

2021-08-31

Lars-Erik Rännar, Mittuniversitetet

Knut Sörby, NTNU

## **Slutrapport TROJAM-3DC**

Bilaga 1 – Extern slututvärdering utförd av Pro&Pro

Bilaga 2 – Kommunikationsplan

# Innehållsförteckning

|  |    |
|--|----|
| <b>Sammanfattning</b> .....  | 2  |
| <b>Abstract</b> .....  | 3  |
| <b>Bakgrunn</b> .....  | 4  |
| <b>Mål, resultat och effekter</b> .....                              | 6  |
| Introduktion .....   | 6  |
| Projektets resultat relaterat till projektmål.....                   | 7  |
| Projektets resultat relaterat till programmet och insatsområdet..... | 11 |
| <b>Projektorganisation</b> .....                                     | 12 |
| <b>Indikatorer</b> .....   | 14 |
| <b>Grenseoverskridende merverdi</b> .....                            | 16 |
| <b>Horisontella kriterier</b> .....                                  | 17 |
| <b>Informasjon og kommunikasjon</b> .....                            | 19 |
| <b>Forankring av prosjektets resultat og effekter</b> .....          | 21 |
| <b>Aktiviteter og økonomi</b> .....                                  | 22 |
| <b>Förslag och idéer</b> .....                                       | 25 |

## Sammanfattning

Additiv tilvirkning (AT), også kalt 3D-printing eller additive manufacturing (AM), er en metode som ble introdusert i slutten av 80-tallet for plastmaterialer, og rundt årtusenskiftet for metaller. Metoden har blitt utviklet fra å være begrenset til prototypebygging til å bli en metode for serieproduksjon, og har blitt tatt bruk for et bredt utvalg av anvendelser som arkitektur, biomedisin, mat og industri. Det finnes mange konkrete eksempler på at AT har bidratt til produktforbedringer og besparelser i industriproduksjon, men det gjenstår fortsatt en del tekniske og økonomiske utfordringer som begrenser utbredelse av AT i stor skala.

Prosjektet syftar att etablera Trondheim- och Östersundsregionen som ett kunskaps- och industriellt centrum för AT i metall. Genom projektet kommer regionala företag att ges bästa möjliga förutsättningar för att lära sig mer om tekniken och adressera denna framtida utmaning. Projektet är initierat av forskningsutövare med lång erfarenhet inom området AT i metall i Norge och Sverige.

Projektets huvudmål har varit att:

- Utveckla nya material, erbjuda materialkarakterisering samt att förbättra och utveckla ny metodik och nya produkter för AT i metall.
- Utveckla och erbjuda expertis inom AT i syfte för kunskapsöverföring gentemot regionala företag som har behov av grundläggande utbildning inom området.
- Stötta regionala företag som redan använder tekniken att utveckla både produkter och affärsmodeller.

Tillsammans har de 11 deltagarna i projektet arbetat mot projektets mål och projektet har bland annat genererat ett flertal vetenskapliga artiklar och konferensbidrag, tre öppna seminarier med närmare 80 deltagare samt utvecklat ny kunskap inom området AT i metall som ligger till grund för kunskapsöverföring inom projektet, men även utanför. Projektet har lett till nya affärskonstellationer och nya produkter på marknaden, samtidigt som forskningsutövarnas position har stärkts både nationellt och internationellt.

## Abstract

Additive manufacturing (AM), also called 3D printing, is a method that was introduced in the late 80's for plastic materials, and around the turn of the millennium for metals. The method has been developed from being limited to prototype building to becoming a method for series production, and has been used for a wide range of applications such as architecture, biomedicine, food and industry. There are many concrete examples of AM contributing to product improvements and savings in industrial production, but there are still a number of technical and economic challenges that limit the spread of AM on a large scale.

The project aims to establish the Trondheim and Östersund regions as a knowledge and industrial center for AM in metal. Through the project, regional companies will be given the best possible conditions to learn more about the technology and address this future challenge. The project is initiated by researchers with long experience in the field of AM in metal in Norway and Sweden.

The main goal of the project has been to:

- Develop new materials, offer material characterization and to improve and develop new methodologies and new products for AM in metal.
- Develop and offer expertise in AM for the purpose of knowledge transfer to regional companies that need basic training in the field.
- Support regional companies that already use the technology to develop both products and business models.

Together, the 11 participants in the project have worked towards the project's goals and the project has generated a number of scientific articles and conference contributions, three open seminars with nearly 80 participants and developed new knowledge in the field of AM in metal which is the basis for knowledge transfer within the project, but even outside. The project has led to new business constellations and new products on the market, while the position of the academia has been strengthened both nationally and internationally.

## Bakgrunn

Additiv tilvirkning (AT), også kalt 3D-printing eller additive manufacturing (AM), er en metode som ble introdusert i slutten av 80-tallet for plastmaterialer, og rundt årtusenskiftet for metaller. Metoden har blitt utviklet fra å være begrenset til prototypebygging til å bli en metode for serieproduksjon, og har blitt tatt bruk for et bredt utvalg av anvendelser som arkitektur, biomedisin, mat og industri.

De tre forskningsutøvarna i dette projekt, NTNU, Mittuniversitetet og SINTEF, har en dokumenterad lång erfarenhet av AT i metall, faktisk är de några av pionjärerna i området. Genom detta projekt avser man att ge Trøndelag, Jämtland-Härjedalen samt Västernorrland en kunskapsnod för området och att förflytta den skandinaviska tyngdpunkten för FoU inom området norrut. Detta kommer att ge regionala aktörer en större möjlighet att vara med i utvecklingen inom området.

Teknologien er i rask vekst. I 2015 økte omsetningen på verdensbasis for alle AT-relaterte teknologier samlet med 25% (Wohlers Report 2016). Dette har også vært den årlige vekstraten siden teknologien ble introdusert. Hvis man ser isolert på AT av metall, var omsetningsveksten i 2015 på hele 47%, og gjenspeiler det faktum av flere og flere industribedrifter ser hvilke muligheter som ligger i å erstatte konvensjonelle prosesser med AT, eller å benytte AT til å utvikle nye produkter med forbedret funksjonalitet.

AT-teknologien gir kortere tid fra design til ferdig produkt, redusert forbruk av materiale og unike muligheter når det gjelder komplekse geometrier. Det finnes mange konkrete eksempler på at AT har bidratt til produktforbedringer og besparelser i industriproduksjon, men det gjenstår fortsatt en del tekniske og økonomiske utfordringer som begrenser utbredelse av AT i stor skala.

Teknologien har stort potensiale for den typen industriproduksjon man har i Norge og Sverige, der man har et stort innslag av avanserte produkter med høy grad av verdiskaping i produksjonsprosessene.

I Sverige finnes produksjon av råmaterialer i form av metallpulver, og utvikling av AT-maskiner (GE Additive/Arcam, Höganäs/Digital Metal). På norsk side finnes det bedrifter med potensiale til å ta i bruk teknologien for produksjon av formeverktøy ved foredling av aluminium, støpeformer for plaststøping og reservedeler til oljebransjen for å nevne noen eksempler. Til tross for at det finnes et stort potensiale og at industrien i begge land viser stor interesse for teknologien, har utviklingen så langt vært bremsset av mangel på kompetanse i bedriftene og i utdanningsinstitusjoner, samt for lite samarbeid mellom bedrifter og utviklingsmiljøer.

