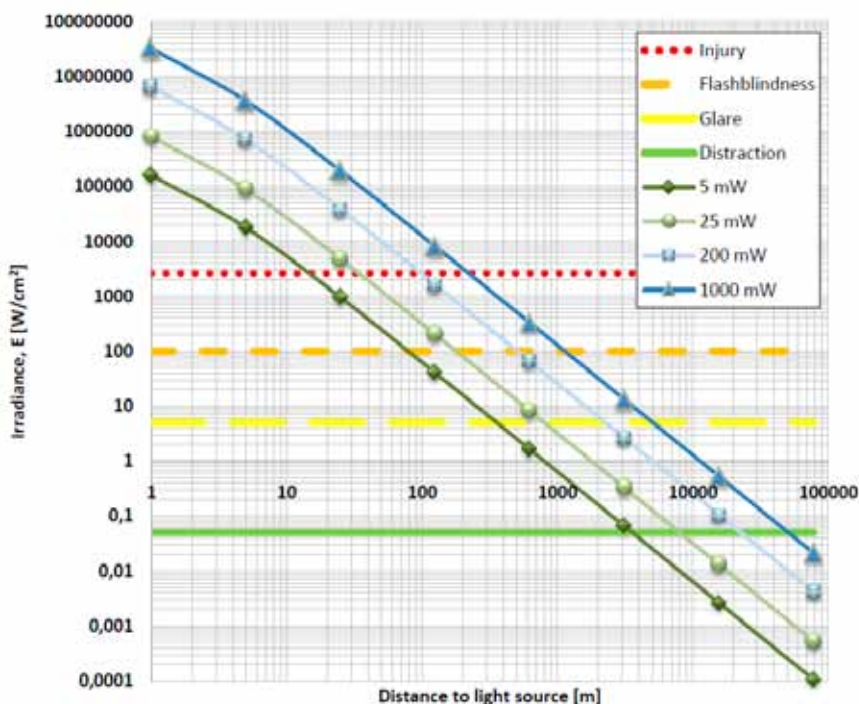
den laserälla som använts i BESST-projektets experimentella delar, en TruDisk8002-laser från Trumpf, med 8 kW effekt, 8 mm*mrad i strålkvalitet och en fokuseringsoptik som ger en 300 mm lång fokallängd kan man räkna sig fram till ett NODH-värde på 89,2 m. Detta indikerar att personal som arbetar inom en sfär med 89,2 m diameter måste vara försedda med speciell säkerhetsutrustning.

Beträffande riskanalysen bedöms risken som produkten av sannolikheten för att en olycka skall inträffa,

maximal exponeringstid för laserstrålning samt uppkommen skada. För exponeringstiden finns 4 nivåer medan övriga två kriterier har 5. Metodiken illustrerades med ett fall där man tänkte sig att en fiber går där man tänkte sig att en fiber går sönder under drift. Sannolikheten är tänkbar men ovanlig (2), exponeringstiden över 100 sekunder (3) och skadorna bedömdes bli permanenta och medföra allvarlig skada på hälsan (4). Detta summerar upp till en risk på 24. Tänkbara åtgärder för att minska risken kan delas in i tre grupper; utrustningskontroll, administra-

tiv kontroll och skyddsutrustning för personalen. I det här aktuella fallet kan exempelvis risken bringas ner till 1 genom implementering av fiberövervakning (utrustningskontroll), utbildning av personalen (administrativ kontroll) samt skyddsutrustning och skyddsglasögon.

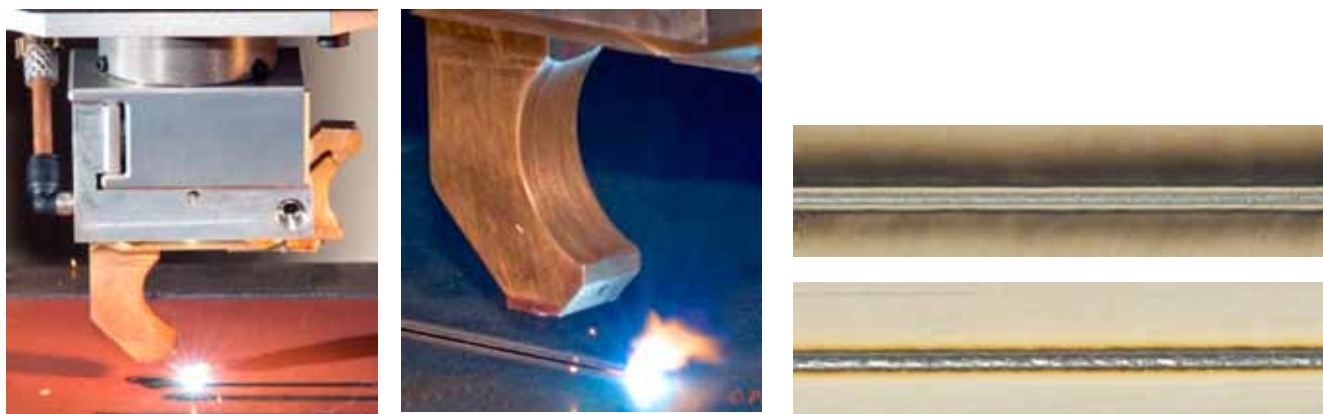
Michels andra presentation handlade om de gröna laserpekare inom våglängdsområdet 532 nm som idag kan köpas över Internet till en kostnad lägre än 300 € och med effekter upp till 1 W [Fig. 17]. Dessa klass 4-lasrar har okynnesmässigt börjat användas av mindre nogräknade individer nära flygplatser där detta ljus allvarligt kan distrahera en pilot även på mycket långa avstånd. Tack vare frekvensdubblig av den infraröda 1064 nm-strålningen skapas ett ljus med en extrem intensitet, vilket i sin tur gör att det tidigare ovannämnda värdet för MPE, som var 50 W/m² för 1064-någlängden, nu hamnar på blott 26 W/m² för det gröna laserljuset. Men även betydligt lägre effekttätheter krävs för att distrahera piloten eller göra honom eller henne temporärt bländad [Fig. 18, Tab. 2, Fig. 19]. Som synes kan en så blygsam grön laserpekare, som en med 5 mW effekt, utgöra en källa för distraktion på hela 3 500 m avstånd, och de kraftfullaste laserpekarna med 1 W effekt ger ögonskador



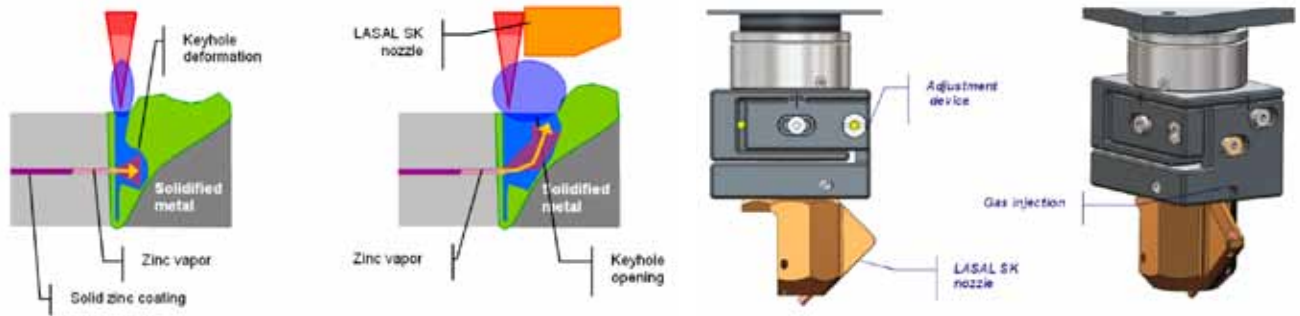
Figur 19. De olika säkerhetsavstånden för fyra "gröna lasrar" med effekter på 5, 25, 200 och 1000 mW.



Figur 20. T.v. funktionsprincipen för AirLiquids LASAL Jet Nozzle och t.h. tredimensionella skisser på verktyget.



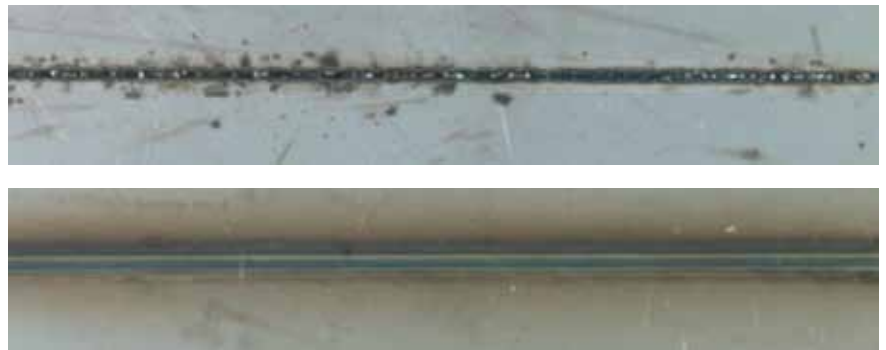
Figur 21. Ämnesskarvning med hjälp av LASAL Jet Nozzle och Argon-skyddsgas. En sekundäreffekt är att sotbildningen vid svetsning i zinkbelagd plåt elimineras jämfört med vad som är fallet då Helium används som skyddsgas (t.h).



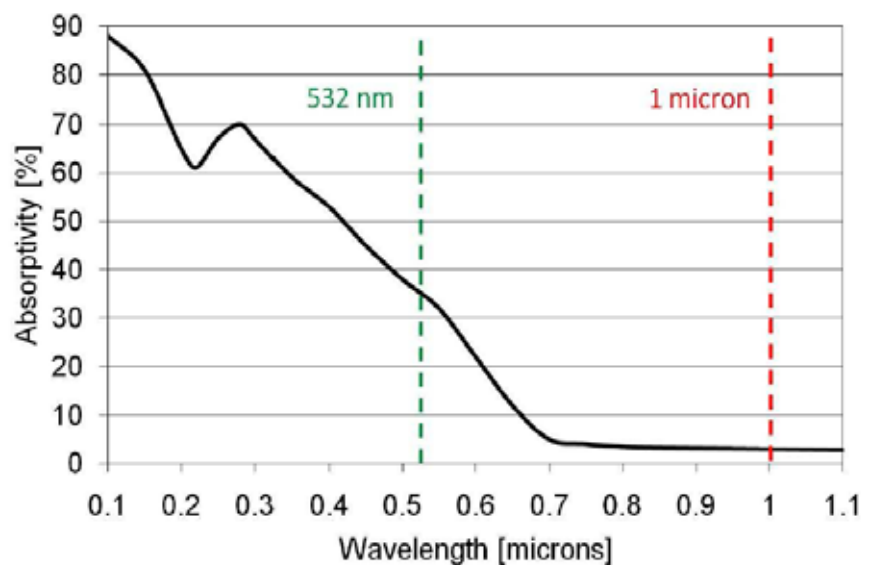
Figur 22. Funktionsprincipen för LASAL Keyhole Stabilization Nozzle vid överlappssvetsning av zinkbelagd plåt jämfört med en konventionell set-up (t.v.). Genom att rikta skyddsgasen mot nyckelhålets bakre vägg förlängs nyckelhålet varpå zinkångorna lättare kan evakueras ur smältan. T.h. några tredimensionella skisser på verktyget.

upp till ett avstånd på 221 meter, bländning på 5000 meters håll och distraherar piloten på ett avstånd upp till 50 km(!) från laserpekaren. Tyvärr är denna okynnstrend växande och även om viss lagstiftning sker är denna ännu så länge ganska tandlös.

Två föredrag handlade om laser-gaser och de framfördes av representanter från de två stora aktörerna; AGA/Linde och AirLiquid. Vår styrelsekollega Bo Williams-son höll ett initierat föredrag kring processgaser lämpliga för svetsning med CO₂- och fiberlasers, medan Karim Chouf från AirLiquid visade på möjligheterna med Argon som skyddsgas i kombination med speciella munstycksutformningar. Vid CO₂-lasersvetsning är Helium den standardgas som används, mycket beroende på dess högre joniseringsförmåga att undertrycka det plasma som uppstår vid lasersvetsning med 10,6 µm våglängd. Helium är emellertid samtidigt ett dyrare alternativ jämfört med exempelvis Argon, och det var med hänsyn till detta som Monsieur Choufs företag utvecklat sitt så kallat LASAL Jet Nozzle [Fig. 20] med vilket 100% Argon kan användas som skyddsgas. Munstycket har två öppningar, ett med ett högt Argonflöde [30 l/min] som helt enkelt blåser bort plasmat, och en andra öppning med ett mer traditionellt skyddsgasflöde för att skydda



Figur 23. Överlappssvetsar utförda på elektrolytiskt förzinkade plåtar med nollspalt. Överst utan skyddsgas och därunder med Argon (16 l/min) och AirLiquids LASAL Keyhole Stabilization Nozzle.



Figur 24. Laserstrålens absorption i kopparmaterial är synnerligen våglängdsberoende!

smältan mot atmosfärisk pollution. LASAL Jet Nozzlen hade använts framgångsrikt vid ämnesskarvning med en 8 kW CO₂-laser med 200

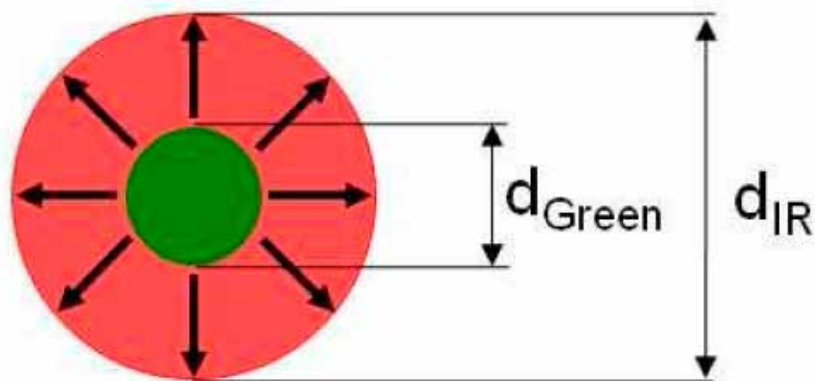
mm fokallängd på plåttjocklekar mellan 1 och 2,5 mm [Fig. 21].

Den andra AirLiquid-innovationen kan användas vid till exempel

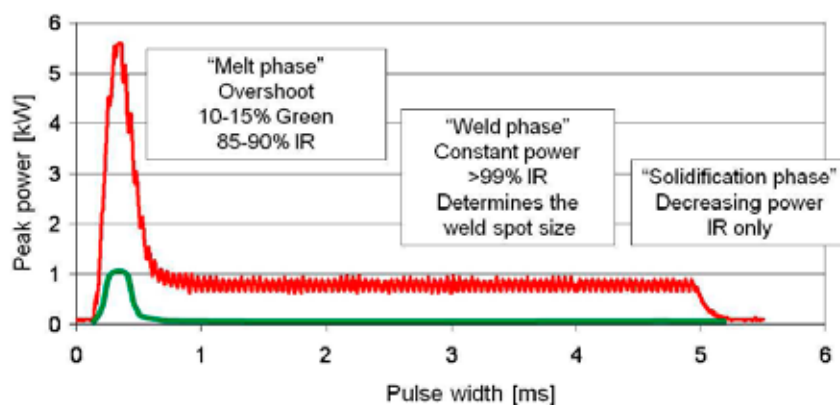
överlappsrotsning av zinkbelagda plåtar med nollspalt. Här heter munstycksvarianten LASAL Key-hole Stabilization Nozzle [Fig. 22], och effekten man eftersträvar är just den som benämningen låter ana. Även här rekommenderas 100% Argon, och skyddsgasen riktas med tre strålar ner i smältan och mot nyckelhålets bakre väg. På detta sätt förlänger man nyckelhålet, ungefär som vid twinspace-svetsning, varför förångad zink får längre tid på sig att evakueras ur smältan och svetsprocessen kan förlöpa på ett stabilt sätt. Försök hade genomförts på såväl varmfözinkat som elfözinkat material med en 4 kW Nd:YAG-laser med 600 µm fiber och en fokallängd på 200 mm [Fig. 23]. Här låg Argonflödet på 16 l/min, och eftersom munstyckets positionering i relation till svetsmältan är förutsättningen för ett lyckat resultat är munstycket justerbart inom 5 mm i tre dimensioner.

