

## Resultatredovisning industriförankrade utvecklings- och förprojekt

Projekttitel	Diarienummer	Projektledare Organisation	Halvtids redovisning *	Slut redovisning
Avancerade aluminiumlegeringar i strukturella lätta komponenter	2014-05128	Marie Fredriksson Swerea SWECAST		x

\* Gäller ej förprojekt

Detta dokument är en resultatredovisning för industriförankrade utvecklings- och förprojekt inom strategiskt innovationsprogram för lättvikt (SIP Lättvikt). Syftet är att säkerställa att projektet följer beviljad projektplan. Nedan följer de förväntningar SIP Lättvikt har på er som projektledare, samt de möjligheter vi erbjuder genom att finansieras via programmet.

### §1 Förväntningar som programmet har på er som projektledare

- Den fullständiga projektplanen och/eller ansökan skickas till LIGHTers verksamhetsledning. Gäller även modifieringar och förändringar av projektplan.
- En kontinuerlig dialog sker med LIGHTers verksamhetsledning
- En presentation av projektet ges varje år på LIGHTers resultatworkshop (Preliminärt maj)
- En kort presentation av projektet läggs på [www.lighterarena.se](http://www.lighterarena.se) (teknologikutveckling) samt länkar till och från er eventuella projekthemsida. Mall erhåller ni i början projektet
- VINNOVAs lägesrapporter skickas till [info@lighterarena.se](mailto:info@lighterarena.se)
- Projektet marknadsförs kontinuerligt som ett projekt inom SIP Lättvikt och LIGHTer. Logotyper erhålls från LIGHTers verksamhetsledning
- Eventuella projektavvikelse (t ex avseende tid, resultat, resurser) återkopplas till LIGHTers verksamhetsledning
- Under projektets genomförande följs projektets resultat, mål och effekter kontinuerligt upp
- Alla IU projekt som finansieras av SIP Lättvikt förväntas leverera resultat som kan användas i kompetensutvecklingsaktiviteter. En dialog ska hållas kontinuerligt med LIGHTers verksamhetsledning (ansvarig kompetens)
- Vid halvtid redovisas hittills uppnådda resultat till LIGHTers ledning (enligt mall, se detta dokument)
- Senast 4 veckor efter projektslut redovisas projektets resultat (enligt mall, se detta dokument)

### §2 Möjligheter att finansieras via strategiskt innovationsprogram för lättvikt

- Tillgång till ett brett och stort nätverk genom att delta på LIGHTers och strategiskt innovationsprogram för lättvikts arrangemang
- Coachning och stöttning av LIGHTers ledning
- Marknadsföring av projektet och deltagande parter via hemsida, workshoppar, nyhetsbrev, etc.
- Prenumeration på LIGHTer News
- Modellavtal gällande sekretess, IPR m.m. (finns på [www.lighterarena.se](http://www.lighterarena.se))
- Sändlista för projektpartners och deras organisationer
- Tillgång till många förmåner samt deltagande i LIGHTers teknikgrupp (erfarenhetsutbyte, skapandet av nya projekt etc.) genom att bli medlem i LIGHTers Medlemsprogram

**Strategiskt innovationsprogram för lättvikt** | [www.lighterarena.se](http://www.lighterarena.se) | [info@lighterarena.se](mailto:info@lighterarena.se)

Detta strategiska innovationsprogram har fått stöd inom ramen för strategiska innovationsområden, en gemensam satsning mellan VINNOVA, Energimyndigheten och Formas. Syftet med satsningen är att skapa förutsättningar för Sveriges internationella konkurrenskraft och hållbara lösningar på globala samhällsutmaningar. [www.vinnova.se/sio](http://www.vinnova.se/sio)



## A. Resultatredovisning (gäller endast utvecklingsprojekt)

1. Hur har projektresultaten utvecklat lättviktslösningen med avseende på:  
*[max 1 500 tecken per område]*

- a. TRL (teknikmognadsgrad, se [www.lighterarena.se](http://www.lighterarena.se) för förklaringar)  
*Beskriv hur TRL har förändrats från start till projektslut. Motivera.*

I det ena delprojektet har en ny typ av gjutlegering utvärderats med avseende på egenskaper vid högre temperaturer, t.ex. i flygmotorer. TRL har höjts från 3 till 4 för tillämpning i flygmotorkomponenter genom att man undersökt materialets sammansättning inklusive materialkaraktärisering samt statiska och dynamiska egenskaper vid temperaturer upp till 250 °C. För att flygindustrin ska kunna gå vidare och arbeta för en implementering behövs ytterligare höjning av TRL, vilket har gjort att projektet sökt en fortsättning som blivit godkänd.