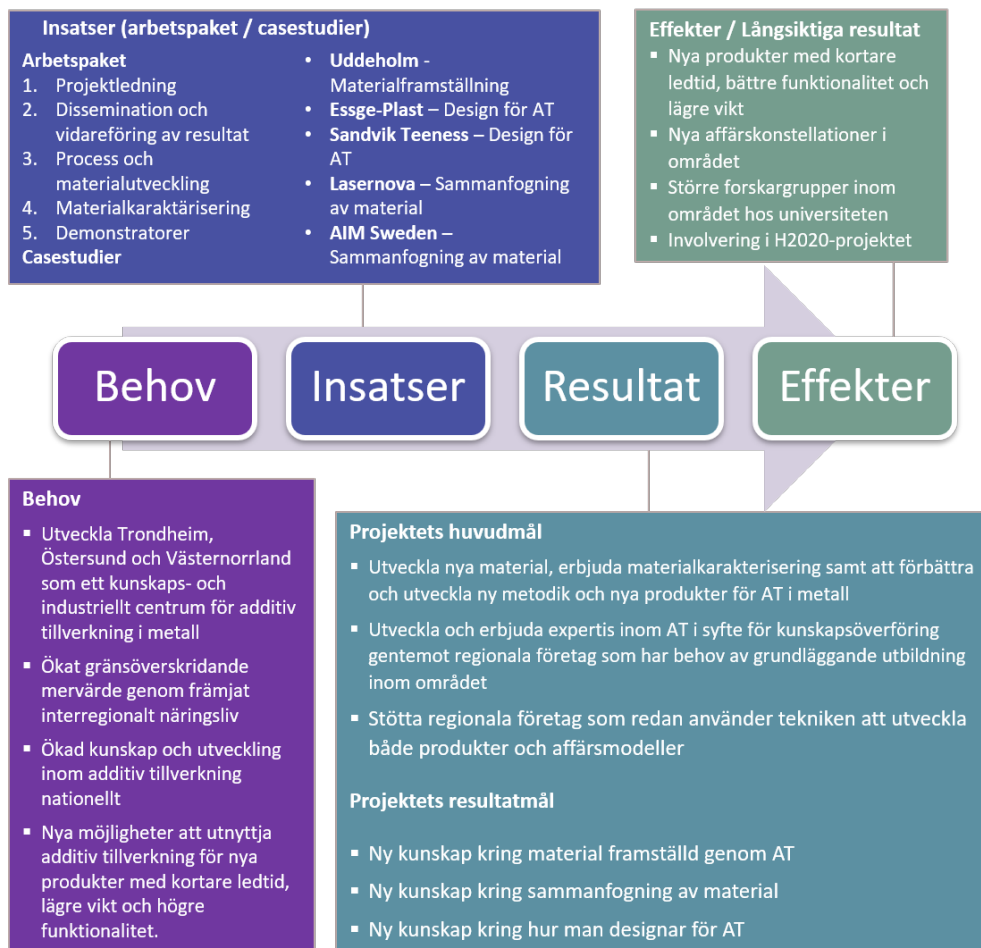
I Norge har NTNU satset på AT ved å bygge opp et laboratorium i Trondheim basert på laser-AT, og et laboratorium i Gjøvik for elektronstråle-AT. Kompetanseprosjekter som er støttet av Norges forskningsråd har bidratt til økt samarbeid mellom industri, akademia og forskningsmiljøer. I Sverige har flera initiativ startats för att stötta industrin. Svenska Industridepartmentet publicerade bl.a. en rapport 2015 (N2015.38) där man påpekar vikten av att satsa på AT pga av dess koppling mot digitalisering och smart industri. Ett år senare, 2016, publicerade VINNOVA rapporten "Digitalisering av svensk industri" (ISBN 978-91-983100-0-9) och även där uppmärksammas AT.

Så projektet är initierat av forskningsutövarna och stötts av dels regionala SME-företag, större internationella företag i andra regioner samt av omkringliggande nätverk och intresseorganisationer.

# Mål, resultat och effekter

## Introduktion

Vid uppstart av projektet genomfördes en Workshop med forskningsutövare samt medfinansierande företag i syfte att skapa en gemensam förståelse för projektet och hur man tillsammans skulle ta sig an projektets huvudmål. i samband med workshopen identifierades det att den formella uppdelningen i arbetspaket bäst kompletterades med ett antal fall-/casestudier. Figur 1 beskriver projektlogiken (se även Bilaga 1, sid 13).



Figur 1 – Projektlogik

Projektet har använt "mappning" för att följa upp de olika fallstudiernas aktiviteter gentemot projektets resultat, effekt och mål, men även gentemot finansiärens övergripande mål. Mappningsverktyget illustreras i Figur 2.

|                              |  |  | Fallstudier |             |                 |           |            | Ej spårbar till spec fallstudie |
|------------------------------|--|--|-------------|-------------|-----------------|-----------|------------|---------------------------------|
|                              |  |  | Uddeholm    | Essge-Plast | Sandvik Teeness | Lasermove | AIM Sweden |                                 |
| Projekt                      | Resultat   | Ny kunskap kring material framställd genom AT  | X           | X           | X               |           |            |                                 |
|                              |  | Ny kunskap kring sammanfogning av material   |             |             | X               |           |            |                                 |
|                              |  | Ny kunskap kring hur man designar för AT   | X           | X           | X               | X         | X          |                                 |
| Effekter                     | Nya produkter med kortare ledtid, bättre funktionalitet och lägre vikt |  | X           | X           | X               |           |            |                                 |
|                              |  | Nya affärskonstellationer i området  | X           | X           | X               | X         |            |                                 |
| Mål                          | Större forskargrupper inom området hos universiteten                   | Involvning i H2020-projekt   |             |             |                 |           | X          |                                 |
|                              |  | Etablera Trondheim-Östersund som en kunskaps- och industriellt centrum för AT                                    |             |             |                 |           | X          |                                 |
| Finansiär                    | Indikatorer  | Ökad konkurrenskraft hos de regionala företagen  |             |             |                 |           | X          |                                 |
|                              |  | Antal företag som får stöd att introducera för marknaden nya produkter (4)                                       | X           | X           |                 |           |            |                                 |
|                              |  | Antal företag som får stöd att introducera för företaget nya produkter   |             |             |                 |           |            |                                 |
|                              |  | Antal företag som deltar i gränsöverskridande, transnationella eller interregionala forskningsprojekt (8)        | X           | X           | X               | X         | X          |                                 |
|                              |  | Antal forskningsinstitut som deltar i gränsöverskridande, transnationella eller interregionala forskningsprojekt | X           | X           | X               | X         | X          |                                 |
|                              |  | Antal deltagande organisationer i gränsöverskridande projekt (3)   |             |             |                 |           |            | X                               |
| Horisontella kriterier       | Demonstrations- och testprojekt (4)                                    | Hållbar utveckling   |             |             |                 |           | X          |                                 |
|                              |  | Jämställdhet mellan kvinnor och män  |             |             |                 |           |            |                                 |
| Annat                        | Gränsöverskridande mervärde  | Lika möjligheter och icke-diskriminering   |             |             |                 |           | X          |                                 |
|                              |  |  | X           | X           | X               | X         |            |                                 |
| Medfinansiär                 |  | Arcam EBW  | X           |             |                 |           |            |                                 |
|                              |  | Uddeholm   | X           | X           |                 |           |            |                                 |
|                              |  | Sandvik MS   |             |             | X               |           |            |                                 |
|                              |  | Sandvik Teeness  |             |             | X               |           |            |                                 |
|                              |  | Nord-Lock  | X           |             |                 |           |            |                                 |
|                              |  | Essge-Plast  |             | X           |                 |           |            |                                 |
|                              |  | Lasermove  |             |             |                 | X         |            |                                 |
|                              |  | AIM Sweden   |             |             |                 | X         | X          |                                 |
| Övriga intressenter          | Interna  | Mittuniversitetet  | X           | X           | X               | X         |            |                                 |
|                              |  | NTNU   | X           | X           | X               | X         |            |                                 |
|                              |  | SINTEF   |             | X           |                 |           |            |                                 |
|                              | Externa  | Celwise  |             |             | X               |           |            |                                 |
|                              |  | TOOLING 2019 (branschkonferens inom verktygsteknik)  | X           |             |                 |           |            |                                 |
|                              |  | Handelskammaren Mittsverige  |             |             |                 |           | X          |                                 |
| IUC Z-group                  |  |  |             |             | X               |           |            |                                 |
| Regions JH - projekt "SMICE" |  |  |             |             |                 | X         |            |                                 |
| Samling Näringsliv           |  |  |             |             |                 | X         |            |                                 |
| ...                          |  |  |             |             |                 |           |            |                                 |
| ...                          |  |  |             |             |                 |           |            |                                 |