Ett nytänkande vid mikrosvetsning med laser av tunna kopparmembran för kontaktdon till elektronik- och medicinkomponenter presenterades av Andre le Guin från Lasag AG i Thun, Schweiz. Problemet vid lasersvetsning med 1 µm våglängd i högrelektriska material är den låga absorptionen (< 5%) och höga värmeledningsförmåga [390 W/mK], vilket leder till att materialet endast långsamt värms upp och leder till att svetsprocessen blir långsam och svetskvalitén varierande. Laserstrålen från en frekvensdubblad Nd:YAG-laser med 532 nm våglängd leder däremot till en avsevärt högre absorptionsförmåga [30-40%] [Fig. 24].

Därför hade man kombinerat de två våglängderna genom att delvis konvertera 1 µm-strålen till 532 nm med hjälp av en KTP [Pottasium Titanyl Phosphate] -kristall så att man fick ett förhållande på 88% IR [InfraRed] / 12% grönt ljus [Fig.



Figur 25a. Principen för överlagring av en grön 532 nm våglängd på en 1064 nm IR-dito.



Figur 25b. Den skräddarsydda pulsformen för de två våglängderna, där det gröna ljuset underlättar inkopplingen av den infraröda våglängden, vilken är den som används under själva svetsförloppet.

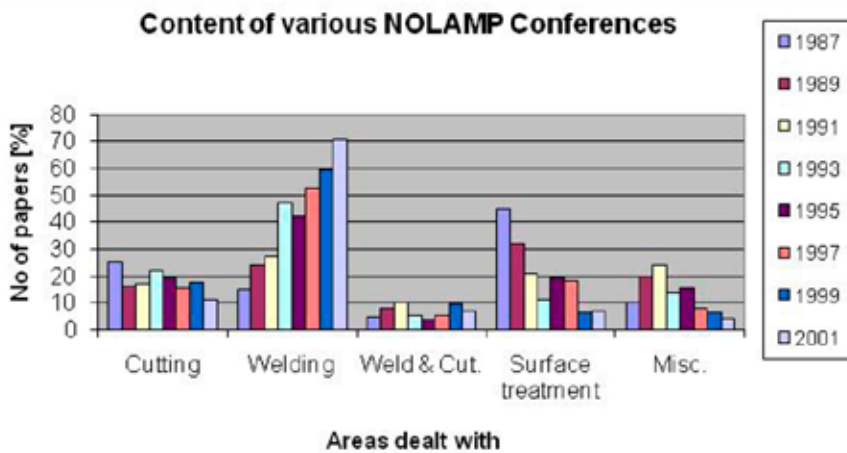
25a]. Den gröna våglängden hjälper till att värma arbetsstycket och därmed förbättras även absorptionsförmågan för 1 µm-våglängden. Med en speciell ringoptik och en processövervakning som reglerar pulseffekten om reflexionen blir för stor under smältfasen hade man framgångsrikt punktsvetsat 300 µm tjocka kopparband i en värmeledningsprocess. Initialt har man en hög pulsenergi, 5 kW för den infraröda våglängden och strax under 1 kW för den gröna våglängden [Fig. 25b]. Efter cirka 1 ms rampas effekten ner och under resten av pulsen används nästan inget grönt ljus.

I försöken kunde man bevisa att man fick en betydligt jämnare svetskvalitet jämfört med då endast

1 µm-våglängden används [Fig. 26]. Variationen i punktdiameter för svetsarna låg under 6% och i samtliga fall fick man en fullgod penetration, vilket är viktigt med tanke på hållfasthet och värmeledningsförmåga hos de tilltänkta komponenterna. Den kombinerade processen blir också effektivare genom att tröskelvärdet för att kopparmaterialet skall smälta sänks från 10 MW/cm² för enbart infraröd strålning till 4,6 MW/cm² för kombinationsvarianten. Monsieur le Guin avslutade med att meddela att ett kommersiellt system baserat på denna våglängdskombinering är under utveckling och att Lasag AG har ett antal patentansökningar på tekniken inlämnade, vilka man hoppas skall ge dem ett



Figur 26. Överst laserpunktsvetsar utförda med enbart 1.064-våglängd, och därunder svetsar utförda med Lasags speciella kombination av infrarött och grönt ljus. Skillnaden i processtabilitet är uppenbar!



Figur 27. Trenderna inom laserbearbetning framgår av innehållet i de presentationer som getts på NOLAMP-konferenserna 1987-2001.

försteg då det gäller att realisera en kommande produkt.

Konferensen avslutades med en tänkvärd presentation från Jens Klæstrup Kristensen, FORCE Technology, där han summerade sin långa arbetslivsgärning inom områdena svetsning och laserteknik. Sympatiska Jens är nu enligt mina noteringar den enda som deltagit vid samtliga 13 NOLAMP-konferenser, och han liksom många andra nordiska laserprofiler kommer snart att försvinna från scenen då de går i pension. Därför är, som jag skrev i inledningen av denna artikel, NOLAMPs framtid satt under lupp. Sedan den första NOLAMP-konferensen i Norge 1987 har onekligen mycket hunnit att förändras inom branschen [Fig. 27]. På den tiden låg laserforskningen ännu i sin linda och alla som var med på den tiden kände sig säkert som pionjärer, medan laserbearbetning idag måste betraktas som en fullt mogen teknik med mängder av industriella applikationer runt om i de nordiska länderna. Därför måste fortsatt laserforskning rimligtvis få en annorlunda inriktning, och vilken väg den kommer att ta är svårt att sia om i dagsläget. Man kan bara önska den yngre generation som nu tar över efter oss gamla "laserrävar" all lycka till i sitt arbete, med en förhoppning om att de kommer att röna framgång i sin forskargärning, och att de som vi skall kunna umgås under gemytliga former under framtida NOLAMP-konferenser. ☺



Joakim Kilén är från och med den 1 september 2011 anställd som Laser Product Manager, TruFlow – TruDisk, hos TRUMPF maskin ab i Alingsås. Joakim kommer närmast från Duroc. Han har sedan tidigare erfarenhet av pressverktyg och laserbearbetning till verkstadsindustrin.

Joakim Kilén kommer främst att arbeta på marknaderna i Sverige och Norge, och utgår ifrån Ulricehamn.

Bystronic fiber laser: tested, approved, and bought. Then launched.

By Martin Engel/Johan Elster, Bystronic Group

If the Italian job shop FRACM is to be believed, then the fiber laser cutting system BySprint Fiber is the ideal thin sheet metal processing machine. And those responsible at FRACM should know: they thoroughly tested the system for six months before it was launched at EuroBlech 2010. A report.

Pay attention thin sheet metal cutters: This article is about fiber laser cutting, and more specifically about the use of the BySprint Fiber. And it is about FRACM, a company which has been operating such a system for longer than it has officially been for sale. There is a good reason for this: FRACM was a test customer and those responsible there know the machine with all its strengths and weaknesses. Weaknesses? No, Chief Executive Odino Reggiani, figure 1, has no weaknesses to report. Out of politeness? Hardly, Odino Reggiani is a business man. Out of shrewdness? Of course not, Odino Reggiani is too polite for that. But maybe the Italian journalist and author Giovannino Guareschi was right with his declaration: "Here things are happening that could not happen anywhere else." He means the Brescello showplace, which is home to two figures that have achieved immortality, at least in Europe: the catholic priest Don Camillo Tarocci and the communist mayor Guiseppe "Peppone" Bottazzi. The small town of Brescello, which lies in the North Italian Po Valley, was the scene for the early film adaptations of his novels. And this is the precise location where the job shop FRACM has its headquarters.

"Fiber laser cutting excited us early on," explains Odino Reggiani. They followed the discussions closely as the first technical articles were published about fiber laser cutting. And internal discussions took place as to whether this could present an opportunity for the company. "The claim that especially with thin sheet metal fiber lasers are faster and cheaper than CO₂ lasers, and that in addition they cut very cleanly awoke our interest," says Andrea Reggiani. He is Plant Manager as well as the son of the Chief Executive. The curiosity



Figure 1. Odino Reggiani, CEO of FRACM was one of the first to test the BySprint Fiber machine from Bystronic.

was definitely well-founded, since at the contract manufacturer FRACM primarily thin material is processed. Approximately nine out of ten cutting orders are for sheet metal thicknesses up to 1.5 millimeters. And only in one in twenty orders is the sheet metal thicker than three millimeters. The customer base is primarily comprised of OEMs, which are active in diverse industries. As a rule these are companies that manufacture either for the global market or at least for international sales territories, including one of the leading manufacturers of compressor technology as well as internationally successful household appliance manufacturers. Accordingly the demands placed on price, quality, and adherence to delivery schedules are very high.

Tested, approved...

Best conditions then for analyzing the possibilities of the new technology with a machine manufacturer. This happened during the Blechexpo trade show 2009 in Stuttgart, Germany, at the Bystronic exhibition stand. After all the two companies are well acquainted with one another: FRACM has been relying on Swiss technology since 1998 and operates two BySprint CO₂ laser cutting systems as well as the Bycell storage system.



Figure 2. BySprint Fiber 3015 at FRACM, Italy.

“The request came at an excellent time,” recalls Luigi Frapolli, Managing Director of Bystronic Italia, “since we were on the lookout for suitable test customers for the BySprint Fiber”, figure 2 and 3.

The test started in June 2010. “Naturally we were a bit apprehensive,” says Andrea Reggiani a little sheepishly, since after all we were about to scrutinize a very young technology, with which Bystronic was also breaking new ground. But to say it in brief using the words of the Operations Manager: “The project proceeded superbly.” Various types of metal sheet with a thickness of between half and three millimeters were cut. At first the system could be used to around half of its capacity, with which the parties involved were quite satisfied. From September onwards those responsible started increasing the number of cutting hours towards its current level. “I was completely taken with the speed with which we brought the system to a top performance level together with Bystronic,” says Andrea Reggiani and calculates that after deduction of the August holiday month, less than three months were needed.

...and bought

After these experiences it was easy for the Messrs. Reggiani to come to a decision about the future of their



Figure 3. BySprint Fiber cutting head.

BySprint Fiber. “What can safely be said is that it surpassed our expectations. Hence it was entirely plausible to keep the system,” says Odino Reggiani coming straight to the point. And the enthusiasm for this latest technology continues unabated. But what are the specific benefits that FRACM gets from the system? “Basically they are exactly those points that were the basis upon which we ventured to do the test,” explains the Chief Executive: “In the thin sheet metal processing area the system cuts extraordinarily quickly and precisely. What is more, it is extremely economic to operate.” In plain language this means: thanks to the BySprint Fiber, FRACM works more productively. By way of illustration, with a metal sheet thickness of one millimeter the system processes approximately three times as many cut parts as the CO₂ laser cutting machines that are used in the company. Even taking into account that these machines were acquired as far back as ten and twelve years, this is still a considerable increase.

Until now many orders have been transferred from the punching machines to the BySprint Fiber. This has been possible because the machine works with great precision, “and thanks to this we can satisfy the high quality expectations of our customers,” says Andrea Reggiani. He demonstrates using a part to which he assigns the motto “safety first”: the cutting edges of the inner contours are processed so cleanly that the service technicians, who will at some stage be carrying out maintenance on the end product, cannot be injured. He has christened a further demonstration project with the name “quality”. It is exceedingly complex and must be cut with high precision so that it can subsequently be processed further without problems. Andrea Reggiani calculates that of the approximately 360 to 400 hours per month during which cutting takes place on the BySprint Fiber, about 100 to 120 hours are spent on orders that used to be done by punching. Hence the



Figure 4. BySprint Fiber with automation.

share is about one quarter. A further large share used to be processed using the two CO₂ laser cutting systems, so that capacity became free there, although in the mean time this capacity has been filled to a large extent.

Market shares gained

And last but not least, thanks to the BySprint Fiber new orders were gained, especially with existing customers. One of them - a leading manufacturer of compressor technology - transferred a considerable amount of work from a French supplier to Brescello after the new production possibilities at FRACM were scrutinized and found to be excellent. A further customer that is active in the energy sector widened its product range and as a consequence increased its purchasing volume at FRACM. And what part did the low operating costs of the BySprint Fiber play in this growth? Odino Reggiani raises his eyebrows: "The market," he explains, "does not pay an extra price for extra quality." Rather extra quality is demanded at a lower price. "And with this the BySprint helps us enormously." For example with its low energy consumption, since on the electricity bill one did not notice that an additional machine had been installed, explains Andrea Reggiani. "Even if we take into account that orders from other machines were transferred to the BySprint Fiber, we currently have a higher output with the same electricity costs," he adds.

The fact that orders can be calculated at lower cost

is also due to the flexibility of the system compared to punching machines: "In this way we manufacture quicker because we need no tools. We read in the drawing and that's it," summarizes Odino Reggiani. And because they are more flexible, they can also deliver faster - a key factor in Odino Reggiani's company philosophy: "If one makes a promise to a customer," he states unequivocally, "one has to keep it and deliver the product on time. We only make promises we can keep."

This approach is welcomed on the market. Already in the previous year the orders increased by 20 percent compared to 2009. And in the first months of the current year this figure was another 10 percent above that of the reference period in 2010. The capacity utilization in the company is high, says Andrea Reggiani, even though one is not working the market aggressively. Therefore another specialty of the BySprint Fiber, namely non-ferrous metals, only seldom find their way onto the machine's cutting table. And this is in spite of the very good results achieved with copper and brass during the test phase. "We have a few orders from existing customers and there is distinct possibility that the number will increase in future," reports Andrea Reggiani. And what is the situation as far as operating the BySprint Fiber is concerned? Does it require additional skills? "No, on the contrary," replies the Operations Manager, anyone who has operated a CO₂ laser cutting machine is likely to be able to cope even more easily with the new

technology. He emphasizes how undemanding the system is and that one has to clean the protection window now and then. That is all – otherwise the machine just cuts. “Also, we practically never adjust the parameters and nevertheless we achieve optimal cutting quality,” he adds. Does this not sound a little bit like magic? Andrea Reggiani laughs and gesticulating wildly refers to Giovannino Guareschi: “You know, here things happen that cannot happen anywhere else.” But maybe at least in this point he is wrong.

Then launched

After successful tests at both FRACM and other test customers, the BySprint Fiber was launched worldwide at EuroBlech 2010. This was the first series-production model of a laser cutting system equipped with a fiber laser from Bystronic. Already back in 2007, Bystronic presented a concept machine at the Laser World of Photonics in Munich.

The new system is based on the successful machine concept of the BySprint Pro and has accordingly been christened BySprint Fiber 3015. It is equipped with the two kilowatt Fiber 2000 fiber laser.

The BySprint Fiber is the speedy sprinter in the Bystronic portfolio. In the thin sheet metal range up to four millimeters in particular, it ensures unprecedented parts output together with the highest precision of the parts. The system’s ideal drive and CNC concept guarantees high dynamics, so that the potential of the laser source can be converted into the fastest processing times. Furthermore, the laser source has sufficient reserve so that sheets up to 12 millimeters thickness can also be processed. Over and above this, the user benefits from very high energy efficiency: Hence with the BySprint Fiber cutting is not only exceptionally economical but also environmentally friendly.

Furthermore, the BySprint Fiber offers high flexibility: In addition to steel, stainless steel and aluminum, non-ferrous metals such as copper and brass can also be cut with high process reliability and precision. The cutting head has been specially developed for fiber-laser applications and has a focal length of 150 millimeters. Hence the BySprint Fiber can be optimally matched to the production requirements of the individual customer. Additional process reliability is assured by the unique Protection Window Sensor, which reliably protects the lens against damage.

Great attention has also been paid to the safety of the operating personnel: Compared with CO₂ lasers the laser light produced has a much shorter wavelength and hence the machine has been completely encapsulated and fitted with a very robust and easily operated protection door.



Johan Elster from Bystronic Group.

But one should not think that this has a negative effect on the aesthetics of the system: Even the test customers in fashion-conscious Italy were highly enthusiastic about the attractive design of the BySprint Fiber.

The transport of the laser beam to the cutting head takes place via a passive fiber and not as with CO₂ lasers via a deflection mirror. The resulting simple beam path combined with the undemanding high-tech fiber laser source and the mature machine technology result in very limited operating and service costs. Also very limited is the space required by the BySprint Fiber: The laser source is integrated in the control cabinet and requires no additional floor space.

