

LASER

I-05

nytt

**Lasertech LSH
nyinvesterar
för kraftfull
lasersvetsning**



- Få nyheter på ICALEO ■ Svetskommissionens forskningsseminarium
- Omfattande kundanpassning i lastbilsproduktionen i Tuve ■ NOLAMP 10
- Prisbelönt examensarbete ■ Lasersvetsade "Tailored Blanks" i bilindustrin
- Seminarium hos Volvo Lastvagnar ■ 2004 bästa året för Volvo Lastvagnar

LASER nytt

Lasernytt utkommer med 3 nummer/år och ges ut av
Lasergruppen inom Teknikföretagen
Box 5510, 114 85 Stockholm
Telefon: 08-782 08 78
Fax: 08-660 33 78

Redaktör

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

Redaktionellt arbete och kansli

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

Lasernytt på Internet

www.lasergruppen.org

© Lasergruppen inom Teknikföretagen,
www.branschgrupperna.se

Produktion: Breakwater Publishing AB,
www.breakwater.se, info@breakwater.se

Tryck: Majornas Copyprint, Göteborg 2005

- 3 Få nyheter vid 2004 års ICALEO-konferens
- 15 Lasersvetsade "Tailored Blanks" i bilindustrin
- 18 Lasertech LSH i snabb expansion
- 20 Svetskommissionens forskningsseminarium
- 21 Prisbelönt examensarbete i lasersvetsteknik
- 22 Laserseminarium hos Volvo Lastvagnar
- 23 Omfattande kundanpassning i lastbilsproduktionen i Tuve
- 23 2004 bästa året för Volvo Lastvagnar
- 24 NOLAMP 10 – den nordiska laserkonferensen åter i Sverige



T.v. en flasköppnare och en dörrhandtagsknopp, tillverkade med lasersintring. T.h. den bärande strukturen i flasköppnaren. Läs mer om lasersintring i reportaget från ICALEO.

Annonsering i Lasernytt

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

För ytterligare information kontakta Per Westerhult, Lasergruppens kansli, tel. 08-782 08 60.





Få nyheter vid 2004 års ICALEO-konferens

Rapport från 23rd ICALEO, San Francisco, CA, USA, 4–7 oktober 2004

Av Johnny K Larsson, Volvo Cars

Fjolårets ICALEO-konferens gick av stapeln på Marriot Airport Hotel i San Francisco 4–7 oktober, och i och med att konferensen var förlagd till "the Golden State", gavs rika tillfällen till att kombinera nytta med nöje i form av diverse turistattraktioner. Besök vid Golden Gate-bron är naturligtvis ett måste och vidare kunde vi prova på att åka med de klassiska "cable cars" upp och ner för Knob Hill, beblanda oss med den stora kinesiska befolkningsgruppen i China Town, eller varför inte ett besök på den klassiska, rymningssäkra fängelseön Alcatraz. Fängelset togs ur bruk på 1970-talet och är idag ett populärt naturreservat.

I vanlig ordning hälsade Peter Baker, LIA (*Laser Institute of America*) executive president, oss välkomna till denna den 23:e ICALEO-konferensen i ordningen och uttryckte sin glädje över att se så många delegater som 385 stycken, representerande 27 länder, närvarande. Detta var emellertid en nedgång i antalet deltagare jämfört med föregående år då mer än 450 personer hade tagit sig till Jacksonville, Florida. Därmed uppstår självklart frågan om huruvida det är meningsfullt att arrangera ICALEO varje år. Personligen skulle jag tro att konferensen vore behjälpt om den i stället förlades med tvåårsintervall, eftersom ett av mina huvudintryck från ICALEO 2004 var att det var inte många nyheter som presenterades, och att man snarare satsar på kvantitet vad gäller antalet papers, istället för på kvalitet vad gäller innehållet i desamma.

Naturligtvis var majoriteten av deltagarna från USA, vilket gör att konferensen får en typisk amerikansk prä-

gel. Därför förekom det mycket inch, ipm (inch per minute) och psi (pounds per square inch), så det var viktigt för oss europeer att vi inte hade glömt vår "Conversion Table" hemma. Om vi ser på den nordiska representationen hade Danmark en delegat i form av Dr. Claus Bagger, IPU (*Instituttet for Produktudvikling*, vid Danmarks Tekniske Universitet i Kongens Lyngby), Sverige två (undertecknad samt Bo Nilsson från *Alfa Laval*),



medan inte mindre än 14 kollegor från vårt östra grannland

Finland sökt sig till konferensen. Vid senare samtal med professor Veli Kujanpää och Dr. Anti Salminen framgick det att teknologerna i Finland får statliga bidrag just för att resa till internationella konferenser av det här slaget och där ge presentationer. Det är bara att lite avundsjukt konstatera att de utbildningsmässiga förutsättningarna är något olika mellan de nordiska länderna. Samtidigt vill jag redan nu påpeka att många av de finska presentationerna var klart intressanta och många var inriktade mot nya, innovativa användningsområden för laserteknik i tillverkningsindustrin. Några av de mera spännande vill jag återkomma till längre fram. Annars var det som sagt lite brist på "ögonlyftare" och många papers tenderar till att handla om väldigt akademiska studier där man kan fråga sig var man skall kunna tillämpa de nya forskningsresultaten.

Liksom de senaste åren var konferensen uppdelad i två "huvudspår"; Laser Materials Processing (LMP), där Anthony (Tony) Hoult från *Coherent Inc.* (Santa Clara, CA), tjänstgjorde som ordförande, och Laser Microfabrication (LMF), där Andreas Ostendorf från *Laser Zentrum Hannover e.V.* (Hannover, GER) var den som höll i taktpinnen. Men första dagen inleddes med den traditionella "Plenary Session" där Dr. Raj Patel, *3R&M Consulting Services* (Fremont, CA) agerade ordförande.



Tre "laserrävar" med tunga ordförandeuppdrag under ICALEO 2004. Fr.v. Dr. Raj Patel (Plenary Session), Tony Houlton (Laser Materials Processing) samt Andreas Ostendorf (Laser Microfabrication).

Huvudtalare var Mr. **Anthony Siegman** från *Stanford University* (Stanford, CA), som gav ett historiskt kalejdoskop över hur ljus teknologi använts för att skapa och sprida olika former av information. Från Isaac Newtons (1666) upptäckt att kunna bryta ljuset i olika färger med hjälp av ett prisma, över Fraunhofers idé med att kombinera ett teleskop med spektroskopi, laserutvecklingen med Ted Mainmans rubinlaser (17 maj, 1960), Kumar Patels CO₂-laser samt Joe Geusics Nd:YAG-laser, fram till dagens optiska fibrer och den exponentiella utveckling som skett och sker med information via Internet.

Annars var nog den i mitt tycke mest intressanta presentationen under plenary-sessionen den som hölls av professor **Stephen Chou** från Department of Electrical Engineering vid *Princeton University* (Princeton, NJ). Här handlade det om en teknik benämnd LADI (Laser Assisted Direct Imprint). Man kan forma ytor på nanostrukturnivå genom att med en excimer-laser med 308 nm våglängd skjuta pulser om 20 ns genom ett transparent formverktyg. Härigenom får man en mycket lokal uppsmältning av arbetsstyckets yta, varpå formverktyget med ett tryck på mellan 10–20 atmosfärer kan forma detta smälta toppskikt till önskad form. Hittills hade

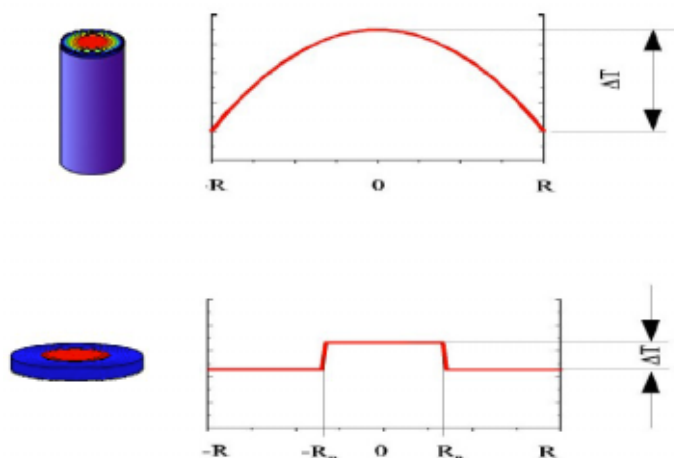
man mest arbetat med enkla tvådimensionella rutmönster (med en storlek på cirka 10 nm) på plana provkroppar i material som Si, Cu och Au, men man såg en möjlighet att kunna överföra tekniken till mer komplicerade former och mönster. En annan variant var en form av lokal påsmältning av annat ytmateriel och där det använda formverktyget var så utformat att slutprodukten skulle få en plan toppyta. I detta fall kallades tekniken för PLADI, där P:et står för "Planarization". Materialet i formverktyget kan vara allt från kork till diaman, huvudsaken är att materialet ej absorberar laserljus!

Forum on: The Next Generation of Industrial Lasers

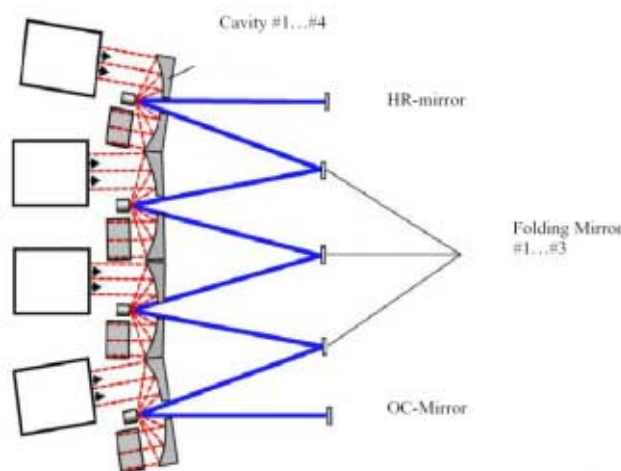
En paneldiskussion med inledande presentationer som jag tror att många av de närvarande sett fram emot var den som inledde andra dagens sittningar. Här skulle vi få svaret på vilken som var morgondagens lasertyp av disk-laser, fiberlaser eller diodlaser. Säkre **Paul Denney** från *Edison Welding Institute (EWI)*, Columbus, OH) skötte mötesförhandlingarna och på podiet, representerande de olika lasertyperna, fanns:

- Disklaser, Mr. **Timothy Morris**, *Trumpf Inc.*, Plymouth, MI
- Fiberlaser, Mr. **Bill Shiner**, *IPG Photonics Corp.*, Oxford, MA
- Diodlaser, Mr. **John Haake**, *Nuvonyx Inc.*, Bridgeton, MO

Mr. **Morris** inledde med att berätta om State-of-the-Art vad gäller Trumpfs disklasrar. Skivan som exciteras genom diodpumpning är ungefär 10 mm i diameter och 0.1–0.3 mm tjock. Detta gör att temperaturprofilen i skivan blir jämn och att s.k. "thermal lensing" (termisk distorsion) undviks [Figur 1]. Ur en enda sådan skiva kan man idag ta ut 1 kW i lasereffekt. *Trumpfs* kraftfullaste



Figur 1. Temperaturdistributionen i Nd:YAG-mediet för en stav- respektive disk-laser.



Figur 2. Principen för Trumpfs 4kW disklasrar med 4 stycken kaviteter.



Figur 3. Ett form-
verktyg skapat
genom laserformning
eller DPMD (Direct
Powder Metal
Deposition).

produkt är på 4 kW, där man på ett sinnrikt sätt kopplat samman 4 kaviteter [Figur 2]. Strålkvaliteten påstås vara 7 mm*mrad vilket gör transmission genom en 200 μ m fiber möjlig. Denna strålkvalitet lämpar sig synnerligen väl för skärning av tunt material såsom 0.1–0.2 mm tjockt rostfritt, men också vid s.k. ”scanner”-svetsning.

Disklasern är basen i en av *Trumpfs* senaste produkter, den s.k. TRUMAFORM©. Det är en maskin för depositionsteknik, eller som min kollega Hubert Wilbs hellre vill kalla det: laserformning. Genom att i en kontrollerad skyddsgasmiljö ”scanna” laserstrålen över en pulverbädd, smälter och stelnar man pulvret lokalt. Därpå tillförs nästa pulverskikt (tjocklek cirka 50 μ m) vilket ”scannas” på samma sätt, och sålunda kan man med denna teknik bygga upp fullt funktionsdugliga metalliska produkter. Den långa tillverknings tiden gör att tekniken i första hand används vid prototyp tillverkning, men finessen är att man kan jobba med metalliska pulver, och eftersom det inte är frågan om någon sinteringsteknologi kan man få produkter som egenskapsmässigt är likvärdiga med de som kan förväntas bli framtagna medelst en högvolyms teknik [Figur 3].

