



LASER

2-02 *nytt*

Laserdagen

16 maj 2002
Grönt ljus
för laser

Ett arrangemang av Lasergruppen inom VI
och Avd för produktionsutveckling, Luleå tekniska universitet

Lasernytt utkommer
med 3 nummer per år
och ges ut av Lasergruppen
inom VI

Box 5510
114 85 Stockholm
Telefon: 08-782 08 78
Fax: 08-660 33 78

Redaktör

Hans Engström
Telefon: 0920-49 12 69
Växel: 0920-49 10 00
Fax: 0920-49 93 09
E-post: Hans.Engstrom@mb.luth.se

Redaktionellt arbete och kansli

Per Westerhult
E-post: per.westerhult@vi.se
Annika Wannerberg
E-post: annika.wannerberg@vi.se

Lasernytt på Internet

www.vibab.se/laser/

© Lasergruppen inom
VI, Sveriges Verkstadsindustrier
www.vi.se

- 2** Laserdag i Luleå - Grönt ljus för mikrobearbetning
- 7** Laserseminarium i Lund - Besök hos CEPA och Alfa Laval
- 8** IIW årsmöte i Köpenhamn
- 9** Imponerande bredd på laserapplikationer inom europeisk bilindustri
- 15** Lasersvetsverktyg med fogföljning
- 22** Intervju med Alexander Kaplan – ny laserprofessor i Luleå
- 24** Mikrobearbetning med laser
- 27** Projekt Strålverktyg inom mikrobearbetning
- 29** Scannersystem för lasersvetsning
- 31** Scandinavian Automotive Suppliers Seminar

Laserdag i Luleå Grönt ljus för mikrobearbetning

Av
Hans Engström
Siriuslaboratoriet, Luleå tekniska universitet

Laserdagen vid Luleå tekniska universitet den 16 maj hade som tema hybridsvetsning och ytbehandling, men där visades också exempel på mikrobearbetning med grönt laserljus. Dagen lockade totalt 27 deltagare och evenemanget ägde rum i Studion som är en tummelplats för forskning och utveckling inom interaktivt distansöverbryggande samarbete och tillika ett "show room" med fina tekniska faciliteter.

Hybridsvetsning hett i Luleå

Dr. Alexander Kaplan som är ny professor i Laserbearbetning och faktiskt Sveriges första renodlade "Laserprofessor" inledde Laserdagen med att ge en kort presentation av sin tidigare verksamhet och laserforskningen i Luleå. Han presenterade också en överblick av laserforskningen i Japan där han har vistats under 1,5 år innan han flyttade till Luleå.

sidan är hybridsvetsning mycket intressant och där har vi flera projekt igång. Vi vidareutvecklar tekniken inom ett VAMP- projekt där industrin deltar och vi ska också starta ett projekt för att utveckla simulering av hybridsvetsmetoden. Vi planerar att arbeta tillsammans med Osaka University som är världsledande på röntgenteknik för att åskådliggöra svetsförloppet inne i materialet.

- I Luleå arbetar vi mest med svetsning och ytbehandling med laser berättar Alexander Kaplan. Och inom svets-
- Vi ska också utveckla modellering och simuleringsteknik för alla laserprocesser. Det blir både analytiska modeller



Figur 1. Föredragshållare vid Laserdagen i Luleå. Fr. v. professor Alexander Kaplan, Luleå tekniska universitet, Peter Vomacka, DAROS AB, Hans Gedda, Luleå tekniska universitet, Klas Nilsson, Luleå tekniska universitet, Ulf Bergstedt, Duroc Rail AB. På bilden saknas Mads Elvang, Odense Steel Shipyard Ltd.

En ny flervåglängdslaser är nu installerad vid laserlaboratoriet. Det är i grunden en 200 W diodpumpad Nd:YAG-laser där man på optisk väg kan halvera våglängden till 532 nm (grönt ljus) och i framtiden ska lasern även kunna ge UV-ljus. Lasern är Q-switchad vilket ger 100 ns pulser med mycket höga pulseffekter. De korta våglängderna ger dessutom bättre fokusering och högre absorption i de flesta metaller. Alexander Kaplan berättar också om planer på att köpa en multi-kW diodlaser för ytbehandling och grundläggande studier i svetsning och skärning.

Mycket laserteknik i Japan

Japan är en välutvecklad "lasernation" med många lasertillverkare, laseranvändare och en livlig forskningsverksamhet på många universitet berättar Alexander. Bland universiteten märks Osaka University med professorerna Matsunawa (numera pensionär men fortfarande verksam) och Katayama som arbetar mycket med röntgenteknik för att analysera laserprocesserna; professor Miyamoto som



Figur 2. Professor Alexander Kaplan presenterade laserforskningen vid Luleå tekniska universitet och en översikt över laserforskningen i Japan.

arbetar med mikrobearbetning och professor Abe som arbetar med diodlasrar och laserformning. Andra universitet med laserbearbetning är Chiba University (prof. Watanabe) och Nagoya University, dessutom finns ett flertal institut kopplade till universiteten som arbetar med utveckling av lasertekniken.

Bland lasertillverkarna i Japan märks:

- NEC: Nd:YAG-lasrar upp till 10 kW
- Miyatechnos: Nd:YAG-lasrar
- Mitsubishi Electronics: Nd:YAG, CO₂
- Fanuc: CO₂
- Panasonic: CO₂
- Kawasaki, CO₂, robotar

Japan har också många "tunga" laseranvändare:

- Mitsubishi Heavy Industries: hybridsvetsning av olika tunga komponenter, samt ytbehandling och skärning
- Kawasaki Heavy Industries: svetsning tjocka sektioner
- Matsushita: punktsvetsning av koppar
- Toshiba, Hitachi: svetsning i kärnkraftverk
- Nissan, Toyota, Mazda: svetsning bildetaljer
- Nippon Steel: 50 kW lasersvetsning av varma ämnen

Alexander Kaplan ger också många exempel på forskningsverksamheten i Japan. Bl.a. annat kan nämnas att Nippon Steel har utvecklat ett nytt stålmaterial som ska ge bättre svetsegenskaper när man svetsar tjocka sektioner.

- Var inte rädd för japanska publikationer avslutar Alexander Kaplan. Figurerna är ofta på engelska och från dem kan man utläsa det huvudsakliga innehållet. Tekniska uttryck skrivs dessutom ofta på engelska med de 48 Katakana-tecknen som inte är omöjliga att översätta.

Laserhybridsvetsning i varvsindustrin

Mads Elvang arbetar som laserapplikationsingenjör vid Odense Steel Shipyard (OSS) som tillhör A.P. Möller gruppen. OSS tillverkar huvudsakligen containerfartyg vilka kan ta upp till 8000 containers. Man har tidigt insett bety-

delsen av automatiserad produktion och har nu bl.a. 12 svetsrobotar monterade i ett gantrysystem.

- Lasersvetshistorien vid OSS börjar 1994 med de första svetsförsöken säger Mads Elvang. 1997 installeras en lasermaskin för skärning och svetsning vid OSS och under 1998-2000 försökte man introducera lasersvetsning i produktionen.
- I augusti 2000 gjorde vi de första försöken med laserhybridsvetsning och produktionen startade redan under 2001. Vi svetsar 12 mm plåt med 3 m/min och det är möjligt att ha spalter på upp till 1 mm fortsätter Mads. Detta att jämföra med 1 m/min för ren lasersvetsning med tillsatsmaterial och där är spalten är begränsad till 0,5 mm. Laserhybridsvetsningen är en mera stabil process och vi kan minska värmetillförseln när vi har spalter.

Mindre energitillförsel

Lasersystemet har inbyggd fogföljning och kameran mäter också spalten. Med den informationen kan man reglera processparametrarna så att man har en adaptiv styrning av processen.

Energitillförseln blir 388 J/mm med hybridsvetsning (9+9 kW, $v=2,9$ m/min) mot 600 J/mm för ren lasersvetsning (9 kW, $v=0,9$ m/min) vilket ger mindre distorsion och naturligtvis bättre byggelement.

- Vi har alltså funnit, säger Mads Elvang att laserhybridsvetsning är en mera robust process än ren lasersvetsning och att den ger extrem produktivitet. Vi svetsar nu 240 m element (16 m långa) på 3 timmar att jämföra med 70 m per dag för manuell svetsning som dessutom kräver riktning. Laserhybridsvetsade element kräver

ingen riktning. Anmärkningsvärt är också att laserhybridsvetsning har lägre värmetillförsel än lasersvetsning med tillsatsmaterial när det finns spalter.

Hybrid YAG-planeras

Vid Odense Steel Shipyard har man avslutat fas 1 i utvecklingsarbetet och är nu inne i fas 2 där man ska installera en produktionslinje nästa år. Den kommer att ha växelbord och profilpåättning. Därefter planeras fas 3 med en komplett produktionslinje med laserskärning, 2x4 huvud hybridlaser och 2 portaler med YAG-laser.

Man medverkar nu i ett EU-projekt om hybridsvetsning med YAG-laser och ska där sätta igång en demonstrationsanläggning nästa år. Med YAG-lasern blir svetsningen mera flexibel och mera komplexa element kan tillverkas. Man har också ett projekt med lasersvetsning i öppen docka.

- Utmattningshållfastheten är inget problem vid hybridsvetsning av skeppselement, säger Mads, där Loyds klassificerar svetsarna enligt MAG-svetsning. Däremot är lasersäkerheten ett stort problem eftersom produktionslinjen kräver avskärmning, avslutar Mads Elvang.

Ytbehandling med laser ökar successivt i användning inom industrin och det finns också ett stort intresse inom forskningen att lära sig mer om de komplicerade processerna. Hans Gedda, Luleå tekniska universitet berättade om hur laserenergin används vid laserpåsvetsning, men eftersom detta redan har presenterats i tidigare nummer av Laser-Nytt så hänvisar vi intresserade läsare dit.

DAROS satsar på laserteknik

DAROS AB som är världsledande tillverkare av stora marina kolvringar fick tidigt upp ögonen för lasertekniken och har drivit ett mycket långsiktigt utvecklingsarbete tillsammans med laserlaboratoriet vid Luleå tekniska universitet.

- Det är en utmaning att introducera ny teknik och nya produkter i varvsindustrin berättar Peter Vomacka, utvecklingschef vid företaget, som tillverkar kolvringar både till 2-takts- och 4-takts motorer. Utvecklingen går hela tiden mot ett ökat tryck i motorn och idag ligger man på ca 20 bars medeltryck, samtidigt som bränsleförbrukningen och miljöskadliga utsläpp ska minska.



Figur 3. Vid Odense Steel Ship Yard svetsar man 240 m profiler på 3 tim med laserhybridsvetsning.

Utvecklingstakten på kolvringarna har ökat starkt de senaste 20 åren och innovationer som inslitningsskikt och olika ytbeläggningar har introducerats samtidigt som tillverkningen har automatiserats.

- En typisk uppsättning kolvringar i en modern 2-takts motor består av fyra kolvringar av olika material och ytbehandling eftersom de har olika funktion, fortsätter Peter. Grundmaterialet är dock gjutjärn av olika kvalitet. Det senaste är vermiculär grafit som har bättre värmeledningsförmåga än segjärn.

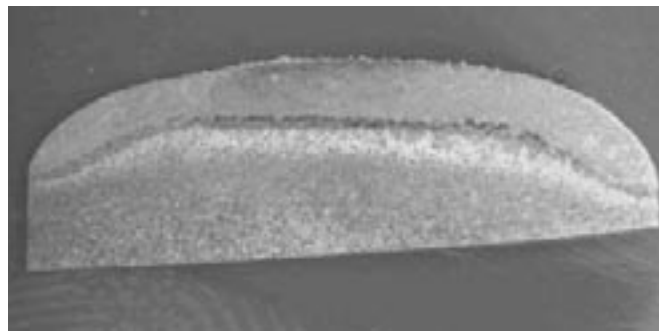


Figur 4. Daros har en 100-årig historia i Göteborgstrakten. Nu finns man i en helt ny fabrik i Mölnlycke där man också har ett eget gjuteri.

Kolvringarna slits genom både abrasiv och adhesiv nötning samt korrosion (det finns gott om svavelsyra som restprodukt i en cylinder till en stor marindiesel eftersom man inte kör på det renaste bränslet). Och detta är drivkraften till att utveckla extremt nötningsbeständiga slitskikt på gjutjärnsringarna som naturligtvis inte får slita på cylinderfodret.

Två års väntan

Inom bl.a. RACER projektet har DAROS tillsammans med Luleå tekniska universitet och Duroc AB utvecklat produktionstekniken för att laserytbehandla kolvringar, så nu finns produktionstekniken framme.



Figur 5 Laserytbehandlad kolring.

Peter Vomacka berättar att DAROS just nu provar ett antal laserytbehandlade ringar i drift ute på världshaven och att man får vänta ca 2 år innan man kan se det slutliga resultatet.

Duroc Rail utvecklar evighetshjul

Duroc Rail AB, Luleå, ingår i Duroc koncernen och arbetar med att utveckla hjulunderhåll för järnväghjul. I konceptet har laserytbehandling av hjulbanorna en central roll.

- Utvecklingen går mot ökade laser på hjulen berättar Ulf Bergstedt, vd på Duroc Rail AB som håller till på klassisk järnvägsmark i Notviken i SJs gamla järnvägsverkstad strax utanför Luleå centrum, men hjulen tillverkas fortfarande av samma material. Hjulen utsätts för kontaktutmattnings och bryts ner plastiskt genom s.k. ”plastic shakedown”. Det förbrukas mer än 1 miljon ton stål till järnväghjul och samma mängd för räls. Genom att belägga hjul och räls fås elastiska egenskaper och därmed fås extremt bra livslängd samtidigt som buller och ljud kan minska. Man ser också framför sig att stålkonsumention kan mer än halveras.
- Vi ser en strategiförändring, menar Ulf; istället för att slipa och svarva bort material på skadade delar så kommer ytorna att återskapas genom beläggning med slitstarka material.

Duroc arbetar nu i ett EU-projekt ”Infrastar” med att utveckla framtidens hjul och rälsmaterial genom beläggningsteknik med laser. Man påsvetsar där superlegeringar i 2-5 mm tjocklek med framgång.

Det har visat sig i tester att laserbehandlad räls klarar mer än 200 000 cykler i provningsmaskinen medan de bästa resultaten för vanlig räls ligger på 4 000 cykler.



Figur 6. Laserpåsvetsning av järnväghjul sker med superlegeringar med tjocklekar på 2-5 mm. Hjulmaterialet för ett elastiskt uppträdande som inte ger sprickor. Hjulen blir runda och tysta och får lång livslängd, och de sliter dessutom mindre på rälsen.

- Vi ser fram emot ett paradigmskifte avslutar Ulf Bergstedt. I stället för att slitna hjul svarvas ner och successivt förbrukas kommer "evighetshjulet" där slitna delar ersätts med en ny beläggning med laserteknik. Vi jobbar också med att utveckla mobila lasersystem för underhåll av räls och växlar och vår vision här är evighetsrälsen.