Figur 2 – Mappningsverktyg för projektet

## Projektets resultat relaterat till projektmål

Redovisningen av projektets viktigaste resultat är underbyggda av den externa utvärderingen som har gjorts av Pro&Pro, se bilaga 1. I Tabell 1 redovisas utdrag från den utvärderingen (**fet stil**) och tillägg/kommentarer av denna rapportens författare är markerad i *kursiv* text under respektive bedömning. Dessa kommentarer är delvis baserade på en workshop som gjordes i samband med kick-outmötet 2021-06-15. Under Workshopen användes verktyget *Padlet* där projektledarna presenterade projektets målbild med underrubriker och alla deltagare fick möjlighet att skriva ner sin bild av måluppfyllelsen.



Tabell 1 - Måluppfyllnad

| Projektets huvudmål  | Bedömning om målet har uppnåtts   |
|--|---|
| Utveckla nya material, erbjuda materialkaraktärisering samt att förbättra och utveckla ny metodik och nya produkter för AT i metall.   | Utvärderingen bedömer att målet har nåtts. I projektet har ett flertal företag kunnat utveckla nya metoder och nya produkter för AT i metall. Projektet har även lyckats med att utveckla nya material och materialkaraktärisering för AT i metall. |
| <i>I projektet har flera olika material för AT studerats och utvärderats, och ett viktigt verktyg i det arbetet har varit materialkaraktärisering. Flera av fallstudierna har inneburit att deltagarna tillsammans har utvecklat ny metodik, där ett exempel är fallstudien "Essge-plast" där deltagarna har tagit fram och utvärderat ett nytt koncept för att snabbt ta fram prototypverktyg, dvs verktyg för kortare serier, genom användandet av AT.</i>   |   |
| Utveckla och erbjuda expertis inom AT i syfte för kunskapsöverföring gentemot regionala företag som har behov av grundläggande utbildning inom området.  | Utvärderingen bedömer att målet har nåtts. Tack vare projektet har ny kunskap kunnat överföras till regionala företag. Exempelvis har kontakt med norska SINTEF resulterat i kunskapsöverföring inom standardisering.                               |
| <i>Många deltagare i projektet är samstämmiga kring att själva nätverkanter är en viktig del av resultatet. Inte endast att de många gånger mindre företagen i regionen får en ny kontaktyta utan de större medverkande företagen i detta projekt pekar speciellt ut vikten av att "nä ut" till nya kundbaser. Genom de större företagens expertis kombinerat med de mindre företagens involvering i att beskriva sina behov i sådana här projekt så skapas ett stort mervärde, som är svårt att nå via vanliga kontaktytor inom B2B. Forskningsutövarna har sin expertis som också har nyttjas inom projektet men vi har även sett flera fall där just nätverket hos forskningsutövarna har bidragit till att företagen har kunnat gå vidare till kontakter utanför projektgruppen.</i> |   |
| Stötta regionala företag som redan använder tekniken att utveckla både produkter och affärsmodeller.   | Utvärderingen bedömer att målet har nåtts. Tack vare projektet har företag kunnat använda nya material och skapa nya produkter att erbjuda sina kunder inom AT i metall.  |
| <i>Det är framförallt tre av de deltagande företagen som sedan tidigare har erfarenhet av AT. Inom ramen för projektet har utveckling av produkter och affärsmodeller gjorts, men det är för tidigt att avgöra att det redan i detta skede har bidragit till nya affärsmodeller och produkter som finns på marknaden. Men de demonstratorer som har tagits fram i projektet pekar tydligt mot en stor potential för åtminstone fyra av de regionala företagen.</i>   |   |
| Projektets resultatmål   | Bedömning om målet har uppnåtts   |
| Ny kunskap kring material framställd genom AT  | Utvärderingen bedömer att målet har nåtts. Flera företag i projektet uppger att de har fått ny kunskap kring material framställd genom AT.  |
| <i>Några av de kommentarer från kickoffen är att man har ökat sin förståelse för ytfinheter och efterbearbetningsbehov för AT-produkter. Man har även pekat på djupare förståelse för hur materialegenskaper påverkas av processinställningar och att man har fått en bredare inblick i kring olika typer av tillämpningar för AT. Ett företag pekar specifikt ut resultaten kring nya material kommer att ge dem bättre ingångsvärden för kommande projekt inom processutveckling av nya material.</i>  |   |
| Ny kunskap kring sammanfogning av material   | Utvärderingen bedömer att målet har nåtts. Flera företag i projektet uppger att de har  |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | <b>fått ny kunskap kring sammanfogning av material.</b>   |  |
| <i>En ny kunskap inom detta område har varit att det inte alltid är mest fördelaktigt, i ett produktions- och kostnadsperspektiv, att tillverka helalkompleta produkter utan man kan dra fördelar av att skriva ut delkomponenter som sedan svetsas ihop för att få en bättre total produktkostnad. Genom experiment har man även fått större förståelse för hur man bäst anpassar kontaktytor mellan produkter tillverkade med AT för att på bästa möjliga sätt fungera i en efterföljande svetsoperation med laser.</i>   |   |  |
| <b>Ny kunskap kring hur man designar för AT</b>   | <b>Utvärderingen bedömer att målet har nåtts. Samtliga företag i projektet uppger att de har fått ny kunskap kring designar för AT.</b>   |  |
| <i>I projektet har vi hanterat både stora och små geometrier vilket ställer väldigt olika krav på designregler för att produktionsprocessen ska fungera. Vad gäller lättviktsprodukter, med typisk hålstruktur liknande en sil/durkslag, så har man i projektet utforskat de yttre begränsningarna för hur små detaljer som går att tillverka och vilken måttriktighet man kan uppnå. För AT-utrustning är en ständigt återkommande fråga vilken måttriktighet man kan uppnå på tillverkade produkter och ett av fallstudierna har speciellt undersökt detta vilket har lett till att man numer kan justera vissa processparametrar för att på så sätt uppnå en bättre måttriktighet än tidigare. Hållfasthet och andra mekaniska egenskaper hos AT-produkter är också ett viktigt område där vi i projektet har adresserat och via flera fallstudier har vi utökad kännedomen hos företagen om designregler för flera olika material tillverkade med AT.</i> |   |  |
| <b>Ta fram och kvalitetssäkra processparametrar och produktionsmetodik för AT-tillverkade produkter av minst tre höghållfasta material.</b>   | <b>Utvärderingen bedömer att målet har nåtts till viss del. I projektet har processparametrar och produktionsmetodik för AT-tillverkade produkter tagits fram och kvalitetssäkrats. Men osäkerhet råder om målet med tre höghållfasta material har nåtts.</b> |  |
