

# Slutrapport PRODKOMP



Jesper Eman  
160808  
Hållbar produktion

**FFI** Fordonsstrategisk  
Forskning och  
Innovation

VINNOVA

Energimyndigheten

TRAFIKVERKET

FKG

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

# Innehållsförteckning

<b>1 Sammanfattning .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Executive summary.....</b>	<b>3</b>
<b>3 Bakgrund.....</b>	<b>4</b>
<b>4 Syfte, frågeställningar och metod.....</b>	<b>4</b>
<b>5 Mål .....</b>	<b>5</b>
<b>6 Resultat och måluppfyllelse .....</b>	<b>5</b>
<b>7 Spridning och publicering .....</b>	<b>6</b>
7.1 Kunskaps- och resultatspridning .....	6
<b>8 Slutsatser och fortsatt forskning .....</b>	<b>7</b>
<b>9 Deltagande parter och kontaktpersoner.....</b>	<b>7</b>

# 1 Sammanfattning

Syftet med projektet är att undersöka förutsättningar och potential för nya kostnadseffektiva produktionsprocesser för komponenter av metall kombinerat med kompositmaterial. Arbetet utfördes inom fyra arbetspaket; AP1 Definition av komponenter och material, AP2 Presshärdat borstål och kompositmaterial, AP3 Varmformat aluminium och kompositmaterial, AP4 Projektledning och utvärdering. Inom AP1 gjordes materialval och krav på hybridkomponenter utformades. Vidare så identifierades lämpliga applikationer i fordonsstrukturen. Kompositmaterialet som valdes var Hexcels snabbhårdande prepreg M77. De applikationer som identifierades av Volvo Cars var en tröskelstruktur samt komponenter från en struktur som kallas C-ring. De övergripande kraven på en hybridstruktur är att den ska ha ekvivalent prestanda som nuvarande lösningar men 20% lägre vikt. Processförsök och provning i labmiljö utfördes gemensamt för de två koncepten, borstål/komposit samt aluminium/komposit, hos Swerea SICOMP där både härdning vid förhöjda temperaturer samt vidhäftningsförsök utfördes. Resultaten visar goda möjligheter att foga borstål med komposit utan fördyrande förbehandling medan fogningen av aluminium och komposit kräver någon form av ytbehandling för att uppnå tillfredställande värden. Cykeltiden i pressverktyget visar goda möjligheter att kunna reduceras från tillverkarens uppgivna tider. Processförsök i industriell miljö utfördes hos Gestamp HardTech och AP&T för borstål- respektive aluminium-koncepten. För aluminium-konceptet utfördes även en teoretisk studie där möjliga tillverkningskoncept utvärderades avseende möjlig kvalitet samt tillverknings effektivitet. Dessa försök och utredningar ledde till fem konfidentiella tekniska rapporter. Risker med korrosion mellan de olika materialen har diskuterats och en åtgärdsplan med isolerande skikt mellan materialen finns om den påbörjade korrosionsprovningen visar att det behövs. Resultatet från denna provning har inte hunnits få fram inom projektet på grund av korrosionsprovernas stora tidsåtgång. Resultaten kommer dock att spridas inom konsortiet när de finns tillgängliga.

## 2 Executive summary

To facilitate more environmentally friendly vehicles in the future with demands on low weight and high crash safety, multi material structures of metal and composite are required. One of the largest obstacles for multi material structures is the lack of cost efficient production processes. This project investigates the potential for new production processes for multi material structures.

The material choice for the project was after a short survey a snap curing prepreg from Hexcel with brand name M77. The reasons for the choice were:

- Large manufacturer with possibility to deliver large quantities.
- Material system developed mainly for automotive industry.
- Very short cure cycle.
- Possible to cure at relatively high temperatures meaning that it is likely to manage the temperatures in painting process.
- Used by BMW as a patch in latest 7-series B-pillar.

The applications found suitable by Volvo Cars were a sill structure and components of the so called C-ring. An overall requirement on the hybrid structures is equivalent performance as current solutions with a weight reduction of 20%.

