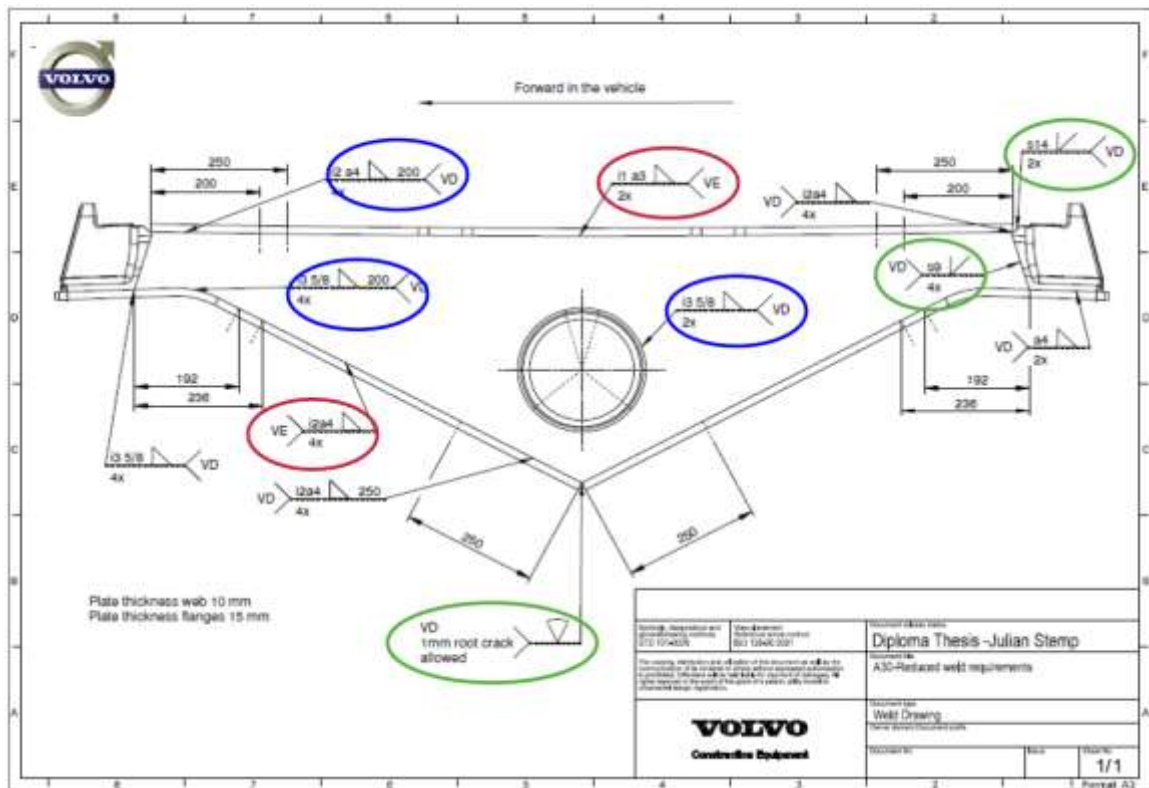


## Slutrapport WIQ - (diarie-nr. 2009-04719) Publik Rapport



Författare Bertil Jonsson, Volvo VCE i Braås  
 Datum 1 mars 2013  
 Delprogram FFI – Hållbar produktionsteknik

## Innehåll

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Sammanfattning.....</b>                         | <b>3</b>  |
| <b>2. Bakgrund .....</b>                              | <b>3</b>  |
| <b>3. Syfte.....</b>                                  | <b>4</b>  |
| <b>4. Genomförande.....</b>                           | <b>5</b>  |
| <b>5. Resultat .....</b>                              | <b>5</b>  |
| 5.1 Bidrag till FFI-mål .....                         | 7         |
| <b>6. Spridning och publicering.....</b>              | <b>8</b>  |
| 6.1 Kunskaps- och resultatspridning .....             | 8         |
| 6.2 Publikationer .....                               | 9         |
| <b>7. Slutsatser och fortsatt forskning.....</b>      | <b>11</b> |
| <b>8. Deltagande parter och kontaktpersoner .....</b> | <b>12</b> |