Vi har ju under senare år sett en explosionsartad utveckling då det gäller effekterbjudandet från s.k. fiberlasrar. 10 kW finns redan kommersiellt tillgängligt, och en sådan enhet finns i Europa hos *SLV (Shweisstechnische Lehr- und Versuchsanstalt, Mecklenburg-Vorpommern)* i Rostock. En dylik laser är uppbyggd av 27 stycken 370 W moduler och ger en strålkvalitet på 11 mm*mrad. Denna förnämliga stråle kan med fördel distribueras via en 100 μ m optisk fiber. Men *IPG Photonics* (Oxford, MA), som väl får anses som den dominerande aktören då det gäller denna typ av laserkällor nöjer sig inte med detta. Deras sympatiske representant Mr. **Bill Shiner** kunde nu berätta om ännu högre effekter. En sak som gör detta möjligt är att företaget sedan december 2003 har tillgång till enkelfibrer (single mode fibre) som

individuellt kan erbjuda 1 kW uteffekt. Således har *IPG* numera en 20 kW enhet till beskådande i laboratoriet i Oxford, och Mr. Shiner menade att fiberlasrar med 50 kW uteffekt ligger inte alltför långt borta i framtiden. 20 kW-lasern är uppbyggd av 50 stycken 400 W-moduler plus ytterligare två reservmoduler i den händelse någon av de ordinarie skulle falla. BPP (Beam Parameter Product) är 12 mm*mrad och stråldistributionen sker genom en 200 μ m fiber. Verkningsgraden för lasern ligger kring 30 % och den optiska verkningsgraden över 65 %. En intressant iakttagelse är den att verkningsgraden eller WPE (Wall Plug Efficiency) tycks öka med ökad lasereffekt.

På den inte oväntade frågan om förväntad livslängd på laserdioderna svarade Mr. Shiner glatt att man idag räknar med över 100,000 driftstimmar innan diodbyte. Lika glad var han emellertid inte över följdfrågan som löd varför *IPG* i så fall inte kan erbjuda mer än 2–3 års garanti på sina diodpaket.

Mr. Shiner förväntade sig att se ytterligare förbättringar under 2005 vad gäller fiberlasrarnas strålkvalitet. 4 kW skulle kunna erbjudas med en strålkvalitet på 2.5 mm*mrad, och dito 10 kW med 4.5 mm*mrad. Man kan bara häpna inför dessa målsättningar! Avslutningsvis påstod man sig ha levererat ett ”underhållsfritt” fiberlasersystem till en japansk biltillverkare för svetsapplikationer från 1 m avstånd.

Mr. **John Haake** och hans företag *Nuvonyx Inc.* (Bridgeton, MO) har ju en lång tradition då det gäller direktverkande diodlasrar med hög effekt (HPDL = High Power Diode Laser). I sortimentet ingår lasrar på 1–4 kW uteffekt, där den senare har modellbeteckningen ISL-4000L. En av de stora fördelarna med diodlasrar är att det våglängdsområde, t.ex. 808 nm, som de arbetar i ger en högre absorption av laserstrålningen in i arbetsstycke eller tillsattematerial jämfört med laserkällor med längre våglängder. Mr. Haake visade sedan på en mängd applikationsexempel, varav några sammanfattas nedan, och där vissa av de industriella installationerna uppvisar tillgänglighetssiffror mellan 99.6–99.9%.

- Selektiv härdning av vevaxlar åt *Caterpillar*.
- Svetsning av missil-kanistrar åt *United Defense*, där MIG-svetsning ersatts med lasersvetsning, vilket resulterat i 12 gånger mindre distorsion av de svetsade detaljerna och 5 gånger mindre förbrukning av tillsatstråd.
- Kiselbronslödning åt *General Motors (GM)*.
- Avverkning av ytbeläggningar och lackskikt med en avverkningshastighet på 40 m²/tim.
- Laserpåläggning av Inconel625, där man visade på en 95%-ig utnyttjandegrad av det pålagda pulvret.

Slutligen nämnde Mr. Haake några ord om LISI (Laser Induced Surface Imprimment). Det handlade om att impregnera en yta, där man först sprutade en vattenlösning beläggning på ytan som skulle behandlas, och där man med en diodlaser sedan smälte in detta substrat i ytan.

Siste talare i detta forum var Mr. Stan Ream från *Edison Welding Institute* (EWI, Columbus, OH) som inledde med att berätta att det är den amerikanska bilindustrin som kan uppvisa flest installationer av högeffektlasrar, eller cirka 200 stycken, i landet. Två huvudsakliga användningsområden går att identifiera: ämneskarvning med laser (TWB = Tailored Welded Blanks) samt svetsning av transmissionsdetaljer, vilket ju har en lång tradition i USA. Däremot är förekomsten av tredimensionell svetsning av tunnplåt i bilkarosser inte tillnärmelsevis lika utvecklad som den är här i Europa. De enda idag, av mig kända, applikationerna är taksvetsningen av de nya *Ford*-modellerna 5000 och FreeStyle i företagets Chicago-fabrik.

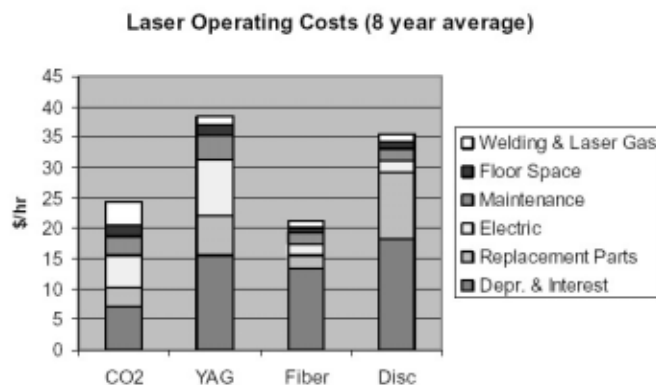
Mr. Ream hade också tagit på sig den delikata och kanske också kontroversiella uppgiften att på något sätt värdera de olika lasertyperna mot varandra. Han hade valt en form av svetsningseffektivitet ("melt rate") uttryckt i mm³/kJ, d.v.s. smält volym i förhållande till levererad energi, samt ställt detta värde i förhållande till driftskostnaden per timme [Tabell 1 & Figur 4].

TABELL 1. "SVETSNINGSEFFEKTIVITET" SOM EN JÄMFÖRELSE MELLAN OLIKA LASERTYPER

	Driftskostnad [\$/tim]	Svetsnings-effektivitet [mm ³ /J]	Kostnad [\$/mm ³]
CO ₂ -laser	24.27	0.261	2.58
Lamppumpad Nd:YAG-laser	38.33	0.205	5.19
Fiberlaser	21.31	0.195	3.04
Disklaser	35.43	0.248	3.97

Denna tabell ledde inte oväntat till en tidvis från debatt då några av laserleverantörerna ansåg sig vara förfördelade. Sålunda menade man på att man i beräkningarna inte tagit hänsyn till t.ex. svetsbredden, vilken vid vissa överlappssvetsar kräver ett bestämt minimimått.

Då kostnaden för en diodpumpad Nd:YAG-laser generellt ligger 20 % högre jämfört med en lamppumpad av motsvarande effekt var naturligtvis många nyfikna på hur de nya disklasrarna avsågs att prissättas. På denna punkten var emellertid Mr. Morris väldigt tydlig och menade att kostnaden för en 4 kW disklasar skall vara jämförbar med en 4 kW lamppumpad Nd:YAG-laser. Vidare undrade någon om vilka användningsom-

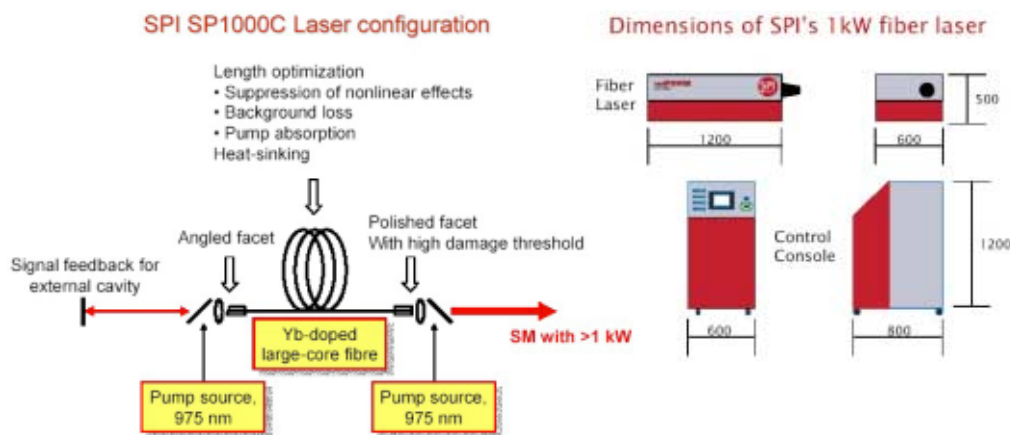


Figur 4. Driftskostnadsjämförelse mellan CO₂-, Nd:YAG-, fiber- och disklasar.

råden disklasern var avsedd för. "Främst för underleverantörskomponenter till bilindustrin", svarade Mr. Morris, och exemplifierade med bränsleinsprutningsdetaljer och airbaghus. För dessa komponenter är smala svetsar och hög produktivitet viktigt, krav som just disklasern kan uppfylla. Andreas Ostendorf från LZH (*Laser Zentrum Hannover*) undrade om någon kunde ge en prognos rörande kostnadsutvecklingen för dioder. Härpå svarade Mr. Haake att det helt och hållet var avhängigt av efterfråga och kvantiteter. Mr. Shiner höll med om att kostnaden för dioder måste komma ner om deras fiberlasrar skall kunna konkurrera fullt ut med CO₂-system. Samtidigt passade han på att informera om att *IPG Photonics* tillverkar sina egna dioder som har en våglängd på 985 nm.

I en efterföljande session fortsatte Dr. Bill O'Neill (*University of Cambridge*, Cambridge, U.K.) att sjunga fiberlaserns lov. Ett avknopningsföretag vid universitetet heter *SPI Photonics* och håller på att utveckla enkel-fiberteknik för generering av multi-kW. Observera sålunda skillnaden mot *IPG Photonics* koncept där man, åtminstone hittills, bygger upp sina fiberlasrar med hjälp av fiberknippen. *SPI Photonics* säger sig ha en laboratorieenhet som ger 1 kW ur en enda fiber med en BPP på 0.6 mm*mrad och där själva den optiska fiberkärnan har en diameter på 24 µm [Figur 5]. Den är av kiseldioxid och dopad med Ytterbium (Yr³⁺), samt omslutes av ett skyddande skal som ger fibern en total diameter mellan 125–600 µm. Såväl ändpumpning som fiberpumpning kan användas för att excitera strålningen, och högre pumpeffekt resulterar i högre uteffekt från fiberlasern.

Dr. O'Neill fortsatte med ett teoretiskt räkneexempel som skulle visa på vilka fiberstorlekar som krävs för att klara att generera höga effekter i fibern. 2 kW uteffekt kräver en tvärsnittsytta på 2,000 µm², vilket är liktydigt med en fiberdiameter på 50 µm. 100 kW skulle då rimligtvis behöva en tvärsnittsytta på 100,000 µm², vilket



Figur 5. T.v. principen för SPI Photonics enkelfiberkoncept och t.h. måtten på "företagets" 1kW fiberlaser.

omräknat i fiberdiameter landar på 350 μm – fan tro't som man brukar säga! Vidare var Dr. O'Neill ingen större anhängare till att använda M^2 som ett mått på strålkvalitet. Denna kan bara beskrivas genom divergensvinkel och fokalpunktsdiameter, så varför blanda in laser våglängden i beräkningen. Så nu vet ni det gott folk – det är BPP som gäller!

Vidare redovisade Dr. O'Neill några nyckeltal som kan vara väl värda att här rekapitulera [Tabell 2].

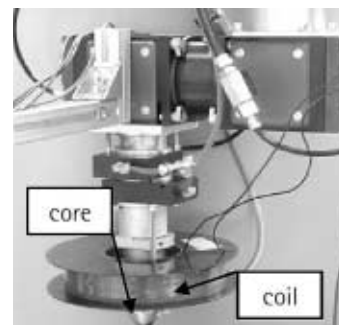
TABELL 2. NÅGRA NYCKELTAL FÖR DE I VERKSTADSINDUSTRIEN VANLIGAST FÖREKOMMANDE LASERTYPERNA.

	Effekt [kW]	BPP [mm*mrad]	WPE [%]
CO ₂ -laser	0.5-30.0	3-6	8-10
Diodpumpad Nd:YAG-laser	0.5-4.0	22-25	4-6
Fiberlaser (fiberknippe)	0.5-10.0	0.34-23	24
Fiberlaser (enkelfiber)	0.1-1.5	0.34-1.8	24
Disklaser	0.3-4.0	4-8	10

Hans konklusion var att robotar, sensorer och tillverkningssystem kommer i framtiden inte att vara snabba nog för att fullt ut kunna nyttja de möjligheter som fiberlasertekniken har att erbjuda.

