



Nioårsutvärdering av strategiska innovationsprogram

Metalliska material



Utgivare: Vinnova – Sveriges innovationsmyndighet

Titel: Nioårsutvärdering av strategiska innovationsprogram: Metalliska material

Författare: Mona Hallström Hjorth och Erik Cederberg, Sweco

Serie och nummer: VR 2022:11

ISSN-nummer: 1650-3104

Utgiven: December 2022

ISBN-nummer: 978-91-987944-5-8

Diarienummer: 2021-02735

Innehållsförteckning

1. Utvärderingen i korthet, slutsatser och rekommendationer	6
1.1 Sammanfattning	6
1.2 Slutsatser	9
1.3 Rekommendationer	10
2. Uppdrag och genomförande	12
2.1 Uppdrag	12
2.2 Metod och genomförande	13
2.3 Rapportens upplägg	14
3. Om Metalliska material	15
3.1 Insatsområde	15
3.2 Mål, organisation och implementering	16
3.3 Finansieringsanalys	20
4. Effekter för deltagare.....	27
4.1 Kompetens och samverkan	27
4.2 Effekter för företag	32
4.3 Effekter för lärosäten och forskningsinstitut	37
5. Systemeffekter.....	41
5.1 Mobilisering av aktörer	41
5.2 Förutsättningar för innovation	46
6. Programrets mervärde.....	50
6.1 Inriktning	50
6.2 Mervärde	51
7. Handlingsplan efter sexårsutvärderingen	58
8. Bidrag till SIP-instrumentets effektmål	62
Bilaga 1 Fallstudier	68
Fallstudie 1 – Additiv tillverkning	68
Fallstudie 2 – Kompetensförsörjning	73
Fallstudie 3 – Framtidens materialdesign	78
Bilaga 2 Expertrapport.....	81

Förord

Energimyndigheten, Forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggande (Formas) och Verket för innovationssystem (Vinnova) finansierar 17 strategiska innovationsprogram för samverkan inom forskning och innovation. Programmen kan få finansiering i upp till tolv år, uppdelat i fyra etapper om tre år. Uppföljning, lärande och resultatfokus är betydelsefulla komponenter i dessa långsiktiga satsningar. Därför genomgår alla program en utvärdering inför varje ny treårsetapp.

Utvärderingarna är viktiga av flera skäl. De bidrar till lärande och utveckling av varje enskilt program. De bidrar också till lärande hos oss finansiärer, för att vi ytterligare ska kunna utveckla våra forsknings- och innovationsfrämjande insatser. Därtill är de en viktig del av underlaget för att bedöma om ett program ska få fortsatt finansiering, och ett verktyg för att undersöka och spåra hur och i vilken utsträckning programmen åstadkommer tänkta resultat och effekter.

2022 har de fem första strategiska innovationsprogrammen varit verksamma i nio år, och därför genomgått sin nioårsutvärdering. Denna gång har en särskild tyngdpunkt legat på att undersöka resultat och tidiga effekter av programmen. Utvärderarna har också följt upp handlingsplaner från sexårsutvärderingen, samt lämnat rekommendationer inför programmens fjärde och sista treårsetapp.

Likvärdighet och oberoende har varit två ledstjärnor i utvärderingsprocessen. Vinnova, Energimyndigheten och Formas har upphandlat Sweco Sverige AB för att genomföra nioårsutvärderingarna. Innehållet, slutsatserna och rekommendationerna i denna rapport är deras.

Det är med stort intresse vi har tagit del av utvärderingens resultat. Vi hoppas att denna rapport, tillsammans med övriga utvärderingar av de strategiska innovationsprogrammen, ska bidra till kunskap och insikter hos alla som vill stärka svensk innovationskraft och skapa förutsättningar för hållbara lösningar på globala samhällsutmaningar.

Stockholm, december 2022

Klara Helstad
Enhetschef,
hållbar industri
Energimyndigheten

Emma Gretzer
Avdelningschef,
samhällsbyggande
Formas

Jonas Brändström
Avdelningschef,
samhällsutveckling
Vinnova

Den myndighetsgemensamma styrgruppen för strategiska innovationsprogram

Sammanfattning

Metalliska material startade 2013 och samlar den svenska metallindustrin kring en gemensam innovationsagenda. Utvärderingen avser åren 2013–2021 med ett visst fokus på de tre senaste åren. Den övergripande slutsatsen är att Metalliska material är välorganiserat och bedriver ändamålsenliga insatser grundade i strategiska behovsanalyser. Programmet har en god struktur och gedigen uppföljning, och har axlat rollen som nationell kraftsamlande aktör och samverkansplattform. Förutsättningarna att bidra till effekter är därmed goda.

Utvärderingen visar att programmet i hög grad har mobiliserat relevanta aktörer och bidragit till nätverk mellan forskningsinstitut, lärosäten och företag. Nya nätverk och samarbeten med en bredd av aktörer har bidragit till betydande kunskapsöverföring och kompetenshöjning. Gjuteribranschen och aluminiumindustrin förefaller ha påverkats på systemnivå genom att närma sig stålindustrin. Samarbeten längs värdekedjor har varit särskilt värdefulla.

Kunskapshöjning bland deltagarna är ett viktigt resultat. Deltagandet har även bidragit till bättre besluts- och samarbetsförmåga i innovationsfrågor samt mer långsiktig sektorsövergripande samverkan. Följdprojekt samt utveckling av demonstratorer och prototyper är vanliga effekter. Implementeringen av resultat i företagens verksamheter förväntas dock oftast uppnås först på sikt. Forskningsmiljöerna har genom deltagandet blivit mer industrirelevanta.

Projekten har hittills genererat kommersiella effekter i begränsad utsträckning. Det är väntat eftersom projekten rör tidiga skeden i produkt- och processutvecklings-förloppen. På sikt förväntar sig företagen stärkt internationell konkurrenskraft, ökade marknadsandelar och ökad omsättning. Deltagande forskare förväntar sig på sikt metodutveckling samt nya eller modifierade material eller ny teknik. Jämfört med utvärderingen för tre år sedan uppger en större andel företag nu att de har implementerat nya material och ny teknik i befintliga produkter, och en större andel forskare att de utvecklat nya eller modifierade material eller ny teknik.

På systemnivå har Metalliska materials inkluderande arbetssätt effektiviserat sektorns dialog och strategier inom hållbarhet, cirkulär ekonomi, kompetens-försörjning, attraktivitet, additiv tillverkning, elektrifiering och digitalisering. Programmet har kompletterat större transformativa satsningar som Hybrit

Utvärderingen tyder på att Metalliska materials mervärde är betydande. Den breda mobiliseringen i värdekedjorna och kunskapsöverföringen mellan stål-, aluminium- och gjuteriföretagen hade sannolikt inte varit möjliga utan programmet. Det ger också mervärde som nätverksbyggare, plattform för samverkan och till metallindustrins kompetensförsörjning och attraktivitet.

1. Utvärderingen i korthet, slutsatser och rekommendationer

Den här rapporten presenterar nioårsutvärderingen av det strategiska innovationsprogrammet (SIP) Metalliska material. Utvärderingen är genomförd av Sweco på uppdrag av Verket för innovationssystem (Vinnova), Forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggande (Formas) och Energimyndigheten. Utvärderingen avser åren 2013–2021 med ett visst fokus på de tre senaste åren och har tyngdpunkten på resultat och effekt. Den har genomförts med en kombination av metoder, däribland expertbedömning, under perioden januari till november 2022. I detta avsnitt sammanfattas först svaren på de utvärderingsfrågor som har väglett utvärderingen. Därefter följer utvärderingens övergripande slutsatser och rekommendationer.

1.1 Sammanfattning

Metalliska material har samlat den svenska metallindustrin kring en gemensam agenda för forskning och innovation (Fol) med fokus på förnyelse, tillväxt och ökad konkurrenskraft. En viktig del i verksamheten har varit att mobilisera aktörer från hela värdekedjan, initiera samarbeten och bygga nätverk mellan stora företag, små och medelstora företag (SMF) samt relevanta forskningsinstitut och lärosäten. Agendans mål ska nås genom utlysningar, enskilda projekt och aktiviteter som exempelvis årliga konferenser. Verksamheten inleddes 2013 och har finansierats i tre årsetapper med ett tänkt avslut efter tolv år. Metalliska material leds av Jernkontoret som är den svenska järn- och stålindustrins branschorganisation. Jernkontoret har ett nära samarbete med branschorganisationerna Svenskt Aluminium och Svenska Gjuteriföreningen.

1.1.1 Mobilisering, kompetensutveckling och samverkan

Metalliska material har engagerat viktiga forskningsinstitut och mobiliserat flera av de stora relevanta företagen. Programmet har bidragit till nya nätverk och samarbeten med en bredd av aktörer som har delat kunskaper och kompetenser med varandra. Utvärderingen visar att samarbeten längs med värdekedjor har varit särskilt värdefulla, liksom samarbeten som skapats mellan branscher. Samarbetet mellan branschorganisationerna Jernkontoret, Svenskt Aluminium och Svenska Gjuteriföreningen har varit betydelsefullt för parterna och bidragit till ökad kunskap och lärande där aluminiumbranschen och gjuterinäringen har dragit nytta av samarbetet med den i sammanhanget mer erfarna stålindustrin. Utöver etablerade företag har programmet också lyckats nå mer utpräglat innovationsdrivna och entreprenöriella företag och uppstarts företag.

Såväl företag som institut och lärosäten uppger att projektdeltagandet har resulterat i ökad samarbets- och innovationsförmåga. Utvärderingen tyder på att medverkan också har resulterat i bättre strategiska beslut i innovationsfrågor och ökad förmåga att samarbeta internt i sina organisationer. Projekten har i flera fall inneburit början till långsiktig Fol-samverkan mellan aktörer. Utvärderingen visar dock att få SMF uppger att projekten bidragit till långsiktig Fol-samverkan. En anledning kan vara att SMF saknar kapacitet att kontinuerligt upprätthålla Fol-samarbeten utan projektrelaterade incitament.

1.1.2 Bidrag till att styra utvecklingen i rätt riktning

Metalliska material har fokuserat på incitament för att styra utvecklingen inom områden som cirkulär ekonomi, kompetensförsörjning och attraktivitet, additiv tillverkning, elektrifiering och digitalisering. Programmet har arbetat på en strategisk nivå för att styra utvecklingen både i agendans utpekade riktning och i riktning mot de övergripande effektmålen för de strategiska innovationsprogrammen. Detta bland annat genom att involvera en bredd av aktörer i nätverk, och genom enskilda projekt och tematiska utlysningar. Genom att involvera programmets Agendaråd och de nätverk som rådets ledamöter har till sitt förfogande har man skapat förankring och delaktighet kring behov och utmaningar. Metalliska material har även fungerat som ett komplement till stora och viktiga satsningar på omställning till hållbarhet som *HYdrogen BReaktrough Iron-making Technology*, (HYBRIT) och *H2 Green Steel* inom fossilfri stålproduktion och satsningar inom plattformen Samforsk klimat.

1.1.3 Kommersiella bidrag

Utvärderingen visar att företag, institut och lärosäten har utvecklat industrirelevant teknik, metoder och processer och fått till stånd en mer industrinära forskning. För företag och institut och lärosäten har projektmedverkan framför allt lett till nya Fol-projekt med svensk offentlig delfinansiering. Utvecklingen av demonstratorer och prototyper är alltså en viktig realiserad effekt för deltagarna. För företagen är ökad kvalitet i befintliga produkter och processer en viktig effekt som projektmedverkan bidragit till.

Företagsrespondenterna har högre förväntningar på framtida effekter än på hittills uppnådda. Framför allt förväntar de sig att nya material och ny teknik ska implementeras i befintliga produkter. Utvärderingen tyder på att det har skett positiva rörelser sedan sexårsutvärderingen. Företagsrespondenter som tillfrågades i sexårsutvärderingen, uppger i nioårsutvärderingen i högre utsträckning att de har introducerat en ny produkt eller process i sin verksamhet och implementerat nya tillverknings- eller produktionsmetoder. I motsvarande grupp bland forskarna anger en större andel att de har utvecklat nya eller modifierade material eller tekniker jämfört med för tre år sedan.

Institut och lärosäten förväntar sig att medverkan på sikt ska bidra till utveckling av metoder, och nya eller modifierade material eller tekniker. En majoritet av dem uppger även ökad kapacitet att bidra till omställningen till ett hållbart samhälle som en långsiktig effekt av deltagandet. På längre sikt förväntar sig företagen att projektmedverkan ska leda till stärkt internationell konkurrenskraft, ökade marknadsandelar, och ökad omsättning.

Utvärderingen visar att Metalliska material har en balanserad projektportfölj där hälften av projekten är av mer inkrementell än radikal karaktär. Vi noterar en ökad vilja att genomföra fler högriskprojekt. Programmet skapar, genom Fol-projekten, förutsättningar för organisationer att utforska och prova metoder, tekniker och processer, som de annars inte hade gjort. Det innebär att icke framkomliga utvecklingsspår kan uteslutas vid negativa testresultat och den nyvunna kunskapen medför att organisationen kan investera sina resurser klokare framöver.

1.1.4 Mervärde med programmet

Utvärderingen tyder på att Metalliska materials mervärde är betydande. Programmet har inneburit att aktiviteter genomförts som annars inte hade skett. Utväxlingen av deltagandet blir troligen också högre än om företagen hade satsat motsvarande resurser internt. Det projektstöd som programkontoret har erbjudit Fol-projekten har dessutom givit ett mervärde i de konkreta projektgenomförandena. Programmet innebär också mervärden i kvalitativa avseenden, däribland:

- Funktionen som nationell kraftsamling, nätverksbyggare och samverkansplattform för de metallproducerande och metallbearbetande branscherna.
- Rollen som pådrivare, samordnare och medvetandegörare i hållbarhetsfrågor.
- Programmets betydelse för kompetenshöjning, kompetensförsörjning och branschens attraktivitet.
- Programmets strategiskt grundade arbetssätt som bidragit till att identifiera och stärka nationella värdekedjor genom att bland annat synliggöra den metallutvinnande industrins betydelse för råvaruförsörjningen.
- Programmets komplementära roll i relation till stora och viktiga insatser i omställningen till ett fossilfritt samhälle, exempelvis Hybrit och *H2 Green Steel*.

1.1.5 Bidrag till SIP-instrumentets effektmål

Metalliska material bidrar till samtliga effektmål som gäller för SIP-instrumentet. Bidragen är tydligast med avseende på effektmålen Stärkt hållbar tillväxt och Att göra Sverige till ett attraktivt land att investera och bedriva verksamhet i. Programkontoret följer systematiskt upp hur aktiviteter och insatser bidrar till de effektmålen.

Metallindustrin är i egenskap av energiintensiv basindustri, stor exportör och central råvaruproducent av avgörande betydelse för hållbar tillväxt, och Metalliska material fungerar som kompletterande visavi de större transformativa satsningar som sker i den omställning som industrin idag befinner sig i. Programmet har dock begränsad rådighet över de grundläggande strukturproblem som hindrar omställning och tillväxt, såsom brist på fossilfri planerbar energiproduktion, kompetensförsörjningsproblematik, och tillståndsproblematik.

1.1.6 Genomförande av handlingsplan efter sexårsutvärderingen

Utvärderarnas bedömning är att handlingsplanen efter sexårsutvärderingen har genomförts på ett tillfredsställande sätt. De rekommendationer som gavs till programmet har genomlysts och hanterats. Eftersom rekommendationerna huvudsakligen låg i linje med befintliga insatser har hanteringen inte inneburit någon kursändring för programmet.

1.2 Slutsatser

Den övergripande slutsatsen är att Metalliska material är ett välskött och välfungerande program med en hög grad av reflektion kring projektportföljen och dess koppling till programmets resultat och effektmål. Genom strategiska behovsanalyser, god struktur och välutvecklad uppföljning av projekten har programmet bedrivit ändamålsenliga insatser genom de finansieringsinstrument det har till sitt förfogande. Programmet har styrts effektivt och inriktningen har anpassats till såväl förändrade omvärldsfaktorer som förändrade behov bland företag, institut och lärosäten.

Programmet har i hög grad mobiliserat relevanta aktörer, och samarbeten längs värdekedjor har varit särskilt värdefulla. Nya nätverk och samarbeten med en bredd av aktörer har bidragit till betydande kunskapsöverföring och kompetenshöjning. Inte minst synes gjuteribranschen och aluminiumindustrin ha påverkats på systemnivå genom att närma sig stålindustrin. Projektdeltagarna vittnar om ökad samarbetsförmåga och innovationsförmåga. Företag, institut och lärosäten har tillsammans utvecklat industrirelevant teknik, metoder och processer och nya material och bidragit till en mer industrinära forskning. Den samlade kunskapshöjning som projekten bidragit till är sannolikt ett av de mest värdefulla resultaten. Implementeringen av resultat i ordinarie verksamhet förväntas dock uppnås först på längre sikt.

Metalliska material har skapat betydelsefulla mervärden. Framför allt har programmet utgjort en samverkansplattform och genererat samarbeten mellan en bredd av aktörer från olika branscher. Programmet har även bidragit till att förändra självbilden inom branschen och öka attraktiviteten genom de sju steg mot förnyelse, tillväxt och ökad konkurrenskraft som beskrivs i agendan. En viktig aspekt med Fol-projekt är att de kan ge underlag som visar att vissa vägval *inte* ska göras, vilket är ett mervärde i

bemärkelsen att tid och resurser inte spills i onödan. Programmet har sålunda skapat förutsättningar att utforska och testa metoder, tekniker, arbetssätt, processer, samt deras tillämpbarhet. Förutom utlysningssprojekten har programmet använt möjligheten till enskilda projekt och andra aktiviteter för att åstadkomma systemorienterad påverkan.

Enligt utvärderarnas bedömning uppvisar programmet vissa svagheter. År 2025 behöver programmet kunna visa i vilken utsträckning programmets effektmål har uppnåtts. Det finns behov av att förtydliga bedömningsgrunden för dessa, främst med avseende på effektmål där svensk metallindustri förväntas vara "globalt ledande" eller "ha skapat de bästa förutsättningarna i världen". Det finns även möjlighet för programkontoret att göra mer övergripande resultatanalyser, exempelvis utifrån agendas sju steg mot förnyelse, tillväxt och ökad konkurrenskraft i syfte att ytterligare öka branschens kunskap samt kommunicera insikter som kan vara till nytta för innovationsområdet i sin helhet.

Programmet bidrar till SIP-instrumentets övergripande effektmål med ett särskilt tydligt bidrag till målet Stärkt hållbar tillväxt. Eftersom metallindustrin har betydelse för hållbar tillväxt är programmets bidrag viktigt. I sexårsutvärderingen bedömdes programmet bidra till en hållbar samhällsutveckling främst ur ett ekonomiskt och klimat- och miljömässigt hänseende. Utifrån nioårsutvärderingens underlag är bedömningen att programmet också gör bidrag inom social hållbarhet, exempelvis genom insatser inom kompetensförsörjning. Som nämnts ovan har programmet dock en begränsad rådighet över grundläggande strukturer som hindrar omställning och tillväxt, som fossilfri planerbar energiproduktion och kompetensförsörjning. Relevanta myndigheter och ytterst den nationella politiken har här det egentliga ansvaret.

1.3 Rekommendationer

Utifrån utvärderingen har vi formulerat följande rekommendationer inför en eventuell avslutande etapp av Metalliska material:

- Metalliska material behöver säkra fortlevnaden för programmets viktigaste inslag efter att det avslutats. **En exitstrategi bör tas fram i syfte att tillvarata och bibehålla betydelsefulla bidrag från programmet. Den bör omfatta följande:**
 - **Förslag på hur en eventuell fortsättning av nätverk och samverkansplattform kan se ut efter avslut, exempelvis avseende administrativ och juridisk form och finansiering.** Metalliska material har som samverkansplattform och nätverksbyggare genererat samarbeten mellan en bredd av aktörer, branscher och längs värdekedjor. Andra branschorganisationer har gynnats av samverkan med Jernkontoret, och kanaliseringen av områdets behov genom Agendarådet och programstyrelsen utgör en kraftsamling. Det finns behov av att säkra

fortlevnaden av de strukturer som även på sikt kan bidra till systemiska effekter och betydelsefulla mervärden.

- **En plan för hur arbetssätt kan implementeras hos samverkande parter och/eller kommuniceras till andra strategiska innovationsprogram för att bidra till ökat lärande.** Metalliska material är ett välskött program med god struktur och uppföljning. Det bör finnas god möjlighet att tillvarata arbetet med projektstöd, manualer, checklistor, avtal och projektportföljsanalyser för att bidra till ett lärande för samarbetsparter och andra strategiska innovationsprogram.
- **Utpekande av organisation som kan axla den samordnande och pådrivande rollen inom hållbarhet.** Metalliska material har agerat samordnande och pådrivande inom hållbarhet. Med tanke på att hållbarhet har blivit en allt viktigare fråga för företagen bör programmet undersöka vilken aktör som kan axla den rollen efter programmets avslut. Vidare bör de nya beteenden som har uppstått ur hållbarhetsarbetet dokumenteras och kommuniceras för ökad kunskapsspridning.
- **Fördjupade resultatanalyser av projektportföljen** i syfte att på aggregerad nivå uppnå lärdomar och insikter som kan vara till nytta för branschen och för innovationsområdet i sin helhet.
- År 2025 behöver Metalliska material kunna visa i vilken utsträckning programmets effektmål har uppnåtts. Det finns behov av att förtydliga bedömningsgrunden för dessa. Effektmålen är i allmänhet formulerade i relation till omvärlden vilket skapar ett behov av att göra en benchmarkanalys gentemot viktiga konkurrentländer för att kunna bedöma uppfyllelsen av programmets mål att vara "globalt ledande" eller "ha skapat de bästa förutsättningarna i världen". **Metalliska material bör genomföra en benchmarkanalys gentemot viktiga konkurrentländer inom insatsområdet för att bedöma i vilken utsträckning programmet har uppnått målen att vara internationellt ledande vid programmets avslut.**

2. Uppdrag och genomförande

2.1 Uppdrag

Verket för innovationssystem (Vinnova), Forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggande (Formas) och Energimyndigheten (härefter beställarna) har gett Sweco i uppdrag att utvärdera samtliga 17 Strategiska innovationsprogram (SIP). Utvärderingen består i praktiken av 17 separata utvärderingar som genomförs efter att respektive program har pågått i nio år. Den här rapporten presenterar utvärderingen av Metalliska material.

Enligt beställarnas utvärderingsplan för SIP-instrumentet ska nioårsutvärderingens tyngdpunkt ligga på att följa upp resultat och effekt. Utvärderingen ska även bidra till lärande om insatsformen och rekommendationer inför en eventuell avslutande etapp. De huvudsakliga målgrupperna är beställarna samt SIParnas programkontor och styrelser. Uppdraget baseras på fem utvärderingsfrågor som beställarna har formulerat:

1. Vilka resultat har hittills åstadkommit genom de projekt som har finansierats inom SIPen, och hur har programmet inklusive projekten utvecklats under programmets nio år, avseende:
 - a. I vilken utsträckning har projekten lyckats mobilisera rätt kategorier eller konstellationer av aktörer och/eller bidragit till att öka eller vässa deras kompetens i något väsentligt avseende?
 - b. I vilken utsträckning har projekten bidragit till utveckling av metoder, arbetssätt och processer, som dels konkret innebär samverkan mellan aktörerna, dels sådana processer som är interna hos olika aktörer?
 - c. I vilken utsträckning har projekten bidragit till utveckling av ändamålsenliga regler eller andra incitament som styr utvecklingen i rätt riktning?
 - d. I vilken utsträckning har projekten bidragit till att få fram ny teknik, att bygga infrastruktur eller till att det har utvecklats nya framgångsrika produkter (varor och tjänster)?
2. Vilket mervärde har SIPens verksamhet haft för utvecklingen i det område som de verkar inom?
3. På vilket sätt bidrar verksamheten i SIPen till de övergripande effektmålen för hela satsningen på SIPar? Har de senaste tre åren bidragit till en utveckling avseende effektmålen jämfört med utfallet i sexårsutvärderingen?
4. Hur väl har SIPen lyckats genomföra arbetet med handlingsplanen som togs fram efter sexårsutvärderingen?

5. Vilka är rekommendationerna för att SIPen ska vara framgångsrik i en avslutningsfas?

2.2 Metod och genomförande

Uppdraget baseras på ett ramverk som är gemensamt för alla 17 utvärderingarna. Det har genomförts under januari till december 2022 av Sweco under ledning av Mona Hallström Hjorth och med Erik Cederberg som huvudsaklig medarbetare. De fem utvärderingarna under 2022 har samordnats av Tobias Fridholm och Mona Hallström Hjorth, och kvalitetssäkrats av Tommy Jansson.

