

Nulägesanalys av Additiv tillverkning i Norra Mellansverige



(Sandbacka Science Park, juni 2020)

Dr. Sima Valizadeh, Lennart Söderberg, Lic. Engineer
Sandbacka Science Park, Sandviken

Sammanfattning

Denna rapport är beställd av Region Gävleborg och stålklustret Triple Steelix för att identifiera nuläget i region Norra Mellansverige gällande additiv tillverkning och sammanfatta vilka initiativ som pågår inom ämnet i regionen, nationellt och i Europa. Rapporten skall fungera som en vägvisare för insatser för att öka konkurrenskraften hos små och medelstora företag genom implementering av additiv tillverkning (AT) i Norra Mellansverige som omfattar regionerna Värmland, Dalarna och Gävleborg. Satsningen på Additiv tillverkning i Norra Mellansverige med fokus på de regionala SME företagen är ett av sex delprojekt (aktiviteter) inom ramen för Smart Industri Norra Mellansverige 2.0 (Smart Industri 2.0). Projekten i Smart Industri 2.0 ska bidra till förnyelse och omställning för ökad konkurrenskraft i små och medelstora industriföretag och/eller industrinära tjänsteföretag i regionen. Projekten ska leda till en utveckling av mer hållbara, produktiva, och konkurrenskraftiga företag.

Rapporten visar tydligt att det är med en självklarhet som är otvetydig att additiv tillverkning i dagsläget framstår som nästa generations tillverkningsmetod, men med det inte sagt att den traditionella skärande bearbetningen kommer att minska i betydelse. Under en överskådlig framtid kommer de att tillsammans utgöra vår regions kompetensbas i regionens tre industriellt starka branscher; stål & verkstad, skog och trä & papper. Region Norra Mellansverige leder forskning & utveckling inom pulvertekniken genom Uddeholm och Sandvik och har stora möjligheter att även ta lead vad gäller metodutveckling. Vår globalt starka industri, de regionala SMF företagens extremt konkurrenskraftiga kompetens på skärande bearbetning, regionala forsknings och utvecklingsinitiativ som exempelvis AT-Lab, Sandvikens medverkan i regionövergripande projekt och samverkan mellan regioner och regionala kluster, science parks och nya utbildningar inom AT visar att de grundläggande förutsättningarna finns i regionen för att skapa ett konkurrenskraftigt AT kluster i Norra Mellansverige. Man måste dock ta hänsyn till att kompetensen och möjligheterna för en snabb implementering av AT i SMF företagen är låg. Utmaningarna för industrin är kopplat till digitalisering, hållbar produktion såväl som till kompetens och kunnande. Digitalisering och omställning till nya och hållbara produktionsmetoder kräver en industriell strukturomvandling som ställer krav på ny digital teknologi, nya kompetenser och kunskaper men också nya affärsmodeller. Regionens tre stora utmaningar för att fortsatt vara en konkurrenskraftig och attraktiv region är;

- 1) höja kompetensen i industri men framför allt i leverantörsledet,
- 2) implementera ny digital teknik som exempelvis AT och
- 3) koordinera och finansiera regionala insatser och resurser i samverkan med industri, SMF företag, kommuner, science parks, institut och akademier.

Sammanfattningsvis, ger rapporten några exempel på nödvändiga initiativ för att möta ovanstående utmaningar.

- Ökad regional samordning för att undvika suboptimering och konkurrens mellan pågående satsningar.
- Etablera effektivt samarbete med funktionella mötesplatser där kunskapsöverföring mellan SMFs längs hela värdekedjan.
- Etablera testbäddar, det behövs men innebär stora och uppoffrande insatser.
- Identifiera om samarbets- och finansieringsmöjligheter på europeisk, nationell och regional nivå. Många SMF behöva ta in extern forsknings- utvecklings- och innovationskompetens i olika faser av sin idé- och produktutveckling.

Innehåll

	Förkortningar.....	4
1	Inledning	5
	1.1 Bakgrund.....	5
	1.2 Region Norra Mellansverige	6
2	Additiv tillverkning.....	8
	2.1 Additiv tillverkning och bidraget till "Smart Industri"	8
	2.2 Additiv tillverkning i Norra Mellansverige	8
	2.3 Svenska initiativ inom additiv tillverkning.....	9
	2.4 Europeiska initiativ inom additiv tillverkning.....	11
3	Definitioner och processterminologi.....	11
	3.1 Material för olika 3D-skrivare	13
	3.2 Produkt Design/ Modellerung.....	15
	3.3 Efterbearbetning.....	15
4	Undersökning och Metodbeskrivning	16
5	Slutsats	17
	5.1 Kunskapslyft och kompetensförsörjning	18
	5.2 Test och demonstrationsmiljöer	18
	5.3 Internationalisering.....	19

Förkortningar

AM/AT	Additive Manufacturing /Additiv Tillverkning.
CAD	Computer aided design
STL	Surface Tessellation Language. Standardformat för 3D-utskrift.
FDM	Fused Deposition Modeling
SLS	Selective Laser Sintring
SLA	Stereolitografi
SLM	Selective Laser Melting
BMD	Beam Metal Deposition
EBM	Electron Beam Melting
HIP	Hot isostatic pressing
PLA	Polylactic Acid
ABS	Acrylonitrile Butadiene Styrene
PETG	Polyethylene Terephthalate Glykol
NMS	Norra Mellansverige
SMF	Små och medelstora företag

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Svensk industri står inför allt starkare global konkurrens från inte minst nya tillväxtländer i Asien och Sydamerika. Industriell produktion har traditionellt varit ett svenskt styrkeområde samtidigt som be-hovet växer av förnyelse vad gäller såväl produktionsprocesser som nya produkter. Den ökade globala konkurrensen i kombination med en liten hemmamarknad innebär att Sveriges internationella konkurrenskraft är beroende av att kunna effektivisera produktionsprocesser – där additiv tillverkning har potential att utgöra en viktig komponent. En nationell agenda framtagen inom ramen för Vinnovas strategiska innovationsprogram har beskrivit additiv tillverkning som en teknik med potential att öka konkurrenskraften och innovationsförmågan hos svensk industri för såväl etablerade företag som för startup-företag. Additiv tillverkning spås vidare kunna bidra till utveckling inom samtliga fyra fokusområden i regeringens nationella strategi för smart industri 4.0. Den snabba utvecklingen inom additiv tillverkning understryker behovet för aktörer över hela värdekedjan – från leverantörer av material, tjänster och teknisk utrustning till tillverkare och inte minst aktörer i det offentliga stödsystemet – att gemensamt utforma och samordna satsningar på additiv tillverkning.