Customers who primarily or exclusively cut thin materials can work more productively, more economically and hence more successfully with a fiber laser. Due to the high output of parts, please don’t forget to add automation, figure 4, to your future fiber laser machine. ☺

– Nya laserkällor och laserytbehandling i fokus

Av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

Det var Duroc Engineering AB i Luleå, som uteslutande arbetar med laserytbehandling, som var värd för årets första laserdag den 12 maj.

Man har under våren flyttat verksamheten från Umeå till sin specialståltillverkning som finns inom SSABs område i Luleå. Vi var 27 deltagare som fick träffa Duroc en solig men lite kylig vårdag där temat för dagen var ”Nya laserkällor och Verktyg”, se bild 1.

Hubert Wilbs, vd hos Trumpf Maskin AB, inledde dagen med att ge en översikt över användningsområdena för disklasrar, CO₂- och fiberlaser. Trumpf har samtliga dessa lasrar i tillverkningsprogrammet där dock fiberlasern är begränsad till 500 W. Disklasern har utvecklats kraftigt de senaste 5 åren. År 2005 fick man ut 1 kW/disk medan år 2009 så var effektuttaget 4 kW/disk. Kostanden för disklasern har också halverats under den perioden, vilket gör disklasern konkurrenskraftig med CO₂-lasern i många avseenden anser Hubert. Nu kan man ta ut 5,5 kW per disk och med 4 diskar så når man en uteffekt på 20 kW.

– Det finns nu en 12 kW disklasern installerad för svetsning i Sverige, berättade Hubert Wilbs.

Stråldiametern för en högeffekt disklasern är ca 10 mm medan pumpdiametern bara är 3-5 mm där



disken har en tjocklek på ca 0,1 mm. Vill man öka uteffekten kan man öka storleken på pumpstrålen och naturligtvis använda flera diskar. Man kan också variera antalet pumpmoduler.

– Trumpf har fastkroppslasrar till alla maskiner förutom rörlasern, berättade Hubert. Men CO₂-laser dominerar fortfarande för skärning. Men 3D-skärning med disklasern och robot i plåttjocklekar 1-3 mm är en viktig tillämpning. Även så kallad ”remote welding” med robot och scanneroptik håller på att slå igenom inom bilindustrin. Så svetsas till exempel hatthyllan hos VW.

Fiber vs CO₂

Johan Elster, marknads- och divisionschef för Bystronic i Nordamerika, England och Nordeuropa tog sig an uppgiften att jämföra fiberlaser med CO₂-lasern med tonvikt på skärning. Bystronic är som bekant en jätte inom laserskärningsmaskiner och har ca 3000 installerade inom Johan's område.

– År 2007 så utrustades den första



Bild 1. Katharina Persson och Magnus Eriksson vid Duroc Engineering AB var värdar för Laserdagen som lockade 27 deltagare.

Bystronic-maskinen med fiberlaser, berättade Johan. Och i dag är ca 10% fastkroppslasrar och 90% CO₂-laser.

Fiberlasern har många positiva egenskaper enligt Johan; hög strålkvalitet, enkelt att transportera strålen (fiberoptik), kompakt, energisnål, enkel att kyla, och höga prestanda. Verkningsgraden för fiberlasern är ca 30% medan CO₂-lasern ligger på ca 15%. Hos CO₂-lasern tar man ut ca 50% av stråleenergin genom

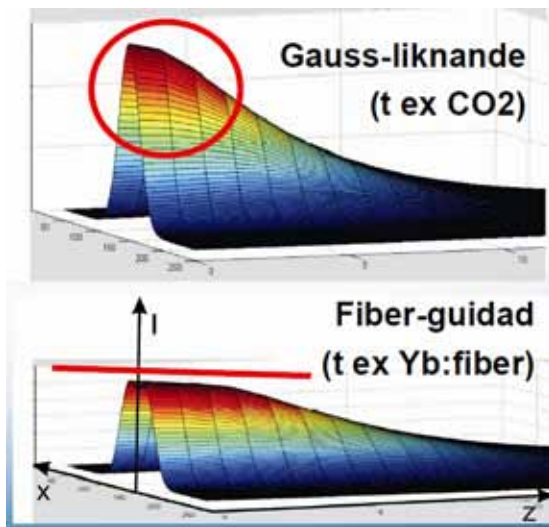


Bild 2. Fiberguidad 1 μm stråle har en Top Hat liknande stålprofil runt fokuspunkten medan en Gaussisk "frilöpande" ståle är Gaussisk längs strålens hela utbredningsriktning.

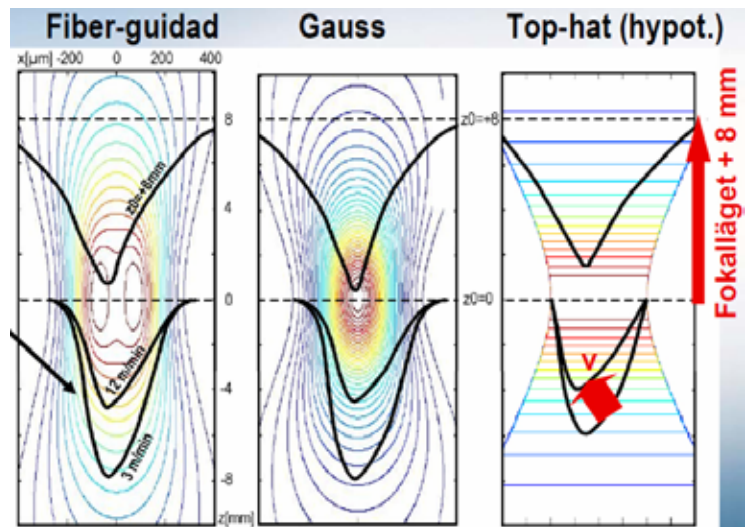


Bild 3. Modellberäkning visar att nyckelhålets storlek och djup är relativt lika för både fiberguidad och Gaussisk stråle.

utgångsspegeln, medan man hos fiberlasern tar ut ca 96%. Fiberlasern är modulärt uppbyggd av 500 W moduler.

Men, påpekade Johan, fiberlasern är mycket känslig för damm i optiksystemet. På grund av det smala skärnsnittet för fiberlasern så krävs större gasmunstycken och därmed ökar gasförbrukningen. Absorptionen i skärnsnittet varierar med skärnsnittets lutning, som i sin tur beror på materialtjocklek och skärhastighet. För ca 5 mm material är absorptionen lika men för större tjocklek så har fiberlaserljuset sämre absorption. Absorptionen är speciellt viktig vid skärning med nitrogen eftersom den gasen inte ger något energitillskott.

Johan berättar att vid skärning med 2 kW fiberlaser i 1 mm plåt är skärhastigheten ca + 250% jämfört med CO₂-laser. I 2 mm plåt är fiberlasern ca 80% snabbare och då jämförs den med 3 kW CO₂-laser. Vid 6 mm är CO₂-lasern ca 80% snabbare.

- Driftskostnaderna är ca 60% lägre för fiberlasern, säger Johan och då jämför man 2 kW fiberlaser med 3 kW CO₂-laser. Det get totalt sett

att kostnaden för skärning i plåt tjocklek mindre än 4 mm ger lägre kostnad för fiberlasern, och följaktligen blir kostnaden lägre för CO₂-lasern vid skärning i tjocklekar över 4 mm.

- Så CO₂-lasern fortsätter att dominera i allroundmaskiner.
- Kommer 50% av laserskärmaskinerna att vara utrustad med fiberlaser år 2015 frågar Johan?? Nej säger han, på grund av sämre skärkvalitet och högre skärkostnader för tjockare material. Men år 2020 kan en rimlig fördelning vara 25% fiberlaser och 75% CO₂-laser avslutar Johan Elster.

Höghastighetsfilmning av nyckelhålsfronten

Alexander Kaplan, Luleå tekniska universitet fortsatte med att berätta om fiberlaserns stråkaraktistik, nyckelhål och prestanda. Han visade att en fiberguidad laserstråle med våglängd 1 μm ser annorlunda ut i fokus jämfört med en "frilöpande" 10 μm Gaussisk ståle, bild 2.

Men detta faktum inverkar bara marginellt på keyhålets djup eftersom det bara är strålens periferi som

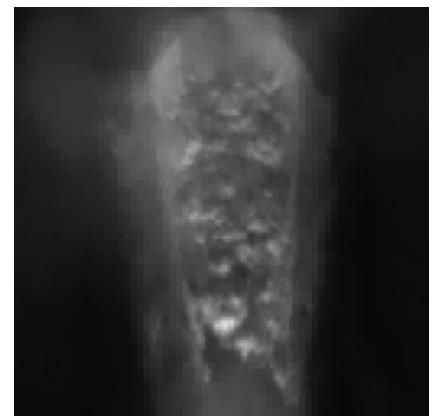


Bild 4. Nyckelhålsfronten vid lasersvetsning För första gången filmad av Ingemar Eriksson vid LTU.

skapar nyckelhålet enligt en modellberäkning som Alexander Kaplan har gjort, bild 3.

Höghastighetsfilmning har öppnat helt nya möjligheter att verkligen studera lasersvetsprocessen i detalj. Det har Ingemar Eriksson vid LTU tagit fasta på och han har tittat djupt ner i nyckelhålet under processen. För första gången kan vi nu se vad som händer i fronten på nyckelhålet där merparten svetsprocessen sker, bild 4. Ingemars filmer visar att det finns vågrörelser i smältfronten som flödar nedåt med en beräknad hastighet av

1-10 m/s och att hastigheten är en funktion av lasereffekten. Den vågiga ytan minskar absorptionen för CO₂-lasrar men ökar den för lasrar med våglängd runt 1 µm. Analyserna av de unika filmerna fortsätter för att finna mera kunskap om svetsprocessen innersta hemligheter.

Fiberlasrar ger som bekant höga svets hastigheter och till exempel 16 mm svetsas med 3 m/min vid 15 kW. Den höga effekttätheten i fokus vis skarp fokusering ger dock upphov till vissa instabiliteter och sprut i svetsprocessen. Nu undersöker forskarna vid LTU svetsning med 100 m/min.

Nytt optikmaterial för 1 µm lasrar

Niklas Malmberg, SwereaKimab AB presenterade en sammanställning av laser källor och utrustning. Ur det digra materialet har jag gjort några axplock. Nu tycks det som ZnS kan bli ett alternativ till traditionella transmissiva optikmaterial för 1 µm lasrar. Materialet är lätt att bearbeta så att man kan skräddarsy optik för olika behov och det har också bättre termiska egenskaper, bild 5.

I lasergruppens undersökning om vad som begränsar användningen av laser och speciellt lasersvetsning kom det fram att kostnaden, vilket var föga överraskande, för investering i laserutrustning bedömdes som ett stort hinder. Men kostnaderna minskar över tid, i alla fall för laser källorna. Ett slående exempel är hur priset för LaserLines diodlasrar har minskat de senaste åren. Och det är drastiska kostnadsminskningar, bild 6.

Höghastighetsfilmning rutin

Peter Norman, forskare vid Luleå tekniska universitet gav en överblick över hybridsvetsning med fiberlaser vid LTU och olika metoder att analyser svetsresultat och sätta in dessa i ett sammanhang som har utvecklats



Bild 5. ZnS kan användas som optiskt material för transmissiv optik för 1 µm lasrar. T.v. visas svetslut och t.h. ett svetsvärnsnitt båda utförda med skräddarsydd optik.

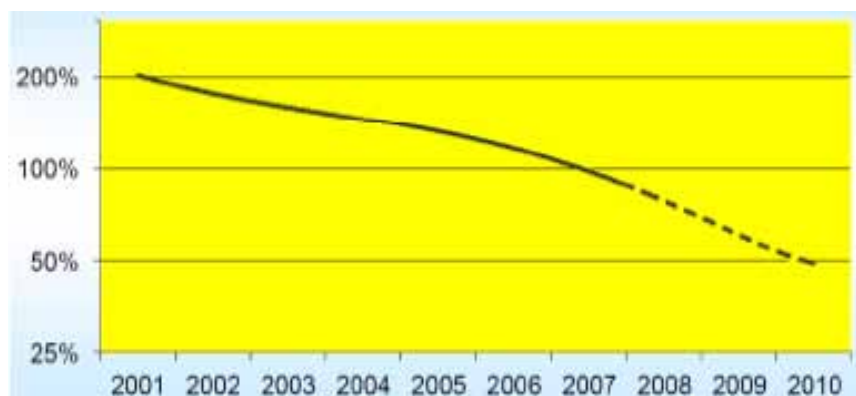


Bild 6. Prisutvecklingen för LaserLines diodlasrar.

där. Peter berättade att höghastighetsfilmning nu är standard vid alla viktiga experiment och att den tekniken verkligen har utvecklat forskningsarbetet. Nu kan vi alltså i stor detalj se och studera vad som händer i svetsprocessen. Detta har fört processkunskaperna starkt framåt. Ett exempel är att vi för första gången kan se vad som händer i nyckelhålets framvägg där materialet smälter och flödar nedåt, bild 7.

Permanova minityriariserar

Tore Salmi, Permanova Lasersystem AB, avslutade de tekniska presentationerna med att berätta om laserprocessverktyg. Bland nyheterna kan nämnas att Permanova nu har utvecklat nya små processverktyg. Ett har en linsdiameter på 18 mm och kan fås i rakt eller vinklat utförande. Det har både crosjet och skyddsglas och kan bland annat användas för påsvetsning.

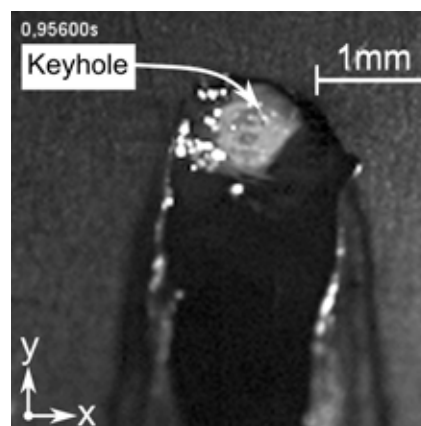


Bild 7. Höghastighetsfilmning vid LTU har nu för första gången gjort det möjligt att studera smältans flöde i keyhole.

Men man har också ett mycket litet huvud med måtten 210x70x70 mm med 10 mm linsdiameter och fogföljning. För mera information om detta och andra processverktyg från Permanova, se artikel på annan plats om Kunddag hos Permanova.

Duroc AB – en stor koncern med unik laserverksamhet

Av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

Duroc AB är nu en stor koncern med 200 medarbetare som omsätter ca 700 miljoner kronor.

Man är mycket diversifierade och sysslar med verktygstillverkning, försäljning av maskiner, tillverkning av specialstål, underhåll av järnvägs-hjul samt laserbearbetning.

– I Luleå finns nu tre bolag, Duroc Rail AB, Duroc Specialstål AB samt Duroc Engineering AB berättar Katharina Persson, som är säljare vid Duroc Engineering. Det är också bolaget som arbetar med laserytbehandling och man har nyligen flyttat från Umeå och finns nu i Specialståls lokaler ute på SSAB:s industriområde.

Nyttillverkning och renoveringar

Duroc Engineering arbetar med nyttillverkning och renoveringar av komponenter åt främst kraft-, process- och verkstadsindustrin och man har ett hundratal kunder. Man är idag 12 anställda och omsätter ca 25 miljoner kronor. I laserpåsvetsarbetet använder man dels en 4 kW fiberlaser och en 12 kW CO₂-laser. Normalt arbetar man med pulver som beläggingsmaterial. Man har höga krav från sina kunder och har utvecklat processer med hög repeterbarhet dokumenterade i WPS/WPQ. Härdning utgör 5%, påsvetsning 90% och laserimpregnering 5% av verksamheten.

– Vi renoverar bland annat spindlar till stora gruvtruckar vid Aitik

gruvan utanför Gällivare, berättar Katharina, där vi svarvar lagerlägen, påsvetsar och slipar. 1995 renoverades de första spindlarna och de har ännu inte behövt bytas ut - att jämföra med orginalspindeln som höll 6 år.

– Ett annat objekt är renovering av lagerlägen hos sugvalsgavlar åt M-Real i Husum. Även där gör vi hela jobbet med svarvning, påsvetsning och efterbearbetning, bild 1. Laser är det enda som håller i längden säger man på M-Real.