Stort tack till intervjupersoner och enkätrespondenter i och kring Metalliska material. Ett särskilt tack till programkontoret som bistått med dokumentation och i övrigt hjälpt utvärderingsteamet på ett förtjänstfullt sätt. Tack även till våra kontaktpersoner hos beställarna som har varit mycket hjälpsamma under hela processen.

Utvärderingens metoder och genomförande presenteras ingående i en fristående metodrapport som är gemensamt för de fem utvärderingarna som genomförs 2022. I korthet baseras utvärderingen på följande metoder:

Dokumentstudier av ett omfattande material, däribland programmets agendor och effektlogik

Registeranalyser av deltagar- och finansieringsdata

Självvärderingsenkät som Metalliska materials programkontor fyllt i

Intervjuer med fem företrädare för programkontor, styrelse och finansiärer

Enkäter till projektdeltagare 2013–2021:

- Företagsenkäten skickades till 296 personer och fick 119 svar (40 procents svarsfrekvens)
- Forskarenkäten skickades till 150 personer och fick 76 svar (51 procent)

Fallstudier av tre särskilt betydelsefulla eller intressanta bidrag, identifierade i samråd med Metalliska material och presenterade i Bilaga 1 Fallstudier Metalliska material:

- Additiv tillverkning
- Kompetensförsörjning
- Framtidens materialdesign

Expertgranskning utförd av en ämnesområdesexpert och två experter på innovationspolicy. Experternas rapport återfinns i Bilaga 2

Tolkningsseminarium den 19 september där representanter för Metalliska material och beställarna deltog

I analysen av bortfall bland enkätrespondenterna observerar vi att deltagare som har tillkommit sedan 2019 är överrepresenterade, dels för att en högre andel av utskicken till den gruppen har nått avsedd mottagare, dels för att gruppens svarsfrekvens är högre.¹ I övrigt ser vi inte några systematiska skillnader i enkätsvaren. En detaljerad bortfallsanalys redovisas i metodrapporten.

Vissa av enkätfrågorna är identiska med frågor i sexårsutvärderingen, för att underlätta jämförelser av effekterna. Av metodskäl, som redovisas i detalj i metodrapporten, har vi valt att enbart nämna skillnader mellan de två utvärderingarna som uppgår till 10 procentenheter eller mer. Dessa förändringar betraktar vi som "säkra". I vissa fall där vi har analytiskt stöd i resonemangen nämner vi även skillnader i övergripande mönster där skillnaderna för enskilda frågor är mindre än 10 procentenheter.

2.2.1 Terminologi

Följande termer används återkommande i rapporten och förtjänar en förklaring:

Effekt avser, särskilt på rubriknivå, både resultat och effekt utifrån deltagandet

Institut avser forskningsinstitut

Medfinansiering avser den finansiering i form av arbetstid, tillgång till utrustning eller kontanter som projektdeltagande organisationer bidrar med i ett projekt

Lärosäte avser universitet eller högskola

Offentlig finansiering avser den finansiering som Vinnova bidrar med till ett projekt

Små och medelstora företag (SMF) avser företag med upp till 249 anställda som inte ingår en koncern som sammantaget överstiger den storleken

Stora företag avser företag med 250 eller fler anställda, vilket inkluderar företag som ingår i en koncern som sammantaget har den storleken

2.3 Rapportens upplägg

Rapportens upplägg speglar utvärderingsfrågorna. Som regel avhandlas en fråga per kapitel. I det föregående **kapitel 1** sammanfattas rapporten. Där återfinns även utvärderingens slutsatser och rekommendationer. I **kapitel 3** introduceras Metalliska material och dess insatsområde. **Kapitel 4** presenterar effekter i deltagande organisationer medan **kapitel 5** rapporterar effekter på systemnivå, det vill säga bortom enskilda organisationer. I **kapitel 6** analyseras mervärdet med programmet. **Kapitel 7** presenterar utvärderarnas bedömning av hur Metalliska material har genomfört handlingsplanen efter den förra utvärderingen. I **kapitel 8** bedömer utvärderarna hur Metalliska material bidrar till de övergripande effektmålen för SIP-instrumentet.

¹ Cirka 90 procent av utskicken nådde avsedd mottagare jämfört med 70 procent i den grupp som även deltog före 2019. Svarsfrekvensen i den grupp som tillkommit sedan 2019 var drygt 50 procent jämfört med knappt 40 procent för den andra gruppen.

3. Om Metalliska material

3.1 Insatsområde

Det strategiska innovationsprogrammet (SIP) Metalliska material har samlat den svenska metallindustrin kring den gemensamma forsknings- och innovationsagendan *Nationell samling kring metalliska material. En strategisk forsknings- och innovationsagenda 2020* med fokus på förnyelse, tillväxt och ökad konkurrenskraft. Målet är att fokusera områdets forskning och innovation på strategiskt viktiga områden för att stötta industrin att utnyttja de möjligheter som identifierats på den globala marknaden. Verksamheten inleddes 2013 och har finansierats i treårsetapper med ett tänkt avslut efter tolv år. Metalliska material leds av Jernkontoret som är den svenska järn- och stålindustrins branschorganisation. Jernkontoret har ett nära samarbete med branschorganisationerna Svenskt Aluminium och Svenska Gjuteriföreningen.

Efterfrågan på stål, aluminium och gjutna produkter förväntas öka de kommande åren.^{2 3} Det beror bland annat på elektrifieringen av fordonsflottan, infrastruktursatsningar som järnväg, vindkraft, solkraft och mobiltelefoni och framväxten av nya marknader. Genom att skapa nya nätverk och nya aktörskonstellationer har Metalliska material haft ambitionen att kraftsamla och initiera utveckling inom viktiga områden som elektrifiering, AI och cirkulär ekonomi.

År 2020 uppdaterade Metalliska material sin agenda. I den reviderade agendan lyfts ett antal omvärldsförändringar fram som betydelsefulla för det fortsatta arbetet. Bland annat betonas hållbar utveckling än mer med hänvisning till Förenta nationernas 17 globala hållbarhetsmål (Strategic Development Goals, SDG), "Agenda 2030". Även den svenska regeringens beslut att Sverige ska bli världens första klimatneutrala välfärdsland, med netto noll utsläpp av växthusgaser senast 2045⁴, har påverkat agendan. En konsekvens av dessa beslut är att nya tekniker för att eliminera utsläppen vid framställningen av metaller har hamnat i fokus för programmet och tekniker som kräver betydligt mer omfattande och riskabel omställning än vad konventionell effektivisering gör. Förutom framställning av metaller har även användningen av metallerna hamnat i blickfånget. I agendan lyfts exempelvis energisidans efterfrågan på material för vind- och solkraft. På fordonssidan sker en än större förändring, där elektrifieringen förändrar hur fordonen

² Se exempelvis Watari et al 2021. "Major metals demand, supply, and environmental impacts to 2100: A critical review" i *Resources, Conservation and Recycling* vol 164, 2021. Watari et al går igenom ca 70 studier och finner att efterfrågan på metaller sannolikt kommer fortsätta öka under 2000-talet. Störst förväntad efterfrågeökning 2050 jämfört med 2010 prognosticeras för aluminium (215 procent), koppar (140 procent), nickel (140 procent) och järn (86 procent) enligt de mer moderata skattningarna.

³ Den strategiska Fol-agendan för gjutna produkter 2013–2030 (Svenska Gjuteriföreningen tillsammans med flera institut och högskolor, 2013), *Gjutna produkter i ett hållbart samhälle, för tillväxt och internationell konkurrenskraft i samverkan*, anmärker att efterfrågan på gjutna komponenter ökat kraftigt samt att "användning av gjutna komponenter även i framtiden kommer att öka stadigt" (sid. 5).

⁴ Se exempelvis Regeringen (2017) *Ett klimatpolitiskt ramverk för Sverige*. Regeringens proposition 2016/17:146, Regeringen (2017) *En klimatstrategi för Sverige*. Regeringens skrivelse 2017/18:238 och *Klimatlag* (2017:720).

byggs och hur drivlinor ser ut och därmed hur metaller används. När metallerna har använts ska de dessutom kunna användas igen för att bidra till en cirkulär ekonomi som minskar behovet av nytt material.

3.2 Mål, organisation och implementering

Visionen i agendan är att



Svensk metallindustri ska vara en väl känd och viktig möjliggörare i världens strävan att forma en bättre framtid. Det innebär att dess erbjudanden till kund ligger i den absoluta tekniska, ekonomiska och miljömässiga framkanten och utvecklas av drivna, engagerade och innovativa människor. Samtidigt har tillverkningsmetoderna ett så litet miljömässigt fotavtryck som det bara är möjligt.

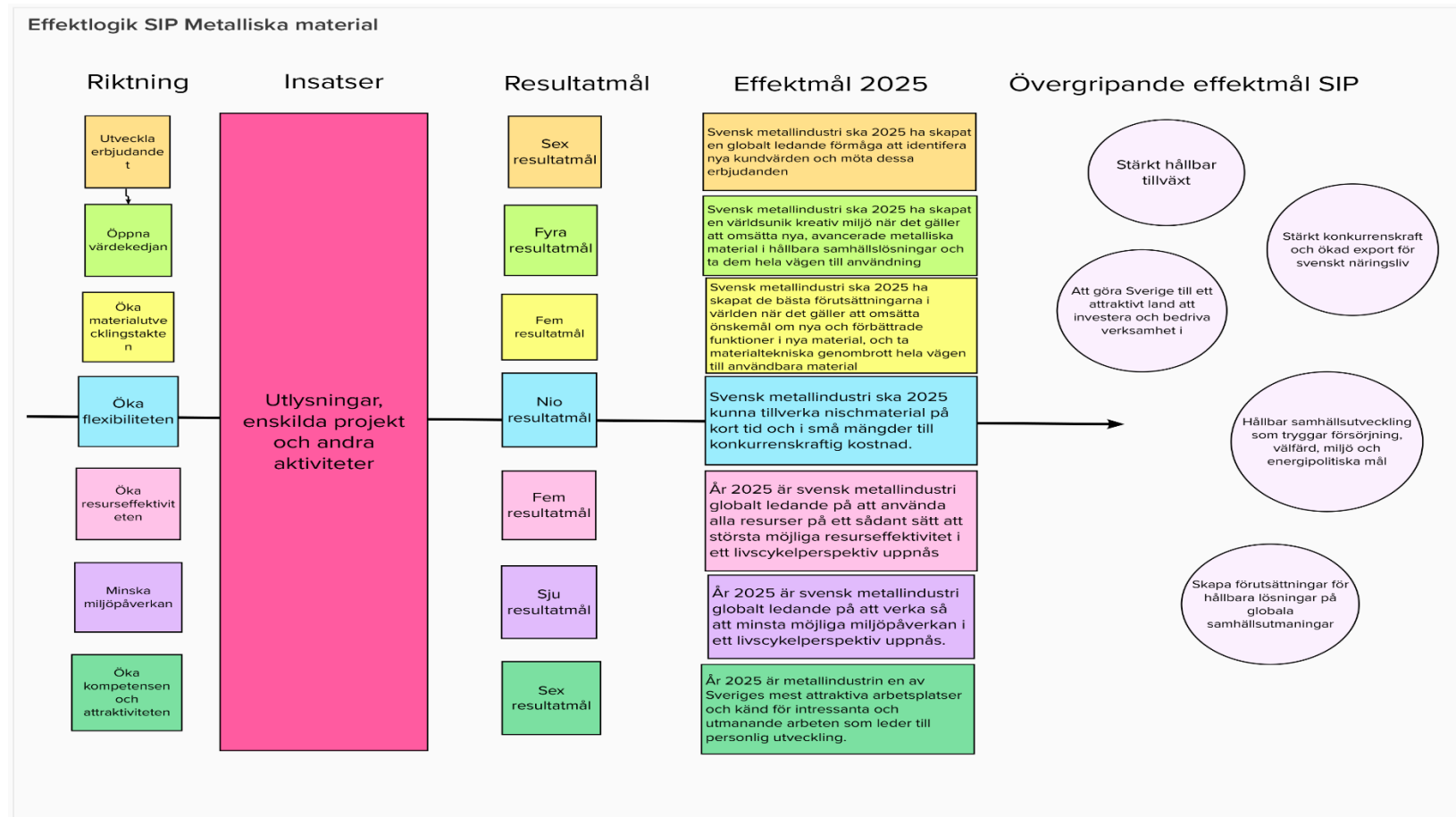
För att förverkliga visionen tar agendan avstamp i sju steg mot förnyelse, tillväxt och ökad konkurrenskraft:

1. Utveckla erbjudandet
2. Öppna värdekedjan
3. Öka materialutvecklingstakten
4. Öka flexibiliteten
5. Öka resurseffektiviteten
6. Minska miljöpåverkan
7. Öka kompetensen och attraktiviteten

Dessa steg har varit oförändrade sedan programmet startade, liksom de effektmål som formulerats för respektive steg. Effektmålen har brutits ned i ett antal resultatmål. De förändringar som föranletts av den reviderade agendan har bland annat varit 1) nya mål med avseende på hållbarhet, samt 2) förtydligade och förenklade resultatmål som reducerats från 55 till 44.

I Figur 1 har utvärderarna (härefter: vi) visualiserat Metalliska materials effektlogik, inklusive de övergripande effektmålen för hela satsningen på strategiska innovationsprogram.

Figur 1 Metalliska materials effektlogik



Källa: Metalliska material

Metalliska materials organisation består av en programstyrelse, ett agendaråd och ett programkontor.

Programstyrelsen beslutar om programmets budget och ekonomiska redovisning, förslag om enskilda projekt och programkontorets planering. Det är programstyrelsen som årligen utser representanter till Agendarådet. Programstyrelsen har sex ledamöter från Jernkontoret (ordförande), SSAB, KTH, Scania (representerar också Svenska Gjuteriföreningen), Svenskt Aluminium och SECO Tools.

Agendarådet tillser att programmets insatser följer agendans mål och vision, håller agendan aktuell, lämnar förslag och rekommendationer till styrelsen, bistår programkontoret som referensgrupp, idé- och strategiutvecklare samt med nätverk. Agendarådet har 21 ledamöter som utses av styrelsen på ett år i taget. Åtta ledamöter ska vara verksamma inom stålområdet, fyra ledamöter vardera inom gjutning och bearbetning samt tre inom aluminium. Därutöver ska två ledamöter ha erfarenheter från offentlig forskningsfinansiering.

Programkontoret förvaltar agendan, kommunicerar och mäklar idéer, föreslår, stödjer och genomför insatser, och rapporterar till programstyrelsen. Programkontoret har en programchef, en biträdande programchef och en projektkoordinator. På programkontoret finns även en kommunikatör och en projektassistent.

Programmet har två insatsformer, utlysningar och enskilda projekt. Programmet anordnar även andra aktiviteter, så som en årlig programkonferens, och administrerar hemsidan www.metalliskamaterial.se.

Utlysningarnas inriktning och avgränsning föreslås av programmet men beslutas och utförs av Vinnova. De första utlysningarna hade en bred inriktning över hela eller delar av programmets område, men programkontoret upplevde att risktagandet och innovationshöjden över lag inte blev tillräckligt med detta förfarande. Därför satsade programmet mer på riktade utlysningar och teman för att få projekt med mer risk och högre innovationshöjd.

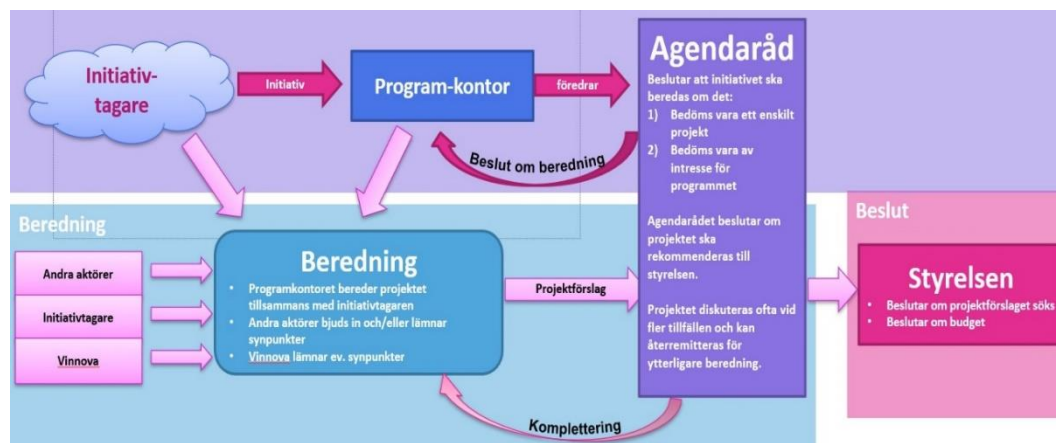
Enligt uppgift från programkontoret har programmet sedan starten haft 24 utlysningar. Utöver detta har beslut om enskilda projekt och aktiviteter i programmet tagits. Programmets totala projektportfölj finns inom agendans samtliga sju steg. Totalt har programmet startat 219 projekt varav 165 avslutats och 54 pågick vid 2021 års slut. Av dessa 219 projekt är 181 utlysningsprojekt och 38 enskilda projekt.⁵

Initiativ till **enskilda projekt** kan komma från programstyrelsen, Agendarådet och programkontoret, andra strategiska innovationsprogram eller initiativtagare.

⁵ Uppgift från programkontoret per den 31 augusti 2022.

Programkontoret har tagit fram en process för beredningen av de enskilda projekten för att säkerställa att projekten är relevanta för programmet, se Figur 2

Figur 2 Process för enskilda projekt



Källa: Programkontoret

Genom enskilda projekt har programmet tagit fram färdplaner, behovsanalyser och kartläggningar, som i sin tur varit strategiska underlag för tematiska utlysningar. Stöd har även givits till forsknings- och innovationsprojekt som programmet bedömt inte skulle ha rymts inom öppna utlysningar, bland annat på grund av aktörkonstellationen eller arbetsformen. I Tabell 1 nedan återfinns ett urval avslutade och pågående enskilda projekt till och med 2021.

Tabell 1 Urval avslutade och pågående enskilda projekt

Jag kom, jag såg, jag stannade - paraplyprojekt för att stärka metallindustrins kompetensförsörjning	Like an engineer- skapa ett koncept för unga om metallindustrins attraktivitet som arbetsgivare	Metallkompetens I & II- utbildningsmaterial om metalliska material och valideringssystem på digital plattform	Framtidens arbete- kartlägga möjligheter, utmaningar och effekter av digitalisering i den svenska metallindustrin
DATAFLOW- hitta mönster i nya dataflöden för att bättre förstå tillverkningsprocesser	Manufacturing guide I & II- en gratisjänst som hjälper de som arbetar med produktutveckling och tillverkning att hitta rätt material, bearbetningsmetod och leverantör	Grön masugn- framtida utveckling mot lägre CO2-emission vid svenska integrerade stålverk	AluKrets - aluminium- kretsloppet-kartläggning och analys av förluster i det svenska aluminium- kretsloppet
P17 – Patrullbåt P17- utveckla ny värdekedja kring metalliska material	STILride- innovativ plåtformningsmetod för konsumentnära produkter	Agenda 2030- kompassen – utveckla metodik och verktygstöd för utvärdering av hur olika strategiska beslutsalternativ bidrar till att skapa samhällsnytta	GRETA - gjutna produkter med resurseffektiva tillverkningsprocesser och affärsmodeller

3.3 Finansieringsanalys

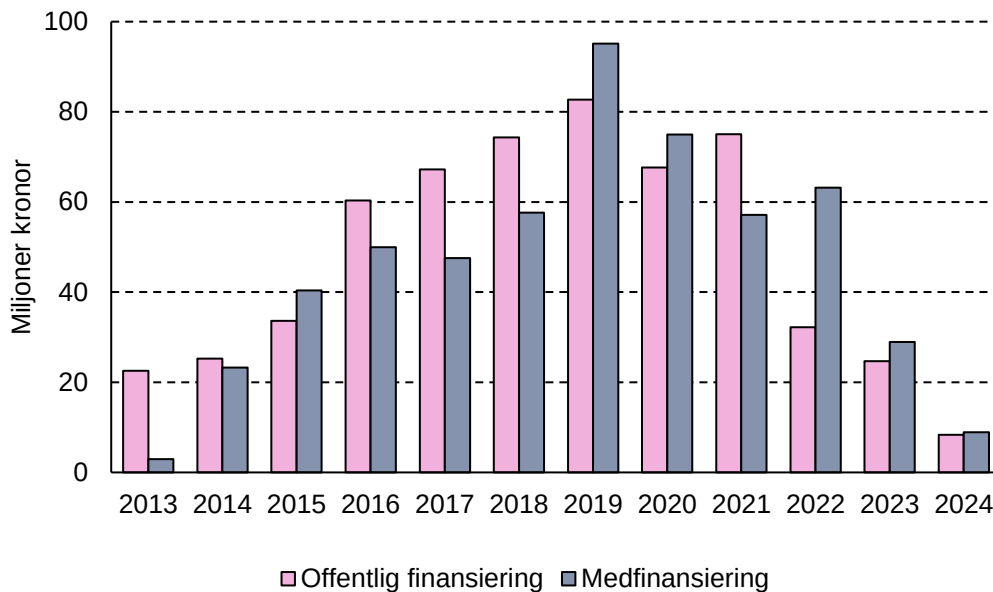
I det här avsnittet presenteras hur finansieringen har fördelats i programmet under åren 2013–2021. Vi redogör för fördelningen mellan offentlig finansiering och medfinansiering samt de 20 största mottagarna av offentlig finansiering och de 20 största medfinansierarna.

De strategiska innovationsprogrammen ska ha minst 50 procent i medfinansiering på programnivå, det vill säga sammantaget i alla enskilda projekt och utlysningssprojekt.⁶ De behöver även följa de finansieringsregler som ges av Vinnovas gruppundantag från EU:s statsstödsregler. Metalliska material räknar med 50 procent medfinansiering på aggregerad nivå. Det ger programmet en viss flexibilitet då programmet kan använda en högre grad av medfinansiering i någon del för att ge utrymme för en lägre grad av medfinansiering i en annan del. Det har bland annat underlättat för SMF att medverka i programmet och att finansiera högriskprojekt av grundforskningskaraktär som företagen är mindre benägna att medfinansiera.

Figur 3 visar den sammanlagda finansieringen som resulterat från utlysningar 2013–2021. Staplarna 2022 till 2024 visar planerad finansiering utifrån de projekt som beviljats till och med 2021. Projekt i senare utlysningar tillkommer, varvid staplarna kommer att bli högre. Åren 2019–2020 visar en hög andel medfinansiering vilket ger programmet ovan nämnda handlingsutrymme med avseende på att variera graden av medfinansiering.

⁶ Koordineringsmedlen, det vill säga de medel som finansierar programkontoret, omfattas från och med etapp 2 emellertid inte av det kravet.

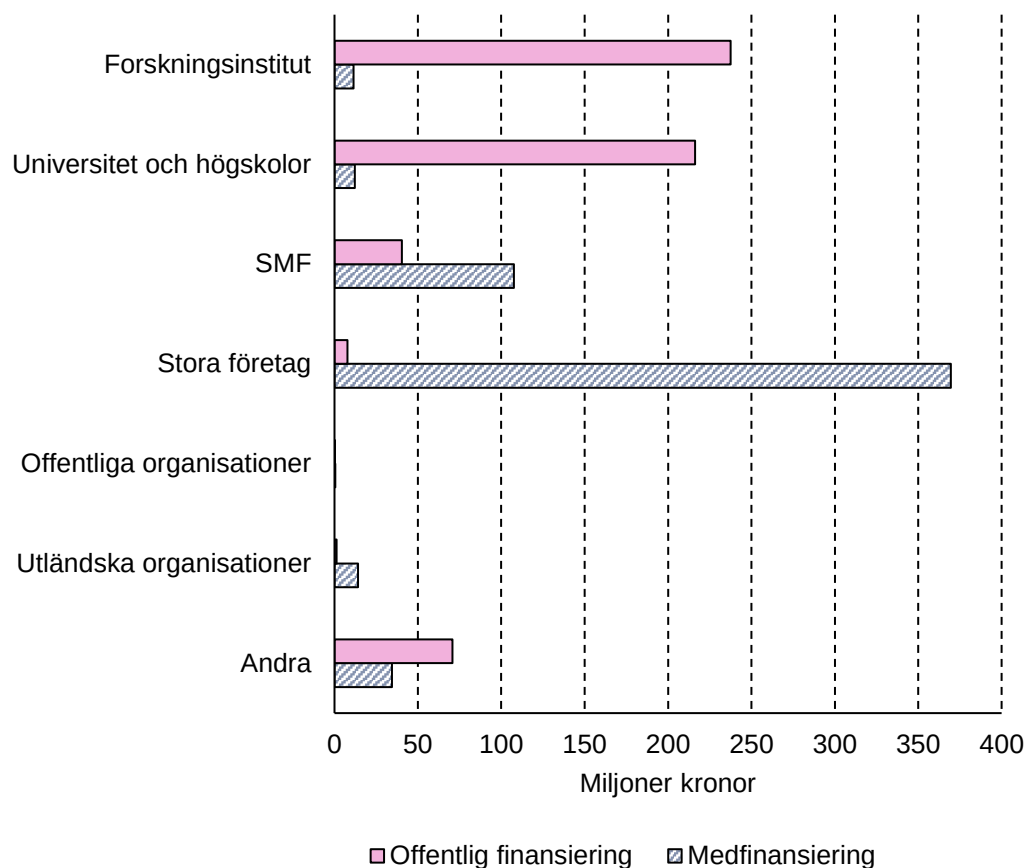
Figur 3: Offentlig finansiering och medfinansiering per år från utlysningar 2013–2021



Källa: Vinnova

Figur 4 visar fördelningen av offentlig finansiering och medfinansiering per aktörstyp för utlysningarna 2013–2021. I Metalliska material är forskningsinstitut den aktörstyp som är den största mottagaren av offentlig finansiering. En anledning är att det finns stora forskningsinstitut kopplade till metallindustrin, som exempelvis metallforskningsinstitutet Swerim AB och RISE.