Intressanta applikationer och användningsområden

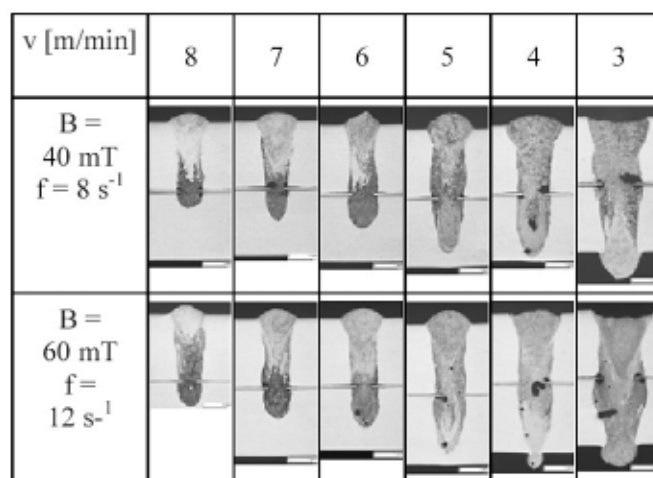
Låt mig i detta avsnitt plocka fram några av de få men intressantare nya laserlösningar som presenterades under de olika sessionerna. Jag väljer att börja med en presentation från BIAS (*Bremer Institut für Angewandte Strahltechnik*, Bremen, GER), vilken genomfördes av dess relativt nye institutionsföreståndare professor Frank Vollertsen. Den handlade om en idé att förbättra lasersvetskvaliteten i aluminium genom att kombinera lasern med ett magnetiskt fält. Tekniken har tidigare använts för att åstadkomma porfria svetsar vid TIG-



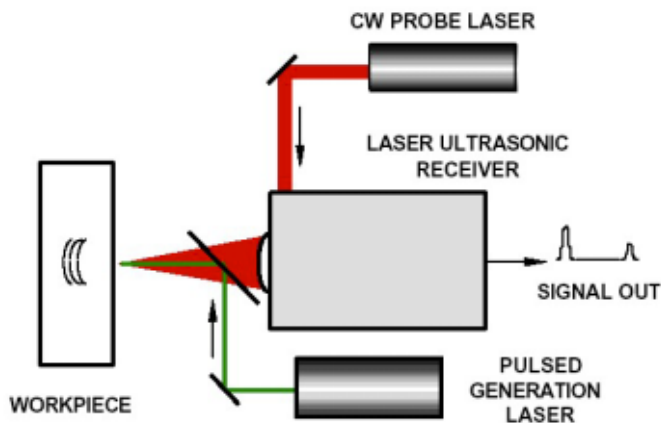
Figur 6. Svetsoptik försedd med magnetisk spole för att åstadkomma omrörning i smältan vid CO₂-svetsning av aluminium.

svetsning. Genom att generera ett magnetiskt fält vid lasersvets huvudet [Figur 6] får man en form av mycket fin omrörning i svetsmältan vilket ger fördelar som bättre tvärsnittsgenometri på svetsen, ringa porositet och bättre finfördelning av legeringspartiklar i smältan. Det senare kan minimera risken för värmesprickor vid lasersvetsning i 6000-legeringar, då man får en finare fördelning av Si-partiklarna.

Vid experimentella försök hade man använt sig av en 6 kW CO₂-laser som gav en fokalpunktsdiameter på 262 μm . Försöken hade utförts på ren, 99.5 %, aluminium och där man lagt in tunna folier av koppar i det område som skulle svetsas, för att man vid efterföljande röntgenanalys av svetsarna skulle kunna identifiera hur kopparpartiklarna fördelades i aluminiumsmältan. Man hade varierat det magnetiska fältets styrka upp till 70 mT och dess frekvens upp till 20 Hz [Figur 7]. Slutsatserna var att ju högre fältstyrka man använde desto bättre uppblandning fick man. Sammanlunda gällde för ökad fre-



Figur 7. Graden av uppblandning/omrörning (här visat medelst de mörkare kopparpartiklarnas position) vid lasersvetsning av 99.5 % aluminium med olika hastigheter och olika magnetiska fält.



Figur 8. Schematisk skiss över principen för laserbaserad ultraljudsprovning av t.ex. materialdefekter.

kvens, i varje fall upp till 15 Hz då någon form av optimum infann sig. Professor Vollertsen menade att resultaten var så pass lovande att man på *BIAS* avsåg att forska vidare inom detta område och nästa steg var att implementera tekniken vid laser-MIG hybridsvetsning.

Ett nytt användningsområde för laserteknik beskrevs av Dr. **Marvin Klein**, som representerade företaget *Lasson Technologies Inc.* (Culver City, CA). Det handlade här om LUI eller "Laser Ultrasonic Inspection", alltså en form av teknik för oförstörande provning (OFP). Ultraljudsbaserade metoder har ju funnits i olika former under många år, men det nya här var att man använde sig av en pulsad, Q-switchad Nd:YAG-laser för att generera ljudsignalen [Figur 8]. Pulsenergin sades ligga på 30mJ fördelad över en brännfläck på 300 µm diameter. Företaget *Lasson Technologies Inc.* har utvecklat en adaptiv mottagare för den återreflekterade ljudsignalen som löser tidigare problem kring LUI-tekniken och där visualiseringen sker med B-Scan. Tekniken sades med fördel kunna användas som efterkontroll in-line.

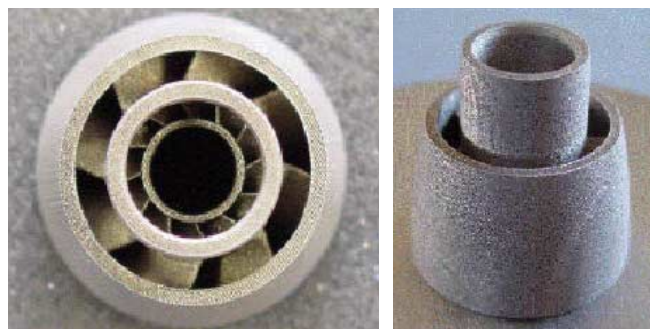
Genom att placera mottagaren i olika positioner kan olika typer av ultraljudsvågor mätas: tryck- skjuv- yt- eller plattgenererade vågor. Då metoden är beröringsfri och sändare och mottagare är placerade på betryggande avstånd från arbetsområdet innebär höga bearbetnings-temperaturer eller processhastigheter inte några bekymmer. Man visade på framgångsrika försök där preparerade hål hade borrats i 316L rostfritt material samt Stellite Ti-6Al-4V varpå man belagt ytorna ("Laser Cladding") med hjälp av laser. Med LUI hade samtliga defekter kunnat upptäckas. Metoden lär även fungera på lasersvetsar där defekter längs svetsen blir upptäckta, däremot är det med dagens system inte möjligt att specificera dessa defekters läge på djupet.

Lasersintring är en synnerligen fascinerande teknik, lämpad för t.ex. direkttillverkning av komponenter i



Figur 9. Lasersintrings-utrustning från Phenix Systems med detalj över utläggning av ett nytt pulverskikt till höger.

Stellite eller Inconel för rymdindustrin, eller till att göra verktyg för formsprutning. För bl.a. det senare ämnesområdet och ett därtill knutet Europa-projekt ("Antiope") redogjorde Dr. **Pascal Aubry** (CEA Saclay, Gif-sur-Yvette, FRA). Komponenten byggs upp lager för lager i en sintringsprocess där man använt sig av en 100 W fiberlaser från *IPG Photonics* (YLR-100) samt en två-dimensionell scanningoptik, PM 250, från *Phenix Systems* [Figur 9]. Såväl keramiska som metalliska pulver hade använts. I det första fallet var kornstorleken omkring 6 µm och skiktjockleken 60 µm, och här kunde det i vissa fall vara nödvändigt att ha en förhöjd temperatur på 700°C i processkabinettet. För de metalliska materialen, som var typiska verktygsstål och rostfritt, låg kornstorleken på mellan 20–40 µm och skiktjockleken var även här 60 µm. De keramiska detaljerna når med denna sintringsteknik en densitet på 65 % av grundsubstratet, medan man i metallfallet uppnått så höga densiteter som 96 %. I det processkabinett som



Figur 10. Topp- och sidovy av en gasinjektor i rostfritt stål, 904L, framtagen med hjälp av lasersintring.

använts begränsades komponenternas storlek till att maximalt vara 200×200×300 mm [Figur 10]. Den framtida utvecklingen, menade Dr. Aubry, tog fasta på att skapa bättre ytjämnhet på lasersintrade komponenter samt att förbättra densitetsnivåerna ytterligare.

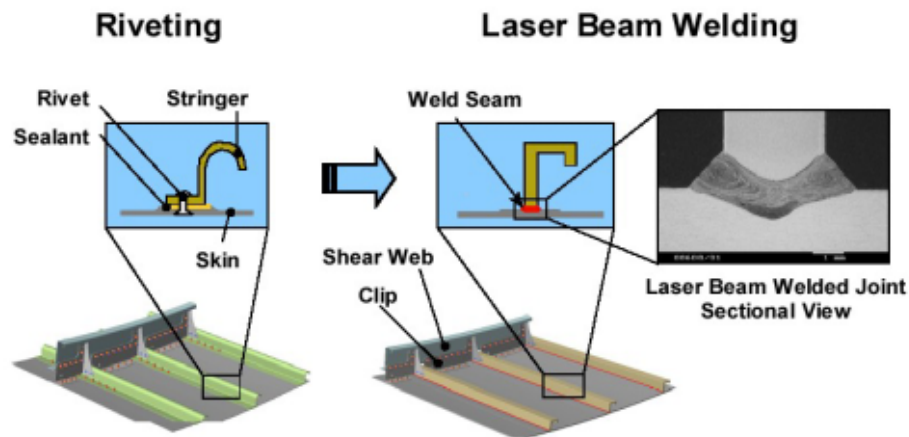
Nu kommer jag över till två mer handgripliga användningsområden för lasertekniken, där denna redan används i produktion. Det första exemplet är inte oväntat hämtat från bilindustrin och presenterades av Dr. **Anthony (Tony) Hoult** från *Cohesive Inc.*, Santa Clara, CA, men som

Dr. Hoult förklarade har det mesta utvecklingsarbetet skett i Europa mellan *Lambda Physik AG* i Göttingen och *AUDI AG* i Ingolstadt. Det hela rör sig om ytmodifiering av cylinderfoder i personbilsdieselmotorer med hjälp av laserteknik. Som laserkälla används en 315 W excimer-laser med 308 nm våglängd, alltså en hög UV-ljuseffekt. Dr. Hoult menade att det teoretiskt hade varit möjligt att göra om en infraröd Nd:YAG-laser till 355 nm våglängd, men detta skulle ge ett ganska fattigt energiutbyte. Vid bearbetningen, som sker genom att laserhuvudet rör sig vertikalt i cylinderfodret samtidigt som motorblocket vrides så att cylinderfodret kommer att roteras kring laserhuvudet, används en pulsfrekvens på 300 Hz vilket ger en energi av 1,050 mJ per puls. Vad som sker i själva bearbetningsprocessen är följande:

1. En punktvis avverkning av de yttersta atomlagren i cylinderfodret, vilket gör att ytporer skapas som kan kvarhålla smörjoljan
2. En lätt smältning vilket gör att Ra-värdet reduceras och man får en finare yta
3. En avslutande härdning

Den sistnämnda får som effekt en 80-procentig reduktion av nötningen från kolringen. Den bättre cylinderytan gör att friktionsförlusterna går ned med 40 %. Detta sammantaget påstods minska oljeförbrukningen med 75 % samtidigt som partikel- och NO_x-emmissioner reduceras. Hursomhelst är detta det valda tillverkningssättet för de V6-motorer som *Audi* monterar i sina A4- och A6-modeller.

Som bekant är bilindustrin en av de stora användarna av laserteknik i sin produktion, och härnäst tycks det vara flygindustrin som står i tur. Vi fick en mycket intressant föreläsning av Herr **Rainer Kocik** från *Airbus Deutschland GmbH* (Bremen, GER). Sedan ett antal år svetsar man förstärkningsribbor till flygkroppen med hjälp



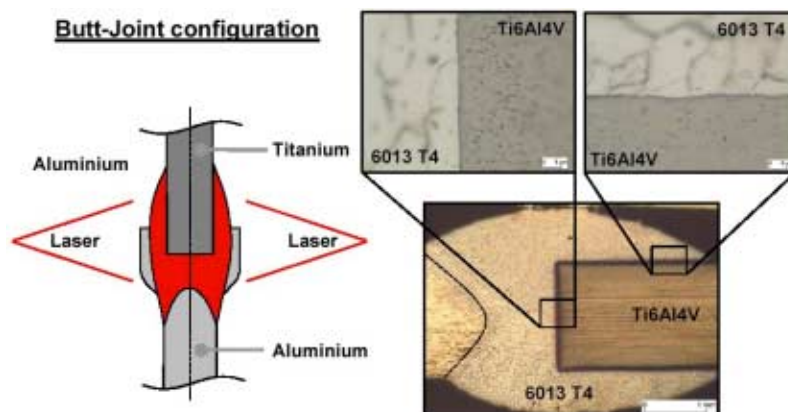
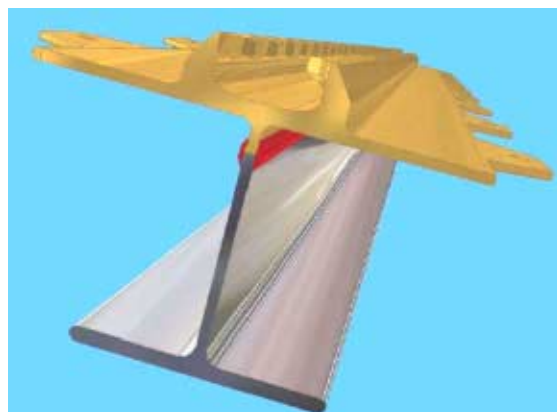
Figur 11. Teknologibyte hos Airbus: Att lasersvetsa förstärkningsribborna i stället för att nita desamma innebär ett antal fördelar såsom minskade tillverkningskostnader, reducerad vikt och förbättrade korrosionsegenskaper.

av laser [Figur 11]. Företrädesvis används CO₂-laser, trots att det rör sig om aluminiumsvetsning, och då i koncept av parvisa svetshuvuden och dubbla laserkällor. Genom att svetsa simultant på båda sidor av ribban minimeras förvridningar och värmespanningar. En typisk 2×3.5 kW installation klarar svetshastigheter kring 10 m/min. Huvudskälen för lasersvetsning är:

1. Minskade tillverkningskostnader p.g.a. i princip ingen efterbearbetning
2. Reducerad vikt p.g.a. avsaknad av överlappsfog och tätningsmedel
3. Förbättrat korrosionsskydd p.g.a. frånvaron av överlappsfog

Den första serieproduktionen skedde 2000 på modellen A318 där två paneler svetsades med sammanlagt 50 m lasersvets. På A380 som introducerades 2003 finns 8 lasersvetsade paneler representerande 300 m lasersvets, och på A340 från 2004 finns hela 14 paneler med sammanlagt drygt 400 m lasersvets.