| <i>Projektledningen håller med utvärdering om att man inte har nått målet kring tre olika höghållfasta material. I ett inledande skede så gjordes förstudier med olika material och resultatet av studien pekade speciellt ut en legering som mest lovande för utökade experiment. Under en längre tid av projektet så var utrustningen på Mittuniversitetet defekt vilket gjorde att vi tappade mycket tid, vilket bland annat ledde till att projektledningen bestämde att utvecklingen av det mest lovande materialet skulle fortsätta, och att de övriga materialen skulle utvecklas i mån av tid. Så projektet har nått i mål med ett material, utav de tre utlovade.</i>  |   |  |
| <b>Ta fram specifika demonstratorer/nya produkter (4st) som definieras av de deltagande företagen.</b>  | <b>Utvärderingen bedömer att målet har nåtts.</b>   |  |
| <i>I ansökan skrev vi " Att definiera 3-6 demonstratorer som visar på möjligheter, och begränsningar, vad gäller AM". Under kick-offmötet så tog projektet beslut om att 4 demonstratorer var tillräckligt för att uppnå övriga mål. De fyra demonstratorerna har tagits fram har haft anknytning till fallstudierna Uddeholm/Press- och prägling, Essge-plast/Formverktyg, Sandvik/Verktygshållare samt Lasernova/Lättviktsprodukt. Alla demonstratorer har tillverkats under projektiden.</i>   |   |  |
| <b>Projektet ska hålla 3 externa/öppna föredrag under projektperioden för att informera andra intressenter om teknikens möjligheter och projektets resultat.</b>  | <b>Utvärderingen bedömer att målet har nåtts.</b>   |  |
| <i>Projektet har arrangerat tre workshops under perioden samt att man har deltagit, och presenterat, projektresultat på flera vetenskapliga konferenser.</i>  |   |  |
| <b>Att visa ledtidminskningar/bättre funktionalitet/minskad vikt om minst 20% för demonstratorerna.</b>   | <b>Utvärderingen bedömer att målet har nåtts till viss del. Projektet har visat att ledtiden från design till produkt har minskat och att</b>   |  |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <b>det går att göra former med lägre vikt. Men osäkerhet råder om just 20% minskning.</b>  |  |
| <i>Projektet har genom demonstratorerna visat på flera fall av ökad funktionalitet men detta kan inte i dagsläget mätas i siffror. Vad gäller ledtid så har man via fallstudien kring formverktyg uppskattat att man genom användandet av AT kan reducera ledtider på vissa typer av prototypverktyg med upp till 50%.</i>   |  |  |
| <b>Projektets effektmål</b>  | <b>Bedömning om målet har uppnåtts</b>   |  |
| Nya produkter med kortare ledtid, bättre funktionalitet och lägre vikt   | <b>Utvärderingen bedömer att målet har nåtts.</b>  |  |
| <i>En effekt av projektet vil være at Sandvik Teeness får økt fokus på AT som en aktuell prosess for produksjon av deler til vibrasjonsdempede verktøyholdere. Sandvik Teeness vil videreutvikle prototypene som er laget i projektet og det kan forventes at spesialprodukter som er basert på prosjektresultatene kan selges til kunder om få år.</i>  |  |  |
| Nya affärskonstellationer i området  | <b>Utvärderingen bedömer att målet har nåtts. Flera företag har uppger att de har initierat nya samarbeten tack vare projektet.</b>      |  |
| <i>En tydlig affärskonstellation som har växt fram inom projektet är Uddeholm och GE Additive/Arcam. De båda har kompletterande expertis och intresseområden och genom projektet har man knutit starka band vilket har resulterat i att ett för AT-marknaden nytt material har lanserats på marknaden. Genom nätverkandet inom projektet har värdefull kunskap om standardisering förts över från SINTEF till företag och i ett exempel har denna kunskap lett till att ett företag nu sitter i ett pilotprojekt tillsammans med stora internationella företag. Sandvik Teeness er mer oppmerksom på potensielle underleverandører på svensk side. Dette gjelder spesielt LaserNova som har teknologi som kan være interessant for produksjon av enkeltkomponenter og for delmontasje av vibrasjonsdempede verktøyholdere.</i>   |  |  |
| Större forskargrupper inom området hos universiteten   | <b>Utvärderingen bedömer att målet har nåtts. Under 2021 kommer en ny gästprofessor inom området att anställas på Mittuniversitetet.</b> |  |
| <i>NTNU har økt aktiviteten på AM-området gjennom finansiering av labforsøk, og ved prosjektansettelse av forsknings- og laboratorieassistenter. Dette har bidratt til etablering av et større forum ved Institutt for maskinteknikk og produksjon – på tvers av flere forskningsgrupper, og i samarbeid med SINTEF. Samarbeidet mellom MIUN og NTNU er blitt forsterket som følge av prosjektet. Spesielt i starten av prosjektet (i perioden for pandemien) var det nært samarbeid i form av gjensidig besøk og deling av forskningsinfrastruktur. En effekt av prosjektet vil være tettere samarbeid om undervisning innenfor AT, På BSc/MSc-nivå og på PhD-nivå. Mittuniversitetet har genom projektet kunnat involvera en doktorand samt säkerställt finansiering upp till heltid för 3 seniora forskare samt 1 forskningsingenjör. Utanför projektet har man även säkrat finansiering för en internationell gästprofessor under 1 år. Fallstudien Uddeholm/press- och prägling var så pass lyckosam att den har gett upphov till en spinoff-ansökan till KK-stiftelsen men med en ny konstellation, GE Additive/Arcam, Sandvik, AlfaLaval och Mittuniversitetet. Man har inspirerats av upplägget och samarbetet i TROJAM-fallstudien och företagen har pekat ut den som en speciellt lyckosam projektform och projektet har nu fått knappt 4mkr i finansiering från KK-stiftelsen. En annan närliggande projektansökan som har fått finansiering av KK-stiftelsen handlar om att utveckla masterprogram inom AT på Mittuniversitetet. Även i detta projekt finns medlemmar från TROJAM-projektet.</i> |  |  |
| Involvering i H2020-projektet  | <b>Effektmålet är inte adresserat.</b>   |  |
| <i>Vi har inte sett en direkt involvering i projekt inom H2020/Horizon Europe inom tiden för projektet, men genom nätverket har det informerats om olika möjligheter kring att hitta information om finansiering. Mittuniversitetet har under projekttiden medverkat i en ansökan inom utlysningen M-era.net, där delar av finansieringen kommer från EU. Svar kring finansiering väntas först under Q1 2022.</i>  |  |  |

