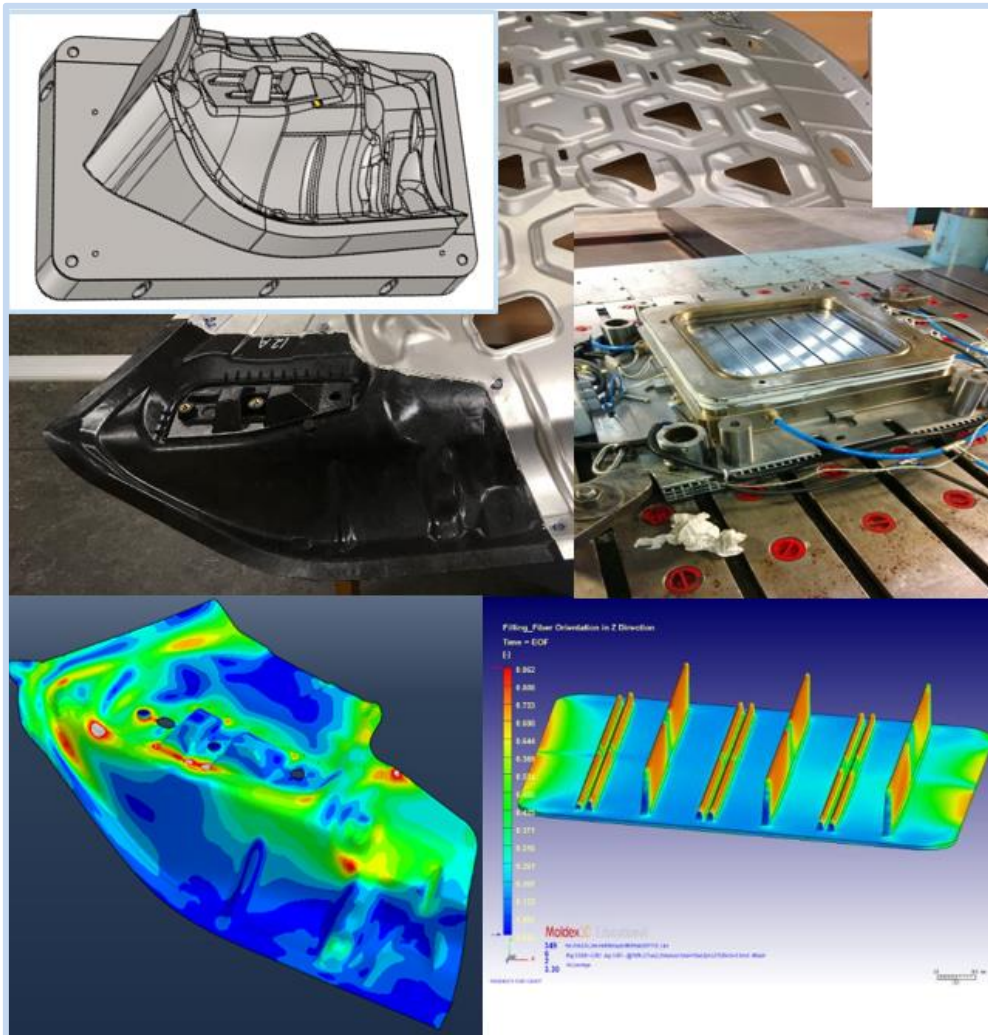


Slutrapport Sallsa -

Serietillverkning av Lättviktsmaterial i Leverantörs Samverkan

Publik rapport



Författare: Peter Ottosson, Kenneth Strand

Datum: 2018-11-27

Projekt inom Hållbar produktion

FFI Fordonsstrategisk
Forskning och
Innovation

VINNOVA

Energimyndigheten

TRAFIKVERKET

FKG

VOLVO

SCANIA

VOLVO

Innehållsförteckning

1 Sammanfattning	3
2 Executive summary in English.....	4
3 Bakgrund.....	5
4 Syfte, forskningsfrågor och metod	5
5 Mål	6
6 Resultat och måluppfyllelse	6
7 Spridning och publicering	12
7.1 Kunskaps- och resultatspridning	12
7.2 Publikationer.....	13
8 Slutsatser och fortsatt forskning	13
9 Deltagande parter och kontaktpersoner.....	14

Kort om FFI

FFI är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings- och innovationsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Trafiksäkerhet. Satsningen innebär verksamhet för ca 1 miljard kr per år varav de offentliga medlen utgör drygt 400 Mkr.

För närvarande finns fem delprogram; Energi & Miljö, Trafiksäkerhet och automatiserade fordon, Elektronik, mjukvara och kommunikation, Hållbar produktion och Effektiva och uppkopplade transportsystem. Läs mer på www.vinnova.se/ffi.

1 Sammanfattning

På grund av stramare utsläppsnormer tvingas fordonsindustrin att "lätta på" fordonen för att följa bestämmelserna. Kompositmaterial, är tack vare deras attraktiva kombination av låg vikt, hög hållfasthet och möjlighet till skräddarsydda egenskaper, ett primärt val för att uppnå normerna. Kompositer innebär emellertid vissa utmaningar som måste åtgärdas innan de framgångsrikt anpassas till massproduktion.

I projektet Serietillverkning Av Lättviktsmaterial i LeverantörsSamverkan med akronym SALLSA har fokus varit på att använda traditionell produktionsmiljö och metoder för metalliska material till högvolymsproduktion av lättviktskomponenter i kompositmaterial. Projektet har bedrivits i samverkan mellan mer än femton parter och pågått drygt tre år.

I projektarbetet har en screening av lämpliga material med fokus på egenskaper, processbarhet och miljö genomförts. Ett antal material har valts ut för vidare användning i projektet.

