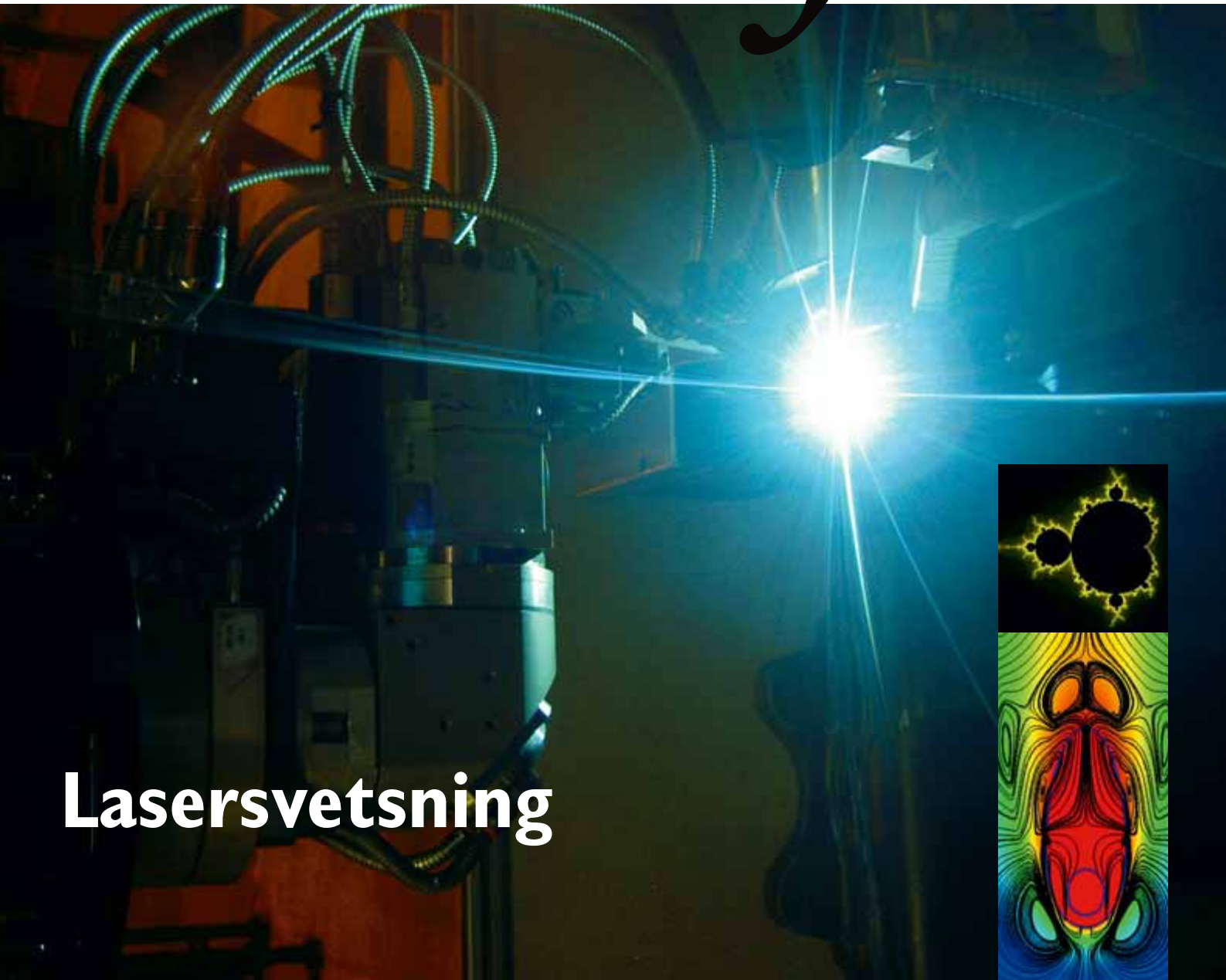


LASER

2-06 *nytt*



Lasersvetsning



■ Lasersvetsning i världsklass hos Ferruform i Luleå ■ Lasertech LSH expanderar kraftigt ■ Mellanår för implementering av nya laserapplikationer inom bilindustrin ■ Laserutbildningar i Sverige ■ EWF-Specialkurs i lasersvetsning ■ Utomjordingar har landat i alperna igen ■ Seminarium laserbearbetning hos Permanova i Mölndal

Moduluppbyggda celler för laserbearbetning

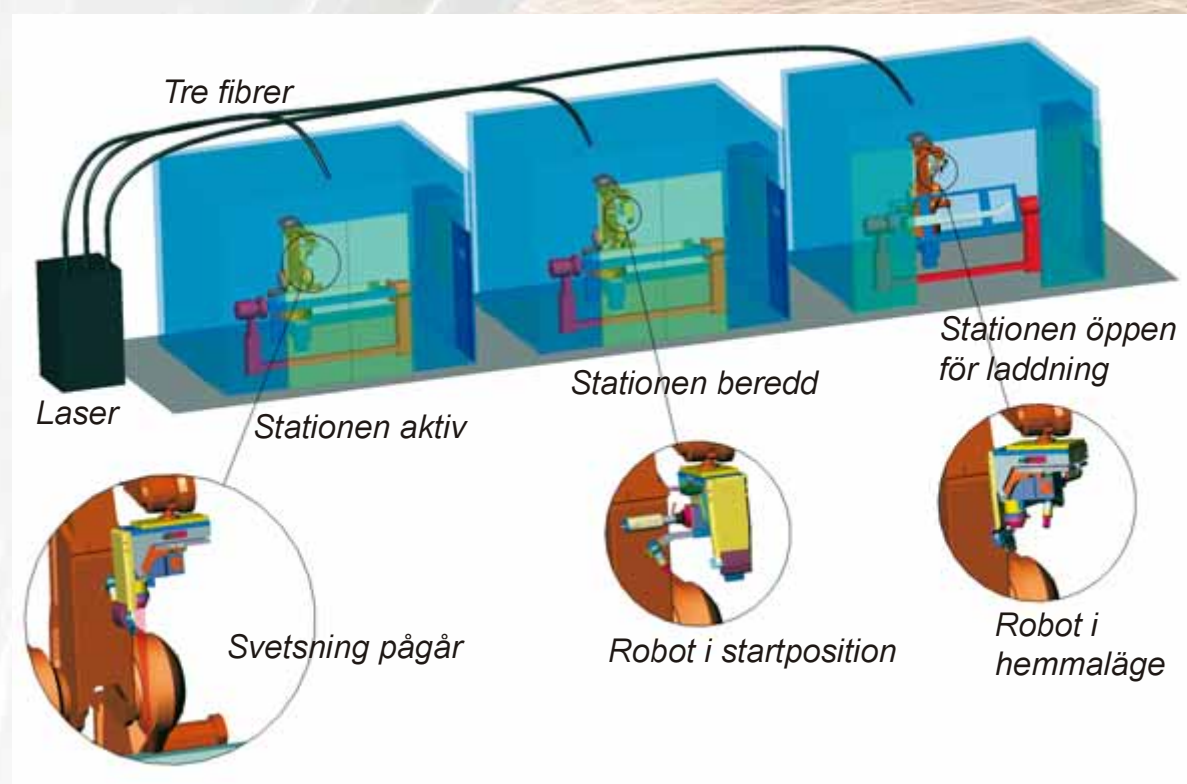
Besök Permanova på EuroBlech-mässan
i Hannover 24-28 oktober 2006!

Kort "Time-to-Market" är viktig för dig som tillverkar egna produkter.

För legotillverkaren är kort leveranstid och flexibilitet livsviktigt, och utrustningen måste naturligtvis fungera 24 timmar per dygn, med full support snabbt tillgänglig om något ändå skulle hända.

Permanova erbjuder kompletta moduluppbyggda laserceller, med kort installationstid, och ett färdigt fungerande arbetsätt. De ingående laserprocessverktygen är väl beprövade i många leveranser till kunder med mycket höga krav på driftstillgänglighet.

Du tar dig snabbt från din CAD-ritning till en störningsfri produktion av dina komponenter.



Flexibla verktyg i flexibla celler, för maximalt utnyttjande av laserstrålen och hög flexibilitet för flera laserprocesser och layout-lösningar

Välkommen till EuroBlech, hall 11, monter H36!

Vi visar dig våra laserprocessverktyg och celler för lasersvetsning, -skärning, -lödning etc.



Permanova Lasersystem AB • Krokslätts Fabriker 30 • 431 37 Mölndal
Tel: 031-706 1980 • Fax 031-86 46 12 • info@permanova.se • www.permanova.se

Redaktör

Hans Engström
Telefon: 0920-49 12 69
Växel: 0920-49 10 00
Fax: 0920-49 22 28
E-post: hans.engstrom@ltu.se

Redaktionellt arbete och kansli

Per Westerhult
Telefon: 08-791 29 37
E-post: per.westerhult@svets.se

Lasernytt på Internet

www.lasergruppen.eu

© Lasergruppen

Produktion: Breakwater Publishing AB,
www.breakwater.se, info@breakwater.se
Tryck: Majornas Copyprint, Göteborg 2006

- 3 Lasergruppens styrelse för 2006
- 4 Upplevelser från Volvos "laserungdom"
- 5 Lasersvetsning i världsklass hos Ferruform i Luleå
- 8 Lasertech LSH expanderar kraftigt
- 10 Mellanår för implementering av nya laserapplikationer inom bilindustrin
- 21 Laserutbildningar i Sverige
- 23 EWF-Specialkurs i lasersvetsning
- 26 Utomjordingar har landat i alporna igen
- 30 Seminarium laserbearbetning hos Permanova i Mölndal
- 34 Lättviktsutmaningar inom bilindustrin viktbesparingar genom att använda olika material
- 36 Konferenser och Mässor
- 36 Nya medlemmar i Lasergruppen

Lasergruppens styrelse för 2006

Vid årsmötet den 11 maj 2006 valdes den nya styrelsen för Lasergruppen.

Styrelsen

Johnny K. Larsson	Volvo Car Corporations	ordförande, omval 1 år
Stephan Boethius	Air Liquide AB	fyllnadsval 1 år
Johan Elster	Bystronic AB	nyval på 2 år
Bengt Johansson	Lasercentrum i Gnosjö AB	omval 2 år
Alexander Kaplan	Luleå tekniska universitet	omval 2 år
Tore Salmi	Permanova Lasersystem AB	1 år kvar
Hubert Wilbs	Trumpf Maskin AB	omval 2 år
Bo Williamsson	Aga Gas AB	1 år kvar

Adjungerad

Hans Engström	Luleå tekniska universitet
---------------	----------------------------

Valberedning

Per Westerhult	Lasergruppen
Hans Engström	Luleå tekniska universitet



Stephan Boethius, Air Liquide AB, (överst) och Johan Elster, Bystronic AB är nya ledamöter i Lasergruppens styrelse.

Upplevelser från Volvos "laserungdom"



Av Johnny K Larsson,
Volvo Cars

Som den minnesgode läsaren kanske kommer ihåg utlovade jag i LaserNytt #3/03 att återkomma med en fortsatt berättelse kring några illustra händelser under Volvos tidiga "laserhistoria".

Vi pratar här omkring 1986 då de första försöken med lasersvetsning av karosstak startades med avsikt att implementera tekniken på vår 850-modell som då befann sig under utveckling. Vissa basförsök hade redan genomförts uppe i laserlabbet i Luleå med hjälp av 2 kW tvärströmningslasern "Svea". Men eftersom mer effekt krävdes för att innehålla cykeltider vid högvolymproduktion fick vi börja rikta blickarna utanför Sveriges gränser.

Det visade sig vara en generell bristvara på högeffekt-lasrar i Europa vid en här tidpunkten, men till sist lyckades min kollega Lutz Hanicke spåra upp en 5 kW-enhet hos "Dr. Bernhard Lasertechnik" strax söder om München i Bayern. Företagsnamnet lät ju synnerligen förtroendeingivande, men det visade sig snart att Herr Bernhards titel mera var av "Refaat El-Sayed-modell" och företaget var inhyst i ett laduliknande skjul mitt inne i mörkaste Steigerwald.

Hur som helst var det här vi kom att genomföra omfattande realiserbarhetsprov tillsammans med vår tilltänkta laserleverantör RofinSinar samt systemintegratören MBB (Messerschmidt-Bölkow-Blohm). Bemanningen från Volvos sida utgjordes av mig själv, representerande Karosskonstruktion, Lutz Hanicke som var Processavdelningens handgångne man, samt Östen Strandberg från det s.k. "Metallabbet" på Teknisk Utveckling som stod för kvalitetskontroll och den metallurgiska analysen av svetsresultaten.

Under den här perioden var det kutym att vi skulle bo på familjehotellet "Leopold" på Leopoldstraße i centrala München, och efter en längre "biertrinken"-session en kväll bestämde Östen och jag oss för att spela Lutz ett spratt. För de aktuella svetsförsöken hade vi tagit fram provobjekt som skulle representera en s.k. taksvällarsektion. Dessa hade ett tvärsnitt på cirka 15x15 cm och var ungefär 1/2 meter långa. I ett obemärkt ögonblick smög

vi oss in på Lutz' hotellrum och applicerade en dylik balksektion under madrassen. Vid frukosten dagen därpå väntade vi spánt på Lutz' reaktion, men då en sådan uteblev fick vi till slut fråga om han hade sovit bra? "Alldeles utmärkt!" blev svaret. Med andra ord slog vårt skämt helt fel då Lutz överhuvudtaget inte hade märkt av någonting.

En annan incident inträffade några dagar senare, då vi på kvällen vandrade runt i München. Med tanke på vår tilltänkta lasersvetsning av taket fann vi det intressant att "på fältet" studera hur våra konkurrenter utformade motsvarande taksvällarlösning och dess sammansättning. Därför missade vi sällan att skärskåda sådana lösningar på parkerade bilar.

Vid ett tillfälle upptäckte Lutz (som ju är drygt två meter lång och även i övrigt tämligen respektingivande) en speciellt intressant modell (jag minns inte vilken), rusade fram till bilen, tog ett rejält tag kring taksvällarområdet och började vrida, bända och skaka karossen. Detta omilda och handgripliga "test" pågick kanske under en minut, varpå vi råkade kasta en blick in i kupéutrymmet. Vi möttes av blickarna från en hel tysk familj ur vars ögon skräcken lyste. Det var bara för oss att diskret "droppa av", innan den förtvivlade familjefadern tillkallade "das Polizei".

Ytterligare laseranekdoter från besök i USA och Japan kan ni läsare förvänta er bli serverade i kommande nummer!

Gunnar Lindén lämnar Lasergruppens styrelse

Gunnar Lindén, Air Liquide AB, lämnar Lasergruppens styrelse i samband med att han går i pension. Gunnar har arbetat i styrelsen i mer än tio år.

Lasergruppens styrelse och medlemmar tackar dig Gunnar för det fina arbete du har utfört denna tid.

Vi önskar dig god hälsa och en tid fylld med alla de trevliga aktiviteter som kanske har fått stå åt sidan under ditt mycket aktiva arbetsliv.





Svetstillämpning och svetsanläggning i världsklass finns hos Ferruform AB i Luleå.

Lasersvetsning i världsklass hos Ferruform i Luleå

Av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

Ett av världens mest avancerade lasersvettillämpning finns hos Ferruform i Luleå. Där svetsas bakaxlar till Scania's fordonsprogram i en helautomatisk 12 kW CO₂-laseranläggning. Där kombineras svetsning av svårsvetsade material, förvärmning, fogsökning, processövervakning och automatiserad ultraljudskontroll i industriell produktion. Vid Laserdagen den 11 maj 2006 fick deltagarna uppleva denna världsunika lasersvetsanläggning i drift.

Temat för dagen var annars processövervakning där övertecknad och Tim Hesse från Trumpf i Ditzingen

berättade metoder och möjligheter. Hubert Wilbs från Trumpf Maskin Ab berättade också om krav på fixturer och fogföljd.

Processövervakning tema

Processövervakning vid laserbearbetning blir alltmer intressant i många applikationer trots att laserprocesserna generellt sett är tillförlitliga och robusta. Men kraven på ökad kvalitet och ökad automatisering dvs. ökad produktivitet, i produktionen, gör att processerna måste övervakas och styras noggrannare. Kraven på spårbarhet ökar också så vi måste inför metoder som dokumenterar vad som händer med våra processer.

Vi kan dela in processövervakning/styrning vid laserbearbetning i tre generella fall:

före processen:

- här förekommer både övervakning (t.ex. spaltstorlek,) samt styrning (fogföljning)
- under processen:
- styrning (t.ex. höjdhållning och plasmakontroll vid skärning), övervakning (t.ex. plasma, temperatur, svetsdjup och tillbakareflekterad strålning vid lasersvetsning)
- efter processen:
- övervakning (t.ex. dokumentation av svetsgeometri)

Trenden är att systemen för processövervakning och styrning byggs in i skär- och svetshuvudena och att dessa blir allt mindre i storlek. Detta gynnar naturligtvis åtkomlighet och tillförlitlighet.

Ökad processtyrning i framtiden

Tim Hesse, Trumpf, berättade att man nu utvecklar Trumpfs fogföljare (Trumpf Seam Detector) till en s.k.

on-axis version, dvs. att den blir inbyggd i svetshuvudet. Det gör det möjligt att använda den på korta svetsar och den blir också bättre skyddad mot nedsmutsning. Nackdelen är att den blir beroende av vilken laserkälla som används och att det blir svårt med ”retro-fitting”. Trumpf arbetar också med att visualisera den information som fås från systemen så att den blir operatörsvänlig.