Det nya som Mr. Kocik hade att anföra var att *Airbus* nu även överväger att föra in lasersvetsning i den bärande strukturen av flygplanskroppen. Detaljerna är de skenor som utgör fästena för flygstolarna och samtidigt är balkar i en gitterkonstruktion för flyggolvet. Till för några år sedan tillverkades dessa skenor traditionellt i aluminium, men efter ett antal korrosionsproblem, utförs de idag i stället i titan. Detta innebär en oönskad viktökning, och därför vill man gå över till en hybridkonstruktion där man har TiAl6V4 i den övre skendelen där stolarna fästs in, men AA6013-T4 i den undre strukturdelen. Framgångsrika fogningsförsök har utförts i samarbete med *BIAS*, och man kan känna Dr. **Kreimeyers** idéer sväva över det hela. Laserstrålen, och här hade såväl Nd:YAG som CO₂ provats, smälter enbart aluminiumet vilket lödes samman med titaniumdelen [Figur 12]. I



Figur 12. Sätesskenor i hybridkonstruktion titan/aluminium. T.h. principutformningen för stumfog, processprincipen för laserfogning samt tvärsnitt av fog och bindzon.

vissa försök hade även ett tillsatsmaterial använts. Lasersvetsade flygplansstrukturer låter kanske ännu inte riktigt tillförlitligt, men betänk att de spröda intermetalliska faserna ligger långt under 10 µm i skiktjocklek samt att dragproven brast i HAZ (Heat Affected Zone) vid 274 MPa medan brotthållfastheten för AA6013-T4 ligger på 265 MPa. Det är med stor nyfikenhet vi avvaktar ytterligare information kring laserverksamheten hos *Airbus*.

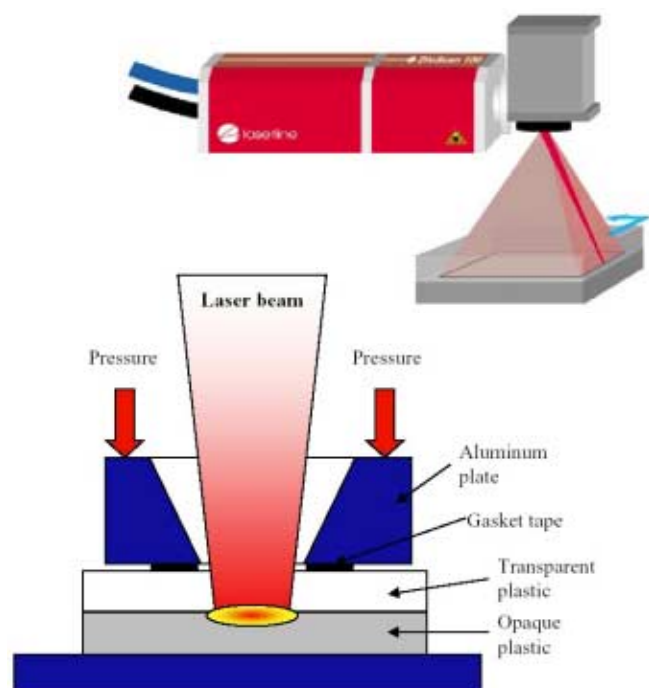
Våra finska vänner

Låt mig i detta avsnitt redogöra för ett axplock av de presentationer som våra finska kollegor framgångsrikt genomförde under ICALEO 2004.

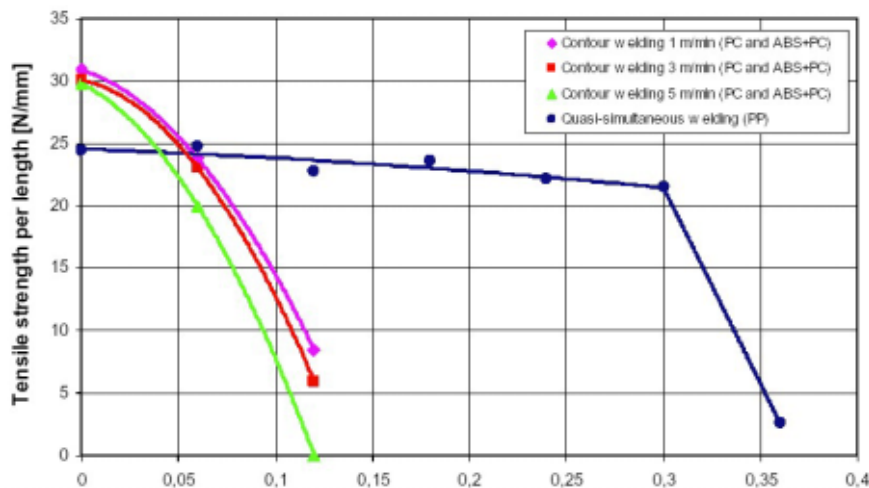
Först ut bland dessa var Herr **Anssi Jansson** (*VTT Industrial Systems* och *Lappeenranta University of Technology*, Lappeenranta, FIN) som berättade om kvasi-simultan lasersvetsning av plaster. I detta fall är såväl laserhuvud som arbetsstycke fasta och laserstrålen

scannas över objektet med galvo-speglar i ett repetitivt mönster, cirka 50 gånger/sek [Figur 13]. Tekniken är lämplig vid högvolymproduktion, och som ett exempel angavs svetsning av höljen till mobiltelefoner. Här ligger produktionstakten på över 100,000 enheter i veckan, med en cykeltid på 4 sekunder varav svetsningen utgör blott 2 (!) sekunder.

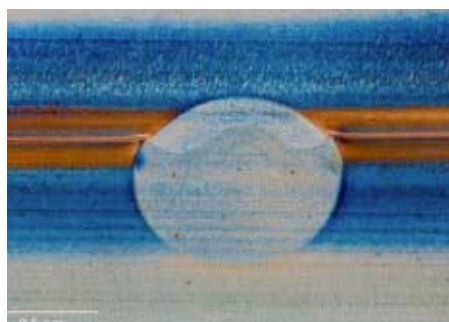
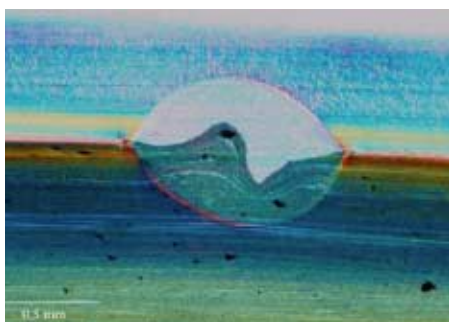
Vid lasersvetsning av plaster används s.k. transmissionssvetsning. Vanligtvis är geometrin en överlappsfog där det övre materialet är transparent för laservåglängden, medan den absorberas i det underliggande materialet. Därigenom sker en uppvärmning, materialet smälter lokalt och detta i kombination med en tryckkraft gör att man får en bindning mellan komponenterna. I den aktuella undersökningen hade man använt polypropylen (PP) och polykarbonat (PC) vilka infärgats med olika mängder kol, mellan 0.05 och 1.5 vikts-%. Man hade kunnat konstatera att högre pigmentandel kräver högre laser-



Figur 13. Principen för kvasi-simultan lasersvetsning av polymerer. Ovan den försöksuppställning som använts vid Universitetet i Lappeenranta, en LaserLine LDF 400-200 DioScan F som är fiberkopplad till ett "scannerhuvud".



Figur 14. Diagrammet illustrerar den överlägsna spaltöverbrygnadsförmågan vid kvasi-simultan svetsning jämfört med kontursvetsning. Den vänstra och mittersta tvärsnittsbilden visar överlappssvetsar vid nollspalt och olika infärgning med kol: 1.0 resp. 0.1 vikts-%, svetsade med 2 m/min. Längst t.h. 0.12 mm spalt, 0.5 % kolhalt och en svets hastighet på 4m/min; inget särskilt snyggt svets tvärsnitt, men dock en acceptabel hållfasthet.



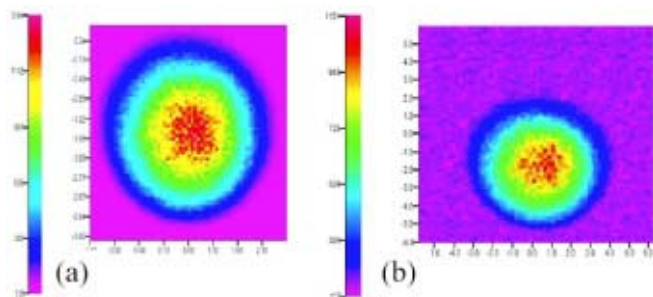
effekt. Vidare kunde man fastställa att för att kunna klara av att överbrygga spalter upp till 0.3 mm krävs en pigmentandel på minst 0.5 % [Figur 14]. Det tycks inte finnas något samband mellan svets hastighet och styrkan hos fogen. Däremot vet vi sedan tidigare att den senare är starkt beroende av den tryck- eller fixeringskraft som används. Slutligen nämnde Herr Jansson att man håller på att utveckla en metod för kvalitetskontroll vid kvasi-simultan svetsning, samt att det pågår arbeten med att modellera denna process.

Näste man var Herr **Janne Nurminen** från företaget *Ketek* (Kokkola, FIN). Man sysslar där med laserpåläggning och denna presentation avsåg att ge rekommendationer vid val av pulvertyp och kornstorlek. Försöken hade gjorts med ett koaxiellt påläggningsmunstycke från *Precitec* [Figur 15] och en diodpumpad 4 kW-laser (DY44) från *Rofin Sinar*. Pulvret som använts var det koboltbaserade *Stellite21*. Det gick att konstatera att mindre kornstorlek i allmänhet resulterar i en effektivare process med högre verkningsgrad [Figur 16]. Vidare hade två olika fokalpunktsstorlekar med likvärdig energitäthet undersökts. Här visade det sig att en mindre fokalpunkt ger en högre uppsmältningsandel av just mindre korn.

Herr **Henrikki Pantsar** från *Lappeenranta University of Technology* (Lappeenranta, FIN) berättade om hur han använt sig av DIC-teknik (Differential Interference Contrast) för att på ett snabbt sätt utvärdera olika laser-

parametrars inverkan på resultatet vid ythärdning av olika sorters stål. En 3 kW högeffektslaser (HPDL) hade använts för ändamålet och försöken hade utförts i Argon-atmosfär [Figur 17]. Det som sker vid ythärdning med laser är att stålet går i austenitiseringsfas vid uppvärmning, varpå man får en martensitbildning i ytan vid avkylningen [Figur 18]. Den avspänning man då får av ytan kunde man på en utmärkt sätt avbilda med sagda DIC-teknik. Graden av uppvärmning vid försöken reglerades med laserns framföringshastighet. För kolstål som S355 och C45 kunde man på detta sätt avsevärt höja hårdheten. I det första fallet från 220 Hv till 423 Hv och i det senare från 440 Hv till 748 Hv. Däremot påverkades ythårdheten i ett släckt och härdat rostfritt stål som 42CrMo4 inte alls med denna laserprocess. Snarare fick man en marginell nedgång i hårdheten från 767 Hv till 761 Hv.