Användandet av Additiv tillverkning (AT) vid stycketillverkning har ökat kontinuerligt sedan år 2003. Andelen av de globala produktionsintäkterna var 3,9 %, andelen var tio år senare hela 42,6 % och samma år 2014 var den globala tillväxten för AT 66% och värderad till \$1,748 miljarder¹. Framväxten av additiv tillverkning har i flera sammanhang beskrivits som en innovation med potential att påbörja en ny industriell revolution. Efter att länge ha erfarits som en teknik för prototypframtagning och konsumentbruk är additiv tillverkning på väg att tas i storskaligt bruk inom industrin. Flera länder som USA, Storbritannien, Tyskland och Kina har investerat stort i utvecklingen av additiv till-verkning. Tidigare studier visar att Sverige ligger efter dessa länder i implementeringen av additiv till-verkning, framför allt avseende användning som sträcker sig bortom framtagning av prototyper². Sverige ligger även efter vad gäller avancerade utbildningar inom AT och det finns idag ingen utbildning på akademisk nivå. Det planeras och förbereds en internationell Masterutbildning inom AT på Uppsala Universitet till hösten 2020 i vilken Sandviken, Sandbacka Science Park och HaaS teknikcenter är delaktiga i framtagandet av utbildningens innehåll och i utbildningens genomförande. Däremot visar en studie gjord på små och medelstora företag (SMF) i Norra Mellansverige³ att investeringen i digital infrastruktur är något högre i Sverige än i Europa. Trots att studien visar samma resultat vad gäller digitala brister hos SMF som i Europa så kan det vara en konkurrensfördel vid implementationen av nya avancerade och digitala tillverkningsmetoder även om studien lyfter att den digitala beredskapen hos regionens SMF behöver lyftas för att möta kraven i en digital och uppkopplad kontext eller att implementera tillverkningsmetoder som exempelvis AT.

¹ Kianian, B. 2016. The Adoption of Additive Manufacturing Technology in Sweden

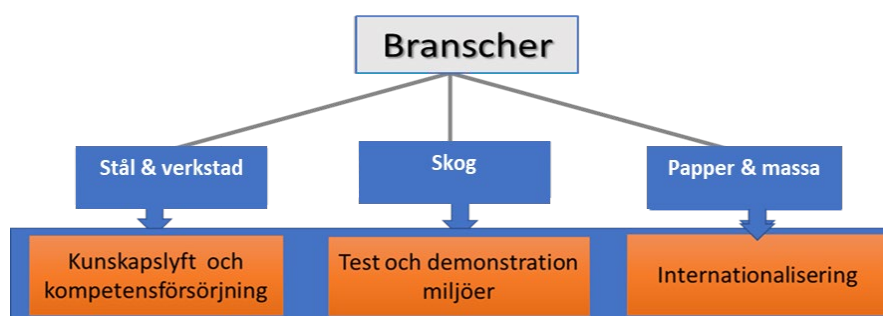
² Kianian, B. 2016. The Adoption of Additive Manufacturing Technology in Sweden; Küpper et al. 2017. Get Ready for Industrialized Additive Manufacturing; Coming together to lead the way. A Swedish agenda for research and innovation within additive manufacturing and 3D printing; Ålgårdh, Joakim, Ströndl, Annika et al. 2016. State of the Art for Additive Manufacturing of Metals.

³ Söderberg (2020), Processmognad och Digitalisering i SMF: en genomlysning av Norra Mellansveriges små och medelstora företags beredskap för en uppkopplad industri 4.0, Sandbacka Science Park Research

1.2 Region Norra Mellansverige

Region Norra Mellansverige är en i europeiska mått en liten region men en industrityngd och kapitalintensiv region med världsledande innovativa industrier inom stål (Sandvik, SSAB, Ovako, Outokumpu, Uddeholm, m.fl.), papper (Billerud/Korsnäs, Stora Enso, Holmen, m.fl.), och trä (Stora Enso, Uddeholm m.fl.) och deras regionala underleverantörer som sysselsätter upp emot 50-60% av invånarna i vissa delar av regionen. I regionen finns även ett antal övriga globala och internationella industriföretag exempelvis Volvo Construction Equipment som tillverkar ramstyrda dumptrar, hjullastare, grävmaskiner, vägbyggnadsmaskiner och kompakmaskiner. Konkurrensen är dock stor och det finns en central utmaning att utveckla produkternas förädlingsgrad. Industrin står inför ett paradigmskifte där digital transformering, digitalisering, additiv tillverkning (AT), Internet of Thing (IoT), Internet of Services (IoS) och Industri 4.0, är uttryck och som snabbt blivit en verklighet för industrin och dess leverantörer. Ett paradigmskifte som går oerhört snabbt, snabbare än någonsin förut vilket innebär att företagen, liten som stor måste anpassa sig eller riskerar att få lämna arenan. Det är inte bara nya tillverkningsmetoder och en digital infrastruktur som företagen måste behärska, det ställer också stora krav på en väl fungerande process för regional kompetensförsörjning, allt ifrån grundskola till eftergymnasial, akademisk, yrkes och kompetensutveckling av befintlig kompetens och färdigheter. Ett område och tillika tillverkningsmetod som driver en sådan utveckling är Additiv Tillverkning eller 3D Printing som den kallas i folkmun.

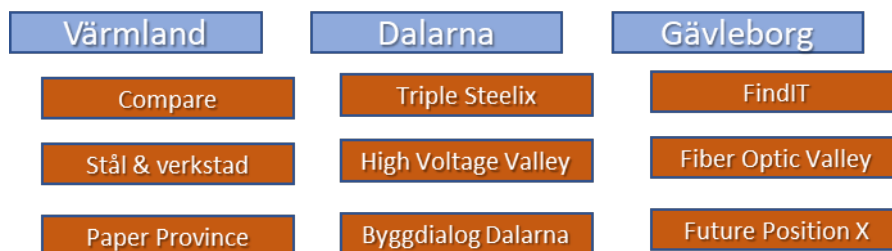
Avancerad industri, tillverkning, materialteknik och hållbar produktion är styrkeområden i den regionala smart specialiseringsstrategin. I regionen finns världsledande forskning inom AT och pulvverteknik för produktion med metalliska material vid Uddeholm AB i Hagfors och Sandvik i Sandviken. Regionens företag inom regionens tre industriellt starka branscher; stål, skog, papper & massa har tre gemensamma utmaningar (fig.1). Kort summerat; ”Internationalisering kräver test och demonstrationsmiljöer (testbäddar) för att utveckla produkter och produktionsmetoder och skapa en innovativ & kunskapslyft industri som både attraherar och säkerställer kompetensförsörjningen”.



Figur 1 Regionens tre industriellt starka områden och dess utmaningar

I region Norra Mellansverige finns flera starka klustersatsningar inom flera industriellt viktiga områden. De skapar i sin tur ett nätverk av kunskapspartners som de större universiteten, regionala högskolor, industriforskningsinstitut och andra regionala, nationella och internationella innovationsmiljöer (fig.2). Ett par av dessa klustersatsningar är operativa över regiongränserna, Triple Steelix opererar i hela Norra Mellansverige och FindIT i både Gävleborg och Dalarna. Det saknas dock ett riktigt AT kluster i regionen. Klustersatsningen Material-X i region Uppsala är ett AT initiativ där Region Gävleborg med utgångspunkt från Sandviken och Sandbacka Science Park är en

partner, tillsammans med bl.a. Sandvik. En ansökan om finansiering kommer att lämnas in vid lämpligt tillfälle under 2020 eller vid nästa utlysning.