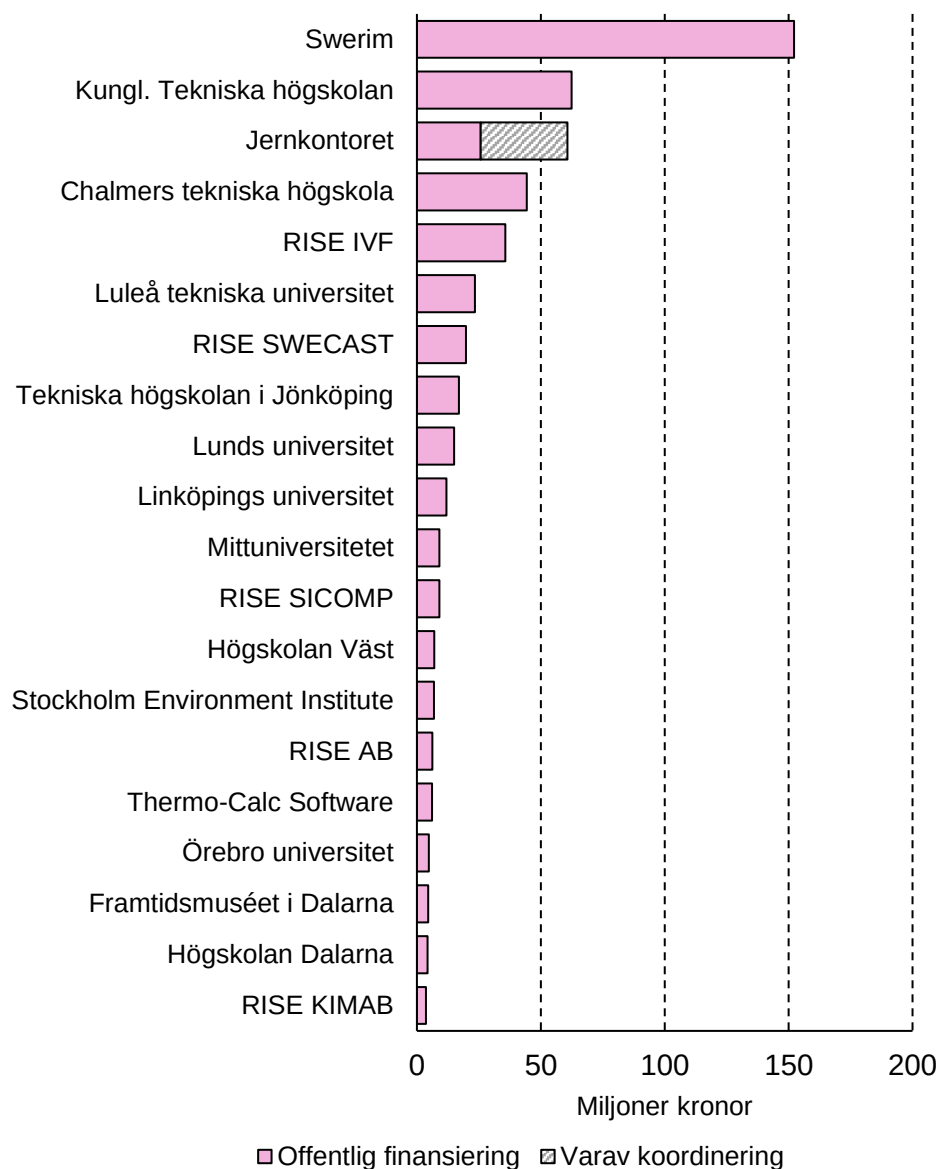
Figur 4: Offentlig finansiering och medfinansiering per aktörstyp från utlysningar 2013–2021



Källa: Vinnova

Av Figur 5 framgår att de största mottagarna av offentlig finansiering är forskningsinstitut, universitet och högskolor. Det är Swerim, Kungl. Tekniska högskolan (KTH) och Chalmers Tekniska högskola AB (Chalmers) som är de största mottagarna av den offentliga finansieringen. Om man räknar samman de olika RISE-bolagen blir RISE-koncernen den näst största mottagaren efter Swerim.

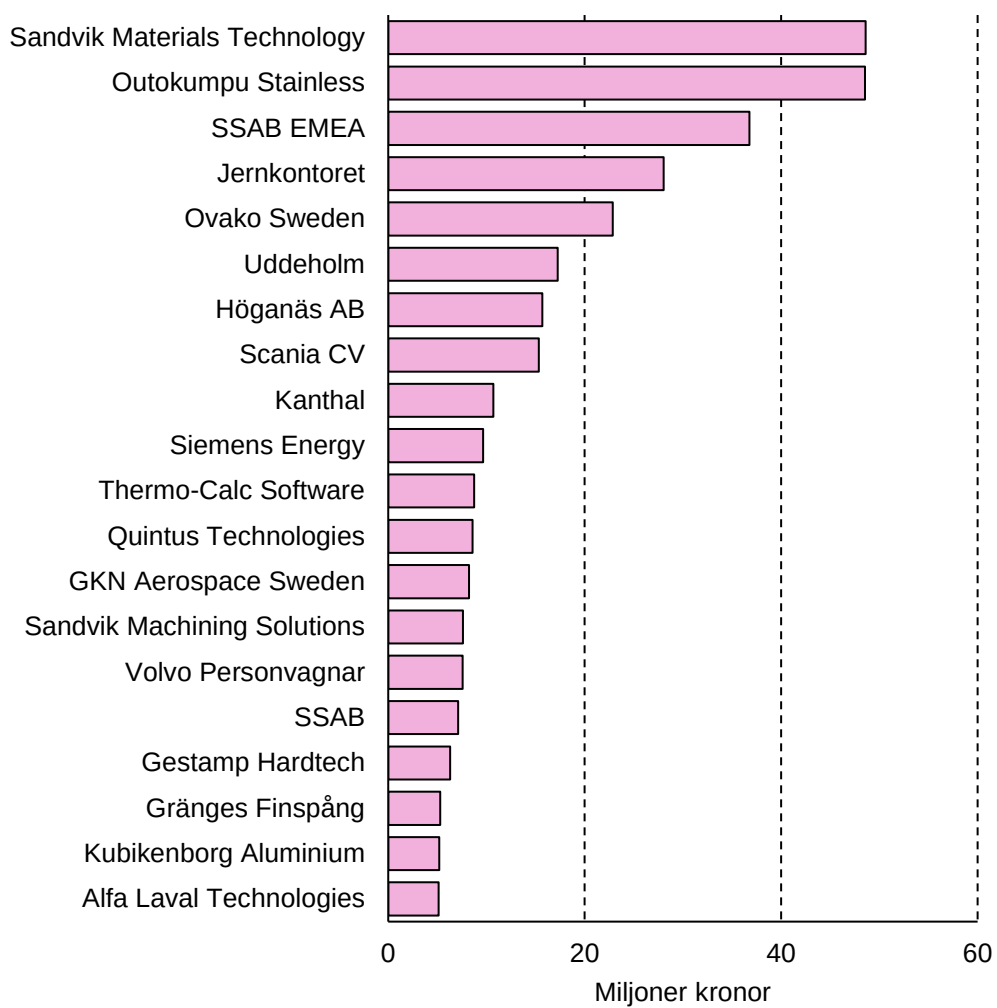
Figur 5: De 20 största mottagarna av offentlig finansiering från utlysningar 2013–2021



Källa: Vinnova

Figur 6 visar de 20 företag som bidragit med störst andel medfinansiering i utlysningar 2013–2021. Fem företag har bidragit med mer än 20 miljoner kronor var och åtta företag med mer än 10 miljoner kronor var. Under de senaste tre åren har Scania CV mer än fördubblat sin medfinansiering, från 6 miljoner till 15 miljoner kronor. Kanthal AB och Alfa Laval Technologies har tillkommit bland de 20 största medfinansierarna. Sandvik Materials Technology och Outokumpu Stainless är med drygt 48 miljoner kronor vardera fortsatt de största medfinansierarna.

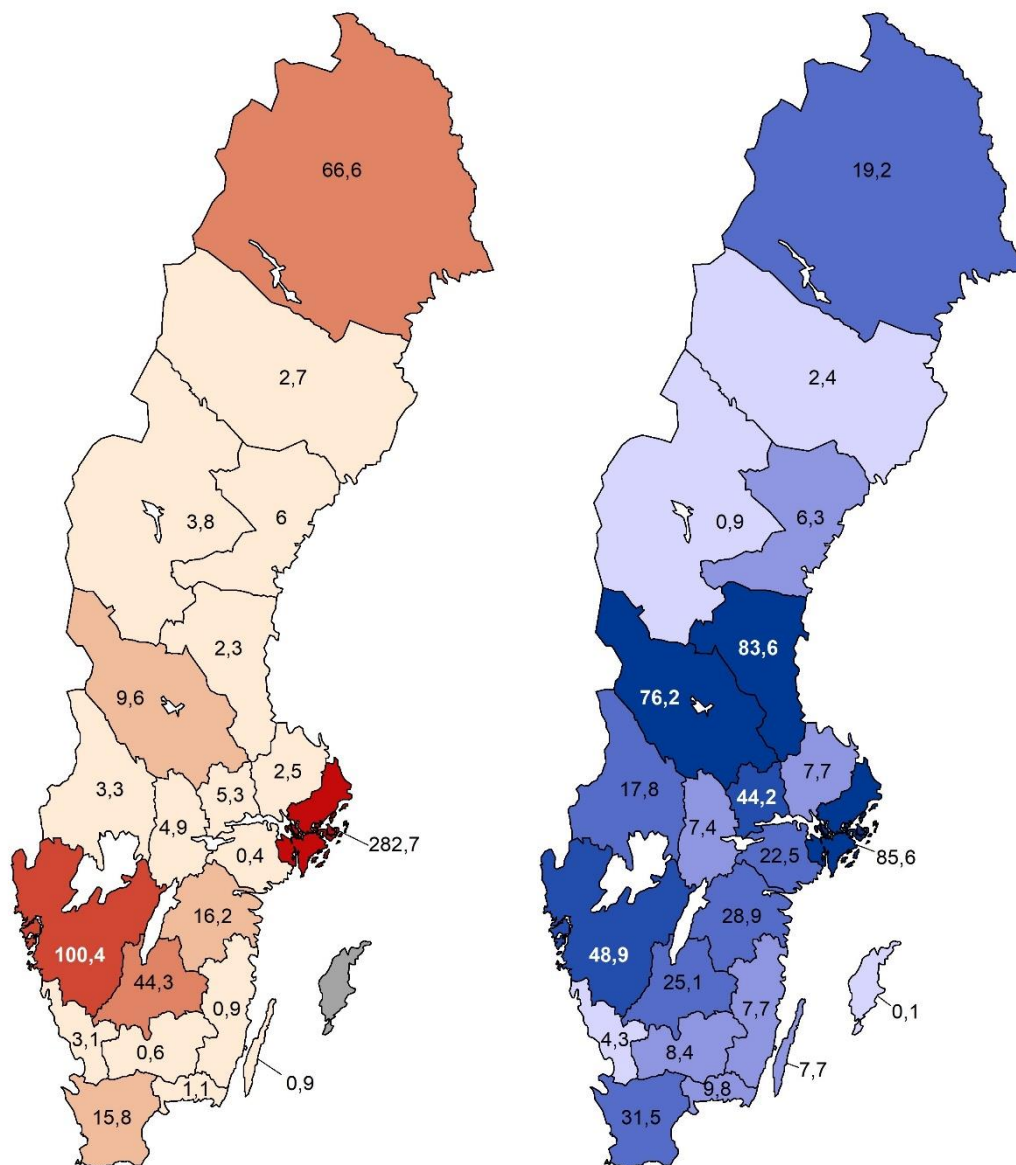
Figur 6: De 20 största medfinansierarna från utlysningar 2013–2021



Källa: Vinnova

Figur 7 visar den geografiska fördelningen av offentlig finansiering (vänster) och medfinansiering (höger) per region för projekt från utlysningar 2013–2021. Stockholms län dominerar i fördelningen av offentlig finansiering beroende på att Swerim, KTH och Jernkontoret är de tre största mottagarna av offentlig finansiering, tätt följd av Chalmers och RISE IVF, som har arbetsställen i Västra Götalands län. De största medfinansierarna finns i Stockholms län, Gävleborgs län och Dalarnas län.

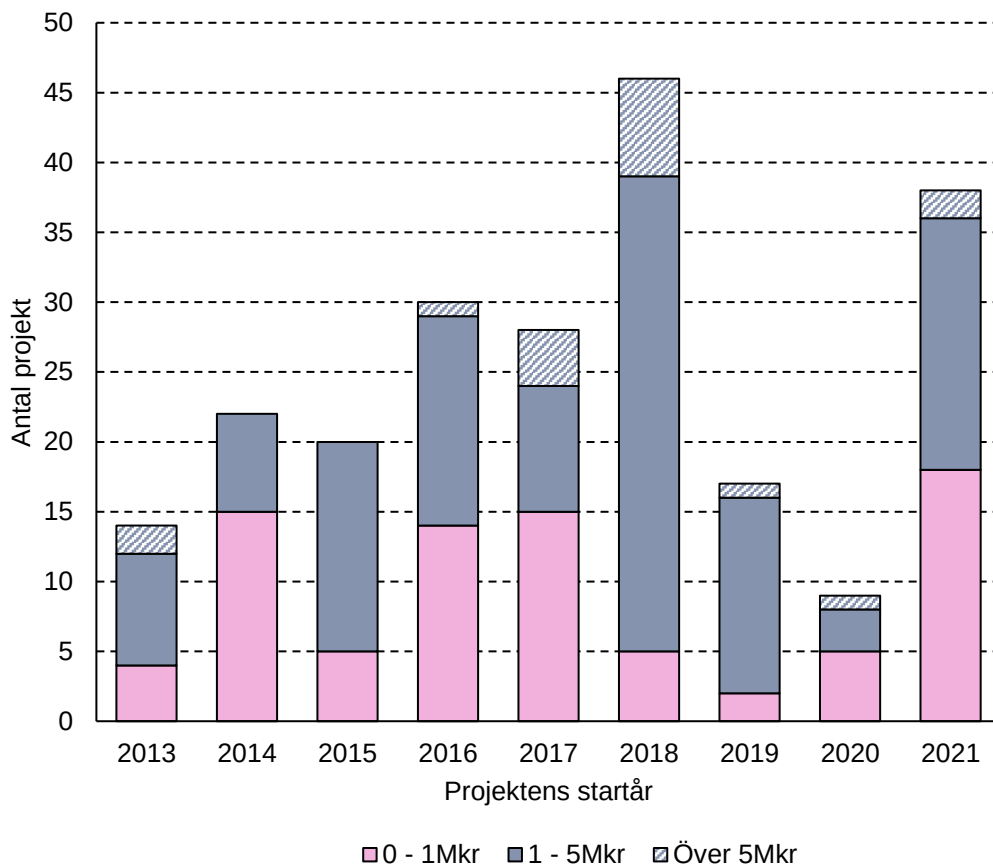
Figur 7: Offentlig finansiering (vänster) och medfinansiering (höger) per län från utlysningar 2013–2021, miljoner kronor



Källa: Vinnova

Figur 8 visar storleken på projektens offentliga finansiering mellan 2013–2021. Ett fåtal projekt har fått mer än fem miljoner kronor. Det vanligaste är offentlig finansiering mellan en och fem miljoner kronor. Den låga stapeln 2020 kan bland annat förklaras av att utlysningar under 2020 stängdes i januari 2021 och projekten därför räknas på det senare året. Motsatsen gäller för 2018 där utlysningar från 2017 stängde 2018 men inga utlysningar som initierades 2018 stängde 2019.

Figur 8: Projektstorlekar (offentlig finansiering) från utlysningar 2013–2021



Källa: Vinnova

4. Effekter för deltagare

Sammanfattning:

- Företag, institut och lärosäten har utvecklat industrirelevant teknik, metoder och processer och fått till stånd en mer industrinära forskning.
- För företag och institut och lärosäten har projektmedverkan framför allt lett till nya Fol-projekt med svensk offentlig finansiering. Utvecklingen av demonstratorer och prototyper är alltjämt en viktig realiserad effekt för deltagarna. För företagen är även ökad kvalitet i befintliga produkter och processer en viktig effekt.
- Fler företag har introducerat nya produkter och processer i sin verksamhet och implementerat nya tillverknings- och produktionsmetoder i jämförelse med sexårsutvärderingen.
- Metalliska material har bidragit till lärande och kunskapsöverföring för företag, institut och lärosäten.
- Programmet har bidragit till ökad kompetens hos deltagande aktörer med avseende på samarbetsförmåga och ökad innovationsförmåga.
- En stor andel institut och lärosäten uppger att deras medverkan i projekt har bidragit till att skapa en långsiktig Fol-samverkan med framför allt stora företag. För SMF är effekterna mer blygsamma; få uppger att projekten bidragit till långsiktig Fol-samverkan.
- Samverkan som sker längs hela värdekedjor betraktas som särskilt värdefull.

4.1 Kompetens och samverkan

4.1.1 Samverkan och ökad kompetens några motiv för projektdeltagande

Ökad kompetens och samverkan har varit några av motiven till att organisationer valt att delta i Metalliska materials projekt. Även tillgången till Fol-infrastruktur och att lösa Fol-relaterade problem lyfts fram som viktiga motiv. Samverkan med institut är dock ett dominerande motiv hos svarande företag och forskare har lyft fram samverkan med stora företag, samverkan med institut, samt samverkan med SMF som de viktiga motiven att delta.

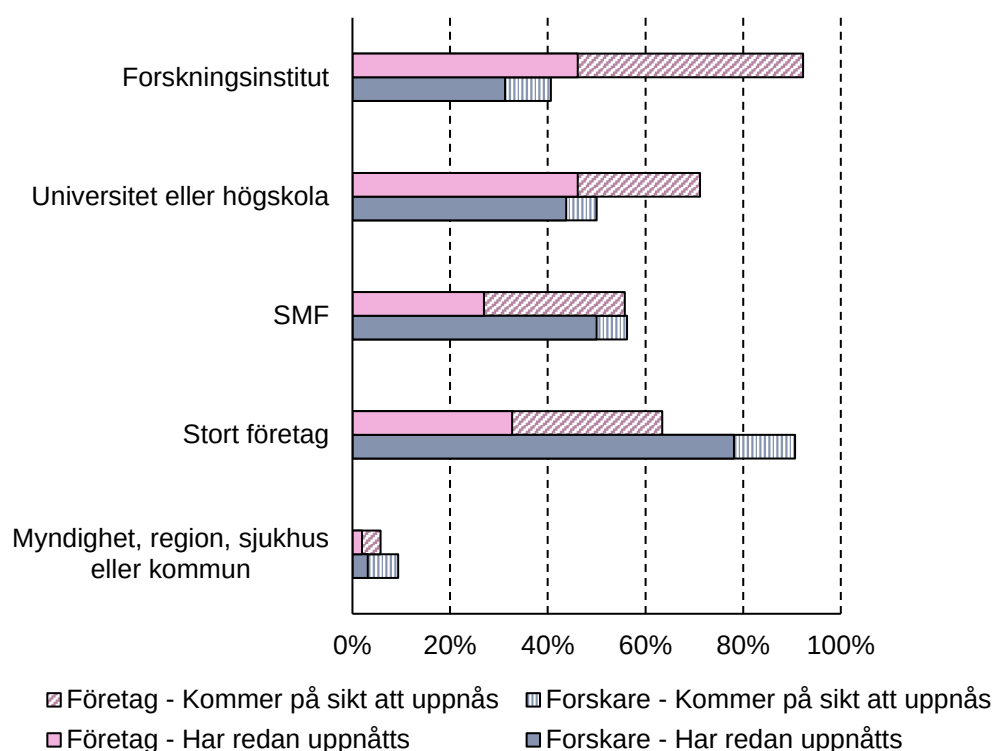
Metalliska material har med olika insatser bidragit till att öka aktörernas kunskap och kompetens. Detta genom konkret kunskapsutveckling i projekt och samverkan och nätverksbyggande mellan värdekedjans aktörer. Genom sina tematiska utlysningar och att samla aktörer från hela värdekedjan har programmet bidragit till att utveckla metoder, arbetssätt och processer. Ett konkret exempel är additiv tillverkning av metall (AM), som beskrivs närmare i fallstudie1 *Additiv tillverkning*, se Bilaga 1. Projekt inom additiv tillverkning har exempelvis utvecklat 3D-printade pressgjutningsverktyg med intressanta egenskaper; fördjupat förståelsen för metallpulvers egenskaper och

processparametrar för att uppfylla kravspecifikationer och tagit fram riktlinjer för design och bearbetning för extremt hårda AM-material. Dessa och andra projekt har skett i samverkan mellan en bredd av aktörer och över hela värdekedjan, där man strävat efter att inkludera lärosäten, institut, pulvertillverkare, tillverkande företag och slutanvändare. Experternas övergripande bedömning är att kunskapsöverföring och samverkan mellan företag och lärosäten respektive institut är en viktig effekt för deltagande organisationer.

4.1.2 Projekten bidrar till lärande och kunskapsöverföring mellan deltagarna

Projekten har bidragit till lärande och kunskapsöverföring för deltagarna, se Figur 9. Framför allt har kunskapsöverföringen ägt rum mellan stora företag och institut och lärosäten. Institutens och lärosätens ökade kunskap om och förståelse för företagets behov och villkor bidrar sannolikt till mer företagsrelevant forskning. Av Figur 9 framgår att forskarna i högre grad än företagen uppfattar att sådan kunskapsöverföring redan är en realiserad effekt av projektmedverkan.