Framtidens system kommer att innehålla en mix av olika sensorer som är fullt integrerade. Dessutom krävs en ökad standardisering. Utvecklingen går också mot ökad processtyrning ”on-line” men under en bra tid framöver får vi nog nöja oss med processtyrning genom att mäta före processen och processövervakning av vad som händer under själva processen. avslutade Tim Hesse.

Lasersvetsning räddade tillverkning hos Ferruform?

Ferruform är ett helägt dotterbolag till Scania, och tillverkar av tunga fordonskomponenter till Scania.

– År 2000 gjorde Scania en stor bench-marking och fann då att vår tillverkningskostnad för bakaxelbryggor



Deltagarna i Laserdagen vid Ferruform AB i Luleå fick se världens kanske mest avancerade lasersvetsanläggning.



Ovan: Bertil Gustafsson, svetsansvarig vid Ferruform AB, var värd för Laserdagen.

Höger: Tim Hesse, Trumfp, Ditzingen berättade om kvalitetsövervakning vid laserbearbetning.



var för hög, så vi blev tvungna att vidta åtgärder för att få behålla produktionen, berättade Bertil Gustafsson, svetsansvarig vid Ferruform.

– Men vi hade en idé sedan tidigare att svetsa en färdig tapp till bryggan som vi hade börjat undersöka. Idén var att använda lasersvetsning och vi hade börjat utveckla tekniken inom RACER-projektet som drevs vid Luleå tekniska universitet. Det var finansierat av VINNOVA och syftade till att utveckla rationella bearbetningsprocesser för industrin i Sverige. Så efter fyra års metodutveckling kunde vi presentera en helt ny metod för bakaxeltillverkning. Den gav färre operationer, flexiblere produktion och minskade tillverkningskostnader. Tillverkningen av bakaxelbryggor krävde 24 tempon med den traditionella metoden. Med den nya metoden behöver Ferruform endast 15 tempon. Det är värt att beakta de mycket höga krav på toleranser som gäller vid tillverkningen av bakaxelbryggor. Kravet på parallellitet är 0,06 mm inom 100 mm och det klarar lasersvetsprocessen. Bertil Gustafsson sammanfattade för- och nackdelarna med lasersvetsning.

Fördelar:

- effektivare
- större flexibilitet
- färre operationer – lägre kostnader
- bearbetning utan rotation av hela bakaxelbryggan
- mindre störningskänsligt
- stabilare kvalitet

Nackdelar:

- hög investeringskostnad kräver stora volymer
- fogberedning med fina toleranser
- hög renhet vid svetsningen

Kvalitetssäkringen vid lasersvetsningen är omfattande. Fogsökning, övervakning av plasma och gas samt 100 % ultraljudundersökning efter svetsningen ska garantera felfria bakaxlar.

Ferruform

Ferruform, som sedan 2001 är ett helägt dotterbolag till Scania, är en avancerad tillverkare av tunga fordonskomponenter. Man omsätter 900 MSEK och har ca 700 anställda.

Förutom bakaxlar så tillverkas sidobalkar, tvärbalkar och stötfångare på 45 000 m² fabriksyta. Varje dag passerar 200 ton material genom verkstaden; det blir 50 000 ton per år vilket gör Ferruform till en av Sveriges absolut största svetsverkstäder.

Axeltillverkning svarar för 40 % av tillverkningen som bl.a. innehåller 12 färdigsvetsrobotar. Lasersvetsningen introducerades 2004. Sedan 2003 har man också en avancerad anläggning för rullformning av stålprofiler.

– För framtiden är laserhybridsvetsning intressant för oss och det skulle också vara bra att ha en egen laserarbetsstation för utvecklingsändamål, avslutar Bertil Gustafsson.

Lasertech LSH expanderar kraftigt – värd för vårseminarium

Av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

Lasergruppens vårseminarium 2006 "Laserteknik – möjligheternas teknik" hölls hos Lasertech LSH AB i Karlskoga och lockade ett femtontal deltagare. Seminariet är inriktat mot konstruktion för laserbearbetning, speciellt svetsning och skärning. Det ger en introduktion till lasertekniken, samt en inblick i möjligheterna att utnyttja laserteknikens fördelar redan från konstruktionsstadiet.

Håkan Holmqvist, platschef och delägare i Lasertech LSH AB, var värd för dagen som avslutades med ett studiebesök i Lasertechs lokaler.

– Vårt mål är att vara "best in class" i lasersvetsning, säger Håkan Holmqvist, och att vi också ska ligga i fronten inom andra laserprocesser.

8 lasrar på 7 anställda

Lasertech har utvecklats rasande fort från starten hösten 2000 då kompanjonerna Torbjörn Holmstedt och Mikael Nyström köpte en begagnad 2 kW Nd:YAG-laser med industrirobot. Nu har man åtta lasrar på sju anställda och 2005 omsatte man 14 miljoner kronor.

Nd:YAG-lasrarna dominerar och där finns det mesta från märk- och borrlasrar till en stor 4 kW med industri-laser för de "tungta" jobben vilken installerades 2005. Men man har även en 2.5 kW CO₂-laser för svetsning.

– Vår utveckling bygger på att vi försöker se möjligheter istället för svårigheter, menar Håkan, och det har lett till att vi har åtagit oss uppdrag som andra tycker är omöjliga. Ibland skulle det dock ha varit skönt att inte tro för mycket på möjligheterna, men vi har rott iland våra åtaganden även om det har varit svårt stundtals.

– Vi erbjuder också materialprovning, metallografiska undersökningar, svarvning och montering inom huset och på industriområdet där vi har lokalerna finns möjligheter till yt- och värmebehandling och mycket avancerad metallurgi.

Bland kunderna märks SKF, Bofors Defence AB, Electrolux Wascator, SAAB Bofors Dynamics AB, Atlas Copco AB, ATA Tools, Irland m.fl.

Lasertech är säkerhetsklassat vilket är en förutsättning för att jobba med försvarsapplikationer. Försvar står också för 45 % av verksamheten, fordon 10 %, civilt 19 %, finmekanik 16 % läkemedel 6 % och övrigt (t.ex.



Lasergruppens vårseminarium hölls vid Lasertech LSH AB i Karlskoga.

lasermärkning) 4 %.

Konkurrerar med Kina

Intressant att notera är att de autobalanseringsdetaljer som svetsas i CO₂-lasern skickas till Kina för fortsatt bearbetning. Så det går att konkurrera med låglönelän-

derna. Lasertech har lyckat tack vare hög automatisering och ett högkvalitativt arbete.

Lasertech forstsätter sin starka expansion och under detta år har man köpt två pulsnade Nd:YAG- lasrar och man bygger också ut sina lokaler.



Ovan: Håkan Holmqvist, platschef och delägare i Lasertech LSH AB, var värd för laserseminariet.

Höger: Demonstration av lasermärkning.



Håkan Holmqvist berättar om lasersvetsning av autobalanseringsringar åt SKF.

Mellanår för implementering av nya laserapplikationer inom bilindustrin

Rapport från 7th European Automotive Laser Application Conference
Bad Nauheim/Frankfurt a.M., 26–27 januari 2006

Av Johnny K Larsson, Volvo Cars

Den årliga laserkonferensen för europeisk bilindustri hade denna gång samlat 217 deltagare, en genom åren tämligen representativ siffra. Dock var det svenska deltagandet denna gång begränsat till mig själv och min Volvo kollega Niclas Palmquist, samt fyra representanter från Permanova Lasersystem AB, vilka som vanligt mest återfanns i företagets välbesökta monter.

I vanlig ordning hälsades vi välkomna av alltid välklädde Fritz Ebert som passade på att göra lite reklam för de andra konferenser som ges i Automotive Circle Internationals [ACI] regi rörande formning, fogning och modularisering, samt de mer applikationsinriktade konferenserna:

- Steel Space Frame vs. Monocoque Body [13–14 juni]
- Vision Plastic Automotive 2015 [27–28 juni]
- Aluminium- und Stahlumformung im Automobilbau [26–27 september]
- Euro Car Body [24–26 oktober]

Den senare kommer fr.o.m. detta år att heta ”World Car Body” för att ange att den numera är global med presentationer från både japansk och amerikansk bilindustri.

Därpå vidtog de konkreta mötesförhandlingarna och här hade min gode vän och kollega från Bayerischer Motoren Werk [BMW], Hans Hornig, fått äran att hålla det s.k. plenar-anförandet under titeln ”Das Einsatz von Laserquellen im Automobilbau Heute und Morgen”. Innehållet i denna presentation kommer jag att sammanfatta i en artikel i nästa nummer av LaserNytt. I detta nummer kommer jag att begränsa mig till de ”State-of-the-Art”-rapporter som gavs av de olika bilföretagen och börjar med:

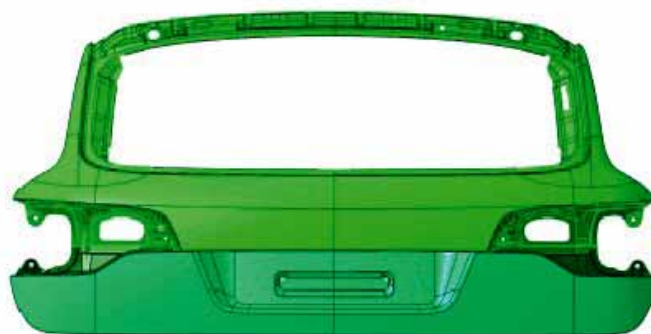
Audi AG – Christian Ebert

Huvudnumret i Herr Eberts presentation var lasersvetsning av bakluckan till SUV-varianten [Sport Utility

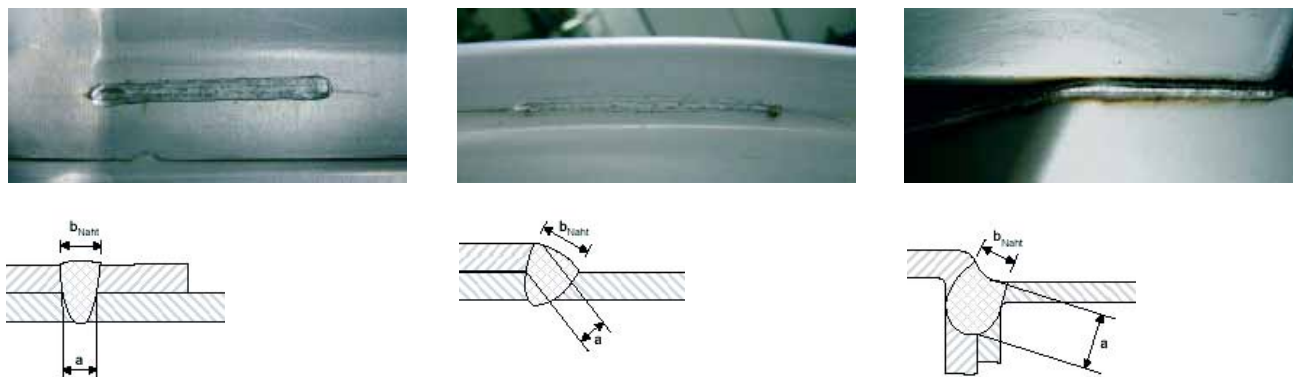
Vehicle] Q7. Inte så värst upphetsande kan det tyckas, men om jag förtydligar med att säga att denna baklucka, eller snarare bakdörr, är i aluminium [AA6016], inser man genast den utmaning som kollegorna i Neckarsulm ställts inför [Figur 1]. Några nyckeltal av generell intresse är att karossen i övrigt innehåller:

- 5.400 punktsvetsar
- 80 meter lim
- 15 meter smältsvetsning
- 4,5 meter laserlödning, självklart i kopplingen mellan tak och karossidor [2.210 mm/sida lödes med 1,9 kW lasereffekt och en framföringshastighet på 1,6 m/min]

Samt 1,5 meter Plasmatron-lödning i dräneringskanalen kring bakdörren. Plasmatron-lödning presenterades för första gången på EALA 2004 av Herr Schwankhart från företaget Inocon Technologie GmbH, och tekniken



Figur 1. Audis senaste flaggskepp: SUV-modellen Q7 med en lasersvetsad baklucka i aluminium.



Figur 2. Olika fogutformningar och lasersvetsar för sammanfogningen av den delade aluminiumbakkluckan på Auds Q7-modell.

fungerar som så, att man genom en särskild munstycksutformning på plasmabrännaren lyckas erhålla en energifördelning i ljusbågen som är likvärdig med den från en laserstråle.

Genom att tillverka den nu aktuella bakluckan, eller Heckklappe [HKL] som man säger i Tyskland, har Audi åstadkommit en viktbesparing på 7,5 kg jämfört med en ställösning. Tre olika fogutformningar förekommer i de områden som lasersvetsas [Figur 2]. I varje lamphus hittar man dels tre överlappssvetsar och fyra kantsvetsar på överlappsfog, samtliga 30–40 mm långa. Mellan lamphusen finns en 840 mm lång kontinuerlig svets som sammanbinder luckans övre och nedre del. Denna svets utförs i en falsfog och ligger till stora delar dold vid nummerplåtspräglingen, men blir mer synlig utåt kanterna vilket har tvingat Audi att införa en manuell borstning av de båda yttersta 40 mm av denna svets. Sammanlagt finns det 1.800 mm lasersvets i applikationen, vilken åstadkommes med hjälp av AlSi12 tillsatsmaterial. Svets hastigheten är 3 m/min vilket resulterar i en taktid på 250 sekunder och en tillverkning av 300 luckor/dag under två skift. Som hjälp för att åstadkomma en repeterbart god svetskvalitet använder man sig av processövervakning av lasereffekt och trådmattningshastighet. Förutom lasersvetsning används 20 clinch-punkter [fabrikat TOX] och 4 m falslim för sammansättningen av luckan, vilket gör densamma till en synnerligen innovativ applikation, kanske den intressantaste som föredrogs under de två dagarna i Bad Nauheim.

BMW AG – Alfred Scherz

Laserlödning är ett ”hett” ämne inom vår bransch, och mitt personliga tips är att denna metod kommer att bli huvudnumret vid EALA 2007. Nu fick vi ett föredrag kring BMWs införande av denna metod på nya 3-Reihes baklucka. Just ytterpaneler till bakluckor, bestående av en över och en underdel, är tacksamma objekt för laserlödning då man erhåller en i princip osynlig skarv på den

visuella ytterytan. BMW-luckans två skal består av mjuk, zinkbelagd pressplåt [DX56 Z100] i tjocklek 0,8 mm. Som tillsatsmaterial används klassiskt CuSi3-lod med 1,2 mm diameter och lödfogen har en längd på 1.320 mm. I produktionen i München betjänar en lamp-pumpad 3 kW Nd:YAG-laser två arbetsstationer, och således löder man i en cell medan man laddar/plundrar den andra. På detta sätt uppnår man en cykeltid på 35 sekunder och en produktionskapacitet av 1.450 luckor per dag.

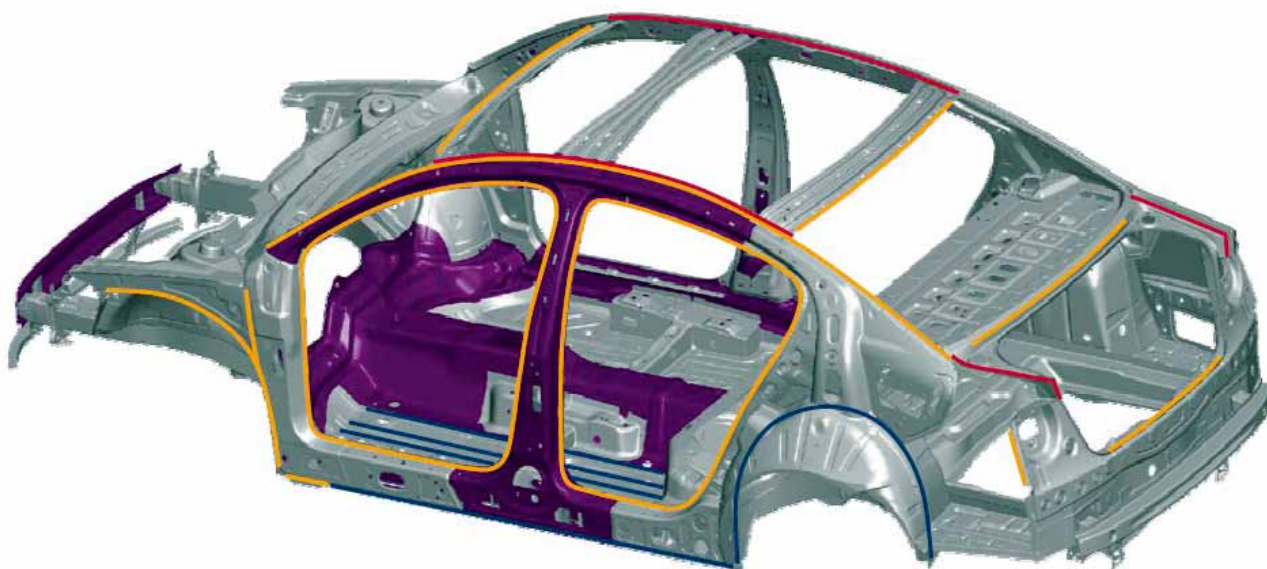
Mycket av föredraget handlade om lödkvalitén och här hade man satt upp följande regelverk:

- Öppna porer och hål med $\varnothing 0,35$ mm tillåts sammanlagt uppgå till fem stycken över hela foglängden (eftersom man anser att porer upp till denna storlek inte syns då de blivit övermålade).
- Öppna porer och hål med $\varnothing > 0,35$ mm tillåts sammanlagt uppgå till fyra stycken över hela foglängden men måste repareras.
- Poransamlingar och porer på rad tillåts inte.