Gröna "gubbar"

Efter de intressanta föredragen så blev det rundvandring i laserlaboratoriet där Docent Istvan Sárady demonstrerade lite av vad den nya flervåglängdslasern kan göra på svårbearbetade material som koppar om den körs med 532 nm våglängd (grönt ljus).



Figur 8. Laserhybridsvetsning kombinerar en traditionell bågsvetsning med MIG/MAG med lasersvetsning i en helt ny process med stor potential för framtiden. Metoden gör det möjligt att svetsa med hög svets hastighet och liten värmetillförsel trots stora spalter i både tunt och tjockt material.



Dr. Klas Nilsson visade också lite av möjligheterna med laserhybridsvetsning som av många betraktas som framtidens svetsmetod för högproduktiv sammanfogning.

Märkning med TEA laser fanns också på programmet och där visade Göran Åberg hur man kan märka t.ex. produktdata på ölburkar. Märkningen sker med en stark ljudupplevelse om man använder hög pulsenergi och kan liknas vid ljudet från en kulspruta.

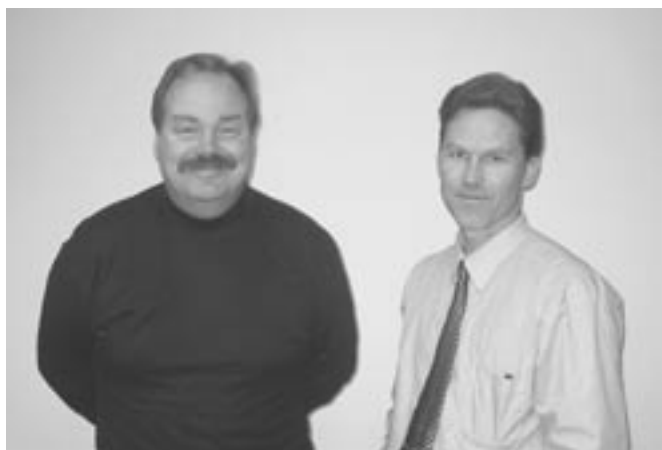
Figur 7. Gröna "gubbar" i laserlaboratoriet vid Luleå tekniska universitet.

Laserseminarium i Lund

Besök hos CEPA och Alfa Laval

Av
Hans Engström
Siriuslaboratoriet, Luleå tekniska universitet

Vårens laserseminarium som totalt lockade 24 deltagare hölls i Lund i mars där deltagarna fick göra studiebesök hos CEPA Industri AB och Alfa Laval AB. Värddar för besöken var Paul Håkansson, CEPA, och Mats Nilsson, Alfa Laval.



Värddar för Laserseminariet i Lund var Paul Håkansson, CEPA, (t.v.) och Mats Nilsson Alfa Laval.

Hans Engström, Johnny Larsson och Tore Salmi presenterade traditionsenligt sitt program "Laserbearbetning – möjligheternas teknik", som är en introduktion till lasertekniken med inriktning på konstruktionsteknik för laserbearbetning.

- CEPA grundades 1946 av min far berättar Paul Håkansson och man arbetade med metalltryckning i en liten lokal på 14 m² i Malmö. Företaget hette då B. Håkansson Metalltryckning. 1970 flyttades verksamheten till Lomma och man startade ett 100 m² verkstad för pressning och klippning med hydraulik. Man var då 12 anställda. 1978 gick flyttlasset till Lund i en lokal på 4000m² och 1982 gick min far i pension.

Verksamheter drevs vidare av bröderna och efter flera interna affärer driver nu en broder CEPA Stålpressning och en annan CEPA Laser, som har ca 50 anställda och omsätter ca 50 miljoner kronor. Största kund är Alfa Laval, avslutar Paul Håkansson som numera är anställd i CEPA Laser.

Mats Mårtensson, produktionschef på CEPA Laser berättar att man har tre Trumpf bäddlasrar med effekt 3.8, 3.0 och 2.6 kW, en Trumpf TLC med en 2.3 kW laser samt en laserstans.

Mats Nilsson, utvecklingschef för värmeväxlare berättade sedan om Alfa Lavals verksamhet. Företaget var under 1980-talet en traditionell verkstadsindustri och i början av 1990-talet köptes företaget av Rausing som ville åt livsmedelsdelen. Industridelen såldes sedan till Industrikapital och nu väntar en börsintroduktion av nya Alfa Laval. Verksamheten består nu av en enhet för separering av vätskor med utvecklingsenhet i Tumba. En enhet för pumptillverkning i Kolding samt en enhet för värmeväxlare som finns i Lund. Företaget har under omstruktureringen krympt från 12 000 till 9 000 anställda.

Alfa Laval tillverkar olika typer av värmeväxlare: platt-, spiral-, och tub värmeväxlare. Plattvärmeväxlaren är mycket kompakt och har blivit en mycket stor produkt world-wide där Alfa har ca 50 medspelare. Svetsade plattvärmeväxlare kom på 1980-talet och där slog lasersvetsning igenom tidigt och den ersatte då TIG svetsning. Två plattor svetsas ihop och dessa monteras sedan tillsammans med andra svetsade paket med tätningar emellan. 3kW CO₂-laser är standardsvetskällan och fogen är en överlappsvets.

- Under 1990-talet utvecklades plattvärmeväxlare utan tätningar och vår produkt heter AlfaRex. I den är alltså samtliga plattor svetsade, säger Mats. AlfaRex finns i flera material som titan och Ni-legeringar och kan användas i applikationer där det går aggressiva medier på båda sidor av plattorna. Växlarna har tillräckligt lång livslängd som är mer än 20 år och marknaden är flera 100-tals miljoner kronor avslutar Mats Nilsson.

Laserseminariet avslutades sedan med besök hos både CEPA och Alfa Laval.



Deltagare i Laserdagen samlade utanför Alfa Laval i Lund.

IIW årsmöte i Köpenhamn

Av
Hans Engström
Siriuslaboratoriet, Luleå tekniska universitet

International Institute of Welding (IIW) höll i år sitt årsmöte i Köpenhamn under några hektiska dagar i slutet av juni. Årsmötet är den stora händelsen för IIW och då bjuder man också in till en internationell svetskonferens samt möten med de olika kommissionerna som arbetar med att utveckla svetstekniken. Arbetet under årsmötet blandas med kulturella och kulinariska äventyr där arrangerande organisationen bjuder på det bästa landet förmår. Men mer om detta senare...

Jag är svensk delegat i Kommission IV "High Energy Density Welding" och den kommissionen arbetar med elektronstråle- och lasersvetsning. Under mötet presenteras och diskuteras nya rön inom forskning och utveckling inom dessa områden av forskare och industrifolk från hela världen. I år lockade Kommission IV 47 deltagare från 18 länder med tre deltagare från Sverige.

Kommissionen arbetar under ledning av en ordförande, som under några år har varit Derek Russel, TWI, England.

Tyvärr var den gode Derek förhindrad att närvara på grund av hälsoproblem så vice ordföranden Prof. Irie, Japan ledde mötet med hjälp av flera co-chairmen. Derek hade aviserat sin avgång som ordförande redan för ett år sedan, så mötet började med att välja ny ordförande. Det blev professor A. Matsunawa, Osaka University, Japan, (numera pensionär så han har god tid att leda Kommission IV) som valdes och Ernest Levert, USA, blev vice ordförande.



Professor Akira Matsunawa, Japan, blev vald till ny ordförande i Kommission IV inom IIW.

EB lever vidare

Laser och elektronstrålesvetsning. Vadå - elektronstrålesvetsning?? Lever den tekniken fortfarande?? Jodå, i allra högst grad och prov på den tekniken diskuterades i sex föredrag under IV-ans möte. Man kan faktiskt svetsa med EB i atmosfärstryck och den tekniken används inom bilindustrin för flänssvetsar berättade både **D.E. Powers** och **R. Verseman** (Univ. Of Hannover). Verseman presenterade applikationer för flänssvetsning i både magnesium och aluminium för 2x2 mm plåt där man svetsar med 12 m/min. Han berättade också om tailor blanks i magnesium där svetshastigheten kan vara uppåt 15 m/min. Även andra material som aluminium och andra fogtyper som vanlig stumsvets kan svetsas med bra resultat.

Mosaico

Det hölls också 10 föredrag om lasersvetsteknik vid mötet. Det kanske mest spännande för den praktiskt lagde tekniker var **D. Appendinos** presentation av Prima Industries nya maskin för ämnesskarvning (tailor blanks). Man har helt enkelt modifierat en Palatino som man försett med två huvuden; ett för skärning och ett för svetsning och vips har man då fått en Mosaico. Man skär alltså först ut konturen i den ena plåten och sedan i den andra och efter det så svetsas ämnena samman. Tillverkningstiden för ett ämne blir längre än i en konventionell högspecialiserad tailor blanks linje men Prima hävdar att kostnaden är lika eller till och med mindre med Mosaico. Flexibiliteten blir hög och man tillverkar även icke linjära och mycket komplexa tailor blanks. En maskin för den lilla biltillverkaren måhända??

Laserhybridsvetsning intressantast

Behållningen av IV-ans möte var annars samarrangemanget med Kommission XII då man hade ett heldagsprogram med laserhybridsvetsning. Jag och mina kollegor **K. Nilsson** och **A. Kaplan** hade ett föredrag där vi presenterade några resultat från det avslutade RACER-projektet om laserhybridsvetsning. Laserhybridsvetsning har slagit igenom inom skeppsindustrin och är även på gång inom bilindustrin. T.ex. så finns det 48 hybridsvetsar i framskärmen till VWs nya lyxbil Phaeton, där man svetsar gjutna aluminiumdetaljer. **T. Graf** från VW ser många fördelar med laserhybridsvetsningen jämfört med både laser och konventionell svetsning.

En förteckning över alla föredrag kan fås av mig om Du kontaktar mig på e-post: hans.engstrom@mb.luth.se Mera information om IIW kan Du få via Svetskommissionen.

Vikingaafton

De kulinariska äventyren då?? Jo, danskarna bjöd flott på en vikingaafton vid vikingamuseet i Roskilde. Där fanns mjöd (dock ej i överflöd), sill med tillbehör, sallader och grillat, öl (i överflöd) så man kände sig som en riktig viking där man satt med flottet rinnande utför hakan. Förbrödningen var total vid vårt bord där jag och en tysk lärde några japaner att uppskatta den danska snapsen.

Bertil Pekkari, ny president i IIW

Den gladaste nyheten på IIW mötet var annars att **Bertil Pekkari**, Esab, blev vald till ny president i IIW. LaserNytt gratulerar så hjärtligt och önskar lycka till med uppdraget!

Imponerande bredd på laserapplikationer inom europeisk bilindustri

Johnny K Larsson
Volvo Car Corporation

Introduktion

Sista veckan i januari var det återigen dags för laserexperterna hos de europeiska biltillverkarna att traditionellt komma samman för att utbyta erfarenheter och umgås i den avslappnade miljö som erbjuds på Kurhotellet i Bad Nauheim nära Frankfurt a.M. Det var som vanligt tyska *Automotive Circle International* som arrangerat denna 3rd *European Automotive Laser Application (EALA2002)*

“workshop”, som detta år attraherat inte mindre än 211 deltagare, något av ett rekord. Merparten av de europeiska biltillverkarna var representerade, och i princip saknades väl endast deltagare från brittisk bilindustri samt våra kära kollegor från *FoE (Ford of Europe)*. Samtidigt var representationen från laser- och laserverktygstillverkare omfattande. Från Sverige deltog 7 personer, 3 från Volvo Cars och 4 från *Permanova Lasersystem*.



Efter de sedvanliga välkomsthälsningarna från Dr. Ebert gick programmet i gång och jag skall i det följande försöka göra ett koncentrat av de nya, såväl som gamla välkända, laserapplikationer som presenterades av bilföretagens representanter. På annan plats i detta nummer av *Laser-nytt* redogör Tore Salmi för de nyheter som presenterades på utrustningssidan.

Vid sådana här sammankomster finner man snabbt att de olika bilföretagen brottas med likartade problemställningar, och därför är dessa arrangemang synnerligen nyttiga då det gäller informationsutbyte. De "heta" ämnesområden som för tillfället tycks röna mest uppmärksamhet inom branschen är följande:

- Laser Brazing (= laserlödning)
- Remote Laser Welding (RLW, "fjärrlaser" är det bästa jag kan komma på som svensk översättning)
- Hybridsvetsning, dvs. laser + MAG alt. MIG, nu även använt på tunnare plåtkombinationer
- Diodlasrar för olika ändamål

Fortsättningsvis presenterar jag varje företags applikationer och forskningsstatus för sig. Mycket av informationen delgavs oss vid den European Car Manufacturer's Report som traditionellt avslutar dessa sammankomster.

Peugeot (Mr. Kielwasser)

PSA hade inte så mycket ny information att komma med jämfört med föregående år. Ånyo nämndes den skärapplikation man har på Sport-modellen till Citroën Saxo [1], där man varianthålsskär 30 hål/sida innefattande hål i fram- och bakskärm samt i sidodörren.

Tydligt har PSA investerat i ett helt nytt laserlaboratorium som rymmer en 4kW Nd:YAG-laser, 2 KUKA-robotar, 1 Comau-robot, 2 fogföljningssystem av märket *Scout* samt en uppsättning av olika svets- och skärhuvuden. Här avser man att undersöka följande satsningsområden:

- Bedömning av lasersvetsbarheten för "nya material" (Man kan väl förmoda olika typer av höghållfast stålplåt)
- Standardiserade krav för laserkomponenter såsom svetshuvud och övervakningssystem
- Kontrollerade spalter vid överlappssvetsning av zinkbelagd stålplåt

- Treplåtssvetsning av zinkbelagd plåt
- Aluminiumsvetsning med bra rotkvalitet
- System för att hantera skrotbitar vid laserskärning

Renault (Mr. Habert)

I fabriken i Sandouville har man nyligen installerat 2 laser-celler, vardera utrustad med en 3kW Nd:YAG-laser och 3 optiska fibrer. Här stegsvetsar man aluminiummotorhuvorna till modellerna Laguna (X73), VelSatis (X74 och med lansering i mars detta år) och Espace (J81, vilken är den 4:e generationen av denna modell med produktionsstart under senare halvan av år 2002). Den totala produktionskapaciteten är 2000 motorhuvor per dag.

Renault har tidigare varit ett av de få bilföretag som själva tillverkat sina "skräddarsydda ämnen" (tailored blanks), mycket tack vare den nära relationen till företaget Renault Automation. Nu tycks ett trendbrott skett såtillvida att man lägger ut tillverkningen till företaget Gestamp i stället, och detta beror enligt Renaults representant på att volymerna av skräddarsydda ämnen ökat markant.

Den s.k. "two-track" (eller "double pass")-svetsning [1] som man utvecklat tillsammans med KUKA utvärderas för tillfället i en pilotcell i fabriken i Flins (tillverkning av Clio2 samt Twingo). Det rör sig om en typ av "twin-spot"-teknik som skall underlätta svetsningen av zinkbelagd plåt. Genom att växla strålen mellan två optiker (en för avverkning av zinkskiktet och en för själva svetsningen) har det visat sig möjligt att åstadkomma kvalitativa stegsvetsar i överlappsfogar där båda plåtarna har förzinkade ytor [2]. Försöksapplikationen är sidodörrarna till den nya Clio-modellen, där dörrlås förstärkningen sätts med 7 svetsar med hjälp av denna teknik. Svetshastigheten är 3.8m/min, och den effekt som används vid värmning/avverkning av zinkskiktet är 2.6kW, medan 3.5kW används för själva svetsningen.