Within the work packages 2 and 3 the feasibility to manufacture composite material directly onto press hardened boron steel and hot formed aluminum was assessed. Areas investigated were adhesion between the composite and the metal, possibility to reduce the cycle time and practical manufacturing trials with quality assessment of the manufactured structures. The details and results of the investigations are documented in five different confidential reports. What can be said here is that the adhesion between press hardened steel and composite is assessed to be sufficient without any special pre-treatment and that some

pre-treatment is required between the aluminum and the composite to give sufficient adhesion for the manufacturing processes investigated in this project. Further it can be concluded that the cycle time inside the press can be reduced significantly from the recommended cycle time from the manufacturer without significant degradation of the material quality.

Regarding corrosion between the different materials, discussions have been carried out and solutions have been identified in case the experiments will show that it is required. Experiments were started within the project but due to the long duration of corrosion experiments the results were not available at the end of the project. The results will however be distributed within the consortium when they are available.

The results from the project showed that one of the concepts (steel/composite) is ready for larger projects to reach higher TRL (5-6) while the other concept (aluminum/composite), although being interesting with high potential, would benefit from more research on lower TRL (1-3). Therefore, more research projects are being planned with an extended consortium.

### 3 Bakgrund

För att möjliggöra framtidens miljövänligare fordon (EUs CO<sub>2</sub> mål 2021) med krav på låg vikt och hög krocksäkerhet krävs multimaterialstrukturer av metall och kompositmaterial. Ett av de största hindren för att öka användandet av multimaterial i fordonskomponenter är bristen på kostnadseffektiva produktionsprocesser vilket denna förstudie adresserar.

Målet med projektet är att undersöka förutsättningar och potential för nya kostnadseffektiva produktionsprocesser för komponenter av metall kombinerat med kompositmaterial (multimaterial eller hybridmaterial) för framtidens fordon med låg vikt och hög krocksäkerhet (passiv säkerhet). Förstudien fokuserar på att undersöka möjliga produktionskoncept genom teoretiska studier kombinerat med praktiska processförsök i labbmiljö (Swerea SICOMP) och industrimiljö (Gestamp HardTech och AP&T). Bilindustrin står idag inför stora utmaningar för att kunna uppfylla framtida miljölagstiftning där t.ex. EU kräver att CO<sub>2</sub> utsläppet för nya personbilar ska reduceras till 95 g/km år 2020 jämfört med dagens krav på 130 g/km. Fordonets vikt kan kopplas till upptill en fjärdedel av CO<sub>2</sub>-utsläppet. Nuvarande lättviktssatsningar på karosser i lättmetall och ultra-höghållfasta stål bedöms inte vara tillräckliga. En lösning är ökad användning av strukturellt bärande kompositmaterial vilket kräver nya lösningar och tillverkningsmetoder anpassade för fordonsindustrin. Idag kommer många mogna tillverkningsmetoder för strukturellt bärande kolfiberkompositmaterial från flygindustrin som har helt andra krav och förutsättningar. Ett exempel på detta är Airbus storsäljare A320 som tillverkas i en takt om 50 flygplan per månad. Detta kan jämföras med Volvo som förväntas tillverka upp till 50 000 XC90 under 2015.

Projektiden är att utveckla tillverkningsteknologier där kompositmaterial integreras direkt in i produktionssystem för presshårdning av borstål och varmformning av aluminium så att kompositen formas, fogas och hårdas direkt på/mot metallen under avkyllningen.

### 4 Syfte, frågeställningar och metod

Projektets syfte är att ge de inblandade företagen beslutsunderlag för att kunna börja satsa på framtidens produktionsprocesser för multimaterial och gå vidare med en ansökan för ett fullstort projekt.

Förstudien har avgränsats till förstärkning/förstärkning av plåtfält sk. "Patchar". D.v.s. metallen definierar komponentens geometri och kontur, varvid kompositen täcker delar av metallen.

