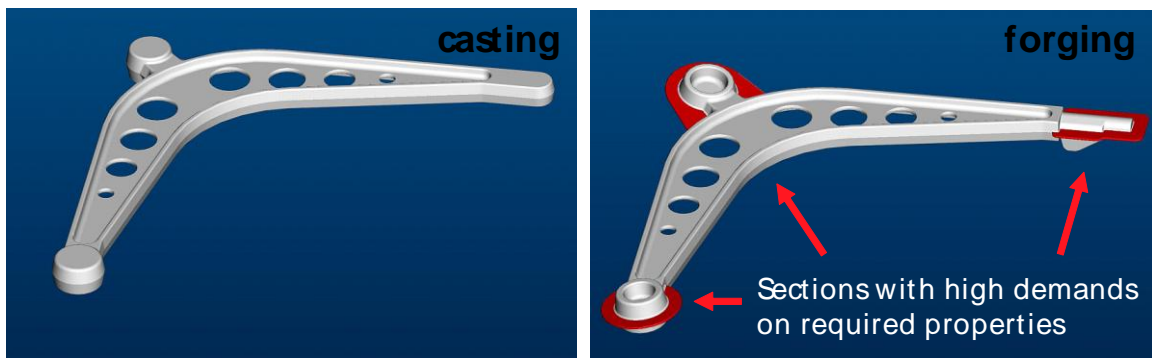


# Gjutsmidning för tillverkning av komponenter med skräddarsydd geometri och hållfasthet



Författare: Mats Werke, Anders Gotte, Lennart Sibeck

Datum: 2014-04-03

Delprogram: 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>4</b>
<b>5. Resultat .....</b>	<b>7</b>
5.1 Bidrag till FFI-mål .....	9
<b>6. Spridning och publicering.....</b>	<b>9</b>
<b>7. Slutsatser och fortsatt forskning.....</b>	<b>9</b>
<b>8. Deltagande parter och kontaktpersoner .....</b>	<b>10</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

Syftet var att kartlägga potentialen i en ny produktionsmetod där komponenter framställs genom partiell smidning av segjärnsgjutgods.

Gjutsmidning är en metod som kombinerar de goda hållfasthetsegenskaperna som erhålls efter smidning med gjutgods möjligheter att skapa större geometrisk frihetsgrad hos konstruktionsmaterial. Konceptet innebär att först gjuta komponenten till nästan färdig geometri och sedan smida i ett steg till färdig form. Smidningssteget kan genomföras över hela ämnet eller partiellt på utvalda zoner utsatta för hög nyttolast och där kraven på hållfasthet är stora.

Praktiska försök genomfördes med smidning av gjutna provstavar. De praktiska försöken visade på god smidbarhet och mindre spridning i statisk hållfasthet jämfört med gjutna provstavar. Utmattningsproverna indikerade 50 % ökad utmattningshållfasthet jämfört med gjutna provstavar. Flera chassi- och transmissionskomponenter med hög potential för gjutsmidning identifierades. Förstudien visade på goda möjligheter att simulera gjutsmidning och porförslutning.

Gjutsmidning förväntas eliminera kassationer, ge materialbesparingar på minst 30 % och energibesparingar på minst 20 %.

Förstudien indikerar goda möjligheter att med hjälp av gjutsmidning producera starka, lätta och billiga fordonskomponenter och ett fortsättningsprojekt inom FFI är därför att rekommendera.

## 2. Bakgrund

Framtidens behov av kostnadseffektiv framtagning av lätta och starka fordonskomponenter med minsta möjliga miljöpåverkan kommer att öka. Gjutsmidning har potential att åstadkomma detta och kan skapa konkurrensfördelar för svensk fordonsindustri och dess underleverantörer.

### 3. Syfte

Syftet var att kartlägga möjligheter med partiell smidning av segjärnsgjutgods med hjälp av tester med gjutsmidning på gjutna provstavar i segjärn samt jämförande hållfasthetsprovning.

Projektarbetet genomfördes i samverkan med Forska och Väx projektet ”Tillverkning av stålkomponenter med hjälp av gjutsmidning” (Dnr 2012-02627). I detta projekt var Igelfors Bruks AB projektledare samt IVF och SWECAST forskningsutförare. Samverkan mellan de båda projekten gav stora samordningsvinster.