Provverktyg har använts för att utveckla verktygsteknik, omfattande utprovning av processparametrar och att på olika vis utvärdera tillverkade detaljer. Utvärderingen har bland annat syftat till att studera detaljernas kvalitet i form av hur geometri blir i förhållande till designen, förekomst av defekter och inte minst vilka egenskaper man kan erhålla i tillverkade detaljer av olika material.

Design- och framtagning av verktyg varit en stor aktivitet i projektet. I avsikt att med en väl anpassad design studera både processparametrar, verktygsförbättringar och hur produkterna i sig kan förbättras med avseende på till exempel fogning

För att studera både processparametrar, verktygsförbättringar och hur produkterna i sig kan förbättras med avseende på till exempel fogning i ett provverktyg har omfattande design- och verktygskonstruktionsarbete utförts. Detta arbete var även grunden för framtagning av den industriella demonstratorn som konsortiet trots konkurs av viktig partner och förseningar lyckades genomföra. Artikeln som valdes som demonstrator är en del av motorhuvens inre struktur som i sin helhet finns i produktion idag. Den aktuella delen utgörs av ett hörn med huvens infästning mot kaross. Detaljen dimensionerades för tillverkning i komposit utgående från en framtagen kravspecifikation med användning av finita elementmetoden i programvaran Abaqus. Fyra verkliga lastfall simulerades för att få fram den nödvändiga tjockleken. Med denna designade förstärkningsstruktur som ersätter en befintlig del av en metallstruktur kan man nå en viktbesparing på cirka 20 %. I arbetet med demonstratorn har processegenskaperna verifierats och gett viktiga indata till processförändringar vid volymproduktion.

Processimulering har utvärderats för att kunna prediktera vad som sker inne i verktygets formutrymme då pressmassan formas och hur fibrerna fördelas. Med hjälp av programvaran kan man laborera med diverse processparametrar och vad olika placeringar av materialet i verktyget ger för resultat. Simuleringarna ger också svar på eventuella luftinneslutningar, restspänningar och formförändringar som uppstår i detaljen vid formnings- och härdningsförloppet till följd av de olika processparametrarna.

Arbetet i projektet har gett ny kunskap som är relevant för materialval, verktygskonstruktion och processparametrar för högvolymsstillverkning av kompositkomponenter. Framtagning av riktlinjer utifrån uppnådda resultat kommer att utgöra en grund för framtida satsningar. Vidare har det demonstrerats att processimulering kan genomföras och ger användbar input för framtagning av processparametrar och numerisk analys av komponenter. För framtida produktutvecklingsprojekt är det avgörande att en större del av utvecklingen kan ske digitalt. Projektets industriella demonstrator har varit relevant för att verifiera och implementera framtagna resultat och

identifiera områden där mer forskning behövs, vilket lett till fortsatta ansträngningar att i projektform driva utvecklingen ytterligare mot en framtida industrialisering.

2 Executive summary in English

Future demands for a sustainable society and increased personal security mean that industry must, at a faster pace, be able to adjust and adapt its manufacturing processes as well as its products to be competitive. This change is technology-driven and includes, among other things, an increased focus on weight reduction in most sectors linked to the transport sector. As a result, future products will have to consist of advanced mixed lightweight materials. Thus, industry must learn to handle metallic materials and plastics as well as composites in their processes. Today's methods for making composite parts have limitations regarding e.g. short lead times required to produce the high volumes that occur in the automotive industry.

The SALLSA project aims at enabling future high-volume production of lightweight components of composite materials in traditional production environments. The overall project activity has been focused on contributing to lightweight solutions for the automotive industry by meeting the need for knowledge and assessing methods as well as demonstrating technologies for composite manufacturing. The research questions addressed within the project are found in various fields, such as materials, manufacturing technology and process simulation.

Possible composite materials have been investigated based on industrial requirements, future potential and process characteristics as well as lead times. Survey of basic features has been done through data collection, evaluation of properties, material characterization and additional testing and evaluation. Methods for semi-industrial testing have been used to test materials and process parameters in an industrial environment. Review of best available knowledge in the simulation area along with assessment of needs and potential has been conducted to provide basis for how process simulation can be used.

The overall objective of the SALLSA project is to create recommendations and guidelines for forming of composites in traditional industrial environments. The project strengthens the competitiveness of subcontractors as well as end-producers by working together to increase knowledge levels and integrate new lightweight materials into existing production systems. This is to ensure that the industry can manage and produce future material combinations in existing industrial processes. In this way, the project strengthens the competitiveness of the automotive industry in Sweden.

The overall result of the project is an improved prerequisite for making the series of high-volume components to the automotive industry in existing production environments. Thus, the project has contributed to the overall objectives of the program to strengthen competitiveness by enabling manufacture of parts out of composite materials in traditional production environments and allowing for flexible production. However, much remains to be able to realize this industrialization, but the basic conditions for this are better as a result of the project. The results from the project primarily concerns material, tool construction and surface coating, evaluation and improvement of process parameters and materials in components and simulation of the manufacturing process. Finally, the entire project work itself and, above all, the work of the demonstrator component together with the developed guidelines constitutes results to build further on. Consequently, the project's execution itself has contributed to the program's sub-objectives regarding strengthened research collaboration between different industry sectors.

The project work has led to the following conclusions:

- The semi-industrial tests in the project has helped to develop new knowledge relevant to material selection, tool construction and process parameters for high volume production of composite components
- The project's industrial demonstrator has been relevant for developing new knowledge
- Process simulation can be performed and provides useful input for the establishment of process parameters and numerical analysis of components. Further development of process simulation tools in the software market is needed in order to provide even better conditions for a digitalization of the development process involving composite materials to be possible.