För att validera dessa krav använder man sig av robotiserad allkontroll med hjälp av det s.k. Souvis5000-systemet [se LaserNytt 3/04]. Något som förbryllade en del åhörare var att man trots en komplex foggeometri inte använder sig av någon form av taktillfogföljare utan helt förlitar sig på robotens bannoggrannhet. Detta är nog något som de bayerska kollegorna bör fundera över då jag vid samtal med Herr Hornig fick veta att processen är så instabil att bortemot 50% av de laserlödda luckorna måste skrotas.

VW AG – Dr Torsten Jäckel

Volkswagen är som bekant det bilföretag som satsat allra mest på att använda lasertekniken i sina karosfabriker. Emellertid börjar idéerna kring nya applikationer att tryta, samtidigt som man i de informella samtal som fördes under pauserna kunde förmärka att den omfattande satsningen även börjat ifrågasättas inom



— Laserschweißen — Laserlöten — Punktschweißen + Kleben

Figur 3. Presshårdade detaljer i Passat-karossen är här markerade i violett. Dessutom illustreras var man har använt sig av lasersvetsning, laserlödning och limpunktsvetsning för att nå uppställda krav beträffande krockprestanda och vibrationsegenskaper.

koncernen. Det framstår allt klarare att VW har en hel del problem med att säkerställa en kvalitativ produktion i samband lasersvetsningen.

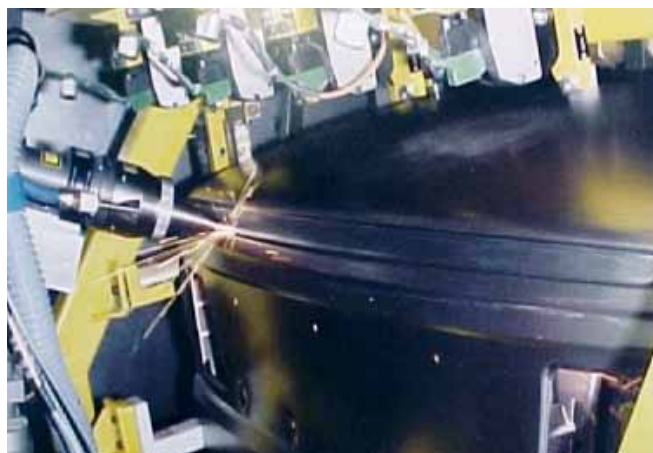
Bla. ryktades det om att Klaus Löffler var på väg bort från företaget. (Han kommer antagligen att börja arbeta för Trumpf i Ditzingen, varifrån han ursprungligen kommer.) Det kunde vara ett skäl till att VWs talan denna gång fördes av Herr Dr. Jäckel. Hans föredrag handlade huvudsakligen om den relativt nya Passat-modellen, vars kanske intressantaste tekniksteg karossmässigt är att den innehåller inte mindre än 15 vikts-% varmformade, Bor-legerade detaljer [Figur 3]. Dessa är stötfångarskenor, bottenställare, B-stolpeförstärkningar, taksvällare, golv-tunneln samt mellanbrädans nedre tvärbalk. Skälen till detta omfattande införande av presshårdade detaljer sades ha genomförts för att förbättra krockprestanda och vibrationsegenskaper.

Omfattningen av lasersvetsning är tämligen moderat för att vara en VW-kaross och förekommer främst i dörröppningar och framkant/bakkant av taket. Däremot använder man en hel del laserlödning för kosmetiska fogar såsom vid takets koppling till karossidorna (utförd med VWs patenterade foggeometri), i dräneringskanalen i bakluckeöppningen samt i det s.k. "dog-leg"-området, vilket är branschens benämning på den del i bakre sidodörröppningens bakkant där man, om man använder en separat bakskärm, kopplar denna till den yttre karossidan. Normalt brukar detta bli ett visuellt fullt område som kommer till synes då man öppnar dörren, men med laserlödteknik har VW på ett effektivt sätt lyckats lösa denna skarv. En

applikation som vi kände igen från tidigare presentationer av exempelvis Herr Löffler var de s.k. "Schottplatten" där man först precisionsskär de främre sidobalkarna och därpå svetsar på dessa avslutningsplattor med laser i en T-fogsgeometri [Figur 4]. Även skärningen utförs med laser, vilket innebär att två robotar arbetar i stationen, en som hanterar avslutningsplattan och håller den på plats under svetsningen, och en som är försedd med ett kombinationsverktyg för laserskärning/svetsning. Just svetsningen är kritisk då det gäller att "hitta rätt" då man svetsar in i den 1,6 mm tjocka sidobalken, och tydligen har man pro-



Figur 4. Den numera klassiska lasersvetsningen av "Schottplatte" på ett antal VW-modeller. P.g.a. variation vid positionering av laserstrålen i denna T-fogsgeometri har bl.a. Seat tvingats lägga några kortbågssvetsar på baksidan av plattan (bilden t.h.).



Figur 5. Bilvärldens första installation där laserskärning (t.v.) och lasersvetsning (t.h.) kombinerades i en och samma cell: Nd:YAG-bearbetning av bakluckan till Cadillac Catera (tidigt 1990-tal).

blem med detta på Seat där de senaste modellerna bygger på samma plattform och konceptlösning som Passat. Därför lägger man några kortbågssvetsar, ”för säkerhets skull”, på baksidan av plattan.

Varianthållsskärning på färdiglackerade karosser används flitigt hos VW och Dr. Jäckel visade en video som beskrev hur man tog upp infästningshål för tak-rails för de varianter som skall utrustas med sådana. Han menade vidare att remote-tekniken kom cirka tre månader för sent för att passa in i Volkswagens redan beslutade laserstrategi. Därför hittar vi inga dylika lösningar på Passat-modellen, men man har använt hatthyllekonstruktionen för att utvärdera tekniken. Idag används 35 punktsvetsar vid sammansättningen. Varje punktsvets har en svetsningstid på ungefär 0,5 sekund samt därtill kommande ompositionering, och stationen är utrustad med fyra robotar och fem svetsstänger. Den sammanlagda processtiden blir då 34,7 sekunder. Ett motsvarande RLW-upplägg (Remote Laser Welding) skulle bara kräva 1 robot med ett scanner-verktyg, vilket utför tre–fyra brutna ”racecourse”-svetsar per sekund och resulterar i en totaltid på 13 sekunder. Vi väntar med spänning på att snart få se denna eller en liknande applikation i produktion i Wolfsburg eller Brüssel.

Adam Opel GmbH – Siegfried Manthey

Opel brukar inte vara så frekvent deltagande vid de här tillställningarna, med i år fick vi en rapport av Herrn Manthey, som dock mest var en historisk återblick över tidigare laseranvändning inom koncernen. Sålunda svetsade man tidigt motorhuvar till Astramodelerna [1990] och Calibramodellerna [1991] och något senare på Vectra. Svetsningen gjordes med CO₂-laser och bestod av ungefär 30 stegsvetsar som placerades på motorhuvens fals på ett sådant sätt att bindning skapades mellan plåtarna samtidigt som ytterytan lämnades opåverkad. Ett annat gam-

alt klassiskt exempel som föredrogs var företagets första Nd:YAG-installation för skärning och svetsning på bakluckan till Cadillac Catera (US-versionen av Opel Omega). Först laserskar man ett avlångt hål för montering av det högt positionerade bromsljuset, CHMSL (Central High Mounted Stop Light), varpå man inuti detta urtag lasersvetsade fast en förstärkningsdetalj [Figur 5].

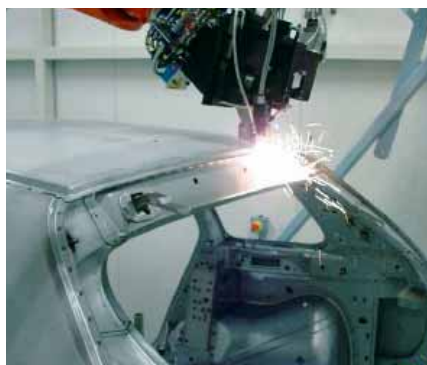
Idag är det främst konventionell överlappstaksvetsning som förekommer i produktion och då vanligtvis utförd med fyra kW lamp-pumpade Nd:YAG-lasrar från Trumpf/Haas. Undantaget är produktionen av Saab 9-3 i Trollhättan där en diod-pumpad DY044 från Rofin Sinar används för detta ändamål [Figur 6a]. För att kontrollera kvalitén hos taksvetsarna använder man sig av en handhållen ultraljudsutrustning [Figur 6b], och om reparation krävs utförs denna som punktformig MIG-svetsning. Vidare har man infört laserlödning på Vectra-modellens baklucka enligt klassiskt mönster med en delad yttre panel [Figur 6c]. De huvudsakliga skälen till val av laserlödtekniken angavs vara låg värmeförlust och därmed god formstabilitet, hög hållfasthet, en vattentät fog samt en reducerad produktkostnad.

Herrn Manthey avslutade med att räkna upp ett antal utvecklingsprojekt som rörde:

- Lasersvetsning av aluminium med hjälp av hybridteknik
- Remote-svetsning av motorhuvar, sidodörrar och golv
- Laserlödning av takpanel till karossidor
- Kantsvetsning av taket med konventionell laserteknik

Ford Werke GmbH – Guido Müller

Min gode vän och kollega Guido Müller är kraftfullt involverad vid införandet av en laserlöd taklösning för den Ford Mondeo-modell (projektbeteckning CD345)



Figur 6a. Taksvetsning av Saab 9-3 med en 4 kW diod-pumpad Nd:YAG-laser.



Figur 6c. Laserlödning av den delade bakluckan till Opel Vectra.



Figur 6b. Handhållen ultraljudsutrustning för kontroll av taksvetsens kvalitet.

som väntas dyka upp på marknaden under 2007. Utan att avslöja alltför mycket kring denna applikation berättade den gode Guido om de erfarenheter man hittills vunnit då man försöker realisera detta "Management-beslut" om införande av en ny tekniklösning. I motsats till exempelvis VW, som sedan ett antal år tillbaka använder Nd:YAG-lasrar för att laserlöda taken till karosidorna på ett flertal modeller, har kollegorna i Genk valt att satsa på en fiberkopplad diodlaser från LaserLine, LDF 4000, försedd med en lödoptik från HighYag och en trådmatningsutrustning från Fronius. Den senare har möjlighet att förvärma tillsatstråden, vilken är vanlig CuSi3, något som förbättrar robustheten vid produktion. Företaget EDAG FFT har använts som systemintegratör vid installationen.

Det fanns ett antal förbehåll som gjorde att man inte valde Nd:YAG som laserkälla. Bland dessa kan nämnas att den tillgängliga kylkapaciteten i fabriken var otillräcklig, golvytan begränsad samt att man upplevde viss brist i tillförlitlighet med denna typ av fasta tillståndets laser. Den högre verkningsgraden och lägre investeringskostnaden för en diod-laser var också avgörande vid valet av denna typ av laserkälla. Så här långt tycks man ha satsat på rätt teknik eftersom de hittills gjorda proven på enklare testgeometrier gett lovande resultat, men fortfarande har man lång väg att vandra innan man med tillförsikt kan föra in denna tekniklösning i högvolymproduktion. Det som enligt Herrn Müller låg närmast i tiden var följande:

- Start av volymprovning för att erhålla tillförlitlighetssiffror för diodlasern.
- Dessa "lessons learned" skall sedan återkopplas till specifikationen för utrustningen.
- Operatörs- och underhållsutbildning kommer att påbörjas.
- Fördjupad undersökning av lödfogens kvalitet för att kunna sätta adekvata krav på densamma.

- Framtagning av konstruktionsanvisningar för kommande laserlödda fogar.

Det är bara att önska kollegorna vid John Andrew's utvecklingscentrum i Merkenich lycka till i det fortsatta arbetet och stödja deras inställning som ändrats från att tidigare varit "Das geht nicht!" till mer positiva "Wir müssen es machen!"

Renault Automobiles S.A. – Fabienne Drexler

Hos Renault har man tagit till sig remote-tekniken i så måtto att den används vid tillverkning av sidodörrarna till Clio2-modellen. Man använder sig av den välbekanta AgiLasern från Comau och som laserkälla har man valt en 3,5 kW diffusionskyld slab-laser från Rofin Sinar. Man svetsar förstärkningar till innerstrukturen av dörren med 23 stegsvetsar/dörr vilka utgör en total svetslängd på 460 mm. Cykeltiden för att svetsa en dörr ligger kring 40 sekunder. Enligt Monsieur Drexler är den svaga länken i AgiLasern utgångspegeln, vilken snabbt kontamineras med sprut från de zinkbelagda dörrdetaljerna. Detta avser man avhjälpa med införandet av en ny, kraftigare "cross-jet"-funktion.

Laserlödning tycks vara "hett" även hos Renault och försök pågår med taklödning där Laguna2-modellen valts som försöksobjekt. Utrustningen består av en lamp-pumpad HL4006D från Trumpf/Haas försedd med HighYags "löd huvud" monterat på en IRB6400-robot från ABB. Man påstod sig ha uppnått lödhastigheter kring 5 m/min – "fan tro't!"

Renault vill inte släppa tanken på att foga stål till aluminium. Vi har ju vid otaliga tillfällen tidigare fått höra detta från utvecklingschefen Bernard Criqui, och man bedriver alltså ett omfattande samarbete med Bourgogne Université och professor Grevey där. Nu berättade Monsieur Drexler att man gjort en realiserbarhetsstudie kring att bygga in ett aluminiumtak på Espace-modellen. Takpane-

len är 1,2 mm tjock och utförd i AA6016-kvalitet, medan karossidorna är i 0,8 mm zinkbelagd stålplåt. Som tillsatsmaterial används ZnAl15, men man har kunnat konstatera att förapplicerat fluxmedel är en nödvändighet om man skall erhålla ett någotsånär godkänt resultat. Utan att nämna lasereffekten, men man kan misstänka att samma källa som för laserlödningen av Laguna-taket använts, meddelade Monsieur Drexler att processhastigheten var ungefär 2 m/min.

Han avslutade sin del av rapporteringen med att utlova att såväl laserlödda takskarvar som remote-svetsade sidodörrar kommer att lanseras i ett antal nya modeller under detta år.

PSA Peugeot Citroën – Mathieu Kielwasser

Gamle bekantingen, tillika Monsieur Drexlers franske kollega, Monsieur Kielwasser från Peugeots utvecklingscenter i Vélizy, var den som inledde det andra blocket i denna State-of-the-Art-redovisning. PSA har ju ägnat sig mest åt laserskärning i sina produkter, men nu tycktes det stora satsningsområdet vara laserlödning. Som första applikation är det olika tvådelade bakluckor som man siktar mot och grundläggande försök har genomförts för att titta på laserfogens mekaniska egenskaper, dess korrosionsbeständighet samt dess visuella kvalitetsintryck. Även reparationsfrågor har beaktats. Vad gäller de senare, och då i synnerhet ytporer som kan uppkomma om processtabiliteten vid lödoperationen inte är tillfyllest, är avsikten att laga dessa med ett polymert material, vilket appliceras manuellt och därpå härdas och slipas. Emellertid har detta koncept hittills inte varit tillfredsställande utan måste på något sätt förbättras. Som lodmaterial kommer man att använda CuSi3 vars hållfasthet utvärderats på plåtytor preparerade med olika mängder av pressolja. Man har konstaterat att en 50 mm lång lödfog kan bära dubbelt så mycket last som en punktsvets i T-fläkbelastning. Någon form av kamerabaserad kvalitetskontroll, i stället för manuell avsyning, kommer att

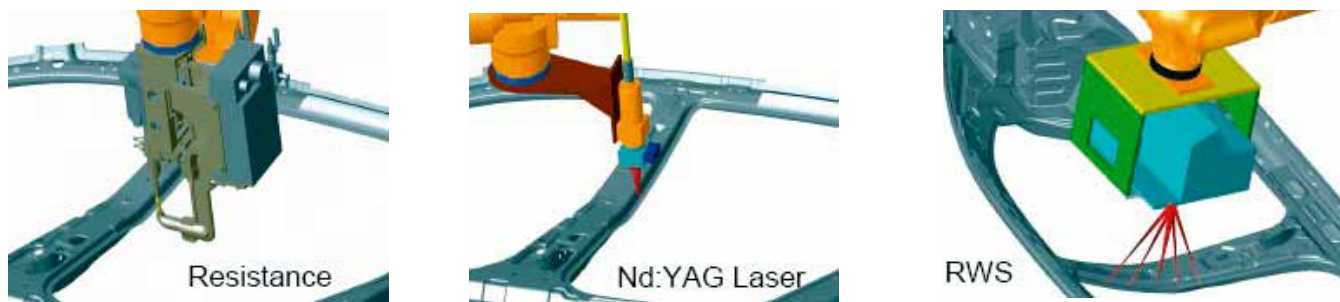
användas i volymproduktion. För att utvärdera laserlödningen under mer produktionslika förhållanden har man genomfört ett praktikfall där bakdörren på dagens 407-modell använts som testobjekt. En låsförstärkning på innerpanelen har lösts [Figur 7], och precis som för den tidigare nämnda aluminiumbakluckan på Audi Q7 ändrar fogen karaktär, varför lödningen måste utföras både som kantlödning och fyllning av en T-fog. Detta innebär att man har två olika processinställningar. För kantfogen är framföringshastigheten 4 m/min och lasereffekten 2,5 kW medan man vid ”strålfälle”-lödningen går ner till 2,5 m/min och 2,3 kW i lasereffekt. Även lödverktygets lutningsvinkel vis-a-vis detaljen är olika för de två fogtyperna. Det nämnda applikationsprovet har genomförts i PCIs [Process Conception Ingenierie] laboratorier där man använt sig av en diod-pumpad 4 kW Nd:YAG-laser från Trumpf/Haas, HLD4002, och ett PDT-lödhuvud från HighYag. Vidare har Precitecs fogföljningssensor SGM ingått i uppställningen och lödtråden har matats varm via ett Dinse-verktyg. De produktmässiga fördelar som Monsieur Kielwasser menar att man erhåller med en laserlörd lösning är att bakluckan eller bakdörrens styvhet ökar då man inte behöver ta upp några åtkomsthål för en punktsvetsstång. Dessutom kan lödfogen göras vattentät varför extra, organiska tätningsmedel kan rationaliseras bort. Det är just komponenterna baklucka/bakdörr som koncernen avser att laserlöda på kommande Peugeotmodeller [107 och 407] och Citroën modeller [C1 och C6].