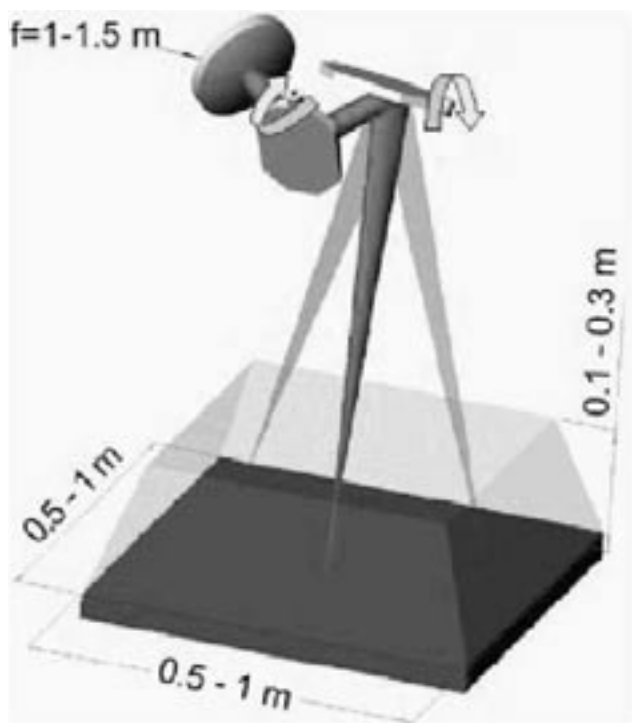
Liksom andra biltillverkare tittar Renault intensivt på laserlödningens potentialer, och hade under 2001 genomfört försök för att kartlägga de mekaniska egenskaperna för laserlödda fogar. Inledande försök har visat att vid användning av tillsatsmaterialet MailleChort (CuZnNi) uppnås dubbelt så lång livslängd för fogen jämfört med den mer traditionella tillsatsstråden CuSi3. De framtida applikationer vilka man sneglar mot är laserlödning av tak till helsida samt näst generation av Clios motorhuvor.

Laserlödning av stål till aluminium samt hybridsvetsning är andra områden där forskning pågår.

Fiat (Mr. Mairone)

Inom Fiat-koncernen har en hel del forskning och utveckling bedrivits inom CRF (*Centre Research Fiat*) under årens lopp. Dock tycks det ha varit svårt att få in någon laserapplikation i produktion. Därför var det glädjande att höra från herr Mairone att man installerat ett optisk multiplex-system för att sätta 11 lasersvetspunkter på bakluckeflänsen till Marea-modellen. Svetsoperationen tar totalt 5 sekunder i anspråk. Metodvalet beror på att man vill exkludera det lim som tidigare har använts.

Därutöver utvärderar man RLW [Figur 1] tillsammans med *Rofin Sinar* med målsättningen att kunna sätta 120 stegsvetsar/min i någon kommande applikation. En dörrkonstruktion är nog inte alltför djärvt gissat, då valideringen av RLW-systemet just nu görs på sido- och bakdörrar, bl.a. Marea-modellens bakdörr där man sätter 43 stegsvetsar på 30 sekunder med 1m fokallängd och ingen tillförd skyddsgas. *Fiat* är för övrigt en aktiv partner i *Remoweld*, ett EU-finansierat projekt för RLW i vilket även *Volvo Cars* deltar.



Figur 1. Principen för "Remote Laser Welding", eller fjärlaser, där laserstrålen manipuleras via två rörliga speglar. Detta gör att man kan punktsvetsa med laser över förhållandevis stora arbetsområden med hög produktivitet.

Volvo Cars (Hr. Palmquist)

Min kollega Niclas Palmquist beskrev det arbete som gjorts för att gå från överlappssvetsning av tak till kantsvetsning av detsamma, vilket nu har realiserats på nya XC90-modellen. Huvudskälen till denna förändring har varit:

- Ökad svetshastighet
- Förbättrad svetskvalitet
- Enklare kvalitetssäkring
- Ökad design-flexibilitet
- Förbättrad avtätning mellan tak och karosstomme

För XC90-produktionen har en helt ny karossbyggnationslinje installerats vid Torslanda-fabriken. Denna omfattar en lasercell [Figur 2], vilken innehåller en 3kW lamp-pumpad Nd:YAG-laser från *HAAS*, en *KUKA* KR125-robot samt ett svetshuvud tillverkat av *Permanova Lasersystem*. Initialt är årsproduktionen planerad till 60.000 bilar/år, men möjlig årskapacitet är 100.000 bilar.



Figur 2. Takskarvssvetsning i den nyinstallerade lasercellen på VCT (Volvo Cars Torslanda) för tillverkning av Sport Utility-modellen (SUV) Volvo XC90.

Att Nd:YAG-lasrar "ligger i tiden" illustreras av att *Volvo* bytt ut en av sina 6kW CO₂-lasrar mot en 4kW Nd:YAG [Figur 3] i den lasercell där man svetsar taken på V70- och S80-modellerna.



Figur 3. Lasercellen för takskarvssvetsning av Volvo V70 och S80-modellerna, där man nyligen ersatt en "uttjänt" CO₂-laser med en 4kW Nd:YAG-laser (till höger).

Volvo Cars ingår ju sedan 1999 i Ford-koncernen och har tilldelats det övergripande ansvaret för laserutvecklingen. Därför har en hel del försök utförts åt *Jaguar Cars*, en annan medlem i Ford-gruppen. I Pilot plant i Göteborg har lasersvetsförsök gjorts på Jaguar S-type-modellen för att öka styrka, styvhet samt sidokrockmotståndet i karossen och även minska dess NVH (noise, vibration and harshness)

Andra laserforskningsområden som nämndes av Hr. Palmquist var:

- Lasersvetsning av "nya material"
- Dokumentation av rekommenderade laserparametrar i den unika databasen JOIN-Net [3]
- Utveckling av nya foggeometrier anpassade för lasersvetsning
- Laserlödning av karosstomme och påhängsdetaljer

Audi AG (Fr. Oberschelp & Hr. Vulpius)

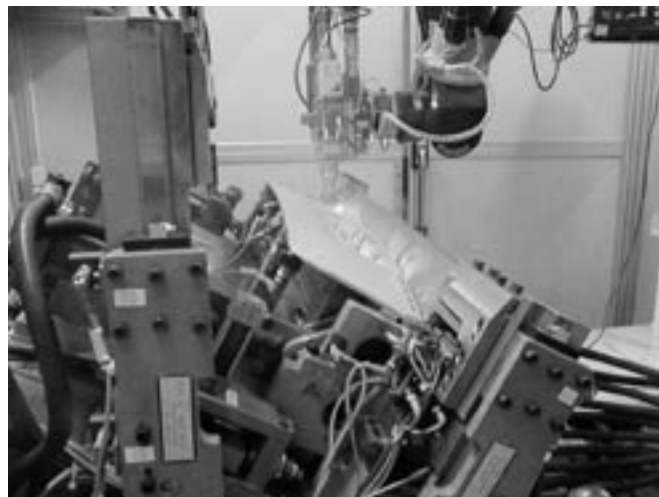
Från Frau Oberschelp fick vi veta att i *Aluminiumzentrum* i Neckarsulm driver *Audi* ett nytt aluminiumprojekt kallat *Alulight*, vilket siktar mot produktionsvolymen kring 700 karosser/dag. Vilken kommande Audi-modell som det är fråga om ville hon av förklarliga skäl inte avslöja, men vi kan säkert förvänta oss att en hel del lasererfarenhet från Audi A2 kommer att föras över till den nya modellen. Tillgängligheten vid A2-tillverkningen i Neckarsulm är för övrigt idag så god att man kunnat ta bort tre lasrar avsedda för redundans.

Annars verkar det som om *Audi* just nu fokuserar mest på att förfina sina lasersvetsstationer med hjälp av olika typer av processövervakning.

Hr. Vulpius från Ingolstadt berättade att för den nya A4-modellen (projektbeteckning B6), som produceras i två parallella flöden, har man installerat 4 laserstationer per linje. Förutom klassisk takskarvsvetsning (A4 Limousine; 20 stegsvetsar om totalt 716mm längd, A4 Avant; 28 stegsvetsar om totalt 1060mm) stegsvetsar man den inre karossidan med en total svetslängd av 830mm/sida. Effekten varierar mellan 2.5-4kW och svetshastigheten ligger på cirka 2.5m/min. Här rör det sig om en plåtkombination i höghållfast stålplåt, DP500 mot DP600, vilket ställer extra höga krav på fixering och mått noggrannhet på detaljerna.

A4 har också en laserlörd baklucka. Med andra ord följer man trenden inom övriga VW-koncernen där vi tidi-

gare sett detta koncept på VW Passat och VW Bora [Figur 4]. Vid lödoperationen använder man sig av processövervakningssystemet *Weldwatcher* från firman 4D+.



Figur 4. Laserlödning av bakluckan till VW-modellen Bora, med lödfogen placerad mellan ovan- och underdel (se komplett sammansatt lucka, underst).

BMW (Hr. Hornig)

Hans Hornig förde som vanligt i dessa sammanhang BMWs talan på ett mycket engagerat sätt. Han rekapitulerade de lasersvetsapplikationer på 3-seriens (E46) [Figur 5] cabrio-variant som han delgivit oss redan föregående år[1]. Det rör sig om svetsning av karosstytersidan till dels en hydroformad A-stolpesektion, dels till bottensvällaren [4].

Nya 7-serien innehåller många komponenter som tillverkas i höghållfast stålplåt. För att säkerställa lasersvetsbarheten av dessa visade Hr. Hornig upp en omfattande provningsmatris som innehöll alla tänkbara material- och tjocklekskombinationer. Lasersvetsapplikationerna påminner om de som finns på den existerande 5-serien, nämligen tak, sidor och rutöppningar, och en 5kW CO₂-laser används som källa.

På 7-serien lasersvetsas också en chassidetalj i rostfri plåt. Det är den s.k. eARS (electronic Active Roll Stabilisator), alltså en aktiv rullstabilisator som är monterad under karossen.

Den ovan nämnda 5-serien kommer att ersättas av en ny modell år 2003, vilken lär innehålla en frontstruktur helt tillverkad av aluminium (AlMg3.5Mn). Det antyds att en del lasersvetsning kommer att förekomma, bl.a. mellan mellanbrädan och tvärbalk, mellanbräda. Den senare är en hydroformad detalj.

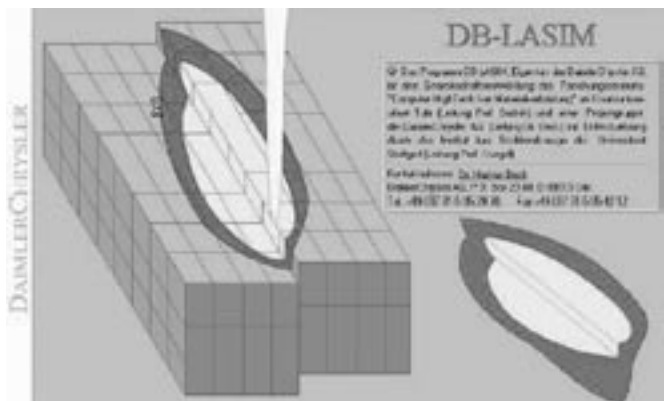


Figur 5. Produktionscellen i BMWs fabrik i Regensburg för lasersvetsning av karossida, komplett för 3-seriens cabrioletversion.

På forskningssidan nämndes "Remote Laser Welding" samt toleransstudier i samband med laserlödning. Hr. Hornig har ju tidigare uttryckt farhågor beträffande RLW då insvetsdjupet minskar när laserstrålens infallsvinkel mot plåten ökar. Emellertid visade nyligen genomförda försök att man klarar ett insvetsdjup på $0.9 \times$ plåttjockleken, samtidigt som man uppfyller kvalitetskrav B enligt ISO 13919-1.

DaimlerChrysler (Hr. Hopf & Hr. Dolny)

Kollegorna från Stuttgart var kanske de som utvecklats mest vad gäller laseranvändning sedan vi träffades sist. Bl.a. har man förfinat ILTs (Aachen) processsimuleringsverktyg LASIM® till ett unikt eget verktyg [Figur 6]. Man har också själva utvecklat ett on-line övervakningssystem

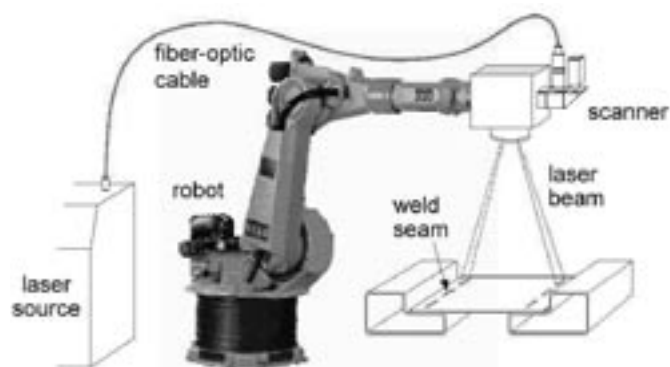


Figur 6. DB-LASIM – DaimlerChryslers vidareutveckling av ett processsimuleringsverktyg för lasersvetsning.

som kallas *Qualas III*, där man avläser IR-strålningen från nyckelhålet med hjälp av en CCD-kamera. Man strävar efter att i framtiden slopa visuell kontroll till förmån för *Qualas*.

På applikationssidan presenterades några fall från nya E-klassen, en kälsvetsad takram (4m/min) samt lasersvetsade sidodörrar.

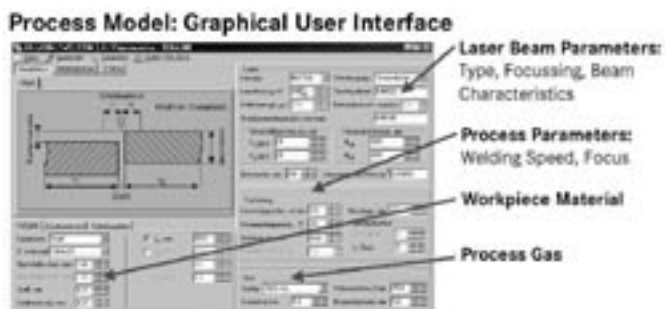
Några RLW-exempel från Chrysler föredrogs också, de nu tämligen välkända applikationerna baddörr (Jeep Liberty, KJ) och torpedsida (Jeep Cherokee, WJ) [4]. Man undersöker vidare potentialen i robotburen RLW, och tittar då på s.k. "welding on the fly", dvs. att remote-svets huvudet svetsar i motsatt riktning mot robotens rörelse för att ytterligare öka svetshastigheten [Figur 7].