Figur 9 Kunskapsöverföring från annan organisation. Deltagandets bidrag enligt företagsrespondenter (N=52) och forskare (N=32)



Anm.: Frågan ställdes enbart till deltagare som tillkommit sedan 2019. Påståendena löd i sin helhet "Kunskapsöverföring till den egna organisationen från...". Källa: Enkät

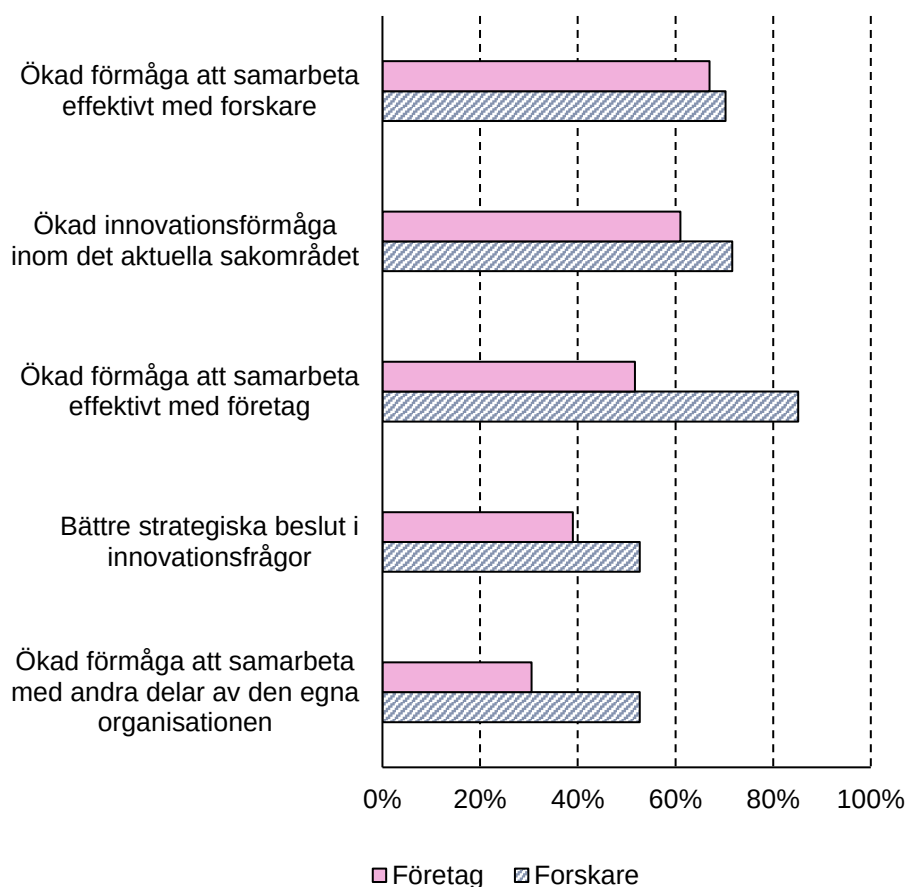
I fallstudie1 *Additiv tillverkning*, se Bilaga 1 exemplifierar vi hur kunskapsöverföringen kan arta sig. Inom additiv tillverkning har projektet *MiAMi* (Materialdesign för additiv

tillverkning av industriella verktyg) syftat till att implementera beräkningsverktyg för utveckling av material anpassade för additiv tillverkning. Projektet har inneburit ett lärande för deltagande företag, med avseende på metodiken för att skräddarsy AM-material. Här har också skett diskussioner med slutanvändare för att ställa en korrekt behovsanalys. Projektdeltagaren Swerim har å sin sida kunnat utveckla en databas för att göra termodynamiska beräkningar, vilket minskar behovet av att gissa och testa och avgränsar de praktiska experiment på området. Metodiken har integrerats hos projektparterna Swerim och KTH och kommer i ett senare skede även att kunna användas på andra material.

4.1.3 Projekten stärker samarbetsförmågan hos deltagarna

Figur 10 visar att projekten i hög grad har bidragit med effekter vad gäller företags, instituts och lärosätens förmåga att samarbeta med varandra. Här svarar både företagsrespondenter och forskare att så är fallet. Projektmedverkan har i viss mån även resulterat i bättre strategiska beslut i innovationsfrågor och ökad förmåga att samarbeta med andra delar av den egna organisationen.

Figur 10 : Kompetensutveckling. Deltagandets bidrag enligt företagsrespondenter (N=118) och forskare (N=74)



Anm. Texten i figuren är nedkortad. I enkäten framgick att de tre påståenden som rör samarbeten handlade specifikt om innovationsprojekt. Källa: Enkät

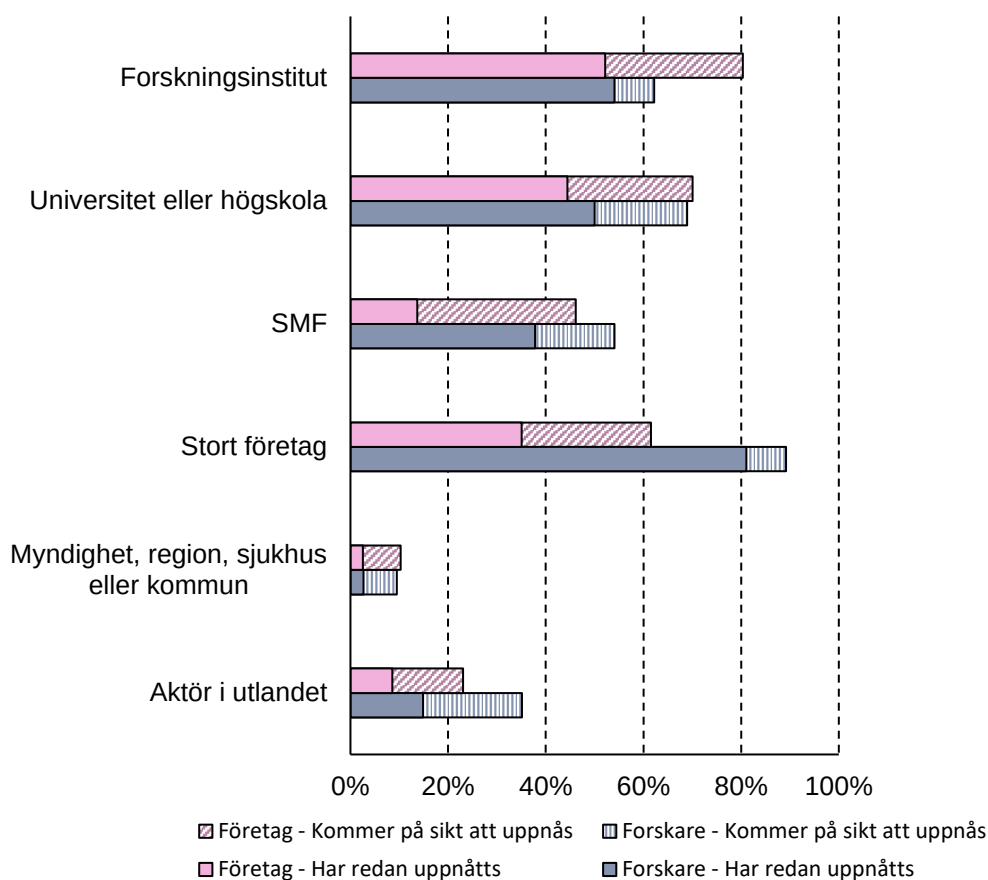
I fallstudie 2 *Kompetensförsörjning*, se Bilaga 1, finns flera exempel på projekt som fokuserat på kompetensutvecklande insatser. Projektet *FÖSA* (Få ett öga för stålarbete) har utvecklat en metod för att med hjälp av *eye tracking*-teknologi fånga upp expertis från rutinerad personal och i nästa steg snabbare få ny personal i produktion; kompetensutveckla befintlig personal; samt övervinna språkhinder vid anställning av nyanlända. Projektet har således lett till konkreta verktyg för processspecifik kompetensutveckling. Projektet *UPP-FAS* (Utbildning i produktion av metallpulver – Framtidens arbetskraft i Sverige) har inneburit framtagandet av en universitetskurs på KTH, i samverkan med Swerim och sex olika företag, för att höja kompetensen med avseende på just metallpulverproduktion. Mer traditionell kompetensutveckling hos deltagande projektparter framkommer i exempelvis fallstudie 1 *Additiv tillverkning*, se Bilaga 1, där kompetensutveckling skett på företagssidan exempelvis genom att skraddarsy material för AM-tillverkning.

4.1.4 Projekten stimulerar långsiktig samverkan

Metalliska material har även bidragit till att stimulera och skapa förutsättningar för långsiktig Fol-samverkan, se Figur 11. En stor andel av forskarna uppger att deras medverkan i projekt har bidragit till att skapa en långsiktig Fol-samverkan med framför allt stora företag. Här finns en mindre diskrepans i jämförelse med vad företagsrespondenterna uppger. Färre än hälften av de stora företagen menar att projekten hittills bidragit till en långsiktig Fol-samverkan med institut och lärosäten, men de har en förväntan på att det ska uppnås på sikt. De stora företagen uppger att projektens bidrag till en långsiktig samverkan med SMF har varit marginell, men det finns förväntningar på att en mer långsiktig samverkan ska utvecklas på sikt. Vissa stora företag uppger att samverkan med SMF sker indirekt genom institut och lärosäten då dessa samverkar med SMF i exempelvis utveckling av instrument och utrustning.

För SMF är effekterna mer blygsamma. Få SMF uppger att projekten har bidragit till långsiktig Fol-samverkan. En anledning kan vara att SMF inte har samma kapacitet som stora företag att upprätthålla långsiktig Fol-samverkan utan projektrelaterade incitament. En annan anledning kan vara att de projekt som SMF medverkat i inte har haft inriktningen att åstadkomma långsiktig samverkan. Långsiktig samverkan kan åstadkommas genom nya Fol-projekt som en följd av medverkan i programmet. Längre fram i rapporten visas att en effekt för deltagarna är just nya Fol-projekt med svensk offentlig delfinansiering (Figur 12 och Figur 15).

Figur 11: Långsiktig Fol-samverkan med andra organisationer. Deltagandets bidrag enligt företagsrespondenter (N=117) och forskare (N=74)



Anm. Påståendena löd i sin helhet "Långsiktig Fol-samverkan med..." och uttryckte att det handlade om organisationer i Sverige i de fall där det inte framgår i figuren. Källa: Enkät

4.2 Effekter för företag

4.2.1 Fler företag har introducerat en ny produkt eller process

Som framkommer i Figur 12 är den största effekten för företag nya Fol-projekt med svensk offentlig delfinansiering. I jämförelse med sexårsutvärderingen har andelen sjunkit något. Vad det kan bero på är svårt att uttala sig om, men en möjlighet är att följdprojekt inom programmet inte är en lika naturlig fortsättning i ett senare skede i programmet. Utveckling av demonstratorer och prototyper är effekter som i viss mån har realiserats, liksom ökad kvalitet i befintlig produkt eller process.

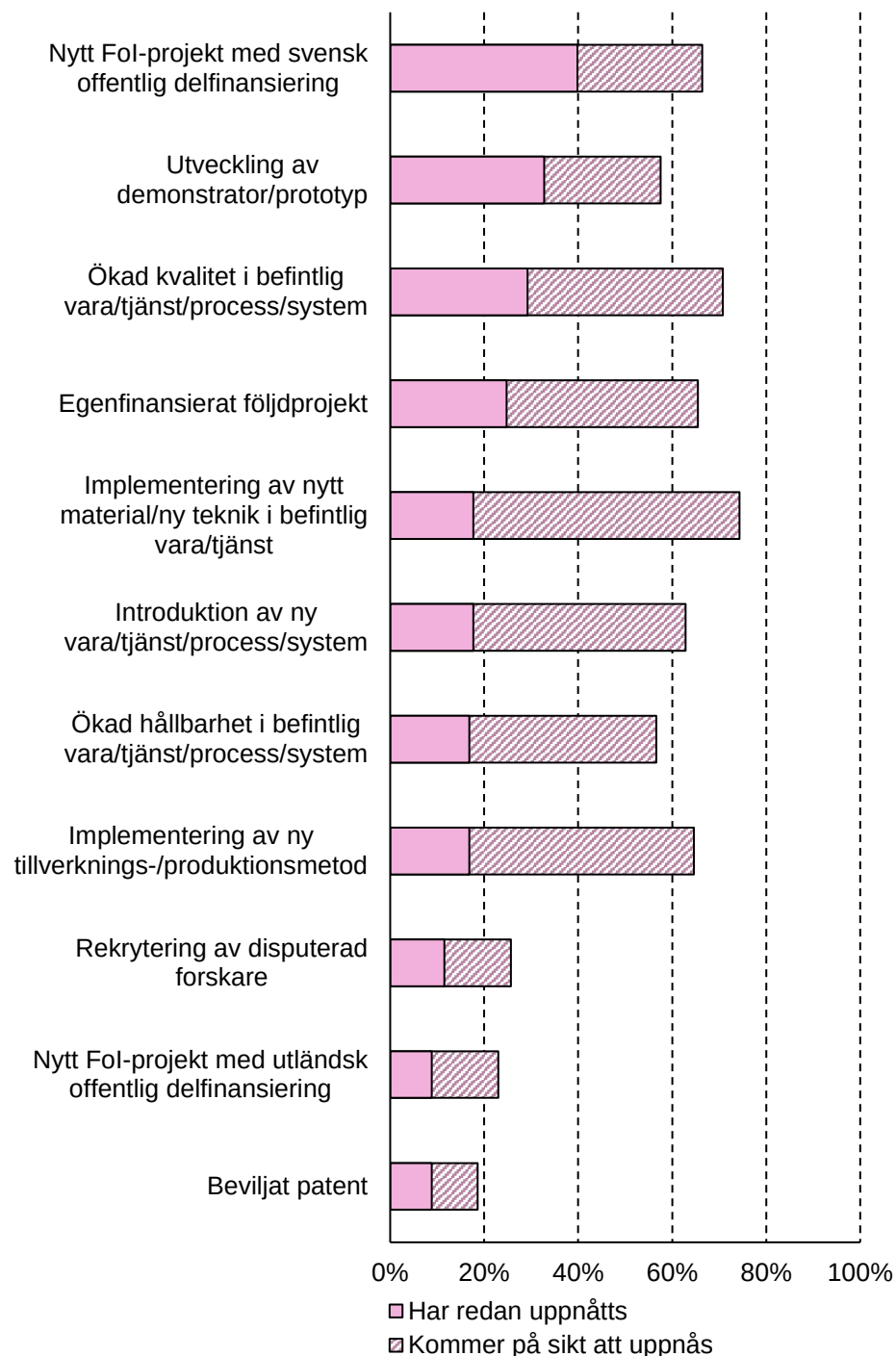
Däremot uppger en högre andel företagsrespondenter att de introducerat en ny produkt och/eller process eller system jämfört med vad samma grupp uppgav i sexårsutvärderingen.

Företagsrespondenterna har högre förväntningar på framtida effekter än på hittills uppnådda. En liknande bild framkommer i sexårsutvärderingen. Det kan vara i sin ordning utifrån ett resonemang att innovationsprocesser tar tid. Programmet skapar, genom Fol-projekten, förutsättningar för organisationer att utforska och prova metoder, tekniker och processer, som de annars inte hade gjort. Det innebär att icke framkomliga utvecklingsspår kan uteslutas vid negativa testresultat och den nyvunna kunskapen medför att organisationen kan investera sina resurser klokare framöver. Det är ett viktigt resultat även om projektet inte uppnådde de effekter man formulerat inledningsvis.

Företagsrespondenterna förväntar sig framför allt effekt på längre sikt vad gäller implementering av nytt material/ny teknik inom befintlig vara/tjänst/process/system, ökad kvalitet av desamma, men även implementering av ny tillverknings- eller produktionsmetod. Få företagsrespondenter förväntar sig att projektmedverkan kommer bidra till att få beviljade patent, nya Fol-projekt med utländsk offentlig finansiering, eller rekrytering av disputerade forskare.

Utvärderingen visar att företagen i högre utsträckning har implementerat nytt material, ny teknik i befintlig produkt i jämförelse med sexårsutvärderingen, här har det skett en förflyttning i den grupp som besvarade motsvarande enkätfråga både då och nu. Även andelen rekryterade disputerade forskare har ökat något. Utifrån de rekommendationer som gavs i sexårsutvärderingen av programmet har Metalliska material utvecklat tvåstegsutlysningen *Språngbräda till framtidens metalliska material* i syfte att sänka tröskeln för att anställa doktorander. Utlysningsformatet förklarar dock inte ökningen av antalet disputerade forskare eftersom steg två stängde i juni 2022.

Figur 12: Effekter på produkter och processer (N=113)



Källa: Enkät

Experterna bedömer att innovationsstyrkan i deltagande företag har gynnats och att projekten har bidragit till bibehållen eller utökad Fol-sverksamhet i Sverige. De konstaterar dock att resultaten var mindre starka när det gällde implementering av

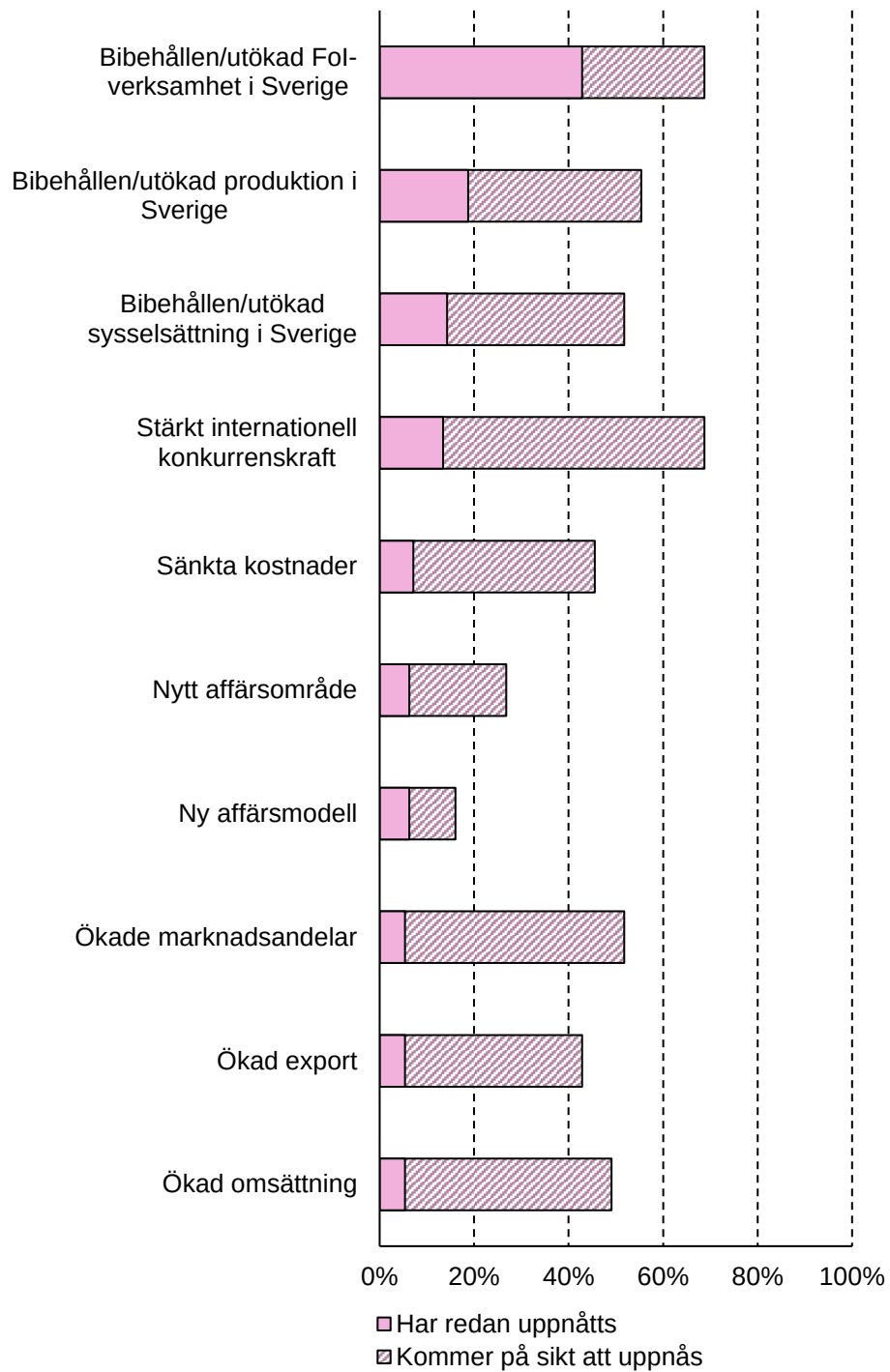
specifika resultat och menar att andra faktorer troligen spelar in. Att enkätsvaren visar på större förväntade effekter än realiserade sådana kan ses som indikativt för innovationsprocessers långsiktighet och experimenterande ansats, menar experterna. Ett exempel är projektet MiAMi, som ingått i fallstudie 1 *Additiv tillverkning*, se Bilaga 1. I projektet har flera legeringar för additiv tillverkning av verktygsapplikationer tagits fram, men endast en legeringssammansättning har patenterats medan övriga tre kräver vidare optimering. Den databas för termodynamiska beräkningar som inom samma projekt byggts upp av Swerim förväntas vidare komma till bredare användning framöver, och själva metodiken – som integrerats hos Swerim och KTH – uppges kunna nyttjas för att ta fram andra databaser för andra företag. Detta är således nyttor vars realisering och bredare användning ligger i framtiden.

4.2.2 Bibehållen eller utökad Fol-verksamhet i Sverige till följd av projekten

Figur 13 visar respondenternas svar på vilka kommersiella effekter i företagen som projektdeltagandet bedöms ge upphov till, eller kommer göra på sikt. Bibehållen eller utökad Fol-verksamhet i Sverige är den mest vanligt förekommande realiserade effekten. Stärkt internationell konkurrenskraft, ökade marknadsandelar och ökad omsättning är effekter som ännu inte realiserats hos de medverkande företagen, se Figur 13. På samma sätt som i Figur 12 dominerar förväntningar på framtida effekter framför faktiskt uppnådda. Effekter som bibehållen/utökad produktion och sysselsättning, stärkt internationell konkurrenskraft eller ökade marknadsandelar, uppkommer sannolikt inte utan föregående effekter avseende produkter och processer.

Inom den grupp som fått enkäter i både sexårs- och nioårsutvärderingarna är svaren i stort sett desamma då som nu vad gäller uppnådda effekter. En mindre ökning ses gäller nya affärsmodeller, men det å andra sidan en ovanlig typ av effekt. Gruppens förväntningar har sänkts vad gäller förväntade effekter på sikt. Det pågående kriget i Ukraina, inflation och effekter från pandemin kan ha påverkat företagsrespondenternas förväntningar, liksom att tidigare förhoppningar på vidareutveckling av ett projekts resultat kan ha övergetts om inget har skett i det avseendet på ett par år.

Figur 13: Effekter för verksamheten (N=112)



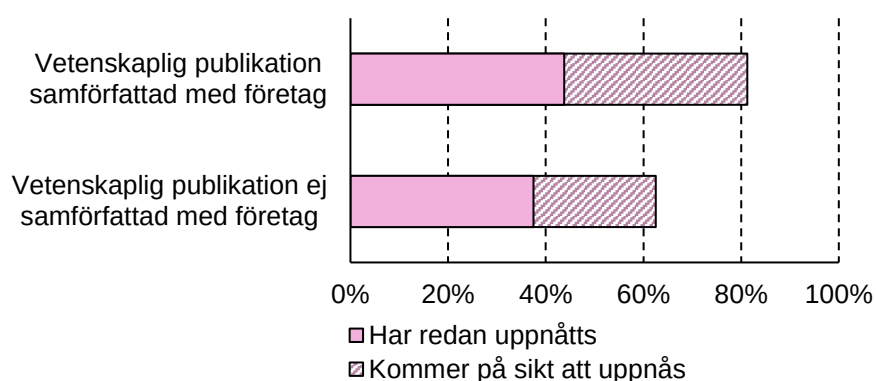
Källa: Enkät

4.3 Effekter för lärosäten och forskningsinstitut

4.3.1 Fler samförfattade vetenskapliga publikationer

När vi analyserar effekterna för institut och lärosäten förstärks bilden av från avsnitt 4.1.3 att programmet har bidragit till ökad samarbetsförmåga mellan forskare och företag. Samarbetsförmågan visar sig även när det gäller samförfattandet av vetenskapliga publikationer, se Figur 14. I jämförelse med sexårsutvärderingen är andelen vetenskapliga publikationer som samförfattats med företag större under de senaste tre åren.