Hyundai Motor & Kia Corp. – Dr. In-Sung Chang

Vår japanske vän, Dr. Chang från Hyundai, har ju under ett antal år hållit oss uppdaterade kring företagets lasersvetsning av kompletta karossidor till ett flertal av företagets modeller. Detta har hittills skett via stegsvetsning och traditionell robotmanipulering, dock med inslag av lite innovativa ”beam-sharing” mellan såväl robotar i samma lasersvetsningscell som mellan olika celler. Men



Figur 7. Bakdörren till Peugeot 407 använd som testobjekt för laserlödning (t.v.). I mitten en detaljbild på den färdiga fogen och t.h. lödprocessen i action.



Figur 8. Den historiska utvecklingen vad beträffar karrossidesvetsning hos Hyundai Motor Corp. Längst t.v. konventionell motståndssvetsning, i mitten dagens lösning med Nd:YAG-lasersvetsning och längst t.h. framtidslösningen med robotburen scanner-teknik.

eftersom karrossidan är en lämpligt avgränsad detalj kan ju denna synas vara som ”klippt och skuren” för Remote Laser Welding, något som kollegorna i Korea tycks ha insett [Figur 8]. Genom ett sådant upplägg vinner man en större flexibilitet i produktionscykeln tack vare minimerad ompositioneringshastighet och maximerad ”beam-on time” för lasern. Genomförda försök indikerar att den totala processhastigheten vid RLW var ungefär 1,5 gånger snabbare än konventionell lasersvetsning och 3 gånger så snabb som punktsvetsning.

För karrossideapplikationen hade man provat tre olika lösningar: sekventiell svetsning med en respektive två robotar, samt en lösning med en robot där man svetsade på båda flänsarna i B-stolpeområdet med scanner-verktyget i ett och samma läge [Figur 9]. Kortast cykeltid erhöll man inte förvånande då två robotar användes [88,2 sekunder vid en svets hastighet av 30 mm/sek]. Däremot visade det sig vid svetsning med en robot, att rent sekventiell svetsning gav en kortare cykeltid än då man med låst scanner-verktyg svetsade båda flänsarna på B-stolpen [92,7 sekunder mot 105,9 sekunder vid svets hastigheten 30 mm/sek].

Hyundai har redan specificerat sin tilltänkta fjärrlaserinstallation, vilken är tänkt att bl.a. bestå av en 5 kW YLR-5000 fiberlaser från IPG Photonics, ett scanner-verktyg från ScanLab [PowerScan 50] samt programvaran Quick tech v1.1 från HBL Laser. I september eller oktober kommer man att avgöra huruvida remotelösningen skall införas i högvolymproduktion.

Bland annan information som Dr. Chang gav oss kan nämnas att Hyundai svetsar bakluckor i produktion med hjälp av CO₂-laser samt att man planerar att införa taksvetsning med

laser på en lyxmodell, motsvarande Mercedes Benz S-Klasse, för vilken produktionsstarten är planerad till 2007.

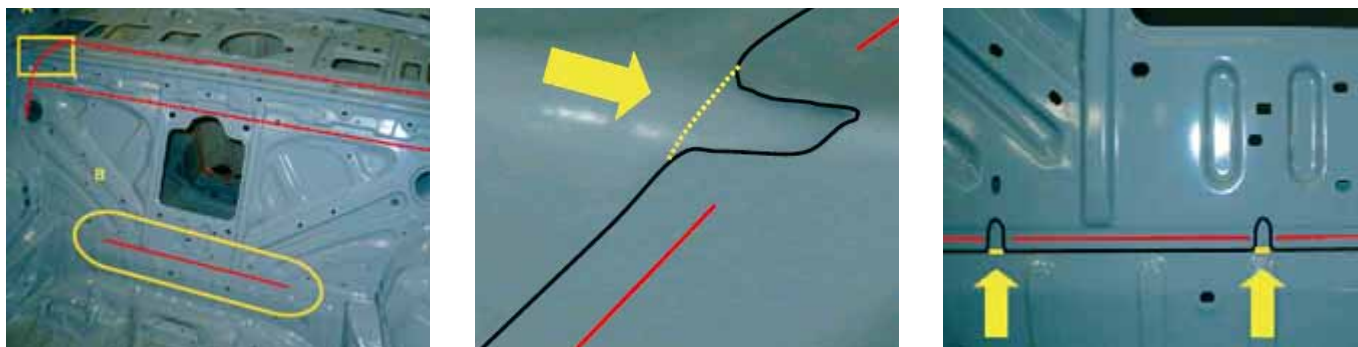
Toyota Motor Corporation – Keisuke Uchida

En ny bekantskap vid årets EALA-konferens var representationen från Toyota. Här fördes företagets talan av unge herr Uchida med benäget bistånd av mer erfarne herr Yoshihiro Fujikawa. Toyota har en lång erfarenhet av lasersvetsning, men då rör det sig främst om vad vi skulle kalla underleverantörsdetaljer såsom kopplingar, ventiler, bränsleinsprutningsrör och inluftmunstycken till motorer. I det senare fallet visades på ett intressant praktikfall där man genom att gå från en bultad/skruvad lösning till en diod-lasersvetsad dito kunnat ta bort 13 detaljer, tre monteringsprocesser samt 45% av den flänsyta som behövs för sammansättningen.

Vad gäller karosserisvetsning har Toyota en lång tradition inom ämnet Tailored Welded Blanks [TWB] och man

	Welding Speed (mm/sec)				Lay Out <input type="checkbox"/> Type A <input type="checkbox"/> Type B
	30	40	70	80	
1 Robot (Type A)	0.875 Time 105.9 sec	0.708	0.493	0.458	
2 Robot (Type A)	0.729 Time 88.2sec	0.562	0.349	0.315	
1 Robot (Type B)	0.766 Time 92.7sec	0.595	0.374	0.337	

Figur 9. Olika alternativ för robotframföring vid remote-svetsning av karossidor.



Figur 10. Exempel på lämpliga konstruktionsutförningar hos Toyota. I mitten urtag för att underlätta sammantryckningen av plåtarna, t.h. urtag för att undvika effekter från värmeutvidgning.

var först i branschen med att introducera denna metodik för karosidor. Däremot har det varit mera sparsmakat med tredimensionell svetsning av karosser, vilket är genomgående för japansk bilindustri, så därför var det extra spännande att få höra lite av dylika idéer från herr Uchida. Han inledde med att berätta var hans företag såg de huvudsakliga fördelarna finnas vid införande av lasersvetsning. Dessa var tämligen välkända, såsom:

- Kontinuerlig svetsfog vilken ökar fogens styrka
- Enkelsidig bearbetning som ger en större designfrihet
- Reducering av flänsbredder vilket innebär vikt- och kostnadsbesparingar

Därefter redogjorde han för ett praktikfall där man tittat på att lasersvetsa en delsammansättning för ryggplåt/hatthylla. Detta område i karossen är viktigt ur vridstyvhets synpunkt, men beroende på en olycklig processutformning vid tillverkningen av dagens modell, blir karossen tämligen vek. Det är nämligen så att delsammansättningen laddas via bakkruöppningen vilket gör att dess bredd inte når fram att direkt koppla till de inre karosidorna. Man tvingas lägga in konsolplåtar för att ta upp detta avstånd, vilket innebär att man får två vecka och näraliggande skarvar i ett område där man önskat ha en mycket stelare koppling. Den nya lösningen består av en bredare, odelad ryggplåt vilken förses med förstyvande V-formade präglingar. En ytterligare 5%-ig vridstyvhetsökning erhåller man genom att ersätta punktsvetsningen med lasersvetsning. Eftersom det bl.a. rör sig om några långa lasersvetsar för att sammanfoga ryggplåten med hatthyllan har man gjort små urklipp i svetsflänsen för att kompensera för värmeutvidgningen i plåten [Figur 10]. Dessa urtag gör också att flänsen blir vekare och därmed underlättas sammantryckningen av plåtarna vilken görs med hjälp av en tryckrulle.

Med den nya lasersvetsade strukturen har man kunnat reducera plåttjockleken i ryggplåten med 30% vilket innebär en viktsbesparing på 2,8 kg. Vidare har man erhållit en 20%-ig kostnadsreduktion genom integration och en

minimering av antalet ingående detaljer. På en avslutande fråga från åhörarna svarade herr Uchida att Toyota har 30 lasersystem i karosfabriker "world-wide", men tyngdpunkten för dessa ligger fortfarande på ämnesskarvning.

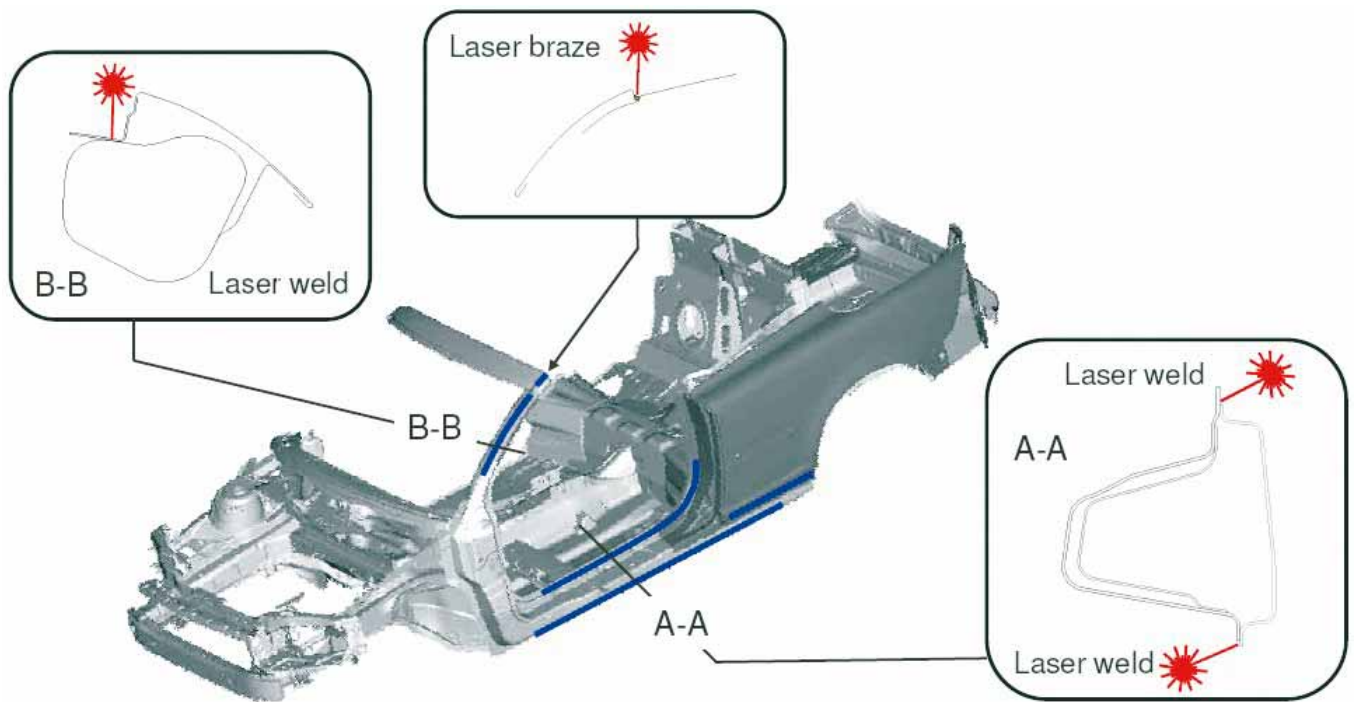
Volvo Car Corporation – Johnny Larsson och Niclas Palmquist

Huvudnumret i årets Volvo-presentation låg självfallet på den nya C70-cabriolen och den omfattande laserbearbetning som förekommer vid tillverkningen i Uddevalla-fabriken. Självt inledde jag med att lägga några konstruktiva aspekter på karossen. Jämfört med den äldre C70-modellen har vi lyckats höja vridstyvheten från 5,0 till 12,7 kNm/deg samtidigt som vikten reducerats med närmare 50 kg. Detta innebär att vi sänkt det s.k. godhetstalet för lättviktskonstruktion [LBCI = Lightweight Body Construction Index] från 11,8 till 4,3, ett värde som får betraktas som "best-in-class" vad det gäller "convertible"-modeller.

Detta har vi lyckats åstadkomma främst genom införande av höghållfasta stålmaterial [karossen utgörs till 85 vikts-% av dylikt material] samt smarta konstruktionslösningar där lasersvetsning varit en ingående pusselbit. Det finns 0,2 m laserlödning och 10,7 m lasersvetsning per kaross. Laserlödningen finns i ett område där balken över vindrutans ansluts till vindrutestolparna och där det fanns ett uttalat krav från vår design-avdelning att man önskade en osynlig, övermålningsbar skarv. Lasersvetsning förekommer huvudsakligen i tre olika områden [Figur 11]:

- I A-stolpen där yttersidan svetsas till ett slutet hydroformat rör, något som kräver enkelsidig åtkomst.
- I bottenvällaren där såväl över- som underflänsen svetsas som en kantfog. Detta har tillåtit oss att minska flänsbredder och i stället öka bottenvällarens sektionsstorlek.
- Baksjäskärmens koppling till bottenvällaren vilken även den kräver en svetsmetod med enkelsidig "access".

För de mer processinriktade aspekterna kring laserin-



Figur 11. Applikationer som lasersvetsas respektive laserlöds i Volvos nya C70-kaross.

förändret redogjorde min kollega Niclas Palmquist med bravur. Cellen i Uddevalla [Figur 12a] är utrustad med en 4 kW lamp-pumpad Nd:YAG-laser från Trumpf/Haas med fyra fiberutgångar. Fibrerna går till tre olika robotar [ABB 6600-2.8], där en per sida svetsar i bottenvällarområdet. Dessa är utrustade med svetsverktyg som innehåller fogföljning och tryckrullar [Figur 12b]. De senare fungerar så att en dubbelrulle används vid kantsvetsningen på bottenvällarens över- och undersida, varpå det ena hjulet viks undan och man, med endast en tryckrulle i ingrepp, utför den överlappssvets som sammanbinder bakskärmens med bottenvällaren. För Astolpe-applikationen är verktygen ännu med avancerade. Här utför ett svetsverktyg överlappssvetsen med hjälp av två fixerande tryckfingrar, vilka möjliggör svetsning i två motgående riktningar. Därpå vrider sig robotarmen 180° varpå ett lödverktyg från Scansonic (modell ALO1) träder i aktion och tryckfingret ersätts med en trådmatningsenhet [Figur 12c]. Avslutningsvis skall nämnas att cykeltiden i cellen är 249 sekunder där lasern är inkopplad under 204 sekunder eller 83% "beam-on time".

C70-projektet har ju varit extra intressant eftersom såväl produktutveckling, konstruktion och tillverkning gjorts i samarbetet med det legendariska italienska företaget Pininfarina. Det är planerat att bygga 17.000 bilar om året i en enskiftsbemanning, men när detta skrivs (i februari), har jag just fått veta att hela 2006 års produktion redan är såld till "hungriga" kunder. Således torde det inte förvåna om man tvingas införa ett andra skift i vår Uddevalla-fabrik.

Centro Ricerche Fiat – Fabrizio Bentini

Siste man ut i denna tidigare s.k. "Elephanten Runde" var sympatiske Fabrizio Bentini från CRF (Centro Ricerche Fiat) i Mirafiore. I fjol fick vi en detaljerad redovisning av Fiats storsatsning på Remote Laser Welding, där ju snart sagt alla koncernens bilmodeller använder denna sammansättningsteknik då det gäller sidodörrarna. Nu fick vi dessutom en historisk återblick där det med all önskvärd tydlighet framgick att Fiat tidigt hade planer på hög processhastighet med korta lasersvetsar. Den första ansatsen gjordes 1990 med en bakdörr som applikation och där man använde sig av s.k. multiplexing-teknik. Konceptet bestod av en laserkälla och 14 fiberutgångar, var och en till ett litet scanner-verktyg som kunde beskriva en cirkulär rörelse. Genom att snabbt växla laserstrålen mellan de olika fibrerna kunde man skapa 14 punktsvetsar på minimal tid. Processen fungerade utmärkt men blev alltför kostsam p.g.a. det stora antalet optiska fibrer. Därför började man i stället att snegla mot remote-tekniken där Utica och Rofin Sinar blev tidiga samarbetspartners. På senare år har man som bekant valt att i stället liera sig med Comau och deras patenterade AgiLaser-koncept.