## Projektets resultat relaterat till programmet och insatsområdet

Insatsområdet "Innovativa miljöer" inom InterReg har som specifikt mål att **öka organisationernas och företagens FoU- och innovationsförmåga**. En av de stora utmaningarna inom vår region är att företagens FoU-investeringar i både utrustning och humankapital är eftersatt. Genom TROJAM-projektet har regionala företag fått insyn, kontakter och tillgång till unik expertis inom framförallt materialteknik och tillverkningssteknik bland både akademi och storföretag. Vi ser att projektet har bidraget till att dessa kontaktytor har utnyttjats till att utveckla nya nätverk och affärsmöjligheter under projektet och förhoppningen är att samverkan kommer att fortgå genom nya projekt där delar av projektmedlemmarna ingår, tillsammans med nya medlemmar, vilket i sin tur kan öka kontaktytorna ytterligare för TROJAM-projektet.

TROJAMs projektmedlemmar är inom akademi, institut, små- och medelstora företag men även stora internationella företag. Så **målgruppen** för Innovativa miljöer är på så sätt uppfylld. I projektet har vi haft aktiviteter som spänner över en mängd olika områden men redan vid projektets definition så var det en tydlig målbild från alla parter att **demonstratorer** var en viktig del för projektet. Dessa praktiskt användbara modeller har haft som syfte att dels inom projektet visa på måluppfyllelse inom olika områden, men demonstratorerna tror vi kommer att vara viktiga för flera av företagen under en period efter projekt som exempel att visa upp för ledningsgrupper, kunder och andra intressenter. Genom demonstratorerna kan de närmast involverade i TROJAM-projektet enklare åskådliggöra och exemplifiera resultat från projektet och möjligheter i framtida projekt och/eller affärer.

De deltagande företagen var drivande i framtagandet av forskningsfrågorna i projektet och genom konsortiets olika specialiteter så ser vi att vi även uppfyller insatsområdets mål kring **efterfrågestyrd forskning och tillvaratagande av gränsregionens styrkeområden**.

## Projektorganisation

Projektplanering och arbetssätt har beskrivits mer i detalj i utvärderingsrapporten (se bilaga 1) och de viktigaste delarna återberättas nedan.

*”Projektet säkerställer styrning och objektiv kvalitetssäkring genom lägesrapporteringen till Interreg, rapportering till projektets styrgrupp/referensgrupp, där alla medfinansierare är representerade och till den externa utvärderaren. Projektet har en väl utarbetad aktivitetsplan och kommunikationsplan. Varje aktivitet i aktivitetsplanen har en ansvarig organisation och deltagande organisationer. Tidsplanen är viktig för att på ett effektivt sätt kunna följa upp projektets progress och utfall jämfört med planen. Projektet har använt referensgruppsmöten, nyhetsutskick och seminarier för att kommunicera projektets resultat och utveckling till medfinansierarna och intressenterna. Projektet har inte tagit fram indikatorer för att mäta hur långt varje aktivitet har kommit. Tidsplanen är extra viktig för att skapa ett effektivt sätt att följa projektet progress och följa upp plan mot utfall. Exempelvis genom ett Gantt-schema som är detaljerad gällande tidsplan och ansvarsområde och som uppdateras löpande under projektets gång för att projektet ska kunna kommunicera på ett enkelt sätt hur långt en aktivitet har kommit och när den är planerad att genomföras.*

*Projektet inleddes under 2018 med ett flertal tillfällen för utbyte och för att skapa möjligheter att lära känna varandra över gränsen. Stort fokus lades då på att identifiera utmaningar, hitta arbetssätt och skapa en gemensam målbild för projektet. Därefter kom Corona-pandemin vilket hindrade fysiska träffar och möjlighet att resa över nationsgränsen för att lära känna varandra vilket gjorde det gränsöverskridande mervärdet svårare. Pandemin har också inneburit att det har blivit en större utmaning med nära kontakt och relation över gränsen mellan Sverige och Norge då möjligheterna till resor har varit mycket begränsade. Projektet har därför till största del bedrivits genom distansmöten över Teams. Bedömningen är att arbetsgruppen och formerna för arbetet fungerar väl, även om fler fysiska möten mellan den svenska och norska sidan i projektet hade underlättat arbetet och bidragit till att skapa gränsöverskridande mervärden.*

*Planerings- och koordineringsarbetet har hanterats löpande i projektet genom att projektledaren har haft en återkommande dialog med projektdeltagarna och koordinerat aktiviteter, samtidigt som också koordinering skett av projektdeltagarna själva i det dagliga arbetet. Projektdeltagarna upplever att det har varit ett positivt arbetsklimat med bra samarbete och det finns etablerade former för avstämning genom de större projektmöten som har skett på halvårsbasis där samtliga medfinansiärer och intressenter har varit inbjudna. Bedömningen är att arbetsgruppen och formerna för arbetet fungerat bra men att pandemin skapade hinder för fysiska träffar vilket har begränsat det gränsöverskridande mervärdet. Projektpartnererna i projektet är mycket nöjda över hur projektet har drivits och utvecklats samt vilka möjligheter som har skapats tack vare projektet.*

*Gällande projektets tidsplanering har det funnits en missuppfattning om tidsplaneringen och när de planerade aktiviteterna ska starta och sluta. Vissa av projektdeltagarna hade inte uppfattat att insatserna var planerade för en viss tidsperiod och hade därför förväntat sig mer aktiviteter tidigare. Där hade en tydlig visuell tidsplanering underlättat kommunikationen mot projektdeltagarna vilket hade förebyggt missuppfattningar gällande tidsperiod. ”*

## Indikatorer

I Tabell 2 redovisas aktivitetsindikatorer och utfall.