Figur 2 Klustersatsningar i Norra Mellansverige

Dessa kluster är starka och konkurrenskraftiga var för sig inom sina spets och kompetensområden, men Regionen saknar dock en strukturerad klustersamverkan. En sådan regional klustersamverkan i ett regionalt ”Superkluster” för material, teknologi och metodutveckling gör skillnad genom att matcha stora och små företag, genom en digital och uppkopplad kontext kan data användas för att koppla ihop företag, forskare och investerare så de tillsammans kan utveckla nya produkter, affärsmodeller och processer. Superkluster i bl.a. Kanada har visat på sådana positiva effekter, de har också genererat i nya arbetstillfällen och stark regional tillväxt⁴.

Regionen har tre högskolor/universitet som bedriver excellent forskning inom regionens tre starka branscher. Gävle och Dalarnas högskola har konkurrenskraftig forskning, materialutveckling och industrinära utbildningar. Karlstad Universitet bedriver forskning inom ”paper surface” och ”skoglig bio-ekonomi”, dock inget inom materialteknik och AT. Alla universitet och de flesta tekniska gymnasium har idag tillgång till AT utrustning i sina utbildningar, i de flesta fall 3D printers för plast och/eller kompositmaterial, Högskolan i Gävle har möjlighet att 3D printa i trämaterial vid sin industridesignutbildning. Regionen medverkar i forskningsprojekt med Region Uppsala och Uppsala Universitet/Ångströmlaboratoriet i projektet AddLife Competence Centre 2020 där Sandviken och Sandbacka Science Park/Haas teknikcenter är projektpartners.

Trots många fördelar som AT tekniken medför har i princip inga regionala SMF anammat tekniken i sin egen verksamhet, de verkar ha svårt att extrahera ATs fördelar och anpassa sig till den teknikdrivna och digitala omställningen. I huvudsakligen beror detta på att AT teknologins mångsidighet i många fall har en avsaknad tydlig strategi vilket gör att flertalet företag har det svårt att definiera ett tydligt syfte med användningen av AT eller ser mervärde av det som kan skapas med AT. Deras kunder dvs industrin har inte efterfrågat det och dessutom har många företag en relativt låg mognadsgrad när det kommer till användning av exempelvis nya designregler och saknar kompetenser för att utnyttja teknikens fulla potential. Den digitala beredskapen hos regionens SMF behöver lyftas för att möta kraven i en digital och uppkopplad kontext eller att implementera tillverkningsmetoder som exempelvis AT⁵.

4 Next Generation Manufacturing CANADA (2019),

5 Söderberg (2020), Processmognad och Digitalisering i SMF: en genomlysning av Norra Mellansveriges små och medelstora företags beredskap för en uppkopplad industri 4.0, Sandbacka Science Park Research

2 Additiv tillverkning

2.1 Additiv tillverkning och bidraget till "Smart Industri"

AT är en viktig drivkraft för strukturella förändringar och den industriella transformationen mot en digital kontext och industri 4.0. Jämfört med konventionella industriella tillverkningsprocesser så möjliggör 3D-tryckteknik produktion av mycket komplexa geometrier och integration av funktionaliteter. AT anses vara en "grön teknik" jämfört med de flesta konventionella tillverkning av metallkomponenter, på grund av minskning av avfall, och energiförbrukning. En annan viktig resurseffektivitetsfunktion hos AT är återtillverkning och reparation av delar. Eftersom material läggs till vid behov, i motsats till subtraktiv tillverkning (skärande bearbetning), kommer AT att bidra till en ökad hållbarhet hos produkterna. Optimering av processer, kortare tid till marknad, förverkligandet av små produktionssatser utan verktygskostnader och med möjligheten att uppfylla och överträffa den enskilde kundens behov är de mest övertygande argumenten för att välja AT där det passar företagets produkter och affärsmodell.

Men processkedjan vid produktion med AT är komplicerat. Expertis från olika discipliner är nödvändiga. Om tillverkningsföretag i svensk industrisektor ska vara ledande i den digitala omvandlingen och utnyttja potentialen för digitalisering är AT som baseras på digitala input en idealisk utgångspunkt för att bygga helt digitaliserade produktionssystem. Då AT är en relativt ny produktionsmetod är tidsspannet fram till en helt digitaliserad produktion inte lika långt som för att transformera traditionella produktionssystem. Traditionella produktionssystem har redan (ibland föråldrade) datahanteringssystem och kommer att kräva stor ansträngning och mycket resurser innan det är på plats.

2.2 Additiv tillverkning i Norra Mellansverige

I den gemensamma kartläggning som gjordes om AT under hösten 2018⁶ för applikation av additiva tillverkningsmetoder pekade på att kunskaps- och aktivitetsnivån var låg hos en stor andel av regionens företag och potentialen att ta till sig additiva tillverkningsmetoder likaså. Studien visade också att det finns en uppdelning mellan företag som ligger i internationell framkant inom området och den stora andel företag som idag helt saknar kunskap om AT. Studien synliggjorde att det finns få aktörer inom innovationssystemet med AT som kompetensområde och med kapacitet att kunna matcha marknadens växande efterfrågan eller erbjuda kompetensförsörjning och kompetensutveckling inom alla led av den additiva tillverkningsprocessen. Studien visade att det finns en tydlig näringslivsprofil och kunskapsinfrastruktur kring avancerade material med fokus på metaller.

Norra Mellansverige som region har en stark industriell profil med hög internationell ställning inom pulvermetallurgi, högpresterande metalliska material och avancerad produktionsteknik, främst genom Uddeholm och Sandvik. Om Norra Mellansverige ska bli en ledande aktör med en samlad innovationskapacitet inom AT av metall krävs en sammankoppling av regionala satsningar, innovationsstödande aktörer, akademi, kluster och innovationsmiljöer, en kartläggning och identifiering av kritiska frågeställningar för att befästa region Norra Mellansverige som en internationellt ledande AT-Nod för kompetensförsörjning inom avancerade metalliska material och hållbar automatiserad produktion. En pågående genomlysning av regionens SMF företags digitala beredskap för en digital och uppkopplad produktion är för låg, inte alla

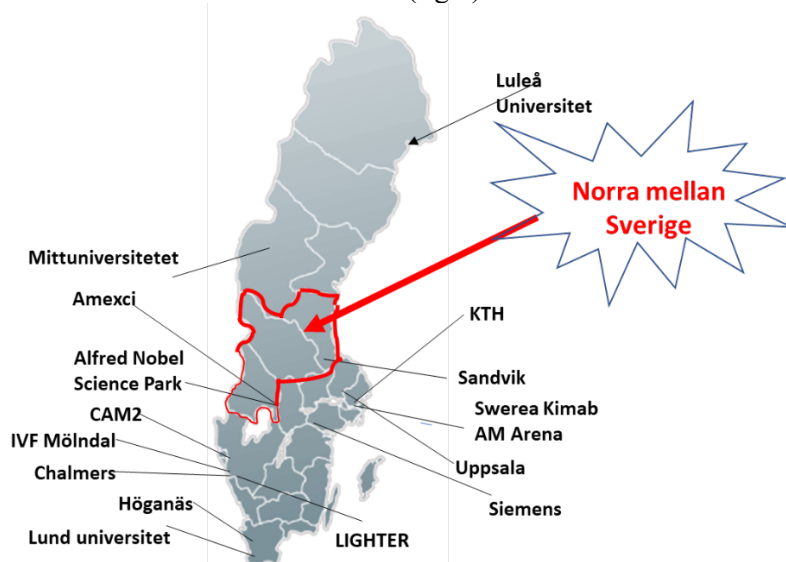
⁶ Oxford Research (2018), Additiv tillverkning i Mellansverige

men många av företagen behöver mer digital kompetens och förståelse för hur de skall bete sig. Det finns en viss digital ångest hos regionens SMF företag, men även till viss del i de större industriföretagen. Den digitala kompetensen och förmågan i regionen är avgörande för att SMF ska ha möjlighet att utvecklas och stärka sin konkurrenskraft samt att nya företag ska vilja etablera sig i vår industriregion.