Efforts for further research were taken at the very completion of this project. First, further evaluating of a composite corner structure that is attached to an aluminum inner body is planned. The aim of this effort is to create conditions for studying a whole hybrid structure. Parallel and partly linked to this, efforts are being made to create a new FFI project aimed at studying a full-scale concept for the construction and fitting of a hybrid hood with outer surface sheet in aluminum and a complete internal structure made out of composite material. The aim is to start a product development work based on the results from this effort in future new car programs

3 Bakgrund

Framtidens krav på ett hållbart samhälle och ökad personsäkerhet innebär att industrin i allt snabbare takt måste kunna ställa om och anpassa sina förädlingsprocesser såväl som sina produkter för att vara konkurrenskraftiga. Denna omställning är teknikdrivande och innefattar bland annat ett ökat fokus på viktreduktion inom flertalet branscher kopplade mot transportsektorn. Att enbart använda metalliska material i lastbärande konstruktioner är därmed inte tillräckligt för att nå ett hållbart samhälle. Detta resulterar i att framtida produkter kommer att bestå av avancerade mixade lättviktsmaterial. Därmed måste industrin lära sig att hantera såväl metalliska material som plaster och kompositer i sina processer. Dessa processer innefattar hela förädlingskedjan från framställning på komponentnivå till sammansättning av färdiga produkter.

Svensk fordonsindustri behöver en ökad kompetens för att kunna hantera dessa lättviktsprodukter och nå målen på en viktreducering på 50 % till år 2020.

Att optimera produkternas egenskaper med avseende på vikt, komplexitet och prestanda genom att nya materialkombinationer införs kräver att kompetens, metodik såväl som produktionsmetoder och processer utvecklas och bland annat blir mer flexibla.

Komponenter i komposit- och metalliska material produceras idag hos underleverantörer inom respektive område. För att underleverantörerna skall kunna hantera lättviktsmaterial i kombinationer med traditionella material i sina befintliga formningsprocesser, krävs rekommendationer och riktlinjer för hur mixade material skall formas och sammansättas på bästa sätt med avseende på kostnad, produktivitet och ledtid. Korsbefruktning av kompetenser från olika discipliner behövs för att klara att forma framtidens komponenter. Dagens metoder för att framställa komposit detaljer har begränsningar med avseende på bland annat korta ledtider som krävs för att kunna producera de höga volymer som förekommer inom fordonsindustrin.

4 Syfte, forskningsfrågor och metod

Projektet har syftat till att möjliggöra framtida högvolumstillverkning av lättviktsdetaljer av kompositmaterial i traditionell produktionsmiljö. Den övergripande projektverksamheten har varit inriktad på att kunna bidra till lättviktslösningar för fordonsindustrin genom att tillgodose behov av kunskap och prova ut metoder samt att demonstrera teknik för kompositstillverkning. Även

samverkan mellan olika aktörer i en leverantörskedja har varit ett syfte med projektet. Detta har åstadkommit genom en rad aktiviteter inom olika områden.

Forskningsfrågorna återfinns inom olika områden såsom material, tillverkningsteknik och processimulering. En forskningsfråga som är central och som berör alla dessa områden är hur man kan reducera processtiden för tillverkning av varje enskild komponent. En annan forskningsfråga av vikt rör komponentkvalitet för de tillverkade detaljerna. Forskningen här har syftat till att skapa förståelse för hur material och tillverkningsteknik inverkar på den slutliga detaljens kvalitet och egenskaper och hur processimulering kan användas som ett verktyg för ändamålet. Hur man ska kombinera komponenter av olika material så som komposit och metalliska material är avgörande för om framtida lättviktslösningar blir genomförbara. Därför har smarta lösningar för att hantera detta varit en forskningsfråga i projektet.

Möjliga kompositmaterial har undersökts utgående från bland annat industrins kravbild, framtidspotential och processegenskaper och ledtider. Kartläggning av grundläggande egenskaper har skett genom datainsamling, egenskapsinventering materialkaraktisering och annan provning och utvärdering. Metoder för semi-industriell provning har använts för att testa material och processparametrar i industriell miljö. Genomgång av bästa tillgängliga kunskap på simuleringsområdet tillsammans med behovsinventering har genomförts för att ge underlag till hur processimulering kan användas.

5 Mål

SALLSA projektets övergripande mål är att skapa rekommendationer och riktlinjer för att forma kompositer i traditionell industrimiljö. Projektet stärker konkurrenskraften för underleverantörer såväl som slutproducenter genom att samverka i syfte att öka kunskapsnivåerna samt integrera nya lättviktsmaterial i befintliga produktionssystem. Detta för att säkerställa att industrin klarar av att hantera och producera framtidens materialkombinationer i befintliga industriprocesser. På detta vis stärker projektet konkurrenskraften för fordonsindustrin i Sverige.

Sett till programmets mål bidrar projektet till att:

- möjliggöra en flexibel produktion
- stärka svensk fordonsindustris konkurrenskraft genom att forma kompositmaterial i traditionell industriell produktionsmiljö för metalliska material
- minska miljöpåverkan och bidra till en reduktion av CO₂-utsläpp genom att skapa möjligheter till att producera lättviktsprodukter.
- nya material kan introduceras i redan befintliga produkter

Ett delmål som också kopplar mot de övergripande FFI-målen är att stärka forskningssamarbetet mellan olika industriella branscher och forskningsinstitut genom samverkan mellan olika områdeskompetenser i form av formningsteknik, materialkunskap (kompositer och metaller), simuleringsteknik, fogningsteknik, mätteknik och processteknik. Det skapar förutsättningar för att korsbefrukta pågående verksamheter och skapa en stark forskningskonstellation som kan kopplas mot andra industribranscher.

6 Resultat och måluppfyllelse

Det sammantagna resultatet av projektet är förbättrade förutsättningar för att ta steget till att serietillverka högvolumskomponenter till fordonsindustrin i befintlig produktionsmiljö. Därigenom har projektet bidragit till programmets övergripande mål om stärkt konkurrenskraft genom att kunna forma kompositmaterial i traditionell produktionsmiljö och möjliggöra flexibel produktion.