I det andra arbetspaketet har man utvärderat inverkan av legeringsämnen nickel och zirkonium på varmhållfastheten i aluminiumlegering av återgångsmaterial. Konventionellt används endast primärt aluminium för dessa högpresterande applikationer.

Man fann att ett av de valda basmaterialen, Stenal 460, visade bättre egenskaper vid rumstemperatur och då även detta är en viktig faktor valdes denna. Mha. Ni och Zr höjdes brottgräns, resttöjningsgräns och utmattningshållfasthet men man kan i dagläget inte bedöma om höjningen är så pass stor att den är värd den extra kostnaden. Fler tester krävs.

Verkliga demonstratorer är framtagna i AP2. Detta är en mycket komplex flygmotorkomponent som gjutits med precisionsgjutning i England. I AP3 har man framför allt arbetat med provstavar framtagna i industriell miljö samt virtuella demonstratorer. En av dessa är en virtuell demonstrator från Husqvarna där man utför fullskaliga beräkningar enligt CFD för att se potentialen för liknande komponenter. Man har även tittat på säkerhetsfaktorer enligt Haighdiagram.

Detta gör att vi sammantaget når TRL 4-5 totalt i projektet.

- b. Viktminskning  
*Beskriv på vilket sätt resultaten har givit en viktminskning. Ge konkreta exempel. Ange kvantitativ viktminskning.*

I komponenten som idag gjuts i titan förväntar vi oss en viktminskning på 25 %. Densiteten för titan är 4,8 g/cm<sup>3</sup>, medan den i aluminium är 2,7 g/cm<sup>3</sup>. Viss omkonstruktion krävdes, vilket gör att viktminskningen inte är direkt översättningsbar från materialens densitet.

Att gå från en primär legering till en legering av återgångsmaterial i en demonstrator kommer inte ge någon större viktminskning utan framför allt bidra till globala miljömål

då primära legeringar är oerhört energikrävande att framställa. Om egenskaperna däremot överträffar befintlig legering finns möjlighet till omkonstruktion i framtida komponenter, vilket kommer kunna inkludera en viktnedskning. Både i tunga fordon och handhållna verktyg handlar det även om att maskiner med högre effektivitet kräver högre temperaturer. I tunga fordon har man nu nått gränsen för vad befintlig legering klarar av och alternativet blir att gå över till gjutjärn, vilket för Scania inte är ett valbart alternativ. Det är alltså av stor betydelse att aluminium klarar dessa högre temperaturer och för att göra det krävs en ökad utmattningshållfasthet på minst 20 % i ny legering.

c. Utvecklingstid

*Beskriv på vilket sätt resultaten har givit kortare utvecklingstid. Ge konkreta exempel. Ange kvantitativ tidsbesparing.*

I projektet har vi använt termodynamiska beräkningsverktyg för beräkning av väntade fasbildningar och fasomvandlingar i metalliska material. Det utförs även gjutsimuleringar på demonstratorerna för att säkerställa att vi har en bra konstruktion och design på ingjutsystem för att komponenterna ska vara anpassade för gjutning som process.

För att studera materialbeteende och få förståelse för fasomvandlingar vid höga temperaturer samt som ett försteg inför optimering av bland annat värmebehandlingsparamterar för materialet samt användning vid höga temperaturer för komponenten, har DSC, differential scanning calorimetry (termisk analys), använts. Med denna metod kan man bland annat mäta hur mycket värme som krävs för att ändra temperaturen för materialet.

Vidare studerades materialets mekaniska egenskaper, både statiska och utmattningsegenskaper vid både rums- och högre temperaturer samt hårdhet (mikro- och makrohårdhet). Detta arbete är ur ett tidsperspektiv krävande, men i relation till att prova sig fram på färdig komponent är det ett effektivt sätt att finna ett optimalt material.

d. Tillverkningskostnad

*Beskriv på vilket sätt resultaten har givit en lägre tillverkningskostnad. Ge konkreta exempel. Ange kvantitativa besparingar.*

En övergång från titan till aluminium ger en minskning i materialkostnad trots att den valda aluminiumlegeringen är mer kostsam än konventionella legeringar pga. särskild framtagningsslagmetod. Netto bör kostnadsbesparingen efter gjutning, bearbetning etc uppskattas ändå hamna på möjligen 30 %.