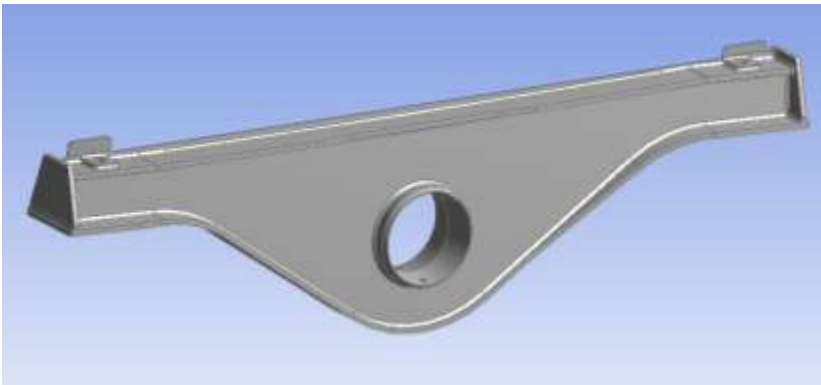
### Kort om FFI

FFI är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings-, innovations- och utvecklingsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Säkerhet. Satsningen innebär verksamhet för ca 1 miljard kr per år varav de offentliga medlen utgör hälften.

För närvarande finns fem delprogram Energi & miljö, Fordons- och trafiksäkerhet, Fordonsutveckling, Hållbar produktionsteknik och Transporteffektivitet. Läs mer på [www.vinnova.se/ffi](http://www.vinnova.se/ffi)

## 1. Sammanfattning

Projektets målsättning var att implementera ett nytt kvalitets-system för svetsar i konstruktion och produktion av svetsade komponenter. Regelverket i det nya systemet har byggts så att det speglar utmattning ("design and weld for purpose") till skillnad från tidigare system, såväl Svenska som Internationella ("good workmanship"). Uppgiften bestod i att söka svar på vad som krävs för att göra det och vilka problem som uppstår med det övergripande målet att kunna minska vikten på utmattningsbelastade svetsade strukturer med minst 20 %. I en omvärld där det blir allt viktigare att reducera materialåtgång och bränsleförbrukning är detta en viktig del för att kunna behålla ett försprång gentemot konkurrenter. Arbetet genomfördes i ett antal olika arbets-paket, som innehöll olika aspekter, men som var starkt beroende av varandra. De framtagna resultaten testades på en verklig komponent, där vikten kunde minskas med 24% och där den testade livslängden i utmattning var mer än dubbelt så lång som befintlig konstruktion, se fig 1.



Figur 1 Testad verklig komponent, boggi-balk till en dumper

## 2. Bakgrund

Under de senaste c:a 20 åren har ett antal olika utvecklingsprojekt genomförts inom Volvo CE, där dimensionering av svetsade konstruktioner mot utmattning var temat. Första insikten om vilka problem som fanns rörde beräknings-världen. Man använde vid den tiden s.k. nominella metoder och dessa visade sig ha dålig noggrannhet. Problemen bestod i att rätt bestämma nominell påkänningsnivå (ibland omöjligt), välja rätt Whöler-kurva till aktuell svetsfog samt att svetsens rot-sida inte kunde beaktas på ett enkelt sätt. Efter att ett antal olika metoder testats, kom man runt år 2000 fram till att s.k. lokala metoder fungerade betydligt bättre. Här kunde man mha FE-metoden direkt se vilka

punkter i svetsfogen som var kritiska och tydligheten och därmed nogrannheten ökade avsevärt.