Den teoretiska utgångspunkten för presshårdning av borstål i kombination med kompositmaterial tar avstamp i UDI (Utmaningsdriven Innovation) initieringsprojektet (Steg 1) "Kostnadseffektiv produktion av hybridstrukturer" med bl.a. Gestamp HardTech, Volvo Cars och Swerea SICOMP. Projektiden från UDI-projektet ansågs ha stor potential i framtida fordon men konsortiet ansåg dock att det krävs mer forskning på lägre TRL-nivåer (teknikmognad) för att kunna gå vidare med ett samverkansprojekt (Steg 2) inom UDI programmet. Fokus för denna förstudie blir därför praktiska tillverkningsförsök för att testa projektidéer

utgående från UDI projektet. Gestamp har lång och gedigen erfarenhet av processutveckling och innovationer inom presshårdning. Det var Plannja HardTech numera Gestamp HardTech som uppfann tekniken. Gestamp är även en leverantör av komponenter till Volvo Cars.

Den teoretiska utgångspunkten för varmformning av aluminium med komposit tar avstamp i AP&Ts ursprungliga produktionsprocess för varmformning av aluminium. AP&T är dessutom en utrustningsleverantör till Volvo. Fokus ligger på att både teoretisk och praktiskt undersöka förutsättningarna för att integrera komposit i befintlig varmformningsprocess. För båda produktionsprocesserna är Swerea SICOMP's utgångspunkt forskning och processutveckling inom kompositmaterial och multimaterial.

## 5 Mål

Projektets mål beskrevs i ansökan på följande sätt:

Resultat från förstudien: 1) Potential för nya produktionsprocesser (processfönster, kapabilitet, produktionskostnad, automation). 2) Potentiell mekanisk prestanda (vidhäftning, sammansatta egenskaper). 3) Andra identifierade utmaningar för att kunna uppnå kostnadseffektiva produktionsprocesser för framtidens fordonskomponenter. 4) IPR, Formulera patentansökningar för potentiella och innovativa processteknologier.

Resultaten från förstudien förväntas ge de inblandade företagen beslutsunderlag för att kunna ta nästa steg i utvecklingen av produktionsprocesser för framtidens lastbärande komponenter och gå vidare med en fullstor komplett FFI-ansökan. Planen för att gå från projektresultaten till en fullstor ansökan är,

1. Beslut från inblandade företag hur man vill gå vidare och i vilken takt
2. Sammanställning av forskningsfrågor och aktiviteter som krävs för att nå nödvändig teknisk mognad, t.ex. TRL-nivå 5 (Validering av komponent i relevant miljö)
3. Utvidgning av projektgruppen för att täcka alla utmaningar t.ex. fler fordonsföretag, komponenttillverkare, utrustnings- och materialleverantörer. Samt fler forskningsutförare t.ex. Swerea KIMAB för att hantera korrosionsfrågor i ett fullskaligt projekt.

## 6 Resultat och måluppfyllelse

Inom arbetspaket 1 gjordes val av kompositmaterial och krav på komponentnivå specificerades. Det kompositmaterial som valdes efter en kort omvärldsstudie var den snabbhårdande prepregen M77 från Hexcel. Orsakerna för detta val var:

- Stor tillverkare med möjlighet att leverera stora kvantiteter.
- Materialsystem som är utvecklat i huvudsak för fordonsindustrin.
- Väldigt kort härdcykel.
- Möjligheter att härda vid relativt höga temperaturer → stor sannolikhet att klara temperaturen i lackeringsprocessen
- Används i senaste BMW 7-serie.

De applikationer som fanns lämpliga av Volvo Cars var en tröskelstruktur samt komponenter i den så kallade C-ringen. Ett övergripande krav på hybridstrukturerna är ekvivalent prestanda med nuvarande lösningar med en viktsreduktion på 20%. Mer detaljer kring applikationerna, kraven och materialvalet finns i en konfidentiell rapport som är distribuerad inom konsortiet.

Inom arbetspaket 2 och 3 bedömdes möjligheterna att tillverka kompositen direkt mot det presshårdade stålet och det varmformade aluminiumet. Områden som undersökts är vidhäftning mellan metall och komposit, möjligheter att reducera cykeltiden samt praktiska tillverkningsförsök med efterföljande kvalitetsbedömning av de tillverkade strukturerna.