Genom att kunna använda återgångsmaterial istället för primärlegering kan man förvänta sig en lägre kostnad för inköp av material, men detta varierar väldigt mycket

beroende på bl.a. tillgång och efterfrågan. Den stora vinsten här ligger i energibesparingen vid användning av återgångsmetall istället för primär metall.

e. Miljöpåverkan i LCA-perspektiv

*Beskriv hur resultatens har minskat miljöpåverkan ur ett LCA-perspektiv.*

Ett lyckat resultat kommer leda till viktminskning i komponenter som sitter på lastbil, handhållet verktyg samt flygplan. Minskad vikt på lastbil och flygplan kommer leda till reducerade emissioner. Bättre livslängd för komponenter i handhållna verktyg leder till energieffektivitet då produkterna håller längre.

Inom flygindustrin räknar man med att 1kg lättare flygmotor ger effekten att den totala flygplansvikten kan minska med ytterligare 1 kg och därmed även bränslet.

Användandet av återgångslegering istället för primär legering bidrar till stor energiminskning. Att framställa 1 ton primär legering kostar i energi ungefär 15000 kWh, vilket är ungefär jämförbart med att värma upp en normalstor villa under 1 år. Att framställa samma mängd återgångsmaterial kostar ungefär 750 kWh, dvs. 5 % av primärframställning. Dessutom används skrot till återgångsmaterial, medan man för primärframställning av 1 ton aluminium använder ca 4 ton bauxit.

I projektet har en hållbarhetsanalys utförts och rapporterats. Det har även gjorts en analys över returströmningar då materialen innehåller legeringsämnen nickel och zirkonium i större mängd än konventionella legeringar, samt TiB<sub>2</sub>-partiklar som kan påverka återvinningspotentialen. Returströmningarna anses inte skapa några större problem hos Stena Aluminium, som representerar återvinningsledet.

2. Implementering av projektresultaten

*Beskriv hur projektresultaten har (eller kommer att) implementeras industriellt. Hur ser implementeringsplanen ut?*

I projektet har vi totalt tre stycken demonstratorer, varav en verklig komponent, industriellt framtagna provstavar samt en virtuell optimerad utefter framkomna projektresultat.

Lyckade resultat för dessa demonstratorer kommer tjäna som stöd och underlag för deltagande företag för att införa nödvändiga förändringar som krävs för att serieproducera komponenter tillverkade av de aktuella materialen.

I det enda delprojektet har ett fortsättningsprojekt startat – Vidareutveckling och industrialisering av högpresterande aluminiumkomponenter i extrem miljö. Detta för att dels höja TRL ytterligare för flygmotorkomponent, men även för att sprida materialet till andra gjutmetoder och därmed andra applikationer och på så sätt möjliggöra för svenska företag att få konkurrensfördelar.

### 3. Effekter av resultaten – tillväxt, export och konkurrenskraft

*Vad förväntas implementeringen av resultaten innebära för tillväxt, export och konkurrenskraft? Resonera och uppskatta.*

Ett av materialen finns idag inte i Sverige och kunskapen kring detta är helt ny för svensk industri. Projektet har öppnat upp ett samarbete med den brittiska producenten och detta kommer därför kunna spridas till svenska företag. Då färdig komponent prismässigt kommer att ligga lägre än befintlig komponent finns stora möjligheter att öka marknadsandelar globalt då man blir ekonomiskt konkurrenskraftig.

I detta projekt har resultaten visat sig vara mycket intressanta för flygmotorkomponenter och i en fortsättning kommer materialet testas för en mer gynnsam gjutmetod för svensk industri, vilket gör det möjligt att överväga materialet i t.ex. fordonskomponenter.

I det andra delprojektet har man förhoppningen att framför allt ersätta primärmetall som idag inte tillverkas i Sverige, i komponenter som utsätts på gränsen till vad materialet klarar. Det skulle betyda att den svenska leverantören kan öka marknadsandelar nationellt, på bekostnad av utländska leverantörer.

### 4. Utbildningsmaterial

*Hur har projektet resulterat i material för kompetensutveckling? I vilka former sker kompetensutvecklingen och vem ansvarar för det efter projektets slut?*

Varje delprojekt har tagit fram bilder och text som underlag till utbildningsmaterial för att implementeras i LIGHTers industriutbildning Lättviktsmaterial. Ansvarig för detta är delprojektledarna.

Salem Seifeddine, professor vid Jönköping University, kommer tillse att resultaten implementeras i den s.k. Gjutmagistern vid Tekniska högskolan i Jönköping.

Swerea SWECAST inkluderar även en del av resultaten i sina utbildningsmaterial för att öka den allmänna kunskapen hos industrin om state-of-the art inom materialutveckling.

De vetenskapliga undersökningarna som har utförts kommer att publiceras i, populärvetenskapliga såväl som vetenskapliga tidskrifter och på konferenser samt utgöra en del av en planerad doktorsavhandling.