Professor **Veli Kujanpää** är ju en regelbundet återkommande person i lasersammanhang och en trogen deltagare vid såväl ICALEO- som NOLAMP-konferenser. Denna gång redogjorde han för de senaste svetsförsöken som utförts på rostfritt EN1.43012B-material med institutionens 3 kW diodlaser av märket *LaserLine* i kombination med en 125 kg *KUKA* robot [Figur 19]. P.g.a. denna lasertyps lägre strålkvalitet lämpar den sig bäst för svetsning av tunnare material. Det rör sig då om värmeledningssvetsning, även om professor Kujanpää påpekade att man är näst intill att lyckas skapa en nyck-



Figur 15. Ovan strålanalysen av en 3 mm (a) resp. 6 mm (b) fokalpunkt. T.h. det av Precitec utvecklade munstycket för laserpåläggning.



gare. En typisk fokalpunktsstorlek ligger kring 100 μm och energitätheten från fiberlasern är 25 kW/mm². Bland framtida applikationer där denna NNS-metod (Near Net Shape) kan komma till användning är biomedicinska sådana tillverkade i CoCr alternativt rostfritt, högtemperaturkomponenter i Inconel samt rymdapplikationer i titan.

Liksom professor Kujanpää är Dr.

Anti Salminen (*Lappeenranta University of Technology, Lappeenranta, FIN*) en ständigt återkommande deltagare i diverse lasersammanhang. Denna gång beskrev han ett något udda användningsområde för laserbearbetning. Omsättningen på TV-apparater och datamonitörer håller på att skapa ett allvarligt miljöproblem. När dessa produkter skall skrotas och komponenterna separeras finns idag inga riktigt bra metoder. Ett normalt bildrör eller CRT (Cathode Ray Tube) består av två olika glastyper: själva bildskärmen samt det trattformade bakstycket. Det senare innehåller en avsevärd mängd bly och måste därför kunna separeras och hanteras på ett miljömässigt acceptabelt sätt. Sedan länge vet vi att CO₂-laservåglängden har en bra absorption i glas och detta är något som man tagit fasta på i Lappeenranta. Genom att använda en 6 kW "fast-axial", RF-exciterad CO₂-laser från *Rofin Sinar* som ger en TEM⁰⁰-mode kan man konturskära runt glaskomponenterna med hjälp av tryckluft. Det är snarare en form av ritsning, som medför en värmechock för glaset, vilket senare lätt går att bryta isär. Tiden man skulle behöva för att på detta sätt separera ett bildrör med laserteknik uppskattades till omkring en minut – en framtida affärsidé kanske?

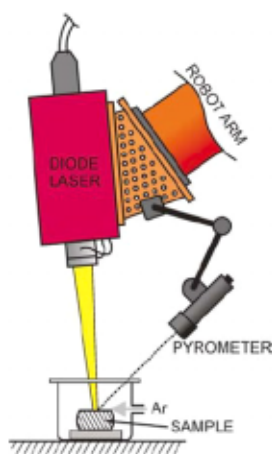
Den siste representanten från vårt östra grannland var



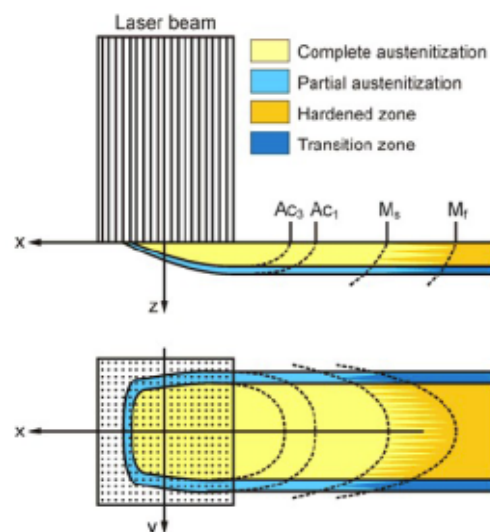
Figur 16. Ytkvalitén vid laserpåläggning med grövre korn (t.v.) och med finare kornstorlek (t.h.).

elhålsprocess. Han var också noga med att nämna att diodlaservåglängden (808–940 nm) har betydligt högre absorption jämfört med CO₂- och Nd:YAG-våglängder, vilket hjälper till att effektivisera svetsprocessen. En del av svetsförsöken hade gjorts som BOP (Bead-on-Plate) med fokalpunktens långsida i svetsriktningen [Figur 20]. Man hade bl.a. arbetat med två olika fokallängder och här visade sig den längre ge högsta svetshastighet vid plåttjocklekar ≤ 1 mm, medan den kortare fokallängden gav högsta svetshastighet om plåtarna var tjockare än 3 mm. Vid stumfogssvetsning kunde man inte upptäcka någon skillnad i svetshastighet med hänsyn till hur klippgrader var orienterade (uppåt eller nedåt). Däremot gick det att skönja en ökad svetshastighet om laserhuvudet lutades 10° i förhållande till svetsriktningen. Detta menade professor Kujanpää berodde på att skyddsgasflödets riktning ändrades. Vidare kunde man konstatera att ett gap mellan plåtarna på 0.2 mm, ett s.k. artificiellt nyckelhål, underlättade svetsprocessen.

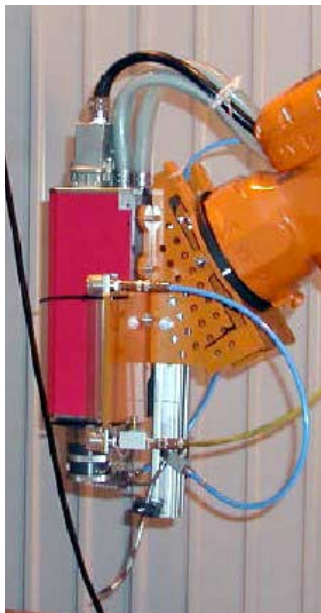
Herr Tatu Syvanen (*EOS Finland OY, Rusko, FIN*) berättade om den fascinerande metoden DMLS (Direct Metal Laser Sintering). Företaget EOS har lanserat en ny maskin benämnd EOSINT M270 som har en 200 W diodpumpad ytterbium-fiberlaser från *IPG* som laserkälla [Figur 21]. Tidigare modeller för lasersintring var baserade på CO₂-lasrar, men med fiberlaserns extremt goda strålkvalitet och fokuseringsförmåga kan ännu finare detaljer byggas upp [Figur 22] och man pratar om skiktjocklekar på 20 μm . Dessutom har laserenergins absorptionsförmåga i metallpulvret ökat tack vare den kortare våglängden. Således kan kopparbrons processas 5 gånger och stål 1.5–2 gånger snabbare än tidi-



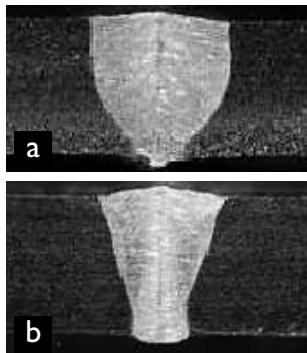
Figur 17. Schematisk illustration av försökssupställningen vid laserhårdning.



Figur 18. Principen för ythårdning med hjälp av laser.



Figur 19. Den 3kW diodlaser monterad på robotarm som använts vid laser-svetsförsöken.



Figur 20a. Lasersvetsad stumfog i rostfritt material med laserskurna kanter: tjocklek 3 mm, fokallängd 200 mm, svets-hastighet 0.6 m/min.

Figur 20b. Bead-on-plate-svets i rostfritt material: tjocklek 3 mm, fokallängd 100 mm, svets-hastighet 0.95 m/min.

Herr Jari Hovikorpi (*Lappeenranta University of Technology*, Lappeenranta, FIN). Han har ägnat några år av att titta på lämpligheten med att skära papper med laser, och vi har tidigare fått ta del av hans forskningsresultat vid t.ex. NOLAMP i Trondheim 2003. I försöken har en 2.7 kW CO₂-laser använts (*Trumpf* TLF2700HQ). Provobjekten har varit placerade på en roterande trumma och laserskärhuvudet har varit stationärt [Figur 23]. En längre fokallängd visade sig faktiskt leda till ett snabbare skärförlopp [Figur 24]. Annars var den för skärhastigheten mest betydande parametern papperets tjocklek, medan densiteten hade mindre betydelse. I samtliga försök uppnåddes mycket goda, automatiskt förslutna skärkanter utan någon avsmältning eller missfärgning. För papper med en vikt på 80 g/m² bedömdes skärhastigheten ligga på 4 km/min. Detta är dubbla hastigheten mot den i dagsläget vanligast använda tekniken, nämligen vattenskärning.

Arthur L Schawlow Award Presentation

I samband med den traditionsenliga konferenslunchen föräddes den mycket sympatiska professor Helmut



Den sympatiska professor Hügel från Institut für Strahlwerkzeuge vid Universitetet i Stuttgart – välförtjänt mottagare av 2004 års Schawlow Award.



Figur 21. Företaget EOS senaste maskin för DMLS (Direct Metal Laser Sintering); EOSINT M270.

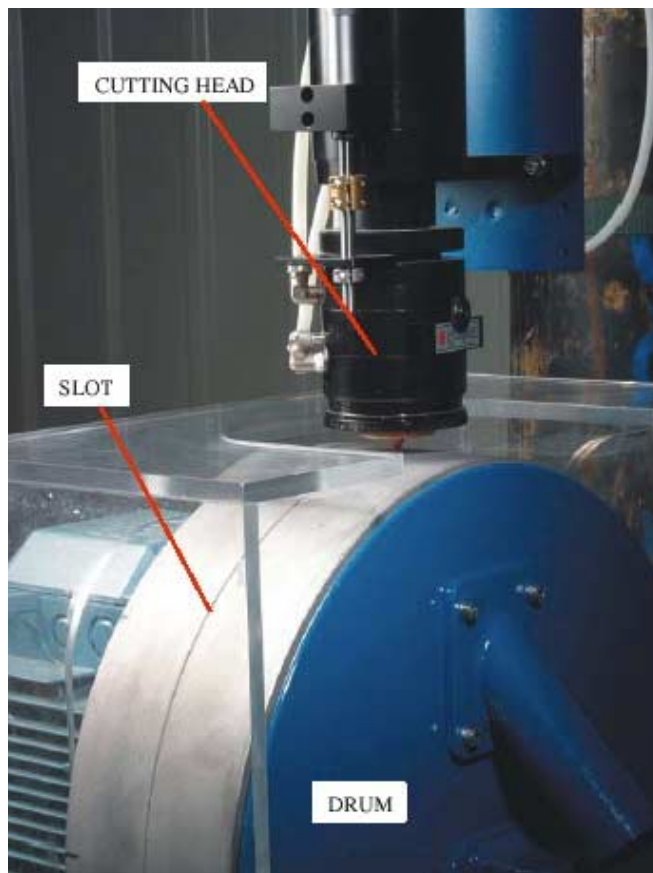
Hügel med Arthur L Schawlow-utmärkelsen. Utmärkelsen instiftades 1982 av professor Schawlow (nobelpristagare i fysik 1981 för sitt arbete som ledde till utvecklingen av laser-spektroskopi) i akt och mening att erkänna individer som avsevärt bidragit till laserutvecklingen inom vetenskap, industri och utbildning. Utmärkelsen består av en medalj i äkta, homogent silver samt 2,000 US-dollar. Dessutom erhåller man ett livslångt medlemskap i LIA (*Laser Institute of America*).

Denna gång tillföll utmärkelsen alltså Helmut Hügel, som samtidigt passar på att gå i välförtjänt pension efter att ha byggt upp en renommerad laserverksamhet vid *Universitetet i Stuttgart* där han under många år fungerat som institutionsföreståndare vid *IFSW (Institut für*



Figur 22. En synnerligen intressant teknik – lasersintring. Här ses några exempel: Överst "romboïda bollar" med en diameter på 50 mm, och därunder en 7 cm hög modell av "Frauenkirche" i Dresden.





Figur 23. Roterande trumma och skärhuvud för höghastighetsskärning av papper med laser.

Strahlwerkzeuge). Professor Hügel föddes i Rumänien, men hamnade i det kaos som rådde i Europa efter andra världskrigets slut i Vorarlberg i Österrike. Efter att ha tagit en civilingenjörsexamen vid *Tekniska Universitetet i Graz* 1962 tillbringade han ett akademiskt år vid *Imperial College* i London.

1963 började han sin professionella karriär vid *DLR-*

CWF-paper sample	Focal length [mm]	Optim. focus pos. [mm] ¹	Ave. Kerf width [μm] ²	Laser power [W] ³	Max. cutting speed [m/min] ⁴
85 g/m ²	63.5	0.1 - 0.5	47	600	3900
100 g/m ²	63.5	-0.1 - 0.6	41	800	3200
150 g/m ²	63.5	-0.1 - 0.7	43	2100	2000
fi 80 g/m ²	63.5	-0.3 - 0.2	57	1100	2800
c 150 g/m ²	63.5	-0.4 - 0.4	46	1200	2400
fi 80 g/m ²	127	-0.2 - 1.0	-	1200	4000
c 150 g/m ²	127	-0.4 - 1.0	-	1400	3200

Figur 24. Optimala skärparametrar för CWF-papper (Coated Wood-Free).