Nyttillverkning med laserytbehandling sker på flera produkter. Ventiler till kärnkraftsindustrin beläggs med ett Duroc-utvecklat koboltfritt material, flisledare beläggs med keramiskt material åt Iggesund, härdning sker på chuckar åt 3R mm.

Varför Luleå??

Duroc omgrupperade sin laserytbehandling från Umeå till Luleå under början av 2011, men säljkontoret finns fortfarande kvar i Umeå. Arbetet är ännu inte riktigt slutfört utan man jobbar på att bli helt färdig.

– Det finns flera anledningar till att Duroc flyttade sin laserytbehandling till Luleå, säger Magnus Eriksson, teknikchef vid Duroc Engineering och Duroc Specialstål. I Luleå har vi utrustning för att hantera tunga detaljer med våra 20 och 60 tons traverser. Vi kan kombinera kunskap och teknik med vår teknik i Luleå, där vi använder plasmapåsvetsning och laserhybridsvetsning. Dessutom finns det också produktionsaspekter bakom beslutet och vi tror vi kan bevara och utveckla kvalitets- och processkunskaper på ett bättre sätt.



Bild 1. Renovering av sugvalsgavlar genom laserpåsvetsning.

Dagen vid Duroc avslutas med ett intressant besök ute i produktionslokalerna som ligger i anslutning till Duroc Specialståls verksamhet. Man har det mesta på plats men sak också sätta igång en nya arbetsstation där man ska kunna bearbeta riktigt tunga och stora detaljer. LaserGruppen vill tacka för ett trevligt och givande besök. ☺



Rykande färskas lasernyheter presenterades vid "World of Photonics" och "Lasers in Manufacturing"

*Rapport från Lasers in Manufacturing [LiM]
23-26 Maj vid "International Messe München"
– del I*



Av Johnny K Larsson, Volvo Cars

Mellan 3-4000 besökare räknades varje dag in genom vändkorsen på International Messe München [IMM] i samband med Laser World of Photonics 2011, som pågick under en underbar försommarvecka i maj, och där München hälsade oss besökare välkomna på sitt allra bästa humör.

I och med sin storlek blir evenemanget tämligen ogreppbart, och förutom själva mässutställningen, med anor från 1973, som inrymdes i fyra stora hallar och täckte det mesta i laserväg, pågick parallellt ett

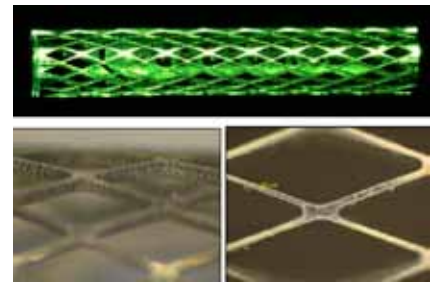
antal konferenser där de senaste, laserrelaterade forskningsrönen inom bland annat bioteknik, medicin, optik etc presenterades. Självtalade jag att besöka den konferens som torde vara av störst intresse för Lasergruppens medlemmar, nämligen Lasers in Manufacturing [LiM], varför jag varje morgon under fyra dagar fick lov att ansluta mig till det "lämmeltåg" som vandrade från U-bahn-stationen "Messe West" till IMM.

Lasers in Manufacturing arrangeras av WLT [Wissenschaftliche Gesellschaft für Lasertechnik e.V.] i nära samarbete med BLZ [Bayerisches LaserZentrum] och Chair of Photonics vid Friedrich-Alexander-Universität i Erlangen/Nürnberg. Därför var det naturligt att dess

senares föreståndare, den sympatiska professor Michael Schmidt [Fig. 1], hälsade oss välkomna till årets LiM-konferens. Det var sjätte gången som konferensen arrangerades i denna form under BLZs överinseende, och 329 delegater från hela världen kunde räknas in. LiM var indelad i tre delkonferenser; Makrobearbetning under ledning av beaktningen Michael F Zäh från Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften [iwb] vid TU [Technische Universität] i München och tillika president för WLT. Vidare en delkonferens som behandlade mikrobearbetning och som leddes av Thomas Graf, IFSW [Institut für Strahlwerkzeuge, Stuttgart], och slutligen en för nanobearbetning där



Figur 1. Professor Michael Schmidt (t.v.) var den övergripande ansvarade för LIM-konferensens perfekta genomförande, där han bland annat hade hjälp av professor Reinhard Poprawe (t.h.) som inledningstalade under rubriken "Precision Meets Power".



Figur 2. Fascinerande möjligheter erbjuds med femtosecond-teknik; T.v. Radiance's företagslogo ingraverad med hjälp av ablation på en tändsticka, och t.h. det laserskurna fackverksmönstret för så kallade artificiella blodkärl, eller stents, där godstjockleken blott är 20 μm . I mitten Radiance's SmartLight 50, en laser med 1552 nm våglängd, medeleffekt 5 W, topp effekt per puls > 50 MW (!), vilket innebär mellan 5-50 μJ pulsenergi.

Andreas Ostendorf från Bochum Technisches Universität "satt vid rodret". Den senare delkonferensen var för övrigt ett samarrangemang med CLEO [European Conference on Lasers and Electro-Optics].

Michael Schmidt försökte i sitt välkomstanförande knyta an till någon form av jubileum, och eftersom man missat laserns 50-års jubileum som inföll 2010 fick han i

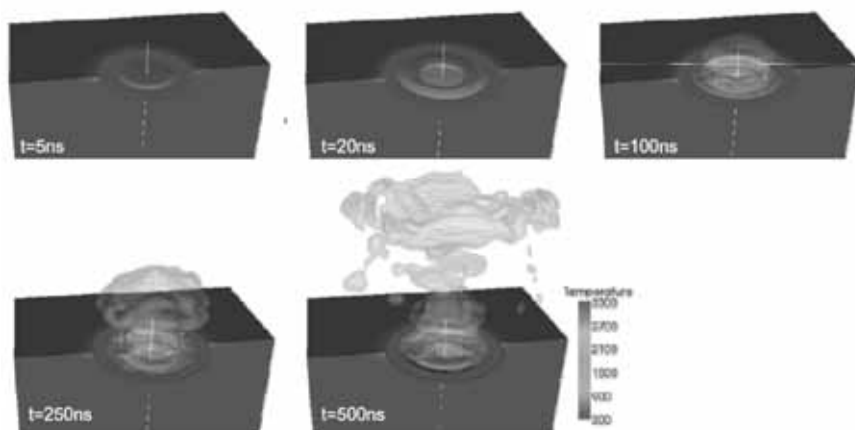
stället hålla till godo med att det var 125 år sedan bilen introducerades. Just bilbranschen har ju blivit en stor användare av lasertekniken, och med aktuella nyckelord som lättvikt, mobilitet och grön teknik menade han att laseranvändningen inom transportsektorn kommer att fortsätta växa. Bland dagens heta ämnesområden lyfte den gode Michael fram exemplen ultrasnabba

lasrar och kortpulsasrar, och det var just detta som var innehållet i de två keynote-presentationer som följde.

Först ut var Barry Schuler från företaget Raydiance, som satsar kraftfullt på femtosecond [fs] -tekniken, alltså att använda sig av laserpulser med en varaktighet på 10-15 sekunder. Vad man kan åstadkomma illustrerades i form av precisionsavverkning, där Raydiance företagslogotyp hade



Figur 3. Kortpulstekniken ger möjlighet att konturskära utgångshålen (t.v.) i exempelvis turbinblad för att ytterligare kunna öka kylprestanda, men också för att genom texturering skapa hydrofoba, vattenavvisande ytor (.t.h).



Figur 4. Simulering av laserborrning med kortpuls laser; Våglängd 1064 nm, pulslängd 15 ns, pulsenergi 0,01 J och pulsfrekvens 10 kHz.

ingraverats på en tändsticka och där gravyren även sträckte sig in på själva plånet [Fig. 2]. Detta visar på att fs-pulserna resulterar i en mer eller mindre kall bearbetning. Ett annat exempel var den numera klassiska laserskärningen av kiselplattor för halvledarelement, där snittkvalitén ökar vid kortare pulslängder. Herr Schuler, som tydligen är en praktiskt lagd herre, uppehöll sig mycket kring hur man för över femtosecond-tekniken från laboriemiljö till att också fungera under långvariga driftförhållanden i en volymproduktion. För detta krävs robusta produkter med liten "foot print", hög tillförlitlighet, och helst skall det bara vara så kallad "plug-and-play", när den nya laserkällan skall installeras. Radiance

senaste produkt heter SmartLight och har en storlek i paritet med en mikrovågsugn [Fig. 2]. Ett exempel på en SmartLight integrerad i en arbetsstation från Rofin Sinar visades upp, där inkopplingen av laserkällan påstods ha tagit halvtimmen. Små, fina implantat som kan utvidga blodkärlen, så kallade "stents", har ju på senare år blivit något av en "storsäljare" för kortpulstekniken. Dessa artificiella "blodkärn" tillverkas vanligtvis av minnesmetaller som exempelvis Nitinol [en nickel-titanium-legering], och den engagerade Barry visade här på fs-skärning av rör med 1,5 mm diameter, där väggtjockleken var 80 μm och där bredden på stagen i fackverksmönstret, som var resultatet av laserskärningen, endast uppgick till

20 μm [Fig. 2]. Man kan bara häpna över den precision och kvalitet som är möjlig att uppnå med dessa nya kortpuls-lasrar!

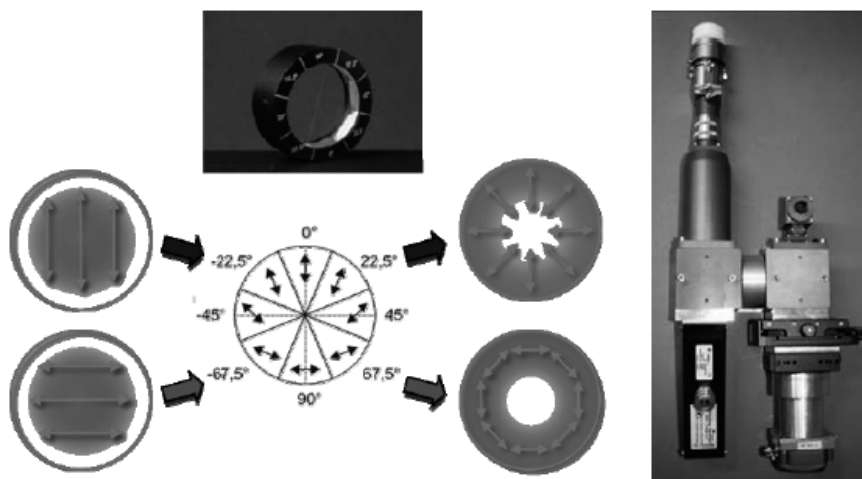
Näste talare var Dr. Reinhart Poprawe [Fig.1], institutionsförestandare vid ILT [Institut für Lasertechnik] i Aachen sedan 1996. Denne man har ju alltid några tänkvärda ord att förmedla, och temat för hans presentation denna gång var "Precision Meets Power". Vi laserentusiaster är ju sedan länge familjära med det diagram där strålkvalitén anges som funktion av lasereffekt, och som visar inom vilka områden de olika processerna för laserbearbetning befinner sig. Nu ville den alltid lika trevlige Reinhart lägga till två ytterligare dimensioner i detta diagram, nämligen pulslängd och våglängd, och därmed mynta begreppet "Tailored Light". Med tanke på avsett användningsområde kommer det i framtiden att bli allt vanligare att skräddarsy ljuskällan, d.v.s. i det här fallet lasern, för att erhålla ett optimalt resultat vid bearbetning. Ett sådant exempel var de likaledes klassiska kylkanaler som borras i turbinblad för flygplansmotorer. Med kortpulstekniken finns numera möjligheten att inte bara borra ett rakt hål genom godset utan att också konturskära utgångshålet för att på detta sätt ytterligare effektivisera kylningen [Fig. 3].

Andra områden för kortpulsanvändning är bearbetning av glas- eller kolfiberförstärkta polymerer, 3D-strukturering av tryckerival-sar, vilket bland annat resulterat i avknopningsföretaget Pikoplat. Vidare ablation av glas där 150 W medeffekt ger en avverknings-hastighet på 3 $\text{mm}^3/\text{sekund}$, och slutligen texturering av ytor för att ge dessa hydrofobiska egenskaper [Fig. 3]. Slutligen visade Dr. Poprawe en översikt över aktörerna inom gebitet ultrasnabba kortpuls-lasrar, där vi bara kunde konstatera att det

finns en uppsjö tillverkare av dylika laserkällor.

Plenarsessionen avslutades med utdelandet av WLT Award. Detta är ett pris som ges till forskarstudenter som utvecklat innovativa användningsområden för lasertekniken. Priset delades ut av WLT-presidenten Michael Zäh, och delades detta år mellan Norbert Linz [Universität Lübeck] och Alexander Szameit [Universität Jena]. Den förstnämnde hade vidareutvecklat en UV-laser med 355 nm våglängd som kunde pulsa med 800 picosecond [ps] –pulser och 150 kHz frekvens. Den var främst tänkt att användas vid synjustering av hornhinnor och påstods vara avsevärt billigare än en fs-laser. En kommersiell produkt sades vara att vänta under året. Herrn Szameits forskningsinsats berörde ett helt annat ämnesområde, och handlade om att med fs-laserpulser visualisera olika former av vågutbredningar.

Bland andra så kallade inbjudna presentationer som avhölls under inledningsdagen kan nämnas professor **Andreas Ottos** föredrag om simulering av olika laserprocessorer. Den gode Andreas har lämnat lärosätet i Erlangen och flyttat till Universität Wien, där han eftertrat den numera pensionerade professor Schuocker. Dr. Otto har ju under åren fascinerat oss med sina avancerade simuleringssmodeller och detta tillfälle utgjorde inget undantag. Vid nyckelhalssvetsning kunde man observera att den rotation som förekommer i smältan rör sig uppåt vid nyckelhalssvetsningen. Däremot sker en deformation av nyckelhalens bakre vägg, något som blir särskilt uppenbart vid overlappssvetsning av zinkbelagd plåt med nollspalt. Känns fenomenet bekant? Om man däremot sakerstallar en kontrollerad spalt på 100 μm mellan de zinkbelagda plåtarna kommer zinkangorna att evakueras upp genom nyckelhålet. Ett annat



Figur 5. En "stralomvandlare" för 1 μm laservaglangd som kan omforma laserstrålen från linjär till cirkulär polarisation. Längst t.h. har denna omvandlare integrerats i ett industriellt, standardiserat bearbetningsverktyg.

sätt att komma tillrätta med detta klassiska problem är att dynamiskt manipulera laserstrålen. Detta ger utmärkta resultat vid svetsning med CO_2 -laser men fungerar inte för 1 μm -vaglangdens fastkroppslasrar.

Andra simuleringsexempel visade på finskarning via ablation och "remote"-teknik, smaltskarning understödd av forangningstrycket i smältan och slagborrning med 15 nanosekunder [ns] långa pulser [Fig. 4]. Dessa avancerade simuleringar kan numera utföras på en vanlig PC, dock med beräkningstider som ligger mellan 1-2 dagar.

Dr. **Rudolf Weber** från Institut fur Strahlwerkzeuge [IFSW] vid Universität Stuttgart berättade om forskningen kring olika former av polarisation. Huvudtyperna ar linjär respektive cylindrisk polarisation där den senare sedan kan delas upp i radiell och tangentiell. Idag finns det optik som kan omvandla en linjär polarisation hos laserstrålen till en cylindrisk dito [Fig. 5]. Vad det gäller dessa uppvisar den radiella polarisationen en betydligt högre absorption jämfört med den tangentiella, i vissa fall upp till tio gånger högre. Rent praktiskt hade man kunnat konstatera att vid laserborrning går den tangentiella polarisationen

djupare, men ger en sämre yta jämfört med radiell polarisation. Vid svetsforsok med en fastkroppslaser och 4,4 kW effekt såg man ingen skillnad i penetrationsdjup vad gäller typen av polarisation. Vid låga svets-hastigheter minimerades svets-sprutet om man använde en tangentiell polarisation, medan förhållandet var det omvandade vid högre svets-hastigheter där den radiella polarisationen hade störst effekt i fråga om sprutminimering.