Figur 7. Robotburen "Remote Laser Welding" för "welding on the fly".

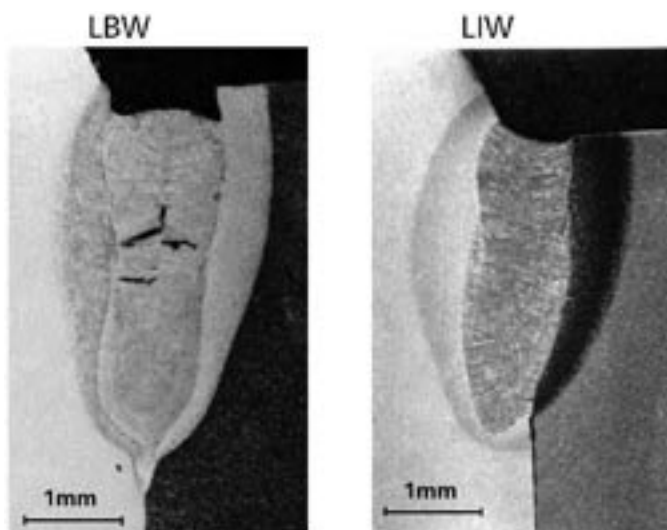
Laserhybridsvetsning där lasern kombineras med antingen plasma eller MIG är ett annat forskningsområde. En kollega till Hr. Hopf, Hr. Dolny, berörde några andra intressanta områden för laserbearbetning:

- Lasersvetsning av treplåtsförband i avgasrör
- Robotburen laserskärning av axlar till Mercedes C-Klasse



- Högeffekts diodlaseranvändning utan fibertransmission för härdning, lödning, ytmodifiering samt svetsning
- Twin-spotteknik med såväl CO₂ som Nd:YAG-laser. Speciellt vid svetsning av axeldetaljer i 5000-legerat aluminium reducerar denna teknik porbildningen avsevärt
- Laserrengöring med CO₂-laser
- Laserpåläggning med keramikförslitningslager på vattenspumpar i aluminium, ett samarbete med IWS i Dresden
- Laserpåläggning av press- och andra formverktyg

Vid lasersvetsning av transmissionsdetaljer i produktion meddelade Hr. Dolny att man genomgående använder sig av laserinduktionssvetsning. Tekniken innebär en förvärmning av arbetsstycket, vilket eliminerar porbildning i svetsen samtidigt som svetsgodsets hårdhet sänks högst avsevärt [Figur 8].



Figur 8. Jämförelse av svetskvaliteten vid lasersvetsning (till vänster) och induktionslaser-svetsning (till höger).

VW (Hr. Elsner)

Vad gäller laseranvändning vid karosstillverkning kan man på nytt konstatera att VW-koncernen är ledande inom området. Man kommer vid detta års utgång att ha 155 stycken Nd:YAG-lasrar i produktion över hela världen. Detta inkluderar 44 stycken 4kW:s system som är under upphandling för 2002. Man använder uteslutande lamp-pumpade system, då man anser att driftskostnaderna för diod-pumpade lasrar fortfarande är för höga, samt att det finns för få referenser från produktionsinstallationer av denna lasertyp

Den stora nyheten som VW presenterade nu (senare under året kom ju de hybridsvetsade aluminiumsidodörarna till Phaeton-modellen [5]) var det helt laserlödda taket till nya Polo-modellen (produktionsort Ravenna) [4]. Enbart för Polo-produktionen har 25 laserkällor införskaffats. Förutom laserlöst tak använder man lasersvetsning för A-stolpe, hjulhus samt kopplingen mellan karossida och bottensvällare [Figur 9]. För takapplikationen har man verkligen tagit till sig begreppet "att konstruera för laser". En helt unik lösning gör att taket tjänar som referens mot vilket karossidorna sedan monteras. Vidare styrs laserstrålens positionering av tillsatsstråden, och någon efterbearbetning är inte nödvändig, ej heller att täcka skarven med någon C-fabriksmonterad trimlist. Min personliga kommentar är den att en sådan lösning kan vara acceptabel för volymproducerade småbilar, men knappast för modeller i ett mer lyxbetonat segment.



Figur 9. Laserapplikationer på nya VW Polo, med bl.a. laserlödning av taket, vilket är första gången som denna metod används för strukturbärande detaljer.

För nästa generation Golf, vilken blir den femte i ordningen, påstår Hr. Elsner att 80% av punktsvetsarna skall vara utbytta mot lasersvetsar. Det ryktas ju om att denna modell kommer att lanseras redan 2003 så vi ser verkligen fram emot detta. Om påståendet visar sig riktigt kan man nog tala om ett ännu större trendbrott än det vi hade då Audi presenterade sin A2-aluminiumkaross med ca. 35m lasersvets [6].

Sammanfattning

Att kort sammanfatta intrycken från EALA2002 är svårt då så mycket information delges. Förutom de tekniska presentationerna och paneldiskussionen fanns en utställning där de flesta laser- och lasersystemleverantörer var representerade. Sammantaget vill jag nog påstå att jag blev glatt överraskad av innehållet i konferensen, då programmet på förhand kanske inte såg helt spännande ut, men

där fick jag alltså fel. En uppmaning till Lasergruppens medlemmar är att ta tillfället i akt att besöka nästa års EALA-konferens. Jag vill påstå att den kan tillföra mycken intressant information, såväl som möjligheten till att knyta nyttiga kontakter även om man inte speciellt arbetar mot bilindustrin.

Sammantaget vill jag påstå att lasertekniken inom europeisk bilindustri står sig väl i en internationell jämförelse. Vi ligger något före japanerna, vilka har specialiserat sig mer på skärapplikationer och mindre på lasersvetsning, och långt före våra konkurrenter och kollegor i Nordamerika.

VW (inklusive *Audi*, *Skoda* och *Seat*) ligger i täten tack vare en mycket strategisk satsning på laser, vilken är förankrad upp på högsta nivå inom koncernen. Vad jag kunde notera vid årets EALA-konferens var att *Mercedes*, eller *DC (DaimlerChrysler)* som man nu väljer att kalla sig, kommer alltmer kraftfullt och snart kommer att utmana sina sydliga grannar i München, *BMW*, vad gäller innovativa laserapplikationer. *Volvo* respektive *Renault* kämpar vidare med att långsamt, men successivt och med kvalitet, föra in nya laserlösningar, medan *PSA* och *Fiat* fortfarande har en del kvar att göra då det gäller att gå från framgångsrik forskning till införande av lasersvetsning och dito skärning i högvolymproduktion.

Referenser

- [1] Larsson, J.K., "Rapport från den europeiska bilkonferensen European Automotive Laser Application 2001", LaserNytt 2-01, Lasergruppen inom VI, Sveriges Verkstadsindustrier, September 2001
- [2] Loredó, A., Martín, B., Andrzejewski, H., Pilloz, M., Grevey, D., Habert, P., Goby, L. and Joly, M., "Numerical Study of Zinc Coated Car Body Laser Welding", SAE-paper 2001-01-3358, Proceedings Automotive and Transportation Technology Congress (ATT), Barcelona, Oktober 2001
- [3] Larsson, J.K., Buchwald, C. and Bengtsson, L., "The Join-NET© Database – A Body Engineer's Tool Box for Information on Joint Properties and Recommendations of Joining Process Parameters", Proceedings of the 8th EAEC Conference, Bratislava, June 2001
- [4] Larsson, J.K., "An Overview of Joining Technologies in the Automotive Industry", Proceedings 55th Annual Assembly of the International Institute of Welding (IIW), International Conference on Advanced Processes and Technologies in Welding and Allied Processes, Copenhagen, Juni 2002
- [5] Graf, T and Staufer, H., "LaserHybrid Process at Volkswagen", Proceedings 55th Annual Assembly of the International Institute of Welding (IIW), Dok. XII-1730-02, Copenhagen, Juni 2002
- [6] Larsson, J.K., "Aluminium Car Bodies - Ultimate Challenge for Joining and Assembly", Proceedings NSM2000, Reykjavik, September 2000

Lasersvetsverktyg med fogföljning

Av
Anders Lindskog, Permanova Lasersystem AB
Tore Salmi, Permanova Lasersystem AB

I. Inledning

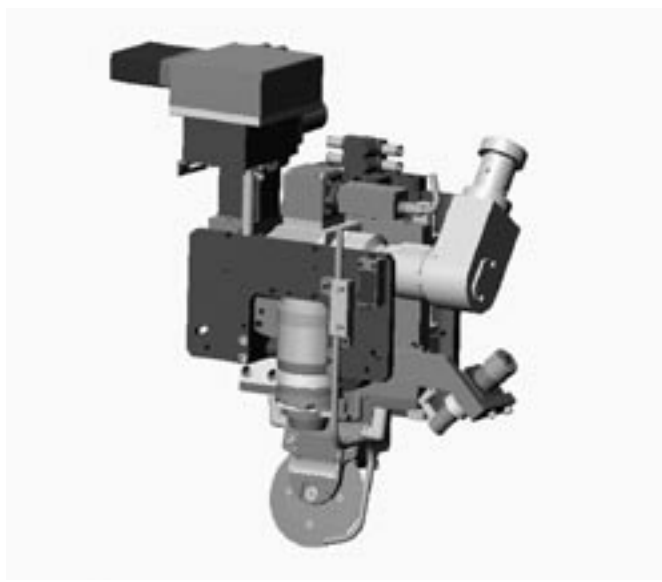
I januari i år presenterade Anders Lindskog vid EALA 2002-konferensen (European Automotive Laser Applications) i Bad Nauheim i Tyskland ett nytt lasersvetsverktyg med fogföljning från Permanova Lasersystem AB.

Verktyget, som rönt stort intresse bland gräddan av Europas karosserimänniskor, hade precis installerats i line hos Volvo Personvagnar i Torslanda, och redan svetsat sina

första biltak (överlapps kantfog) i produktion. Det gällde Volvos nya stolthet som strax innan, i början av januari, med stort pådrag presenterades i USA, nämligen Volvo XC90, en Sport Utility Vehicle för framförallt USA-marknaden. Sedan dess har verktyget gjort succé hos även hos andra biltillverkare, och det första halvdussin exemplar har nu levererats till Karmann och VW-koncernen.

Orsaken till verktygets framgångar kan sammanfattas i följande egenskaper:

- det är snabbt, kompakt och noggrant
- mätning sker nära fokus (3 – 9 mm framför), och kameran tittar **genom** fokuseringsoptiken, vilket minimerar parallaxfel
- det är modulärt, enkelt att konfigurera för andra foggeometrier
- det arbetar oberoende av robotens styrsystem, och kan därför genast användas med de flesta robotmärken, och är snabbare än robotberoende verktyg
- det är operatörsvänligt, och oberoende av Nd:YAG-laserfabrikat (hittills använt med Rofin-Sinar och Haas-lasrar)
- enbart laserstrålen regleras snabbt (optiskt) i sidled, medan den typiska tryckrullen orubbat fortsätter sin programmerade bana i en mekaniskt stabil rörelse, utan mekanisk stress på robot eller verktyg, eller extra skrapmärken på plåtytan.



Figur 1. Svetsverktyg med fogföljare



2. Lasersvetsprocessens krav

Olika fogtyper, totala dimensioner och toleranser och svetsprocesstyper innebär olika krav på automatiserade svetssystem. I många fall är toleranserna på detaljer som ska svetsas, och deras position, så noggranna att fogen kan hittas utan ett fogföljningssystem. Typiskt rör det sig om maskinbearbetade komponenter, med rotationssymmetri, t ex växellådsdetaljer, med relativt små dimensioner, och med fogen i ett (2D) plan. I ett sådant fall är klampningen löst med att pressa ihop detaljerna med presstoleranser.

I andra fall är situationen svårare, exempelvis i en taksvets till en bil. I detta typiska fall med en ren överlappsfog kan svetsens läge i (3D) rummet variera mellan två bilar med flera mm. Vanligen räcker det att man söker upp början och/eller slutet på svetsfogen, och korregerar robotsvetsbanans läge. Positionen i sidled tvärs svetsen är sällan kritisk, och de två plåtarna pressas ihop med en pneumatiskt styrd tryckkraft på en rulle, som dessutom säkerställer laserstrålens fokusläge i höjddled.

Trenden idag (som för Volvo XC90) är att för biltak använda en överlapps kantfog istället, för att få en kosmetiskt fin och tät svets, med mycket lite problem från att innestänga förångad zink. På samma gång kan en högre hastighet fås vid samma lasereffekt jämfört med fullt överlapp. Inspektion av svetskvaliteten förenklas också. Typiska svetshastigheter ligger i området 4 till 10 m/min. Fogföljningen måste vara bättre än $\pm 0,2$ mm.

3. Lasertyper för svetsning

Till helt nyligen användes CO₂-lasrar oftare än Nd:YAG-lasrar för svetsstillämpningar. Idag har fördelarna med att överföra strålen med hjälp av en flexibel kvartsfiber, till ett verktyg positionerat av en industrirobot, helt ändrat läget till Nd:YAG-lasrens förmån. En tredje lasertyp, högeffekts diodlasern, har idag stor potential för värmeledningssvetsning, lödning, härdning och ytbehandling, men har hittills inte tillräckligt bra strålkvalitet för högeffekts nyckelhåls-svetsning vid höga hastigheter.

Trots att CO₂-lasern har en lägre kostnad per installerad watt lasereffekt än Nd:YAG-lasern, ger den senare lasertypen flera viktiga fördelar:

- Nd:YAG-laserstrålen absorberas mera effektivt av en metallyta, och plasmat ovanför svetsen är nästan helt transparent för Nd:YAG-laservåglängden, vilket ger en mera stabil och effektiv process (skillnaden i absorption i plasmat är ca en faktor 100)

- Industrirobotens lilla behov av golvyta, pressade pris och förmåga att nå in i trånga utrymmen med sin fiberöverföring av Nd:YAG-laserstrålen, slår enkelt ut CO₂-laser med gantry i en bilfabrik. Flex-armar för CO₂ är inte heller lika flexibla som en fiber, och har hög underhållskostnad på grund av mekaniskt slitage.
- Fogföljning är enklare att implementera för en Nd:YAG-laser, eftersom detekteringen kan göras genom lasersvetsoptiken. Den grundläggande idén är att genom svetsoptiken titta på och analysera en diodlaserlinje, som under snett infall ligger strax framför svetsfokus-punkten, och reglera svetsfokuspunktens läge i sidled så att fogen följs.

4. Svetsverktyget

Permanovas standard-svetsverktyg är modulärt uppbyggt och inkluderar en tryckrulle med en integrerad crossjet för att skydda skyddsglasat, en rotationskollimering och en CSM (Cover Slide Monitor), dvs en skyddsglasövervakare.

Som option kan det förses med bl a en Twinspot-optik (manuell, eller motoriserad/programmerbar) och det fogföljningssystem som denna artikel beskriver.