Vidhäftningsförsöken samt möjligheterna att reducera cykeltiden finns beskrivet i detalj i var sin konfidentiell rapport som distribuerats inom konsortiet. Det som kan sägas i detta forum är att vidhäftningen mellan presshärdat stål och komposit bedöms som tillräcklig utan fördyrande förbehandling medan vidhäftningen mellan aluminium och komposit behöver en förbehandling av någon typ för att ge tillräcklig prestanda för de tillverkningsprocesser som utvärderats i detta projekt. Vidare kan sägas att cykeltiden i pressverktyget verkar kunna reduceras avsevärt från tillverkarens rekommenderade tider utan signifikant påverkan på materialets kvalitet.

En teoretisk studie har utförts för att ta fram möjliga tillverkningskoncept för aluminium/komposit-strukturer dessa koncept finns beskrivna i en konfidentiell rapport och kan tyvärr inte beskrivas närmare i detta dokument. Utifrån dessa koncept och utifrån resultaten från tidigare projekt med presshärdat stål gjordes tillverkningsförsök i industriell miljö hos AP&T samt Gestamp HardTech. Resultaten från dessa finns beskrivet i två separata konfidentiella rapporter.

Avseende korrosion mellan de olika materialen har teoretiska diskussioner förts inom konsortiet och åtgärder finns om det skulle visa sig att det är ett problem. Praktiska försök har även inletts men på grund av att försöken tar lång tid att utföra fanns resultaten inte tillgängliga vid projektslut. Försöken fortsätter dock och resultaten kommer att spridas i konsortiet när de finns tillgängliga.

Det övergripande slutmålet med förstudien var att ge de inblandade företagen beslutsunderlag för att kunna ta nästa steg i utvecklingen av produktionsprocesser för hybridstrukturer med metall och komposit. Projektets resultat har inneburit att ett av de undersökta koncepten, borstål/komposit, är planerat att tas vidare till en fullstor forskningsansökan på högre TRL nivåer. På grund av de signifikanta satsningar som behövs med avseende på både persontid och utrustning har förankringsprocessen ännu inte färdigställts hos de inblandade företagen och därför har ännu ingen ansökan skrivits. Målsättningen är dock att det kommer att ske under Q3 eller Q4 2016. För det andra konceptet i projektet, aluminium/komposit, finns det större utmaningar som förmodligen går att överkomma men i dagsläget, med begränsade resurser hos involverade företag, ligger en större satsning på detta inte i deras närmsta planer. För hybridstrukturer av aluminium och komposit finns även andra möjligheter till en effektiv tillverkningsprocess som ligger utanför detta projekts omfattning och bör undersökas innan man satsar stort på en tillverkningsprocess. Därför planeras fler projekt på låga TRL (1-3) innan en större satsning görs för detta koncept.

## 7 Spridning och publicering

### 7.1 Kunskaps- och resultatsspridning

Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området	x	Publikationer planeras inom fortsättningsprojektet.
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt	x	Minst ett eller två fortsättningsprojekt planeras som en direkt konsekvens av detta projekt.
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt	x	Fortsättningsprojektet väntas leda till hög teknikmognad (TRL 5-6) vilket i sin tur kommer att leda till rena produktutvecklingsprojekt.
Introduceras på marknaden	x	Målet med fortsättningsprojektet är att nå sådan teknikmognad att produkter kan offereras efter projektet.
Användas i utredningar/regelverk/tillståndsärenden/ politiska beslut		

## 8 Slutsatser och fortsatt forskning

Projektets syfte var att ge de deltagande företagen grund för beslut om fortsatta satsningar i området. Slutsatsen blev att det ena konceptet (stål/komposit) är moget redan nu för större satsningar i projekt på högre TRL. Det andra konceptet (aluminium/komposit) visar också stor potential men behöver utredas mer på lägre TRL innan större satsningar kan göras. Därför planeras fortsatt forskning inom området och ansökningar kommer att skrivas under Q3 eller Q4 2016.

## 9 Deltagande parter och kontaktpersoner

- **Volvo Cars**, Paul Jonason
- **Gestamp HardTech**, Lars Wikström
- **AP&T**, Otto Kragt, Lars-Olof Jönsson
- **Swerea SICOMP**, Jesper Eman