Detta var bara några smakprov på vad som bjöds under fyra intensiva laserdagar i ett forsommarvarmt och soligt Munchen. Jag kommer att fortsätta min rapportering från "Lasers in Manufacturing" i kommande nummer av LaserNytt. Då får ni bland annat läsa om:

- * Några godbitar från sessionerna kring makrosvetsning och –lödning
- * Additiv tillverkning – en teknik på frammarsch
- * Ytmodifiering, skärning och borrning – klassiska användningsområden för laserteknik
- * Så hall ögonen öppna! Jag kan utlova intressanta redogörelser från såväl forskarvärlden som omkring några industriella anvandningsexempel. ☺

Besök på LaserPhotonics-mässan 2011, München

Av Tore Salmi, Permanova
Lasersystem AB

Hela 27 500 besökare, en ökning med 8%, tittade på 1 100 utställare (eller representerade företag. Det internationella inslaget var dominerande (53% av besökarna, från totalt ca 80 länder, och 58% av utställarna).

Medicinteknik, biofotonik och förnybar energi hörde till de representerade tillväxtmarknaderna.

För oss med industrilaser och materialbearbetning i fokus fanns det givetvis många intressanta företag att besöka, men inga direkta stora nyheter att upptäcka. Som vanligt inser man att man hinner se långtifrån allt. Några korta intryck redovisas nedan.

Rofin-Sinar

Visade upp sin 4 kW fiberlaser FL040. Viktigt är att man inte bara säljer en laser, utan även ett koncept för strålgången, dvs en scanner med mjukvara för att positioneras av en robot.

Och det är väl aldrig fel med lite konkurrens för IPG även på de lite högre fiberlaser-effekterna.

IPG

Visade upp en massa single-mode lasrar, dock utan att presentera direkta nya applikationer till dessa.

En handfast laserpunktsvets hade man tagit fram, riktad mot bilindustrin, och lanserad som ett laserklass 1-verktyg.

Man har nu också egna switchar och en 16mm kuts-lösning.



Bild 1. Mässentre LaserPhotonics



Bild 2. IPG:s monter.

Man kunde också stolt redovisa installationer gjorda på VW. Tysk bilindustri har annars varit ett besvärligt kapitel för IPG.

Till sist får man konstatera att IPG fortsätter att göra livet surt för traditionella högeffekts diodlasrar.

Se bild 2 från IPG-montern.

Trumpf

Visade som vanligt via monterstorlek, bild 3, sin marknadsledande position. En TruDisk 4001, dvs 4 kW disklasrar med 100 mikrometers processfiber var en av nyheterna. I övrigt visades färdiga små laserceller, och också spegelloptik.

Sedan kunde vi konstatera att farten var uppe ordentligt med försäljningen av högeffekts disklasrar, då man hade en leveranstid på 7 månader.

Laserline

Hade nu NA 0,13 vid 95% på sina diodlasrar, dvs lampumpade Nd:YAG får en nästan fullgod ersättare, åtminstone ur några aspekter.

Precitec

Med Robert Borgström i sedvanlig full fart, gjorde som vanligt ett gott intryck. De:

- * säljer nästan bara verktyg till IPG-lasrar i USA
- * har fogföljning med scanner och twinspace on the fly
- * lanserade nytt skärhuvud (tätare, bättre)
- * har fina verktyg över lag
- * har nu 3 mån lev. tid

Optoskand

Känt Mölndalsföretag inom Rofin-gruppen:

- * lanserade ny QD-fiber
- * har ett mycket gott orderläge, och utökar arbetsstyrkan

Primes

Som kanske är mest kända för sin FocusMonitor (för att kolla laserstrålens egenskaper) och för sin PocketMonitor (en robust enkel effektmätare), har extremt mycket att göra.

De visade framför allt att de industrialiserat flera av sina instrument med riktiga bus-interface:

- * CompactPowerMonitor, effektmätare från 500 W till 20 kW
- * PowerMeasuringModule PMM



Bild 3. Trumpfs monter.



Bild 4. Han's Laser från Kina

Man jobbar också vidare med flera projekt som ”verkliga tangerar mätteknikens fysikaliska gränser”.

LaserVision

Lanserade lättare båg- och aktiva fönster.

Han's Laser

Får till sist illustrera maskinleverantörer från Kina, modell större. De var placerade nära IPG och Rofins finska förvärv Corelase.

Se bild 4. Han's Laser grundades 1996, har 1 500 anställda och omsätter 70 MUSD per år. ☺

LaserGruppen på besök hos finska Laserforum



Bild 1. Deltagare vid LaserGruppens besök hos finska LaserForum

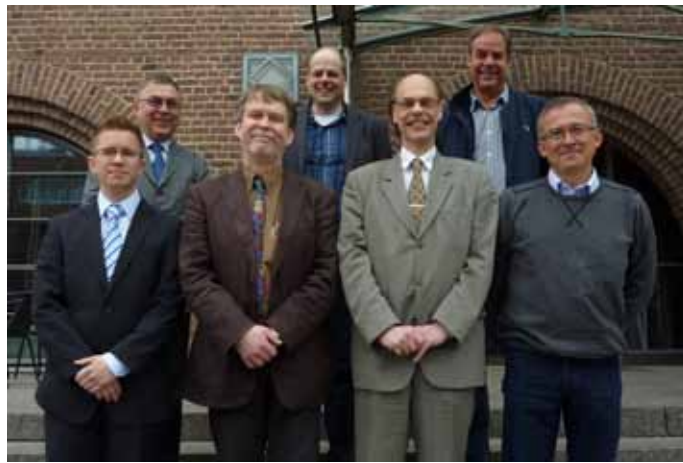


Bild 2. Föredragshållare i Helsingfors. Fr.v Joonas Pekkarinen, LUT, Gustav Båsk, Laserle Oy, Veli Kujanpää, LUT, Juha Kauppila, HT Laser Oy, Johnny Larsson, Volvo Cars, Hans Engström, LTU samt Bo Williamsson, AGA Gas AB

Av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

Delar ur LaserGruppens styrelse besökte den 4 maj den finska motsvarigheten "Laser Forum" i Helsingfors för att utbyta erfarenheter kring varandras verksamheter.

Vi bjöds på en intressant dag med fina diskussioner och trevliga studiebesök. Besöket på Galleria Sculptor var en riktig höjdpunkt. Där visades en modell av skulpturen GAIA av konstnären Kirsi Kaulanen. Originallet ska hänga i det nya Musikhuset i Helsingfors och blir 14 meter långt!

Laser Forum bildades i oktober 2005, berättade professor Veli Kujanpää, och tillhör the Finish Welding Society (SHY) som också har ytterligare två forum. Laser Forum har huvudsakligen små och medelstora företag som medlemmar. Laserforum har 14 medlemmar samt flera stora organisationer som

Lappeenranta Univ. of Technology (LUT), VTT, TTY.

– Laser Forum arrangerar seminarier i egen regi eller tillsammans med andra och håller 2-3 möten per år hos medlemsföretagen, säger Veli Kujanpää. Vi samarbetar också med andra Forum i årliga seminarier med tonvikt på småföretag och studiebesök hos intressanta företag. Vi arbetar också internationellt där deltagare i LaserForum deltar i internationella konferenser och möten på mässor och vi söker också samarbeten i internationella aktiviteter.

LaserForums mission är att främja samarbetet mellan industri, universitet och forskningsinstitut. Man söker påverka för att forskningsprojekt ska handla om sånt som är av gemensamt intresse. Man sprider också resultat och knowhow till medlemmarna.

Man arbetar med laserprocesser, konstruktionsteknik, processstabilitet hos laserprocesser, kvalitetsaspekter vid laserbearbetning, lasersäkerhet och ekonomi.



Bild 3. Matti Kaarinen, svetsingenjör var värd för vårt besök vid Metso Automation i Helsingfors. Här vid en kulventil som är en av fabriken huvudprodukter.

Programmet i övrig innehöll presentationer av Johnny K. Larsson, som berättade om den svenska LaserGruppen, Bo Williamsson, AGA Gas AB, som talade om processgaser vid lasersvetsning, Hans Engström, LTU, presenterade LaserGruppens



Bild 4. Vid laserpåsvetsning av tätningsytorna till kulventilerna använder man en 3 kW diodlaser från LaserLine med svetshuvud från Precitec KG.



Bild 5. Påsvetsade ventiltätningssytor med laser respektive plasma

undersökning om vad som hindrar en större laseranvändning i Sverige. Finländarna bjöd på en teknisk presentation av Joonas Pekkarinen, LUT, om mikrostruktur hos laser-svetsade fogar.

Juha Kauppila berättade HT Laser Oy som har verksamhet på 12 ställen i Finland med 250 anställda och 350 miljoner kronor i omsättning. Man har bland annat 15 laserskärmaskiner, 5 vattenskärmaskiner och en 3D-lasersvetsmaskin. Man har också ett Engineering Centre där 8 personer arbetar. Man kan ge kunden service hela vägen från konstruktion via prototyp tillverkning till produktion.

Laserle Oy arbetar med laserskärning i 2- och 3D berättade Gustav Båsk, vd och ägare till företaget, men också lasersvetsning och vattenskärning. Man är idag 25 personer och omsätter ca 30 miljoner kronor.

– Laserle har varit inblandad i



Bild 6. Vid laserpåsvetsstationen

tillverkning av skulpturen Gaia, berättade Gustav Båsk. Det har varit en lång och kreativprocess. Skulpturen är tillverkad i laserskuren rostfri plåt och blir 14 m lång, 10 m hög och väger 3000 kg. Den är sammansatt av 150 olika blommor och 27 olika utrotningshotade växter (alla laserskurna) och byggs ihop av 10 sektioner.

– Det har varit många utmaningar,

säger Gustav. Vissa detaljerna är så stora att de krökte av egetyngden, så vi fick tillverka dessa i ett laminat av aluminiumplåt som kärna, vilken sedan täcktes med rostfri plåt.

Efter en trevlig lunch på Hotel Scandic Grand Marina så åkte vi till Metso Automation i Helsingfors utkanter, där vi möttes av Matti Kaarinen, som är svetsingenjör vid



Bild 7. Modell i skala 1:5 av skulpturen Gaia. Den fullstora Gaia ska hänga i entrén till Musikhuset i Helsingfors och kommer att bli 14 meter lång och 10 meter hög.



Bild 8. Detaljer av skulpturen Gaia. Alla delar är laserskurna med högtryckskärning och har helt blanka snittytor



Bild 9. I skulpturen "I Grottan" har Kirsi Kaulanen briljerat med form och ljussättning och skapat en spännande upplevelse i rostfritt stål

företaget. Metso Automation tillverkar i huvudsak kulventiler för industriella tillämpningar Metso använder en 3 kW diodlaser från LaserLine för påsvetsning av mindre detaljer. För stora komponenter använder man plasmapåsvetsning.

– Vi använder laserpåsvetsning därför att det ger mindre pulveråtgång och mindre uppblandning, förklarar Matti Kaarinen. Påsvetsningsoperationen är helautomatiserad och tar ca 2-3 timmar beroende på komponentens storlek.

Metso Automation håller på att flytta berättar Matti Kaarinen. Vi lämnar tre byggnader för att flytta till en ny och dit är ni välkomna nästa gång ni kommer till Helsingfors avslutar han.

Efter en resa tillbaka till hamnen i Helsingfors så kommer vi till Galleria Sculptor och får uppleva modellen av Gaia i verkligheten. Och det var en fascinerande upplevelse att se

denna svävande skulptur i blänkande rostfritt stål fylla ett helt rum. Konstnären Kirsi Kaulanen har skapat ett mästerverk!

– Jag är glad att inte ha behövt göra allt själv, berättar Kirsi Kaulanen. Ingenjörer och annan expertis har arbetat hårt med fastighetskalkyler och med att bland annat förstärka vissa blommor som står ut från skulpturens bas med aluminium. Upphängningen handlar mycket om fysik och matematik. Och jag som hoppade över från den långa till den korta mattekursen på gymnasiet. Och så blev jag konstnär:

Kirsi Kaulanen, en mångfald belönad och uppskattad konstnär, vann Musikhusets stora skulpturtävling i konkurrens med 800 andra. Och det är en konstnär med stort patos för såväl det ekologiska som det idéhistoriska och mystiska, vilket Gaia – den grekiska mytologins moder Jord – är ett bevis på.

Kirsi Kaulanen ställde också ut andra skulpturer som "I Grottan" (Laulass) som är en paviljongliknande skulptur av blank rostfri plåt i en rund bågform med utskurna mönster av blommor som hon sedan har byggt skulpturen "Suck" (Huokaus) av. Med en listig ljussättning projiceras det utskurna mönstret på väggen i rummet där skulpturen står.

Besöket hos finska LaserForum bjöd på en intressant dag med nya upplevelser och skön förbrödring. Båda grupperna var överens om att utveckla förbindelserna och informationsutbytet, till exempel inom utbildning och industriell applikationer. Vi ska också ge varandra årliga rapporter om viktiga och intressanta händelser som inträffat.

LaserGruppen vill tacka LaserForum för ett utmärkt arrangemang och en trevlig samvaro under dagen. Vi hoppas få återgälda gästfriheten ett annat år. ☺

Seminarium laserbearbetning hos Permanova i Mölndal

2011-06-16

Av Tore Salmi, Permanova Lasersystem AB

Våren och försommaren innebar fyllda evenemangskalendrar för folk som jobbar med laserteknik för metallbearbetning.

Laserdagen 1 den 12 maj i Luleå, LaserPhotonics 2011-mässan i München och lasersäkerhetskonferensen SLSC den 14-15 juni i Göteborg, för att ta några exempel. Ändå slöt ett 40-tal besökare upp hos Permanova i Mölndal för att lyssna på 10 föredrag och visning av laserrobot-cell och laserprocessverktyg, totalt var alltså över 50 personer igång. Se bild 29.

Grundtemat var lönsamhet och kvalitet med hjälp av laserteknik, med inriktning på följande områden:

- * nya laserkällor som till exempel fiber-, disk- och direktdiodlasrar
- * processerna med laser (svetsning, hårdlödning, skärning etc)
- * processverktyg för lasersvetsning och -lödning med fogföljning,

laserskärning etc

- * moduluppbyggda robotiserade lasersvets- och skärsystem
- * pay-back-kalkyler vid lasersvetsning i jämförelse med konventionell svetsning

Flera av Permanovas kunder höll uppskattade föredrag kring sina omfattande tillämpningar av laserteknik, framför allt svetsning och hårdlödning. Vidare visades lasersvetsning med fogföljning i Permanovas applikationslab och processverktyg, och lasersvetsat kundmaterial demonstrerades i olika stationer, till exempel differential (Meritor), profiler (Bendiro) och bilkaross (Volvo V60).

Välkomna till Permanova

VD Ulf Sandström hälsade alla välkomna till Permanova, som arbetar inom 3 huvudsakliga produktområden:

- * Lasersystem, nyckelfärdiga, med en kärna bestående av en laser med fiberöverförd stråle till (oftast egenutvecklat) laser-pro-

cessverktyg och robot

- * Service och Underhåll inkl reservdelar
- * Laserlabb och Konsulting, med utbildning och processutveckling för kunder i det egna laserlabbet med robot och bland annat en 6 kW fiberlaser.

Företaget har ett bra namn i Norden och inom europeisk bilindustri.

Moderna lasrar- nya möjligheter...

Först ut även i seminariedelen blev Ulf.

Han konstaterade att CO₂-lasrar sedan åtminstone ca 15 år nått industriella effektnivåer på 20 kW för svetsning och nu även används med 5-6 kW effekt för skärning. Nu utmanas CO₂-lasern på allvar även på de högsta effektnivåerna av fiber- och disklasern. Utöver den grundläggande fördelen med flexibel fiberöverföring pga kortare våglängder, har fiber- och disklasern en bättre verkningsgrad än CO₂-lasern, och en mycket bra strålkvalitet.



Bild 1. Dubbelrulleverktyg WT03 DW ST med MFU (motoriserad fokusering)

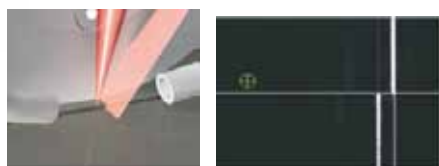


Bild 2. Principen för fogföljning



Bild 3. Fogföljning, med mönsterigenkänning



Bild 4. MTSU, Motoriserad twinspot-enhet.