Efter att beräkningsarbetet blivit bättre, riktades uppmärksamheten mot de parametrar som styr svetsens kvalitet avseende utmattning. Tex blev det mycket omdiskuterat att det viktigaste måttet på utsidan, svetsens tå-radie i fattningskanten, inte fanns med i kvalitets-systemen. En annan punkt, dit många haverier kunder härledas, rörde svetsens insida. Här var inbränningen det avgörande måttet, men detta var inte upp-styrt på ritningen och kunde lätt kringgås. Så runt 2005 gjordes ett arbete att kartlägga hur väl kvalitets-systemen för svetsarna speglade utmattning överhuvudtaget. Svetsklasssystemet inom Volvo och det internationella systemet ISO 5817 räknade genom med brottmekanik och det visade sig då att kopplingen till utmattning var svagt. Kanske var det inte konstigt eftersom systemen är byggda efter principen ”good workmanship” och alltså inte skulle spegla något speciellt syfte än att kunna jämföra olika verkstäder. Problemet är dock att de regler som ges i systemen i form av tillåtna defekter etc är direkt avgörande för hur lång utmattning-livslängd som nås och när en designer ska sätta ut kvalitetsnivån på ritningen till en utmattning-påkänd komponent så är det inte möjligt att göra på ett bra sätt. Inom Volvo CE beslutades då att sätta ihop ett nytt svetsklasssystem och detta arbete blev klart 2008. De regler som sattes hade en tänkt koppling till utmattning så att utsatt klass på ritning innebar en viss livslängd (”design and weld for purpose”).

Ett antal frågor var dock inte lösta och detta projekt (WIQ) startades 2010 för att besvara frågor som: hur använder man detta i design ? hur fungerar det i svetsprocessen ? hur ska man inspektera ? osv. Projektet beskrev tre olika inriktningar: rest-spänningar, variation i svetsprocessen, inspektion och sex olika arbetspaket definierades som var och en hade en huvudinriktning, men som givetvis var sammanflätade på olika sätt: svetsprocesser, inspektion, förbättringsmetoder, skärkanter, rest-spänningar och svetsklasssystemet.

### 3. Syfte

Ett nytt svetsklasssystem innebär att ett helt nya tänkesätt uppstår speciellt i samarbetet mellan olika delar av ett företag: konstruktion-beräkning-svetsning-inspektion. Nyheten med tänkesättet är att man har ett gemensamt språk och detta gör att man lättare kan kommunicera vad som dels krävs men också vad som går att göra.

Syftet med projektet är att kunna utnyttja principerna till att minska den strukturvikt som byggs in i komponenten. Tanken är att detta kan ersättas med mer nyttolast för ett transporterande fordon, mer lyftkapacitet för ett grävande fordon etc. Detta ger då bättre bränsleutnyttjande och därmed effektivare maskiner samtidigt som vi minskar behovet av materialåtgång och tillverknings-tid i verkstaden. Olika modeller för ekonomi brukar normalt antyda stora kostnadsbesparingar sett ur en totalkostnadsvy.

Målet i viktsminskning för projektet var minst 20 %.

## 4. Genomförande

Projektet har genomförts under åren 2010-2012 med deltagare från ca 15 olika företag, underleverantörer, universitet och institutioner. På Volvo CE har två st industri-doktorander varit aktiva på två olika fabriker med tanke på att täcka var sin del av arbetet (svetsprocesser resp inspektion) samtidigt som de samverkar i projektet. Dessa har varit kopplade mot Chalmers och HV i Trollhättan. På KTH har två doktorander varit aktiva med simulering och verifiering av rest-spänningsdelen. På övriga företag har deltagarna genomfört projekt, examensarbeten och undersökningar som tagit intryck från projektet och som sedan kunnat jämföras med alla resultat. I projekt-möten, som hållits 2-3 ggr per år, har deltagarna presenterat sina arbeten och kunnat jämföra framstegen. Dessa projekt-möten har flyttats runt så att de flesta stora deltagarna har varit värd för något tillfälle, där det ingått ett studiebesök i aktuell fabrik eller laboratorium. I några fall har deltagarna träffats i mindre möten för att diskutera resultat och undersökningar. Resultat, dokument och presentationer har placerats på en gemensam TP (team-place) dit alla har tillgång.