Mycket återstår dock för att kunna realisera denna industrialisering men grundförutsättningarna för detta är bättre i kraft av projektets resultat. De resultat från projektet som avses berör främst material, verktygskonstruktion och ytbeläggning, utvärdering och förbättring av processparametrar och material i komponenter och simulering av tillverkningsprocessen. Slutligen utgör hela projektarbetet i sig och framför allt arbetet med demonstratorkomponenten tillsammans med de riktlinjer som utarbetats ett resultat att bygga vidare på. Därmed har projektets genomförande i sig utgjort ett bidrag till programmets delmål om stärkt forskningssamverkan mellan olika industribranscher.

I projektet har det gjorts en överblick av kompositmaterial och tillverkningsmetoder ur ett högvolymproduktionsperspektiv som har lett fram till en rapport. Den ger en kort introduktion kring kompositmaterial, med dess beståndsdelar som matrismaterial och fiberförstärkningar. Några olika ursprungsmaterialformer som prepreg (förimpregnerad fiberväv) samt pressmassorna SMC (valsmatta) och BMC (bulkmassa) som används i dessa processer beskrivs närmare. De två huvudprocesserna för tillverkning, som har stor potential att anpassas inom bilindustrin, identifieras som kompressionsgjutning och vacuuminjicering (RTM). Grundprinciperna för dessa processer beskrivs i arbetspaketet och olika varianter av anpassade för att passa högvolymtillverkning diskuteras också i arbetspaketet och redovisas i rapporten.

Arbetet har även haft fokus på att ge en bra överblick över materialen, deras kostnader, processer och deras relativa fördelar och nackdelar vilket kan vara till stor hjälp för att välja rätt material och processkombination för kompositkomponenterna. Naturligtvis diskuteras även miljöpåverkan för de olika materialen och processerna ur ett livscykelperspektiv.

Utöver detta så har en materialmatris ställts samman för en enklare överblick för olika material med dess data och egenskaper. Dessutom har de SMC-material som SICOMP arbetat med i tidigare Vinnovaprojekt ställts samman i en kortare rapport med information om vilket projekt samt en kortare beskrivning med vad som gjorts för vissa av materialen.

Omfattande provningsverksamhet i semi-industriell skala har utförts i olika verktygsgeometrier. Projektet har använt såväl en befintlig verktygsgeometri genom samverkan med ett annat offentligt finansierat projekt, ROBUST som verktyg framtaget inom SALLSA se Figur 1. Design och framtagning av provgeometri har genomförts men förseningar uppkom av flera skäl i denna framtagningen. Dessa förseningar kunde till viss del kompenseras av användningen av den befintliga verktygsgeometri som omtalats ovan. I samband med dessa semi-industriella försök har både kompositmaterial av både hårdplast och termoplast från olika leverantörer utvärderats med avseende på såväl processbarhet som övriga egenskaper. Vidare har processparametrar utvärderats för att ge bästa slutresultat och minimal cykeltid.



Figur 1 Provverktyg med geometri designad i SALLSA för att prova material, processparametrar och foglösningar.

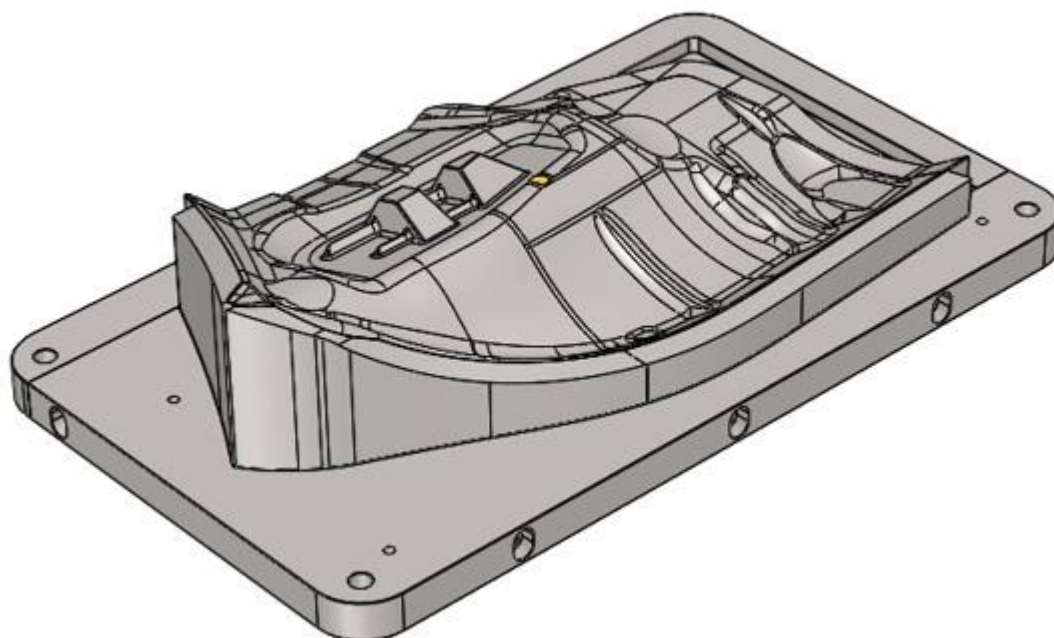
Sammanställning och dokumentation av dessa pressförsök har utförts av Swerea SICOMP. Det resulterade i två rapporter. Den första rapporten förklarar detaljerna och förfarandet för tillverkningsprocessen som utförts vid AP & T i Ulricehamn för att producera de allra första proverna i SALLSA-projektet. Några av detaljerna 3D-scannades av LaserTool för att se och analysera eventuella formförändringar. Vidare så mättes de mekaniska egenskaperna för de pressade detaljerna genom trepunkts böjprov hos Swerea IVF. Den andra rapporten förklarar detaljerna och förfarandet för tillverkningsprocessen som utfördes vid två olika kampanjer hos Swerea IVF i Olofström. Vid dessa tillfällen producerades proverna med olika materialtyper. Även efter dessa försök 3D-scannades detaljerna av LaserTool för att se och analysera eventuella formförändringar. De mekaniska egenskaperna för detaljerna kontrollerades genom trepunkts böjprov vid Swerea IVF. Några av detaljerna från dessa kampanjer CT-scannas vid ZEISS i Olofström för att undersöka fördelningen av fibrer inne i detaljerna. Denna tillämpning av ett urval av metoder bidrar till mer generisk kunskap om hur man bör gå tillväga för att utvärdera tillverkade detaljer.