### 4. Genomförande

Arbetet genomfördes i form av litteraturstudier, framtagning av runda och platta provstavar i segjärn, praktiska smidningsförsök med olika nedsmidningsgrader och vid olika temperaturer, dragprovning, utmattningsprovning, inledande försök med simulering av gjutsmidning, kartläggning av möjliga komponenter samt kartläggning av potentiella energi- och materialbesparingar.

Swerea IVF var projektledare och projektteamet, som bestod av Volvo Lastvagnar, Scania, Igelfors Bruks AB, Swerea IVF och Swerea SWECAST, arbetade alla aktivt i projektet. Volvo och Scania bidrog med kartläggning av möjliga komponenter, Scania bidrog med utmattningsprovning och samtliga provsmidningar genomfördes på Igelfors Bruk som även tillverkade ett speciellt verktyg för smidning av platta utmattningsstavar. Swerea bidrog med framtagning av provstavar, dragprovning, simulering och expertkunnande mm.

Praktiska smidningsförsök genomfördes på runda gjutna provstavar i segjärn (EN-GJS-500-7). Tester vad gäller smidbarhet för olika nedsmidningsgrader vid olika temperaturer genomfördes i Igelfors excenterpress, se Figur 1. Dragprover genomfördes sedan på de runda smidda provstavarna och resultaten jämfördes med dragprov på endast gjutna provstavar.



Fig. 1 provuppställning Igelfors

Försök med simulering av gjutsmidning genomfördes där simulering av porförekomst efter gjutning av de runda provstavarna genomfördes i ProCast. Utdata formaterades om till indata för smidningssimulering i Deform 3D. Efter smidningssimuleringen var det möjligt att se hur porförekomst från gjutningen förändrades, se Figur 2.

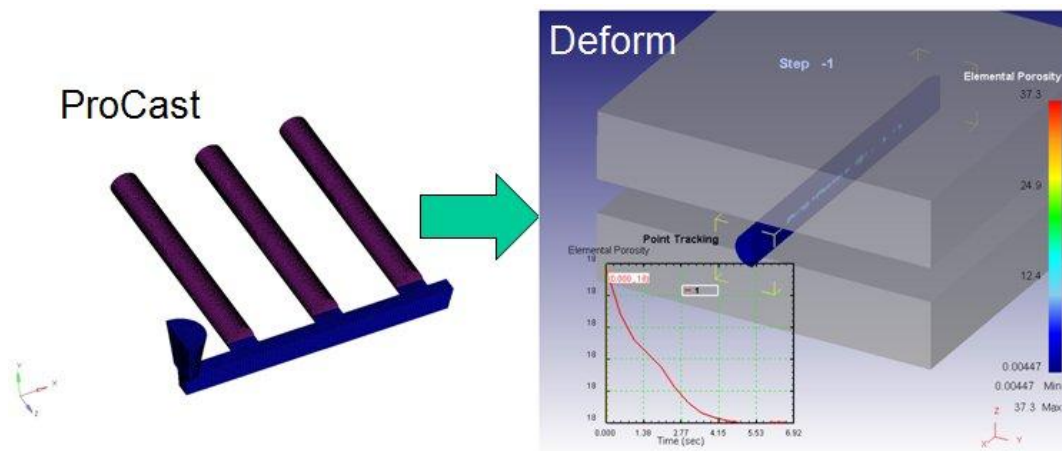


Fig. 2 Simulering av porhalt efter gjutning och gjutning + smidning

Praktiska smidningsförsök genomfördes på Igelfors Bruks AB med gjutna platta utmattningsstavar som smiddes ner i midjan med 2 mm (1+1) resp. 4 mm (2+2), se Figur 3. Smidbarheten undersöktes både för 734 °C och 1120 °C. Därefter gjordes utmattningsförsök på Scania.