## 5. Resultat

Projektet hade som målsättning att implementera ett nytt kvalitets-system i konstruktion och produktion av svetsade komponenter, där regelverket byggts så att det speglar utmattning. Man skulle söka svar på vad som krävs, vilka problem som finns för att kunna minska vikten på bärande svetsade strukturer med minst 20 %.

Projektet delades in i 6 arbetspaket: svetsprocesser, inspektion, förbättringsmetoder, skärkanter, restspänningar och svetsklassystem. Dessa samverkade på flera plan: ett exempel är hur svetsprocessen, WP1, påverkade geometrin, som inspekterades i WP2 och som senare simulerades i WP5 för bestämning av restspänningar. Ett annat exempel är hur statistiska teorier från akademikervärlden kunde användas i simuleringarna och svetsproverna för att bestämma hur olika parametrar inverkar på utmattning. Men också tvärtom: hur verkliga industriella frågeställningar (tex varmsprickor) kunde styra vilka verktyg som behövs utvecklas i forskningsvärlden på universitetet.

Metoder som använts i projektet kan generellt sägas omfatta en stor bredd: undersökning av olika svets-processer för anpassning mot olika krav, inspektion med beprövade och nya metoder (från visuella till datorbaserade) för att testa deras kapacitet mot statistiska modeller, datorsimuleringar för svetsprocessens temperaturförlopp och resulterande restspänningar, FEM-simuleringar för påkänningar och utmattning, provning av utmattning för att verifiera framtagna provstavar, mätning av restspänningar med röntgen för att verifiera simuleringarna.

Några av de delresultat som erhållits är:

- Onödig svetsning både i mängd och placering, stor besparingspotential i kostnad
- Nya svetsprocesser som är anpassade till olika krav, gamla ej i rätt fokus
- Gamla inspektionsmetoder och verktyg funna inkapabla (tex a-mått, se fig.2)

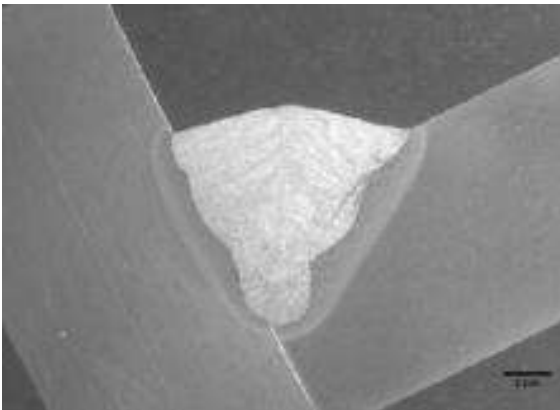
Nya verktyg för inspektion av svets-kvalitet införda  
Nya programverktyg för svets-simulering framtagna  
Vikts-reduktion på 20-40% funnen möjlig med minst bibehållen livslängd  
Nya insikter om förbättringsmetoder och skärkanter med koppling till utmattning



Figur 2 a-måtts mätare

Vid starten av projektet var planen att söka minska spridningen i svetsprocesserna och att hitta OFP-metoder (OFörstörande Provning) som klarade att inspektera både de gamla existerande kraven men också de nya, tex fättningskantens tå-radie. När arbetet startade blev dessa delar föremål för nya insikter, ett skifte i fokus blev följderna och man kan beskriva detta som en avvikelse. När det gäller OFP insågs relativt snart att man mätte väldigt mycket ”eftersom det gick att mäta” och skickade sedan ut detta till intresserade (”Push”). Men eftersom informations-behovet varierar mellan olika personer och grupper, så insågs att man först måste ta reda på vad som efterfrågas (”Pull”) i information och hur denna ska presenteras innan man bestämmer vilken NDT-metod som passar.

Spridningen i svetsprocesserna är viktig att minska, men man upptäckte att vi hade mer att göra när det gällde att anpassa svetsprocesserna mot kraven, se fig 3: befintliga svetsbeteckningar på ritning kunde beskrivas som lika till mer än 90 % oavsett krav. Därmed skiftade fokus mot detta och ett antal olika svetsprocesser togs fram. Så i arbetspaket 1 och 2 kan man beskriva att en avvikelse från projektplanen inträffade.