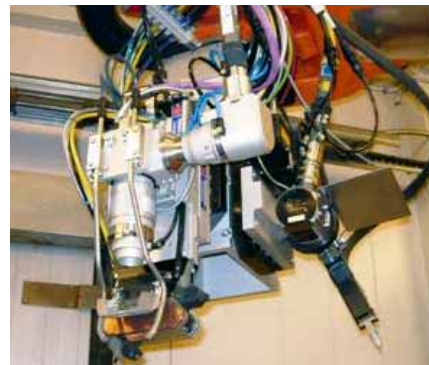
Bland nyheterna detta år beskrev Signore Bentini RLW av dörrarna till nya Punto-modellen där såväl höger- och vänster sidodörr som bakdörren svetsas på detta sätt. Cykeltiden ligger på 67 sekunder och innefattar 28 stegsvetsar på vänsterdörren och lika många på högerdörren. Detta med att i samma cykel remote-svetsa dörrarna parvis förekommer också vid tillverkningen av skjutdörrarna



Figur 12a. Laserbearbetningscellen i Volvos Uddevalla-fabrik.



Figur 12b. Lasersvets-verktyg.



Figur 12c. Ett kombinationsverktyg för såväl lasersvetsning som laserlödning.

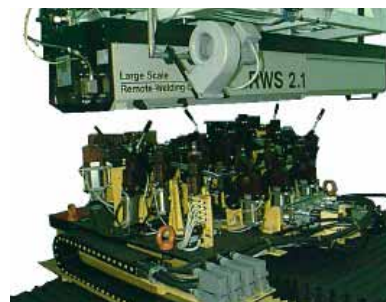
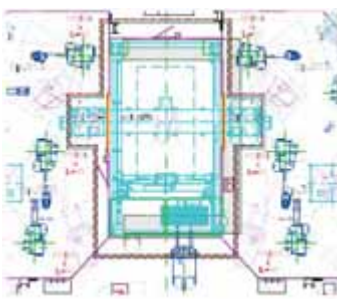
till skåpbilsmodellen Ducato [Figur 13]. Här svetsas 25+25 stegsvetsar under en cykeltid av 54 sekunder. Remote-tekniken används även vid tillverkning av sidodörrarna till nya Alfa 159-modellen vilka fabriceras hos företaget Stola. I motsats till de föregående exemplen som endast omfattade dörr-ramarna är det här fråga om den kompletta sammansättningen inklusive ytterpanel till dörrstruktur. Samtliga fyra dörrar görs i samma cykel med 29 stegsvetsar per dörr under en sammanlagd tidsrymd av 106 sekunder. Företrädesvis är det tunn pressplåt i tjockleksintervallet 0,7–0,8 mm som sammanfogas, men även treplåtskombinationer, där såväl BakeHardening- (BH) som HSLA-kvaliteter [High Strength Low Alloy] ingår, förekommer.

Vidare så har Fiat-koncernen introducerat taklaser-svetsning på nya Alfa Romeo 159-modellen vilken förekommer i såväl fyradörrars sedan-utförande som en femdörrars Sport Wagon [SW]. Svets hastigheten ligger på 3,5 m/min och den kontinuerliga svetsfogen är 1,4 resp. 1,7 m lång på varje sida. Man använder sig av en laser (Haas HL3006D) och en robot (Comau MTA TWE 502) per sida, och svetsverktygen är försedda med var sitt servokontrollerat tryckhjul. Den tekniska tillgängligheten för lasern påstods ligga kring 93% och sammanlagt 648 bilar av 159-modellen tillverkas om dagen. Geometriska hänsyn kring taksvetsen hade tagits, såsom

tillräcklig distans till ”tredje plåten” för att undvika återreflektion av laserstrålen liksom underböckning av takflänsen för att skapa möjlighet till zinkavgasning.

Som sagt så är remote-svetsning av dörrar en ”storsäljare” hos Fiat och sammanlagt bygger man samman 20.000 dörrar per dag med denna teknik i ett flertal dedikerade anläggningar. Mycket imponerande! Och i och med introduktionen av nya Fiat Stilo kommer man att investera i ytterligare två RLW-celler. Avslutningsvis berättade Signore Bentini om företagets framtida planer kring utökad laseranvändning. En sådan är att använda remote-tekniken som framing-verktyg, då i kombination med Comaus robotburna variant som man kallar Smart-Laser. Denna kan ytterligare höja produktiviteten och reducera golvyta jämfört med det portalrobot-baserade AgiLaser-konceptet. Vidare har Fiat funderingar kring att använda laserhybridsvetsning för att överbrygga spalter i områden som sidobalkar och B-stolpar. I det senare fallet hade framgångsrika resultat erhållits vid hybridsvetsning av 1,2 mm tjock DP450 till 1,5 mm TRIP800 [TRansformation Induced Plasticity].

Slutligen omnämndes laserlödning av tak där man experimenterat med LaserLine LDF 1000-3000 som diod-laserkälla kombinerad med PDT-lödverktyget från HighYag och en TPS5000-strömkälla från Fronius. Dock är det en



Figur 13. Skjutdörrarna till Fiat Ducato remote-svetsas parvis. I mitten en principvy över anläggningen och t.h. en detaljbild av scanner-utrustning med tillhörande dörrfixtur.

högeffekts Nd:YAG-laser man kommer att föredra vid införandet av denna teknik i volymproduktion.

Sammanfattning

Årets EALA var något av ett mellanår där de riktigt stora nyheterna lyste med sin frånvaro. En särskild paneldiskussion förekom kring scanner-svetsning, där en hel del aktörer tycks finnas på marknaden idag. En av dessa är ju som bekant Comau, och deras representant, Signore Menin, presenterade kanske en av de större nyheterna, nämligen företagets SmartLaser. Här använder man sig av en 4 kW diskaser från Trumpf/Haas eftersom BPP [Beam Parameter Product] måste vara lägre än 10 mm*mm för att remote-tekniken skall fungera. Men den stora innovationen låg i att man på ett "smart" sätt integrerat den optiska fibern i den ihåliga robotarmen. På detta sätt ligger fibern väl skyddad för yttre påverkan vid produktion. Fokalpunktsdiametern på arbetsstycket är 600 µm vid 750 mm arbetsavstånd. Ett annat begrepp inom Comaus produktvärld är "SwingLaser", en funktion där laserverktyget vinklas vid svetsning "on-the-fly".

Apropå diskasrar fick vi en lägesrapport från professor Friedrich Dausinger vid FGSW [Forschungsgesellschaft für Strahlwerkzeuge mbH], som är en del av Universitetet i Stuttgart. Dr. Dausinger avslöjade att man i laboratoriet håller på att utvärdera en 6 kW diskaser, vilken i jämförelse med en 3 kW-dito ger fördubblad penetration alternativt fördubblad svetsastighet vid konstant svetsdjup. Således hade man hittills inte kunnat upptäcka några uppenbara begränsningar vad gäller skalbarhet av lasereffekten. Dr. Kurt Mann från Trumpf Laser GmbH + Co.KG avslöjade att hans företag avser att starta serieproduktion av en dylig 6 kW diskaser med 8 mm*mm strålkvalitet kring sommaren 2006 [modellbeteckning HLD6002], och att man nu riktar blickarna mot att ta fram en 12 kW-enhet. Det senare konceptet bygger på att man kan bygga pump-dioder som ger mer än 150 W per diodstav. Sådana räknar man med att ha utvecklat till 2007, och detta kommer att medföra att man kan "kräma ut" 3 kW lasereffekt ur en enstaka disk.

Laserstrålens fokuserbarhet och effekter kring detta är ett spännande område då det gäller diskasrar, och här har man genomfört omfattande forskning på FGSW med en 4 kW-enhet. Man har kunnat konstatera att för fokalpunkter från Ø 450 µm och mindre uppstår ingen skillnad i svetsbredd, något som vi på Volvo själva tidigare kunnat konstatera. I realiteten erhåller man således en svets som är bredare än det infallande laserljuset. Då det gäller penetrationsdjupet vid lasersvetsning är denna som bekant omvänt proportionell mot fokalpunktsdiametern. För

diskasrar är detta relevant ner till Ø 200 µm, men för ännu mindre diametrar blir förhållandet det omvända – nämligen en försämring av penetrationsgraden.

När vi är inne på ämnet "nya" laserkällor kan man naturligtvis inte förbigå att nämna något kring fiberlasrar. Huvudaktören på marknaden, IPG Photonics, var denna gång representerat av Dr. Jörg Thieme, medan mer bekante Eugen Shcherbakov detta år höll en överraskande låg profil. IPG har idag fyra produktionsanläggningar, i Oxford, MA, Burbach, Milano och Moskva, och sålde under 2005 inalles 6.500 lasrar. Sedan starten har man tillverkat och sålt 18.300 enheter. De flesta (63%) används för materialbearbetning, medan övriga går till telecom- samt medicinindustrin. På senare år har man börjat känna av viss konkurrens från andra tillverkare som Nufem, Krysos och Southamptonbaserade SPI, men inom högeffektområdet för fiberlasrar står man ohotade. Företagets lasrar byggs upp med egentillverkade pumpdioder på 5–15 W effekt. Diodlivslängden påstås vara över 500 000 driftstimmar, men trots detta stannar grundgarantin på två år. Högeffektlasrarna byggs upp av moduler à 400, 800 alternativt 1000 W, och strålkvaliteten för en 4 kW-laser ligger typiskt på 2,1 mm*mm. Investeringskostnaden för en fiberlaser påstod Dr. Thieme ligger i paritet med en lamp-pumpad Nd:YAG! Avslutningsvis presenterades ett praktikfall från tysk varvsindustri där man hybridsvetsade med en 10 kW fiberlaserkälla, samt experiment med fiberlaser kopplad till ILT:s [Institut für Laser Technik, Aachen] s.k. "Kombi Kopf". Detta är ett laserverktyg där man kan svetsa och skära med samma munstycke, och där den intresserade uppmanas att sätta sig i kontakt med min gode vän och kollega Dr. Dirk Petring vid Fraunhofer-institutet i Aachen.

Som sagt; de stora "kioskvältarna" saknades vid årets EALA, och den enda riktigt spännande nyheten, förutom Volvos egen C70 såklart, var den lasersvetsade aluminiumbakkörren till Audi Q7. Med tanke på den omfattande paneldebatten kring Remote Laser Welding, och det faktum att det förekommer många aktörer på marknaden idag [Arges, Comau, Fanuc, HighYag, RofinSinar, Scanlab, SEF Robotics & Trumpf] gjorde att denna teknik blev något av årets tema, liksom 2005, även om det då var ännu mer accentuerat. Dock väntar vi fortfarande på en större acceptans för remote-svetsning hos biltillverkarna, så det gäller att ha ögonen öppna för vad som kan förväntas dyka upp. Ett hetare område tycks emellertid laserlödningen vara, varför det inte är ett alltför vågat "stalltips" från min sida att denna metod blir huvudattraktionen vid EALA 2007, som för övrigt kommer att gå av stapeln 30–31 januari.



Deltagare vid olika laserutbildningar vid Luleå tekniska universitet

Laserutbildningar i Sverige

av Hans Engström. Luleå tekniska universitet

Lasertekniken har utvecklats snabbt det senaste årtiondet i Sverige. Skärning och märkning dominerar men svetsning och hybridsvetsning ökar också i användning. Trenden är att applikationer och utrustning blir alltmer avancerade och ställer allt högre krav på dem som ska utveckla applikationerna och de som sedan praktiskt ska utföra dessa i produktionen. Lasersystemen blir också dyrare allteftersom de blir mer avancerade och automatiserade. Det ställer i sin tur höga krav på att de presterar optimalt med optimerade parametrar.

Grunden för en effektiv användning av lasertekniken är naturligtvis att de personer som arbetar med den också har bra kunskap om sina processer och utrustning. Laserleverantörerna erbjuder oftast utbildningar för att handha maskinutrustningen men djupare processkunskap måste man oftast skaffa på annat håll. Här erbjuder Luleå tekniska universitet, proDesign, Svetskommissionen och Lasergruppen inom Svetskommissionen en rad utbildningar.

Tabell 1. Förteckning över laserutbildningar i Sverige*

Utbildningar	Arrangör	Omfattning	Medarrangör	Målgrupp
Universitetsutbildningar				
Laserbearbetning	Luleå tekniska universitet	5p (5 veckor)		Universitets-studerande**
Advanced Material Processing and CyberLab	Luleå tekniska universitet	5p (5 veckor)		Universitets-studerande**
Avancerade utbildningar				
EWf- specialkurs för lasersvetsning	Luleå tekniska universitet	7 dagar (75 tim) 2p	Svets-kommissionen	Ingenjörer, Svetstekniker
Grundläggande utbildningar				
Laserskärning I	Luleå tekniska universitet	2 dagar	proDesign***	Operatörer tekniker,
Laserskärning och lasersvetsning	Luleå tekniska universitet	3 dagar	proDesign	Ingenjörer, tekniker, operatörer
Lasersvetsteknik	Luleå tekniska universitet	2,5 dagar	proDesign	Ingenjörer, tekniker, operatörer
Laserhybridsvetsning	Luleå tekniska universitet	3 dagar	proDesign	Ingenjörer, tekniker, operatörer
Orienterande utbildningar				
Lasersvetsning - workshop	Lasergruppen	1 dag	Luleå tekniska universitet, proDesign	Ingenjörer, tekniker, operatörer
Laserseminarium med inriktning mot konstruktion för laser	Lasergruppen	1 dag	Luleå tekniska universitet, proDesign	Ingenjörer, tekniker, operatörer, ekonomer, försäljare

* kända av författaren september 2006

** övriga med behörighet kan läsa kursen

*** proDesign är ett nationellt utvecklingsprogram inom lean, produktions-, konstruktionsteknik och design för tillverkande industri i Sverige finansierat av KK-stiftelsen. proDesign utvecklar och ger företagsanpassade utbildningar

Lasergruppens utbildningar

Lasergruppen inom Svetskommissionen arrangerar varje vår ett seminarium som är inriktat mot svetsning och skärning och konstruktion för laserbearbetning. Den vänder sig till i princip alla som vill få en inblick i tekniken och kombineras med ett studiebesök hos något intressant företag som arbetar med laserbearbetning. Senast besöktes Lasertech LSH AB i Karlskoga, se separat artikel.

Varje höst så ger lasergruppen en workshop som introduktion till lasersvetsning genom ett endags seminarium hos något företag som arbetar med lasersvetsning. Målet är att presentera tekniken och att demonstrera lasersvetsning i praktiken. I år sker detta hos Volvo Personvagnar i Olofström.

Utbildningarna presenteras regelbundet i LaserNytt.

Utbildningar vid Luleå tekniska universitet

LTU ger i samarbete med proDesign ett flertal utbildningar inom laserskärning, lasersvetsning och laserhybridsvetsning. Kurserna ger allmän laserteori, samt teo-

retiska och praktiska kunskaper om processerna. Efter kurserna ska deltagarna kunna tillämpa sina kunskaper i praktiskt laserarbete hemma hos sitt företag.

EWf-specialkurs ger djupa teoretiska och praktiska kunskaper i lasersvetsning. Kursen lägger grund för att arbeta med mera avancerad lasersvetsteknik som t.ex. utveckling av svetsapplikationer och optimering av svetsprocessen. För behöriga till universitetsstudier ger godkänd kurs 2 högskolepoäng.

LTU ger också två renodlade laserkurser på universitetsnivå. Dessa är även öppna för alla som är behöriga att läsa på denna nivå.

Både bredd och djup

Sammantaget ger utbudet av laserutbildningar en bra möjlighet för intresserade att gå från en allmän introduktion i tekniken till en avancerad kunskapsnivå.

Mera information om aktuella utbildningar får du genom: Hans Engström, Luleå tekniska universitet; hans.engstrom@ltu.se, 0920-49 12 69. Per Westerhult, Lasergruppen; per.westerhult@svets.se; 08-791 29 37

EWF-Specialkurs i lasersvetsning

av Hans Engström, Luleå tekniska universitet



Deltagare i de två EWF-kurserna i lasersvetsning vid Luleå tekniska universitet. Godkänd examen ger "laserhatt"

Inom European Welding Federation, EWF, har man utvecklat en fristående specialkurs inom lasersvetsning som Luleå tekniska universitet ger på svenska i samarbete med Svetskommissionen och proDesign. Ett internationellt diplom, EWF-diplomet, garanterar utbildning av hög kvalitet. Kursen omfattar totalt 75 timmar och ger goda teoretiska och praktiska kunskaper om lasersvetsning, men även en överblick över andra laserbearbetningsmetoder.

Kursen är avsedd för personer som arbetar i job-shops, eller företag som har eller funderar på att använda lasersvetsning i produktionen. Den passar också konstruktörer, utvecklingsingenjörer och utbildare som vill skaffa sig kunskap om lasersvetsningens möjligheter för rationell och effektiv sammanfogning.

EWF specialkurs i lasersvetsning har gått vid två tillfällen och totalt har 20 personer examinerats med EWF-diplomet. Kursen är uppdelad i en teoretisk och praktisk del som är integrerad med varandra för att ge bästa inlärningseffekt. Det betyder att teoriavsnitt varvas med praktiskt arbete i laserlaboratoriet.