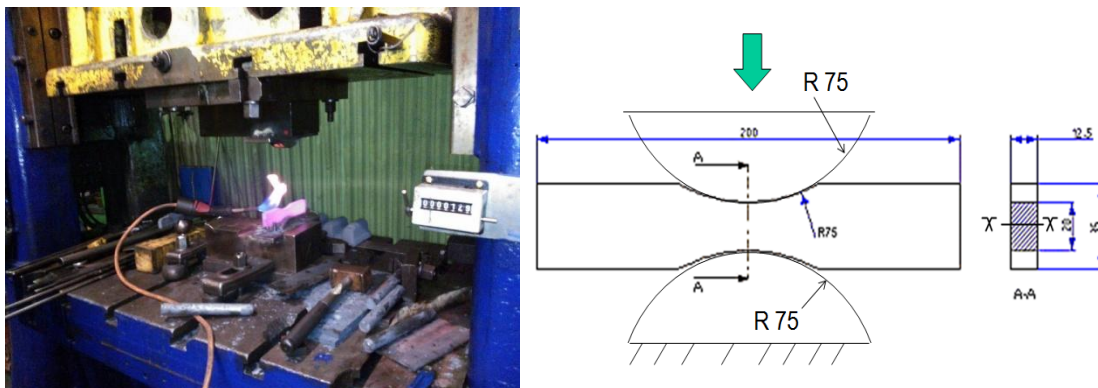


Fig. 3 Provpuppställning Igelfors och skiss på verktyg

En kartläggning över vilka lastbärande komponenter som kan vara lämpliga för gjutsmidning genomfördes av Scania och Volvo Lastvagnar.

Möjliga materialbesparingar i produktionen analyserades med hjälp av ett schematiskt exempel där smidning av en komponent med slutvikt 1.0 kg jämfördes till gjutning och gjutsmidning, se Figur 4. Jämförelsen baseras på behovet av ingående material.

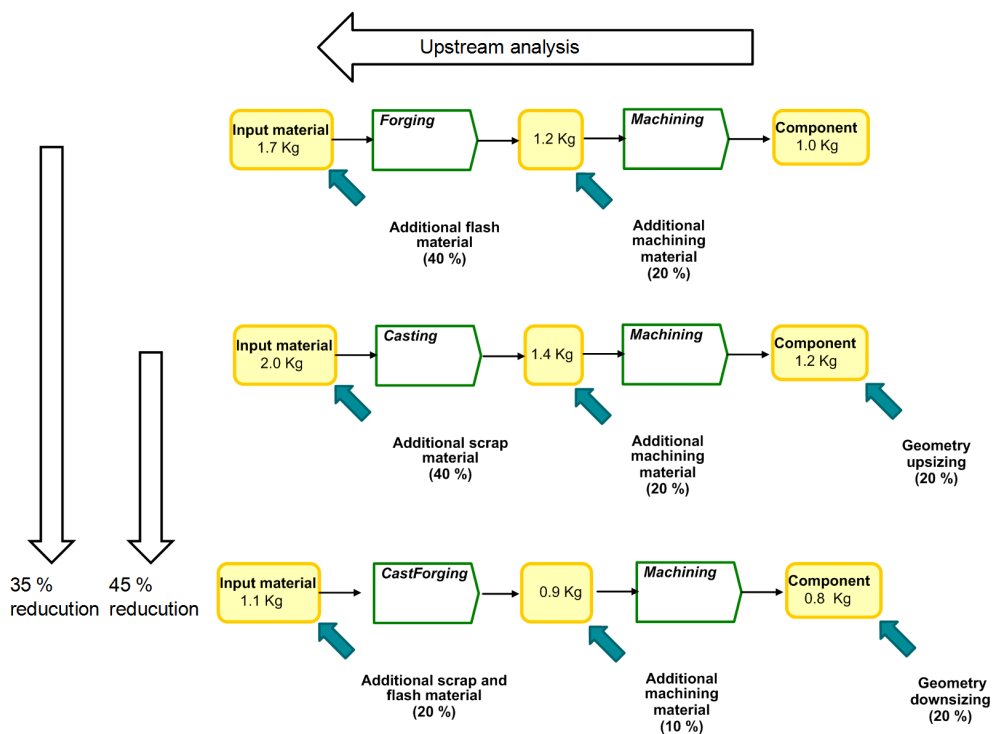


Fig. 4 Schematisk analys av materialreduktion vid gjutsmidning

Den gjutna komponenten har här dimensionerats upp med 20 % för att kunna ta upp samma last som den smidda komponenten. Den gjutsmidda komponentens geometri dimensionerats ner med 20 %, jämfört med smidd komponent, p.g.a. bättre möjligheter att optimera geometrin och exempelvis skapa ursparningar i zoner där lastpåverkan är

låg. Det antas vidare att spill i matare efter gjutning, skägg efter smidning och material i efterföljande maskinbearbetning minskas vid gjutsmidning jämfört med konventionella metoder. Uppströms analysen av materialbehovet indikerar 35 % lägre materialförbrukning jämfört med konventionell sänksmidning och 45 % jämfört med konventionell sandgjutning.