Figur 14: Vetenskaplig publicering (N=32)



Anm.: Frågan ställdes enbart till deltagare som tillkommit sedan 2019. Källa: Enkät

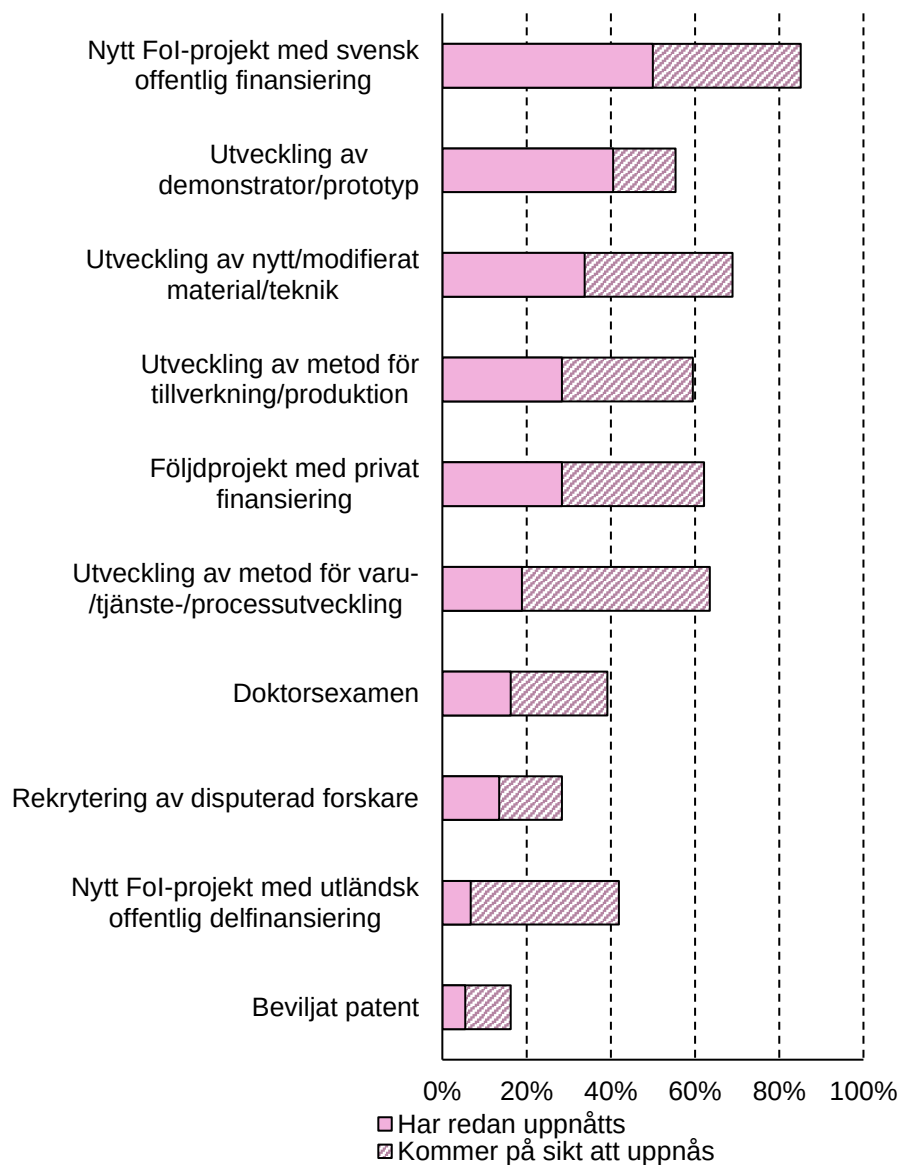
I fallstudie 3 *Framtidens materialdesign*, se Bilaga 1, framkommer betydelsen av samverkan mellan forskare och företag i teoretiskt tunga frågeställningar, inte minst rörande vetenskapliga publikationer. En företagsrespondent formulerar det som att det ibland behövs "akademiska forskare som ägnar hela sitt liv åt att räkna på atomer i korngränser," och vidare de som kan översätta detta till makroskopiska modeller, mjukvara och sedermera provtryck. Omvänt framkommer även nyttan för forskarna, då teoretiskt arbete knyts ihop med praktisk tillämpning, och de teoretiska publikationerna kommer till praktisk nytta. Projekten som avses är *FraMat* och *SuperFraMat*.

4.3.2 Nya projekt en vanlig effekt

Forskarnas uppfattning med avseende på effekter till följd av projektdeltagande avviker inte avsevärt från företagsrespondenternas uppfattning, se Figur 15. Även för institut och lärosäten har projektmedverkan resulterat i nya svenska FoU-projekt och utveckling av demonstratorer och prototyper. I jämförelse med sexårsutvärderingen har det skett en förflyttning i positiv riktning vad gäller utveckling av nytt/modifierat material/teknik och utveckling av metod för tillverkning/produktion. Däremot verkar följdprojekt med privat finansiering ha minskat i jämförelse med sexårsutvärderingen. Till skillnad från sexårsutvärderingen finns det nu forskare som har fått beviljade patent

Övriga effekter ligger i linje med sexårsutvärderingen, exempelvis avseende rekrytering av disputerad forskare och doktorsexamina. Vad gäller forskarutbildning utgör troligen programmets Fol-projektformat en begränsning, eftersom forskarutbildningar är längre än dem. Som nämnt har programmet sökt hantera detta genom tvåstegs-utlysningar.

Figur 15: Effekter till följd av projektdeltagandet (N=74)



Källa: Enkät

4.3.3 Ökad industrirelevant forskning betydelsefullt bidrag

Som Figur 16 visar är det viktigaste bidraget för den egna verksamheten en mer industrirelevant Fol-inriktning. När forskarna i fritextsvar får besvara vad som varit det viktigaste bidraget från respektive projekt framkommer inte minst ökade

forskningssamarbeten, och då främst med företag. Experterna lyfter forskarnas samarbeten med företag som särskilt värdefullt. De bedömer vidare att programmets bidrag till samarbeten och nätverk har hjälpt forskningsmiljöer att anpassa sig till företagens behov.

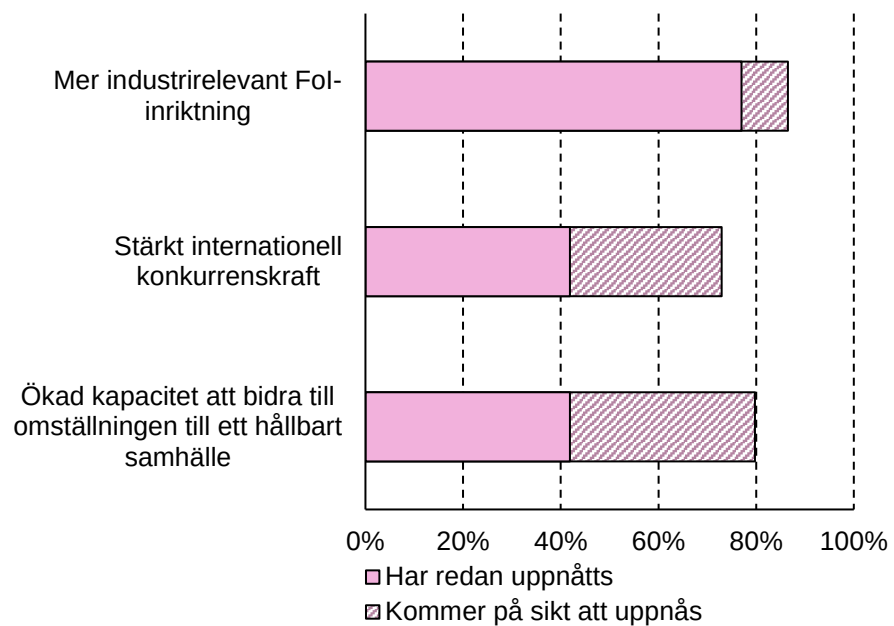
De förväntade effekterna på stärkt internationell konkurrenskraft har sjunkit i jämförelse med sexårsutvärderingen där forskarna uppvisade en mer positiv bild av projektens bidrag till en stärkt internationell konkurrenskraft. Det kan, som tidigare nämnts, bero på det oroliga läget i omvärlden, både säkerhetspolitiskt och ekonomiskt.

Drygt 40 procent av forskarna menar att projekten har bidragit till att öka organisationens kapacitet att bidra till omställningen till ett hållbart samhälle. En lika stor andel har förväntan på att sådana effekter ska uppnås på sikt. I den reviderade agendan från 2020 framhåller programmet betydelsen av att arbeta med hållbarhet i ett bredare perspektiv. Flera utlysningar med hållbarhet i fokus har genomförts under de senaste tre åren, exempelvis inom Hållbar metallindustri, som har fokuserat på kompetensförsörjning, materialförsörjning och effektiva materialflöden.

I *Vitbok inför dialog om strategiska innovationsprogram 2.0* framhåller programmet fossilfrihet, giffri cirkulär ekonomi och digital omställning som viktiga bidrag och lyfter fram exempel på vad programmet bidragit med inom dessa områden för att bidra till en ekonomiskt, socialt, och miljömässigt hållbar utveckling. Exempelvis lyfter programmet fram Metalliska materials enskilt största projekt, *The Agenda 2030 Compass Methodology and Toolbox for Strategic Decision Making*, som startade 2018. I projektet har *Stockholm Environment Institute* (SEI) tillsammans med *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) i USA och en rad forskare från olika delar av världen definierat på vilka sätt och i vilken grad en satsning kan påverka de olika målen. En utgångspunkt har varit att identifiera i vilken kontext en satsning görs. I projektet har det tagits fram kontextkartor för olika länder. Metoden har testats i svensk stålindustri, SMF, konsultföretag och kommuner. Syftet är att utveckla beslutsunderlag för att än bättre ta tillvara på olika strategiers styrkor och samtidigt minimera eventuella oavsedda negativa effekter på andra mål.⁷

⁷ För mer information se Jernkontorets webbplats: [Hållbarhetskompass för ökad samhällsnytta - Jernkontoret](#)

Figur 16: Effekter för verksamheten (N=74)



Källa: Enkät

5. Systemeffekter

Sammanfattning:

- Metalliska material har i hög grad mobiliserat relevanta aktörer, och samarbeten längs värdekedjor har varit särskilt värdefulla.
- Nya nätverk och samarbeten har bidragit till kunskapsöverföring och kompetenshöjning. Gjuteri- och aluminiumbranscherna har påverkats på systemnivå genom draghjälpen från stålindustrin.
- Programmet har en balanserad projektportfölj där hälften av projekten är av mer inkrementell än radikal karaktär.
- Programmet skapar förutsättningar att utforska och testa metoder, tekniker, arbetssätt, processer, samt deras tillämpbarhet.
- Programfokus har varit att styra utvecklingen med avseende på exempelvis cirkulär ekonomi, industrins attraktivitet, additiv tillverkning, elektrifiering och digitalisering.
- Programmet kompletterar större transformativa insatser vad gäller exempelvis fossilfria material, som HYBRIT och H2 Green Steel.

5.1 Mobilisering av aktörer

Effekter på systemnivå uppstår bland annat genom att programmet involverat nya kategorier av aktörer, kompetensutvecklat nya och befintliga aktörer, och skapat nya samsarbetskonstellationer. Som framkommit i kapitel 4 och även i sexårsutvärderingen är samsarbetskonstellationer ett betydelsefullt resultat för deltagarna.

Samarbeten längs med värdekedjor är särskilt värdefulla. Det illustreras i projekt rörande additiv tillverkning respektive materialdesign, se Bilaga 1. Samarbeten skapas även mellan branscher, vilket inte minst är betydelsefullt för gjuterinäringen och aluminiumbranschen som fått draghjälp av den större stålindustrin. I intervjuer med representanter för de medverkande branschorganisationerna framkommer att de är mycket nöjda med sitt deltagande i programmet och de synergieffekter som uppstått. Exempelvis ser aluminiumbranschens företrädare ett stort värde i att koppla ihop branscherna:



Stålbranschen har mer än 50 års försprång vad gäller extern forskning. Aluminium har inte den historien, [det är en yngre typ av metallindustri.

Samma intervjuperson framhåller att aluminiumbranschen varit ovan vid att samarbeta med akademi och institut men att Metalliska material varit hjälpsamma i att möjliggöra samverkan och uppmuntra samarbeten.

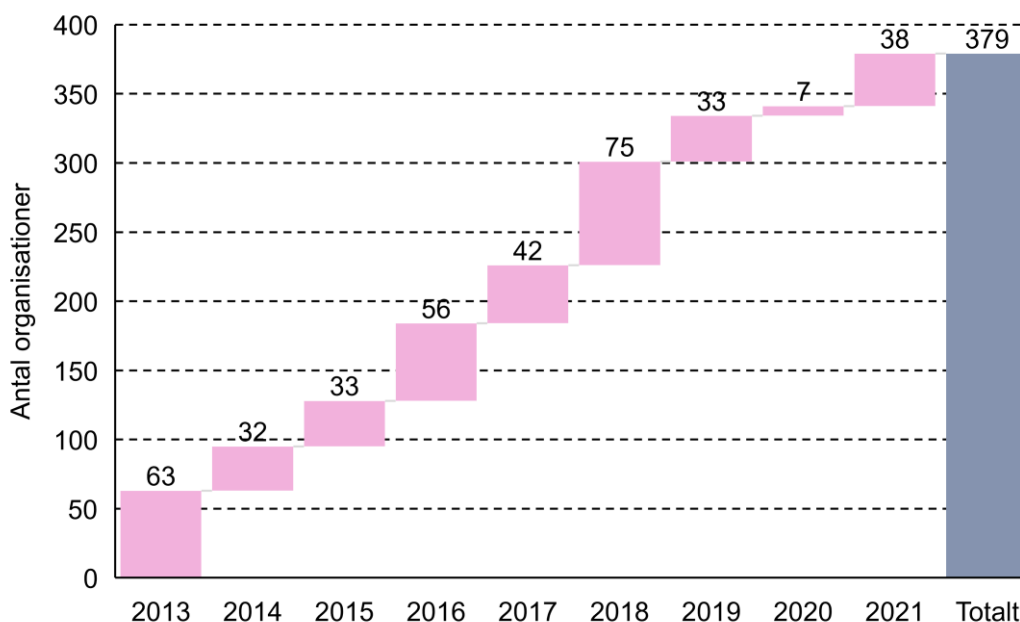


För vår bransch del har det varit bra/värdefullt att ta rygg på stålbranschen som har erfarenhet av det här sättet att arbeta. Det har varit ett väldigt mervärde.

Utöver att bil- och lastbilstillverkningen i Sverige har omfattande gjuteriverksamhet som en sidoverksamhet, består gjuteribranschen av många små företag med lokala värdekedjor. Få gjuteriföretag har forskarutbildad personal och man har heller inte samma finansiella muskler som stål- och aluminiumindustrin. I intervjuer framkommer att SMF inom gjuteribranschen i allt större utsträckning "vågar vara med" i Metalliska material, tack vare programkontorets ansträngningar. Det framkommer även att Svenska Gjuteriföreningen har påtagligt stöd av Jernkontoret via samverkan inom programmet. Experterna bedömer att programmet framgångsrikt dels har fört samman "innovativa ledare (stål) med följare (aluminium och mässing)," dels stora företag och SMF till en mer effektiv kunskapsdelning.

Metalliska material har förmått mobilisera ett relativt jämnt antal nya deltagare varje år. Programmet har under perioden 2013–2021 haft totalt 379 deltagande organisationer i projekten, se Figur 17. Antalet tillkommande organisationer har inte avstannat över tid, förutom ett tapp år 2020, vilket till stor del kan förklaras av utlysningarnas periodicitet.

Figur 17: Nyttillkomna deltagare



Källa: Vinnova

Mobiliseringsförmågan syns även i vilka slags organisationer som tillkommit. De stora företagen var mest dominerande i projekten i början av programmet och ett tiotal nya stora företag har tillkommit varje år. Av de 111 stora företag som har deltagit i projekt har 32 företag (29 %) tillkommit 2018 eller senare. Antalet SMF är fler än de stora

företagen. Totalt har 177 SMF medverkat i projekt, varav 83 (47 %) har tillkommit 2018 eller senare. Forskningsinstitut och lärosäten som är stora inom innovationsområdet kom in tidigt i programmet. Programmet har även engagerat stora och mindre högskolor och universitet från hela landet. Offentlig sektor har varit blygsamt representerad. Totalt har sex offentliga organisationer medverkat i projekt varav fyra har tillkommit 2018 eller senare.

Om vi ser till vilka branscher företagen verkar inom kom stålindustrin tidigt in i programmet, men även företag inom aluminiumindustrin och mindre gjuteriföretag finns representerade redan programmets första år. Programmet synes i viss mån ha nått innovationsdrivna SMF. Ett exempel är uppstartsföretaget *STILRIDE* som utvecklades utifrån det enskilda projektet *Innovativ plåtformningsmetod för konsumentnära produkter*. Ett annat exempel är projektet *Mineral Elements* i vilket man har utforskat innovativ användning av metalliska material i mode i samarbete mellan modeskapare, akademi och värmetrådstillverkare.

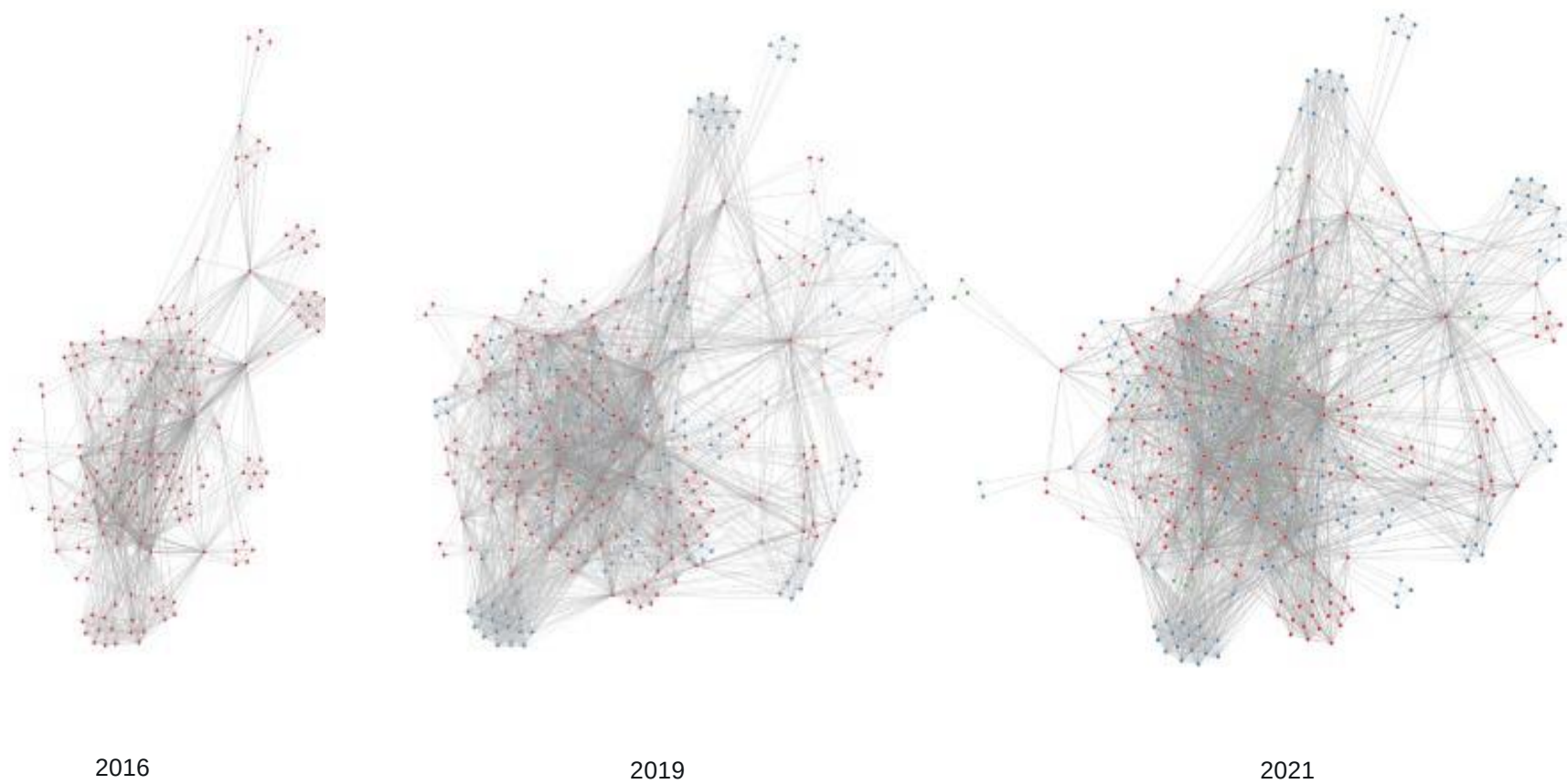
Förmågan att mobilisera kan också avspglas i vilka som deltar i programstyrelsen och i Agendarådet. I programstyrelsen sitter representanter från alla medverkande parter samt ledamöter från institut och lärosäten. I det större rådgivande organet Agendarådet finns ledamöter från SMF och stora företag samt från institut och lärosäten som med sina nätverk når ut till företag och forskare.

Enligt programkontoret har ett av de viktigaste verktygen för att mobilisera rätt aktörer varit de tematiskt avgränsade utlysningarna. Även utlysningarnas bedömningskriterier uppges varit betydelsefulla för att engagera rätt aktörer och sortera fram rätt projekt. Utifrån tidigare erfarenheter har programkontoret dragit slutsatsen att ett tydligt och avgränsat tema genererar fler högriskprojekt och etablerar fler nya nätverk.

Förstudier är ett annat sätt att engagera nya aktörer och säkerställa att utlysningarna svarar mot reella behov såväl i företagen som hos institut och lärosäten. Programmet har valt att genomföra dem i form av enskilda projekt. I förstudierna har nya aktörer bjudits in att medverka och getts möjlighet att bilda nätverk. Ett exempel är utlysningen *Metalliska material för det elektrifierade samhället* som genomfördes hösten 2020. I förstudien *Behov och utmaningar gällande material för det elektrifierade samhället* lyfte man fram områden där förbättrade metalliska material skulle kunna driva på utvecklingen mot elektrifiering inom områden som fordon och industriella processer. När utlysningen genomfördes kom flera projektförslag med hög relevans i frågeställningar och medverkande aktörer, exempelvis utveckling av elektroplåt för elmotorer i fordon (*E-STATE*) eller värmebehandling och stålval för driftsäkra elektrifierade drivlinor (*HeatDrive*).

Enligt programkontoret har dessa initiativ varit viktiga för att kunna bygga noder som bidrar till en kritisk kunskapsmassa. I Figur 18 visualiseras exempel på hur antalet aktörer och deras samverkan har utvecklats över tid. Prickarna anger aktörer där röda prickar är aktörer som medverkade i programmet 2016. De blå prickarna är aktörer som tillkom 2016–2019 och de gröna prickarna är aktörer som tillkommit efter 2019. Linjerna mellan prickarna visar samarbetet mellan respektive aktör. Bilden synliggör hur samarbetet mellan aktörer har utvecklats samt hur nya aktörer tillkommit under åren. Enligt uppgift från programkontoret är det kopplat till olika utlysningar och visar hur samarbetet mellan aktörerna utvecklats och växt kring kluster och bygger på så vis upp en kritisk kunskapsmassa kring det område man samarbetar kring.

Figur 18 Social nätverksanalys



Källa: Programkontoret

Experterna uppfattar att programmet har haft svårare att locka kompetensmässigt mer avlägsna aktörer, som skulle kunna bidra till nya tillvägagångssätt, värdekedjor, affärsmodeller eller partnerskap med företag inom andra branscher. Experterna pekar exempelvis på företag med kompetens inom artificiell intelligens (AI). Utvärderingen ger dock exempel på hur programmet bidragit till initiativ för mer långsiktig Fol-samverkan inom det området.⁸ Ett exempel på AI-projekt är *Swedish Metal* som genomförs av Högskolan i Skövde och ett antal stora företag finansierat av KK-stiftelsen och med stöd av Jernkontoret. Projektet kommer genomföra omfattande och för branschen unika produktionsdataanalyser genom AI, *Big Data* och maskininläring. Projektet är en fördjupning av ett samarbete som inleddes inom Metalliska Material..

5.2 Förutsättningar för innovation

Metalliska material har haft en systemorienterad ansats med ambitionen att samla hela metallindustrin och stärka och utveckla värdekedjan, men även förändra självbilden inom branschen och öka attraktiviteten genom de steg som beskrivs i agendan. Förutom utlysningssyfte har programmet använt möjligheten till enskilda projekt och andra aktiviteter för att åstadkomma de mer systemorienterade förändringarna. I enskilda projekt har programmet exempelvis stöttat Fol-projekt som programmet bedömt inte skulle ha rymts inom öppna utlysningar. De enskilda projekten har bidragit med kunskapsunderlag i form av förstudier, färdplaner och andra underlag som kan användas för att stötta större transformativa insatser.

Programmets ambition att utveckla ny teknik och infrastruktur syns i programmets resultatmål, som till stor del fokuserar på utvecklingen av metoder, teknik, verktyg och processer inom ramen för de sju stegen i effektlogiken. Utvärderingens fallstudier och annan empiri visar att programmet i många fall bidragit till ny teknik även om denna ännu inte haft konkreta effekter på marknadsandelar eller stärkt konkurrenskraft hos företagen, se avsnitt 4.2.2.

I sin självvärdering lyfter programkontoret flera exempel på projekt som har bidragit med ny teknik inom bland annat additiv tillverkning, elektrifiering och digitalisering. I projekt *MAGDA* utvecklar man material och additiva tillverkningsprocesser för att lösa utmaningar kopplade till vätgasdrivna turbiner. Projekt *E-STATE* utvecklar nya legeringar för elektroplåt med förbättrad hållfasthet och magnetiska egenskaper för att förbättra prestandan hos eldrivna fordon. För att utnyttja digitaliseringens möjligheter inom metallindustrin har programmet även gjort kartläggningar och pilotprojekt samt större satsningar på databaserad beräknings- och analysteknik. I pilotprojektet *DATAFLOW* testade man *deep-learning* och andra maskininlärningsalgoritmer för att

⁸ Flera av de industriföretag som är projektdeltagare i Metalliska material har även digitaliseringsprojekt i SIP PIIA.

förutse sannolikhet för teleskopering av varmbandrullar. Pilotprojektet har resulterat i flera AI-projekt inom industrin varav merparten har genomförts utanför programmet.