Startpunkten för att skapa insikt om behovet och lyckas med dessa utmaningar är en ökad samverkan mellan industri, myndigheter, regionala/lokala offentliga aktörer inom de befintliga nationella styrkeområdena. Det är viktiga framgångsfaktorer för att nå och påskynda utvecklingen och implementeringen av AT som produktionsmetod i Norra Mellansverige.

2.3 Svenska initiativ inom additiv tillverkning av metaller

Följande avsnitt är en kort sammanfattning av initiativ som pågår i Sverige med inriktning på additivtillverkning och betraktas som initiativ med en relevant representation av både industri och akademi (fig.3).



Figur 3 Svenska initiativ inom additiv tillverkning

Nedan en kort förteckning och beskrivning av de pågående initiativen inom AM i Sverige.

- The Swedish Arena for Additive manufacturing of Metals, (SWERIM)** - Ett gemensamt initiativ från Swerea IVF, Swerea KIMAB, Swerea SWECAST, Chalmers tekniska högskola och University West. Inleddes den 25 augusti 2016 i syfte att utveckla ett starkt nätverk för tillverkning av metalladditiv mellan deltagande partners, övervaka och bidra till utvecklingen av teknik och kunskap, ge enkel tillgång till test- och demoplattformar vid tillverkning av metalltillförsel, stödja och påskynda industrialisering av tillverkning av metalladditiv. Första projektet lanserades december 2016 med Swerea, Chalmers, University West och följande aktörer; Siemens Industrial Turbomachinery, Alfa Laval, Höganäs, Saab, Scania, Carpenter Powder Products, Uddeholm, Lasertech, Örebro Universitet och Kungliga Tekniska Högskolan (KTH).

- **Additive Innovation and Manufacturing (AIM)** - Grundades i Östersund 2015, en spin-off från Mid Sweden University. Erhållet finansiering från Almi Invest, Investa Företagskapital och inte offentliggjorda investerare 2016, för att förvärva maskiner och starta tillverkning av delar till svensk industri, inriktad på medicinska implantat.
- **Samarbetar med additiv innovation och forskning (AIR)** - Uppsalainitiativ inom området elektronstrålesmältan där deras experter har varit aktiva flera år och har en nära koppling till Arcam AB (AIR grundades 2015). Det finns begränsad information tillgänglig när det gäller hur detta initiativ fungerar men indikationer pekar på en tydligare kontraktstillverkare fokus än ett FoU-nav.
- **Tillverknings Tekniskt Centrum, Karlskoga** - Gemensamt initiativ mellan Saab, Alfred Nobel Science Park, Lasertech, Bofors Test Center och Örebro University. Startade 2014 i Karlskoga med fokus på att utforska hur additiv tillverkning kan stärka svenska industriföretag sett från ett test- och utvärderingsförfarande på en komponentsubsystemnivå tillsammans med sina industripartner.
- **Amexci AB Karlskoga** - Grundades 2018 och ägs av Scania, Höganäs, SAAB, Electrolux, Husqvarna Group, Stora Enso, ABB, SKF, Atlas Copco, Wärtsilä samt ägarbolaget FAM AB (ägt av tre Wallenbergstiftelser). Bolaget arbetar med fokus på att stötta sina ägare och andra industrier i att tillämpa den additiva tillverkningstekniken, samt arbeta som katalysator och drivkraft för innovation med syfte att få nästa generations innovativa produkter till marknaden. Karlskoga valdes som plats för etableringen tack vare stadens industriella infrastruktur, stark stöttning från Karlskoga kommun och Region Örebro län, samt för det arbete Alfred Nobel Science Park bedriver inom additiv tillverkning.
- **AT-LAB för additiv tillverkning Karlstad** - Ett laboratorium för additiv tillverkning med start på april 2019 finansierat av EU-medel via Tillväxtverket tillsammans med Region Värmland och Karlstads universitet. Laboratoriet arbetar i nära samverkan med regionalt näringsliv, klusterorganisationen IUC/Stål & Verkstad. Projektet ingår i Akademin för smart specialisering för förnyelse av värmländskt näringsliv, offentlig sektor och forskningen vid Karlstads universitet.
- **Centre 2020 (AddLife)** - Nytt projekt som ägs och leds av Uppsala Universitet/Ångströmlaboratoriet med syfte att utveckla AT tekniken med inriktning mot Medical och Life science. Sandbacka Science Parks ska koordinera och stötta YH/CVL och HaaS Teknikcenter. YHs roll i projektet är att bistå med kompetens kring efterbearbetning av tillverkade komponenter samt bistå med kompetens och utbildning.
- **Additive Coordination in East middle Sweden (ACES)** - Projektet har till syfte att lägga grunden för en gemensam plattform och ett gemensamt arbetssätt/arbetsprocess mellan AT-insatser i Östra och Norra Mellansverige.
- **Branschföreningen för additiv tillverkning (SVEAT)** - Har till uppgift att bidra till en kraftfull utveckling inom additiv tillverkning och 3D-utskrift i Sverige

2.4 Europeiska initiativ inom additiv tillverkning

Under detta avsnitt redovisas kort vad som pågår inom AT ur ett europeiskt perspektiv. Genom samarbete med internationella nätverk med fokus på möjligheterna att utveckla AT teknologin och metod skapas mervärde genom kunskapsöverföring, utbildning, gemensam innovationsutveckling och forskningsaktiviteter med starkt användarfokus. EU-medlen kan fungera som en katalysator för att utveckla kunskap och kompetens och stärka SMFs konkurrenskraft inom teknisk utveckling och innovation. Exempel på några relevanta nätverk som kan vara värdefulla för att befästa Norra Mellansverige som en internationellt ledande region följer nedan:

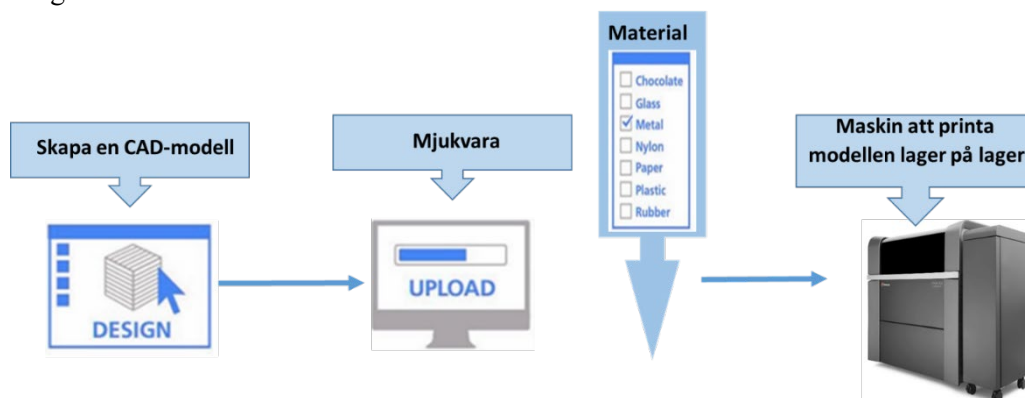
- **Vanguard Initiativet (EU)** - Med uppgift att främja den europeiska industrins internationella konkurrenskraft genom samarbeten mellan europeiska regioner inom områden som utpekats i regionernas smarta specialiseringsstrategier. Medlemmar från Sverige i Vanguard är Dalarna, Skåne, Värmland och Örebro. De fem fokusområden man börjat med är: 3D-printing, biokemi, effektiv tillverkning, nanoteknologi och optimering av produkter/tjänster i offshoreindustrin. Dalarnas är med i det sistnämnda fokusområdet, i ett projekt kallat ADMA (Advanced Manufacturing).
- **Industrial Transition Initiative (EU)** - Pilot för industri omvandling Norra Mellansverige; är en av fem europeiska regioner som under slutet av 2017 valdes ut för att delta i EU-kommissionens nylanserade pilot för industriell omvandling. Under 2018 och 2019 kommer Norra Mellansverige därför att ta del av skräddarsytt expertstöd och genomföra insatser för hållbar ekonomisk omställning. Piloten utgår ifrån arbetet med smart specialisering och syftar till att stötta regionerna i att åstadkomma en gynnsam utveckling genom industriell omvandling. En av De regioner som valdes ut under slutet av 2017 är Norra Mellansverige. Projektet startades in januari 2018 implementation startas in 2019.
- **CECIMO** - Omfattar 15 internationella maskinverktygstillverkare, som representerar cirka 1300 industriföretag i Europa (EU + EFTA + Turkiet) med över 80% av dessa är små och medelstora företag. Fokuset ligger på AT och den bakomliggande teknologin.
- **Public-Private Partnerships (EU)** - Medlemskap som utvecklats med syfte att lyfta den europeiska industris konkurrenskraft, exempelvis ”*Factories of the Future*”. Det är en framgångsrik modell för att organisera forsknings- och innovationssatsningar med direkt industriell nytta i nära samarbete med akademi och institut.

MANUELA (EU) - Projektet samverkar med industrin. Flera industri-komponenter har omformats och testats för tillsatstillverkning. Regionen medverkar i projektet och tillverknings-, test- och utvärderingskapacitet ligger hos samarbetspartners anläggningar i Karlskoga.

3 Definitioner och processterminologi

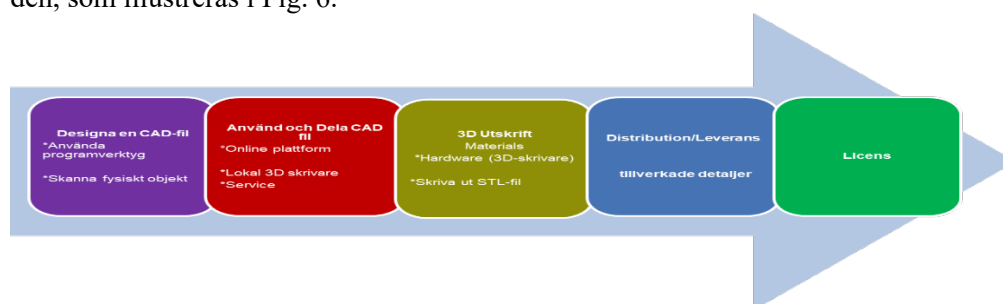
Additiv tillverkning (AT) mer bekant som 3D-printing är ett samlingsbegrepp av tekniker som bygger på principen att successivt addera material, vanligtvis lager på lager, för att bygga fysiska produkter från digitala modeller⁵. En princip som skiljer sig

markant från dagens traditionella tillverkningsmetoder. Även om adoptions kraft för AT fortfarande är modest, växer den exponentiellt samtidigt som tekniken och dess kringliggande ekosystem utvecklas i en rasande takt. Konsekvensen av detta har resulterat i ett skifte, från att tidigare främst används för tillverkning av prototyper och verktygsapplikationer till att numera börjats tillämpas i serieproduktion. Additivtillverkning har förmåga att omvandla tillverkningsindustrin från "analog" till digital genom att möjliggöra tillverkning direkt från en 3D-CAD-fil (digital fil) kan ses i Fig. 5.



Figur 4 AT Produkt framtagningsprocess för AT-produkt framställning

De många fördelar med AT kan hänföras till tre övergripande kategorier: produktdesign, flexibel produktion och förenklad samt förkortat värdekedja. Vad som gör AT så intressant jämfört med traditionella tillverkningsmetoder är att bygga komplexa geometrier och helt nya applikationer utan kostnadsbesträffningar. Med additiv tillverkning finns nya möjligheter att utforma och tillverka utgångsämnen, där man kan lägga till material där det behövs istället för att skära bort mängder av material som inte behövs vilket kan avsevärt korta bearbetningstiderna. AT ger stora friheten att optimera produkter i enlighet med "vad är önskvärt" istället för "vad är möjligt" 3D-utskriftsprocessutvecklingen från en digital modell till licensiering av en industriell 3D tillverkade produkt består av flera olika dvs. utformar en CAD-fil, använder och delar en CAD-fil, skriver ut CAD-filen, distribuerar den tryckta varan och slutligen licensierar den, som illustreras i Fig. 6.



Figur 5 Från en digital modell till licensiering av en 3D-tryckt produkt - 3D-utskriftsprocessen

Givet en högre designfrihet, produkt flexibilitet och förenklad värdekedja, kan företag börja erbjuda kundanpassade produkter samt snabbare introducera nya. AT bidrar till hållbarhet genom att bara använda material som behövs och genom att konsolidera antalet komponenter i en enhet. Dessutom, utnyttjandegraden kan öka signifikant, vilket minskar företags globala koldioxid "footprint".