Försäljningen av industrilaserkällor, som stadigt växt 13-14% per år sedan 1975, nådde nästan 12 miljarder SEK år 2008-2009, för att sedan rasa ned 30 %, till ca 8 miljarder under krisen. Nu sker dock en mycket snabb återhämtning till den tidigare nivån.

De dominerande laserleverantörerna i Europa för 1 µm högeffekt får anses vara:

- * Trumpf när det gäller disklasrar
- * IPG och Rofin-Sinar när det gäller fiberlasrar
- * Laserline när det gäller direktdiodlasrar

De nya lasrarna ger (framför allt på grund av bättre teknologi med högre verkningsgrad, effektiv diodbaserad pumpning och fiberöverföring av lasereffekten) mycket lägre driftkostnader än tidigare lasrar. Den kortare våglängden (ca 1 µm) med bättre direktabsorption i metall förbättrar genast processer som härdning, påsvetsning (cladding) och lödning. För dessa processer är direktdiodlasrar också ett bra alternativ, då kraven på strålkvalitet inte är höga.

Den högre strålkvaliteten hos fiber- och disklasern öppnar också för mycket högre processhastigheter vid svetsning och skärning, speciellt i tunnplåt. Ofta är också kraven på processgasen lägre. Vid svårare material som koppar utnyttjas både den bättre direktabsorptionen och den högre strålkvaliteten (högre effekttäthet i fokus).

Hybridlasersvetsning, där en konventionell svetsmetod (MIG, MAG, plasa, TIG) kombineras med laser, ger bl. a. bättre spalttålighet och möjligheten att legera om svetsen jämfört med enbart laser, eller högre svets hastighet, större penetrationsdjup och mindre värmepåverkan/deformationer jämfört med enbart konventionell svetsmetod. Metoden

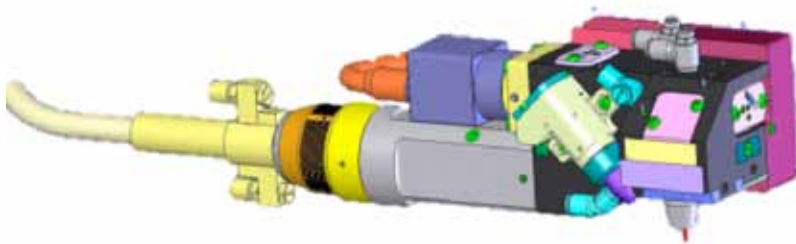


Bild 5. My-laser-verktyg D10, ca 210x70x70 mm.

väntar på sitt riktiga genombrott, även om en ökad kommersiell aktivitet nu märks.

”Remote welding”, är en variant av lasersvetsning, där strålen manipuleras av ett robotburet scannerhuvud. Här utnyttjas man att hög strålkvalitet möjliggör långa arbetsavstånd (typiskt 0,5 – 1,5 m). Scannern kan förflytta laserstrålen blixtnabbt mellan svetsställena, och också positionera laserstrålen med normala processhastigheter i godtyckliga geometrier, med eller utan ”samarbete” med robotens positioneringssystem.

Ett kommersiellt genombrott sker nu på skärmaskinsidan, där fiber- och disklasrar till viss del ersätter CO₂-lasrar för tunnplåtskärning upp till ca 4 mm. Detta gäller både planskärning och rör/profil-skärning. Trumpf räknar med 200 disklasrar i sina skärmaskiner i år. Ett stort antal (gamla och nya) aktörer använder fiberlasrar i sina skärmaskiner, exempelvis Salvagnini, BLM-Adige, Prima Power, Promotec, Cy-laser, Bystronic, Messer Cutting, Eckert, Powertech, Durma, Baykal, Ermak-san, Nukon, Han’s Laser (Kina), Best choice (Kina) etc.

Man räknar med att av de ca 5 000 skärmaskiner/år som säljs, kommer ca 20-30% att vara utrustade med fiber- eller disklasrar (IPG:s fiberlasrar dominerar här starkt just nu).

”Remote cutting” är också i ropet nu, då både IPG och Rofin-Sinar lanserar singel-mode fiberlasrar på 1 - 3 kW-nivån. Se bild 1. Med scanner kan den extremt höga strålkvaliteten

utnyttjas till att med mycket hög hastighet skära flera pass i tunnare plåt, tjocklek typiskt < 0,5 mm vid 1 kW, och därigenom åstadkomma en mycket snabb kontaktlös skärning, utan skärgas och munstycke.

Vi saknar ännu de industriella applikationerna.

Trumpf och IPG presenterade för en tid sedan sina ”lågstrålkvalitétasrar”.

Dessa skall kunna ersätta befintliga lampumpade Nd-YAG lasrar, till exempel alla de 100-tals 4 kW som finns i bilindustrin. Prismässigt ger man sig in i konkurrensen med direktdiodlasrar, men med lite högre strålkvalité.

Diodlivslängd har tidigare diskuterats och ifrågasatts inom branschen, pga problemen de första diodpumpade stavlasrarna hade. Idag ser vare sig IPG (fiberlasrar, MTBF 100 000 timmar för deras dioder), Trumpf (disklasrar, ”bara statistiska diodfel, förlängd garanti möjlig”) eller Laserline (direktdiodlasrar, garanti 30 000 timmar - 5 år) något problem med diodlivslängd.

Nya laserprocessverktyg – smarta och kompakta!

Niclas Wikström, utvecklingschef på Permanova, berättade engagerat om några av Permanova laserprocessverktyg.

Han inledde med vårt storsäljande standardverktyg för svetsning av bland annat bilkarosser, med beteckningen WT 03 PD DW ST. Den kryptiska beteckningen står för Welding Tool 03, Pressure Device,



Bild 7. Laserkabin hos Bendiro.

Double Wheel, Seam Tracking. Processverktyget har nämligen ofta hand om en viktig del av fixtureringen, vilket här alltså exemplifierades av ett svetsverktyg med fogföljning, och en dubbelrulle. Verktyget körs ”normalt” med en grundläggande enkelrulle, som trycker (PD) uppifrån till exempel vid en vanlig kantsvetsning i biltak, där stöd under finns. När ett sådant stöd saknas, fälls en undre stödrulle (DW) automatiskt ned i verktyget, och svetsfogen kläms ihop utan tryckkraft på bilen (eller aktuell produkt) i övrigt. Se bilder 1, 2 och 3 på dubbelrulleverktyget med fogföljning. Fogföljningens princip är mycket robust, med sluten online reglering av svetspunktens läge i förhållande till uppmätt fogläge. Mätningen görs omedelbart före svetspunkten, och korrigeringen av svetspunktens position görs lokalt i verktyget, utan ingrepp i robotens styrsystem. Roboten följer bara en nominell programmerad bana, och kan därmed aldrig ”bli blind och tappa taget” eller störas ut.

En möjlig delmodul i WT 03-verktyget är MFU, Motorised Focussing Unit, med ett programmerbart i stället för fast fokusläge.

En annan trevlig modul till WT 03 kallas MTSU, Motorised Twin Spot Unit, dvs den delar upp laserstrålen i två separerbara fokuspunkter. Se



Bild 6. Rullformning.

bild 4. Den är en applikationsingenjörs ”våta dröm”, när det gäller verktyg för att snabbt reda ut vilka parametrar som är lämpliga för exempelvis en given lasersvets- eller laserlödtillämpning.

Eller vad sägs om att med programkommandon kunna:

- * justera avståndet mellan fokuspunkterna i xy-planet
- * vrida den ena punkten 0 till 360 grader runt den andra fasta fokuspunkten
- * justera effektfördelningen mellan fokuspunkterna från 50-50% till 0-100% (ett fokus)

Modulen kan också användas tillsammans med fogföljningen.

En hel del av vardagen för Niclas har handlat om att göra verktygen kompaktare med bibehållen eller t o m utökad funktionalitet. Standardverktygen har diameter 50-optik, och utvecklingen har nu gått i flera steg via diameter 25 och diameter 18 till diameter 10 mm. Det sistnämnda ingår i ett projekt kallat Mylaser, och verktyget är nere i ca 210x70x70 mm format, och utsätts för flera kW lasereffekt vid svetsning i trånga utrymmen. Åtkomstförmågan hos verktyget förstärks dessutom av att strålen är placerad i ett hörn av verktyget. Se bild 5.

Profilsvetsning hos Bendiro – fogföljning förenklar allt!

Mats Jacobsen, Bendiro Profile Tech, och Tore Salmi, Permanova, berättade om hur Bendiro införde lasersvetsning av profiler i en existerande rullformningslinje för profiler.

Bendiro försörjer flera branscher med profiler, till exempel möbel-, telekom-, fordons- och byggindustrin. Materialen är kall- och varmvalsat stål, rostfritt stål, aluminium, koppar och mässing. Rullformningstekniken innebär att man i upp till 34 rullformningssteg successivt viker ihop plåten till avancerade profiler, även i höghållfasta material. Man får en hög repeterbarhet och en effektiv och ekonomisk produktion vid stora som små serier med speciella tvärsnitt, i avancerade profilformer. Även ytbehandlade material kan med fördel rullformas. Se bild 6.

Lasersvetsningens uppgift är att ge profilen en kraftigt ökad vridstyvhet och hållfasthet genom att ”försluta” profilen. Bendiros situation inför investeringen innehöll bland annat följande parametrar att ta hänsyn till:

- * önskemål om flexibilitet vid inriktning av svetsverktyget mot aktuell profil
- * minimal golvyta fanns att tillgå
- * behov att nå mer än en profile-ringslinje (10-tals meter bort)
- * flera olika material och ytbeläggningar
- * klara att fogfölja avancerade geometrier
- * typiska hastigheter 8 – 12 m/min
- * krav på kort leveranstid (viktig kundleverans förestående i när-tid)
- * Detta ledde till beslutet att välja:
- * fiberlaser från IPG
- * svetsverktyg med fogföljning från Permanova
- * komplett systemleverans från Permanova

Lasern levererades med en 2-vägs



Bild 8. Spridare för Kärnbränslestavar.

strålsveit för att klara det framtida behovet att nå en profileringslinje till. Skyddsbyggnaden kring svetsverktyget gjordes lätt att avlägsna vid omställningar av rullformningsverktyg. Dessutom kan en operatör enkelt stå inne i skyddsbyggnaden i laserklass 4-miljö med laserskyddsglasögon och trimma in processen vid omställningar, utan att folk i verkstaden i övrigt behöver tänka på lasersäkerhet, dvs. för dem råder lasersäkerhetsklass 1. Se bild 7.

Erfarenheterna från anläggningen är mycket goda, och Mats Jacobsen visade upp flera lasersvetsade profiler som praktiska bevis på detta.

Svetsning av bränslespridare hos Westinghouse

Niclas Wikström, Permana, gjorde ny entré för att berätta om en nyligen avslutad leverans av en lasersvetsstation till en line för tillverkning av spridare till kärnbränslestavar. Se bild 8. Spridarna ska se till att slitageskador på bränslestavarna från skräp i kylvatten minimeras, genom att bland annat hålla undan sådant skräp, och utan att själva slita på bränslestavarna. Detta ställer höga toleranskrav på spridarna.

Spridaren innehåller en stor mängd korta svetsar, och höga produktionsvolymerna ställer stora krav på korta cykeltider. Begränsad åtkomst för en del av svetsgeometrierna gjorde att ett specialdesignat svetsverktyg krävdes.

En ny D25-optik utvecklades, med högupplöst GigE-kamera för snabb

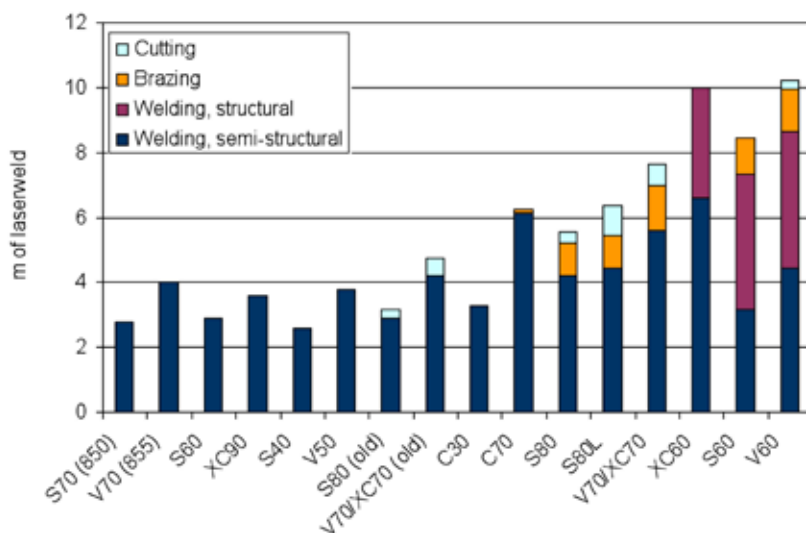


Bild 9. En komprimerad översikt av Volvos laseranvändning genom åren (1991-2010), per bilmodell och laserprocesstyp.

och precis fogsökning som tittar genom svetsoptiken. Ett munstycke för skyddsgastillförsel togs fram, med en specialdesignad skyddsglas-hållare med integrerad diodbelysning till fogsökningen. Den integrerade diodbelysningen skyddas av samma skyddsglas som övrig optik. ”Spade” med snäpplåsning medger enkla skyddsglasbyten.

Spridarens design gör att man måste vinkla optiken för att komma åt att svetsa längs ytterväggarna. Två tilt-axlar, som oberoende av varandra kan vinklas +/- 25 grader, har därför integrerats i verktyget. Styrning sker via EtherCAT från överordnat styrsystem via egenutvecklade drivsteg.

Höga krav på bra gasskydd ställdes. En täckplatta konstruerades för att avgränsa svetsutrymmet, men samtidigt medge tiltning av optiken +/- 25 grader. Underbelysning har integrerats i fixturläget för att ytterligare förbättra fogsökningsmöjligheterna.

Maskinen betjänas av en robot som laddar, vänder och hämtar fixturerade spridare. Den är försedd med automatisk robotlucka för snabb laddning och urladdning. Det egenutvecklade styrsystemet är baserat på Twincat från Beckhoff.

Operatörer laddar stansat material batchvis vilket sedan helautomatiskt bockas, hanteras och laddas i fixtur inför lasersvetsningen.

Lasern är en lampumpad pulsad 250 W Nd:YAG-laser. De tunna materialen innebär stora krav på fixturering och positionering inför svetsning, varför en optisk fogsökning används, utvecklad av Permana. Fogsökningen är integrerad med maskinens NC-styrning. Manuellt eller helautomatiskt produktionsläge kan väljas. I helautomatiskt läge väljer överordnat styrsystem körparametrar, och operatör tillkallas endast vid feltillstånd. Systemet kan kalibreras till mycket exakta toleranser, trots att två tiltrörelser ingår.

Sammanfattningsvis har Permanovas specialutvecklade processverktyg, kombinerat med ett helhetsansvar för lasersvetsmaskinen varit en lyckad kombination.

Maskinen körs idag i en helautomatisk och världsunik produktionsline.

Nya laserapplikationer hos Volvo PV

Niclas Palmqvist, Volvo Personvagnar, berättade om laserapplikationer hos Volvo PV, framför allt om

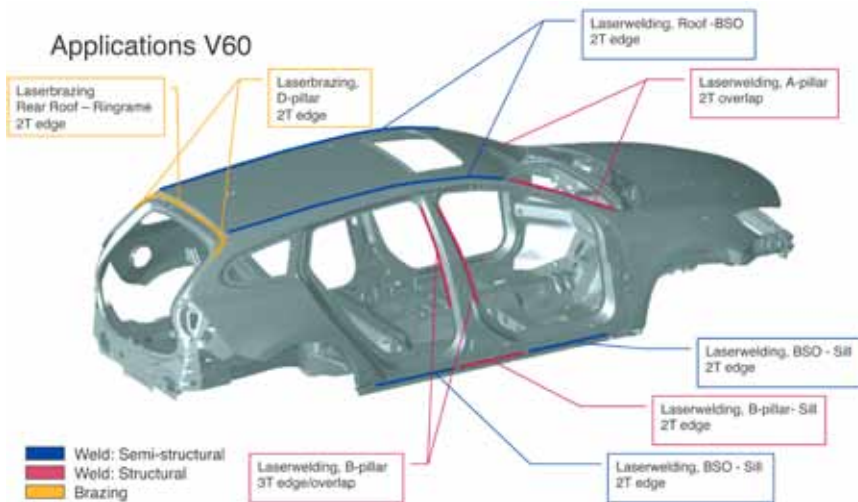


Bild 10. Laserapplikationer på V60-modellen.