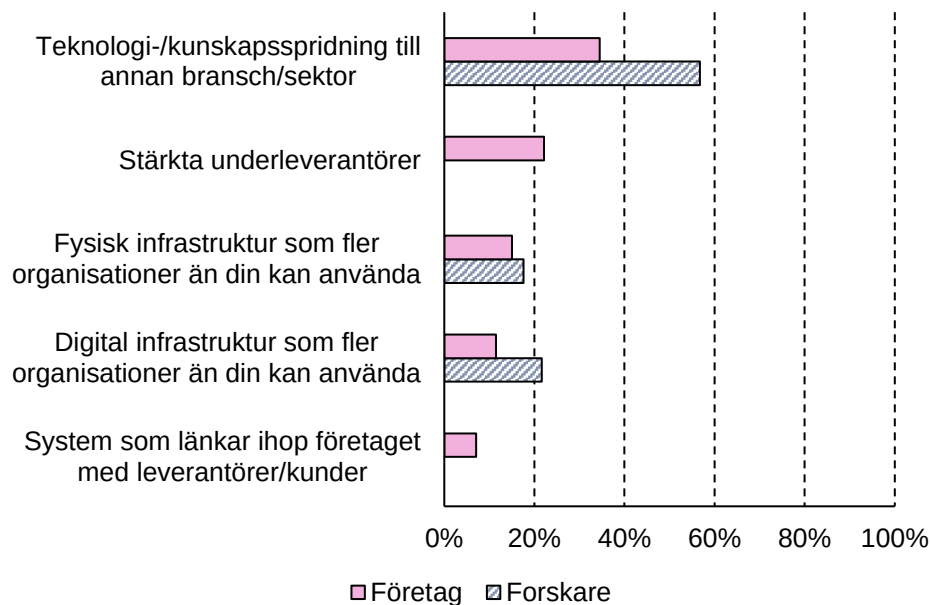
En viktig roll och ambition för Metalliska material är att bidra till incitament som styr utvecklingen både i agendans utpekade riktning och i riktning mot de övergripande effektmålen för SIP-instrumentet. Programmet har måhända inte förutsättningar att skapa stora transformativa systemförändringar, men som experterna påpekar kan "många små inkrementella innovationer tillsammans leda till disruptiv förändring". Programkontoret lyfter fram cirkulär ekonomi och metallindustrins attraktivitet som två områden där man särskilt anser sig bidra till att styra utvecklingen i rätt riktning. Även programmets insatser inom elektrifiering, digitalisering och hållbarhet kan nämnas. Noterbart är också att projektportföljen till cirka 50 procent utgörs av relativt inkrementella projekt, vilket företrädare för programkontoret uppger är viktigt för att upprätthålla kärnkompetensen inom området.

Metallindustrins attraktivitet är en strukturell fråga som adresserats bland annat inom de kompetensförsörjningssatsningar som är föremål för fallstudie 2 *Kompetensförsörjning*, se Bilaga 1. Eftersom metallindustrin är starkt specialiserad och har en i vissa avseenden hög utvecklingstakt föreligger betydande och föränderliga krav på kompetensförsörjning. Steg sju i programmets agenda gäller att *Öka kompetensen och attraktiviteten*. Effektmålet är att "År 2025 är metallindustrin en av Sveriges mest attraktiva arbetsplatser och känd för intressanta och utmanande arbeten som leder till personlig utveckling." Målet ska nås genom kompetensutveckling samt genom att attrahera kompetens från andra branscher och länder, och genom samverkan med institut och lärosäten.

En annan del av attraktiviteten handlar om att förbättra arbetsmiljön i metallindustrin. I sin självutvärdering tar programkontoret upp flera exempel på sådana projekt. *DiffDamm* har tagit fram en guide för åtgärdsstrategier för att minimera diffus damning och påverkan på damningsintensitet. *MIREL-FCW* har genomfört studier för att minska cancerogen sexvärt krom under svetsning av rostfria stål, och *ProSA* ska ta fram verktyg för att integrera arbetsmiljöfrågor vid om- eller nybyggnad av företagsanläggningar. Projekt som syftar till att förbättra branschens arbetsmiljö och attraktivitet är något som även experterna framhåller som viktiga bidrag för att stärka det svenska Fol-systemet inom metallområdet på en mer övergripande nivå.

Figur 19 indikerar i vilken grad medverkan i projekt har bidragit till effekter i sammanhang bortom den konstellation som drivit projekten. Den största effekt som framkommer är teknologi- och kunskapsspridning till annan bransch eller sektor. Fysiska och digitala infrastrukturer är mindre vanligt förekommande effekter, liksom system som länkar ihop företaget med leverantörer eller kunder. Till viss grad har projekten stärkt underleverantörer till företagen.

Figur 19: Effekter bortom projektkonstellationen. Andel företagsrespondenter (N=113) respektive forskare (N=74) som anser att deltagandet har bidragit i hög eller mycket hög grad.



Anm. Det andra och det nedersta påståendet besvarades enbart av företagsrespondenterna. Källa: Enkät

Figur 20 visar i vilken grad projekten haft inslag som är typiska i systeminnovation. Även här är det en förhållandevis låg andel som uppger sådan påverkan. Respondenter i företagen (23 procent) uppger att deltagandet i projekten har inneburit dialog med investerare. Forskare (27 procent) uppger att deltagandet i projekten inneburit en insats för att förändra attityder och/eller beteenden hos en användargrupp i syfte att bana väg för innovation. Skillnaden mellan företagsrespondenter och forskare kan i denna fråga möjligen delvis bero på olika tolkningar av begreppet "användargrupp" där vissa forskare förmodligen räknar företagen som användargrupp.

Experterna bedömer att programmet bidragit till att accelerera de medverkande branschernas utveckling samt komplettera större transformativa insatser som sker utanför programmet, exempelvis med avseende på fossilfria material, som satsningarna HYBRIT,⁹ H2 Green Steel,¹⁰ och satsningar som framkommer genom plattformen Samforsk klimat.¹¹ Även om exempelvis HYBRIT-satsningen är alltför stor och komplex för att hanteras inom en SIP har den betydelse för SIPens aktörer. En sådan

⁹ HYBRIT är en satsning av SSAB, LKAB och Vattenfall för att ersätta kokscolet i stålproduktionen med vätgas. Syftet är att genom fossilfri ståltillverkningsteknik minska Sveriges koldioxidutsläpp med 10 procent (och Finlands med 7 procent).

¹⁰ H2 Green Steel är liksom HYBRIT en satsning på fossilfritt stål. Detta ska ske med hjälp av vätgas och anläggningen i Boden omfattar även vätgasproduktion.

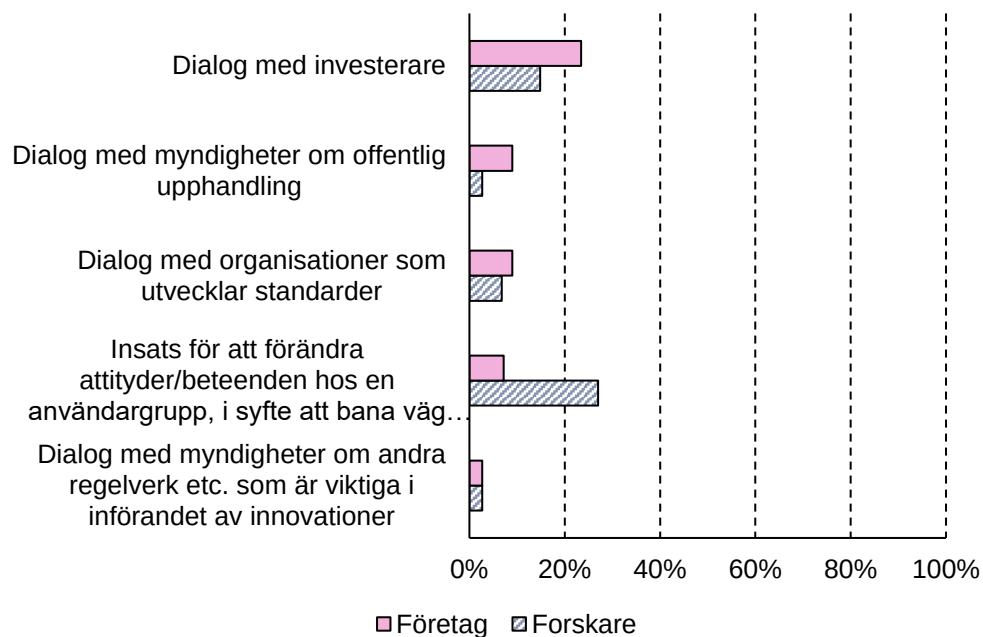
¹¹ Samforsk klimat är ett samarbete mellan Jernkontoret, medlemmar av Jernkontorets teknikområden och organisationen Sustainable Steel Region. Samforsk klimat kartlägger pågående FoU, identifierar forskningsbehov, initierar och stödjer forskningsprojekt samt följer och sprider resultat.

transformativ insats bidrar till utveckling av tekniken och förändrar synen på metallproduktion.

Metalliska materials ansats att bidra till utvecklingen av ändamålsenliga regler och identifiera regulatoriska hinder har varit mindre synligt, enligt experternas bedömning. Det framgår i enkätsvaren i Figur 20. Experterna kommenterar vidare att:

Programmet har uppnått vissa systemeffekter, primärt på aktivitetsnivå, i och med att man initierat samarbeten mellan många olika typer av aktörer. Det har bidragit till en ökad kunskapsöverföring mellan aktörerna och en betydande samlad kompetenshöjning. Programmet ligger väl inom SIP-instrumentets målsättningar.

Figur 20: Systempåverkan. Andel företagsrespondenter (N=111) respektive forskare (N=74) som bedömer att deltagandet i hög eller mycket hög grad har inneburit nedanstående.



Källa: Enkät

6. Programmets mervärde

Sammanfattning:

- Metalliska material har varit betydelsefullt för att realisera den Fol-agenda som den samlade metallindustrin har tagit fram.
- Den breda mobiliseringen av aktörer längs med hela värdekedjan och den kunskapsöverföring och det lärande som sker mellan stålindustrin, aluminiumindustrin och gjuterinäringen hade sannolikt inte varit möjliga utan ett fristående programkontor som haft strategiska resurser till enskilda projekt och som systematiskt reflekterat och ökat sitt lärande kring sin projektportfölj.
- Det finns ett tydligt mervärde med avseende på aktörssamverkan och inte minst industrianpassad Fol.
- Det finns en tydlig input-och beteende-additionalitet, men konkret output-additionalitet är i dagsläget av karaktären "förväntad på sikt".
- Programmets mål och logik är i hög grad i linje med insatsområdets behov. Ett förbättringsområde är att tydliggöra bedömningsgrunden med avseende på programmets effektmål gällande metallindustrins världsledande roll 2025.
- Metalliska material är ett välskött program med hög grad av reflektion kring projektportföljen och måluppfyllelse, vilket har bidragit till ändamålsenliga insatser. Programmets stödjande insatser har gett ett mervärde i projektgenomförandena.

6.1 Inriktning

Vi bedömer, i likhet med utvärderingens experter, att programmets mål och logik ligger i linje med insatsområdets behov. Programmet har på ett systematiskt sätt lyssnat in företags, instituts och lärosätens behov. Även programmets organisation har sannolikt påverkat förutsättningarna för mer behovsstyrda och träffsäkra satsningar. Agendarådet som är programmets rådgivande gruppering bistår programstyrelsen och programkontoret och har ett särskilt ansvar för att säkerställa att programmet följer agendans inriktning. Agendarådets sammansättning speglar det strategiska innovationsområdet som helhet och de nätverk som finns inom området och den samlade kompetensen täcker samtliga sju steg i agendan. Att kombinera en beslutsfattande programstyrelse med ett större agendaråd med sina nätverk, har sannolikt påverkat förutsättningarna att nå agendans målsättningar i en positiv riktning. Även programkontorets stödjande och strategiska insatser har gett mervärde för deltagande aktörer. Vidare bidrar programkontorets strukturerade uppföljning av sin projektportfölj till att skapa förutsättningar för ändamålsenliga insatser. Programmet har varit lyhört för förändringar i omvärlden och utformat strategier och arbetssätt för ökad anpassning.

Utvärderingen visar några förbättringsområden kopplat till programmets effektlogik och uppföljning. Programmet behöver vid avslut kunna visa i vilken utsträckning effektmålen

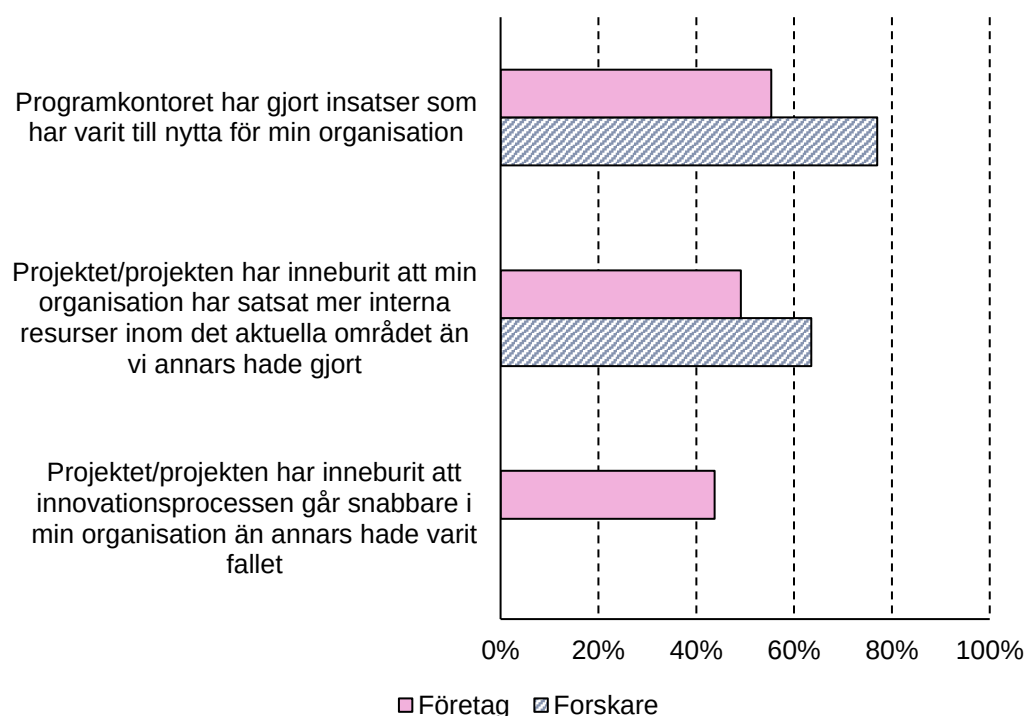
är uppnådda. Bedömningsgrunden kan förtydligas vad gäller programmets effektmål, med hänvisning till formuleringar om industrins världsledande roll 2025. Programmet kan även utveckla uppföljningen av projektresultaten på en mer aggregerad nivå i syfte att ytterligare stärka kunskapsöverföring och lärande. Programkontoret kan idag exemplifiera programmets resultat genom att lyfta fram olika projekt och visualisera hur deltagares nätverk har utvecklats och växt över tid. Vi ser att det finns kapacitet att göra en mer samlad och övergripande resultatbeskrivning utifrån relevanta områden.

6.2 Mervärde

Mervärde eller additionalitet avser i praktiken huruvida det var värt för staten att satsa resurser på Metalliska material. Vi analyserar här mervärdet i de etablerade kategorierna input-, output- och beteende-additionalitet.

Input-additionalitet avser i vilken mån insatsen stimulerar deltagarna att utföra aktiviteter som annars inte hade blivit utförda. Det handlar i grunden om så kallade marknadsmislyckanden, det vill säga att samhällets intresse av att något görs är större än den aggregerade insats som privata aktörer gör om inte staten agerar. Perspektivet fångas i den andra stapeln i Figur 21 och i de två översta staplarna i Figur 23. Dessa ger tillsammans en tydlig bild av att Metalliska material har inneburit aktiviteter som annars inte hade blivit genomförda. En majoritet av respondenterna ger svar som innebär tydlig input-additionalitet och få har svarat motsatsen.

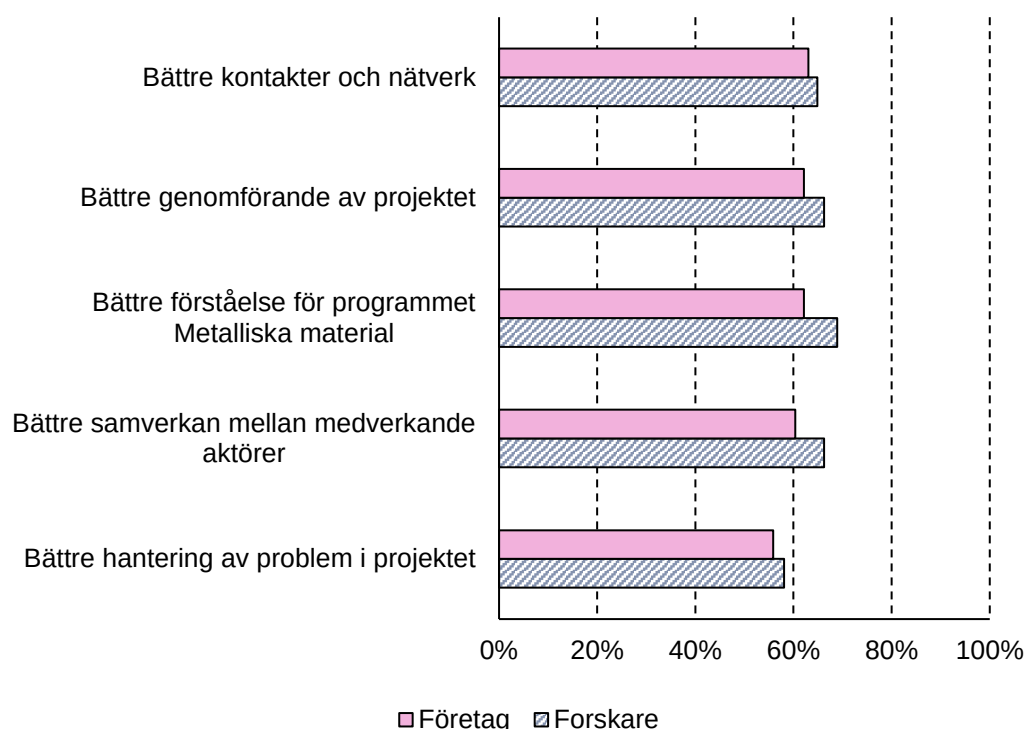
Figur 21: Mervärde. Andel företagsrespondenter (N=112) respektive forskare (N=74) som instämmer i hög eller mycket hög grad.



Källa: Enkät

Med avseende på programkontorets insatser är det intressant att titta närmare på det projektstöd som Metalliska material erbjuder sina deltagare. Varje projekt får ett välkomstbrev och en projekthandbok från programkontoret. Programstyrelsen utser en styrgrupp för projektet och programkontoret utser ett projektstöd. Projektstödet kan exempelvis vara en forskningsledare från Jernkontoret. Syftet med projektstöden är att alla aktörer ska få närkontakt med programmet och snabbt få stöd om problem skulle uppstå och undvika att projekten blir isolerade öar. Projektstöden träffas regelbundet för att gemensamt diskutera statusen på programmets projekt. Både företagsrespondenterna och forskarna uppfattar att projektstödet ger en bättre förståelse för Metalliska material, ett bättre genomförande av projektet, en bättre samverkan mellan medverkande aktörer och bättre kontakter och nätverk.

Figur 22: Programkontorets projektstöd. Andel företagsrespondenter (N=111) respektive forskare (N=74) som instämmer i hög eller mycket hög grad.



Källa: Enkät

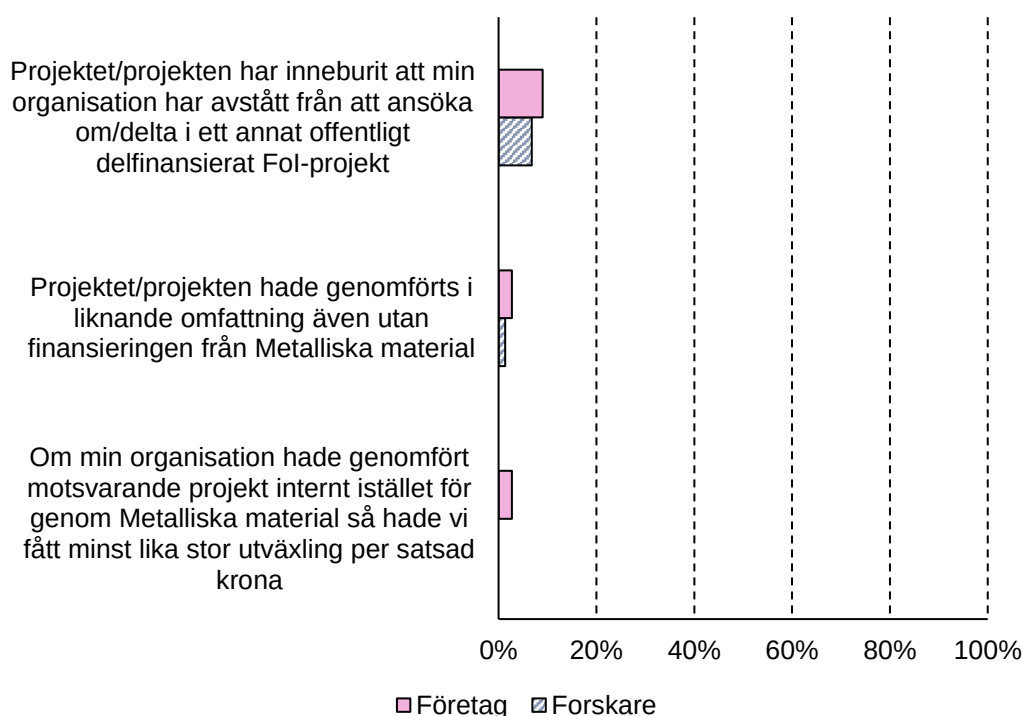
En majoritet av respondenterna menar att "stödet har varit värdefullt och i stor utsträckning minskat den administrativa tiden för delprojektledare och deras organisationer.". Samtliga fritextsvar som härrör från företagsrespondenter är entydigt positiva:

Jag föreställer mig att projekt inte skulle genomförts utan stöd.

[...] Jernkontoret har på ett effektivt och kunnigt sätt gett mycket stöd till projektet.

Output-additionalitet handlar om vilka resultat och effekter som inte hade uppstått utan insatsen. Perspektivet liknar således input-additionalitetens. Output-additionalitet är mer svårbedömd, dels för att många effekter ännu inte har uppstått vid tidpunkten för utvärderingen, dels för att projektarbetet under resans gång blandas upp med bidrag från andra insatser som gör det svårt att bedöma just vad Metalliska materials bidrag har inneburit. Det finns troligen en stark koppling mellan input- och output-additionaliteten men den kan inte tas för given. Den nedersta stapeln i Figur 23 avser output-additionalitet och indikerar att Metalliska material ger ett positivt nettobidrag även i detta avseende.

Figur 23: Mervärde (negativ skala). Andel företagsrespondenter (N=111) respektive forskare (N=74) som instämmer i hög eller mycket hög grad.



Anm.: Skalan är negativ. Ju kortare stapel desto bättre resultat. Det nedersta påståendet besvarades endast av företagsrespondenterna. Källa: Enkät

I enkätens fritextsvar framkommer till största delen en positiv bild av programmets mervärden. En företagsrespondent menar att deras "resurser hade använts till annat som låg närmre vår kärnverksamhet om vi inte deltagit i gemensam forskning". En annan företagsrespondent uppger att förbättringar av processer och produkter som projektdeltagandet resulterat i måhända inte ska ses som innovation, men ändå innebär ett mervärde. En företagsrespondent understryker att projektdeltagandet möjliggjort aktiviteter som annars inte hade rymts i verksamheten:



Den externa finansieringen bidrager ofta till att kunna utveckla nya kunskaper och förhoppningsvis även till nya innovationer, som annars inte hade varit möjliga då verksamheter är ganska hårt styrda gentemot kortsiktig lönsamhet.

Beteende-additionalitet handlar till skillnad mot de andra två additionalitetsbegreppen till stor del om kvalitativa bidrag. Begreppet är brett och relativt odefinierat, med fokus på vad som kan beskrivas som systemmisslyckanden. Typiska bidrag handlar om kunskap, nätverk, strategier och effektivitet. Beteende-additionaliteten analyseras således bäst med en kombination av enkätfrågor och kvalitativa resonemang utifrån andra underlag som kan indikera var Metalliska material kan ha fyllt luckor eller gjort

andra bidrag som andra (slags) insatser förmodligen inte hade gjort. Återstoden av det här avsnittet handlar om beteende-additionalitet.