Möjliga energibesparingar i produktionen analyserades med samma schematiska exempel. Den primära energiförbrukningen för de olika stegen detekterades (källa Ecoinvent v2.1) och multiplicerades med materialförbrukningen. Det antogs här att gjutsmidning genererar mer energi än gjutning men mindre energi än gjutning + smidning. Resultatet för gjutsmidning indikerade energibesparingar på 28 % jämfört med konventionell gjutning och 44 % jämfört med konventionell gjutning.

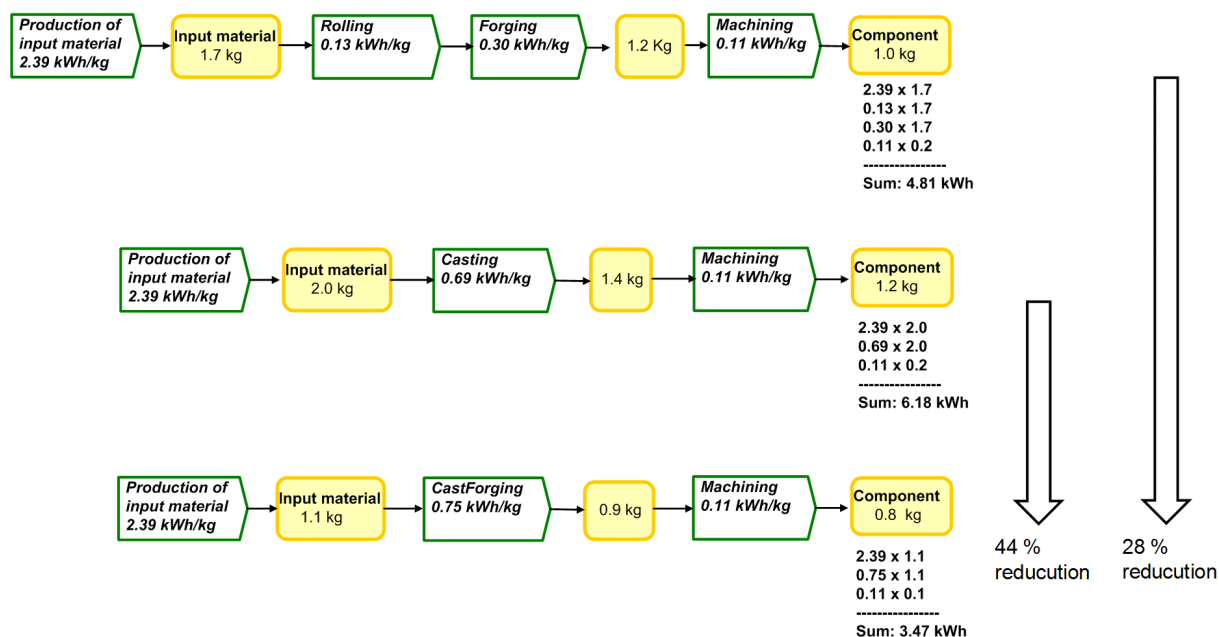


Fig. 5 Energikonsumtion vid gjutsmidning jämfört med konventionell gjutning och smidning.

## 5. Resultat

*State of the Art:* Litteraturstudien visade att det tidigare inte förekommit försök med partiell gjutsmidning av segjärn. Projektets nyhetsvärde är därmed stort.

*Smidbarhet:* Smidbarheten för de runda provstavarna var god vid 1100 °C och för de platta provstavarna både vid 700 °C och 1100 °C.

*Statisk hållfasthet:* Draghållfastheten för de runda gjutsmidda provstavarna var ungefär densamma som för gjutna provstavar medan däremot spridningen i resultat var mindre jämfört med gjutna provstavar (gäller framför allt vid de högre nedsmidningsgraderna).

Undersökning av mikrostrukturen visade att grafitnodulerna plattades ut efter smidningen.

*Utmattningshållfasthet:* Utmattningshållfastheten på de platta gjutsmidda provstavarna förbättrades med upp till 50 % jämfört med de gjutna provstavarna.

*Simulering:* De inledande simuleringsförsöken visade på goda möjligheter att simulera gjutsmidning och föra över data såsom mesh och porhalt från gjutsmulering till smidningssimulering och därefter simulera förändring i porhalt efter smidning.