Många års erfarenhet av strålgångssystem för högefekt-lasrar och av industriella installationer har resulterat i ett mycket robust, kompakt och modulärt uppbyggt svetsverktyg. Det har flera viktiga funktioner beroende på konfiguration:

- klarar höga effekter
- tryckrulle med programmerbar tryckkraft och integrerad crossjet
- munstycke för skyddsgastillförsel
- justerbar eller fast inställt fokusläge
- fiberanslutning till Rofin-Sinar eller Haas-lasrar
- fiberkopplingsenhet på en roterande optisk enhet som tillåter fri tilt av verktyget, med minimal kraft på fiberanslutningen och kablager
- strålavläkningskub
- hållare med bajonettfattning för snabbt byte av skyddsglas
- skyddsglasövervakning CSM-OT-S
- manuell eller motoriserad Twinspot-optik (optioner)

- fogföljningssystem (option)
- trådmattning (option)

Se figur 1 (svetsverktyg med fogföljning) och figur 2 (strålgångsoptiken).

Hanterar höga effekter – mer än 4 kW

De optiska elementens diameter är 50 mm. Alla komponenter innehåller högkvalitetsoptik, som klarar mer än 4 kW Nd:YAG-lasereffekt.

Tryckrulle med justerbar tryckkraft och integrerad crossjet

Svetsverktyget har en tryckrulle, där det pneumatiska trycket kan programmeras från en robot för att typiskt ge en tryckkraft från 0 till 500 N.

De övre och nedre gränslägena för den pneumatiska rörelsen (40 mm) övervakas av roboten.

En integrerad crossjet-enhet är inbyggd i tryckhjulet, för att förhindra att svetsstänk och svetsrök når skyddsglasat. Denna nya hjul-design är gjord så smal som möjligt, vilket möjliggör svetsning i ganska djupa och smala ”diken” om så behövs.

Hjulets diameter väljs för att ge bästa kompromiss mellan kontaktyta och storlek. Den integrerade crossjeten med utgångsslitsar precis ovanför hjul-navet ger ett skydd mot svetsstänk som är effektivare än någon tidigare design!

Munstycke för skyddsgastillförsel

Skyddsgasmunstycket kan skräddarsys för optimalt skydd vid en given svetsgeometri och tryckhjulsdessin. Det kan lätt bytas när en ny svetsgeometri föreligger.

Justerbar fokuseringsoptik

Den justerbara fokuseringsoptiken inkluderar en 50 mm diameter optik med 160 mm eller 200 mm fokallängd, Det manuella z-justerområdet är +/- 6 mm.

Roterande kollimeringsenhet

Den roterande kollimeringsoptiken är baserad på 50 mm diameter optik med 200 mm fokallängd, och gör det möjligt för svetsverktyget att tilta snabbt och till stora vinklar, med minimal böjkräft-påverkan från kablager på fiberanslutningen. Detta ger en mera kompakt design och säkerställer både en stabil funktion hos den optiska inkopplingen, och en lång livslängd hos både för fiberanslutningen och det elektriska kablager.

Strålavlänkningskuben

Denna kub avlänkar den kollimerade (optionellt twinspot-delade) högeffekt-strålen 90 grader mot fokuseringslinsen. Den tillåter också att ljus, inom ett visst band, från det motsatta hållet passerar igenom, därför att en korrekt belagd avlänkningsspegel är inkluderad för att låta diod-laservåglängden nå en optionell kamera bakom/ovanför avlänkningsspeglarna.

Hållare med snabb (bajonett)koppling för byte av skyddsglashållare/glas

Hållaren är monterad under fokuseringslinsen, och inkluderar en skyddsglashållare/glas av snabb-bytestyp.

Skyddsglasets placeras i skyddsglashållaren, och matas in i hållaren, och låses genom att vrida på skyddsglashållaren. Under vridningen rör sig skyddsglasets upp mot en O-ringstättning. En skyddsglasmonitor kan också monteras i crossjethållaren, för att övervaka skyddsglasets.

Skyddsglasmonitor CSM-OT-S

En skyddsglasmonitor CSM-OT-S ingår, monterad på hållaren utanför skyddsglashållaren. CSM:n övervakar graden av försmutsning hos skyddsglasets på två sätt:

Stänk från svetsprocessen som fastnar på skyddsglasets detekteras optiskt, och rök (och små partiklar) detekteras termiskt. Dessa två DC-signaler från 0 V till 10 V ger vardera en lägre nivå för roboten att detektera och larma för byte/rengöring, och en högre larmnivå för att stoppa processen.

Interface för robotmontering

Svetsverktyget monteras på roboten via ett mekaniskt standardinterface. Alla existerande välkända robotfabrikat är möjliga.

Twinspot-optik (option 1)

Detta är en intermediär optikenhet, placerad mellan kollimeringslinsen och strålavlänkningskuben. Den innehåller en kilformad optik, med manuellt vridbar rotation, som gör det möjligt att vrida den ena fokus punkten runt den andra.

Twinspot-optiken kan också levereras i en motoriserad version. Rotationsvinkeln styrs från roboten.

Fogföljningssystem (option 2)

Optionen består av en tiltbar monteringsplatta för optik med en diodlaser, ett CCD-kamerasystem, visionstyrsystem och ett servosystem med en linjär rörelseenhet. Detta fog-

följningssystem (som beskrivs mera detaljerat senare) för överlapps kantfogar och liknande, är integrerat med ovan beskrivet svetsverktyg, och består av:

- en mätlaserlinje (diodlaser) omedelbart före fokus-punkten
- en CCD-kamera med optik som tittar igenom sista spegeln och fokuseringslinsen, och ser högeffektlaserstrålens fokusfläck och linjen från mätlasern
- ett snabbt datoriserat system utvärderar kantsökbilder från CCD-kameran på den kant som ska detekteras och följas
- en snabb motor med servodrivning, som optiskt justerar fokuspunktens läge tvärs svetsen, i enlighet med avvikelsesignalen från det datoriserade systemet

En lämplig filtrering av den optiska signalen görs. Tryckrullens hjul påverkas inte av fogföljningen, bara den fokuserade laserstrålen förflyttas snabbt i sidled. Hjulets kontaktpunkt ligger typiskt 4 mm i sidled från fokuspunkten. Därför begränsas typiskt fogföljningsrörelsen i sidled för fokuspunkten till ca +/- 2 mm, för att inte träffa hjulet. Upp till 10 m/min i svetshastighet med fogföljning har med framgång demonstrerats för typiska geometrier.

I ett test för kund simulerades typiska stansfel i plåtar, där man följde en fog med 25 mm svetslängd längs en cirkelbåge med en 1 mm pilhöjd, med en noggrannhet bättre än +/- 0,2 mm. Svetshastigheten i detta fall var 4,2 m/min.

Trådmattning (option 3)

Trådmatare från flera olika kommersiella leverantörer kan integreras och levereras med svetshuvudet (med/utan fogföljning).

5. Fogföljningsfunktionen

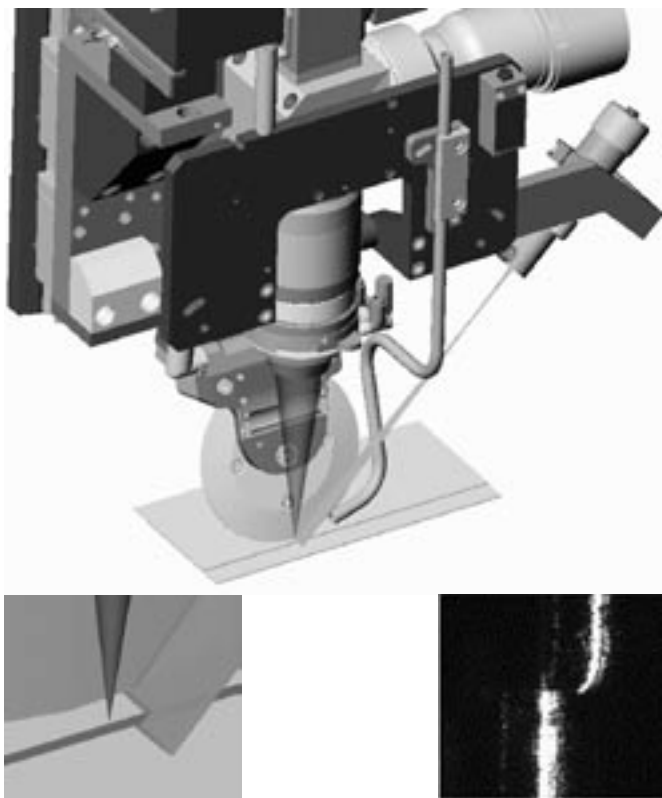
5.1 Översikt

För att finna en överlapps kantfog behövs en sensor. Om fogen detekteras långt från svetspunkten, blir det en ganska avancerad uppgift att säkerställa att svetspunkten följer rätt bana. Det blir omöjligt att nå bättre noggrannhet än vad roboten kan åstadkomma, vilket inte är bra nog i krävande tillämpningar. I svetspunkten är det mycket hett och smutsigt, och en av de få mätmetoder som kan användas i denna miljö är trianguleringsmetoden.

I figur 3 beskrivs fogföljningen. Trianguleringsmetoden används som följer:

Ljus skickas på fogen från en laserdiod monterad i ett rör, och reflekteras tillbaka till en kamera genom högeffekts-optiken. Ljuset genererar en linje på objektet, och eftersom ljuset skickas under en vinkel, kommer linjen att verka innehålla steg när man tittar på den med en kamera. Det är lätt att hitta fogens position i den bild som genereras av kameran. (Se den lilla bilden till höger i figur 3). Denna mätmetod har några viktiga fördelar. För det första har den inga delar monterade nära svetspunkten, och för det andra är den mycket kompakt då den använder högeffekt-optiken. Det innebär att det är möjligt att titta på fogen mycket nära svetspunkten, vilket i sin tur gör regleringen mycket noggrann.

Svetspunkten kommer att avge en hel del ljus. Detta ljus kommer att störa bilden av linjen. Detta kan avhjälpas genom att använda en linjekälla med en väldefinierad våglängd, och några filter framför kameran.



Figur 3. Delar av svetsverkyget. Fogen följs med hjälp av trianguleringsmetoden.

Fogföljningssystemet kommer att kompensera för onoggrannheter som roboten, bilen eller bilfixturen har. Roboten kommer att följa den nominella banan, dvs den bana som är korrekt om bilfixturen, bilen och roboten alla vore perfekta. Fogföljningssystemet kommer då att korrigera avvikelserna från denna nominella bana. Genom att titta nära

den nominella svetspunkten, är det möjligt att använda en enkel metod för att korrigera strålens position. Det finns vanligen inget behov av att ta hänsyn till någon fördröjning från mätpunkten till strålens position. På detta sätt behöver man inte lita till robotens egen noggrannhet

5.2 Linjegerering

Linjen genereras av en laserdiod och en linjeformande optik, monterad i ett cylindriskt rör. Röret är ca 200 mm från svetspunkten, med en vinkel på ungefär 45 grader. Röret är fäst i en hållare på ett sådant sätt att röret enkelt kan justeras i alla riktningar, och gör inställningen av systemet enkelt. "Laserröret" är förjusterat och kan bytas inom några minuter.

5.3 Kamera och optik

Kameran och kameraoptiken är monterade direkt på strå-lavlänkningskuben. Den kollimerade strålen går genom ett filter till fokuseringslinsen. Filtret filtrerar bort det mesta av ljuset från processen, och gör det lättare att hitta fogen. Linsen är vald för önskad förstärkning. Strålen avlänkas till ett CCD-chip i kameran.

Spegeln är motoriserad och det är därför möjligt att flytta bilden. Det gör det möjligt att titta på båda sidor om strålen och därmed att svetsa i båda riktningarna. Vikning av strålen med en spegel gör också enheten mindre och ökar svetsverkygets åtkomstförmåga. Kameran är monterad i en justerbar hållare för enkel fokusering.

5.4 Visionstyrssystemet

Visionsystemet kommer att ta kamerabilden och finna fogens position. Om fogen inte är i den önskade positionen, kommer systemet att sända en korrektionssignal till drivningen som kommer att flytta högeffekt-optiken och föra strålen till den önskade positionen. När man väl har bilden i systemet är det möjligt att få fram annan information från processen, nämligen:

- Återföring av banfelet
- Materialtjockleken
- Gapet mellan de två plåtarna
- Sprut
- Kantens form

Visionsystemet är baserat på en PC-plattform. Det kan anslutas till ett nätverk för enkel övervakning och backup.

5.5 Drivningen till fogföljningen

På verktyget finns en mekanism för att flytta strålen till den önskade positionen. Det är en roterande motor med en kulskruv med linjär styrning för att få en snabb och exakt rörelse. Denna mekanism tilar optiken för att flytta strålen. Tiltning av optiken gör rörelsen mycket styv och precis. Vid starten kommer enheten att kalibrera sig själv till nominell position, som hittas med en induktiv sensor. Den nominella fabriksinställningen är 4 mm från tryckhjulet. Om den nominella positionen behöver ändras, kan sensorn ompositioneras. Drivningen justerar strålen +/- 2 mm från den nominella positionen. Storleken på denna justering kan ökas eller minskas beroende på processen. Visionsystemet kommer att finna strålens position. Om korrekationer behövs, kommer styrsystemet att skicka en korrektionssignal till strålförflyttningmekanismen.

6 Prestanda

6.1 Teori

För att få ett servosystem som t ex fogföljningssystemet att fungera, krävs en sensor, ett ställdon och ett styrsystem. I detta fall är kameran sensorn, vision-PC:n styrsystemet och motorn och kulskruven ställdonet. Systemet är inte bättre än sin svagaste länk.

Fogföljningsapplikationen är begränsad av sensorn (kameran). Det finns två områden att ta hänsyn till: samplingshastigheten (bildhastigheten) och sensorns fördröjning. Fördröjningen är knuten till bildhastigheten. Orsaken till detta är att CCD-kameran kommer att behöva föra över bilden in till systemet innan en ny bild kan tas. Detta säger oss i huvudsak att bildhastigheten är den begränsande faktorn. En bra kamera kommer att ge mellan 40 och 60 bilder per sekund. Mellan varje bild kommer systemet att bli justerat till en ny position. Om förstärkningen (positionsändringshastigheten) är för hög, kommer systemet att bli instabilt. Före detta kommer det att göra avsevärda översvängningar. Om bildhastigheten ökas, kan förstärkningen ökas och systemet kommer att röra sig snabbare.

Utan att fördjupa oss i detaljer (se konferensföredraget) kan vi konstatera att systembegränsningen just nu sitter i kameran (bildhastighet 50 Hz). (Dagens, augusti 2002, kamera klarar ca 100 Hz).

För att styrsystemet (vision PC) ska bli begränsande krävs att kameran kommer upp till 300 bilder per sekund. Innan dess, teoretiskt vid 200 Hz bildhastighet, blir motor och kulskruv begränsande. Praktiskt, med hänsyn till glapp, sker detta redan vid 100 Hz, då alternativet linjärmotor blir intressant i stället för roterande motor och kulskruv.

6.2 Begränsningar

Svetsverktyget med fogföljning klarar som sagt utan problem dagens krav på svetshastigheter för biltaktillämpningar (typiskt 6 m/min), och som sagts tidigare ännu högre hastigheter.