Den samlade bilden är att Metalliska material har inneburit betydande beteende-additionalitet som levererats på olika sätt. Beteende-additionaliteten återfinns bland annat i:

- Metalliska materials roll som nationell kraftsamlare för de metallproducerande och metallbearbetande industrierna, en samverkansplattform över branschgränser och nätverksbyggare mellan en bredd av aktörer, se kapitel 4 och 5. Empirin pekar på effekter i termer av nya och utvecklade nätverk, liksom samarbeten med en bredd av aktörer, där inte minst gjuterinäringen och aluminiumindustrin har gynnats av draghjälpen från stålindustrin. Synbarligen har kunskapsöverföring och kompetenshöjning följt av detta. Experterna poängterar att programmet framgångsrikt fört samman innovativa ledare (stål) med följare (som aluminium och mässing) samt stora företag och SMF till en mer effektiv kunskapsdelning. De lyfter även att programmets bidrag till nya nätverk och nya samarbeten har hjälpt forskningsutövare att anpassa sig till industrins behov.
- Rollen som pådrivare, samordnare och medvetandegörare i hållbarhetsfrågor. Det tar sig exempelvis i uttryck i den reviderade agendan där hållbarhet har lyfts fram som en viktig marknadsparameter för företag. Den Hållbarhetskompass som utvecklats med stöd av programmet är ett viktigt verktyg för att bidra till en hållbar utveckling.
- Programmets betydelse för ökad kompetensförsörjning, kompetenshöjning och branschens attraktivitet se kapitel 4. Utvärderingen visar att den samlade kompetenshöjning som projekten leder till sannolikt är ett av de mest värdefulla resultaten. Experterna uppmärksammar att projekt har fått stöd, som syftar till att förbättra branschens arbetsmiljö och attraktivitet.
- Programmets strategiskt grundade arbetssätt som bidragit till att identifiera och stärka de nationella värdekedjorna, bland annat genom samverkan över hela värdekedjor. Experterna poängterar att det ökat den svenska graden av självförsörjning och minskat beroendet av enskilda utländska aktörer. De poängterar betydelsen av det i en bransch med starkt råvaruberoende.
- Programmets komplementära roll i relation till större transformativa insatser vad gäller exempelvis ett fossilfritt samhälle. Här har programmet fokuserat på incitament som cirkulär ekonomi, elektrifiering, AI och digitalisering.

Metalliska material har haft betydelse för att realisera den Fol-agenda som den samlade metallindustrin har tagit fram. Den breda mobiliseringen av aktörer längs med

värdekedjorna och den kunskapsöverföring och det lärande som skett mellan stålindustrin, aluminiumindustrin och gjuterinäringen hade sannolikt inte varit möjliga utan ett fristående programkontor som haft strategiska resurser till enskilda projekt och som systematiskt reflekterat och ökat sitt lärande kring sin projektportfölj. Nedan följer ett antal röster om det viktigaste bidraget från projektdeltagandet. En företagsrespondent svarar följande:

 *Att på ett naturligt sätt genom extern finansiering via programmet få med för oss kvalificerade aktörer i form av institut och tekniska högskolor. Att få relativt snabba svar på för oss viktiga forsknings- och innovationsfrågor. Att nyttja disputerade och andra kvalificerade personer på hög forsknings- och innovationsnivå, även rekrytera, samt utveckla våra egna personer som deltar i projekt och utöka kontaktnätet.*

En annan företagsrespondent svarar:

 *Att få möjlighet att kunna förverkliga en projektidé och med hjälp av de olika parternas olika kunskaper kunna få en mer komplett analys, jämfört med när man i ett enskilt företag utför en mycket 'tunnare' analys.*

En forskarrespondent uppger:

 *Som forskare på högskola har projekten gett mig nya kontakter inom industrin, och jag har blivit mer insatt i industriella materialfrågor. Det har också ökat företagets kännedom om vad vi kan åstadkomma på högskolan gällande materialundersökningar. Detta har resulterat i några mindre bilaterala projekt/uppdrag.*

En annan forskarrespondent svarar följande:

 *Samverkan längs hela värdekedjan och med olika typer av aktörer; universitet-institut-industri (små och stora företag) har skapat tydligt mervärde för alla i innovationsprocessen.*

En annan viktig aspekt med FoI-projekt är att de kan ge underlag som visar att vissa vägval *inte* ska göras, vilket är ett mervärde i bemärkelsen att tid och resurser inte spills i onödan. Programmet skapar sålunda förutsättningar att utforska och testa metoder, tekniker, arbetssätt, processer, samt deras tillämpbarhet. Sådana mervärden är dock svåra att fånga i utvärderingar.

Experterna menar att empirin påvisar en tydlig input-additionalitet och att många aktiviteter sannolikt inte hade skett utan Metalliska material. De ser dock ett mindre tydligt bidrag med avseende på output- respektive beteende-additionalitet. Deras resonemang lyder att det är svårt att särskilja det specifika mervärdet i aktiviteter som ska bidra till processer och insatsvaror längre fram i värdekedjan.

7. Handlingsplan efter sexårsutvärderingen

Sammanfattning:

- Programmet har hanterat samtliga rekommendationer.
- Rekommendationerna och hanteringen har inte inneburit någon kursändring för programmet utan har legat i linje med det befintliga arbetet.
- Mest utmanande har varit hanteringen av "att undersöka om stödet i frågor rörande immateriella värden kan utvecklas". Rekommendationen slutrapporterades dock till programstyrelsen i september 2022.

Sexårsutvärderingen av Metalliska material framhöll sju rekommendationer varav sex riktade till programkontoret. Programmet har hanterat de sex rekommendationerna efter sexårsutvärderingen genom att ta fram en handlingsplan per rekommendation. Enligt programkontorets självvärdering hade fem av sex rekommendationer slutrapporterats till programstyrelsen i maj 2022. Den sjätte rapporterades i september 2022. Samtliga rekommendationer är således omhändertagna enligt vad som sammanfattas i Tabell 2 nedan. Två rekommendationer föranleder dock särskild uppmärksamhet.

Den rekommendation som varit svårast för programmet att hantera har varit rekommendationen "Undersök om stödet i frågor rörande immateriella värden kan utvecklas". Sexårsutvärderingen indikerade höga immateriella värden inom projekt i programmet samt framhöll att vikten av att tillvarata dessa för att inte riskera kunskapsspridning som motverkar programmets syfte att stärka svensk konkurrenskraft. Programmet anmodades i sexårsutvärderingen därför att undersöka om stödet i frågor rörande immateriella värden till projekten behövde utvecklas. En utmaning med rekommendationen har varit att bedöma i vilken grad potentiella immateriella värden riskerar att gå förlorade och för vem. Programmet gick inledningsvis försiktigt fram med arbetet men landade sedermera i att befintliga avtalsmallar mellan projektdeltagare som tagits fram under 2018 var fullgoda för att hantera frågan. Arbetet framåt kom således att handla om att uppmärksamma nya projektparter på dessa mallar, och hanteringen av rekommendationen har utifrån detta slutrapporterats till programstyrelsen i september 2022.

Den andra rekommendationen vi vill uppmärksamma är "Överväg fortsatta och utvecklade insatser för SMF för att ytterligare stärka programmets additionalitet vad gäller att skapa samarbeten och kunskapsuppbyggnad inom Fol för SMF". Utvärderingen tyder på att en stor andel av de deltagare som tillkommit efter sexårsutvärderingen varit SMF, se avsnitt 5.1. I programmet i sin helhet har totalt 177 SMF deltagit jämfört med 111 storföretag, under perioden 2013–2021. Andelen SMF kan ses som en indikation på att programkontoret lyckats väl med att utveckla insatser

för SMF. En del av detta arbete rör en ökande inkludering av gjuteriföretag, medan stål- och aluminiumindustrierna domineras av större företag. Arbetet med samverkan längs med värdekedjor är vara en annan del, där många Fol-projekt inneburit att forskare och stora företag har samverkat med SMF. I sexårsutvärderingen konstateras att "[programmet [aktivt har] försökt underlätta för SMF att delta i projekt. Dessa insatser är uppskattade och antalet medverkande SMF har ökat över tid." Utvärderingen rapporterar även att medverkande SMF "anser att insatserna är väl anpassade till deras förutsättningar att medverka, vilket de mer sällan anser vara fallet i andra Fol-program."

I programmets självutvärderingsenkät framkommer att man efter en analys av SMF-deltagares erfarenheter inte sett riktade insatser som motiverade. Däremot har programmet förtydligat informationen till blivande projektdeltagare då det framkommit att vissa SMF haft svårt att förstå vad som förväntats av dem som projektdeltagare och vad de själva kan förvänta sig av deltagandet.

Sammanfattningsvis har programmet tagit fram och verkställt handlingsplaner för hantering av samtliga rekommendationer ur sexårsutvärderingen. Samtliga rekommendationer har hanterats. Vår bedömning är att rekommendationerna och hanteringen inneburit en inkrementell förändring snarare än någon kursändring för programmet. Rekommendationerna har i de flesta fall varit försiktigt formulerade ("utred om," "undersök att") och i flera fall rört aspekter där programmet redan haft väl utvecklade aktiviteter.

Tabell 2 Rekommendationernas omhändertagande

Rekommendation:	Undersök om stödet i frågor rörande immateriella värden kan utvecklas. ¹²
Handlingsplan och genomförande:	Handlingsplanens mål är att skapa förutsättningar för att så stora värden som möjligt tillvaratas från projekten. Programmet tillhandahåller sedan tidigare projektstöd samt avtalsmallar som stöd i IP-frågor. Potentialen man ser är att stärka projektens förmåga att identifiera potentiella oväntade värden. Lämpliga åtgärder vill man diskutera med stöd av expertis. Aktiviteterna i handlingsplanen är 1) att undersöka möjlighet till ökat stöd i IP-frågor, samt 2) att ta fram eventuella förslag till stödpaket.
Bedömning av genomförandet:	Som en följd av rekommendationen kommer Programkontoret att uppmärksamma parter i nya projekt på möjligheten att använda de avtalsmallar som togs fram redan under 2018 i syfte att skapa bättre förutsättningar för patenterbara projektresultat. Utvärderarna bedömer att rekommendationen är hanterad.

¹² Sexårsutvärderingen "indikerar höga immateriella värden inom projekt i programmet. Dessa behöver tas tillvara, så att det inte riskerar att uppstå kunskapsspridning som motverkar programmets syfte att stärka svensk konkurrenskraft. Programledningen bör därför låta undersöka om stödet i frågor rörande immateriella värden till projekten behöver utvecklas."

Rekommendation:	Överväg fortsatta och utvecklade insatser för SMF.¹³
Handlingsplan och genomförande:	Handlingsplanen understryker att SMP ofta utgör viktiga länkar i värdekedjan och att programmets roll är att undanröja hinder för samarbete. Man menar däremot att särskilda insatser för SMF är mindre intressanta då litenheten i sig är irrelevant för Fol-samverkan. Aktiviteterna i handlingsplanen är 1) att sammanställa erfarenheter från medverkande SMF; 2) att överväga om det finns trösklar som kan sänkas; samt 3) vid behov genomföra åtgärder.
Bedömning av genomförandet:	Utvärderarna bedömer att inflödet av SMF som andel av nytillkomna deltagare varit högt sedan sexårsutvärderingen, varit högt innan sexårsutvärderingen, samt att programmet lyckats väl med anpassning till SMF-typiska förutsättningar. Rekommendationer i sexårsutvärderingen har inte föranlett någon drastisk kursändring men har hanterats och slutrapporterats till programstyrelsen, framförallt genom att programmet förtydligat informationen till blivande projektdeltagare för att klargöra förväntansbilden.

Rekommendation:	Överväg möjligheter till ytterligare kunskapsöverföring.¹⁴
Handlingsplan och genomförande:	Handlingsplanen beskriver att samarbete redan pågår med dåvarande SIP STRIM (nuvarande Swedish Mining Innovation, SIP SMI) exempelvis i form av en gemensam utlysning. Tänkbara möjligheter till fördjupat samarbete uppges vara ömsesidig marknadsföring samt gemensamma insatser med avseende på smältverksprocesser (där man redan arbetat med kunskapsöverföring mellan smältverk). Aktiviteterna i handlingsplanen är 1) kontinuerlig diskussion med SIP STRIM/SMI om gemensamma insatser samt 2) om lämpligt genomföra sådana insatser.
Bedömning av genomförandet:	I programmets självvärdering framkommer att man för löpande samtal med SIP SMI för att dryfta lämpliga samarbeten. Man har även initierat diskussioner med övriga närliggande strategiska innovationsprogram. Utvärderarna bedömer att rekommendationen är hanterad.

Rekommendation:	Överväg längre projekt för att förbättra möjligheten till forskarutbildning.¹⁵
Handlingsplan och genomförande:	Handlingsplanens mål är att leverera fler doktorer från programmet givet att programmet är en lämplig form för att möta ett sådant behov, om det finns. Det framkommer att man återkommande försökt initiera forskarskolor men att detta arbete fallit på ointresse från industrin. Dock ser man forskarutbildade kan vara ett bra sätt att sprida kunskap och resultat samt skapa en överbyggnad akademi/industri. Aktiviteterna i handlingsplanen är 1) att undersöka om projekt som ger större möjlighet för forskarutbildning är ett lämpligt sätt att bidra till

¹³ Sexårsutvärderingen: "Programmets insatser för SMF utgör en viktig del av dess additionalitet, genom att på ett framgångsrikt sätt skapa samarbeten och kunskapsuppbyggnad inom Fol för SMF. Programledningen bör överväga hur detta arbete kan utvecklas framöver för att ytterligare stärka programmets additionalitet i detta avseende."

¹⁴ Sexårsutvärderingen: "Det kan finnas potential till ytterligare kunskapsöverföring mellan branscher med smältverk. Programledningen bör därför överväga ytterligare insatser för sådan kunskapsöverföring. Exempelvis har programmet redan öppnat för en sådan breddning i ett projekt om legeringar. Det kan finnas potential till ytterligare kunskapsöverföring mellan Metalliska material och SIP STRIM, exempelvis rörande metallurgi. Programledningen bör därför överväga ett strukturerat samarbete för kunskapsöverföring med SIP STRIM."

¹⁵ Sexårsutvärderingen: "Mot bakgrund av det sjunde steget i agendan att öka kompetensen i branschen bör programledningen överväga om det skulle vara ändamålsenligt med längre projekt för att förbättra möjligheten till forskarutbildning såsom sakkexperterna förslår. I så fall bör programledningen initiera en dialog med finansiärerna i frågan."

	områdets kompetensförsörjning, samt 2) om så är fallet undersöka möjligheterna till längre åtaganden än treåriga.
Bedömning av genomförandet:	Programmets genomgång visar att man ej av kompetensförsörjningsskäl behöver stimulera fler doktorandprojekt då tillgången är god. Däremot bedömer man att doktorander är en möjlighet till resultatspridning från programmet. Det framkommer i genomlysningen att forskningsutförarna uppfattat det som enklare att använda doktorander till projekten i utlysningen <i>Bärande idéer för framtida konkurrenskraft</i> , då denna skedde i flera steg och den sammanlagda projektiden därför kunde bli fyra år. Metalliska material startade därför 2021 tvåstegsutlysningen <i>Språngbräda till framtidens metalliska material</i> vilket man bedömer ger en lägre tröskel för att anställa doktorander. Då programmet nu går in i sin slutfas ser man ingen möjlighet till fler långsiktiga satsningar. Utvärderarna bedömer att rekommendationen är hanterad.

Rekommendation:	Analysera om utlysningarna verkar exkluderande för vissa FoU-utförare.¹⁶
Handlingsplan och genomförande:	I handlingsplanen framkommer resonemanget att då programmets insatser publiceras öppet, måste eventuell exkludering ske på ett djupare plan. Aktiviteterna i handlingsplanen är 1) att utreda om vissa FoU-utförare har en lägre medverkan i programmet än de borde; 2) att undersöka orsaker om så är fallet; samt 3) att åtgärda eventuella orsaker om de är osakliga och det ligger inom programmets rådighet.
Bedömning av genomförandet:	Programkontoret har gått igenom olika FoU-aktörers deltagande och inklusion utifrån en rad parametrar, och finner att ingen aktör exkluderas systematiskt även om vissa deltar i lägre grad än förväntat. Som fördjupning har man haft dialog med Uppsala, Linköping och Karlstad universitet, för att klarlägga eventuella hinder samt ge en fördjupad förståelse för Metalliska material. Utvärderarna bedömer att rekommendationen är hanterad och återrapporterad till programstyrelsen.

Rekommendation:	Överväg hur jämställdhetsarbetet kan utvecklas.¹⁷
Handlingsplan och genomförande:	Handlingsplanen resonerar kring strukturella orsaker till könsfördelning av projektledare i utlysningssyfte och slutleder att programmets förmåga att ge rättvisa förutsättningar kräver en fördjupad analys. Befintliga analyser har inte kunnat påvisa brister i jämställdhetshänseende men programmet vill fördjupa analysen ytterligare i etapp 3. Aktiviteterna i handlingsplanen är 1) att undersöka huruvida det föreligger hinder för rättvis behandling, samt 2) vid behov utreda möjliga insatser.
Bedömning av genomförandet:	Med stöd i högskoleverkets data på området har programkontoret konkluderat att det inte finns skäl att misstänka att någon grupp missgynnas i programmet. Däremot har man sett ett värde i att fokusera insatser före ansökningsprocessen i form av framförallt information. Utifrån rapporten <i>The gender challenge in research funding</i> (2009) har ett antal områden identifierats, så som att följa statistik på området, beakta sammansättningen i styrelse och agendaråd, publicera jämställdhetsdata, samt följa en uppförandekod. Utvärderarna bedömer att rekommendationen är hanterad och återrapporterad till programstyrelsen.

¹⁶ Sexårsutvärderingen: "Programmet har lyckats med en bred mobilisering av aktörer. Enligt saksakexperterna deltar dock några av de etablerade svenska FoU-utförarna i låg grad i programmet. Programledningen bör därför analysera om utlysningarna verkar exkluderande för vissa FoU-utförare."

¹⁷ Sexårsutvärderingen: "Programmet arbetar aktivt med jämställdhet. Programledningen bör överväga hur detta arbete kan fortsätta och utvecklas framöver för att ytterligare stärka programmets bidrag till jämställdhet. Programledningen bör även inkludera jämställdhetsaspekter när frågan om fler forskarutbildade inom programmet övervägs."

8. Bidrag till SIP-instrumentets effektmål

Sammanfattning:

- Metalliska material bidrar till samtliga effektmål som gäller för SIP-instrumentet. Bidragen är tydligast med avseende på effektmålen Stärkt hållbar tillväxt och Att göra Sverige till ett attraktivt land att investera och bedriva verksamhet i.
- Programmet har begränsad rådighet över de grundläggande strukturproblem som hindrar omställning och tillväxt, som fossilfri planerbar energiproduktion och kompetensförsörjning.

År 2020 kom drygt 31 procent av Sveriges territoriella utsläpp från industrin. Av denna knappa tredjedel härrörde i sin tur en tredjedel från järn- och stålindustrin. Därtill kom utsläpp från metallindustrin exklusive järn och stål. Totalt svarade Metalliska materials branscher för 13,5 procent av Sverige territoriella utsläpp, vilket innebär 6,2 av 46 miljoner koldioxidkvivalenter. I detta ingår inte den närliggande "mineralindustrin exklusive metaller samt gruvindustri".¹⁸

Klimatneutrala metoder i branschen har således stor potential att påverka Sveriges totala utsläpp. Därutöver är metaller som stål och aluminium viktiga insatsvaror i annan industri, varför fossilfri produktion är avgörande för den resterande ekonomins möjligheter att nå klimatneutralitet. Fossilneutralt producerade metaller kan dessutom ersätta mer utsläppsintensiv produktion på världsmarknaden och således bidra globalt.

Metalliska material har byggt upp sin effektlogik för att uppfylla SIP-instrumentets övergripande effektmål. Programmets sju steg bidrar enligt programkontorets egen bedömning till effektmålen enligt Tabell 3. Samtliga steg bedöms av programkontoret bidra till SIP-effektmålet om en stärkt hållbar tillväxt. Samtliga förutom steg 6 bedöms bidra till att göra Sverige till ett attraktivt land att investera och bedriva verksamhet i. Programkontoret bedömer att programmet bidrar till samtliga mål genom insatser i några av agendans steg mot förnyelse, tillväxt och ökad konkurrenskraft.

¹⁸ <https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-utslapp-fran-industrin/>

Tabell 3. Programkontorets bedömning av agendastegens bidrag till SIP-instrumentets effektmål.
Källa: Självutvärderingsenkät Metalliska material

	Mål 1 – Stärkt hållbar tillväxt	Mål 2 – Stärkt konkurrenskraft och ökad export för svenskt näringsliv	Mål 3 – Att göra Sverige till ett attraktivt land att investera och bedriva verksamhet i	Mål 4 – Hållbar samhällsutveckling som tryggar försörjning, välfärd, miljö och energipolitiska mål	Mål 5 – Skapa förutsättningar för hållbara lösningar på globala samhällsutmaningar
Steg 1 – Utveckla erbjudandet	×	×	×		
Steg 2 – Öppna värdekedjan	×		×		×
Steg 3 – Öka materialutvecklingstakten	×		×		
Steg 4 – Öka flexibiliteten	×		×	×	
Steg 5 – Öka resurseffektiviteten	×	×	×	×	×
Steg 6 – Minska miljöpåverkan	×	×		×	×
Steg 7 – Öka kompetensen och attraktiviteten	×	×	×		

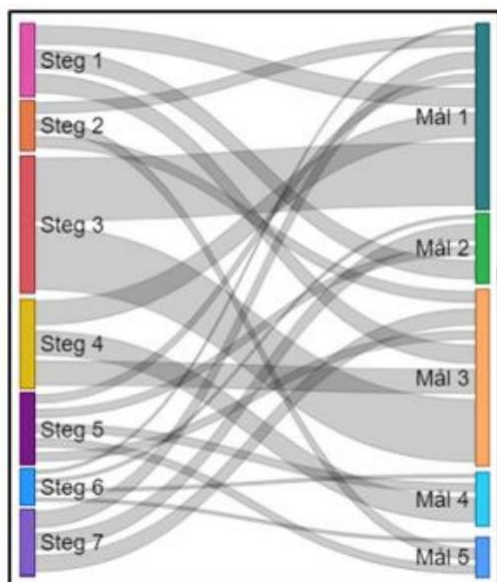
Källa: Programkontoret

Figur 24 är framtagen av programkontoret och visar hur programmets finansiering fördelats över de sju stegen och i nästa steg över effektmålen för SIP-satsningen. Det stora bidraget från programmet i finansieringsvolym räknat främst avser SIP-instrumentets effektmål med avseende på Stärkt hållbar tillväxt (mål 1 i figuren) respektive Att göra Sverige till ett attraktivt land att investera och bedriva verksamhet i (mål 3).

Experterna lyfter fram programmets bidrag till målet Stärkt konkurrenskraft och ökad export för näringslivet (mål 2) och Att göra Sverige till ett attraktivt land att investera och bedriva verksamhet i (mål 3). De menar att det återspeglas i effektlogiken, särskilt insatser inom steg 2 *Öppna värdekedjan* och steg 3 *Öka materialutvecklingstakten*. De anser vidare att de vad gäller mål 2 finns möjlighet att ytterligare stärka bidraget från programmet genom att lyfta in utveckling av affärsmodeller och kopplingar till investeringsmöjligheter. Programkontoret menar dock att utvecklandet av nya

affärsmodeller ligger utanför programmets huvudsakliga inriktning och kapacitet, eftersom företagen upplever stora risker och osäkerhet med nya affärsmodeller.

Figur 24. Programkontorets exempelbild över hur man följer upp programmets finansiering i förhållande till SIP-instrumentets effektmål. Källa: Självutvärderingsenkät Metalliska material



Mål 1: Stärkt hållbar tillväxt; samt Mål 5: Skapa förutsättningar för hållbara lösningar på globala samhällsutmaningar

Hållbarhet har idag blivit en central marknadsparameter vilket experterna bedömer har lett till insatser som bidrar till de övergripande effektmålen 1 och 5. Experterna pekar exempelvis på insatser inom ramens för programmets steg 6 *Minska miljöpåverkan* samt projekt inom cirkulär ekonomi.