Den teoretiska delen är på 45 timmar och innehåller dessa moment:

- Industrilasrar och deras funktion
- Strålpropagering och laseroptik
- Lasersvetsprocessen
- Material och deras svetsbarhet
- Karakteristika för lasersvetsade förband
- Konstruktionsaspekter
- Tillverkning och applikationer
- Modellering och simulering
- Lasermaskiner
- Lasersäkerhet
- Ekonomi

Den praktiska delen omfattar 27 timmar består av sex olika avsnitt där de tre första handlar om processparametrar och dess inverkan vid CO₂- och Nd:YAG- lasersvetsning samt processövervakning.

De övriga tre delarna handlar om svetsapplikationer på både lätt- och svårsvetsade material. För varje avsnitt skriver deltagarna en kort rapport.

Del 1	Del 2	Del 3
2 dagar	3 dagar	2 dagar
Teori	Teori	Teori
<ul style="list-style-type: none"> Laserteori Lasrar, strål-propagering, optik 	<ul style="list-style-type: none"> Lasersvetsprocessen Material och deras svetsbarhet 	<ul style="list-style-type: none"> Tillverkning och applikationer
<ul style="list-style-type: none"> Andra processer 	<ul style="list-style-type: none"> Konstruktionsaspekter 	<ul style="list-style-type: none"> Ekonomi
<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> Tillverkning och applikationer 	<ul style="list-style-type: none"> Lasersäkerhet
Praktik	Praktik	Praktik
<ul style="list-style-type: none"> Inverkan av laser- och processparametrar 	<ul style="list-style-type: none"> Svetsapplikationer i "lätt- och svårsvetsade" material 	<ul style="list-style-type: none"> Svetsapplikationer forts
<ul style="list-style-type: none"> Stråldiagnostik och processövervakning 	<ul style="list-style-type: none"> Svetsdefekter 	
		Examination

Praktiska arrangemang

Vi genomför kursen vid tre tillfällen om 2-3 dagar i högskolemiljö under en fyramånadersperiod. Mellan varje kurstillfälle gör deltagarna hemuppgifter.

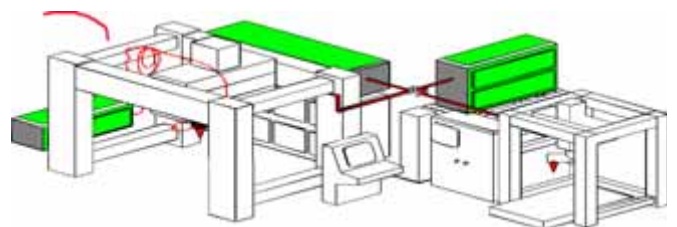
Hemuppgifter

Hemuppgifter utförs efter del 1 och 2 och redovisas med skriftliga rapporter. De praktiska avsnitten redovisas också med skriftliga rapporter. Vi använder ett modernt verktyg för distansöverbyggande undervisning.

Förkunskapskrav och examination

Alla ingenjörer, tekniker eller studenter på högskolenivå är behöriga att gå kursen. Vi rekommenderar att man har EWE- eller EWT- diplom eller har motsvarande kunskaper inom svetsområdet.

Examinationen omfattar tre timmars skriftlig kunskapskontroll samt laborationsrapporter. Godkända elever får ett Europadiplom som kursbevis. Svetskommissionen svarar för examinationen.



Skiss över laserlaboratoriet vid Luleå tekniska högskola.

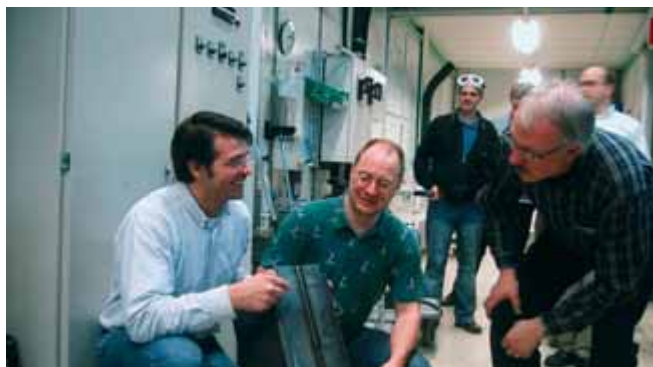
Lasersvetsutrustning

I kursen använder vi beprövade CO₂- och Nd:YAG industrilasrar kopplade till fleraxliga arbetsstationer och nyttjar också ett välutrustat materiallaboratorium för undersökning av svetsresultat.

Lasersvetsning är en högproduktiv sammanfogningsmetod för den moderna tillverkande industrin. Metoden ersätter allt mer konventionella svetsmetoder som MIG/MAG-, TIG-, motstånd- och elektronstrålesvetsning. Lasersvetsning är framtidens metod enligt många experter och passar många material och olika produktionsmiljöer.



T.v. Alexander Kaplan, t.v. Luleå tekniska universitet är huvudansvarig för EWF-kursen och svarar för examinationen tillsammans med Gunnar Lindén, Air Liquide AB, som anlitas av Svetskommissionen.



Över: Johan Tolling, ESAB, Mats Mohlin, Forsmark, och Bertil Gustafsson verkar nöjda med svetsresultatet



Bertil Gustafsson, Ferruform AB kollar inställningarna innan svetsning;

Modelling workshop

M4PL19 "The 19th Meeting on Mathematical Modelling of Materials Processing with Lasers"
Igls/Innsbruck, Österrike, 18-20 januari 2006 eller:

Utomjordingar har landat i alperna igen

av Alexander Kaplan, Luleå tekniska universitet

I januari koordinerade jag igen den årliga europeiska workshopen för matematisk modellering av laserbearbetning.

Historien bakom – eller: hur engelsmän hamnar i den olympiska störtloppsbacken

Historien bakom är att på slutet av 80-talet inleddes en "Modelling Working Group" i EUREKA laserprojekt EU194. Den gruppen koordinerades av min tidigare chef vid laserlabbet vid Wiens tekniska universitet, Prof. Dieter Schuöcker. Han koordinerade en första Workshop i Wien 1988, där 16 europeiska deltagare berättade om deras modelleringsaktiviteter inom laserbearbetning. Under den tiden hamnade jag som exjobbare och senare som forskare vid Prof. Schuöckers lasergrupp och, med början vid workshop no. 5 i Stuttgart 1991, hade jag fått uppgiften att fortsätta koordineringen av den här aktiviteten. Genom mycket teoretisk forskning i Europa (tills idag betydligt mer än i resten av världen inom laserbearbetning) och därför ett stabilt stort intresse fortsatte vi med dessa modellering workshops även när EU194 tog slut.

Vi skapade namnet och akronym M4PL och från M4PL6 i Wien 1992 samlade vi alla presentationer i proceedings, som är alla tillgänglig via mig. Eftersom vi också började köra ett regelbundet årlig datum, nämligen 2-3 dagars workshop i slutet av tredje veckan i januari, och samma plats, ökade antalet deltagare från ursprungligen 8-15 till 20-25 deltagare och med 12-18 presentationer per workshop, vilket har varit stabilt över tiden. Ursprungligen reste vi runt i Europa med Workshopen, men eftersom vi en gång koordinerade det i den idylliska fjällbyn Igls började deltagare protestera emot att fortsätta flytta vidare – och så behöll vi den ovanliga miljön ända tills idag. Igls ligger 1000 m upp från Innsbruck (Västösterrike) och nås med spårvagn genom fjällskogen. Precis det rätt ställe för utomjordingar: Nyligen upptäckte Prof. Zeilinger från Innsbruck's universitet att

"laser beamen" som är verklighet i Star Treck – åtminstone på informationsnivå, men ännu inte med materia. Två gånger har Igls varit del av Innsbrucks vinterolympiader, med störtloppbacken bredvid konferenshotellet och bobbybanan som gäster kan prova. Genom denna möjlighet vågade en hel del laserforskare, speciellt en engelsman, skidåkning för första gången, Det blev en förklaring till varför Roger Crafer, Cambridge, ifjol reparerade sina glasögon under lunchtiden.

Workshopfilosofin: möten i världsklass

Visst, forskning bedrivs också, och filosofin bakom är att ha en dialogplattform på högsta vetenskapliga nivå, men ändå av praktisk relevans för industriell laserbearbetning. Den skiljs från vanliga breda konferenser av presentationskaraktär genom ett litet expertforum med mycket tid för diskussion, vilket verkligen blev en drivkraft och som lyfte den teoretiska nivån i Europa betydligt. Det här kan betraktas som ett världsledande aktivitet där varje deltagare (om nu från forskning eller industri) varje gång på spetsnivå lär sig en del av processen. Dessutom är workshop en plattform för samarbete på internationell nivå, t.ex. genom nätverksbildningar och information om EU-ansökningar. Förresten, deltagande i workshopen kräver ingen avgift och du är alltid välkommen att vara med (och samtidigt njuta fjällidyllen) även om du inte är från matematikplaneten, bara du inte är rädd för resan djupt in i den väsentliga fysiken av laserprocessen.

Om årets Modellering Workshop

Genom att några pionjärer inte kunde delta den här gången och tre kolleger från Ukraina inte fått deras visum i tid så blev det "bara" 11 modelleringspresentationer det här året. Det började tungt med den världsledande experten inom matematisk materialfysikalisk, Dr. Bernd Hüttner från DLR Stuttgart (Deutsche Luft- und Raumfahrt), som berättade om påverkan av ytfinhet på

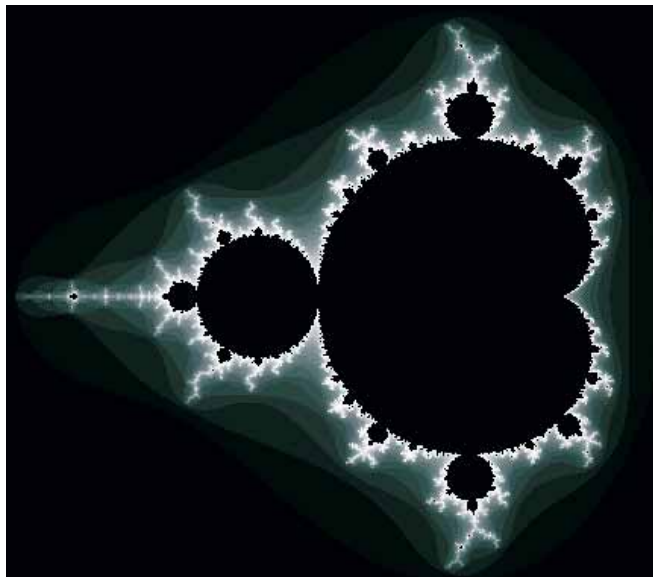


Bild 1: Den mest kända fraktalgeometrin:
Mandelbrotmängden

absorptionsförmågan. I motsats till förra året när han inledde med att konstatera att etablerade teorier av en rad Nobelpristagare är fel, ställde han den här gången frågan hur lång en ytprofil är, eller motsvarande hur lång kusten av Storbritannien är. Svaret är samma som för alla öar: oändlig – bara om man tittar tillräcklig i detaljnivå på detta. De flesta materialytor (och kustlinier) har fraktala strukturer som fortsätter i detaljnivån, se t.ex. Bild 1. Vi hoppar över den tunga matematisk-fysikaliska biten av Dr. Hüttner och konstaterar att absorption, sitt vinkelberoende och det speciella sammanhanget med ytstruktur är även mer komplext än man redan tror. Trenden är att absorption ökas genom ytstrukturer, men (bredvid skuggeffekter och multireflekationer på mikroskala) också är beroende av deras fraktalkaraktär.

Också om absorption, men mer praktiskt orienterad för laserhårdning, berättade Dr. Maria Tobar, Universitet La Coruña, Spanien, som jämförde temperaturmätningen under CO₂-laseruppvärmning och smältning av stål med FEM-beräkningar, med absorption som parameter och som det gäller att identifiera. En absorptivitet av 26% (+/-1%) visade att matcha bäst för rostfritt stål (AISI 304), men smältningstidpunkt var väldigt känslig mot detta, dvs. det verkar svårt att kontrollera när en uppvärmd yta börjar smälta. Oxidbildning (och även rostfritt stål bildar ju ett sådan tunnt skikt) påverkar absorption på ett känslig sätt, och som vanlig ökar den absorptionen. För varmarbetsstål H13 hamnade absorptionen t.ex. på 44 % för hög effektäthet och steg till 58 % för mindre effektäthet. Dessutom utvecklade Maria en väldigt praktisk grafisk metod för att snabbt kunna uppskatta sammanhanget mellan smältningstids-

punkt och absorption på ett allmänt sätt, dvs. från ett experiment kan absorption snabbt uppskattas, utan att man bryr sig om matematiken.

Tala om bebisflaskor och utomjordingar kommer att förstår dig

En tung presentation till har jag: Prof. John Dowden (University of Essex, England), världsledande ekvationsakrobat inom laserbearbetning, berättade om sina beräkningar hur känsligt temperatur- och värmeöverföring i nyckelhål beter sig, som är en baskunskap för processtabilitet. Kylning genom det snabba flödet av metallplasma ut ur nyckelhål kan betydligt minska plasmatemperaturen i nyckelhålet (konvektionskylning), t.ex. från 20 000 K till ”bara” 11 000 K. Det blev en spännande dialog, stimulerad från Pascal – inte den välkända franska vetenskapsmannen, men min då 4 månader unga son: När jag blandar kallt med varmt vatten för att bereda bebis mjölkflaskan så går det betydligt fortare till ekvilibriumtemperatur genom att skaka flaskan än genom värmeledning. Medan vi alltid var säkra på att värmeledning dominerar temperaturen i nyckelhålplasma så postulerade jag Pascals bebisflaskanteori att i fallet om någon kort skakning händer i nyckelhålet så utjämnar den temperaturen istället för att ha en gradient – allt blir då betydligt annorlunda (t.ex. den känsliga plasmaabsorption). Inspirerad, började John på en gång beräkna den alternativmetoden och har kommit till nya slutsatser – min slutsats är att enkla situationer från det dagliga livet kan vara väldigt inspirerande och underlätta dialog mellan två människor från olika planeter (matematikgeniet John Dowden är en trevlig person, men definitivt inte från jorden).

För ni som fortfarande orkar vara med på resan: vi har nu klarat den tunga delen.

Dr. Adrian Lange, från Fraunhofer Institut IWS Dresden, presenterade sina fortsatta arbeten om påverkan av ett externt magnetfält på smältbadet och därmed på resulterande tvärsnitt, här för nyckelhåls svetsning. Jag bara nämner att den fundamentala termodynamiska Seebeck-effekten är ansvarig för den här påverkan, fast förklaring är så pass förvirrande att den tillhör igen den andra planeten men dit ska vi inte resa här. Jag refererar till Herr Lange som kan förklara genom sina FEM-beräkningar, se t.ex. bild 2, varför experimentet visade att ett magnetfält kan betydligt förändra ett svetsstvärsnitt, t.ex. att det blir bredare, djupare eller förändrar form, eller att humping-effekten under svetsning, dvs. regelbundet stora droppbildning på ytor, lyckades undvika genom rätt orienterad magnetfält. Strömning i smältan beter sig då annorlunda för stål och aluminium.



Bild 2: Ingen Alien, monster, eller insekt, bara simulering av det elektriskt potentialfältet i svetsbad (fågelperspektiv) genom Seebeck-effekt

Dessutom nämnde han att varje svetsprocess producerar ett betydande magnetfält själv, p.g.a. Seebeck-effekten.

Jag själv visade också nya beräkningsresultat inom

laserpåsvetsning tack vare en svensk-spansk-kinesiskt (Luleå-Gijon-La Coruña-Peking) samarbete. Ordet absorption låter väldigt fysikalisk, men den avgör hur mycket av den dyra lasereffekt som vi använder egentligen omvandlas till värme och därmed driver processen. ”Resten”, som oftast kan vara 80-90% av din miljoninvestering, är bortkastat laserstråleenergi. Så gjorde vi, delvis liknande med Maria’s enkla studie, ett väldigt fundamentalt undersökning av laserpåsvetsning (Nd:YAG laser, 2.5 kW) med förbelagt pulver (Co-baslegering). Genom att jämföra smältning av pulver med en laserpuls med den beräknade minimala värmebehov för detta kunde en lägre gräns för absorption uppskattas, som rörde sig mellan 25% för låg lasereffekt ner till 10% för högre effekt (eller pulsenergi). Dessutom förklarade vi att förbelagt pulver har låg värmeledning, vilken plötsligen ökar när pulver smälts ner till substratet, då den plötsligt blir bra ansluten till den stora värmeledaren, som därför först kyler ner det omsmälta skiktet, innan efter en liten stund pulver-smältan och substratet ha en gemensamt stabil uppvärmning. Kan vara bra att vara medveten om den här paradoxen.

Frank Brueckner, också från IWS Dresden, presenterade en utmärkt FEM-simulering av laserpåsvetsning (Co-baslegering på stål) med syfte på spänningsbildning som riskorsak för deformation eller sprickbildning. Förvärmning kan leda till betydlig reduktion av detta och dessa simuleringar hjälper till att hitta det bästa förvärmningsarrangemanget. Medan global förvärmning är mer effektiv, se bild 3, så är lokal förvärmning genom en till värmekälla (bredvid bearbetningslaser) mer lämplig. Frank undersöker bl.a. förvärmning från undersidan av plåt. Simulering underlättar ju också förståelsen av sammanhanget mellan den komplexa mekaniska spänningsbildningen och påsvetsningsprocessen.