Givetvis finns det olika typer av begränsningar, som enklast kan förstås med följande betraktelse:

Med en kamerabildhastighet på 50 bilder/sekund och en robothastighet på 6 m/min, kommer fogföljningssystemet att ha rört sig upp till 2 mm innan det börjar korrigera ett fel. Man inser lätt att skarpa hörn, som steg, blir svåra att hantera, om man inte gör mera avancerad robotprogrammering.

6.3 Specifikationer

Svetsverktyget

4 kW lasereffekt

NA 0,12

Rofin eller Haas fibrer

Pneumatisk rörelse 40 mm

Fokallängd 160 eller 200 mm

Fogföljningsfunktionen

Samplingsfrekvens och kamerahastighet:	50 Hz
Upplösning strålens position:	+/- 0,002mm
Fogmätning:	+/- 0,01 mm
Reglering:	+/- 0,05 mm
Reglering med normal robot-taksvetsning:	+/- 0,2 mm
Maximal tvärrörelsehastighet med pos.fel mindre än 0,1mm:	0,2 m/min
(detta motsvarar en lutning på 4mm/100mm vid robothastigheten 5 m/min)	
Insvängningstid från 1 mm till mindre än 0,1 mm fel:	0,15 s

(Notera att data nu ytterligare förbättrats, med kamera som klarar ca 100 Hz)

7. Interface

7.1 Mekaniskt interface

Svetsverktyget har ett manuellt snabbväxlingssystem som standard. Det finns också flera andra sätt att ansluta till verktyget. Det är möjligt att skraddarsy ett interface för specifika behov.

7.2 Elektriskt interface

Systemet består av ett svetsverktyg, ett styrschåp, styrkabel och robotkabel. Robotens interface till styrschåpet görs via

robotkabeln. Signalerna är mest digitala med 0 eller 24 V nivåer. Några signaler, som CSM-sig­naler och optio­nella återföringssig­naler, är analoga. Styrskåpet ansluts med svetsverktyget via styrkabeln och kamera-kabeln. Båda dessa kablar har kontaktdon i vardera änden, för att enkelt kunna bytas vid service efter lång användning. Styrskåpet behöver 50 Hz, 240 V och 10 A för sin interna kraftförsörjning.

På svetsverktyget finns en låda som samlar in alla signaler till och från olika sensorer och ställdon på svetsverktyget. Signaler från verktyget är från CSM och gränslägesbrytarna för den pneumatiska rörelsen. Signaler till verktyget är begäran om positionsändring, laserlinjegenerering, spegelpositionsbegäran och RS232-interface med tiltmekanismen. Signalerna är samlade i en kabel för enkel installation och service.

Robot-interfacet hålls så rent som möjligt. I standardversionen finns det bara 3 insig­naler till och 3 utsig­naler från systemet.

Insig­naler från robot till fogföljningssystemet:

- Fogföljning (till/från)
- Håll position (till/från)
- Laser-linje-generering (till/från)

Utsig­naler från fogföljningssystemet till roboten:

- Alarm (till/från)
- Fog inom tolerans (till/från)
- Visionprogram igång (till/från)

För tillämpningar som behöver mera avancerad kontroll är interfacet utökat med ytterligare in- och ut-sig­naler efter behov. Tillämpningar kan kräva sig­naler som:

- Programval. Det finns upp till 15 olika program att tillgå. Programmen kan väljas t ex för två olika svets­riktningar och för olika offset på laserstrålen.
- Positionsåterföringssig­naler för bankorrektion
- Positionsfelssig­naler för processkontroll
- Skräddarsydda sig­naler som spaltkontroll eller larm för sprut

7.3 Pneumatik och gasförsörjning

Svetsverktyget kräver några gasanslutningar. För att hålla verktygets optik ren, finns det en crossjet-funktion ("tvärblås"). Crossjeten är lämpligtvis oljefri luft. Roboten kommer att styra tillförseln av crossjet-gasen/luften. Det finns två luftanslutningar för tryckverktyget, en för att lyfta upp verktyget och en för att trycka ned verktyget. Trycken kommer att bestämma tryckkraftens storlek.

Det finns också en skyddsgas-försörjning. Skyddsgasen leds genom ett justerbart rör till svetspunkten. Typ av skyddsgas väljs beroende på tillämpning.

7.4 Fiberanslutning och vattenkylning

Svetsverktyget är designat för att passa till fibrer både från Rofin-Sinar och Haas. Växling mellan dessa fibertyper kan göras inom några minuter. Det är också möjligt att på begäran få anpassningar för att ansluta verktyget till andra fiberfabrikat.

Fiberinkopplingsenheten och kollimeringsoptiken är vattenkylda.

7.5 Vision-styrsystemet

Visionstyrsystemet är PC-baserat. Inställningarna i visionstyrsystemet kan nås genom ett Windows-interface. Det finns flera interaktionsnivåer. Det finns en avancerad nivå där systeminställningarna görs. Denna nivå kan bara nås av **mycket** erfarna användare. Nästa nivå är där larm, toleranser, styrparametrar, fogsökningsverktyg och liknande nås. Denna nivå är öppen för användare med utbildning på systemet. Den sista nivån är operatörsnivån. På denna nivå är det möjligt att kontrollera status på processen, och göra ändringar i strålens position. Dessa nivåer är skyddade med lösenord för att hålla obehöriga på ett säkert avstånd.

8 Andra tillämpningar

8.1 Snabbare system

För taktillämpningar är det möjligt att köra vid samplingsfrekvensen 50 Hz. Orsaken till detta är att hastigheterna är rimligt låga och att tryckhjulet kommer att stabilisera systemet i viss utsträckning. För andra tillämpningar kan hastigheterna höjas. I en tillämpning som Tailor Blanking används ej tryckhjul och hastigheterna är högre. Detta kräver både högre samplingsfrekvenser och snabbare rörelse för strålen, för att övervinna onoggrannheter i robot och fog.

8.2 2D-rörelser utan tryckrulle

Med trianguleringsmätmetoden är det inte bara möjligt att hitta fogen, utan man kan på samma gång mäta objektets höjd. När man arbetar utan tryckhjul, kan detta användas till att bibehålla fokus i önskat arbetsläge, inte bara i sidled utan även i höjd över fogen. För (hård)lödtilämpningar är detta mycket intressant. För tillämpningar med korta ”streck” i olika vinklar där utrymmet är begränsat och ett tryckhjul inte är möjligt, kan denna typ av fogföljningssystem användas.

9 Erfarenheter från installationer

Här följer erfarenheter från några installationer:

- Systemet är lätt att använda och förstå.
- Distorsion från plasma/gasmoln och sprut från processen är inte ett problem med korrekt inställd gastillförsel. Om ett plasmaproblem inträffar, finns det ett larm för detta.
- Bilden på fogföljarens monitor är ett mycket bra verktyg för fintrimning (touch-up) av robotpositioner. Fogen och korrekt tiltvinkel kan enkelt hittas.

- Om systemet tappar bilden av någon anledning (skadad kant etc), kommer strålens position att frysas, och fogföljaren fortsätter att försöka hitta fogen och börja följa den igen om den hittas. Detta innebär inget stort problem vid taksvetsning, eftersom den nominella banan är mycket nära den verkliga. Vår erfarenhet är att det fortfarande blir en bra svets så långt som 10 mm efter att bilden förlorats.
- Fogföljarhuvudet kan också användas för att hitta kanter på ett tak för att kompensera för ett felpositionerat tak. Det är exempelvis vid uppstarten av en ny produkt ibland nödvändigt att korrigera den nominella robotbanan eftersom takplaceringen kan ändras mer än fogföljarens arbetsområde. Roboten scannar då sakta över kanten med fogföljaren låst i referensläget, och när kanten hittas i bildens centrum, sänds en signal till roboten. Roboten tar hand om resten.

För frågor, kontakta: anders.lindskog@permanova.se
tore.salmi@permanova.se

Intervju med Alexander Kaplan – ny laserprofessor i Luleå

Av
Hans Engström
Siriuslaboratoriet, Luleå tekniska universitet



Alexander Kaplan är ny laserprofessor vid Luleå tekniska universitet där han har arbetat i snart nio månader.

Vem är Alexander Kaplan?

– I januari 2002 flyttade jag och min ”drottning” Silvia från Osaka till Luleå, men som Ni förstår är jag ingen japan. Jag är 34 år, född och uppvuxen i Wien, där jag studerade elteknik. Därefter arbetade jag som forskare i 12 år vid laserlaboratoriet hos Prof. Dieter Schuöcker, vid Wiens tekniska universitet. Förra året bodde jag alltså i Japan och där var jag ”tvungen” att lära mig japanska under fyra månader innan jag

kunde börja min forskning vid det ledande laserlaboratoriet, som finns vid Osaka universitet under ledning av Prof. Akira Matsunawa.

Vilka tycker Du är de mest imponerande skillnaderna mellan Europa och Japan inom samhälle och forskning?

– Det japanska samhället har skapat en underbar harmoni och en grad av acceptans som underlättar livet och som undviker konflikter. Japaner är kanske mera tillfreds och lyckliga generellt sett. I kontrast till detta är det europeiska spektrat fascinerande med sitt mångkulturella liv och med det personliga utvecklandet av individerna. I Japan finns en stark identifiering med arbetet, vilket ger en imponerad nivå på samarbete, service, tillförlitlighet och säkerhet,

medan vi i Europa inte vill missa individuella framgångar och vårt område för privatlivet.

Varför ville Du bli professor i laserbearbetning i Luleå?

– Ja, det är resultatet av en enkel kalkyl: Jag älskar forskning om laserbearbetning på högsta nivå, Luleå har det största laserlaboratoriet i Sverige, Sverige har den högsta FoU-budgeten per capita och Sverige har också många Nobelprisvinnare inom naturvetenskapliga ämnen. Dessutom är det svenska samhället öppenhet på ett fascinerande sätt, vilket skapar en mycket stimulerande, positiv och innovativ miljö.

Vilka är dina forskningsintressen inom laserbearbetning?

– Min passion är analytisk matematisk modellering av de fysikaliska mekanismer som finns vid laserbearbetning. I Japan utvecklade jag t.ex. en modell för att beräkna den fluidmekaniska kollapsen av nyckelhålet vid lasersvetsning och mängden skyddsgas som kan komma in i nyckelhålet och som sedan kan ge porer vid laserpunktsvetsning.

Vilken är Din bakgrund inom laserbearbetning?

– Redan som student vid Wiens tekniska universitet specialiserade jag mig på lasrar i allmänhet, vilket också inkluderade telekommunikation. Min professionella bakgrund finns inom lasertillämpningar och inte inom lasrar, fastän jag började mina doktorandstudier med att modellera blixtlampor för Nd:YAG-lasrar. Jag har arbetat med nästan alla lasertekniker som svetsning, skärning, ytbehandling, ablation, borrar, rapid prototyping eller formning, både teoretiskt och experimentellt.

Vilka är dina förväntningar av arbetet som laserprofessor i Sverige?

– Fastän vi inte kan konkurrera i kvantitet med de stora länderna som Tyskland, så kan vi successivt öka kvaliteten i vårt arbete till högsta internationella standard, dvs. bli den internationella vetenskapliga ledaren, vilket svensk industri automatiskt kommer att kunna dra nytta av.

Vad tycker du om lasersituationen i Sverige inom FoU och inom industrin?

– Sverige kan vara glada att ha ett välutrustat laserlaboratorium med en lång tradition av forskning, vilket inte alltid är fallet för små länder. Sverige har utvecklat en stark tillverkningsindustri som kräver expertis inom detta framväxande högteknologiska område.

– Men de pågående aktiviteterna med att t.ex. skaffa in state-of-the-art laserutrustning i ett område som utvecklas snabbt, kommer att bli nödvändigt för att även fortsättningsvis främja både undervisning och forskning. Detta kommer i sin tur att hjälpa till att upprätthålla den svenska industrins konkurrenskraft. Hursomhelst, antalet laserapplikationer som finns inom svensk industri är jämförelsevis relativt högt, och där har Volvos pionjärbete rönt internationell uppmärksamhet.

Vilka FoU-områden kommer Du att satsa på?

– Vid sidan om att kraftigt introducera matematisk modellering och simulering vill jag betona den framtida potentialen för laserhybrid (laser/MIG) svetsning (där Luleå är en av pionjärerna) och högeffekt diodlasern. Dessutom är mikrobearbetning en starkt växande marknad där vi nu kan erbjuda intressanta möjligheter tack vare vår nya laser (diodpumpad 200 W Nd:YAG-laser, Q-switchad, som kan ge 1064 nm, 532 nm eller 266 nm våglängd). Snabb prototypframtagning och potentialen för pulverassisterad laserytbehandling är också mycket lovande.

Vilka nya områden tror Du industrin kommer att nyttja i framtiden?

– Antalet tillämpningar för lasersvetsning kommer att öka starkt eftersom laserhybridsvetsning bokstavligen fyller ett stort gap inom området. När diodlasern, med sin stora ekonomiska potential mognar, så kan vi förvänta oss att antalet svets- och skärapplikationer kraftigt kommer att öka. Svenska industrin har en ledande position att använda robotar. En vision är att öka prestanda och kvalitet i de oräkneliga bågsvetssystemen, genom att använda högeffekt diodlaser med fiberoptik.

Vilka är dina idéer om att utveckla utbildningen inom laserbearbetning i Sverige och internationellt?

– Laserbearbetning är ett mycket utmanande interdisciplinärt område. Därför bör utbildning omfatta fundamentala kunskaper om fysik och matematik, likaväl som den senaste tekniken om lasrar och tillämpningar, men också ekonomiskt tänkande och industriell och internationell erfarenhet. På samma sätt som jag gjorde i Wien, tänker jag koordinera internationella projekt för att utveckla avancerade läroverktyg och livliga internationella nätverk för studenterna. Effektiv användning av avancerad telekommunikation kommer att ge oss stöd i detta arbete.

Vilka är Dina intryck av Sverige efter 8 månader som "svensk"?

– Ett vackert, stort land med lugna professionella människor som tar sina jobb på allvar. Det formar ett öppenhjärtigt, högt kultiverat samhälle, som skapar ett intressant "intellekt" och många överraskande händelser i det dagliga livet. Dessutom att fika är en ritual och att de underliga årstiderna nära polcirkeln är häpnadsväckande.

Hur vill Du karakterisera Dig själv som person och laserforskare?

– Leptosom, pedant, hopplös positiv inställning, missar inte ett tillfälle att skapa en oanvändbar filosofi, klassisk frånvarande vetenskapsnamn. Mina hobbies är biografier, rockmusik, fotboll, ishockey och att resa runt med min "drottning" Silvia.

– Som forskare känner jag mig som en "perpetuum mobile" som driver min passion för att fortsätta att upptäcka den fascinerade komplexa fysiken i laserbearbetning. Jag ser fram emot att "smitta" mina kollegor och studenter och kanske också hela Sverige.

Vad önskar Du Dig närmast – i jobbet och privat?

– Jag vill bjuda in Socrates, Isaac Newton och Albert Einstein som rådgivare till Luleå. Det skulle också vara underbart om en ny liten laserbaby snart kunde födas i Luleå – och namnet skall vara "Diodlaser".