### 5. Branschöverskridande samverkan

*Hur har det branschöverskridande samarbetet fungerat och påverkat projektresultaten? Ange om nya branscher har tillkommit under projektet.*

I projektet deltar pressgjuteri, kokillgjuteri, materialleverantör, produktägare från fordon, verktyg, verkstad och flyg. Samarbetet sker både inom arbetspaketen samt inom den större projektgruppen. I ett av arbetspaketen pågår även samarbete med utländsk materialleverantör.

Då flygindustrin har andra ekonomiska förutsättningar än t.ex. fordonsindustrin ligger de i utvecklingens framkant, vilket framför allt kompetensmässigt spiller över på övrig svensk industri. Då flygindustrin har en stor bevisbörda på sina axlar vid införandet av ett nytt material utförs grundliga tester av materialet, vilket även kommer övriga företag till gagn. Detta är mycket uppskattat. Projektgruppen har även uttryckt att man är nöjd med samarbete mellan industri, forskningsinstitut och högskola.

## 6. Konkreta tekniska resultat

*Vilka resultat har erhållits i form av demonstratorer, tekniker, processer, tjänster etc? Fyll i tabellen nedan.*

Resultat i form av demonstratorer (virtuella, fysiska), tekniker, processer, tjänster etc	Konkreta mål, t ex vikt, kostnad, tid etc.	Förväntad implementering i kommersiella produkter
<p>En fysisk demonstrator av en komponent som ingår i flygmotor</p> <p>Demonstrator i form av industriframtaget provmaterial</p> <p>En virtuell demonstrator av en komponent till handhållet verktyg</p> <p>Materialkaraktärisering och framtagning av mekaniska egenskaper vid olika temperaturer av A205, med och utan Ag</p> <p>Materialkaraktärisering och framtagning av mekaniska egenskaper vid olika temperaturer av EN AC-46000 med olika halter av nickel och zirkonium</p> <p>Hållbarhetsanalys av båda materialen</p>	<p>Ca 25 % viktminskning på flygmotorkomponent med en uppskattad kostnadsreduktion på ca 40 %.</p>	<p>Båda materialen bör kunna implementeras i kommersiella produkter inom 3-5 år, möjligen inte inom flygindustrin där bevisbördan är betydligt mer aggressiv än många andra branscher.</p>

## 7. Måluppfyllnad

*Fyll i tabellen nedan*

Mål enligt projektplan/ansökan	Måluppfyllelse - halvtid	Måluppfyllelse - slut
Minska vikten med minst 20% på valda komponenter	50%	Uppnådd på demonstrator för flygindustri.
Höja TRL-nivån för resp. lösning från 3 till 5.	75%	På flygmotorkomponent har vi nått TRL 4. Något högre för tunga fordon och handhållna verktyg.

Karaktärisering av högtemperatur- och utmattingsegenskaper för minst två gjutlegeringar	90%	Visst arbete kvarstår men görs efter projektslut
Framtagning av metod för att optimera tillverkningsprocessen för minst en aluminiumlegering	Då ett AP i projektet ändrade riktning från ursprungsplanen uppnås detta då arbetet redan är gjort i vald legering.	
Framtagning av utbildningsmaterial till industrikurs	0% (Kommer att uppnås innan projektets slut)	Uppnått
Framtagning av utbildningsmaterial till magisterutbildning	0% (Kommer att uppnås innan projektets slut)	Uppnått
Framtagning för implementeringsplan	0% (Kommer att uppnås innan projektets slut)	90% Materialdata för fortsatt arbete internt på företagen finns framtaget. Viss data återstår.

## B. Resultatredovisning (gäller endast förprojekt)

### 1. Konkreta tekniska resultat

*Vilka resultat har erhållits i form av demonstratorer, tekniker, processer, tjänster etc?*

Resultat i form av demonstratorer (virtuella, fysiska), tekniker, processer, tjänster etc	Konkreta mål, t ex vikt, kostnad, tid etc.	Förväntad implementering i kommersiella produkter
Tabelltext (t ex en fysisk demonstrator av en betydligt lättare bakaxelbalk för lastbil, eller en ny limningsprocess för fogning av stål mot kolfiberkomposit.	Tabelltext (T ex 50 % viktminskning, 35 % lägre kostnad)	Tabelltext (ca 5 år efter projektavslut)

### 2. Fortsättningsprojekt

*På vilket sätt kommer projektet att utvecklas vidare i en större satsning eller annat program? Om det inte blir en fortsättning, förklara varför.*