Nedan presenteras några av de vanligaste teknikerna. Fig.7 representerar olika 3d skrivare teknik klassifikationer

SANDBACKA SCIENCE PARK

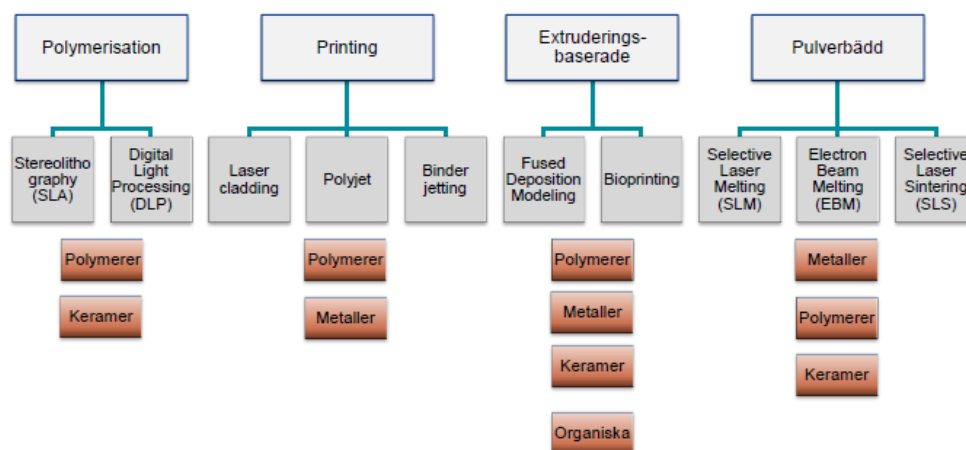
Spångvägen 10, 811 32 Sandviken. Telefon 026-24 82 40 (vxl), E-post: info@sandbackasciencepark.se, www.sandbackasciencepark.se

-Vat-fotopolymerisation –flytande fotopolymerer används av 3D skrivare föremålet sen härdas med ultravioletta lasern. I framtiden kommer de att härda under verkan av ultraviolett strålning.

-Bindemedelsstrålning - Binder Jetting 3d skrivare fungerar med tunna pulverlager som binds ihop enligt fotomodellen och önskat mönster och fästas ihop med ett bindemedel som sprutas ut från ett inkjet-skrivarhuvud.

-Extruderande tillverkningsmetoder– Additiv tillverkningsprocess där droppar byggmaterial finns selektivt deponerat. Extrusionsbaserade tekniker för additivtillverkning är en av de vanligaste AT teknik som kallas Fused Deposition Modeling (FDM). 3D printer arbetar genom att extrudera en fin filament av material, ofta polymer, och spåra ut varje skiva av modellen med det materialet. Byggplattformen rör sig sedan ned en bråkdel av en millimeter, och nästa lager avsätts sedan ovanpå den första och, när plasten är i smält tillstånd, är den bunden till det föregående skiktet ⁶.

-Pulverbädd- Det finns olika processer för tillverkning av 3D -strukturer såsom laser med tillsatsmaterial i form av tråd, laser med pulver via nozzel, pulverbädd-sintring där termisk energi selektivt smälter regioner i en pulverbädd. Material som används är termoplast, termoelast, gjuterisand och metaller. den mest vanligast pulver som används för 3D-utskrift är pulver som framställs med atomisering metod.



Figur 6 3D skrivare teknik och material

3.1 Material för olika 3D-skrivare

Additiv tillverkning utvecklar vetenskapens med utveckling av snabba prototyper genom digital tillverkning. Ett brett utbud av material, inklusive olika polymer, metaller, keramik och biomaterial används inom teknik applikationer främst för att skapa prototyper och färdiga produkter med unika former, multifunktionella kompositioner, tillförlitlighet och hög kvalitet.). En principskiss av olika AT material kan ses i Fig.8.

Plast

Det mest populära materialet är plast och används av skrivbordstilskrivare som skriver ut föremål med plast. Vanligaste filament av plast såsom PLA (Polylactic Acid), ABS BS (Acrylonitrile Butadiene Styrene), PETG (Polyethylene Terephthalate glykol) eller NYLON. PLA är någon form av polymjölksyra som är tillverkade av förnybara resurser som sockerrör eller majsstärkelse. Det kallas också ”grön plast”.

SANDBACKA SCIENCE PARK

Spångvägen 10, 811 32 Sandviken. Telefon 026-24 82 40 (vxl), E-post: info@sandbackasciencepark.se, www.sandbackasciencepark.se

Komposit

Komposit 3D skriver ut med två separata munstycken, ett med nylon eller Onyx och ett med kolfiber/glasfiber som bäddas in i plasten som ger resultat med bättre styrka i förhållande till vikt än aluminium.

Keramiska material

Ett 3D-skrivna föremål som tillverkades av keramik är konstruerade av keramikpulver av aluminiumoxid, sedan förseglade med porslin och kiseldioxid och glaserade. har ett blankt utseende, är värmebeständigt, återvinningsbart och livsmedelssäkert.

Metall

Additiv tillverkning med metallpulver är den främsta tekniken för att ersätta subtraktiv tillverkning. egenskaper av AT tillverkade komponenter påverkas mycket av vilken typ av pulver som används. Metalliska pulver som för närvarande kan användas är Stål, aluminium och titan med ett antal nya material som är under utveckling.

Rostfritt stål

Rostfritt stål är en mångsidig metall och används inom industriella sammanhang på grund legerings element som nickel och kobolt vilket ger den elastiska egenskaper. Rostfritt stål att vara en av de billigaste och starkaste metallerna för 3D-utskrift.

Titan

Ren titan (Ti64 eller TiAl4V) är ett av de av de mest material som användas för metallutskrifter med 3D skrivare. Titan har en mångsidighet som är en väldigt bra egenskap då den kan skriva ut olika typer av styrkor. Det används som mest idag inom medicinsk industri för att tillverka proteser samt inom bilindustrin och flygindustrin för tillverkning av prototyper men även vissa slutprodukter.

Koboltkrom

Innehåller en mycket hög specifik styrka, denna metall legering används mest för att göra tandimplantat, turbiner och ortopediska implantat. Det här är alla applikationer där 3D-utskrift har blivit en populär tillverkningsmetod.

Aluminium

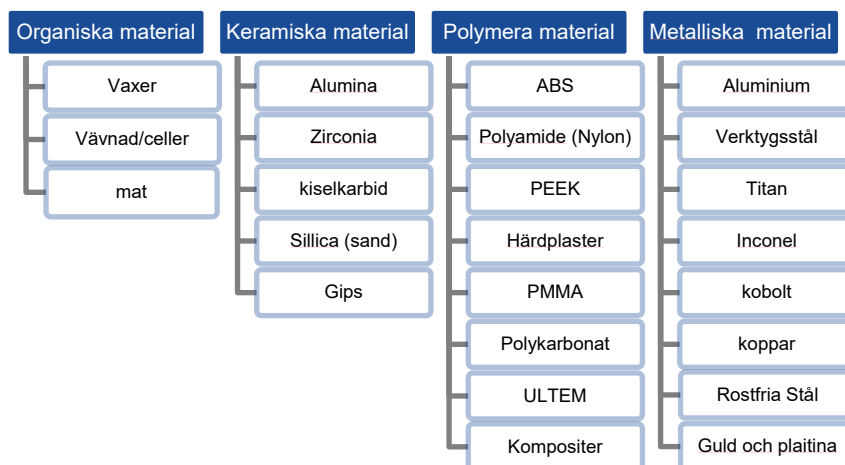
Aluminium och aluminiumbaserade legeringar är en populär metall som 3D skrivas för olika industri applikationer.

Koppar och brons

Koppar och brons används oftast inte i pulver baserade tekniker och används inom och är inte så fördelaktigt val för industriella ändamål.

Guld, silver och andra ädla metaller

Ädla metaller kan skrivas som används främst för medicinska, smycken och elektronikapplikationer.