I försöksverktyget har en ny ytbeläggning provats med mycket gott resultat. Med denna ytbeläggning är det möjligt att eliminera släppmedel samtidigt som man får förbättrade flytegenskaper för pressmassan under formningen. En följd av att man inte behöver använda extra släppmedel är att man får väsentligt bättre vidhäftning och kan slippa ytbehandling så som slipning och tvätt när man limmar en kompositdetalj som är tillverkad i verktyg med denna ytbeläggning. En annan aspekt är att om detaljen lättare släpper från formrummet så minskar risken för deformationer av detaljen som fortfarande inte uppnått full styrka i varmt tillstånd. Detta är ett konkret projektresultat som har lett till att medverkande företag nu går vidare mot en helt ny kundgrupp.

Sammantaget har användningen av olika pressverktyg för de ingående försöksgeometrierna i projektet bidragit till framtagning av rekommendationer och lärdomar till kommande projekt vad gäller verktygskonstruktion samt utveckling av processparametrar och val av material.

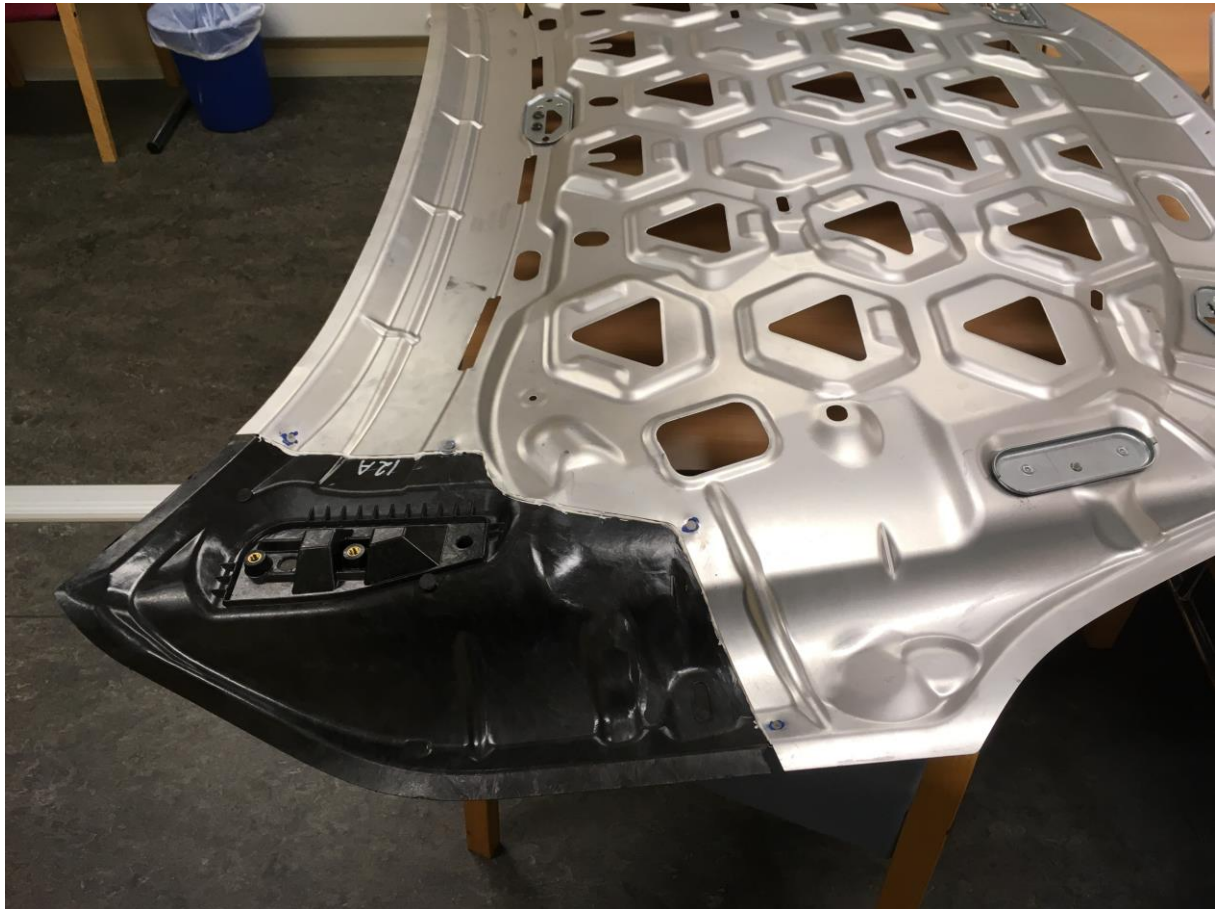
Den fysiska demonstratorn bestämdes sent i projektet då ett tidigt förslag visade sig vara oåtkomlig på grund av ägarförhållandet. Därför tog projektet ett kliv framåt då Volvo Personvagnar gick med i projektet efter drygt halva projekttiden. Artikeln som valdes som demonstratorgeometri är en innerhuv som finns i produktion. Demonstratorn i sig utgörs av tänkbara materialsystem och processteknik för formning av den aktuella geometrin samt dess användning i efterföljande process och produktstudier. Beroende på begränsningar i budget och tillgänglig utrustning valdes en del av innerhuvens i form av ett hörn med huvens infästning mot kaross. Denna designades för flytpresstillverkning i kompositmaterial med hänsyn till laster, infästning mot ytterhuv och resterande innerstruktur. Komponentdesignen gjordes under beaktande av den kravspecifikation som Volvo Personvagnar tog fram.