Tabell 2 – aktivitetsindikatorer och utfall

| <i>Aktivitetsindikatorer enligt beslut</i>   | <i>Målvärde enligt beslut</i> | <i>Hittills uppnått sedan projektstart</i> | <i>Kommentar</i>   |
|--|-------------------------------|--|--|
| Antal forskningsinstitut som deltar i gränsöverskridande, transnationella eller inter- regionala forskningsprojekt | 3                             | 3  | Alla 3 akademier/institut är involverade i projektet.  |
| Antal företag som får stöd för att introducera för marknaden nya produkter   | 4                             | 2  | GE Additive/Arcam har introducerat ett verktygsstål som för AT-marknaden är nytt, tillsammans med Uddeholm. Under projektet har AIM lanserat ett produktkoncept inom lättviktskonstruktioner som är AT-tillverkade och andra företag i projektet har som ambition att efter projektavslut vidareutveckla koncept, metodik och idéer för att på sikt lansera dem på marknaden. Vid redovisningstillfället bedöms antalet vara 2st, men med möjlighet till att ytterligare 2-3 produkter lanseras efter projektavslut. |
| Antal företag som deltar i gränsöverskridande, transnationella eller interregionala forskningsprojekt              | 8                             | 8  | Alla företag är involverade i olika delar i projektet  |
| Demonstrations- och testprojekt  | 6                             | 4  | Demonstratorer för AP5.1-AP5.4 klara, se även text i Tabell 1. Under kick-offmötet så projektet beslut om att 4 demonstratorer var tillräckligt för att uppnå övriga mål   |

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| Antal deltagande organisationer i gränsöverskridande forskningsprojekt | 3 | 1 | Samtliga organisationer i ansökan har bjudits in till tre Workshops, varav endast ett av dessa deltog i en av Workshoparna. |
|--|---|---|---|



## Grenseoverskridende merverdi

Genom intervjuer och inläsning av delrapporter har en grundlig analys av området grensoverskridande merverdi gjorts på uppdrag av den externa granskaren Pro&Pro (Bilaga 1, kap 3.8). Nedan redovisas delar av den rapporten.

*”Projektet är väl medvetet om de fördelar som gränsöverskridande samarbete och mervärde ger. Projektet TROJAM-3DC har haft som mål att främja gränsöverskridande mervärde och ett nära samarbete över nationsgränsen mellan Sverige och Norge. För att lyckas med det krävs att man arbetar nära tillsammans och att projektet i varje steg försöker betrakta sig som ett gemensamt projekt och inte ett norskt och ett svenskt projekt. Detta har projektet lyckats väl med och flera partner i projektet lyfter fram exempel på hur nya kontakter över gränsen har etablerats och att mervärde har skapats. Exempelvis kunde Svenska företag i kontakt med norska forskningsinstitutet SINTEF få värdefull kunskap om standardisering i sitt hållbarhetsarbete. Mittuniversitetet och NTNU har stärkt sitt samarbete och har planerat för ett utökat utbyte av studenter som kan studera i Trondheim respektive Östersund.*

*Tidigt i projektet gjordes många workshops och möten på båda sidor om gränsen vilket underlättade utbytet och kunskapsöverföringen mellan företagen. Coronapandemin har orsakat flera svårigheter för projektet vilket har påverkat det gränsöverskridande mervärdet. Flera projektdeltagare uttrycker frustration över att inte kunna träffas fysiskt och att det är lättare att samarbeta digitalt om personerna först känner varandra genom fysiska träffar för att därefter fortsätta samarbetet digitalt. Däremot har det utbredda distansarbetet möjliggjort fler möten med både norska och svenska deltagare.*

*TROJAM-3DC har i stor utsträckning agerat som ett projekt. Projektet har haft två projektledare, en på svenska sidan och en på norska sidan men har ändå haft gemensamma projektmöten med medfinansiärer och projektgrupp. För att skapa gränsöverskridande mervärde så bör interaktionen och det dagliga arbetet ske mer gränsöverskridande där man tillsammans diskuterar och tar sig an utmaningarna i projektet – vilket projektet har gjort.”*

## Horisontella kriterier

Genom intervjuer och inläsning av delrapporter har en grundlig analys av området horisontell kriterier gjorts på uppdrag av den externa granskaren Pro&Pro (Bilaga 1, kap 3.7). Nedan redovisas delar av den rapporten.

*”Projektgruppens sammansättning har en ojämn könsfördelning men en god spridning i ålder. Projektet har en stark överrepresentation av män och få kvinnor. Detta är dock en utmaning som är välkänd, att branschen har väldigt få kvinnor och att det är mycket svårt att rekrytera kvinnor. Projektet är väl medvetet om utmaningarna med att rekrytera kvinnor till branschen, de horisontella kriterierna och de utmaningar inom jämställdhet och mångfald som finns i samhället.*

*Hållbarhetsaspekterna finns med i projektets bifallsbeslut där det tydligt beskrivs hur hållbar utveckling, lika möjligheter och icke-diskriminering och jämställdhet mellan kvinnor och män ska adresseras och användas som verktyg i projektgenomförandet. I beslutet var det planerat att genomföras en workshop för att främja jämställdhet mellan kvinnor och män och särskilt adressera kvinnliga nätverk för inbjudningar till de öppna seminarierna. I beslutet står även hur indikatorer ska användas för att utvärdera hur marknadsföring ska anpassas för att nå eventuellt underrepresenterade målgrupper. Utvärderingen har inte kunnat hitta tecken på att dessa planerade aktiviteter inom jämställdhet och mångfald har genomförts och följts upp.*

*Ur miljösynpunkt kan projektet ha flera fördelar. Flera av de deltagande företagen lyfter fram additiv tillverkning som en hållbar tillverkningsmetod då mindre mängd material kan användas och mängden spill minskar vilket gör metoden mer hållbar än klassisk tillverkning. Detta är bekräftas dock inte av projektledningen som betonar att mer noggrann analys behöver göras för att kunna dra slutsatser men att tekniken har goda möjligheter att producera rätt mängd produkter till rätt spill och att det därför finns mycket goda möjligheter att ha effektiva värdekedjor.*

*För att lyckas väl med sitt hållbarhetsarbete behöver projektets aktörer ha ett inkluderande förhållningssätt där olika bakgrunder och erfarenheter ses som en resurs för att gemensamt lösa de utmaningar som finns i projektet. Vidare ska man också aktivt informera deltagande företag och organisationer om fördelarna med*

*jämställdhet och mångfald för att skapa ökad innovationsförmåga hos deltagande företag.”*

Projektledningen är medveten om att man har haft utmaningar vad gäller att adressera alla horisontella kriterier. Det kvinnliga nätverket som nämndes i ansökan hann att läggas ner innan TROJAM-projektet startade men en stor del av dessa medlemmar bör ha nåtts av utskicken till workshopparna via andra kanaler. Den workshop kring mångfald och lika-villkor som var planerad genomfördes ej och i slutfasen av projektet med restriktioner kring resande togs ett beslut att inte genomföra aktiviteten. Men under projektperioden har man inom forskargruppen på Mittuniversitetet lagt till både hållbarhet och lika-villkor som en stående punkt på agendan på veckomötena. Detta som ett resultat av att dessa frågor får ett allt större utrymme inom t.ex. forskningsansökningar men internt ha gruppen inte haft något bra forum för att lyfta denna typ av frågor. Flera företag nämner under kickoff-mötet att det finns en tydlig koppling mellan AT och miljömässig hållbarhet genom resurssnålare tillverkning, ökad funktionalitet etc men projektet har inte genomlyst detta ordentligt, för att få tydliga svar kring denna typen av frågor måste man lyfta in expertis kring hållbarhet, livscykelanalys mm vilket inte har rymts inom ramen för projektet. Men det finns ett stort industriellt intresse kring dessa områden och vid sidan av projektet har Mittuniversitetet gjort en state-of-the-art analys inom området hållbarhet och AT i metall, denna har legat till grund för ett projekt som nu har beviljats av Enströms stiftelsen och nu pågår arbete med att söka ett större, nationellt projekt kring området där flera TROJAM-deltagare har visat intresse. Vad gäller lika-villkor och inkludering så har pandemin bidragit till att de två sista seminarierna som var planerade som fysiska tillställningar istället genomfördes digitalt. De lyckades attrahera 47 deltagare varav minst 26 bedömdes vara utrikesfödda genom att analysera från vilket land de var uppkopplade.