Figur 7 lista över vanliga förbrukningsmaterial för 3D skrivare

3.2 Produkt Design/ Modellering

Ursprungligen skapades AT för prototyper för att förbättra överföringen av idén till 3D-modellen och sedan till det fysiska objektet. Två huvudkomponenter används för att skapa design för 3D-utskrift: Datorstödd design (CAD) skapas för att designa 3D-objektet och spara modellen som den digitala filen. Samma datamängd används av programvara för datorstödd tillverkning (CAM) för att påskynda subtraktiva tillverkningsprocesser och producerar komponenten efter önskad geometri.

3.3 Efterbearbetning

En ed tillverkade komponent är inte på något sätt färdig när det sista lagret har skrivits ut. Efter att delarna och byggplattan har kylts, överskottet av pulver måste tas bort från byggvolymen för siktning och återvinning. I det steget utförs den första inspektionen av den råa eller byggda detaljer visuellt samt görs en analys av insamlade byggdata. Därefter genomgår hela byggplattformen med alla bifogade delar en stressavlastningscykel. Detta är nödvändigt för att lindra potentiellt höga interna spänningar som genereras under byggprocess som kan orsaka sprickor om den inte behandlats tidigt när delen avlägsnas från byggplattan. Efter borttagning kan varje enskild del få ytterligare värmebehandlingar som HIP, lösningsbehandling, glödning och utfällning åldras efter behov. De termiska behandlingarna som används kan påverka avsevärt slutkomponentens materialegenskaper och bör därför väljas noggrant beroende på användningsfall och beaktas redan under konstruktionsfasen.⁷ De flesta för närvarande använda värmebehandlingssystemen är baserade på standarder som inte var det skapade för AM-metaller, och därmed för t.ex. med utmattningskritiska komponenter de kan inte vara optimal för att uppnå bästa möjliga prestanda. När all den termiska efterbehandlingen är klar kommer efterbehandlingen att ske. Dessa genomförs för att ta bort stödstrukturer och uppnå önskad ytfinish och dimensionell noggrannhet krävs.

⁷ Vinnova. 2014. Coming together to lead the way. A Swedish Agenda for research and innovation within additive manufacturing and 3d printing

4 Metodbeskrivning

Vi har med studien försökt skapa en medvetenhet om additiv tillverkning möjligheterna som kan bygga en hållbart värdeskapande och samhällsekonomisk nytta i NMS. Genom att besöka företag, lärosäten och utbildningscenter och skapa en dialog kring additiv tillverkning fick vi möjligheter att skapa oss en bild om additiv tillverknings status i region NMS. Dessutom genomfördes ett seminarium beträffande additiv tillverkning i Sandviken med Sandvik som värd och där 19 av de i studien 33 företagen, skolor, universitet och högskolorna deltog.

Rapporten grundar sig på ett antal intervjuer och besök på företag, skolor, universitet och högskolor och genomfört seminarier

5 Resultat och analys

Det visade sig att ca hälften av företagen hade kompetens för AM internt, i vissa fall världsledande kompetens i andra fall goda eller nybörjare. Kompetens finns inom pulver, metod och teknologi, en del företag är endast användare av teknik, andra utvecklar metod och teknik och ett par är även världsledande inom pulverutveckling. AM har ännu inte i någon större utsträckning spridit sig till regionens underleverantörer inom skärande bearbetning men intresset är väckt och de är nyfikna på tekniken och vad AM kan göra för dem och dess utveckling, lönsamhet och konkurrenskraft.

Under en seminariedag kring AM med ett 40-tal deltagande företag diskuterades bland annat behovet av nätverkande, möjligheter att utföra praktiska exempel på tillverkningsmetoden och, inte minst, och att få ökad kunskap. Fig.8-9 visar resultatet från de Mentimeter-undersökningar som utfördes under seminariedagen.

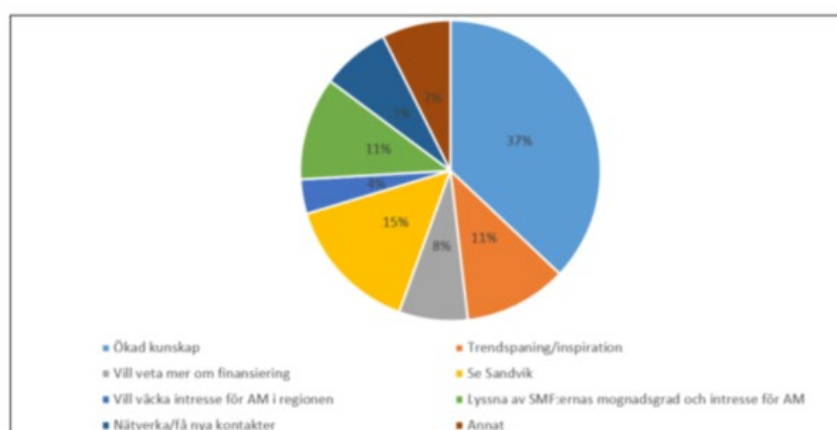


Figure 8., Vad har du förväntningar på dagen seminarium?

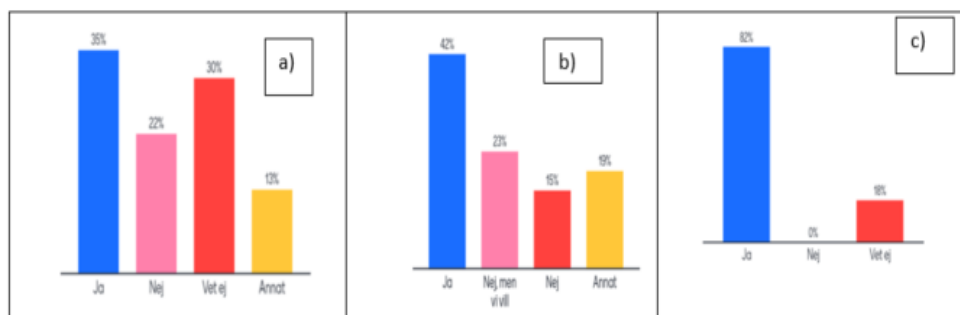


Figure 9 a) Använder ert företag AT idag? b) Vill du ha hjälp med att utvärdera om AT gynnsamt för din verksamhet? c) Skulle du vilja delta på ett fördjupande seminarium om AT under våren?

Workshop och Mentometer analysen visade sig att den här typen av event var uppskattat bland deltagarna. Det fanns ett behov av ökad kunskap inom tillverkningsmetoden. På frågan vad deltagarna tar med sig från dagen svarade de bland annat: möjligheter, nya insikter, inspiration och problemlösning med hjälp av den växande metoden additiv tillverkning. Flertalet av deltagarna har förhoppningar om att arbeta med tillverkningsprocessen med dess teknik, utmaningar och möjligheter i framtiden.

Vår bedömning av diskussioner under workshopen var att AT utvecklingsbehov för SMF skulle ge mycket god verkningsgrad genom att skapa en nationell mobil AT mobiltestbädd miljöer som erbjuder företagen möjligheter att testa, demonstrera och verifiera tekniker för avancerad industriell produktion och exempelvis ökad digitalisering. Det kan ha stor betydelse för näringslivsdynamiken och det är avgörande i att driva näringslivets utveckling genom innovation inom AT teknik mot smart industriutveckling i NMS.