Figur 3 Käl-svets anpassad för god inbränning

De nya OFP-metoderna som togs fram (tex. mätning av tå-radien  $R$ , se fig. 4) implementerades i produktionen snabbt eftersom detta var en prioriterad del av nya svetsklasssystemet. Man säkerställde metoden statistiskt så att resultatet kunde både repeteras och reproduceras mellan personer, tillfällen och komponenter. Detta innebar att man inte mätte den fysiska storleken på  $R$  utan uppskattade inom vilka intervall den låg dvs man säkerställde klassen (=kvalitetsnivån) som anges som att  $R >$  visst kravvärde.



Figur 4 Radie-block, master för svets-tån

Ävenså ett nytt förslag att presentera en mängd data (styrdiagram istf stapel-diagram) har implementerats, vilket leder till att diskussioner och planering för beslut har fått ett mycket bättre underlag att stå på, trots att det är exakt samma data-underlag som används. Den nya införda svetsklassen (VE) som ska användas vid lågt på-kända svetsar och/eller där inbrännings-kravet är prioriterat infördes i Volvo's standard direkt efter projektets slut. Den förväntas få en inverkan på konstruktioner som startas under 2013 och leda till betydligt bättre ritningsunderlag med differentierade svetsbeteckningar. Detta leder i sin tur till en stor potential i kostnads-reduktion i form av framförallt minskad svetstid.

### 5.1 Bidrag till FFI-mål

Som beskrivits ovan har projektet sökt implementera ett nytt svetsklasssystem, som kan sägas ha tagit ett nytt grepp om hur man konstruerar och bygger komplexa svetsade strukturer med applikationer inom fordon, tåg, anläggningsmaskiner, energi-sektor etc. Nyheten består i att det dimensionerande fallet i de flesta fall är utmattning och denna bestäms till största delen av geometriska saker, tjocklek, last-vägar, anvisningar, defekter mm. Detta gör att ett svetsklasssystem som beskriver tillåtna gränser för anvisningar och defekter borde spegla utmattning, men så är inte fallet i dagens gamla system. Däremot är det så i det nya systemet som om det används ihop med moderna "lokala" beräkningsmetoder kan lösa hela utmattnings-problemet och ge konstruktionsavdelningen ett verktyg som gör att rätt krav kan ställas på ritningen. De kraven kommer då också att

vara grunden för hur produktion och inspektion ska använda sina resurser bäst: använda den svetsprocess som motsvarar kraven och inspektera de svetsegenskaper som har betydelse.

För ett transporterande fordon kan man med dessa verktyg bygga en lättare struktur som ger möjlighet att öka nyttig last, vilket skapar minskad transportenergi och mindre bränsleutnyttjande. Samtidigt bygger man också med mindre materialåtgång, vilket innebär mindre miljöpåverkan.

För företaget innebär det att kunskapen och förståelsen mellan olika processer inom fabriken ökar. Tidigare var det vanligt att varje process arbetade med sin egen del eftersom det ändå inte fanns någon koppling mellan konstruktion och svetsnings-kvalitet för utmattning. Konstruktion satte svetsklassen enligt ”som vi brukar”, svetsningen fokuserade på ”utseende” och inspektion följde gamla standarden, där tex. i det internationella systemet är reglerat vilken vinkel käl-fogen ska ha, men inte vilken övergångsradi fattningskanten ska ha (för utmattning borde det vara tvärtom).

I det nya systemet ställs relevanta krav på de saker som betyder något för utmattning (tex. tå- radien) och det blir då intressant för svetsaren att välja den process som klarar det. Detta skapar en ny kreativ miljö inom olika delar av företaget och man kan få till ett direkt samarbete mellan konstruktören och svetsaren som står på vetenskaplig grund och som leder till många nya utvecklingsåtgärder. Troligen gör detta också det enklare att hålla kvar en industriell tillverkning inom landet eftersom själva samarbetet svårigen kan göras om verkstad och kontor ligger på olika platser i världen internet till trots.