Året 1867: Hur kunde Maxwell inte tänka på laser?!?

Igen körde oss Bernd Hüttner, DLR Stuttgart, genom en ekvationsgalax: Genom att helt enkelt konstatera att den vanliga värmeledningsekvationen är fel! Den leder till oändlig snabb värmeutbredningshastighet för en kort (men dock ändlig) laserpuls. Även värre, visar Dr. Hüttner’s ekvationer att det bildas negativa värmekällor – som är ju fysikalisk kanske önskesvärd, men otänkbart! Enligt Herr Hüttner ligger fel i Maxwell’s värmeledningsekvation – och det var Maxwell även medveten om! Men han försummade år 1867 en relaxationsterm för att så snabba effekter är ju aldrig mätbara – hur kunde han inte tänka på fs-laser?!? Men precis därför kan vi lugna ner oss och fortsätta använda Maxwell’s gammalmodiga värmeledningsekvation – för de flesta

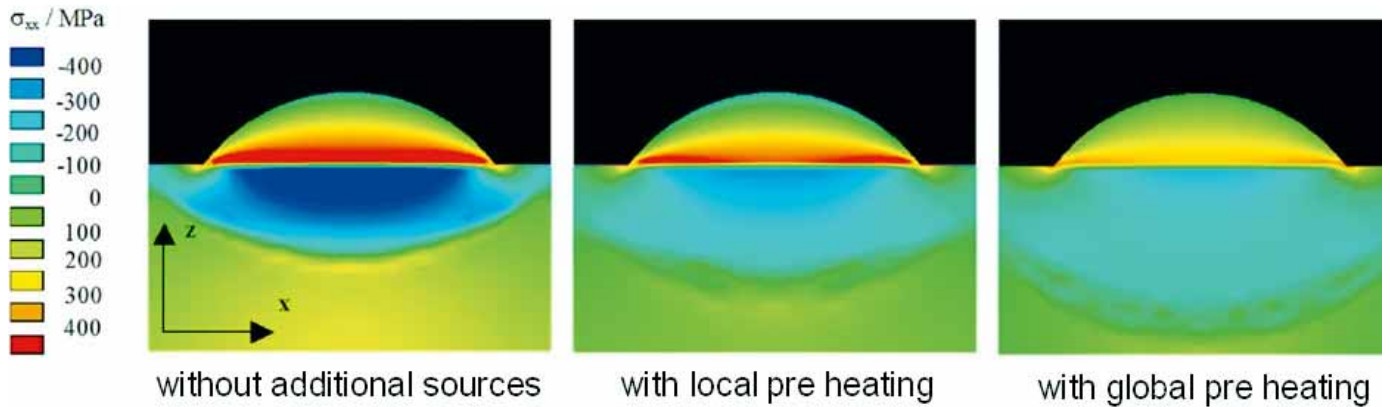


Bild 3: Reduktion av spänningsbildning under laserpåsvestning genom lokal eller global förvärmning

fenomen på vart planet duger den (likadant som Newton's mekanik stämmer, även efter att Einstein upptäckte relativitetsteorin). Fast reser du till piko- eller femtosekundpulsdimensionen, så var medveten att det börjar hända en del snabba effekter i materialet som inte från början är i den balans som vi utgår ifrån – och därför verkar konstigt.

Den nästa tyska presentationen kommer från Dr. Thomas Pretorius från BIAS i Bremen. Han simulerade laserböjning. Den fundamentala mekanismen för laserböjning, igen en svårt illustrerbart tredimensionell process av spänningsbildningar och deformation, har ju i 90-talet blivit bra förklarad av hans nya chef, BIAS-direktör Prof. Frank Vollertsen. Vi vet då att beteendet är väldig linjär ang. böjningsvinkel som funktion av plåttjocklek, lasereffekt m.m. Herr Pretorius utvecklade en snabbt FEM-simuleringsmodell som är industriellt användbart även för komplexa geometrier. Däremot har konventionella simuleringsmjukvaror varit alldeles för långsamma för att bereda sådan CAM-programmering.

Exotic session: högeffektlaser som förändrar ingenting – eller din mat

En presentation till tänker jag också att berätta om: Vår gastforskare Dr. Song från Prof. Gang Yu's innovativa lasergrupp i kinesiska vetenskapsakademien i Peking berättade om laseruppvärmning av motorkolvar. Även om det handlar om uppvärmning med laser så dock inte om materialbearbetning! Hur då? Genom pulserad bestrålning med en särskild designad komplex rotationssymmetrisk laserstrålprofil (via diffraktiv optik) uppvärms kolven på ett liknande sätt som i drift – för att experimentellt och teoretisk simulera drifttillståndet och risk för sprickbildning. Simuleringen av uppvärmning av den komplexa kolvdesignen lyckades via FEM och laserexperiment, som förenklar att förbättra kolvdesignen.

En väldigt ovanlig men inspirerande och i slutändan övertygande metod. Vad finns väl allt som man kunde göra med laserljus men aldrig tänkte på?

Till sist hade vi presentation från Herr Kresimir Nenedic från Osijek universitet, Kroatien. Han är också del av den "Exotic session" som vi nyligen skapade genom det ökade antalet utomjordiska presentationer. Våra Kroatiska vänner använder lasern för bearbetning av korn och andra sädeslag i jordbruksindustrin. Genom bestrålning med laserpulser kan omgivande fuktighet tas bort, den så kallade fungi, och därmed undvikas parasitära infektioner mot kornkvalitet. Om det nu är industriellt, medicinsk eller agrikulturell laseranvändning tors jag inte säga.

Du är också teoretiker!

Och jag tänker inte fortsätta mer i detalj än med att konstatera: även om den här årliga modellerings-workshopen med särskilda utomjordiska vetenskapsmän, ekvationer och applikationer inte ibland känns lätt att följa med – det blir i slutändan väldigt inspirerande och lärorikt och hjälper oss att förstå våra laserprocesser.

Visst känner du väl skillnaden mellan en teoretiker och en praktiker: För en teoretiker fungerar det inte, men han vet varför. För en praktiker fungerar det, men han vet inte varför. Och när teoretiker och praktiker samarbetar med varandra så fungerar ingenting och ingen vet varför.

Men glöm inte: även om din passion är hellre experimentellt i laserlabbet eller i produktionen – så snart du förändrar en processparameter i din maskin följer du din egen teori och bild av processen - medvetet eller omedvetet: Du är också en teoretiker!

Du är fortfarande med?!?

Välkommen i alperna 17 januari 2007!

Seminarium laserbearbetning hos Permanova i Mölndal 2006-06-08.

Av Tore Salmi, Permanova Lasersystem AB

Intresset var stort när Permanova Lasersystem AB bjöd in till seminarium om laserbearbetning i Mölndal. Över 40 besökare kom för att lyssna på 8 föredrag och visning av laser-robot-cell och laserprocessverktyg, totalt var över 50 personer igång, se bild 1.

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

- nya laserkällor som t ex disk- och fiberlasrar
- processerna med laser (svetsning, hybridsvetsning, lödning, skärning, märkning etc)
- processverktyg för lasersvetsning och -lödning med fogföljning, laserskärning etc
- moduluppbyggda robotiserade lasersvets- och skär-system
- offline-programmering för robotiserade lasersystem

Ett par av Permanovas större kunder höll uppskattade föredrag kring sina omfattande tillämpningar av laserteknik, framför allt svetsning. Vidare visades lasersvetsning med fogföljning i Permanovas applikationslab och processverktygen demonstrerades i olika stationer.

Historik och nuläge

VD Ulf Sandström inledde med en rekapitulation av Permanovas utveckling under 21 år. Groddföretaget med Chalmers-bakgrund startade i Östersund 1985 en verksamhet med inriktning på mikrobearbetning, både på lego och som systembyggare, och med i fiberutveckling i bagaget. Fiberdelen tog fart på allvar med ett utvecklingsprojekt för lasertillverkaren Rofin-Sinar. Andra milstolpar blev första stora svetsystemet till Alfa Laval 1991, en produktionsanläggning i en bil-line 1997, koncentration av verksamheten till Mölndal 1999, och avknoppningen av den rena fiberverksamheten med bildandet av Optoskand AB år 2002.

Permanova är idag 25 personer, specialiserade på laser-fiber-robot-system och laser-processverktyg, samt service, utbildning och processutveckling. Företaget har ett bra namn i Norden och inom europeisk bilindustri. Viktiga ambitioner just nu är att öka försäljningen på hemmamarknaden, och samtidigt bli mera globalt via samarbetspartners, framförallt ESAB och ARO. Nya

systemkoncept kommer som standardsystem i Permanovas produktpalett, och nya processverktyg utvecklas hela tiden, baserat på egna systemerfarenheter och identifierade kundbehov.

Svetsa, skära och löda med laser

Först ut i seminariedelen blev Tore Salmi, Permanova, med en summering av varför lasrar är bra, vilka lasrar som finns och vilka som etableras just nu, och vad som driver på den utvecklingen. Flexibilitet, automation, precision, prestanda och nya produkt-designmöjligheter var ledord för användare av laserteknik inom produktion, därför att begreppen ger bakgrunden till att man tjänar pengar på att använda laser.

CO₂-lasrar, solid-state-lasrar och excimerlasrar utgör de 3 huvudkategorierna lasrar idag för materialbearbetning. CO₂-lasrar är etablerade arbetshästar för plan plåtskärning, med så kallade diffusionskylda SLAB-lasrar (upp till 8 kW) som "skapelsens krona" vad beträffar strålkvalitet, driftsäkerhet och låga driftkostnader. Bland solid-state-lasrarna är den etablerade lamppumpade Nd:YAG-lasern nu under hård press från framför allt två nya lasertyper, fiberlasern och disklasern, se bilder 2-4. Utöver den grundläggande fördelen med flexibel fiberöverföring för solid-state-lasrarna, har fiber-och disklasern en bättre verkningsgrad än till och med CO₂-lasern, och en mycket bra strålkvalitet. Bra strålkvalitet kan exempelvis översättas till längre arbetsavstånd, kompaktare optik och/eller högre processhastighet, allt detta fördelar som kan översättas till pengar och nya möjligheter. Fiberlasern har just nu ett övertag i verkningsgrad (kompakthet, lägre anläggnings- och driftskostnader), tillgänglig effektnivå och strålkvalitet, se bild 5.

Lasersvetsning, -skärning, -lödning och -märkning avhandlades, med liten värmepåverkan, kontaktlös bearbetning, hög produktivitet och flexibilitet som grundläggande gemensamma fördelar. Tillämpningar från bilindustri och vanlig verkstadsindustri berördes. Fiber- och disklaserns övertag över CO₂-lasern vid svetsning och skärning vad beträffar processhastighet vid samma lasereffekt nämndes. Laserlödningens fördel vid synlig fog framkom också.

En översikt av processverktyg för laserbearbetning

Urban Widén, Permanova, gav en initierad och engagerad inblick i Permanovas processverktyg. På ett pedagogiskt sätt visade han hur kravbildningen för ett laserprocessverktyg hänger ihop enligt följande sambandskedja, där allt börjar med kraven från processen, t ex lasersvetsning, och slutar med en driftsäker anläggning:

- processkraven (processstyp, processfönster, kvalitetskrav, cykeltid)
- processverktyget (hur det stöder processen och påverkar systemdesignen)
- roboten (räckvidd, nyttolast, noggrannhet, styrmöjligheter)
- säkerheten (riskanalys, mekaniska skydd, elektriska förreglingar)
- systemets design (operatörsvänlighet, tillförlitlighet, kostnadseffektiv installation)
- mjukvaran (styrningen av process, robot och fixtur; kommunikationen)
- säker drift (fungerande anläggning över lång tid)

Permanovas egna systemerfarenheter från kundleveranser av kompletta system återförs hela tiden till processverktygens uppbyggnad. Skyddsglasövervakningen CSM är ett typiskt sådant exempel, där ett viktigt verktygsskydd övervakas, med automatiska larm i god tid innan en välkontrollerad, snabb åtgärd behöver göras (byte av skyddsglas mellan två svetscykler), i stället för att riskera ett längre driftsavbrott, se bild 6.

Processverktyget har ofta hand om en viktig del av fixtureringen, vilket bland många andra exempel tydligt exemplifierades av ett svetsverktyg med fogföljning, och en dubbelrulle. Verktyget körs "normalt" med en grundläggande enkelrulle, som trycker uppifrån t ex vid en vanlig kantsvetsning i biltak, där stöd under finns. När ett sådant stöd saknas, fälls en undre stödrulle automatiskt ned i verktyget, och svetsfogen kläms ihop utan tryckkraft på bilen eller aktuell produkt i övrigt, se bild 7 på dubbelrulleverktyget med fogföljning.

Urban visade också flera exempel där Permanova-verktyg är i drift, med höga krav på tillgänglighet. Bl a nämndes flera svetsapplikationer för ABB, Volvo Personvagnar, Karmann och Volkswagen Nutzfahrzeuge, samt variant-skärapplikationer för både Ford och Volvo Personvagnar.

Laserhybridsvetsning

Lars-Erik Strid, ESAB, gav oss en inblick i laserhybridsvetsningens mysterier, se princip, bild 8. ESAB har ju ett samarbete inom detta område med Permanova, och har efter en start hos Permanova numera ett eget applika-

tionslab, för att möta de ökade behoven inom detta område.

Både CO₂- och solid-statelasrar används här i kombination med en traditionell svetsprocess, framför allt MIG/MAG-svetsning. Även här ger fiberöverförd stråle (dvs solid-state-lasrar som Nd:YAG-, fiber- och disklasrar är aktuella) stora systemfördelar med flexibiliteten att kunna bygga robotbaserade system, till det yttre snarligt vanlig robotiserad bågsvetsning.

Lars-Erik berättade i detalj om tekniken bakom och fördelarna med hybridprocessen, exempelvis att kunna kombinera lasersvetsens djup och hastighet med bågsvetsningens större tolerans mot spalter i fogen. Här gör också legeringsmöjligheten att lasern blir aktuell för ett större tillämpningsområde för t ex avancerade höghållfasta material. Tillämpningsexempel nämndes, bl a hybridsvetsning av teleskoperande rör i lyftkranar, osv, se bild 9.

Lasersvetsning av nya Volvo C70

Niclas Palmqvist, Volvo Personvagnar, berättade om Volvo C70, där Pininfarina Sverige AB för Volvos räkning producerar den nya bilen i Uddevalla (Permanova har även denna gång levererat den kompletta laserstationen, förra gången det begav sig i Uddevalla var 1997). Niclas rekapitulerade kort Volvos historik när det gäller lasersvetsning, som började ca 1988 med ett CO₂-gantry på Pilot Plant i Torslanda, och en även för laservärlden tidig start med taksvetsning i produktionen 1991 i Gent och 1994 i Torslanda.

Volvo C70 har världens första 3-delade hard-top-tak, kallat RHT (Retractable Hard Top), se bild 10. Lasermässigt blev det en avancerad station med 1 st 4 kW Nd:YAG-laser, 3 robotar och 4 laserprocessverktyg (både svetsning och lödning).

Huvudpoängen var att höja bilkarossens torsionsstyvhet (det är ju en extra svårighet för en cab). En del av detta åstadkoms med att tröskelbalkens tvärsnittsarea kunde ökas med lasersvetsning, då tidigare punktsvetsnings flänsar kunde minskas avsevärt (instegshöjd i bilen och markfrigång sätter ju begränsningar både ovan-och underifrån för balkens dimension). I övrigt görs också en svetsning i A- och B-stolpe och en lödning i A-stolpe. Tröskelbalksvetsningens verktyg utrustades med en dubbelrulle, motoriserad fokusinställning och dubbelriktad fogföljning, se bild 11.

En av robotarna bär ett avancerat dubbelt verktyg. Det ena är avsett för lödning, det andra för svetsning. Svetsdelen är utrustad med två stycken undanfällbara tryckfingrar för maximal åtkomst i korta svetsar på A-stolpen.



Niclas beskrev också det omfattande förprojekt som föregår en så avancerad laserstation. På produkt-, verktygs- och stationsnivå tar man tidigt fram RobCad-modeller, och simulerar alla förlopp. Innan dess har man redan ett omfattande svetsstest- och utvärderingsprogram bakom sig i prototyper och förserie, som utsätts för alla möjliga tester.

Hur gick det med styvheten i kaross? Jodå, den blev mer än 2,5 ggr styvare än i gamla C70 (utöver alla andra förbättringar, förstås...).

Och att det var en grann bil kunde vi alla se, eftersom Niclas hade vänligheten att parkera ett rött exemplar i Permanovas systemhall för allmänt beskådande under seminariet, se bild 12.

Lasersvetsning av plattvärmeväxlare

Bo Göran Nilsson, Alfa Laval Lund, berättade om fördelarna med att lasersvetsa plattvärmeväxlare. Dessa finns i många plattstorlekar, med upp till flera m svets per plattpar.

Huvudvolymen är i rostfritt utförande, med överlappsfog i konturer och porthål, med typiskt 0,6 + 0,6 mm tjockt material. Även mer exotiska material som t ex titan används. Med svetsade koncept reduceras mängden packningar drastiskt, och lasern är den svetsmetod

som ger tillräckligt små deformationer och tillräcklig svets hastighet. Även andra produktutföranden har successivt introducerats genom åren med andra svetsgeometrier.