För att realisera demonstratorn designades ett komplett flytpressverktyg, Figur 2, som skulle tillverkas i samverkan mellan de tongivande industriella parterna av material som de tillhandahöll som del av sitt naturabidrag till projektet. Dessvärre drabbades projektet av ett bakslag då själva formstålen skulle tillverkas genom att företaget som åtagits sig denna del av arbetet gick i konkurs. Genom en gemensam ansträngning bland de mest engagerade projektparterna lyckades konsortiet att lösa detta och till slut få ett komplett verktyg för tillverkning av demonstratorn. I projektets slutfas tillverkades ett antal detaljer i detta verktyg i olika slags material och materialkombinationer. I arbetet har processegenskaperna verifierats och gett viktiga indata till processförändringar vid volymproduktion. Den industriella demonstratornkomponenten, som är en förstärkningsstruktur som ersätter en befintlig del av en metallstruktur, ger en viktbesparing på 22 %.



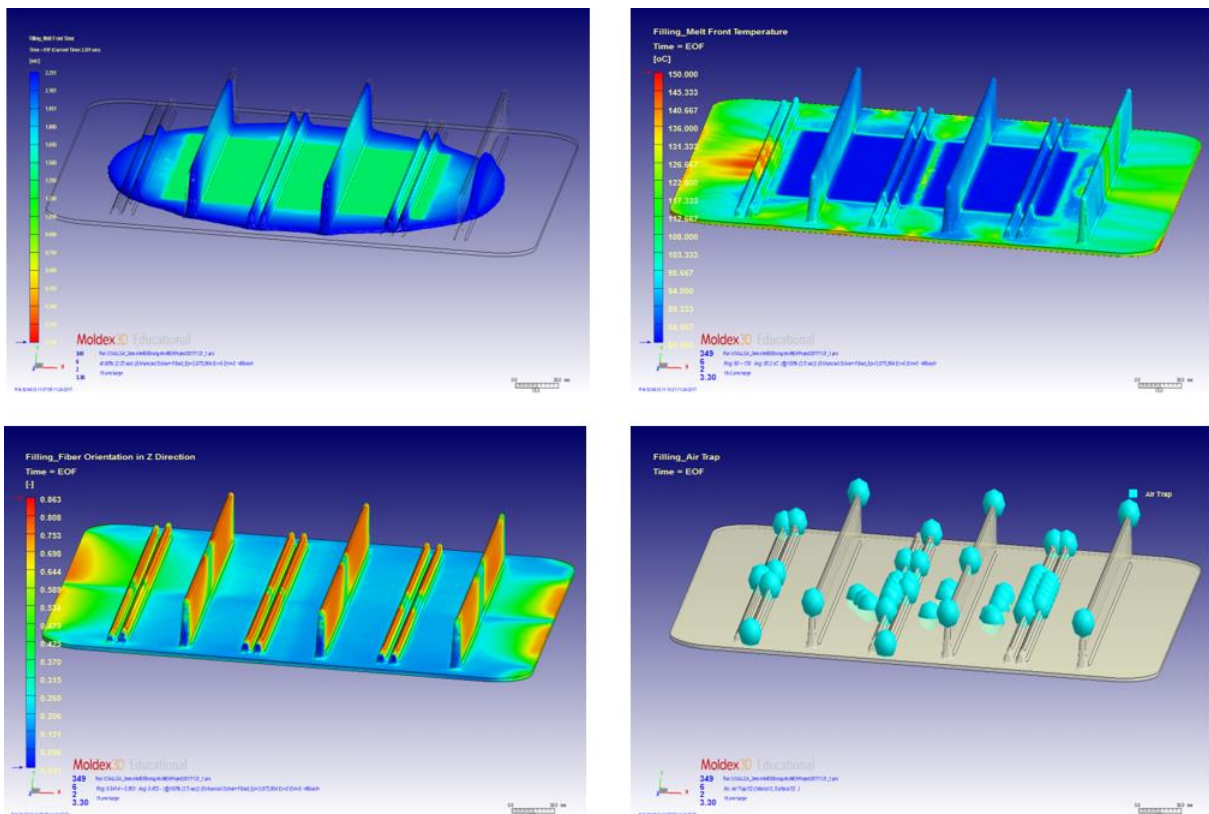
Figur 2 Bild från CAD modell av formgivande verktygsstål för tillverkning av demonstratorgeometrin,

När det gäller funktionsintegrering finns det mycket att utforska av stor betydelse för produktens slutliga totalkostnad. I projektet har vi arbetat både med att ta tillvara unika fördelar med kompositdetaljer och att lösa problem som hänger samman med att traditionella karosserikomponenter tillverkas av metalliska material. Exempel på det förstnämnda är möjligheterna att integrera flera funktioner i en komponent i stället för i en delsammansättning av komponenter. I andra fallet handlar det om hur man på ett smart sätt kan foga komponenter av olika material mot varandra. Detta delmoment blev i viss mån lidande av förseningar för demonstratorkomponenten och ett begränsat underlag har tagits fram för att ge inspiration till fler lösningar att prova ut. Den slutliga demonstratordetaljen monterad med resterande innerstruktur kan ses i Figur 3.