Som stöd för konstruktionsarbetet används ofta idag FEM-teknik, där man noggrant kan studera påkänningar. Många använder detta, men tar sedan till en s.k. nominell metod vid utvärdering av påkänningar för att komma över till beräknad livslängd mot utmattning. Eftersom den metoden har stora inbyggda felkällor ledande till en osäker dimensionering är rådet att inte använda s.k. nominella metoder. I stället rekommenderas att använda s.k. lokala metoder, där man direkt kan studera påkänningen i olika punkter på svetsen. Om företag alltså ändrar arbetssättet till lokala metoder kommer kunskapsuppbyggnad av svetsars dimensionering att öka radikalt.

Allt ovanstående har därmed relevans för alla svetsande företag, där man använder smältsvetsning i medelstora plåttjocklekar, typiskt runt 10 mm, i stål. Men det finns starka skäl att tro att detta även gäller andra närliggande områden, material och tjocklekar.

## 6. Spridning och publicering

### 6.1 Kunskaps- och resultatspridning

De resultat som framkommit kommer att redovisas på ett nationellt 2-dagars seminarium hos SSAB i Borlänge under oktober 2013. Inbjudan kommer att skickas ut av Svetskommissionen och SSAB. Detta innebär en stor möjlighet att sprida den kunskap som tagits fram. Man kommer att där beskriva den ”verktygslåda” från analys till inspektion och som idag finns tillgänglig för att bygga både lätta och starka svetsade



konstruktioner för utmattning. Det finns även en årligen återkommande kurs i avancerad konstruktion som går både i Svetskommissionens regi och som ges på KTH.

Det pågår en bred forskning inom området och IIW (International Institute of Welding) är det internationella nätverk som ger god spridning av detta. I Commission XIII (utmattning) finns ett antal arbetsgrupper där inspiration kan både hämtas och ges. De projekt som direkt kan sägas vara kopplade till WIQ är Fatweld (där höghållfasta stål och förbättringsmetoder studeras) och LightStruct (där nya svetsprocesser typ plasmahybrid studeras).

Den pågående trenden att spara på material och bränsle kommer att öka trycket mot att använda den kunskap som hittats i projektet.

## 6.2 Publikationer

I projektet har följande publikationer gjorts:

### Examensarbeten:

J. Stemp, "Fatigue assessment of an hauler bogie beam using FE analysis", Master Thesis work at Technische Universität München/Germany, TUM -MW65/07xx-TN/SA/DA, March 2012

W. Ashger, "Effect of material grade on fatigue strength and residual stresses in high strength steel welds", Master Thesis work at KTH/Sweden, April 2011.

K. Jeyabalan, "Effects of Phase Transformation on Formation of Residual Stresses in Steel Welds", Master Thesis work at KTH/Sweden, May 2012.

E. Lindgren, T. Stenberg, "Quality inspection and fatigue assessment of welded structures", Master Thesis work at KTH/Sweden, TRITA AVE 2011:02 ISSN 1651-7660, March 2011.

J. Skagersten, "Parametric Weld-design Evaluation in Crane Loader Body using Notch Stress Analysis", Master Thesis work at KTH/Sweden, TRITA-AVE 2011:28 ISSN 1651-7660, March 2011.

N. Olsson, "Optimization of Welded Joints With Respect to Fatigue", Väderstad-Verken AB.  
Master Thesis work at LIU/Sweden, LIU-IEI-TEK-A--11/01055—SE, 2011.

Baradi D., "Control Strategies and Inspection Methods for Welded Part", Volvo CE AB,  
Master thesis work at Karlstad University/Sweden 2012.

### Licentiat avhandlingar:

B. Jonsson, "Industrial engineering systems for manufacture of welded structures exposed to fatigue", Licentiate Thesis at KTH/Sweden, TRITA AVE 2012:53 ISBN 978-91-7501-447-0, Augusti 2012.

Peigang Li, "Experimental study on cold lap formation in tandem gas metal arc welding", Licentiate Thesis at Chalmers/Sweden, ISSN 1652-8891, June 2011.