*Fordonskomponenter:* Flera kategorier av fordonskomponenter identifierades där potentialen för gjutsmidning är stor, såsom gjutna komponenter i segjärn och gråjärn, smidda komponenter, stångmaterial samt stansade och pressade detaljer. Man kom bland annat fram till följande fördelar:

- Ökad hållfasthet innebär minskat behov av lastupptagande material vilket reducerar vikten.
- Gjutsmidning ger större geometrisk frihetsgrad i komponent design jämfört med renodlad smidning t.ex. design av styvare konstruktioner med förstärkning på lastbärande sektioner.
- Gjutsmidning öppnar för möjligheten till ihåliga konstruktioner och ursparningar vilket möjliggör viktsreducering.
- Gjutsmidning kan reducera efterbearbetning såsom borrar och fräsning och metoden har potential att tillföra erforderliga toleranser i smidessteget.
- Gjutsmidning möjliggör integrerad funktionalitet och kan medföra att två eller flera traditionella komponenter ersätts av en gjutsmidd komponent, exempelvis integration av rör i konsoler.

*Material- och energibesparingar:* Det är rimligt att anta att gjutsmidning innebär materialbesparingar på minst 30 % och minskad energiförbrukning i produktionen med minst 20 % jämfört med konventionell gjutning och smidning. Gjutsmidning kan resultera i följande besparingar i Europa (Ref. Swerea IVF uppdragsrapport 23944 ”FFI – Gjutsmidning av segjärn – Förstudie”):

- 1 Miljon ton/år i material
- 800 GWh/år i energi
- 340 Miljoner ton CO<sub>2eq</sub>/år i klimat
- 3.8 Miljarder SEK/år i kostnad



## 5.1 Bidrag till FFI-mål

De positiva projektresultaten kan bidra till fortsatt konkurrenskraftig fordonsindustri i Sverige. Projektet har lett till kunskapsuppbyggnad inom ett nytt område – Gjutsmidning. Gjutsmidning har bidragit till att nå följande delmål inom hållbar produktion:

*Effektiv flexibel produktion:* Gjutsmidning kan åstadkomma komponenter som är anpassade till kundens behov angående geometri och hållfasthet.

*Lätta material och nya processer:* En litteraturstudie visar att gjutsmidning av segjärn inte har provats tidigare. Projektet har också visat att hållfasthetsegenskaperna hos segjärn förbättras med hjälp av smidningssteget.

*Miljöneutral produktion:* Projektet har visat att man kan spara minst 30 % i material och minst 20 % i energi jämfört med traditionell gjutning och smidning.

## 6. Spridning och publicering

Projektresultaten kommer att presenteras på FFI klusterkonferens i Katrineholm den 20-21 Maj 2014. Projektresultaten kommer även att redovisas i Swerea IVF:s nyhetstidning ”Teknik och tillväxt”.

## 7. Slutsatser och fortsatt forskning

Projektresultaten har hittills lett till en projektansökan till EU, ”Horizon 2020, Factories of the Future”. Ansökan, ”CASTFORGE”, skickades in i mars 2014. Ambitionen är att utveckla en gjutsmidningsmaskin, en ”proof of concept demonstrator” för gjutsmidning. Konsortiet består av Volvo Lastvagnar, Swerea IVF (koordinator) och Swerea SWECAST från Sverige, Fraunhofer Institute for Machine Tools and Forming Technology IWU, Kokitechnik transmission systems GmbH och ACtech GmbH från Tyskland samt Slovenian Tool and Die Development Centre (TECOS), Kovinar D.O.O och Tehnos från Slovenien.

Projektresultaten kommer även att leda till en större FFI-ansökan till Vinnova i juni 2014 med inriktning mot gjutsmidning för framtagning av starkare och lättare komponenter.

## 8. Deltagande parter och kontaktpersoner

	<p>Volvo Lastvagnar AB, Fredrik de Geer <a href="mailto:Fredrik.De.Geer@volvo.com">Fredrik.De.Geer@volvo.com</a></p>
	<p>Scania CV AB Mathias König <a href="mailto:mathias.konig@scania.com">mathias.konig@scania.com</a></p>
	<p>Igelfors Bruks AB Stefan Karlsson <a href="mailto:stefan.karlsson@igelfors.se">stefan.karlsson@igelfors.se</a></p>
	<p>Swerea IVF AB Mats Werke <a href="mailto:mats.werke@swerea.se">mats.werke@swerea.se</a></p>
	<p>Swerea SWECAST AB Anders Gotte <a href="mailto:anders.gotte@swerea.se">anders.gotte@swerea.se</a></p>