Lasersvetsningen började för Alfa Laval del redan ca 1980 med utveckling och legoproduktion hos Perma-scand. Första egna produktionsanläggningen i Lund togs i drift år 1991, en 3 kW CO₂-laser med CNC-system, med Permanova som leverantör. Permanova har sedan dess haft förmånen att få leverera ytterligare 3 snarlika CO₂-laserbaserade system, men på senare tid också flera robotbaserade Nd:YAG-lasersystem. Systemen utgör goda exempel på vad som händer när en produkt- och produktionskunnig kund går in i ett nära samarbete med en laserintegratör som behärskar laserprocessverktyg-delen och lasersystemintegrationen.

Din väg till lönsam produktion – Moduluppbyggda laser-robot-celler

Magnus Andersson, Permanova, tog det första tunga passet efter lunchen och presenterade Permanovas modul-uppbyggda laser-robot-celler, där en standardisering drivits så långt som möjligt, se bild 13. Laserprocessverktyg, växlingsbord, gaspaneler, övriga lägesställare, cell-hus, säkerhetspaket, robotdresspaket, osv utgör

delar i denna standard.

Magnus berättade också om det som är väl så viktigt för kunden, dvs hela processflödet i anslutning till laser-robot-cellen. I korthet identifierades följande steg:

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

Magnus berättade i övrigt kring ett verkligt exempel hur en typisk cell ser ut. Han betonade att val av laser- och robot-fabrikat oftast sker i samråd med kunden, som ju i många fall redan har ett visst fabrikat i sin fabrik.

Standardiseringen av cellerna gör bl a att ett ökat fokus kan göras på kundspecifika tillägg, och att idrifttagning hos kund blir en snabb process.

Magnus vänder sig till kundsegmenten utanför bilindustrin, dvs normal övrig mekanisk tillverkningsindustri i framför allt Norden och Baltikum.

Överföring av lasereffekt via optiska fibrer – State of the art

Sven-Olov Roos, Optoskand, tog sig med sedvanlig pedagogisk skärpa an uppgiften att förklara hur en fiber fungerar, hur utvecklingen varit och vad som är på gång. Vem kunde tro att fiberprincipen upptäcktes redan 1870, då man såg att ljus kunde ledas i en vattenstråle? Eller att man redan på 1970-talet började fundera över att leda högeffekt-laserstrålar i kvartsfibrer?

Och det har verkligen hänt en del de sista 15-20 åren. 1989 överförde man några hundra W med 1 mm kärndiameter, idag klarar man 10 kW med 0,3 mm kärndiameter!

Principen är ju att en kärna av kvarts (högt brytningsindex) omges av en sk cladding (lägre brytningsindex). Om man fokuserar in laserljuset i fiberändan, inom en fiberkaraktäristisk acceptans-vinkel, kommer laserstrålen att totalreflekteras vid övergången mellan fiberkärnan och claddingen, se bild 14. Förluster görs egentligen bara vid inträdet i resp utträdet ur fibern, då fysiklagar gör att varje övergång mellan olika brytningsindex kostar förluster (från luft till kvarts resp från kvarts till luft). Gör man inget åt det, kostar det totalt 6-8 % förluster! Är man listig, som Optoskand, tar man bl a patent på en kvartskuts som appliceras i vardera fiberändan. Därmed har man med den större ytan dels möjliggjort antireflex-

behandling, och dels minskat effekttätheten. Förlusterna går ned till ca 1 - 2 %, och högre lasereffekter och bättre strålkvalitet (effekttätheter > 108 W/cm²) kan överföras. Och inte minst viktigt, tillsammans med en modestripper tar man rätt på t ex återreflexer, om t ex laserprocessen av någon anledning går ur fokus (man klarar 1 kW återreflex i 30 sekunder utan problem), se bild 15.

Och vad nytt? Tja, en fiberkärna behöver inte ha ett cirkulärt tvärsnitt. Så pass upp, fyrkantfibern är på gång, se bild 16.

Det vattnas i munnen på en som slitit med härdning med CO₂-laser. Tänka sig, gratis (nåja...) fyrkant top-hat-mode, och en kortare våglängd som absorberas utan tjafs med sot, målning eller annan absorberande ytbeläggning för laserstrålen.

Och inte så dumt för påsvetsning heller!

Pay-back-kalkyl vid lasersvetsning

Magnus Andersson, Permanova, avslutade föredragsdelen med att presentera en enkel och effektiv kalkymodell för att snabbt kunna kolla om en lasersvets/skär eller annan -process är en lönsam investering, och hur den står sig mot existerande konventionella process (t ex bågsvetsning).

Lasersidans ingångsdata är, utöver rena processparametrar, mediaförbrukning, operatörslönen etc, en snabb budgetkalkyl för investeringen. Tillsammans med kunden fyller han i ett excel-ark, där kundens egna timkostnader, förbrukningsmaterial-kostnader osv används. Därefter går det blixtnsnabbt att utvärdera olika produktårsvolymer inverkan på tillgänglig produktionskapacitet osv.

Resultatet är också ett kraftfullt hjälpmedel i kundens interna budgetprocess, vid dragningar för ledningsgruppen och styrelsen osv.

Avslutning

Efter föredragen fick deltagarna möjlighet att mingla, och, i olika visningsstationer, se svetsning med fogföljning i laser-cell, olika processverktyg för skärning, svetsning, lödning och kalltråds- och hybridsvetsning, se bild 17. Offline-programmering och arbetssätt för cellen visade i en station, och till sist fick också varje deltagare lasermärka sitt eget exemplar av ett multiverktyg (vad annars!) för den egna hobbyverksamheten. Märkningen gjordes i en EasyMark lasermärkstation från Rofin-Sinar, lättskött som och, i utseende och format, lik en mikrovågsgugn.

Av eftersnacket (och våra senare uppföljningar) framgick att evenemanget var mycket uppskattat. Så håll utkik, vi kommer att göra om det nästa år!

Lättviktsutmaningar inom bilindustrin viktsbesparingar genom att använda olika material

av Johnny K. Larsson, Volvo Personvagnar bearbetad av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

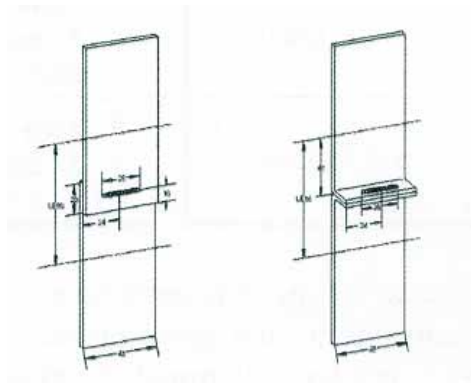
Lasersvetsning av höghållfast rostfritt stål och höghållfast zinkbelad plåt ger en intressant materialkombination för framtidens bilkarosser visar en studie som gjorts av Volvo Personvagnar.

Det finns olika scenarier för bilindustrin att minska vikten på sina karosser. Ett sådant är att använda en kombination av olika material med huvudmålet att finna det mest effektiva materialet i varje detalj eller system med hänsyn till karossens prestanda och kravuppfyllelse. Vid sidan av att undersöka vanliga lättviktsmaterial som aluminium, magnesium och polymera material så riktas också mycket uppmärksamhet mot rostfritt stål. Volvo har i en studie undersökt lasersvetsbarheten för HyTens™1300 (varumärke tillhörande Outokumpu Stainless Oy). Materialet, som är ett austenitiskt rostfritt stål, uppvisar mycket bra formningsegenskaper och förhållandevis goda svetssegenskaper. Med sina höga värden för sträck- och brottgräns så finns det en chans att minska tjockleken på materialet i formade detaljer. Därför var det intressant att undersöka möjligheten att lasersvetsa HyTens™1300 och ett zinkbelagt tvåfas-stål, Dogal 600DP i olika tjocklekskombinationer. I studien undersöktes både processtabiliteten och hållfasthetsdata för statisk- och utmattningsbelastning.

Vid lasersvetsförsöken så bestämdes den minsta svetsbredden till 90 % av tjockleken på den tunnaste plåten för varje kombination. Det gick dock inte att realisera för kombinationen 1.5 mm HyTens 1300/1.65 mm Dogal 600. Det skulle ha givit en svetsbredd på 1.35 mm vilket bara kan åstadkommas med en så låg svets hastighet att svetsen skulle komma att uppvisa stora nedsjunkningar.

Lasersvetsningen gjordes med en 4 kW Nd:YAG-laser utan tillsatsmaterial. Den tunna plåten placerades ovanpå den tjockare och processen optimerades att uppfylla kravet på svetsbredd med högsta svets hastighet. Svetsarna skulle också uppfylla Volvos interna standard VCS 5605,517.

Statisk provning gjordes enligt Volvos standard VCS 5601,039 och tester utfördes både som skjuv- och fläk-



Figur 1. Lasersvetsade provstavar för skjuvprov (t.v.) och fläkprov.

prov, figur 1. Varje testserie bestod av 10 provstavar och medelvärden samt spridning för sträckgräns, brottgräns, förlängning och energiupptagning registrerades.

Utmattningsprovning gjordes enligt Volvo standard VCS 5601,059. Den fria längden vid inspänningen av proverna var 80 mm. Provningen gjordes med ett R-värde (F_{min}/F_{max}) på 0.1 och med frekvens 5 Hz i området med kort livslängd och 20Hz i områden med lång livslängd.

Resultaten visas i tabell 5.

Resultaten visar att en materialkombination av höghållfast rostfritt stål som HyTens™ 1300 och höghållfast zinkbelagd stål som Dogal 600DP ger bra lasersvetsbarhet och en robust svetsprocess.

Dragprovningen indikerar att svetsbredden är den dominerande faktorn för hållfasthet både för skjuvning och fläkning, med undantag av kombinationen 0.7 mm HyTens™ 1300 / 0.8mm Dogal 600DP.

Från tidigare undersökningar så har man också sett att svetsbredden är viktig för utmattningshållfastheten. Därför är det dåliga resultatet för kombinationen 0.7 mm HyTens™ 1300 / 0.8mm Dogal 600DP lite svårt att förklara. Ett antagande är att eftersom den kombinationen har en mindre total tjocklek än övriga kombinationer, så kommer den att vara mindre styv och kan tendera att rotera runt svetsen vilket ger ett större inslag av fläkning, som inverkar skadligt på utmattningsegenskaperna.

Tabeller

Tabell 2-3 summerar testresultaten och tabell 4 visar de optimala parametrarna för varje kombination.

		HyTens 1300		
		t=0.7 [mm]	t=1.0 [mm]	t=1.5 [mm]
Dogal 600 DP	t=0.8 [mm]	Rp0.2 9.26 kN Rm 9.80 kN	Rp0.2 11.05 kN Rm 11.63 kN	Rp0.2 11.23 kN Rm 11.56 kN
	t=1.2 [mm]	Rp0.2 10.51 kN Rm 11.98 kN	Rp0.2 11.43 kN Rm 13.25 kN	Rp0.2 15.54 kN Rm 16.24 kN
	t=1.65 [mm]	Rp0.2 * kN Rm 13.11 kN	Rp0.2 * kN Rm 13.64 kN	Not tested

*) For these materials combinations the specimens broke before reaching a 0.2% elongation.

Tabell 2. Resultat från dragprovning av lasersvetsade prover vid skjuvning

		HyTens 1300		
		t=0.7 [mm]	t=1.0 [mm]	t=1.5 [mm]
Dogal 600 DP	t=0.8 [mm]	P 4 kW v 7.4 m/min s 0.67 mm	P 4 kW v 7.0 m/min s 0.78 mm	P 4 kW v 5.0 m/min s 0.78 mm
	t=1.2 [mm]	P 4 kW v 5.7 m/min s 0.63 mm	P 4 kW v 5.0 m/min s 0.94 mm	P 4 kW v 4.0 m/min s 1.13 mm
	t=1.65 [mm]	P 4 kW v 5.0 m/min s 0.63 mm	P 4 kW v 5.3 m/min s 0.99 mm	Not possible to fulfill min. s-value requirement of 1.35 mm

Tabell 4. Optimala parametrar vid svetsning av provstavar. P= lasereffekt, v= svets hastighet, s= svetsbredd

Annonsering i Lasernytt

- Medlemmar betalar 4.500 kronor för en helsidesannons och 3.000 kronor för en halvsideannons.
- Icke medlemmar betalar 9.000 kronor för en helsidesannons och 6.000 kronor för en halvsideannons.

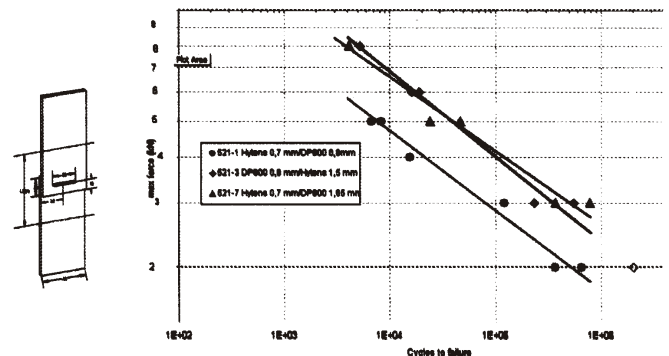
För ytterligare information kontakta Per Westerhult, Lasergruppens kansli, tel. 08-791 29 37
email. per.westerhult@svets.se

		HyTens 1300		
		t=0.7 [mm]	t=1.0 [mm]	t=1.5 [mm]
Dogal 600DP	t=0.8 [mm]	X	X	X
	t=1.2 [mm]	X	X	X
	t=1.65 [mm]	X	X	(X)

Tabell 1. Testmatrix för undersökningen (skuggade kombinationer var ursprungligen avsedda för utmattningsprovning).

		HyTens 1300		
		t=0.7 [mm]	t=1.0 [mm]	t=1.5 [mm]
Dogal 600 DP	t=0.8 [mm]	Rp0.2 2.12 kN Rm 3.28 kN	Rp0.2 1.75 kN Rm 3.08 kN	Rp0.2 1.53 kN Rm 3.08 kN
	t=1.2 [mm]	Rp0.2 2.52 kN Rm 2.67 kN	Rp0.2 3.88 kN Rm 4.68 kN	Rp0.2 3.10 kN Rm 4.20 kN
	t=1.65 [mm]	Rp0.2 2.61 kN Rm 2.80 kN	Rp0.2 2.72 kN Rm 3.02 kN	Not tested

Tabell 3. Resultat från dragprovning av lasersvetsade prover vid fläkning



Tabell 5. Resultat från utmattningsprovning, skjuvning.

Kommande nummer av Lasernytt

- Temat för Lasernytt nr 3/2006 kommer att vara "Svetsning", utkommer i mitten av december.
- Temat för Lasernytt 1/2007 kommer att vara "Nya laserkällor", utkommer under v. 18, 2007:

KONFERENSER och MÄSSOR 2006/2007

Oktober 2006

- 12 Laserdag II, FORCE Technology
Bröndby, Danmark
Per Westerhult
- 30 25th International Congress on
application of Laser & Electro Optics,
ICALEO, Scottsdale, Arizona, USA.
Konferensen pågår till den 2 november, se
www.icaleo.org

November 2006

- 16 Workshop - Lasersvetsning, Volvo Cars
Olofström
Per Westerhult

Januari 2007

- 17 MP4PL 20 - The 20th Meeting on
Mathematical Modelling of Materials
Processing with laser,
Insbruck, Österrike. Seminariet pågår till
den 19 januari, se även
www.lasergruppen.eu

April 2007

Seminariet "Laserteknik - möjligheternas
teknik".
Datum och ort ej fastställt ännu.
Per Westerhult

Maj 2007

- 10 Lasergruppens årsmöte och Laserdag I.
Tema: Nya laserkällor,
GETRAG All Wheel Drive AB, Köping
Per Westerhult

Augusti 2007

- 20 11th Nordic Conference in Laser
Processing of Materials (NOLAMP)
Lappeenranta, Finland, se även
www.nolampjoin2007.fi

Nya medlemmar i Lasergruppen

Av Per Westerhult, Lasergruppen

Efter ett antal år av stagnation av nya medlemmar till Lasergruppen, så skedde en kraftig medlemsökning första halvåret 2006.

En anledning till denna positiva trend kan vara att Lasergruppen flyttade sitt kansli till Svetskommissionen vid årsskiftet 2005/06, vilket har medfört att Lasergruppen befinner sig nu i en omgivning med omfattande kunskap och erfarenhet inom skär- och fogningsteknikens olika områden.

Följande företag har tillkommit under 2006 (till och med augusti):

- Azpect Photonics AB, Södertälje
- Comlase NT AB, Stockholm
- Duroc Engineering i Göteborg AB, Göteborg
- Duroc Engineering i Umeå AB, Umeå
- GETRAG All Wheel Drive AB, Köping

- Ferruform AB, Luleå
- Lasernova AB, Östersund
- Pepab Produktionspartner AB, Söderhamn
- Prima Scandinavia AB, Göteborg
- Sandvik Materials Technology AB, Sandviken
- Tetra Pak Dairy & Beverage Systems AB, Lund
- ThyssenKrupp Tailored Blanks Sweden AB, Olofström
- Transpo Konstruktions AB, Älmhult
- Trestad Laser AB, Trollhättan
- Volvo Construction Equipment AB, Eskilstuna

Vi hälsar dessa nya medlemmar välkomna till Lasergruppen och ser fram emot ett bra samarbete framöver. På Lasergruppens "nya" hemsida www.lasergruppen.eu finns en förteckning på samtliga medlemsföretag med kontaktpersoner.