**Publiserade papers och artiklar:**

Jonsson, B., Barsoum Z., Arezou, G.B, "Influence from weld position on fillet weld quality", Welding in the World 53 (Special issue), pp. 137-142, 2009

Hatami M K and Barsoum Z, "Fatigue assessment of cruciform joints welded in different positions", Journal of Metallurgy & Material Science, Vol. 52, No.1, pp.87-102, 2010

Barsoum Z. and Jonsson B., "Influence of weld quality on the fatigue strength in seam welds", Engineering Failure Analysis, No. 18, pp. 971-979, 2011

Barsoum Z., "Fatigue design of welded structures – some aspects of weld quality and residual stresses", Welding in the World, No. 11/12, Vol. 55, 2011

Jonsson B., Barsoum Z. and Sperle J.-O., "Weight optimization and fatigue design of a welded bogie beam structure in a construction equipment", Engineering Failure Analysis, Vol. 19, pp. 63-76, 2012

Bhatti A. A., Barsoum Z., "Classification and crack growth modeling of cold lap defects in MAG welding", Journal of Materials Science and Technology, Vol. 19, No. 2, pp. 91105, 2011

Khushid M., Barsoum Z., Mumtaz N.A., "Ultimate strength and failure modes for fillet welds in high strength steels", Journal of Materials and Design, Vol 40, pp.36-42, 2012

Barsoum Z., Samuelsson J., Jonsson B., Björkblad A., "Fatigue design of lightweight welded vehicle structures - Influence of material and production procedures", IMechE, Part B: Journal of Engineering Manufacture, Vol. 226, 10, pp.1736-1744, 2012

Bhatti A. A., Barsoum Z., "Development of efficient 3D welding simulation approach for residual stress estimation in different welded joints", Journal of Strain Analysis, Volume 47, Issue 8, pp. 539-552, 2012

Stenberg T., Lindgren E., Barsoum Z., "Development of algorithm for quality inspection of welded structures", IMechE, Part B: Journal of Engineering Manufacture, Vol. 226, 6: pp. 1033-1041, 2012

Öberg A, Hammersberg P, Svensson L-E, "Selection of Evaluation Methods for New Weld Demands: Pitfalls and Possible Solutions", In: 18th World Conference on Nondestructive Testing, Durban, 16-20 April 2012 2012.

Ericson Öberg A, Johansson M, Holm EJ, Hammersberg P, Svensson L-E (2012), "The Influence of Correct Transfer of Weld Information on Production Cost", In: The Swedish Production Symposium, Linköping Sweden, 6-8 November 2012

Ericson Öberg A., "The Subjective Judgement of Weld Quality and its Effect on Production Cost", In: Design Fabrication and Economy of Metal Structures 2013, Miskolc Hungary, April 2013.

Åstrand E., Ericson Öberg A., Jonsson B., "Cost Affecting Factors Related to Fillet Joints", In: Design Fabrication and Economy of Metal Structures 2013, Miskolc Hungary, April 2013.

Öberg A, Hammersberg P, Svensson L-E, "Evaluation Method Designed from Information Receiver Needs and Requirements – an Enabler for Process Improvement", In: International Conference on Joining Materials, Helsingør, Denmark. 5 – 8 May 2013,

Erik Åstrand, "Weld procedures and demands for improved fatigue strength of single load carrying fillet welds", In The 9th International Trends in Welding Research Conference, Chicago, USA (2012)

Erik Åstrand. "The Ad Hoc Nature of Weld Quality and Welding Procedures for Fatigue", Accepted to the International Conference on Metal Structures: Design Fabrication and Economy of Metal Structures, Miskolc, Hungary (2013)

## 7. Slutsatser och fortsatt forskning

Projektets inriktning var att implementera ett nytt svetsklasssystem och besvara frågor om vilka problem som kan emottas och vilka problem som måste lösas. Det övergripande målet var att genom användning av systemet kunna minska strukturvikt med minst 20 %. Den övergripande slutsatsen är att systemet fungerar mycket bra och att det går att minska strukturvikten med mellan 20-40 % beroende på utgångsläget. I en demonstrator visades en vikts-minskning på 24 % där samtidigt den testade utmattnings-livslängden blev mer än dubbelt så lång som utgångs-varianten.