Institut für Plasmadynamik/ Technische Physik. Där forskade han kring plasmadynamik och gasdynamik i samband med utveckling av brännkammare för rymdindustrin. Forskningen kring detta ämnesområde ledde till en doktorsgrad vid *Universitetet i München* 1970. Kunskaperna om radiofrekventa urladdningar i gasflöden har utgjort grunden för de RF-exciterade högeffekts CO₂-lasrar som kom att utvecklas och sedan 1984 tillverkas av tyska företag. Helmut Hügel utnämndes till professor vid *Universitetet i Stuttgart* i maj 1986 och kom där att bygga upp det ovan nämnda *Institut für Strahlwerkzeuge*. Ett signum för professor Hügel har varit hans ambition att integrera forskning och utveckling i ett nära samarbete med industrin. Sammanfattningsvis: Ett gott val av priskommittén och en värdig vinnare i form av "ein sympatische Bursche" ...

Sammanfattning och slutord

Skall man summera 2004 års ICALEO-konferens blir nog det samlade intrycket att det den här gången var frågan om mer kvantitet än kvalitet. För att vara en konferens med akademisk inriktning är det lite förvånande hur låg innovationsgrad många av föredragen hade. Mycket hade man hört tidigare och många av universitets- och högskoleidéerna kunde man stilla undra över vad man skulle kunna använda till. Hur som helst går det alltid att finna några guldkorn vid ett sådant här evenemang, men den här gången fick man leta extra noga för att finna desamma. Några av de viktigaste intrycken tycker jag mig emellertid ha förmedlat med denna rapportering.

Man kan, som tidigare sagts, noga överväga om det är rätt att arrangera ICALEO varje år – vartannat borde vara tillräckligt. Alternativet vore att åtminstone vartannat år förlägga konferensen utanför USA för att attrahera andra laserspecialister att delta. Slutligen vore det att rekommendera att programkommittén sållade bort de "värsta" bidragen. Som det är nu upplever jag att samtliga inskickade förslag blir accepterade.

Även om jag nu låtit negativ i mina omdömen finns det åtminstone ett område som våra amerikanska kollegor är duktiga på, nämligen att skapa sociala miljöer för umgänge och teknikutbyte. Enligt min personliga mening är detta kanske det som ger mest vid ett deltagande vid evenemang liknande ICALEO. Man ges här tillfälle att under avslappnade förhållanden träffa såväl nya som gamla laserkollegor och ägna sig åt lite "high-tech"-skvaller. I november i år ses vi därför igen i Miami, FL i samband med ICALEO 2005. Jag hoppas då också att få se lite fler svenska kollegor som deltagare vid konferensen.

Lasersvetsade "Tailored Blanks" i bilindustrin

Av Johnny K Larsson, Volvo Cars

Bland tidiga användningsområden för lasersvetsning inom bilindustrin kan nämnas tillverkning av s.k. skräddarsydda plåtämnen (eng. "Tailored Welded Blanks", TWB) [Fig. 1]. Tekniken går ut på att innan plåtpressning tillverka ett plant plåtämne som består av två eller flera plåtar med olika tjocklek, hållfasthet och ytbeläggning, vilka stumsvetsas med hjälp av laser. Härigenom kan extra förstärkningsdetaljer exkluderas, och därmed insparas såväl pressverktyg som hopsättningsutrustningar för sådana detaljer. Resultatet blir avsevärda kostnadsbesparingar [Tabell 1], men även möjligheter till viktreduktion erbjuds med denna teknik.

Lasersvetsad tailored blanking för karosstrukturer är idag en välkänd och mogen process där de första applikationerna för massproduktion såg dagens ljus 1985. De huvudsakliga fördelarna med tekniken kan sammanfattas i följande punkter:

- Viktsreduktion genom att kunna förlägga optimal materialtjocklek och materialkvalitet till de områden på detaljen där de behövs
- Möjligt att utesluta vissa separata förstärkningar genom rätt val av plåttjocklekar i ämnet
- Förenklad logistik genom att man erhåller en reduktion av antalet plåt detaljer
- Reducerade investeringskostnader i verktyg, pressar och sammansättningsutrustningar p.g.a. färre produktionssteg
- Bättre korrosionsskydd genom att överlappsfogar elimineras
- Förbättrad strukturstyrka genom att kraften överförs på ett jämnare sätt i plåtämnet
- Bättre utmattnings- och krockegenskaper jämfört med konventionell konstruktion för punktsvetsning

Världsmarknaden för skräddarsydda ämnen till bilindustrin uppskattas idag till över 100 miljoner enheter per år, en siffra som växer med 7–8 % årligen. Emellertid skiljer sig filosofin beträffande tillverkningen mellan olika bilföretag och



Figur 1. Principen för skräddarsydda plåtämnen t.v., och t.h. den i särklass vanligaste TWB-applikationen inom personbilsindustrin. Innerstrukturen till sidodörrarna utgör 50 % av samtliga ämnesskarvade detaljer world-wide.

världsdelar. Sålunda har t.ex. *Renault Automobiles* och *Volvo Personvagnar* såväl som merparten av de japanska biltillverkarna valt att tillverka merparten av sina tailored welded blanks inom företagets väggar. I USA är situationen en helt annan. Här finns nämligen en uppsjö av företag med en dedicerad verksam inom detta område.

Bland de största TWB-aktörerna kan nämnas *Noble*, *TWB*, *Shiloh*, *Powerlaser* etc. Dessa specialföretag finns på ett 20-tal platser [Fig. 2] och representerar ett hund-

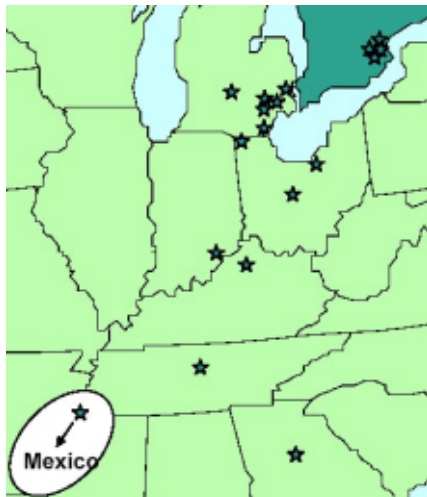
TABELL 1

Schablonmässig Kostnadskalkyl för en inre sidodörrsstruktur

Kostnadsslag	Konventionell metod [SEK]	Ämnesskarvning [SEK]	Kostnadsdifferens [SEK]
1. Innerstruktur, dörr [ämne]	47.50	133.50	-86.50
2. Gångjärnsförstärkning [ämne]	41.00	-	41.00
3. Läsförstärkning [ämne]	32.25	-	32.25
Pressverktyg för 2 och 3	15.00	-	15.00
Sammansättningsutr. för 2 och 3	3.75	-	29.00
Kvalitetssäkring för 2 och 3	3.75	-	3.75
Logistik för 2 och 3	2.75	-	2.75
Totalt	171.25	133.50	37.75

Kostnadsbesparing 37.75 SEK/dörr eller 151 SEK för en 4-dörrars sedanvariant

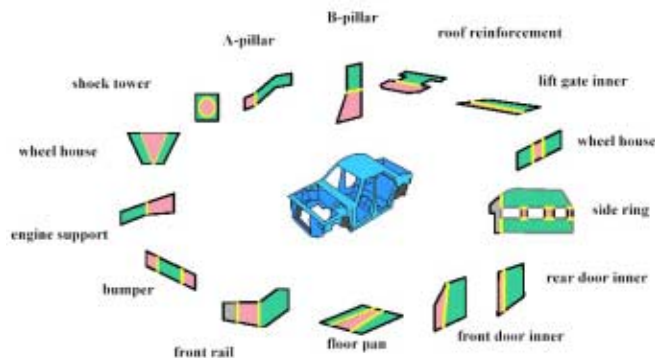
(ref. Svenska Fordonstekniska Forskningsprogrammet, Seminarium 1998-02-05, Applikationsutveckling av Nd:YAG-laser med hög effekt för flexibel svetsning och skärning – En nyckelprocess vid fordonstillverkning)



Figur 2. Den amerikanska kartan över tillverkare av laserskarvade plåtämnen med en klar koncentration kring Lake Michigan.



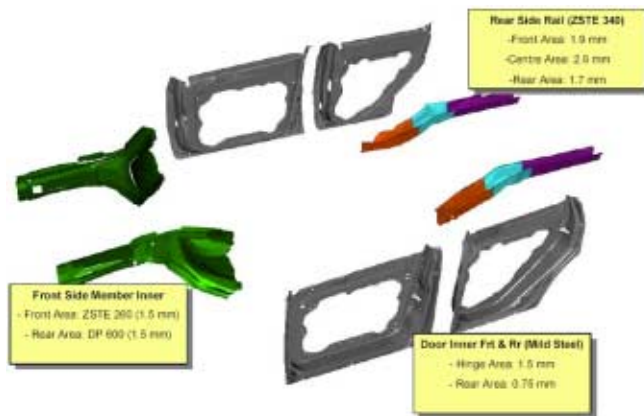
Figur 3. Tillverkning av icke-linjära tailored blanks hos Thyssen Platinen Werk i Hüttenheim.



Figur 4. En gammal klassiker som beskriver en mängd olika kaross-detaller lämpliga för ämnesskarvning

ratal lasrar, varav 2/3 utgörs av CO₂-baserade system.

I Europa är det främst ståltillverkare som *Thyssen-Krupp* (Thyssen Platinen Werk) och *Arcelor* (Solblanc) som dominerar marknaden. ThyssenKrupp har ett flertal anläggningar nere i Europa, varav den största är fabriken i Hüttenheim nära Duisburg med 5 parallella blanking-linjer baserade på CO₂-lasrar och en för s.k. icke-linjära tailored blanks med två stycken Nd:YAG-källor [Fig. 3]. ThyssenKrupp har nyligen också byggt en helt ny fabrik nära VW-fabriken i Wolfsburg för att med tre blanking-linjer där kunna förse *Volkswagen* med exklusiva skarvade plåtämnen.



Figur 5. Materialkvaliteter och materialtjocklekar hos de ämnesskarvade detaljerna för Ford Focus C-Max.

Som tidigare nämnts är den särklassigt vanligaste applikationen innerstrukturen till sidodörrar, vilka representerar ungefär 50 % av det totala antalet skräddarsydda plåtämnen. I detta fall tillför de kraftigare tjocklekssektionerna lämplig styrka och styvhet för infästning av gångjärn, backspegelfot och dörrlås. Därmed kan de normalt förekommande extra infästningsförstärkningarna exkluderas. Konventionell tillverkning av dylika dörrstrukturer kräver normalt mellan 40–50 verktygsuppsättningar för att täcka både vänster- och högerdörrar såväl som fram- och bakdörrar. Självklart representerar dessa verktyg en avsevärd investeringskostnad, och därmed blir tailored blanking-tekniken synnerligen attraktiv, inte minst för lågvolumprodukter där investeringskostnaden måste slås ut på ett färre antal enheter.

För några år sedan presenterade världens ståltillverkare ett karosskoncept kallat ULSAB (Ultralight Steel Auto Body) där man presenterade ett antal innovativa teknik- och produktionslösningar. Inte mindre än 16 olika tailored blank-applikationer ingick, vilka representerade 45 vikts-% av den totala karossvikten. 1999 lanserade *Chrysler* sin Jeep Grand Cherokee med 11 ämnesskarvade detaljer: främre och bakre sidobalkar, främre och bakre sidodörrar, höger och vänster karossida samt innerstrukturen till bakdörren (den som ni säkert känner till remote-lasersvetsas). Och på den vägen har det varit sedan dess; alla moderna personbilskarosser innehåller i storleksordningen 10–15 tailored welded blanks, och en gammal klassisk bild från tidernas begynnelse, då Herrn Schneider (jo, han heter faktiskt så) från *Thyssen* torgförde idén i mitten på 1980-talet, illustrerar olika tänkbara applikationer [Fig. 4]. Ett av senare års exempel är en av mina *Ford*-kollegors senaste skapelser, Focus C-Max 2004. Även här har åtskilliga euro inbesparats genom att ämnesskarva sidodörrar och sidobalkar [Fig. 5].

Nu är det så att inte bara stålapplikationer varit och är föremål för ämnesskarvning. Även då det gäller aluminium har ett antal detaljer börjat dyka upp i branschen. Även om FSW (Friction Stir Welding) borde vara den självklara metoden i detta fall, tycks lasern ha sitt berättigande då det blir fråga om så tunna plåttjocklekar som är relevanta vid karosskonstruktion. *Corus Aluminium NV* med sitt huvudsäte i Duffel, Belgien har länge hållit på med lasersvetsning av plåtämnen, vilket i deras värld då benämns ATB (Aluminium Tailored Blanks). Den första experimentella verksamheten i mitten på 1990-talet bedrevs tillsammans med BLZ (Bayerischer Laser Zentrum) och med kunder som *Volvo*, *VW* och *Audi*. Såväl Nd:YAG som CO₂ har utvärderats som laserkälla, och huvudspåret är att använda sig av dubbel fokusteknik utan tillsattematerial, samt skyddsgas på rotsidan för att undvika höga svetsrågar. Bland framgångsrika praktikfall kan nämnas CO₂-svetsning av främre sidobalk till *Volvo 850* (Ecolite AA6016A i olika tjocklekar) samt dörrinnerpanel till *VW Lupo 3L-Wagen* (AA5182 och AA5754) [Fig. 6]. I det senare fallet tvingades man p.g.a. formningsproblem exkludera AA6000-legeringar samt introducera tillsatstråd i form av AlMg4.5Mn. Formningsproblem hade även framträtt vid ämnesskarvning av en innerhuv till *Audi*, vilken svetsats med Nd:YAG-laser och AlSi12 som tillsatstråd. Den tunnare plåten (tjocklek 1.1 mm) hade en tendens att spricka och därför hade denna applikation inte utvecklats vidare.