– Privat var jag oerhört lättad att stjärnorna åter syntes på himmelen efter den ljusa sommaren i Luleå, det skulle också vara trevligt om samma sak hände med solen efter vintern. Dessutom vore det kul att få fostra en liten Austroviking, men också att få åka i en av dessa oräknliga veterankar som kör omkring i Norrbotten.

Mikrobearbetning med laser

Av
Tore Salmi, Permanova Lasersystem AB, Mölndal

Inledning

I det följande görs ett försök att från några olika håll belysa ämnet Mikrobearbetning med laser. Området förtjänar uppmärksamhet, eftersom en hel del händer där, i skuggan av den "tyngre" bearbetningen.

Mikrobearbetning med laser tävlar med dels konventionella metoder som stansning, nibbling, gnistbearbetning och etsning men har framförallt sin styrka just i att klara finare strukturer. Marknaden i Sverige är fortfarande under utveckling, där företag som Laser Nova AB är med tidigt som legoleverantörer.

Processer och tillhörande lämpliga lasertyper kommer att avhandlas, baserat på 3 artiklar i tidskriften Industrial Laser Solutions under senaste året.

Ett försök görs att se det hela från den tyngre bearbetningens horisont, och det är därför naturligt att börja med skärning av metaller i mikrodimensioner.

Precisionsskärning av metaller (ref 1)

Processen

De tillgängliga processerna är här, som vid grövre skärning:

- exotermisk skärning, dvs en aktiv gas (typiskt syrgas eller luft) tillför energi till snittet och höjer processens hastighet
- endotermisk skärning, dvs en inertgas (vanligast kvävgas) blåser undan smältan under högt tryck, men lägre processhastighet
- sublimeringsskärning, dvs förångning av material sker under inertgastillförsel och mycket hög effekttäthet i laserstrålen, men ännu lägre processhastighet.

I de flesta fall tillförs skärgasen via munstycket, koaxiellt med laserstrålen.

Lasern

För att klara fina strukturer i metaller har man traditionellt i huvudsak två olika lasertyper att ta till:

- CO₂-lasern med våglängd 10,6 µm når ned till ca 100 µm snittbredd
- Nd:YAG-lasern (pulsad) med våglängd 1,06 µm når ned till ca 10 µm snittbredd

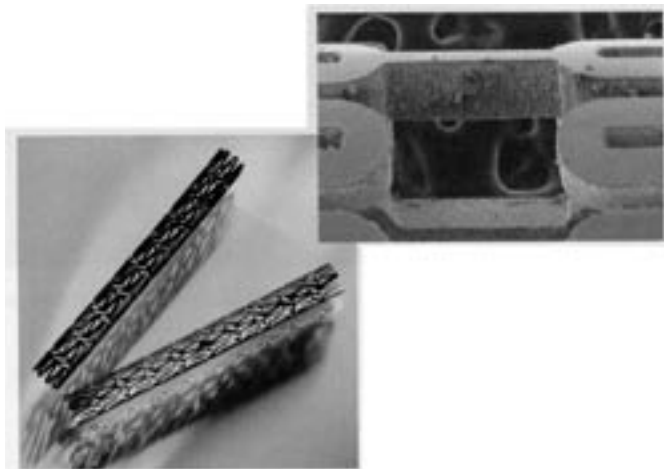
Självklart blir därmed den pulsade Nd:YAG-lasern förstahandsvalet här, med typiska processkrav på pulser i området 20 till 200 microsekunder. Medeleffekterna (och processhastigheterna) är låga, från kanske 10 W till ett par hundra W, med toppeffekter i pulserna på upp till 400 W. Pulsfrekvenser upp till 4000 Hz ger skärhastigheter i området 1 – 40 mm/s. Se som exempel tabell 1 nedan med typiska data för skärning av rostfritt med en lamppumpad Nd:YAG-laser-serie modell StarCut från Rofin. Vid höga krav på smala snitt och parallellitet i snitten gäller laserkonfigurationer med TEM00-mode, annars multimode för inte fullt så kritisk skärning och borrar.

Tabell 1 (för rostfritt):

StarCut modell		SC18			SC150
Max medeleffekt	W	7	12	22	150
Typisk snittbredd	µm	18-30	30-60	60-100	100-300
Max materialtjocklek	µm	400	600	800	3000
Typiska skärhastigheter mm/s		1-5	5-15	15-40	5-50

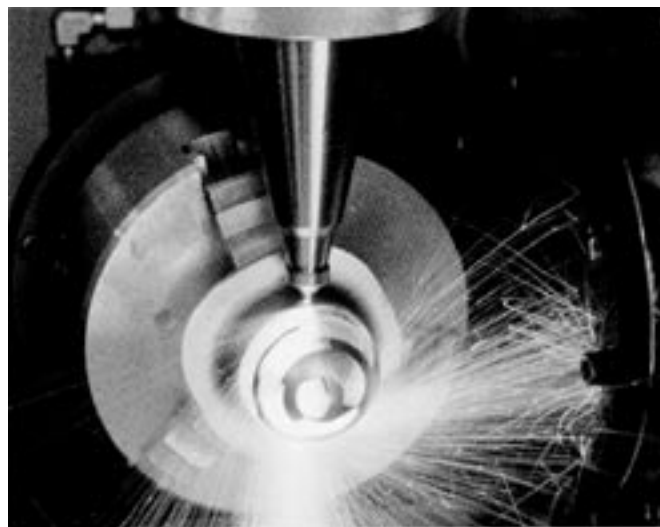
Applikationer

Skärning av rostfritt och kopparfolier upp till 1 mm tjocklek är typiska tillämpningar. Mycket viktiga kommersiella 2D-applikationer är skärning av stencilar för att trycka lödpasta på kretskort, och skärning av resistorer (värmeelement) och filter.



Figur 1. REM-bild av laserskuren stent, dia 800 µm, vägg tjocklek 100 µm.

En medicinsk tillämpning visas i **figur 1**, där man i ett 800 µm diameter rör med vägg tjocklek 100 µm skurit ut ett mesh-mönster. Dessa sk stents används vid hjärtkirurgi för att stötta upp ett kärl efter så kallad ballongsprängning. Denna skärning av konturer med upplösning bättre än 5 µm kan göras utan att motstående rörvägg tar skada. Typisk hastighet är 4 mm/s.



Figur 2. Laserskärning höftledsdelar

Ett annat medicinskt exempel visas i **figur 2**, skärning av (verktyg för) en höftledskomponent ur en halvsfär, i ett 5-axligt skärsystem. (se vidare referens 1)

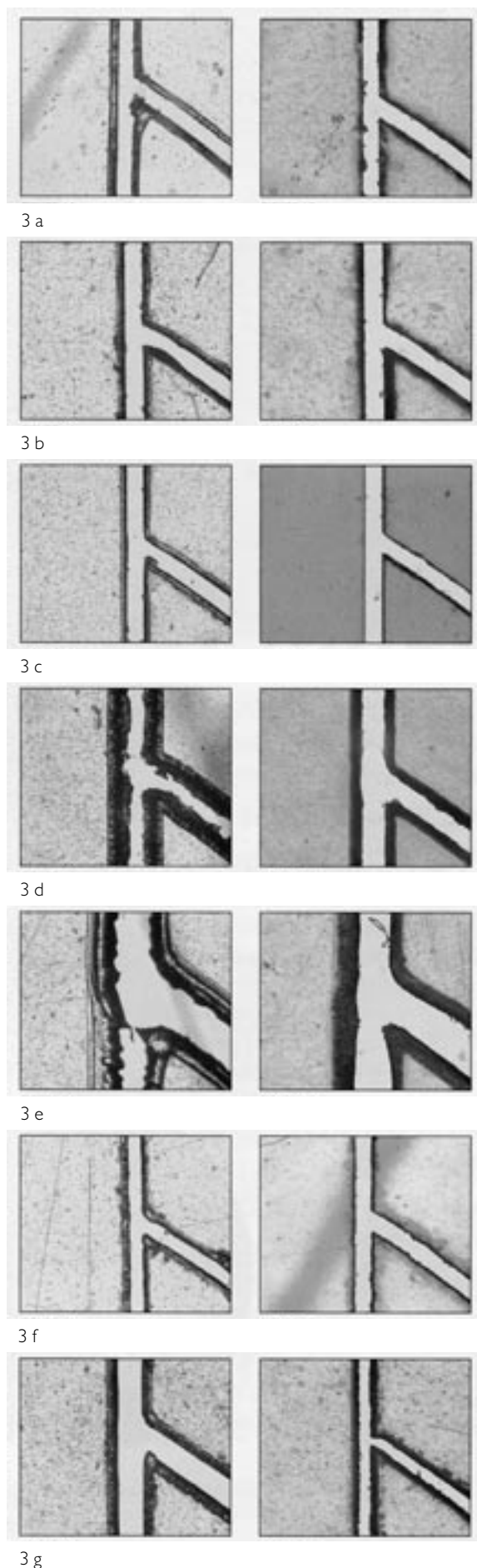
Precisionsskärning av plaster (ref 2)

Man kan säga att CO₂-lasern ger de högsta processhastigheterna och lägsta kostnad, men kanske inte den bästa kvaliteten eftersom processen i första hand är termisk. UV-lasrar ger å andra sidan bättre snittkvalitet och finare detaljer är möjliga, men till en högre kostnad. Även här är det dock svårt att helt undvika termisk påverkan.

Viktiga parametrar i all skärning är snittkvalitet, aspect ratio (kvot mellan materialtjocklek och snittbredd), snittets "kilform" (utgångshål mindre än ingångshål), minsta fokusfläck, processhastighet och kostnad.

Om man utgår från en fasta tillståndets laser med 1064 nm i våglängd, kan man med frekvensskifte komma ned i kortare våglängder på bekostnad av verkningsgrad och effekt. Användbarheten för plastbearbetning ökar dramatiskt.

I det följande redovisas översiktligt exempel på snitt i tunn (ca 25 µm tjock) Mylar (A-figurer, t.v.) respektive Kapton (B-figurer, t.h.), gjorda med 7 olika lasertyper,



Figur 3. Precisionsskärning Mylar (t.v.) Kapton (t.h.)

via ett spegelgalvanometersystem för respektive stråle, se figur 3.

I figur 3a (överst) har en 1,5W laser med 355 nm våglängd använts. Tid för att göra en komplett detalj var ca 1 minut.

I figur 3b har effekten dubblerats, till 3 W vid 355 nm. Med något större värmepåverkan har processhastigheten höjts avsevärt, tid för komplett detalj ca 18 sekunder, dvs >3 ggr snabbare.

I figur 3c har 1,5 W 266 nm använts, med bara 12 sekunder för komplett detalj.

Figur 3d visar resultatet med en bredbandig RF CO₂-laser, med som väntat stor värmepåverkad zon (speciellt i Mylar), men bara 400 ms tid för komplett detalj.

Figur 3e visar 9 µm CO₂-laser med något bättre snitt, i övrigt lika skärtid, 400 ms.

I figur 3f har en CO₂ TEA-laser med mycket kortare pulstid och med avbildningsteknik använts, med bättre snitt än RF-lasarna.

Fig 3g visar till sist en ny lasertyp, den Q-switchade CO₂-lasern med bara 120 ns pulslängd. Resultatet är i klass med UV-lasarna, men med bara 700 ms skärtid.

Excimerlaser saknas här. Den skulle gett ett bra snitt men en skärtid i klassen minuter, dvs inte kostnadseffektivt.

Sammanfattningsvis illustrerar data ovan att i plaster gäller det att jobba med korta pulser för att direkt göra jobbet. En lång puls innebär att slutet av pulsen bara går åt till skadlig termisk påverkan av plasten. (se vidare ref 2)

Därmed glider vi över till de riktigt korta pulserna, dvs i femtosekund-klassen.

Femtosekundslasrar för tillverkning (ref 3)

Dessa lasrar är här intressanta för sin förmåga att ablaterar (ungefär snabbt bryta sönder bindningar i) de flesta material. I övrigt används de inom multifotonabsorption för mikroskopi och diagnostik, terahertz-generering osv.

Typiska våglängder ligger i intervallet 775 – 1050 nm, med pulslängder från 30 till 200 femtosekunder, pulsreplikationsfrekvenser typiskt några kHz (vissa upp till 1 MHz) och med medeleffekter av storleksordningen 1 W. Fokusfläckar ned till 1 µm kan uppnås.

Femtosekundslasrarna har på senare tid blivit stabilare och därför industriellt intressanta. Man har också gjort framsteg med att använda dem i luft, mot tidigare vacuum, vilket naturligtvis ökat användbarheten.

En tidig industriell tillämpning blev reparation av dielektriska masker inom fotolitografi. De ultrakorta pul-

serna gjorde det möjligt att avlägsna utvalda kromlager på masken utan att påverka optiska transmissionsegenskaper hos det dielektriska substratet.

Ett antal tillverkare finns med lite varierande laserkoncept. Clark-MXR, Coherent, Quantronix och Spectra-Physics är några av dem. Quantronix kommer exempelvis ned i mycket korta pulser, <30 fs, med en Ti:Sapphire oscillator-förstärkar-kombination. Så korta pulser verkar gynnsamma för att ablatera transparenta material bättre.

De flesta lasrarna är diodpumpade, med diodlivslängder på 10 000 timmar.

Referenser:

1. Artikel i Industrial Laser Solutions 1/2001
”Precision Cutting” av Richard Hendel
2. Artikel i Industrial Laser Solutions 2/2002
”Comparing lasers for micromachining plastics”
av Ronald D. Schaeffer och John O’Connel
3. Artikel i Industrial Laser Solutions 2/2002
”Femtosecond lasers for manufacturing”
av Ken H. Leong



Projekt Strålverktyg inom mikrobearbetning

Av
Tore Salmi, PERMANOVA Lasersystem AB

Inledning

Mitthögskolan har varit förhållandevis anonym i lasersammanhang, trots flera laseranvändande företag i regionen. Men nu är stora saker på gång, riktat till de mindre lasrarnas värld, inom vilken bl a Östersundsbaserade Laser Nova AB arbetar.

Mikrobearbetning är ju Laser Novas specialitet, så kopplingen till det nedan beskrivna projektet ”Strålverktyg inom mikrobearbetning” inom Mål1-projektet DAVOS är tekniskt uppenbar.

Men utan drivande entusiaster händer just ingenting. Så en nödvändig ingrediens i detta fall är civ.ing. Rickard Olsson, knuten till både Mitthögskolan Östersund, som 1:e Forskningsingenjör, och Laser Nova AB som teknisk expert inom laserteknik allmänhet och lasermärkning och mjukvara för detta område i synnerhet. Rickard har också ett mångårigt förflutet från Permanova Lasersystem AB.