## Informasjon og kommunikasjon

Projektet tog tidig fram en kommunikasjonsplan (se Bilaga 2) med fokus på hur kommunikation ska ske, vilka intressenterna är, vad som ska kommuniceras och när. I planen finns även lathundar och mallar för riktlinjer gällande hur stödet från Interreg ska kommuniceras och vid projektuppstart fick alla deltagare postrar/affisher skickade till sig enligt mallen från Interreg. Så vid samtliga projektpresentationer och rapporter har riktlinjer för kännedom av finansiering använts.

TROJAMs aktiviteter har ingått som en del i forskningscentrumet STRCs nyhetsbrev och där har två artiklar nått totalt 929 (465 + 464) mottagare med en öppningsfrekvens om 42% resp 28%. Projektet har synts på STRCs Facebook-sida men 14 inlägg, en total räckvidd på 3 691 personer och totalt 166 reaktioner. LinkedIn har även använts för att sprida resultat genom 4 inlägg som har genererat 91 "gillar"-markeringar och 295 visningar.

Projektet har arrangerat tre workshops med totalt 57 medverkande företag, 76 deltagare varav 17 kvinnor, 59 män och uppskattningsvis 26 utrikesfödda deltagare (baserat på vilket land de deltog från vid de två sista onlineseminarierna).

Vad gäller informationsspredning till akademi och industri så har projektet bidragit med 2 magisteruppsatser, 1 licentiatavhandling, 6 konferensbidrag samt 6 vetenskapliga artiklar. I *Acknowledgement* har följande stycke inkluderats för att visa på stödet från Interreg: "*Research is conducted with financial support from the European Regional Development Fund through the Interreg Sweden-Norway program*"

Projektets hemsida kommer att finnas kvar efter projektavslut men under en ny rubrik "Avslutade forskningsprojekt":

<https://www.miun.se/Forskning/forskningsprojekt/avslutade-forskningsprojekt/trojam3dc/>

Reflektioner och lärdomar inför framtida projekt är bland annat att man bör förtydliga vikten av de horisontella kriterierna inte bara för projektledningen

utan även för alla projektmedlemmar, för att få alla samverkande parter att kontinuerligt reflektera kring hur deras insatser kan koppla mot kriterierna. Nu gjordes denna analys först i kickoff-mötet. Kommunikatören bör även involveras i projektmöten, t.ex. med en stående punkt på agendan, för att göra en nyhetsinventering och på så sätt lättare föra ut information om projektet via olika kanaler. Ett önskemål från de deltagande företagen som är mer specifik riktat mot industrin är att man i kommande projekt bör ha ett mål att få in en artikel kring projektresultat i en bred branschtidning, t.ex. Ny Teknik.

## Forankring av projektets resultat og effekter

Vidare samarbete och verksamhet efter projektavslut har beskrivits i Tabell 1 och består bland annat av samarbete i ansökningar, nya projekt och nya affärskonstellationer. Vad gäller forskningsutövarna så är en del av övergången från detta projekt beroende av just ny finansiering för forskning genom nya projekt, vilket har erhållits om än inte lika stora projekt omslutningsmässigt som TROJAM. Genom veckomöten inom institutionerna och ledningsgruppsmöten månadsvis har aktiviteter, resultat och utmaningar kommunicerats i en större grupp. För specifikt akademien har detta varit ett sätt att utöva erfarenhetsutbyte mellan andra projektledare och exempel på erfarenheter som har inspirerat andra projekt är "mappingsverktyget" som i sin tur togs fram inom TROJAM genom inspiration från ett tidigare avslutat ERUF-projekt. Inom svenska nationella forskningsutlysningar ser vi ett allt större fokus mot horisontella kriterier och erfarenheterna i TROJAM har gett oss input kring hur man adressera dessa frågor i ansökningar riktade mot till exempel VINNOVA. Arbetssättet med kick-off, kick-out och digitala verktyg (Zoom, Padlet) är också arbetssätt som projektledaren kommer att ta med sig till kommande projekt.

Vid Mittuniversitetet har ERUF-projektet "Augmented Sports" (#20202610) bedrivits under samma tidsperiod som TROJAM. Då projektledarna sitter i samma hus så har man haft möjlighet att kontinuerligt dela erfarenheter kring projektledning. Flera av TROJAM-projektets medlemmar har även besökt Luleå och projektet "C3TS – artic platform to Create, 3D-print, Test and Sell". På plats har erfarenhetsutbyte skett, samt diskussioner till framförallt kommande samarbeten och ansökningar.

## Aktiviteter og økonomi

I Tabell 3 redovisas arbeidspaketens hovedsaklige innhold og under varje pakke finnes även en kommentar kring avvikelser.

Tabell 3 – Arbeidspakke og dess hovedsaklige innhold

| Arbeids-<br>pakke  | Beskrivelse   | Andel<br>(%) |
|--|---|--------------|
| 1  | <b>Prosjektledning</b> – arbeidspaketet har ansvar for å gjennomføre prosjektet og rapporteringen enligt prosjektbeskrivningen, kontinuerlig oppfølging av prosjektet, inklusive kvalitetssikring og håndtering av eventuelle avvikelser. Sikkerstille at alle økonomiske så vel som legale tiltak og skyldigheter blir oppfyllda innen gitt tidsmargin, samt at prosjektet skal være gjennomført innen angitt tid.   | 10           |
| <b>Kommentar</b> – Inga større avvikelser utifrån den ursprungliga planen. Vissa aktiviteter har skjutt fram i tid, blant annet på grunn av pandemien.   |   |              |
| 2  | <b>Spridning og videreføring av resultat</b> - Å spre informasjon om prosjektet og oppnådde resultat til minst 50 relevante interessenter innen definerte målgrupper. Å virke for et utvidet utnyttende av den utviklede teknikken og øvrige resultat og spre dette videre utenfor prosjektkonsortiet, regionalt så vel som internasjonalt. Å utvikle og gjennomføre en strategi for å føre samarbeidet og de resultat som har oppnådd videre etter at prosjektet har avsluttet | 10           |
| <b>Kommentar</b> – prosjektet har levert et flertal masteroppsatser, artikler, konferensbidrag etc og bare gjennom de tre seminarer har mer enn 50 interessenter tatt del av prosjektet. Til dette har prosjektresultat presenteres på internasjonale konferenser, studiebesøk, seminarer, undervisningspass mm. Strategien for å fortsette samarbeidet har vært å informere prosjektdeltagere om mulige utlysninger og anordne møter for å diskutere fortsatt samarbeid. Innen rammen for aktiviteter rørende standardisering så har man på norsk side ikke klart å få inn full medfinansiering hvilket har redusert omfanget noe på det som var planlagt å utføres innen standardisering.                      |   |              |
| 3  | <b>Prosess og materialutvikling</b> – målsattinger for AP var å definere et antall kandidater av pulverlegeringer som skal utvärdes, gjennomføre et screeningstest av kandidatene, ta fram prosessparametere, for AT, for de mest lovende legeringene og ta fram en prosess for maksimal holdfasthet i lettvektstrukturer som har lasersvetses.   | 30           |
| <b>Kommentar</b> – I AP3.1-3.2 var målbildet å undersøke flere materialer enn vad som faktisk gjordes. Dette da de mindre forstudier kring materialene visde at utfordringene å ta fram prosessparametere for alle skulle bli alt for omfattende. Tilsammen med foretaket togs da beslut å fokusere innsatsen på færre materialer. I AP3.3 har det vært fokusert på å utvikle en prosess for produkter i stål. Tidligere erfaringer har vist at ståltypen maraldringsstål kan være godt egnet for AT-prosessen og det ble valgt å fokusere på å utvikle prosessparametere og varmebehandling for denne typen, med tanke på å komme frem til best mulig materialegenskaper i form av styrke og utmattingsfasthet. |   |              |