År 2000 tog koncernen ett beslut om att investera i egna lasrar för fortsatt utveckling av konceptet med ATB. Därför har man 2002 installerat en 6 kW CO₂-laser från *Trumpf* och en 4.5 kW Nd:YAG-laser från *Haas* i *Corus* utvecklingscenter i Ijmuiden. Vid försök där har man validerat aluminiummaterialets tendens som färskvara. Man har nämligen kunnat konstatera att Erichsen-värdet vid provpressning minskar om skarvade ämnen i

AA6000-material lagras över en längre tidsperiod.

ATB-tekniken har nu kommersialiserats och *Corus* tillverkar idag skarvade aluminiumämnen som levereras till *Lamborghini*. Det rör sig om de främre, inre hjulhusen till modellen Gallardo vilken hade SOP (Start Of Production) 2003. Vänster- och högerdetaljen tillverkas i samma ämne vilket utgörs av Ecolite AA6016A i tjockleksskombinationen 1.3/2.7/1.3 mm. Tack vare den blygsamma årsvolymen på 1,800 bilar klarar *Corus* denna produktion i sitt utvecklingscenter. På grund av nya förfrågningar, bl.a. från *Renault* på en innerpanel till sidodörr för en kommande modell, håller man på att slutföra förhandlingar med en industriell partner för volymproduktion av skarvade ämnen i aluminium.

På senare tid har några alternativa tekniker till skräddarsydda plåtämnen börjat dyka upp. Först har vi s.k. patchwork-teknologi, vilket skulle kunna översättas med lapptäcksteknik. Här handlar det främst om att skapa plåtämnen med varierande tjocklek genom att på ett basämne punktsvetsa extra plåtar i de områden där detaljen kräver en ökad materialtjocklek. Billigt och bra, men tveksamt då det gäller spaltkorrosion och accelererad förslitning av pressverktygen.

En annan teknik är Tailored Rolled Blanks (TRB). Här skapar man varierande plåttjocklek redan vid valsningen av plåten genom att trycket på slutvalsarna i linjen varierar med hög frekvens. Nackdelarna med denna metod är att man är hänvisad till en materialkvalitet och materialbeläggning. Dessutom gör det varierande trycket att man lokalt redan förbrukat en del av ämnets formbarhet, vilket i sin tur leder till ökad sprickrisk vid pressning av detaljen.

Därmed kan vi nog räkna med en fortsatt ljus framtid för lasern då det gäller ämnesskarvning. Ingen annan metod erbjuder en liknande flexibilitet då det gäller att optimera en karossdetalj med avseende på materialtjocklek, materialkvalitet och ytbeläggning.



Figur 6. Exempel på tidiga applikationsförsök för ämnesskarvning av aluminium; t.v. främre sidobalk (Volvo 850) och t.h. sidodörr, inre (VW Lupo 3-L).



Håkan Holmqvist, platschef och delägare i Lasertech LSH AB, har bråda dagar. En ny 4 kW Nd:YAG-laser ska installeras i nya lokaler före semestern.

Lasertech LSH i snabb expansion

av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

– Vi har mycket att göra just nu. Med tre projekt i gång samtidigt så är det fullt upp, säger Håkan Holmqvist när LaserNytt ringer och frågar om han har tid att berätta lite om sitt företag Lasertech LSH AB i Karlskoga.

– Vi har just köpt en 4 kW Nd:YAG-laser från Trumpf och den är tänkt för svetsning. Lasern har fyra fiberutgångar och två skall användas för fasta optikuppsättningar där vi ska hantera materialet med robot. Detta ska bli vår seriemaskin och vi räknar med en flödesmäsigt bra lösning, berättar Håkan. I denna laser är också aluminiumsvetsning på gång under våren. Vi har just nu också köpt en svetscell från Trumpf med en Kuka-robot och lägesställare. Systemet programmeras via Trumpfs system TOPS 800. Vår gamla 2 kW Nd:YAG-laser kommer mera att användas för utvecklings- och kortseriejobb i framtiden.

Lasertech har haft en snabb och kraftig utveckling. Man startade 2000 och nu har man fem lasrar och sex anställda. Omsättningen 2004 låg på 15 miljoner. Till semestern ska det vara klart att flytta in i nya lokaler på Bofors industriområde i Karlskoga, som ställs i ordning i anslutning till den gamla verkstaden. Då får man 1100 m² och det gör det möjligt att flytta borr- och märklasern till den nya delen. Eventuellt kommer också CO₂-lasern att flyttas. Man planerar också för ett renrum med laser och en mindre robot.

Hur har det varit möjligt att expandera så snabbt?

– V har varit med på några mässor men det har inte gett så mycket. Istället har ryktet om oss spridits från ”mun-till-mun”. Vi har också stora företag som kunder och det är viktigt. Försvarsindustrin är största kund och det sätter sin prägel på verksamheten. Vi finns inom ett skyddat område vilket är ett krav inom den branschen och vi är godkända leverantörer till FMV. På området finns också ett bra nätverk med SAAB Bofors Dynamics och Bofors Defence som viktiga kunder.

– Sedan gör vi också bra jobb, berättar Håkan. Vi ser



Lasertech arbetar bland annat med laserytbehandling. Här trimmas robotbanan för en komponent inför laserhårdning.

saker och ting med nya ögon, vilket kanske inte andra gör och det skördar framgångar. Vi har också en mycket mångkunnig personal och vi har också snabba beslutsvägar eftersom vi bara är tre delägare. Vi är mycket olika som personer och det leder till bra beslut.

Hur kom det sig att ni startade Lasertech?

– SKF Autobalance Systems AB skulle outsource sin lasersvetsning och förfrågan gick till en av våra delägare som då var underleverantör till SKF. Jag blev intresserad och tillsammans med vår tredje delägare, som är ett teknikkreatör, bestämde vi oss för att starta. Självt arbetade jag då som svetsansvarig på Scana Booforge som var ett gammalt Boforsföretag.

Håkan Holmqvist berättar att man huvudsakligen svetsar cirkulära detaljer som många gånger inte är några enkla produkter. Tvärtom är mycket småknepigt. Håkan hoppas att det kommer flera lasersvetsare så att flera kan sprida budskapet om lasersvetsning för att kunskapen ska utvecklas hos konstruktörerna.

– Frågan är vad som inte går att lasersvetsa, menar Håkan. Många tror att lasersvetsning är en dyr metod men vi tycker svetsning är billigt. Däremot är hanteringen dyr men där är vi duktiga vilket ger oss konkurrenskraft. Lasertech har också breddat sig mot lasermärk-

ning på den civila marknaden. Vi kan erbjuda ett helt koncept och är total leverantör till vissa kunder.

– Vi har en styrka i vårt stora kontaktnät från våra tidigare verksamheter. Dels finns många olika företag inom industriområdet men vi har också många kontakter med företag i Danmark och Tyskland. Vi är också kvalitets- och miljöcertifierade.

Det tog er fyra år att skaffa fem lasrar och sex anställda. Var står ni 2010?

– Ja, inte har vi tio lasrar, skrattar Håkan. Med den nya lasern har vi bra kapacitet för både korta och långa serier. Vi gör också en hel del snabba jobb med leverans på dagen. Jag tror vi har ökat personalstyrkan med 3-4 personer och att vi har strukturerat upp bolaget. Svetsning förblir huvudspåret och troligtvis kör vi också hybridsvetsning. Vi kommer nog också att arbeta mer mot läkemedelsindustrin tack vare vårt renrum. Sen blir det säkert också mera provningar som vi kommer att utföra för våra kunder. Vi blir kvar på industriområdet här i Karlskoga för här finns det mesta redan.

– Vi har en stor orderstock som sträcker sig över flera år och fullt upp med nya projekt så vi ser mycket positivt på framtiden, avslutar Håkan Holmqvist.

Se också www.lasertech.se för mera information.

Svetskommissionens forskningsseminarium

Av Klas Nilsson, avdelningen för Produktionsutveckling, Luleå tekniska universitet

Svetskommissionen ordnade den 18 november ett höstmöte med temat "Fogningsforskning i Sverige", där avdelningar från forskande institut och högskolor fick chansen att presentera sin pågående forskning inom fogningsteknik. Dessutom fanns några industriföretag representerade för att framföra industrins forskningsbehov inom fogningsområdet.

Ett femtontal avdelningar från institut och högskolor var representerade på seminariet. Av dessa var det endast tre avdelningar som presenterade forskningsprojekt inom lasersvetsning. Dessa var Fogningscentrum vid Korrosions- och Metallforskningsinstitutet (KIMAB f.d. IM), gruppen för Simulering och Styrning vid Högskolan Trollhättan/Uddevalla (HTU) samt avdelningen för Produktionsutveckling vid Luleå tekniska universitet (Ltu).

Fogningscentrum representerades av Arne Melander som ersatte Joakim Hedegård som för tillfället hade fått

förhinder att närvara. De är koncentrerade till fogningsprocess och materialteknik och är med i ett stort antal pågående projekt inom fogningsområdet. Några av dessa projekt är laserrelaterade projekt som svetsning av höghållfast grovplåt där man jämfört laserhybridsvetsade förband med Tandem-MAG-svetsade. De har även tillsammans med Volvo studerat utmattning av laserlödda förband.

HTU representerades av Per Nylén som leder en grupp kallad Simulering och Styrning av Verkstadsprocesser. Gruppen förfogar över en Nd:YAG-laser på 2,5 kW med fiberoptik som kan hanteras med en robot tillsammans med TIG/MIG/MAG-svetsutrustning. De har koncentrerat sina aktiviteter till modellering, simulering och styrning av svetsprocesser.

Den tredje avdelningen med lasersvetsning på programmet var avdelningen för Produktionsutveckling vid Ltu som vid seminariet representerades av Klas Nilsson. Avdelningen har ett flertal lasrar lämpliga för svetsning bland sin utrustning, bl a en 6 kW CO₂-laser, och en 3

kW Nd:YAG-laser. Båda kan kombineras med MIG/MAG-svetsutrustning för laserhybridsvetsning. ND:YAG-laserns fiberoptik kan dessutom hanteras av en industrirobot. De bedriver ett flertal svetsprojekt tillsammans med svensk industri samt EU-finansierade projekt med många europeiska industrier inblandade. Ltu har tillsammans med bl a Fogningscenter varit med i ett nyligen avslutat Vinnova-finansierat projekt (VAMP27) där laserhybridsvetsning har jämförts med Tandem-MAG, Rapid-Arc och vanlig MIG (se bild).

I ett projekt finansierat av Norrbottens forskningsråd har foggeometris inverkan vid laserhybridsvetsning studerats. Från den 1 november 2004 har avdelningen inlett ett EU-finansierat lasersvetsprojekt där bilkomponenter som består av ytbehandlat höghållfast stål svetsas sam- >>



Forskningssverige samlat. Stående från vänster Dr Bengt Sjögren, Karolinska Institutet, Per Lindström, Kvaerner Power, Stellan Carlson, Svetskommissionen, Tony Nilsson, SSAB Tunnpå, Professor Anders Ulfvarsson, Chalmers, Therese Källgren, KTH-Brinellcentrum, Lars Johansson, Svetskommissionen, Tekn. Dr Per Nylén, Högskolan Trollhättan/Uddevalla, Professor Jack Samuelsson, KTH, Professor Arne Melander, Korrosions- och Metallforskningsinstitutet, Tekn. Dr Christian Öjmertz, Chalmers Lindholmen, Tekn. Dr Klas Nilsson, Luleå tekniska universitet. Knästående från vänster Enda Keehan, Chalmers, Professor Lennart Josefsson, Chalmers, Bertil Pekkari, Svetskommissionen, Elin Westin, Outokumpu, Mars Liljas, Outokumpu.

Prisbelönt examensarbete i lasersvetsteknik

Maria Eliasson har gjort ett examensarbete vid Volvo Materialteknik i Göteborg där hon har undersökt möjligheterna att förbättra svetsegenskaperna hos lasersvetsat Trip stål. Examensarbetet belönades med ett stipendium från Svetstekniska Föreningen. Handledare var Lars-Erik Svensson, Volvo, och Bengt Loberg, Luleå tekniska universitet. Nedan följer en kort sammanfattning av hennes arbete.

Improvement of mechanical properties of laser-welded Trip 700

High-strength steels combine strength and ductility, and are therefore of great interest for the automotive industry. Recent investigations of welded Trip 700 (steel with strength level 700 MPa) showed a wide spread of the mechanical properties due to brittle cleavage fracture behaviour in peeling test.

In this study steel sheets of Trip 700 have been laser welded together in an edge weld. The heat influence and the fast cooling of laser welding cause a hard martensitic weld. The influence of the weld metal's hardness on the fracture behaviour in peel loading has been investigated with tensile testing and SEM.