Projektfinansiering och startfas

Projekt ”Strålverktyg inom mikrobearbetning” är ett delprojekt inom Mål1-projektet DAVOS. Projekt DAVOS

omsätter 19,2 MSEK, och är huvudsakligen finansierat med:

privata medel	1,6 MSEK
EU:s strukturfond för Mål1	9,4 MSEK
KK-stiftelsen	2,0 MSEK
Mitthögskolan	6,2 MSEK

Projektet löper med nuvarande finansiering till 2004-10-31, men planer finns redan nu på att tillsammans med främst Luleå Tekniska Universitet gå vidare inom detta mot bl. a. VINNOVA i nästa steg.

Sedan den 1 april i år är civ.ing. David Bergström anställd vid Mitthögskolan Östersund som doktorand inom projekt DAVOS. David arbetar tillsammans med Prof. Alexander Kaplan vid Luleå Tekniska Universitet, samt med Professorn i Materialvetenskap, Torbjörn Carlberg vid Mitthögskolan i Sundsvall.

Det gäller för Davids del främst modellering och förståelse för fundamentala processer för absorption i metalliska och polymera kristaller, speciellt med inriktning mot mikrobearbetning.

Saxat ur projektansökan

Projektledare är Dr Mats Tinnsten vid institutionen för Teknik, Fysik och Matematik TFM på Mitthögskolan i Östersund.

Men så här såg det bland annat ut i projektansökan:

”Introduktion och betydelse för näringsliv.

Detta projekt syftar till att inom projektet stärka kunskaper om strålverktygs användning inom bearbetning av tunna material eller mycket små dimensioner, samt även i polymera material.

Industriell laserbearbetning är en starkt expanderande bransch som internationellt historiskt sett har vuxit med i genomsnitt 16%/år sedan början av 1980-talet.

Forskning rörande strålverktygs i allmänhet, och laserverktyg i synnerhet användning i produktionssammanhang har länge bedrivits bl.a. på Luleå Tekniska Universitet och hos Institutet för verkstadsforskning IVF i Mölndal.

Produkter och tillämpningar där man arbetar med dimensioner och toleranser i området μm till mm är ett starkt växande marknadssegment där det inom Östersundsområdet finns en lång tradition.

Forskning rörande strålverktygs användning vid sammanfogning av mycket tunna material eller i mycket små dimensioner där man arbetar i effektområdet tiotals, till hundratals Watt finns i mycket liten omfattning i Sverige. Även forskning rörande bearbetning av polymera material med laserverktyg är ett område som ej i någon större omfattning bedrivs i Sverige.

Vad gäller polymera material bör nämnas att användningen av polymera material ökar starkt inom industrin, varför å ena sidan ökad kunskap om hur dessa material uppför sig vid bearbetning med strålverktyg, samt å andra sidan kunskap om lämpligt materialval ger industrin i regionen bättre möjligheter att hävda sig.

I regionen finns ett antal företag med inriktning mot just bearbetning med strålverktyg.

PERMASCAND Laser AB; Ljungaverk, Örnsköldsvik
Laser Nova AB Östersund
är två exempel.

Målsättning

Att:

- Stärka Mitthögskolans och lokalindustri kunskap om mikrobearbetning med laserverktyg.

- Stärka Mitthögskolans och lokalindustri kunskap om strålverktygs användbarhet vid bearbetning i tunna material.
- Stärka Mitthögskolans och lokalindustri kunskap om strålverktygs användbarhet vid sammanfogning av material av olika typ.
- Stärka Mitthögskolans och lokalindustri kunskap om strålverktygs användbarhet vid bearbetning i polymera material.
- Bredda och förstärka Mitthögskolans verksamhet inom materialvetenskap.
- Att beskriva produktionsmetoder som möjliggör både en förbilligad produktion samt höjd kontroll av kvalitet.

Metoder

Trenden mot flexibel produktion, mindre dimensioner och ökningen av polymera material inom industrin ställer krav på ny, och djupare kunskap om tillverkningsprocesser och materialval inom detta område. Då forskning inom mikrobearbetning med laserverktyg är relativt låg i Sverige finns här möjlighet till en konkurrensfördel för de företag som är tidigt ute.

Projektet innefattar:

- Studier av relevanta materialdata medelst olika processfönster samt lasrar i varierande våglängdsområden.
- Forskning om nya lasertypers som t.ex. Erbium:YAG fiberlasrar och diodpumpade Nd:YAG användbarhet är då ett prioriterat område
- Identifiera processfönster för nämnda applikationer för olika typer av lasrar.

Genomförande

- Institutionen rekryterar 1st doktorand inom TFM med placering i Östersund under handledning av Torbjörn Carlberg och som i samarbete med lokal industri och fördjupar sig inom ämnet.
- Ett mindre forskningslaboratorium inrättas med vissa lasrar samt mätutrustning.
- Regional industri engageras t.ex. via seminarier.
- Befintlig maskinpark vid medfinansiären Laser Nova AB utnyttjas.

- Forskning rörande kornstrukturer, hållfasthetsberäkningar, legering baserat på olika processfönster och lasertyper.

Tidplan

- 2001: Rekrytering av doktorand, projektuppbyggnad inköp av utrustning.
- 2002: Kompetensuppbyggnad m.a.p.. materialteknik och simuleringsmetoder.
Försöksplanering, genomförande av försök.
Kontakter med externa institutioner
- 2003: Fortsatta försök. Seminarier och kunskapsöverföring till lokal industri, t.ex. via Z-Group.
Kontakter med externa institutioner.”

LaserNytt får säkert flera tillfällen framöver att återkomma med redovisningar av olika aktiviteter inom och delresultat från projektet. Mikrobearbetning är i ropet just nu, både internationellt och i Sverige. Projekt av detta slag bidrar till en accelererad marknadsutveckling som alla inom området har glädje av. Säkert kommer spin-off-resultat av olika slag fram, både för processer och komponenter inom mikrobearbetning med laser.

För ytterligare information, kontakta:
rickard.olsson@lasernova.se

TRUMPF

Scannersystem för lasersvetsning

Av
Thomas Hägglund, TRUMPF Laser Division Scandinavia

Tekniken med Scanner i kombination med laser är en sedan länge tillbaka etablerad teknologi för bearbetning av metaller, men då givetvis med låga lasereffekter. Trumpf tror starkt att denna teknologi kommer att revolutionera lasersvetsning. Systemet är så uppbyggt att två tiltande galvo-speglar länkar strålen ned till arbetsstycket. En viktig punkt är att dessa speglar kan positioneras mycket snabbt och med hög noggrannhet, vilket i princip ger en positioneringstid som är virtuellt noll. Detta medför att man kan bortse från den tid som vid konventionell svetsning åtgår till positioneringsrörelser.

Positioneringshastigheter på upp till 700m/min ger då sammantaget totalt sett kortare processtider. Hastigheten vid själva svetsförloppet däremot är lika som för konventionell lasersvetsning. Vid demonstration av ett typisk svetsförlopp med ett antal svetssträckor var svetshastigheten 3.9m/min, medan positioneringarna mellan de olika svetspositionerna som låg 35mm från varandra endast förbrukade 0.03 sekunder.



Trumpf scannersystem

Trumpf har demonstrerat ytterligheten av maximal reduktion för total cykeltid för en detalj som är en förstärkningskomponent till brandväggen i motorrummet för en bilmodell från en av de ledande biltillverkarna i Europa. Utfallet gav en nästintill 100% utnyttjandegrad av laserkällan.

Med **motståndssvetsning**, som hittills är den vanligaste sammanfogningsmetoden, var cykeltiden för komponenten 33 s.

För **konventionell lasersvetsning** kunde cykeltiden reduceras till 23 s. Där då den mesta tiden åtgår till positioneringar för processoptiken.

När detaljen svetsas med **Laserscanner**, där positioneringstiden är obefintlig, är cykeltiden för samma detalj endast 5 s.



Scannersvetsning av förstärkningskomponent.

Det finns ytterligare fördelar med snabba ompositioneringar, då det möjliggör en svetsstrategi så att värmedeformationen kan minimeras. En annan sedan tidigare känd fördel med lasersvetsade överlappsfogar är att komponenter kan göras lättare då lasersvetsning inte, som motståndssvetsning, kräver en viss bredd på förband för svetselektroderens diameter. Scannersvetsning kräver dessutom liten installationsyta relativt motståndssvetsning.

Det är möjligt att låta flera robotar hantera och fixturer detaljer och därmed optimera utnyttjandegraden av systemet. Ytterligare utnyttjandegrad nås där en laser länkas mellan två scanners med en växlingstid på bråkdelen av en sekund. Roboten har också möjlighet att rotera och positionera detaljen så att lasern kan svetsa detaljen från olika vinklar. Ytterligare en viktig punkt är att detaljen är inspänd i fixturen under hela svetsförloppet vilket ger mycket goda toleranser för färdig detalj.

Med ett verktygssystem med automatisk verktygsväxling ges en stor flexibilitet om olika detaljer skall hanteras av en robot i cellen.

Laserscannern är baserad på Trumpfs väl beprövade högfrekvensexisterade CO₂-lasrar som f.n. produceras seriemässigt om ca 1000 lasrar/år. Dessa lasrar används också på Trumpfs verktygsmaskiner vilka sedan många år tillbaka visat på marknadens högsta tillgänglighet.

Laserscannern är utrustad med 5kW lasereffekt. Systemet erbjuder både off-line- och on-line programmering. Interface för att hantera det inom Bilindustrin vanliga Catia Cad systemet är integrerat och har dessutom teach funktioner.

De viktigaste skillnaderna mellan Scannersvetsning och motståndssvetsning.

- Kraftig reduktion av cykeltider.
- Verktogsflexibilitet .
- Reduktion av golvyta för installation av utrustning.
- Färre svetsutrustningar krävs.



Scanner svetsning

Scannersvetsning med CO₂-laser lämpar sig bäst för pre-fabricerade konstruktioner i karosstrukturer eller andra sammansatta konstruktioner.

Trumpf har även lösningar med scanner för Nd: YAG laser för mindre komponenter, PFO/ Nd: Yag Laser.

Energien kan då transporteras i en optisk fiber och distribueras till flera olika arbetsstationer med en radie >50m från laserkällan. Den programmerbara fokuseringsoptiken från Trumpf (PFO) finns tillgänglig för pulsad laser med effekter på upp till 500W medeleffekt och max pulseffekt 9kW. Trumpf vidareutvecklar nu PFO:n för att kunna hantera upp till 1kW CW-YAG laser (Kontinuerlig lasereffekt). PFO:n programmeras fritt inom dess arbetsområden som är 60x60mm eller 90x90mm för 90mm resp. 135mm fokallängd. Programmering sker m.h.a.. mjukvara som är integrerad med laserns mjukvarukontroll. Punktsvetsar och sömsvetsar med fria geometrier kan realiseras utan att detaljen behöver flyttas. Även vision-system kan integreras så att detaljens position automatiskt detekteras. Mjukvaran korregerar då automatiskt för detaljens position och flyttar svetsprogrammet så att noggrannheten bibehålls (+/-0,01mm). Med upp till 4st PFO och en laser kan svetsning ske antingen simultant eller i sekvens.

Alla Trumpf lasrar över 50 watt har telediagnostik via modem. Detta ger Trumpf möjlighet att bistå sina kunder med support snabbt och effektivt oavsett vart i världen systemet är installerat.



Programmerbar fokuseringsoptik för Nd:YAG-laser från Trumpf

Scandinavian Automotive Suppliers Seminar

Wroclaw den 10 april 2002

Av
Per-Erik Pettersson, CEPA Laserteknik

Fordonskomponentgruppen i Sverige arrangerade seminariet "Scandinavian Automotive Suppliers Seminar" i Wroclaw Polen den 10 april 2002 som en del av "Baltic Project". Detta projekt har varit igång under en tid med liknande arrangemang i de baltiska länderna. CEPA Laserteknik hade inbjudits till seminariet i Polen, eftersom vi kommer att etablera oss där under hösten 2002.

Global tillverkning

Det var ett välbesökt seminarium från både Sverige och

Polen med cirka 80 deltagande företag. Dagen började med ett inledningsanförande av Fordonskomponentgruppens ordförande Sven-Åke Berglie, som betonade vikten av Baltic Project, då många av tillverkarna av fordonskomponenter drar mot lågprisländer och vikten av att följa med från svensk sida för att inte tappa totalbilden. Dessutom talade Sven-Åke om, hur fordonsindustrin idag tittar helt globalt på sin tillverkning och att bilfabrikanterna tittar gemensamt hur man kan utveckla och tillverka detaljer för att uppnå en så låg totalkostnad som möjligt.

forts nästa sida

Efter Sven-Åke Berglie informerade Dan T. Svensson, inköpschef på Volvo Bus Polska, om deras etablering i Wroclaw Polen och hans erfarenheter av att arbeta med östländer, som han gjort sedan 1995. Detta var mycket intressant och han talade sig varm för Wroclawområdet, som är mycket utvecklat sett med polska ögon. Han nämnde också vikten och möjligheten som svenska företag har med sitt kunnande att etablera sig i Polen.

Dan Svensson berättade även lite om Wroclaw som faktiskt har varit Tysklands tredje stad och tillhörde Tyskland fram till 1945. Staden hette som tysk Breslau och har idag cirka 700 000 invånare. Hela området runt Wroclaw är mycket industribetonat och flera utländska koncerner har etablerat sig där.

Bengt Lennof från Volvo Aero i Trollhättan berättade därefter om deras sätt att hitta leverantörer globalt. Han nämnde också lite om motköpsaffärer med Polen angående JAS-projektet.

På eftermiddagen diskuterades affärer mellan svenska och polska företag och kvällen avslutades med en delikat middag på hotell Dorint.

Tisdagen den 9 april gjorde vi en mycket intressant rundvandring på Volvo Bus anläggning och fick se deras verksamhet, där man bygger fullt färdiga bussar.

Jag vill passa på att tacka berörda arrangörer och då även Volvos berörda personal för ett mycket välorganiserat arrangemang.

KONFERENSER och MÄSSOR 2002–2003

2002

September

26/9 Laserdag II, Volvo Personvagnar AB, Olofström

Oktober

14-17/10 ICALEO 2002, Scottsdale, Arizona USA

22-26/10 BLECH, Hannover

November

20/11 Laserseminarium på SKF i Göteborg

2003

Maj

15/5 Laserdag I

Augusti

NOLAMP, Trondheim

Ny styrelse i Lasergruppen

Vid årsmötet den 16 maj vid Luleå tekniska universitet valdes den nya styrelsen för 2002.

Kennerth Johansson, BT Products AB och Thomas Hägglund, Trumpf Maskin AB lämnar på egen begäran styrelsen.

In i styrelsen går Hubert Wilbs, Trumpf Maskin AB som också tidigare har varit verksam inom Lasergruppens styrelse.

Den nya styrelsen består nu av:

Johnny K. Larsson	Volvo Car Corporation
Ordförande	
Gunnar Lindén	Air Liquide Gas AB
Per-Erik Pettersson	CEPA Laserteknik AB
Tore Salmi	Permanova Lasersystem AB
Hubert Wilbs	Trumpf Maskin AB
Bo Williamsson	AGA Gas AB
Anders Åström	Permascand Laser AB

I valberedningen finns:

Hans Engström	Luleå tekniska universitet
Claes Magnusson	Volvo Cars Body Components
Per Westerhult	Lasergruppen