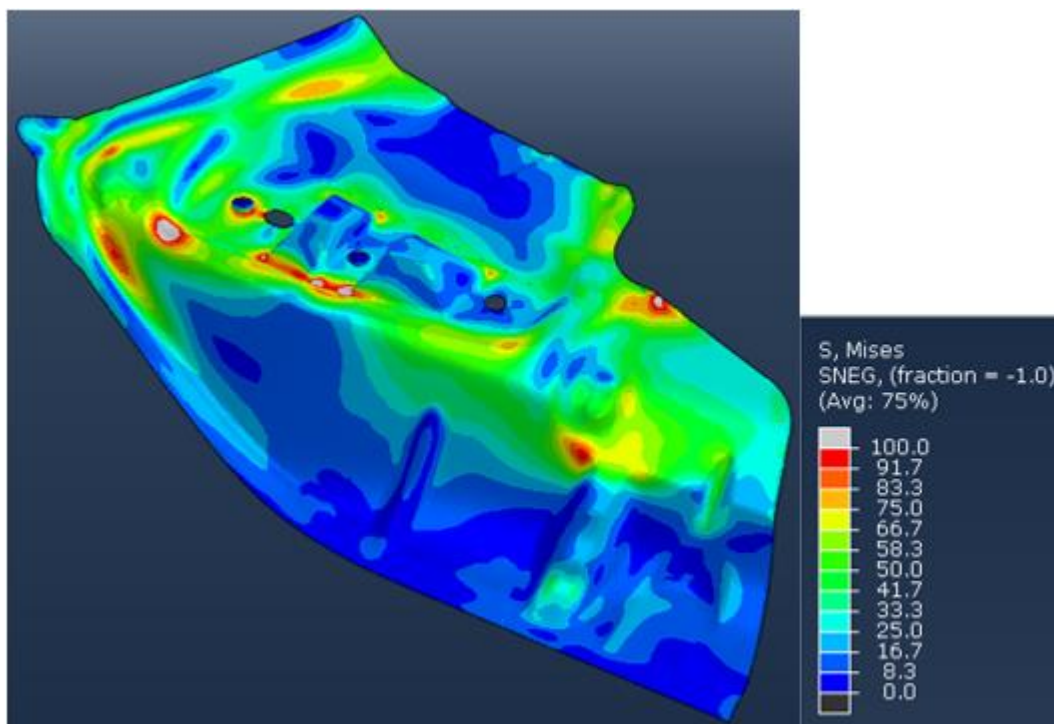
Figur 3 Projektets demonstrator monterad med resterande del av innerstruktur till motorhuv.

För att kunna prediktera vad som sker inne i verktygets formutrymme då SMC materialet (pressmassan) formas och hur fibrerna fördelas görs processsimuleringar. För det finns ett antal olika mjukvaror. En första utvärdering gjordes av tre olika utifrån datablad och samtal med programvaruföretagen. Det slutgiltiga valet föll på Moldex3D. Med hjälp av programvaran kan man laborera med olika processparametrar som kompressionshastighet, kraft och verktygstemperatur samt vad olika placeringar av materialet i verktyget ger för resultat, se Figur 4. Simuleringarna ger också svar på eventuella luftinneslutningar, restspänningar och formförändringar som uppstår i detaljen vid formnings- och härdningsförloppet till följd av de olika processparametrarna.



Figur 4 Resultat från processimulering av den geometri som tagits fram i projektet för semi-industriell provning och utveckling. Överst till vänster visas smältfrontens utbredning under processen, överst till höger visas temperaturen vid fullbordad process, nederst till vänster visas fiberorientering och nederst till höger visas luftinneslutningar.

Vidare så gjordes det simuleringar i programvaran Abaqus på den demonstrator som tagits fram i projektet, se Figur 5. Dvs en motorhuv där ena ”gångjärnshörnet” (huvförstärkningen) ersatts av detaljer i komposit. Fyra verkliga lastfall simulerades för att få fram den nödvändiga tjockleken. Lastfallen som specificerats var; oförsiktigt öppnande av motorhuv, frontalkrock, vridstyvhet och pop-up funktionen för att skydda fotgängare (pyrotekniskt styrd).



Figur 5 Utvärdering av hållfasthet för huvförstärkning i komposit baserat på fyra lastfall. Bilden visar spänningar enligt von-Mises i MPa.

Projektets genomförande och de uppnådda resultaten kommer att ha betydelse i fortsättningen. Exempel på det är dels att bland de medverkande företagen har man funnit inspiration att med utgångspunkt från projektarbetet ta stegen att konvertera befintligt komponentkoncept i stål till kompositbaserad detalj som ger såväl kostnads- som viktbesparing. Dels finns ett uttryckligt intresse av att arbeta vidare med fortsatt forskning för att på sikt realisera fordon med en större andel av kompositdetaljer till exempel genom att gå vidare mot en hel innerhuv i kompositmaterial.

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	Bedriva utbildning och som grund för kommande initiativ tillsammans med industrin. Tillämpning av framtagna riktlinjer (guidelines) hos projektdeltagande företag.
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt	X	Framtagna kunskaper och resultat kommer ligga till grund för kommande projektförslag för vidare utveckling. Ett projekt kommer att genomföras inom testbädden Lightest
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt	X	Enligt indikationer från tongivande företag i projektet.
Introduceras på marknaden	X	Artiklar tillverkade med stöd av de framtagna projektresultaten kan introduceras i produkter på

		marknaden. En skarp offert till VCC från medverkande företag.
Användas i utredningar/regelverk/ tillståndsärenden/ politiska beslut		Inte relevant

En tvådagars utbildning om kompositmaterial, tillverkning och tillhörande fogningsteknik har tagits fram i projektet. Denna har hållits för personal från projektets parter. Detta rönnte uppskattning bland deltagarna varför denna kurs kan komma att ges för en bredare publik framgent.