|   |   |    |
|---|---|----|
| <p>Prosessparametere er laserstyrke, strategi for styring av laseren og lagtykkelsen av metallpulveret. Når det gjelder varmebehandling så har det vært forsøkt både omfattende prosesser som tar mye tid, og enklere prosesser som er mer egnet i en produksjonssituasjon. Det er blitt konkludert med at den enkle prosessen som går ut på direkte aldring etter AT-prosessen kan være tilfredsstillende. AP 3.4 har løpt på enlig plan.</p>  |   |    |
| 4   | <p><b>Materialkarakterisering</b> – målsætning var å bygge opp en forståelse for hvordan ulike prosessinnstillinger påvirker material-egenskaper, analyse på hvordan robusthet i tillverkningsprosessen elektronstrålesmeltning beror på ulike faktorer såsom operatør, material, position i byggekammer etc og bygge opp en forståelse for hvordan hållfastheten i lettviktsstrukturer påvirkes av lasersvetsning.</p> | 30 |
| <p><b>Kommentar</b> – Arbeetspaketen som helhet har fungerat som ett stöd till fler andra arbetspaket och man ser tydligt att det finns kompletterande kunskap dels bland de olika aktörerna som har stärkt projektet och dess möjlighet att utföra karakterisering av material. Det är svårt att i detalj avgöra i ett planeringsstadium vilka typer av tester som behöver göras i ett så pass långt projekt men deltagarna har varit flexibla och lösningsorienterade för att möta de behov som har uppkommit.</p> <p>4.1 - Materialprøver tilvirket ved AT-prosessen har blitt undersøkt hos MIUN och NTNU, men även av Uddeholm, Sandvik och Arcam. Mikroskopundersökelsene og diskusjonene rundt resultatene har bidratt til verdifull kunnskap om mikrostrukturen i materialene, og noen av resultatene har blitt benyttet i en felles vitenskapelige publikasjoner med forfattere fra norsk og svensk side. Resultater fra mikrostrukturundersøkelser har også inngått i andre publikasjoner.</p> <p>4.2 - Materialprøving i form av strekkprøving (styrke), skårslagsprøving (seighet) og utmatningsprøving har blitt gjennomført i NTNU laboratorier. Materialprøver i stål (bygget ved NTNU), og titan (bygget i Sandviken og preparert ved NTNU) har inngått i testene. Materialprøver er fremstilt med variasjoner i prosessparametere i AT-prosessen og flere typer varmebehandling. Resultatene har vist at det er systematiske variasjoner i materialeegenskapene på grunn av byggeretning i AT-prosessen, men også at det kan finnes varmebehandlinger som reduserer denne effekten. Resultatene har gitt bakgrunn for å velge prosessparametere og varmebehandling for en mulig produksjonsprosess for blant annet verktøyholdere (AP5.3). Resultater fra materialprøvingen er publisert i vitenskapelige artikler og i en masteroppgave ved NTNU. Till detta har annan mekaniska provning genomförts hos både företag och MIUN.</p> <p>4.3 - AIM Sweden og NTNU har samarbeidet om kartlegging av dimensjonsnøyaktighet i AT-prosessen. To testobjekter i titan er bygget ved AIM Sweden og målt opp i NTNUs koordinatmålemaskin. Resultatene viser at det kan være betydelige avvik mellom ideell geometri og fysisk produkt, men at det er forutsigbare effekter som det kan kompenseres for. Prosjektet har utviklet en metodikk for kartlegging av dimensjonsavvik og kartlagt på hvilken måte temperaturvariasjoner i prosessen spiller inn. Strategi for kompensering er ikke ferdig utviklet innenfor Trojam-prosjektet på grunn av lite tid mot slutten av prosjektet og fordi det vil kreve relativt stor innsats fra maskinleverandøren Arcam</p> |   |    |
| 5   | <p><b>Demonstratorer</b> – fokus inom detta AP var att bl.a. stötta regionala företag i industrialiseringen av AT och upp-fylla företagens behov vad gäller FoU riktat mot lansering på marknaden. Målsättningar: Att ta definiera 3-6 demonstratorer som visar på möjligheter, och begränsningar, vad gäller AM Bygga opp en forståelse for "state-of-</p>   | 20 |



|  |  |  |
|--|--|--|
|  | the-art" och behov av vidareutveckling med företagets behov som utgångspunkt |  |
| <p><b>Kommentar</b> – Efter beslut i projektgruppen redan vid uppstart av projektet så har 4 demonstratorer tagits fram. Sandvik Teeness og NTNU på norsk side og Sandviks AM-senter på svensk side har samarbeidet om å utvikle en AT-prosess som er egnet til bruk ved produksjon av verktøyholdere. Det har i prosjektet vært jobbet med to typer demonstratorer som viser at AT-prosessen gir interessante muligheter når det gjelder å bygge produkter som inneholder mekaniske fjærer. Det er laget fjærelementer i stål som skal kunne inngå i Sandviks Teeness' vibrasjonsdempede verktøyholdere. Måling av styrke og stivhet på fjærelementene viser gode resultater og Sandvik Teeness fortsetter derfor utviklingen av nye produkter basert på prosjektresultatene. Den demonstrator som har vist på størst utmaning är den inom press- och prägling. Utmaningarna inom processutvecklingen är fortsatt stora men i ett försök i produktionslinjen på Nordlock så har material tillverkat med AT ha lovande egenskaper som är i paritet med konventionellt tillverkat material. Demonstratorn för prototypverktyg blev klar sent i projektet men resultaten är lovande där både slutanvändaren Essgeplast och material/tjänsteleverantören Uddeholm ser stora möjligheter i att arbeta med korta ledtider för verktyg som ska användas för kortare serier. Slutligen, demonstratorn för lättviktsprodukter togs fram i tid och kan visa upp ett regionalt samarbete mellan Lasernova och AIM Sweden. Inom projektperioden har AIM Sweden lanserat ett produktkoncept inom detta område, så genom projektet har företaget fått en större insikt i möjligheter och begränsningar kring lättviktsstrukturer.</p> |  |  |

## **Förslag och idéer**

*Redegjør for spørsmål eller forslag til nye prosjekt som har dukket opp underveis i prosjektiden. Her finnes det også muligheter for å komme med spørsmål, forslag eller ideer som prosjektet vil sende videre til programmets gjennomføringsorganisasjon eller til andre pågående eller kommende Interregprosjekt.*