6 Slutsats

Det är med en självklarhet som är otvetydig att additiv tillverkning i dagsläget framstår som nästa generations tillverkningsmetod, men med det inte sagt att den traditionella skärande bearbetningen kommer att minska i betydelse. Under en överskådlig framtid kommer de att tillsammans utgöra vår regions kompetensbas i regionens tre industriellt starka branscher; stål & verkstad, skog och trä & papper. Region Norra Mellansverige leder forskning & utveckling inom pulvertekniken genom Uddeholm och Sandvik och har stora möjligheter att även ta ledande ställning vad gäller metodutveckling. Vår globalt starka industri, de regionala SMF extremt konkurrenskraftiga kompetens på skärande bearbetning, regionala forsknings och utvecklingsinitiativ som exempelvis AT-Lab, Sandvikens medverkan i regionövergripande projekt och samverkan mellan regioner och regionala kluster, science parks och nya utbildningar inom AT visar att de grundläggande förutsättningarna finns i regionen för att skapa ett konkurrenskraftigt AT kluster i Norra Mellansverige. Man måste dock ta hänsyn till att kompetensen och möjligheterna för en snabb implementering av AT i SMF är låg.

För att möta regionens tre stora utmaningar; 1) höja kompetensen i industri och leverantörsled, 2) implementera ny digital teknik som exempelvis AT, vilket innebär en relativt hög processmognad och 3) samtidigt bli internationellt konkurrenskraftiga

behövs regionala insatser och resurser i samverkan med kommuner, science parks, institut och akademier. Nedan följer förslag på åtgärder inom industrins tre gemensamma utmaningar.

6.1 Kunskapslyft och kompetensförsörjning

Arbetsmarknaden förändras i allt snabbare takt. Det råder brist kvalificerad arbetskraft och ett behov och kompetensgap mellan behov och existerande utbildningsystem. Utbildningarna måste snabbare anpassas till de krav som ställs på arbetsmarknaden och erbjuda industrirelevanta utbildningar som bättre möter arbetsmarknadens behov. Samverkan mellan grundskola, eftergymnasiala utbildningar, akademi och näringsliv behöver öka och stärkas. Den politiska medvetenheten för problemet behöver bli bättre och samverkan mellan politiker och näringsliv stärkas.

Additiv tillverkning har en viktig och avgörande roll och har alla förutsättningar att driva digitaliseringen inom tillverkningsindustrin framåt om fördelarna med AT blir mer synliga, uppkoppling av utrustning och enheter med sensorer och processorer som skapar en digital infrastruktur för registrering, bearbetning av data och kommunikation med omvärlden. Satsningar på 3D-teknik och digital produktframtagning, utbildning inom pulver och materialteknik, processutveckling och produktdesign är grundläggande måsten för en framtida utveckling av en digital plattform anpassad för tillverkning baserad på AT.

En kunskapslyft industri kräver ett livslångt lärande där kompetenshöjande insatser riktade mot den egna personalen är ett viktigt inslag som komplement till utbildning och nyanställning. Dessa insatser är väll lämpade att genomföras i nätverk och konstellationer där flera företag samverkar i behovsanpassade insatser med inslag av ”Action Learning” för både individer och företag. Behovsanpassade utbildnings och kompetenshöjande insatser blir ett viktigt verktyg för ökad konkurrenskraft för regionens industri och SMF.

6.2 Test och demonstrationsmiljöer

De flesta SMF har behov att ta in extern forsknings-, utvecklings- och innovationskompetens att nå olika faser av sin idé- och produktutveckling. Trots att insatser inom AT-testbäddsanläggningar inom industri, akademi och institut med industriella tillämpningar ökar i Sverige saknar fortfarande många SMF kunnandet att identifiera och prioritera AT som ny teknik eller hämta kunskap och resurser nog att möta ATs utmaningar. 3D-skivare för metall är fortfarande en alltför stor investering för SMFs vilket gör testbäddar och servicecentra än mer attraktiva för företag som befinner sig i en prospekteringsfas. Samtidigt som många SMF funderar på hur de ska kunna ta till vara på digitaliseringens möjligheter. Det finns en digital ångest hos många företag, inte bara i leverantörsbasen av SMF.

Det faktum att kunder i allt större utsträckning både efterfrågar och också förväntar sig smarta tjänster, gör att SMF måste bli bättre förberedda för en digital kontext. För att SMF ska ha tillgång och närhet till den spetskompetens, forskning och metodutveckling inom additiv tillverkning krävs experiment/demonstrationsmiljöer.

Det behövs testmiljöer för FoU, produktutveckling, prototyp tillverkning och utbildning vilket innebär att det måste finnas testmiljöer på flera ställen i regionen, det är inte tillräckligt med bara en testbädd, dessutom måste dessa testbäddar samverka kring detta. Regionala Science Parks kan vara lämpliga aktörer att understödja sådana testbäddar.

Region Norra Mellansverige har en omfattande och väl utbyggd och fungerande digital infrastruktur, kompetens, kunnande och etablerade IT företag. I och med Microsofts etablering i Gävle/Sandviken och Google i Avesta stärks det ytterligare. Detta gör det möjligt att bygga en lönsam, innovativ och digital testbädd i en industriell kontext för co-kreativitet, en testbädd i en experimentell miljö för öppen innovation och lärande. För att effektivt implementera AT i regionen krävs samarbete och kontinuerligt utbyte av kompetenser, metoder, materialkunskap för komponent tillverkning av såväl metaller som plaster eller Biomassa. AT är fortfarande en omogen teknologi och passar inte för alla applikationer. Genom att ta tillvara på de resurser och möjligheter som finns inom regionen; företag, universitet/högskolor, institut och entreprenörer kan additiv teknologi implementeras framgångsrikt i norra Mellansverige. Det finns ett stort behov utbildningsinsatser från Grundskola till akademiska studier, av experter för att utbilda SME företag om hur AT tekniker kan implementeras, utnyttjas och nya affärsmodeller behöver utvecklas. Genom samverkan kan AT mycket snabbare introduceras och gör nytta i företagets produktionsflöden. Det viktiga är inte om vad, utan om hur vi samverkar.

6.3 Internationalisering

Internationell uppkoppling till forsknings och utvecklingsverksamhet sker över hela världen. Genom att bygga ömsesidiga bi- och multilaterala samarbeten runt innovation och forskning med andra länder skapas internationell kostnadsdelning kring svenska innovationsprojekt och en grund för nära relationer och potentiella affärsrelationer. På så sätt kan projektet bidra till att öka det svenska innovationssystemets konkurrenskraft. AT initiativ som Vanguard initiativet och andra projekt inom EU eller internationellt är viktiga att vara delaktiga i. Klustersamverkan med andra regioner inom EU är viktiga för att kunna ta del i den snabba utveckling som sker så att Sverige inte halkar längre efter i utvecklingen utan så snabbt som möjligt kommer ikapp de främsta länderna.

Sandviken den 22 juni 2020

Dr. Sima Valizadeh

Ansvarig Additiv tillverkningsteknik & affärsutveckling
Norra Mellansverige
Sandbacka Science Park, Sandviken

Lennart Söderberg, Lic. Engineer

Processledare Materialteknik & hållbar produktion
Sandbacka Science Park, Sandviken