Andra slutsatser från projektet är att många av de saker som ofta antas självklara inte alls fungerar. Det gäller tex vid inspektion, här används ofta visuell metod ev med hjälp av något verktyg. Om man testar detta med hjälp av statistiska metoder visar det sig att varken repeterbarhet eller reproducerbarhet fungerar; spridningen är utanför acceptabla gränser för ett mätsystem (MSA= MätSystemAnalys). För svetsprocessen visade det sig att man fokuserade mycket på utseendet (visuellt) och att alla svetsar till övervägande delen var densamma oavsett kraven. Här finns mycket att hämta om man kan anpassa svetsprocessen direkt mot kravet och man får då överse med att utseendet inte blir helt bra. Vinsten i detta kan dock vara potentiellt mycket stor främst i form av minskad svets-tid, vilket i sin tur kan användas till att producera fler produkter och/eller minska investerings-behovet om man slår i produktions-taket. En annan intressant undersökning gjordes mot leverantörerna till svetsstråd och utrustning: man bad dessa ge råd om hur en viss svetsfog skulle svetsas för att få hög kvalitet avseende utmattning. Det typiska rådet kan sägas tillhöra någon av kategorierna: "använd vår tråd" eller "använd vår utrustning" dvs de allmänna råd som ges till svetsingenjörerna kan vara helt fel och indikerar att branschen inte är insatt i hur man svetsar mot utmattning.

Fortsatt forskning inom området borde därför inriktas mot följande områden:

- Hitta inspektionsmetoder som klarar MSA
- Utveckla bättre metoder för att kunna mäta svetsens tå-radie
- Utveckla fler svets-processer för olika kravställningar mot kvalitet och kostnad
- Fortsätt utveckling av programvara för rest-spänningar och tillhörande områden
- Utveckla HFMI-metoden, se fig 5, inom dimensionering och användning

- Utveckla standarden för plåt-skärning med anpassning mot utmattning



Figur 5 Verktyg för HFMI

## 8. Deltagande parter och kontaktpersoner

De företag som medverkat i projektet är dels tillverkande företag, dels underleverantörer, men vi har även haft universitet och institutioner:

Volvo Construction Equipment (Volvo CE), project-ledare  
Volvo Lastvagnar AB  
Volvo Technology  
Svetskommissionen (SVK)  
Cargotech (HIAB)  
FORCE  
SSAB  
TOPONOVA  
Nitator i Oskarström AB  
Jonsson & Paulsson Industri AB  
KTH, Department of Aeronautical & Vehicle Engineering (AVE),  
HV at Production Technology Centre (Trollhättan)  
CHALMERS, Material and manuf. technology  
Andon Automation AB  
Väderstad-Verken AB

Lista på deltagande personer:

Zuheir Barsoum, KTH  
Nils Stenbacka, HV

Tommy Jonasson, Jonsson & Paulsson AB

Erik Åstrand, Volvo CE

Gunnar Engblom, Cargotech

Mansoor Khurshid, KTH

Uwe Mueller, Volvo CE

Anders Ohlsson, SSAB

Peigang Li, HV

Hasse Olsson, Volvo CE

Alf Bohlin, consultant

Benny Johansson, Volvo CE

Svante Widehammar, Cargotech

Bertil Jonsson, Volvo CE

Hans Wikstrand, Volvo CE

Joachim Larsson, SSAB

Kenth Örnvall, Väderstad

Anna Öberg, Volvo CE

Stefan Rosén, Toponova

Leif Bäckman, SSAB

Tomas Tränkner, Force

### **Instruktioner för rapportskrivning**

- Rapporten skrivs på både svenska och engelska (två separata).
- Max 15 sidor.
- Infoga gärna bilder och illustrationer för att öka läsförståelse.
- Om projektet har en egen slutrapport kan även denna bifogas i den elektroniska slutredovisningen.