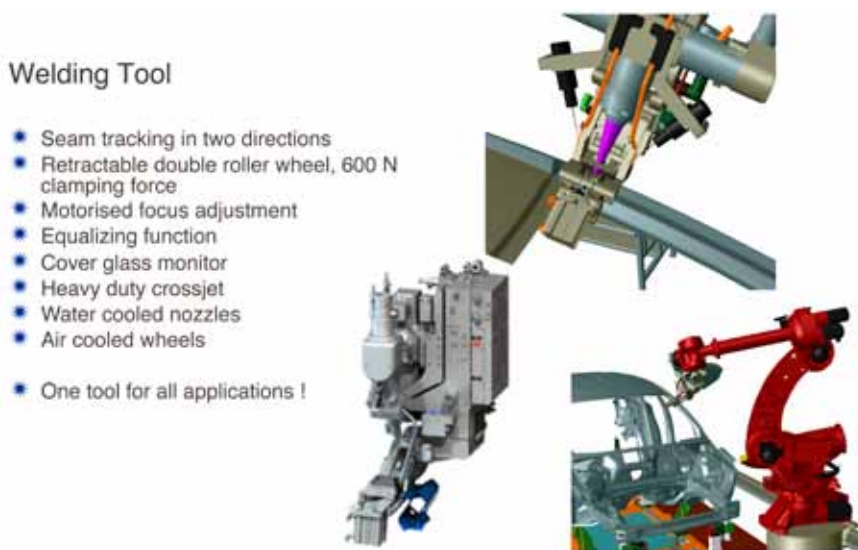


Bild 11. Samma svetsverktyg för alla svetsapplikationer hos Volvo PV.

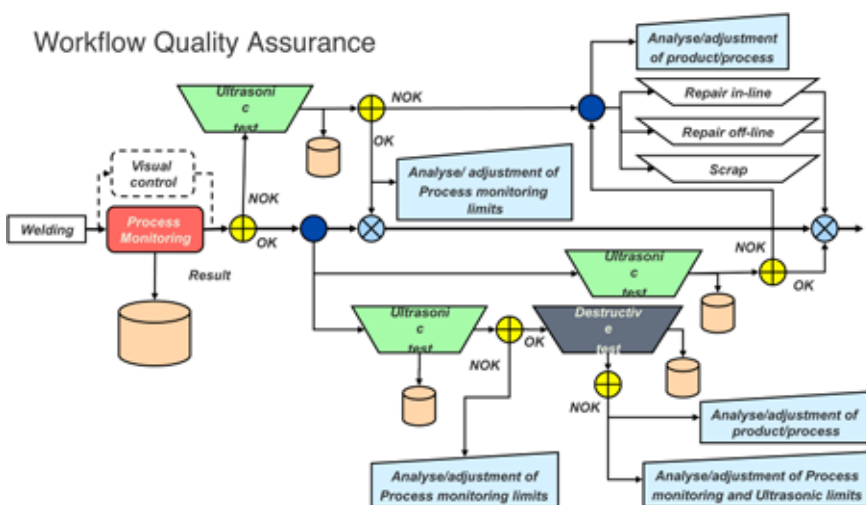


Bild 12. Kvalitetssäkringsflöde för svetsar hos Volvo PV.

hur karossegenskaperna förbättrats i V60-modellen genom att designen anpassats för lasersvetsning, se bild 9 och 10. Niklas berättade också om hur de lasersvetsade fogarna kvalitetssäkras i produktionen.

De olika laserapplikationerna har drivits fram av flera olika önskemål:

- * Svetsning tak till sida för bra design och ökad karosstyvhet
- * Lödning Rear header för design, visuell kvalitet och täthet
- * Svetsning A-stolpe för ökad aktiv och passiv säkerhet
- * Svetsning B-stolpe för ökad passiv säkerhet mot påkörning från sidan
- * Lödning D-stolpe för design, visuell kvalitet och täthet
- * Svetsning sida mot golvtröskel för reducerad vikt

Exemplet A-stolpe visar i sin tur på hur kraven på lasersvetsverktyget är, med dubbelrullar för att hålla ihop plåtar före svetsning, med bara 6 mm fläns för överlappet. Samma verktyg ska dessutom klara taksvetsning med enkelsidig åtkomst för C30 och S60-modellerna.

Detta har resulterat i att samma svetsverktyg från Permanova designats för att klara alla lasersvetsapplikationerna på C30, S40, V50, S60, V60, XC60, S80, V70, XC70 och XC90-modellerna! Se bild 11.

Kvalitetssäkring vid lasersvetsning

En bilkaross som anländer till lasersvetsstationen kan naturligtvis vara behäftad med olika fel eller toleransvariationer beroende på till exempel:

- * felfunktion i tidigare stationer
- * ingående material utanför specifikationer (materialegenskaper, geometri etc)
- * mänskliga faktorn

I laserstationen kan på samma sätt till exempel utrustningsfel ge kvalitetsvariationer.

Quality Assurance of Laserwelding

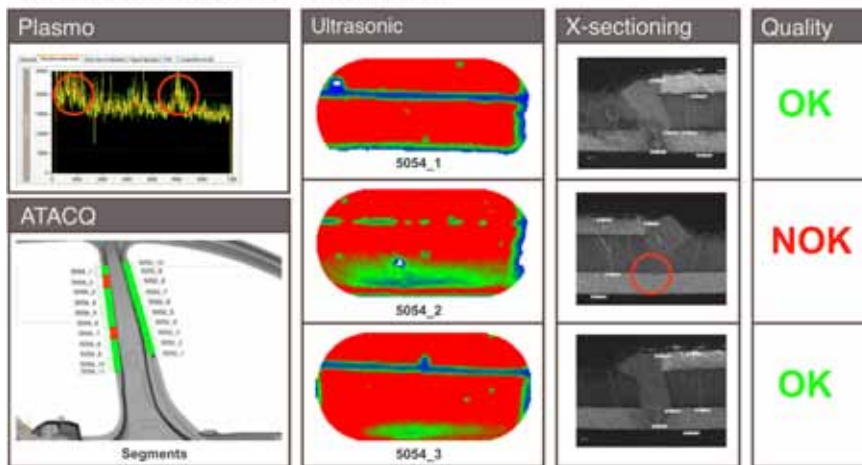


Bild 13. Ultraljudskontroll (Amtech) av svetsar.

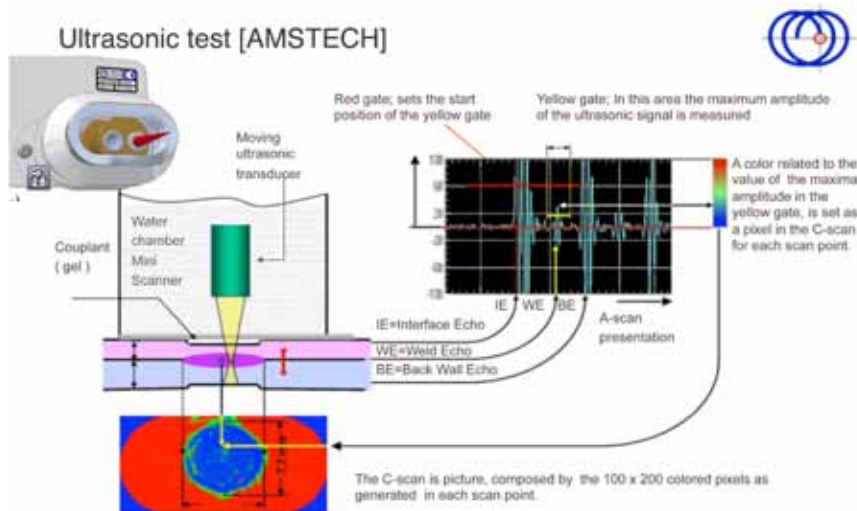


Bild 14. Exempel på kvalitetssäkring av svetsar.

Volvo PV har därför arbetat med att komplettera den rena förstörande provningen av svetsar (av stickprovskaraktär med kontroll av svetsvärsnitt), med oförstörande provning.

Dels gör man en 100% on-line-kontroll av alla strukturella svetsar med en Plasmography processövervakning, dels använder man AMSTECH-utrustning för oförstörande kontroller med ultraljud (UL) av vissa svetsar, se översiktsbild 12. Principen för ultraljudsmätningen visas på bild 13, dvs man skickar ut en UL-signal, och analyserar svarekott, och presenterar svetsförbandet med dess ev fel med hjälp av bildbehandling.

Plasmography processövervakning tittar

på processljuset från i princip alla strukturella svetsar, och registrerar misstänkta svetsställen.

Bild 14 illustrerar utfall från de 3 olika provningsmetoderna (oförstörande Plasmography och AMSTECH ultraljud, respektive förstörande tvärsnittskontroll).

Sammanfattningsvis har Volvo PV infört:

- * de första strukturella lasersvetsarna
- * lasersvetsning för produktförbättringar, för aktiv och passiv säkerhet och för viktminskningar
- * en enda design av svetsverktyg som klarar alla applikationer
- * ökning av lasersvetslängden med

en faktor 3, jämfört med tidigare modeller

- * 100% in-line backup
- * 100% processövervakning av svetskvaliteten

Lasersvetsning av plattvärmeväxlare

Mats Nilsson, Alfa Laval Lund, gav en kort historisk återblick om hur man började med de första lasersvetsstesterna ca år 1980, i ett genom åren bra samarbete med Permascand (lasersvetsning på lego) och Permannova (investering i egna lasersvetsutrustningar hos Alfa Laval). Lasersvetsning blev den metod som gav försumbara deformationer och tillräckligt höga svets hastigheter.

Från början svetsades värmväxlarplattor parvis ihop med svetsar i ett enda plan, varvid motsvarande tidigare gummipackningar eliminerades, och en starkare produkt erhöles. Huvudvolymen är i rostfritt utförande, med överlappsfog i konturer och porthål, med typiskt 0,6 + 0,6 mm tjocklek, men även mer exotiska material som till exempel titan används.

Under 90-talet utvecklades AlfaRex-modulerna, med upp till 10 plattor i en modul, där nu två svetsspår finns på varje platta. Med en alternerande svetsning kan man på detta sätt bygga upp modulerna, fortfarande med svetsning i två dimensioner. Se bild 15 och 16.

Lasersvetsning av differential hos Meritor HVS

Anders Persson, Meritor HVS, berättade om lasersvetsning av differential i företagets fabrik i Lindsberg. Man gör fram- och bakaxlar för tunga fordon, och har historiskt en bakgrund hos Volvo Lastvagnar, som idag är deras största kund.

Lasersvetsanläggningen från Permannova togs i drift i början av 2009, mitt i lågkonjunkturen. Svetsstationen består av två svetsceller,

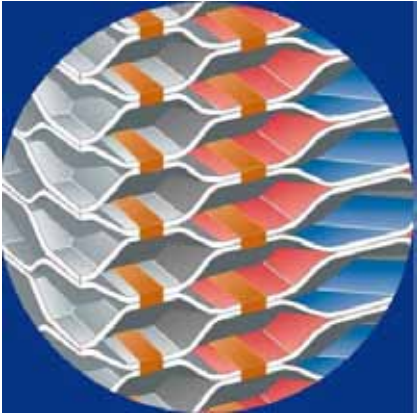


Bild 15. Alternierande lasersvetsar i AlfaRex-modul.

vardera med en 30 tons press och rotationsfixtur, en gemensam svetsrobot, en större hanteringsrobot och en induktionsvärmare. Se bild 17 och 18. Svetsroboten är utrustad med ett Permanova WT-03 ST svetsverktyg med fogföljning, och ett utsug.

Stationen kommunicerar med line-PLC:n, mottar artikelnummer och sänder tillbaka processdata, såsom presskraft, skyddsglas-temperatur och -försmutsning, fogföljarstatus, svets hastighet och lasereffekt.

Tre delar (totalt närmare 100 kg), som kommer in på bana, monteras av monteringsroboten. Två koncentriska svetsar sammanfogar de tre delarna, båda med 10 mm svetsdjup. I båda fallen utförs först en fixeringssvets med lägre effekt och hög hastighet, därefter görs huvudsvetsen med ca 8 kW lasereffekt. Total nominell cykeltid är ca 2 minuter. Se bild 19.

Permanovas fogföljningssystem användes för båda svetsfogarna, med mönsterigenkänningsmjukva-



Bild 17. Översikt laserAnläggning hos Meritor.



Bild 16. Färdig AlfaRex-modul.

ran (Find Pattern), framför allt för den lutande svetsen mellan hus och kronhjul. En statistisk utvärdering av fogföljningens noggrannhet bekräftade att den möter ställda krav, med dubbla svetsprocesser för båda svetsfogarna som slutresultat.

Egentlig produktion kom igång år 2010, och en ny generation av differential (18X) togs i drift i år.

Moduluppbyggda laser-robot-celler

Björn Lekander, Permanova, presenterade Permanovas modul-uppbyggda laser-robot-celler, med en långt driven modularisering/standardisering. Robot komplett med sina del-



Bild 18. Lasersvetsrobot verktyg och differential.

moduler, såsom robotdresspaket, laserprocessverktyg, själva roboten och dess lägesställare, mediapaneler osv ingår här. Cell-hus, säkerhetspaket, osv utgör delar i denna standard. Se bild 20.

Björn uppehöll sig vid erfarenheter från olika delar av modulariseringsarbetet, exempelvis hur viktig skyddsgasmodulen är, inte minst när de nya lasrarna med våglängd nära 1 μm används.

En så enkel modul som robotpalen kräver också konsekvent hantering i systembygget, då ofta kunden bestämmer robotfabrikat osv.

Våra laserprocessverktyg har en långt driven modularisering, samtidigt som kundanpassningar av verktygen är vår styrka. Jämför till exempel med Volvo PV som klarar all svetsning i alla bilmodeller med vår anpassade WT 03-serie.

Processflödet i anslutning till laserrobot-cellen innehåller bland annat följande steg:

- * CAD-ritning överförs till robotprogram
- * Ritningen används för att konstruera en fixtur
- * Simuleringskörning görs mha robotprogrammet av fixtur och produkt
- * Fixtur monteras i cellen och kalibreras
- * Produkt monteras i fixtur, torrkörning görs
- * 1:a produkt svetsas/skärs i cellen och kontrolleras
- * Justera vid behov parametrar, och kör 2:a produkt



Bild 19. Differential, separat respektive monterad.

* Vid bra resultat, starta produktionen.

Val av laser- och robot-fabrikat oftast sker i samråd med kunden, som ju i många fall redan har ett visst fabrikat i sin fabrik.

Modulariseringen av cellerna gör bland annat att ett ökat fokus kan göras på kundspecifika tillägg, och att idrifttagning hos kund blir en snabbare process. Samtidigt förkortas givetvis leveranstiden, då nykonstruktion minimeras, och projektrisiker i övrigt minimeras.

Fixturering är ett område där modularisering är önskvärd men svår att klara fullt ut. Boxjoint-systemet är exempel på ett system väl lämpat för lågserietillverkning.

Överföring av lasereffekt via optiska fibrer

Ola Blomster, Optoskand, ledde oss med säker hand igenom fiberöverföringens mysterier, via tre steg:

- * teori
- * tekniker hos Optoskand
- * praktiska exempel

Optoskands uppgift har varit att ligga steget före de allt vassare kraven som de nya laserkällorna (fiber- och disklasrar) ställt.

Teorin är ju att en kärna av kvarts (högt brytningsindex) omges av en sk cladding (lägre brytningsindex). Om man fokuserar in laserljuset i fiberändan, inom en fiberkaraktäristisk acceptans-vinkel, kommer laserstrålen att totalreflekteras vid övergången mellan fiberkärnan och claddingen. Se bild 21.

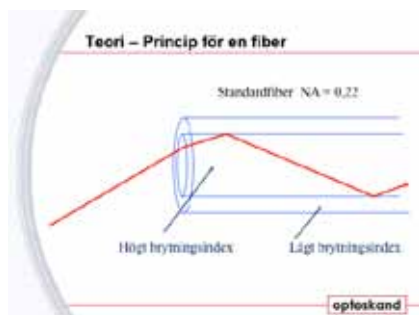


Bild 21. Principen för fiberöverföring.