7.2 Publikationer

Följande publiceringar av projektresultat har genomförts:

- Experimental assessment of SMC composite process simulation using Moldex3D, Mohammad Rouhi and Krister Svensson, Sicomp Annual conference, May 2018
- Manufacturing of structural SMC composite, Mohammad Rouhi and Krister Svensson, ACCM11, Cairns, Australia, 29th July – 1st August 2018
- Experimental assessment of SMC process simulation, Mohammad Rouhi and Chih-Chung Hsu, ACCM11, Cairns, Australia, 29th July – 1st August 2018
- Öppen workshop vid Open Technology Day hos Swerea IVF i Olofström 25 september 2018

Arbetet med processimulering har lämnats in som deltagande bidrag till Moldex3D GITA(Global Innovation Talent Award) 2018. Vinnare i denna tävling ska enligt plan utses under november 2018.

Projektreferat har publicerats i t ex Plåtforum och referat från den öppna workshopen kommer att komma i publikationen Teknik och Tillväxt som båda ges ut av Swerea IVF. Utöver ovanstående har projektet varit representerat vid ett antal tillfällen där syfte, innehåll och upplägg presenterats för en bredare publik.

- SALLSA-serietillverkning av lättviktsmaterial i leverantörs samverkan, Peter Ottosson, Swerea IVF, FFI klusterkonferens, Katrineholm maj 2017
- Högvolymsproduktion av kompositer Jesper Eman, Swerea SICOMP, FFI klusterkonferens, Katrineholm maj 2017
- Projektkavalkad för Volvo Cars december 2017

8 Slutsatser och fortsatt forskning

Projektarbetet har lett till följande slutsatser:

- Projektets semi-industriella provning har bidragit till att ta fram ny kunskap som är relevant för materialval, verktygskonstruktion och processparametrar för högvolymsstillverkning av kompositkomponenter
- Projektets industriella demonstrator har varit relevant för att ta fram ny kunskap
- Processimulering kan genomföras och ger användbar input för framtagning av processparametrar och numerisk analys av komponenter. Vidare utveckling av processimuleringsverktyg på mjukvarumarknaden behövs för att kunna ge än bättre förutsättningar för att en större del av utvecklingen ska kunna ske digitalt.

Ansträngningar för att skapa förutsättningar för fortsatt forskning vidtog direkt vi slutförandet av detta projekt. Det handlar först om att vidare utvärdera en hörnstruktur i komposit som är fogad med en innerhuv i aluminium. Behoven som behöver tillgodoses berör:

- Fogning tillsammans med fler komponenter för att bli en delsammansättning som kan utvärderas i realistiska tester på system- eller delsystemnivå.
- Utvärdering av sammansatt komponent med avseende på sammansättningsmetoder
- Geometrisäkring av sammansättning bestående av mixade material genom scanning under påverkan av temperaturcykel som motsvarar industriell målerifabrik.
- Utredning om demontering och återvinning av produkten

Målet för denna ansträngning är att skapa förutsättningar för att studera en hel hybridstruktur.

Parallellt och delvis kopplat till ovanstående pågår ansträngningar för att få till stånd ett nytt FFI-projekt där man avser studera ett fullskaligt koncept för framtagning och fogning av en hybridhuv med yttersida i aluminium och komplett innerstruktur i komposit. Syftet är att man baserat på resultaten ska kunna starta ett produktutvecklingsarbete i kommande nybilsprogram.

Utgående från vad Sallsa uppnått behöver man arbeta vidare med produktionsfrågor såsom laddning, plundring, värmning, materialtransport och inte minst hur man skalar upp produktionen. För att utveckla möjligheterna till komponentdesign behöver man studera hur långt man kan gå i detaljintegration och därmed minska antalet ingående delprodukter och på så vis nå kostnadsfördelar. Detta hänger nära samman med kvarstående frågor och utvecklingsmöjligheter när det gäller fogning och en mängd möjliga lösningar med ingjutning av fästelement och processlösningar för detta. Övergripande definition av produktionsutrustning för serieproduktion inklusive bedömning av kostnadsaspekter behöver tas fram för att kunna göra produktkalkyler för olika materialkombinationer med tillförlitlighet.

För att skapa möjlighet för svenska potentiella leverantörer att utvecklas krävs produktnära studier av helhetslösningar för produkter och processer som inkluderar en samverkan mellan materialsystem, verktygsutveckling, formning och fogning.

9 Deltagande parter och kontaktpersoner

De deltagande parternas kontaktpersoner och mejladresser kan ses i Figur 6. Deltagande parters logotyper återfinns i Figur 7.

SALLSA projektpartner

AP&T	Lars-Olof Jönsson	larsolof.jonsson@aptgroup.com
Carl Zeiss	Jari Ojala	Jari.ojala@zeiss.com
EBP	Ronnie Rossander	ronnie.rossander@ebp.se
Ionbond	Greger Håkansson	greger.hakansson@ionbond.com
Lasertool	Jan Kvist	jan.kvist@lasertool.se
Marström Composite	Mikael Östensson	mikael.ostensson@marstrom.com
PDS Engineering	Ewe Westensson	ewe@pdsengineering.se
Safeman	Mikael Skåre	mikael.skare@safeman.se
SSAB	Tomas Berglund	tomas.berglund@ssab.com
Swerea IVF	Peter Ottosson	Peter.ottosson@ri.se
Swerea Sicomp	Kenneth Strand	Kenneth.strand@ri.se
Teknopress	Niklas Blomberg	niklas.blomberg@teknopress.se
VA Automotive	Konkurs våren 2018	
Volvo Lastvagnar	Per Nilsson	per.nilsson@volvo.com
Volvo Cars	Anna Davidsson	Anna.davidsson@volvocars.com
Ytab	Mats Karlsson	mats.karlsson@ytab.com
ÅF Industry	Paul Jarnehall	paul.jarnehall@afconsult.com

Figur 6 Deltagande parter kontaktpersoner och mejladresser vid projektets avslut.



Figur 7 Deltagande företags logotyper.