First heat-treatments were carried out to reduce the hardness of the weld metal. Their influence on hardness, microstructure and mechanical properties has been analysed. Hardness has a significant influence on the risk for brittle behaviour. A fully ductile behaviour was found

for a sample heat-treated in a furnace at 500°C for 30 minutes. The hardness after this heat-treatment was 300 HV.

The calculation program mucg73 was used to calculate TTT-diagram for Trip 700. A cooling curve describing the cooling behaviour after welding was calculated with SYSWELD and superimposed on the TTT-diagram. Thus the existing phases after welding could be predicted. Secondly, the weld metals' hardness was modified in three different ways.

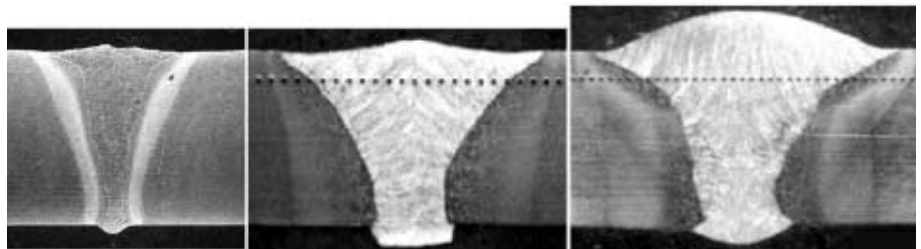
1. The laser welding was performed with a lower speed to get a slower cooling of the weld and hence more ferrite, which is softer than martensite, should form according to the calculations of the superimposed cooling curve on the TTT-diagram.
2. The laser welding was performed with a lower speed and more filler material was added to the weld to decrease the carbon content of the weld metal and hence obtain a softer weld metal.
3. Re-heating with TIG was performed to obtain an annealed martensite.

It was found that method 1 and 2 did not result in a significant decrease of hardness. A sufficient amount of ferrite was not obtained with method 1. The TIG re-heating was the most efficient method to decrease the hardness of the weld and hence improve the steel's mechanical properties. It is proposed for future work to find a way to realise re-heating with laser.

>> man med komponenter innehållande delar av gummi. Projektgruppen består av fyra forskningsutförare samt sex SME-företag från Spanien, Portugal, Italien och England samt Ltu. Ett annat EU-finansierat projekt som är på väg att avslutas går ut på att bygga verktyg med hjälp av lasersvetsning. Metoden bygger på att flera lasersvetsade lager av nästan färdigbearbetade verktygsplan svetsas samman och därefter sker en finbearbetning till färdigt verktyg.

Tre industriföretag var representerade på seminariet av Tony Nilsson, SSAB Tunnpå AB, Mats Liljas, Outokumpu Stainless AB och av Jack Samuelsson, Volvo Construc-

tion Equipment AB. Både SSAB och Outokumpu såg ett forskningsbehov av effektivare svetsmetoder där Laserhybrid nämndes som en intressant metod.



Tvärsnitt av 6 mm Domex 700 svetsat med Laser-MAG, Tandem-MAG och MAG. Svets hastigheter och sträckenergier: 2 m/min resp. 0,25 kJ/mm för Laser-MAG, 1,5 m/min resp. 0,74 kJ/mm för Tandem-MAG och. 0,25+0,4 m/min resp. 0,61+0,66 kJ/mm för MAG (två svetssträngar).



Deltagare vid Lasergruppens seminarium "Laser-möjligheternas teknik".

Laserseminarium hos Volvo Lastvagnar

av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

Volvo är en av världens ledande tillverkare av tunga kommersiella fordon, marin- och industrimotorer samt komponenter till flygindustrin. Vid lasergruppens seminarium i november 2004 besökte vi Volvo Lastvagnar som ingår i Volvo-koncernen.

– Volvo är Sveriges största företag om vi ser till antalet anställda, säger Mikael Mimer, som är vår värd för dagen. I koncernen ingår Volvo Trucks, med varumärken som Mack, Renault och naturligtvis Volvo, Volvo Bussar, Volvo Construction Equipment, Volvo Penta och Volvo Aero vilket kompletteras med en finansiell verksamhet, Volvo Financial.

Inom Volvo svarar Volvo Lastvagnar för ca 67 % av verksamheten. Volvo byggde sin första lastbil 1928. Sedan dess har Volvo Lastvagnar utvecklats till en av världens största tillverkare av tunga lastbilar. Man tillverkar nu ca totalt ca 160 000 enheter/år.

I Europa tillverkar Volvo FL, FM, FH –serierna och i USA den nosbyggda VN-serien.

– Volvo Lastvagnar har ingen egen laseranvändning, säger Mikael Mimer, men däremot finns komponenter som är lasersvetsade hos våra underleverantörer.

Exempel på sådana detaljer är EGR-kylare där en stumfog i rostfritt stål svetsas med CO₂-laser, en avgasbroms med överlappssvets i rostfritt stål och en svängningsdämpare i kolstål som svetsas med en överlappsfog.



Mikael Mimer var värd för seminariet.

– Vi ser en fortsatt utveckling av lasersvetsning hos våra underleverantörer och potential i vår egen hyttillverkning. Där pågår ett EU-projekt och vi ser möjliga applikationer för lasersvetsning, laserhybridsvetsning och laserlödning. Materialen är höghållfast stål, rostfritt stål och aluminium. Vi tittar också på blandfogar av t.ex. stål/aluminium avslutar Mikael Mimer.

Lasergruppens seminarium "Lasermöjligheternas teknik" är inriktat mot konstruktion för och användning av laserteknik och koncentrerar sig på svetsning och skärning. Under detta tema berättade Hans Engström, Luleå tekniska universitet, om olika tekniker och bearbetningsprocesser, Johnny K. Larsson, Volvo Personvagnar, om riktlinjer för tunnplåtskonstruktion, samt Hubert Wilbs, Trumpf Maskin AB och Tore Salmi, Permanova Lasersystem AB om industriella lasertillämpningar.

Omfattande kundanpassning i lastbilsproduktionen i Tuve

av Hans Engström, Luleå tekniska universitet

Laserseminariet hos Volvo Lastvagnar bjöd på ett intressant besök ute i produktionsanläggning i Tuve. Där tillverkar Volvo sina FM- och FH-lastbilar. FM-serien är utvecklad för regionaltrafik och anläggningstransporter medan FH är avsedd för fjärrtrafik.

Tuvefabriken, som också kallas "Produktion Göteborg", ingår i Volvos division "Global Manufacturing" med monteringsfabriker runt om i världen. I Tuve arbetar 2300 personer varav 300 är tjänstemän. Ca 13 % av personalen är kvinnor.

– Det är viktigt att vara nära marknaden, berättar vår guide, och därför levereras ca 7000 lastbilar i form av packsatser till monteringsfabrikerna. Ca 40 stycken 40-fots containrar skickas dagligen från Tuve med dessa monteringsatser.

Tillverkning i Tuve börjar med rambalkarna som rullformas och klipps till rätta längder. Därefter stansas hålbilderna, som kan vara 140–400 hål/balk beroende på modell och varje balk är individuell för varje bil. Hålbilderna kontrolleras sedan med ett lasermätssystem. Balkarna tillverkas i 5–8 mm tjocklekar och stålet kommer från SSAB. Sista momenten för tillverkningen av rambalkarna är ytbehandlingen och därefter bockas balkarna för att bereda plats för motorn.

Leverans- och logistiksystemet är mycket avancerat. Det finns 350 leverantörer till denna fabrik och ca 7500 artikelnummer som man måste hålla ordning på. När

komponenterna kommer till logistikavdelningen registreras de för att sedan gå till en lagerplats eller direkt ut i produktionen. De måste vara vid exakt rätt station vid exakt rätt tidpunkt för att produktionen ska fungera. Materialtransporterna till Tuve är så omfattande (ca 40 lastbilar/dag) så chaufförerna har s.k. slot-tider som de måste passa för att lossa sin last. Volvo har ett chaufförshus där man kan vänta på sin tur för lossningen och de rutinerade chaufförerna tar ofta sin dygnsvila här.

Till Tuve kommer ca 140 000 axlar/år från Lindesberg, antingen för montering eller transport till monteringsfabrikerna. I Tuve så målas axlarna och förses med fjädrar, krängnings-, och stötdämpare.

Grupper om 12–15 personer bygger sedan chassiet av ram- och tvärbalkar och axlar. Sedan förses chassiet med alla delar som bildar en färdig lastbil; rör, kablar, ventiler, motor, växellåda, hytt, hjul. Efter montering sker provkörning, slutbesiktning, och leverans. Det tar ca 2 dagar att bygga ett chassi.

Motorerna tillverkas i Skövde och kommer till Tuve fyra gånger varje dag. Växellådor levereras också med samma frekvens. Hytten byggs färdig i Umeå och kan levereras i 60–70 olika standardfärger. Mellan 800 och 1500 hjul monteras varje dag och även här har kunden valfrihet att välja fabrikat och modell.

Kundanpassningen är total och det innebär att det kan gå två år mellan att man bygger samma lastbil och här räknas inte färgerna.

2004 bästa året för Volvo Lastvagnar

År 2004 blev det bästa året hittills i Volvo Lastvagnars historia. Leveranserna ökade med 29 procent till en rekordnivå på 97 264 (75 312). Efterfrågan på tunga lastbilar var stark på alla de större marknaderna i Europa, Nord- och Sydamerika samt Asien.

– Jag är mycket nöjd med årets resultat och vi ser att behovet av transporter kommer att vara fortsatt starkt under 2005. Prognoserna för både Europa och Nordamerika pekar på en positiv utveckling under det kommande året, säger Staffan Jufors, vd för Volvo Lastvagnar.

Liksom de två föregående åren fortsatte efterfrågan på tunga lastbilar att öka i Europa. Totalmarknaden ökade med 12 procent och uppgick till 256 000 fordon (228

000). I västra Europa ökade marknaderna i Tyskland, Frankrike och Spanien med 17 procent, 5 procent respektive 8 procent. Försäljningen i östra Europa ökade med hela 29 procent och behovet av transporter förväntas även i fortsättningen att öka då handeln mellan öst- och västeuropa blir alltmer omfattande.

I Nordamerika var efterfrågan på tunga lastbilar mycket stark. Totalmarknaden ökade med 42 procent och nådde 255 000 fordon (179 000), främst på grund av ökande transporter och transportörernas behov av att förnya sina vagnparker. Försäljningen av Volvolastbilar (klass 8) ökade markant under året och leveranserna uppgick till 26 035 (17 160) vilket var en ökning med 52 procent.

KONFERENSER och MÄSSOR 2005

Maj

12 Laserdag 1, Årsmöte LaserGruppen
Per Westerhult

LaserNytt 1/2005
Hans Engström

Juni

12–16 Lasers in Manufacturing
München
Johnny K. Larsson, Alexander Kaplan

15–17 Studieresa till Tyskland med Lasergruppen
München, Stuttgart
Per Westerhult

Juli

10–16 IIW, International Institute of Welding
Prag
Hans Engström

Augusti

17–19 NOLAMP 10, Nordic Laser Conference
on Materials Processing
www.ltu.se/nolamp
Luleå, Piteå
Alexander Kaplan, Hans Engström

September

12–17 Schweissen und Schneiden
Essen

14–20 EMO
Hannover

20–21 Advanced Laser Applications Conference
& Exposition (ALAC),
Ann Arbor, MI, USA
Johnny K. Larsson

Oktober

13 Laserdag 2
Per Westerhult

LaserNytt 2/2005
Hans Engström

31/10–3/11 ICALEO
Miami, Florida

November

10 Konstruera för Laser. Laserseminarium
Småland
Per Westerhult

December

LaserNytt 3/2005
Hans Engström

NOLAMP 10 – den nordiska laserkonferensen åter i Sverige

Vid NOLAMP samlas nordiska laserforskare och industrimänniskor för att utbyta erfarenheter om lasertekniken. Det sker under gemytliga och familjära former för i den nordiska laserfamiljen är många bekanta med varandra sedan lång tid tillbaka.

NOLAMP 10 har ett brett och starkt program där vi får ta del av hela 44 presentationer. Laserhybridsvetsning är en viktig angelägenhet inom både industri och forskning och utveckling idag och den tekniken tillägnas en hel förmiddag. Andra sessioner speglar bl.a. laser-skärning, laserytbehandling och andra industriella tekniker.

NOLAMP 10 arrangeras av Luleå tekniska universitet.

Pite Havsbad är platsen för NOLAMP 10. Det är en av nordens största konferensanläggningar och ligger bokstavligen på en av Bottenvikens längsta sandstränder. Man erbjuder ett trevligt tropiskt bad (som ingår i konferensavgiften), SPA-avdelning, filmsalong med världens största filmformat (I-MAX), go-kart bana, bastuanläggning vid strandkanten, utflykter mm mm. Det är dessutom nära till Piteå, en genuin sommarsmåstad med många shoppingmöjligheter. Vi erbjuder också konferensdeltagarna en kvällsutflykt till Storforsen i Pite älv, nordens största obundna vattenfall.

Välkommen till NOLAMP 10
– den nordiska laserkonferensen!



För inbjudan och program kontakta:
Karin Soini, karin.soini@ltu.se,
Tel: 0920-49 16 84, Fax: 0920-49 10 74