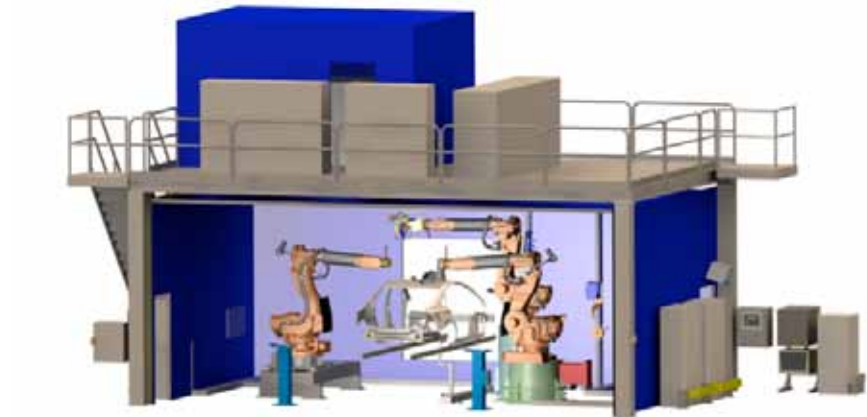


Bild 20. Exempel på större laser-robot-cell från Permanova, med 3 robotar.

En kul jämförelse är att en fiber idag överför 2 kW med 1000 kW/mm², medan en vanlig elledning för motsvarande effekt (220 V, 10 A) utsätts för 1 kW/mm². Förlusterna vid 50 m är 1-2 % för fibern respektive 5 % för elledningen!

Bild 22 visar var svårigheterna ligger vid fiberöverföring av höga effekter, och vilka patent som gjort Optoskand till ett ledande fiberföretag (framför allt modestrrippern, som tar bort effekt ur claddingen, och kutsen som förstörar ändytan så att effektiv antireflexbehandling av fiberändan kan göras).

De vanligaste misstagen i samband med fiberöverföring (se bild 22) får anses vara:

- * strålens ingångsvinkel är större än fiberens acceptansvinkel. Detta leder till att lasereffekt lämnar fiberkärnan och tar sig ut i claddingen
- * laserstrålens fokusdiameter överstiger fiberkärnans diameter, vilket även här innebär effekt ut till claddingen

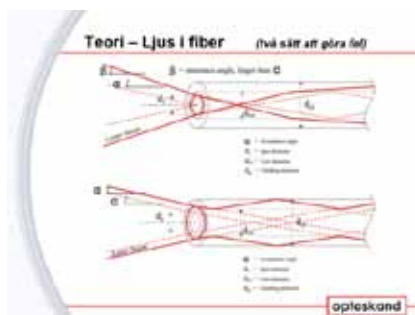


Bild 22. Misstag vid fiberöverföring.

Strålparameterprodukt (beam parameter product) är ett sätt att beskriva strålkvalitet som en produkt mellan en strålvinkel och en stråldiameter, se bild 23. Två definitioner är vanligast: när 98% respektive 86% av lasereffekten befinner sig inom stråldiametern.

Optoskand har fiberswitchar med flera utgångar på sitt program, och kan göra högeffekts fiberoptiska nätverk. Se bild 24 och bild 25. Bild 25 illustrerar tydligt vad som händer med strålkvalitet och överföringsverkningsgrad i de olika passagera genom strålswitchar. Bild 26 sammanfattar de tre olika situationerna med att underfylla, överfylla respektive perfekt matcha inkommande fokusdiameter till fiberens kärndiameter:

- * underfylla innebär liten effektförlust, stor strålkvalitetsförlust
- * överfylla innebär stor effektförlust, liten strålkvalitetsförlust
- * matchning innebär förstas liten effektförlust och liten strålkvalitetsförlust

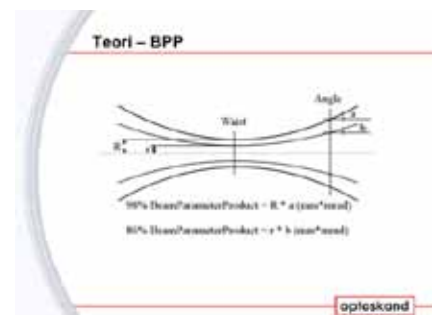


Bild 23. Strålparameterprodukt BPP.

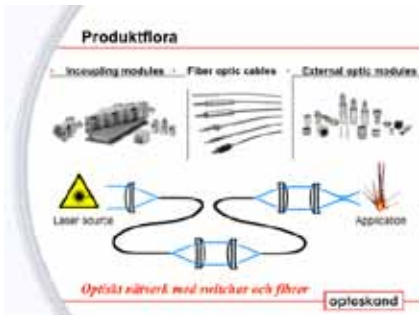


Bild 24. Optiska nätverk med switchar.

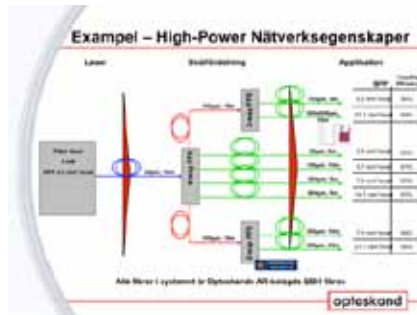


Bild 25. Strålkvaliteten och överföringsverkningsgraden vid passage genom högeffektsnätverk.

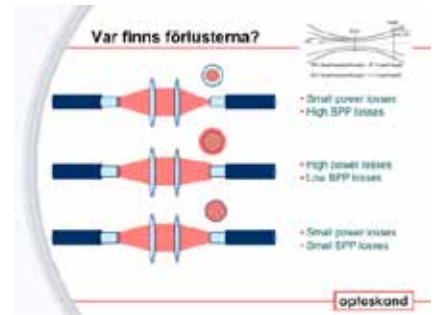


Bild 26. Förluster vid fiber-fiber-koppling (I-vägs strålschwitch)

Jämförelse tabell

TIG-SVETSNING	LASERSVETSNING
• Renovering 1 000 000 kr	• Lasermaskin 6 700 000 kr
• Ny maskin 3 500 000 kr	• Ytterligare kapacitet (+100%) 3 000 000 kr
• Ytterligare kapacitet (+50%) 3 500 000 kr	
Kost operatör/år 500 000 kr	
Ränta 5%	
Ekonomisk livslängd 10 år	

Jämförande data blir investeringsmässigt

TIG-SVETSNING	LASERSVETSNING
• 0.4 m/min	• 3.5 m/min
• 6.4 kW	• 10.1 kW
• 0.4/6.4 m/min och kW dvs 3,75 m/kWh	• 4/10.1 m/min och kW dvs 23,76 m/kWh

Svetshastigheten per kW effekt kan beräknas enligt följande:

TIG-SVETSNING	LASERSVETSNING
• 2 operatörer per maskin	• 1 operatör per maskin
• År 0, 2 skift, 5 dagar	• År 0, 1,5 skift, 5 dagar
• Drifttid per oper. tid 90%	• Drifttid per oper. tid 45%
• Vid drift 6.4 kW	• Vid drift 10,1 kW
• El kostnad 1 kr/kWh	• El kostnad 1 kr/kWh
• Ytterligare kapacitets investering år; 3, 5, 6 och 7	• Ytterligare kapacitets investering år; 5

Fibrer måste också tåla återreflexer från en laserprocess, till exempel en svetsning som är ur fokus. Optiskonds patent på detta område innebär att deras fibrer är mycket robusta, och tål typiskt 10 % återreflexer. Vid 10 kW lasereffekt innebär detta 1 kW tillbaka fel väg in i fibern!

Pay-back-kalkyl vid lasersvetsning

Erik Vännman, Permanova, avslutade föredragsdelen med att presentera en kalkyl för en kund som står inför följande situation:

- * Tillverkar produkter med mycket svetsning

- * TIG svetsning, där aggregaten går nästan jämt
- * Hantering av produkterna sker i parallellt med svetsningen
- * Två maskiner, en 20 år och en 15 år gammal
- * Maskinerna kräver tre operatörer, för hantering och svetsövervakning
- * Produktionen sker 3 skift 7 dagar i veckan
- * Tillväxt 10-20% per år, volym beräknas gå från 1400 st/år till 4500 st/år efter 6 år
- * Behov av ökad tillverkningskapacitet
- * Ont om fabriksyta
- * Kvalitets bekymmer relaterat till äldre svetsmaskin

Kunden står i begrepp att i två steg investera i TIG-svetsning:

- * Steg 1 innebär att en 15-årig maskin renoveras för 1 MSEK, vilket ska ge minskade kvalitetsproblem och reducerade efterbearbetningskostnader
- * Steg 2 innebär investering i ny maskin, skrotning av äldsta maskinen, investering 3 MSEK och ny golvyta.

Skulle man i stället investera i lasersvetsutrustning, blir stegen:

- * Steg 1 investering i lasersvetsmaskin för 6,7 MSEK, på ny golvyta
 - * Steg 2 rivning av TIG-maskinerna, vilket frigör golvyta
- Se jämförelsen till vänster.
Vi har alltså en faktor 6,3 i antal

svetsmeter per kWh mellan laser- och TIG-svetsning!

Bild 27 jämför tillverkningskostnaden per år, och bild 28 visar ackumulerad besparing om man väljer lasersvetsning, vilket som synes är det givna valet.

Sammantaget kan man identifiera följande viktiga faktorer i den gjorda jämförelsen:

- * Svets hastighet
- * Antal maskiner
- * Golvyta
- * Operatörer
- * Elförbrukning & svets hastighet per kW
- * Resurser, projektledning, ledning
- * Underhålls behov
- * Tillsatsmaterial förbrukning

Avslutning

Efter föredragen fick deltagarna möjlighet att mingla, och, i olika visningsstationer, se svetsning med fogföljning i laser cell, olika laserprocessverktyg och exempel på lasersvetsade kundprodukter från föredragen. Se bilder 29 - 30. 🌐

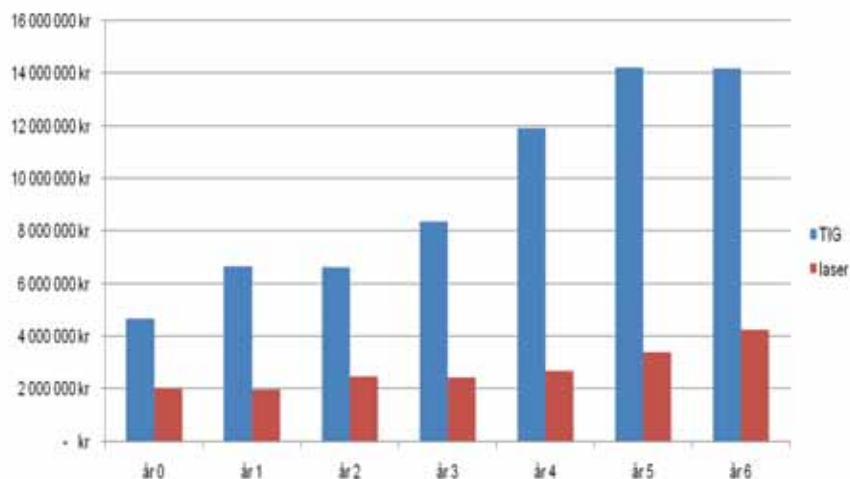


Bild 27. Jämförelse tillverkningskostnad TIG – laser.

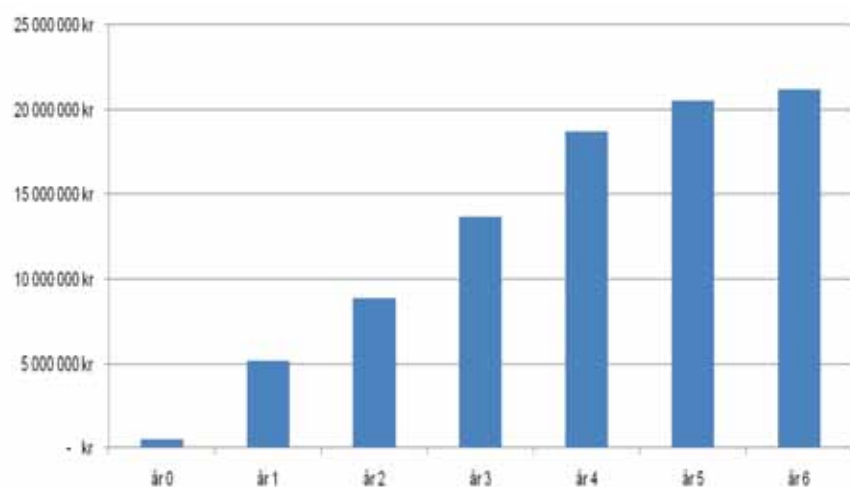


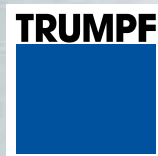
Bild 28. Ackumulerad besparing vid lasersvetsning.



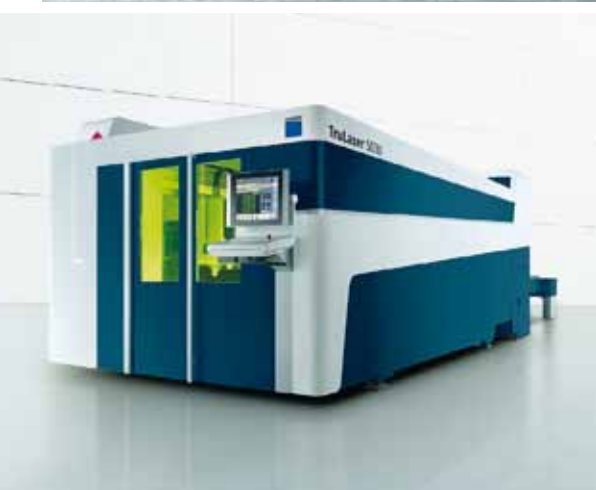
Bild 29. Intressanta föredrag, här av Anders Persson, Meritor HVS, Lindsberg.



Bild 30. Granskning av lasersvetsar på Volvo V60.



Tunn skärning, fet förtjänst.



TruLaser 5030 fiber: Din fördel i tunnplåt.

Mer ekonomiskt kan man inte skära tunnplåt. Den fiber-guidade TruDisk fastkroppslasern är extremt produktiv tack vare höga skärhastigheter som resulterar i oslagbart låga kostnader per detalj. Dessutom gör kombinationen av minimala stillestånd och hög energieffektivitet att ni sparar pengar. TruLaser 5030 fiber skär en mångfald av material. Den skär även koppar och mässing med den höga kvaliteten som ni förväntar er från TRUMPF.

www.se.trumpf.com

Kalendarium

2011

Oktober

- 6 Laserdag, Volvo Cars, Olofström
Per Westerhult
- 13 LaserNytt 2

November

- 17 Workshop Lasersvetsning
Luleå tekniska universitet
Per Westerhult

December

- 15 LaserNytt 3
Per Westerhult

2012

Februari

- 28-29 EWF kurs "Lasersvetsning" startar vid LTU
Hans Engström

Mars

- 8 Seminarium "Konstruera för Laser",
Bystronic Scandinavia AB, Rosersberg
Per Westerhult
- 27-29 EWF kurs "Lasersvetsning", del 2 LTU
Hans Engström

Maj

- 3 Årsmöte Lasergruppen och Laserdag
Swegon AB, Kvänum
Per Westerhult
- 9-11 EWF kurs "Lasersvetsning", del 3 LTU
Hans Engström

EWF – SPECIALKURS LASERSVETSNING

Ny kurs genomförs under 2012
Datum: 28-29/2, 27-29/3 och 9-10/5

Kursen ger Dig ingående teoretiska och praktiska kunskaper om lasersvetsning så att Du kan analysera och utvärdera potentialen för lasersvetsning av Dina applikationer och genomföra lasersvetsprojekt. Ett internationellt diplom, EWF-diplomet, garanterar en utbildning av hög internationell kvalitet som ökar Dina karriärmöjligheter inom svetsområdet. Kursen ges av Luleå tekniska universitet i samarbete med Svetskommissionen och European Welding Federation, EWF.

Kontakta: Hans Engström, Luleå tekniska universitet för kursinformation
hans.engstrom@ltu.se 0920-49 12 69

Nu med
15 kW
fiberlaser