Även den Agenda 2030-kompass som programmet har tagit fram för att stödja områdets aktörer i sitt arbete med hållbarhetsfrågor och eventuella målkonflikter är ett viktigt bidrag att skapa förutsättningar för hållbara lösningar på globala samhällsutmaningar. Arbetet med *The Agenda 2030 Compass Methodology and Toolbox for Strategic Decision Making*, som startade 2018, är Metalliska materials största enskilda projekt, där man tillsammans med forskare tagit fram ett verktyg för att identifiera satsningars påverkan på de olika målen i Agenda 2030. Inom projektet har kontextkartor för flera olika länder tagits fram. Ett exempel som programkontoret lyfter i sin *Vitbok inför dialog om strategiska innovationsprogram 2.0: Det strategiska innovationsprogrammet Metalliska materials uttolkning och analys av riktning och behov* är elektrifiering av fordonsflottan, där effekter av en given satsning är avhängiga av tillgången till fossilfri elproduktion.

Branschens utsläpp av klimatgaser nämndes ovan. Jernkontoret har, i ett arbete som varit separat från Metalliska material, tagit fram en klimatfärdplan med sikte på att Sverige ska vara fossilfritt 2045. Svenskt Aluminium arbetar enligt *European Aluminium Vision 2050* och inom Metalliska material pågår ett arbete där Svenska Gjuteriföreningen tar fram en klimatfärdplan för gjuteribranschen. Programmet har identifierat elektrifieringen som en avgörande del av omställningen och utifrån en förstudie har man genomfört en utlysning med syfte att stödja metallindustrins förmåga att möta elektrifieringens utmaningar.

Experterna bedömer vidare att Metalliska material kompletterar större transformativa satsningar inom området, som HYBRIT och SamForSK Klimat, som båda nämns i programmets vitbok (se ovan). SamForSK Klimat är en satsning som Jernkontoret driver med syfte att samordna insatser för FoU i enlighet med stålindustrins Klimatfärdplan. Programmet pekar även ut strukturella förutsättningar som måste finnas på plats för att möjliggöra omställningen, som fossilfri elförsörjning. Programmet kopplar även till den nationella strategin för en cirkulär ekonomi, ett område inom vilket man finansierat ett flertal projekt.

I sexårsutvärderingen bedömdes att programmet bidrar till *att skapa förutsättningar för hållbara lösningar på globala samhällsutmaningar* "genom den förnyelse inom branschen som programmet bidrar med" samt genom påverkan med avseende på miljöbelastning och resurseffektivitet. Med avseende på *stärkt hållbar tillväxt* gör sexårsutvärderingen bedömningen att programmet bidrar "genom att befästa, utveckla och säkra svensk industris starka position vad gäller hållbar tillväxt inom området." Nioårsutvärderingen instämmer i dessa bedömningar.

Utvärderarna bedömer att programmet bidrar till mål 1 i hög utsträckning. Till mål 5 bidrar programmet i viss utsträckning, eftersom programmets omfattning och inriktning endast tillåter ett indirekt bidrag. Programmet kan endast förväntas bidra till målen i proportion till sina resurser, och dessutom är Metalliska material mer ett komplement till transformativa satsningar än en direkt lösning på globala utmaningar.

Mål 2: Stärkt konkurrenskraft och ökad export för svenskt näringsliv; samt Mål 3: Att göra Sverige till ett attraktivt land att investera och bedriva verksamhet i

Programkontoret bedömer utifrån sin egen uppföljning att fyra av de sju stegen i agendan bidrar till målet om stärkt konkurrenskraft och ökad export. Utvärderingen visar både på realiserade effekter och inte minst stora förväntade effekter på sikt för deltagande företag när det gäller exempelvis ökad konkurrenskraft.

Programkontoret bedömer vidare att sex av de sju stegen i agendan bidrar till målet att göra Sverige till ett attraktivt land att investera och bedriva verksamhet i. En väsentlig

utmaning som gäller båda dessa mål, och som experterna pekar ut som centralt, är den utmaningar inom kompetensförsörjning som programmet adresserar och som utvärderingen särskilt belyser i fallstudie 2 *Kompetensförsörjning*, se Bilaga 1.

Utan att förringa dessa och andra bidrag till effektmålen tyder utvärderingen på att viktiga förutsättningar för måluppfyllelse ligger helt eller delvis utanför programmets rådighet. Elproduktionen är central och att den sker fossilfritt är nödvändigt för omställning och elektrifiering, men även för konkurrenskraft på en global marknad med ökande efterfrågan på klimatneutrala produkter och material. För konkurrenskraft och stabilitet krävs även en förutsägbar energitillförsel. Detta är idag särskilt en utmaning för företag i södra Sverige, och särskilt för energiintensiva verksamheter som gjuterier.

Också kompetensförsörjningsfrågan ligger till stora delar utanför programmets rådighet. Metalliska material gör berömvärda insatser på området men SIParnas satsning på kompetensförsörjning sker i stuprör. Det är beklagligt exempelvis eftersom programmen har ett gemensamt intresse i att locka barn och ungdomar till teknik- och naturvetenskap. Kompetensförsörjningsfrågan, skolelevernas utbildningsval och den bristande matchningen på arbetsmarknaden kan behöva analyseras mer gemensamt för att programmen ska kunna vara pådrivande mot politiken och utbildningssystemet som förfogar över de egentliga verktygen.

I sexårsutvärderingen av Metalliska material bedömde utvärderarna att programmet ger "ett tydligt bidrag till stärkt konkurrenskraft och ökad export för svenskt näringsliv," framför allt med förväntningar på effekter i ett längre perspektiv. Vad gäller attraktivitet för investeringar är bedömningen att programmet bidrar genom att "främja ledande FoU och konkurrenskraftiga företag." I sexårsutvärderingen betonas även vikten av att "ha rimliga förväntningar" på vad SIP-instrumentet och det enskilda programmet kan åstadkomma.

Vi gör i stort samma bedömning och med samma reservationer som i sexårsutvärderingen, där exempelvis rådigheten över kompetensförsörjningsfrågan ger skäl att begränsa förväntningarna. Vi bedömer därför att Metalliska material bidrar till mål 2 i hög utsträckning och till mål 3 i viss utsträckning. I linje med resonemanget kring bidrag till mål 5 måste programmets bidrag bedömas i proportion till dess resurser samt i förhållande till inriktningen på programmet. Vad gäller mål 3 ser vi framför allt att Metalliska material har begränsad rådighet över strukturella aspekter.

Mål 4: Hållbar samhällsutveckling som tryggar försörjning, välfärd, miljö- och energipolitiska mål

Metalliska materials programkontor bedömer att tre av de sju stegen i agendan bidrar till detta effektmål. Vår bedömning är att samtliga steg bidrar åtminstone indirekt till effektmålet. Basindustrins utveckling och tillväxt, både i inkrementell och radikal

bemärkelse, är en förutsättning för försörjning och välfärd. Att produktivitet utvecklas och konkurrenskraft upprätthålls är givetvis av avgörande betydelse för hela samhället, som därigenom kan finansiera investeringar i humankapital, energiproduktion, välfärdssystem, samt forskning och utveckling. När det gäller energiproduktion och humankapital har programmet dock begränsad rådighet att komma till rätta med de strukturproblem som syns med avseende på kompetensförsörjningsproblematik och planerbar fossilfri energiproduktion.

I sexårsutvärderingen bedömde utvärderarna att programmet bidrog till effektmålet både ur ett ekonomiskt och ett klimat- och miljömässigt hänseende. Däremot framhöll de även att "programmet har begränsade ambitioner i socialt hänseende."

Vi bedömer att Metalliska material bidrar till mål 4 i viss utsträckning. Programmets ekonomiska och klimat- och miljömässiga bidrag förefaller vara i stort oförändrade sedan sexårsutvärderingen. Vår bedömning utifrån nioårsutvärderingens underlag är emellertid att programmet även har en inriktning mot den sociala hållbarheten. Basindustrin är viktig för att trygga försörjning och välfärd och programmet bedriver konkreta insatser inom kompetensförsörjning för att skapa relevanta utbildningsvägar. Det krävs dock politiska reformer för att i slutändan förändra utbildningssystemet.

Bilaga 1 Fallstudier

Utvärderarna har genomfört tre fallstudier på tre områden som Metalliska material adresserar: additiv tillverkning (AM), kompetensförsörjning och materialdesign. Inom respektive fallstudie har ett antal exempelprojekt valts ut i dialog mellan utvärderarna och programkontoret. I beskrivningen av varje projekt har vi utgått ifrån underlag som Vinnova har tillhandahållit i form av ansökning, lägesrapporter och när så funnits slutrapport. Vi har kompletterat dessa med egna efterforskningar samt intervjuer med minst en intervjuperson i varje studerat projekt.

Syftet med fallstudierna är att göra nedslag i programmets verksamhet och åskådliggöra det arbete som annars kan verka abstrakt och strategiskt. Fallstudierna ger prov på hur Metalliska material arbetar inom respektive sakområde samt visar vilket konkret arbete som sker i utlysningar och projekt. De knyter även an till programmets agenda och strategi och illustrerar på så sätt hur dessa syften faller ut i labbet, på företaget eller i andra sammanhang.

Fallstudie 1 – Additiv tillverkning

Inledning

Additiv tillverkning eller *Additive Manufacturing* (AM), mer känt som 3D-printing, är en teknik för att utifrån en 3D-CAD-modell bygga upp tredimensionella komponenter lager för lager. Tekniken tillåter variation i produktionen och möjliggör även produktion av komplexa geometrier som inte kan produceras med traditionella metoder. Inte minst tillåter additiv tillverkning en snabb och billig framtagning av prototyper. Metalliska material var 2014 tillsammans med ett 50-tal företag, lärosäten och institut delaktigt i att ta fram en innovationsagenda för additiv tillverkning generellt,¹⁹ på initiativ av Umeå universitet och med finansiering av Vinnova. Inom additiv tillverkning baserad på metallmaterial används typiskt sett lager av metallpulver som smälts med laser eller elektronstråle.

Additiv tillverkning har bäring på Metalliska material-agendans samtliga sju steg. 2016 till 2017 drevs projektet Färdplan för forskning och innovation för industrialisering av additiv tillverkning av metaller i Sverige, eller RAMP-UP, inom Metalliska material. Projektet tog bland annat fram en färdplan med stöd bland en bredd av intressenter, med syfte att ge fler företag en inriktning för hur man kan stärka sin konkurrenskraft genom att integrera additiv tillverkning. Färdplanen specificerar utmaningar, behov och prioriteringar, bland annat rörande marknadens utbud av material; systemperspektiv på design med 3D-printade komponenter; processtabilitet och produktkvalitet; produktion

¹⁹ Coming together to lead the way. A Swedish agenda for research and innovation within additive manufacturing and 3D printing. <https://www.vinnova.se/globalassets/mikrosajter/strategiska-innovationsprogram/agendor/additiv-tillverkning.pdf>

snarare än prototypframställande; miljö, hälsa och säkerhet; standarder och certifieringar; samt kunskap och utbildning. Detta utifrån områden där potentialen är stor för Sverige att ta en världsledande roll.²⁰

Färdplanen uppdaterades även 2021 i FuRAM, då framgångssagan om AM tonades ner något men med en fortsatt starkt positiv prognos. Prioriteringsområdena i den uppdaterade färdplanen omfattar kvalitetssäkring; industrialisering; utveckling av pulver, material och processer; miljö, hälsa och säkerhet; samt utveckling av ekosystemet kring AM.²¹

2017 genomförde Metalliska material sin åttonde utlysning, Industrialisering av additiv tillverkning för metalliska material. Problemformuleringen var att additiv tillverkning tillämpas i liten skala och ofta inte integrerat i industriella tillverkningsprocesser. De områden som utlysningen uppgav som prioriterade var robusthet i processer och produktion; material; design; ekonomisk genomförbarhet; produktivitet; samt framtidens additiva tillverkning. Fallstudien fokuserar på tre FoU-projekt som genomförts inom denna utlysning:

- Nya materiallösningar för defektfri additiv tillverkning av svårsvetsade Ni-baserade legeringar (MADAM)
- Materialdesign för additiv tillverkning av industriella verktyg (MiAMi)
- Applikationsdriven utveckling för ökad robusthet och pålitlighet i additiv tillverkning av metall (ADROAM)

Exempelprojekt

Nya materiallösningar för defektfri additiv tillverkning av svårsvetsade Ni-baserade legeringar (MADAM) löpte mellan juni 2018 och augusti 2021. Den koordinerande projektparten var Linköpings universitet – Institutionen för ekonomisk och industriell utveckling (IEI) – och projektet hade en total budget på 10,5 mkr varav 5 mkr i stöd från Vinnova.²² Utgångspunkten för projektet var att nickelbaserade superlegeringar visat sig vara svåra att tillverka additivt utan sprickbildning. Projektet har utvärderat flera olika superlegeringar och sammansättningar med avseende på sprickbildning vid additiv tillverkning med laser och pulverbäddsteknik (LPBF). Därutöver har man utvecklat och verifierat en modell för att beräkna olika pulversammansättnings prestation vid LPBF, och även utvecklat en rad specifika legeringskompositioner.

²⁰ Swedish Roadmap for Industrialization of Metal Additive Manufacturing.

<https://www.metalliskamaterial.se/globalassets/3-forskning/ramp-up---metalliska-material---webb-.pdf>

²¹ FuRAM – Follow-up on research needs for industrialization of metal additive manufacturing.

<https://www.metalliskamaterial.se/globalassets/3-forskning/rapporter/furam-rapport.pdf>

²² Övriga deltagande parter har varit Chalmers, EOS Finland Oy, Höganäs AB, Quintus Technologies AB, och Siemens Energy AB.

Den specifika tillämpningen som adresserades i MADAM gällde turbinskovlar för gasturbiner, i en maskin hos projektparten Siemens. Maskinen utsätts för höga temperaturer och mest extrema förhållanden råder för de turbinskovlar som roterar i gasströmmen. Temperaturerna kräver aktiv kylning som uppnås med invändiga kylkanaler med en komplex geometri – vilket innebär att additiv tillverkning lämpar sig väl, då det möjliggör att printa just komplexa former som andra tillverkningsprocesser inte klarar. På grund av de extrema förhållandena i termer av temperatur och även höga laster krävs ett hållfast material, men de höghållfasta nickelfaslegeringarna har varit svåra att printa.

Projektkonstellationen involverade således Siemens som slutanvändare. Även underleverantörer för processer ingick, i form av Eos som tillverkar maskiner för additiv tillverkning och därtill tillhandahåller material, samt Qvintus som är världsledande på värme-tryck-behandling. Slutligen medverkade även Höganäs, som producerar metallpulver för AM, vilket innebär att hela kedjan från råvara till slutanvändare varit representerad. Detta uppges ha varit en framgångsfaktor bland annat i och med att en korrekt kravställan funnits på materialet i alla steg.

Det kvarstår arbete att göra innan materialen som tagits fram i projektet kommersialiseras, men man uppges ha klättrat tre till fyra steg på TRL. Det som kvarstår är verifiering på applikationsnivå. Att man även tagit fram en prediktionsmodell för sprickbildning uppges vara höggradigt användbart i utveckling av nya material, men även i urval av material för specifika tillämpningar. Än så länge finns modellen i ett Excellverktyg som inte är fritt tillgängligt, men i väntan på peer-review-processen av de vetenskapliga artiklar som beskriver modellen överväger man att tillgängliggöra verktyget på webben. MADAM har även utmynnat i ett fortsättningsprojekt inom Metalliska material.

Materialdesign för additiv tillverkning av industriella verktyg (MiAMi) löpte mellan maj 2018 och november 2021. Den koordinerande projektparten var Swerim.²³ Projektet hade en total budget på 12,1 mkr varav 5,81 mkr från Vinnova. Syftet med projektet var att implementera beräkningsverktyg för utveckling av material anpassade för additiv tillverkning, med fokus på verktygsmaterial för svåra driftsförhållanden. Fyra nya legeringar har optimerats utifrån verktygsapplikationerna och vissa av applikationerna uppges kunna vara aktuella för implementering i pilotskaleproduktion. Effekten av detta uppges vara kortare ledtider för framtagande av material för additiv tillverkning, samt möjligheten att utveckla material för specifika applikationer.

MiAMi föddes ur det arbete som skedde inom ramen för RAMP-UP, där diskussioner fördes mellan Swerim och Sandvik med avseende på ett maråldringsstål²⁴ som man

²³ Övriga deltagande parter har varit KTH, LKAB Wassara AB, Mora Tool AB, Sandvik Machining Solutions AB, och Trelleborg Sealing Profiles Sweden AB.

²⁴ Maråldringsstål är stål med mycket hög hållfasthet, som används för tillverkning av verktyg.

ville skräddarsy mot additiv tillverkning. Sandvik ville även lära sig metodiken för att skräddarsy material för additiv tillverkning generellt. Genom diskussioner med slutanvändare samlade man i projektet upp ett antal behov i olika specifika applikationer, och därur tog man i projektet fram förslag på fyra olika legeringssammansättningar för att uppfylla behoven. Swerim utvecklade även en databas för att göra termodynamiska beräkningar vilket inneburit att Sandvik nu kan göra sådana – vilket i sin tur minskar behovet av att gissa och testa och avgränsar de experiment som behöver genomföras praktiskt.

En av legeringssammansättningarna har patenterats av Sandvik medan de tre övriga kräver vidare optimering. Ett ytterligare resultat för Sandvik är också nämnda databas för maråldringsstålen. Själva metodiken är dock även integrerad hos projektparterna Swerim och KTH och kommer att kunna användas på andra materialgrupper framöver, till exempel för att ta fram andra databaser för andra företag.

Applikationsdriven utveckling för ökad robusthet och pålitlighet i additiv tillverkning av metall (ADROAM) löpte mellan februari 2018 och december 2021. Den koordinerande projektparten var Swerim.²⁵ Projektet utvecklade ett in-situ övervakningssystem av pulverbäddsfusion med elektronstråle; processparametrar för ett kallarbetsstål; samt processparametrar för utvärdering av mikrostruktur och diverse egenskaper i det tillverkade materialet. Övervakningssystemet visade sig klara över 1000 grader under mer än 24 timmar och har kommersialiserats av projektdeltagande företaget Freemelt.

ADROAM har i sitt genomförande drabbats av några bakslag. Dels försenades projektet på grund av problem med den printer man skulle använda, vilket ledde till att projektet förlängdes. Dels visade sig den detektor man från början ville nyttja vara för komplicerad. I stället skedde utveckling av detektorn i ett parallellt spår jämte den applikationsbaserade utvecklingen av komponenter där man testade egenskaperna på ett stansverktyg och ett kugghjul. Projektet undersökte möjligheten att printa verktygsstål från deltagande Uddeholm, samt huruvida det är möjligt att uppnå viktiga egenskaper som hållfasthet. I det sista steget printade man nämnda stansverktyg och kugghjul.

Förutom de konkreta applikationerna visade ADROAM hur man kan gå från processparametrar²⁶ till applikationstestning på ett generellt plan. Den generella metodiken uppges också vara det enskilt viktigaste projektresultatet. Därutöver har man utvecklat den detektor som från början visade sig vara för komplicerad, och som nu finns kommersiellt tillgänglig. Uddeholm uppges ha fått ökad kunskap om hur deras

²⁵ Övriga deltagande parter har varit Freemelt AB, Karlstads universitet, Scania CV AB, Seco Tools AB, och Uddeholms AB.

²⁶ Processparametrar är i sammanhanget allt som styr energiinputen i printprocessen, strålens hastighet, och liknande.

material beter sig i pulverbädds- och elektronstråle-processen, och Scania bland annat ha fått hållfasthetsdata med avseende på materialet. Seco Tools har fått möjlighet att testa ett testverktyg med avseende på hur printade material beter sig jämfört med konventionella, och slutligen har Karlstad Universitet utvecklat en analysmetod med avseende på slitning av material.

Mervärde och roll i systemet

RAMP-UP och FuRAM visade på flera övergripande behov för utvecklingen av additiv tillverkning inom metallområdet. Ett av de största är bristen på tillgängliga material, vilket adresseras i projekt såsom MiAMi och MADAM. En framgångsfaktor som framkommit i dessa projekt har varit att arbeta tvärs över värdekedjan och även involvera slutanvändarna. Det uppges ha varit värdefullt både för Swerim och för Sandvik att jobba mot verkliga kravställningar och koppla detta till materialtestning i laboriemiljö inom MiAMi, och motsvarande inom MADAM att ha med Siemens som slutanvändare för en korrekt kravställan.

Vi bedömer vidare att Metalliska materials projektportfölj förutom att i enskilda fall ta fram och testa nya material även arbetar med metoder och modeller för att underlätta processerna mer allmänt. Där man tidigare ofta anpassat befintliga material för additiv tillverkning har ett projekt som MADAM bidragit med mer generella modeller som bland annat kan bidra till att eliminera element som varit bra för gjutna komponenter men inte är nödvändiga vid printning. Här har även vetenskapliga publikationer sett dagens ljus vilket innebär en ökad kunskap för att – i det specifika fallet – förstå legeringselementens roll i AM-processen. I MADAM har också framkommit nya utmaningar med avseende på hur hållfasta material faller ut i en AM-process med laser och pulverbäddsteknik, då det visat sig att problemet med sprödhet blivit större än förväntat.

Det kanske största behovet inom additiv tillverkning av metalliska material är idag kvalitetssäkring. Fallstudien visar hur projekt i SIP:ens portfölj kan adressera denna fråga. I ADROAM har resultat framkommit med avseende på applikationstestning liksom konkreta verktyg för att övervaka printningsprocessen. Vidare framkommer i fallstudien att det inom additiv tillverkning saknas standarder, vilket är något som pågående adresseras av SIS tillsammans med bland annat ISO i ett internationellt arbete för enhetliga standarder. En sådan process bygger på konsensus-överenskommelser och tar tid, och SIP:ens rådgivning är starkt begränsad.

Vår analys visar hur projekt inom Metalliska material adresserar de centrala utmaningar som pekats ut i det övergripande och strategiska arbetet som skett inom SIP:en. Även utifrån detta starkt begränsade urval av projekt framkommer en tydlig röd tråd från färdplanerna i RAMP-UP och FuRAM och den faktiska outputen av projekten som man finansierar.

Fallstudie 2 – Kompetensförsörjning

Inledning

Metall- och verkstadsindustrin är höggradigt specialiserade med snabb utvecklingstakt. Detta ställer stora krav på kompetensförsörjning. Samtidigt har intresset för tekniska utbildningar generellt sett varit lågt i Sverige under många år, vilket i kombination med demografiska aspekter har inneburit en påtaglig kompetensförsörjningsproblematik. Metall- och verkstadsindustrins rekrytering har därutöver påverkats av att många unga med relevanta kvalifikationer väljer egenföretagande framför anställning, vilket också påverkar uppbyggnaden av specialistkompetens inom företagen. En ytterligare komponent är nytillkomna kompetensbehov inom exempelvis digitalisering, där nya arbetsuppgifter tillkommer som kräver kompetensutveckling och nyrekrytering – inom ett område där det råder kompetensbrist inom hela samhället.²⁷

Agendan för Metalliska material formulerar sju steg mot ökad förnyelse, tillväxt och konkurrenskraft. Steg nummer sju är "öka kompetensen och attraktiviteten." Detta uppges kunna ske genom kompetensutveckling inom industrin samt genom att attrahera kompetens från andra branscher och länder. Man vill även samverka mellan akademi, institut och industri, i syfte att tillse relevant kompetens i framtidens arbetskraft. Målet för agendans steg sju är att svensk metallindustri ska rankas som en av landets mest attraktiva arbetsplatser, attrahera utländska forskare och specialister, samt erbjuda möjligheter till personlig utveckling för de anställda. Agendan beskriver en framtidsvision där det finns ett attraktivt och konstruktivt utbildningssystem som omfattar otraditionella lösningar, även inom företagen; där det finns en god uppföljning av utbildningar; där det finns processer för validering och matchning; och där det finns en bransch- och sektorsövergripande samverkan.²⁸

Utifrån det enskilda projektet *ASK – Attraktivitet och strategisk kompetensförsörjning* har metalliska material tagit fram kartläggningen *Jag kom, jag såg, jag stannade: Kartläggning över initiativ för att locka unga till industrin*. Här dras slutsatsen att det (2017) saknas struktur för kännedom om pågående insatser inom kompetensförsörjning och attraktivitet; samt att det saknas initiativ på vissa områden, såsom profilering av företag och branschorganisationer.²⁹ Med avstamp i ASK genomfördes 2017 en utlysning – *Framtidens kompetensförsörjning* – som är föremål för fallstudien. Genom utlysningen avsåg programmet Metalliska material ta fram kunskaper och metoder för industrins varaktiga kompetensförsörjning. Utöver ASK och nämnda utlysning arbetar Metalliska material även med branschövergripande insatser så som etableringen av ett nätverk för kvinnor inom metallindustrin (Metallkvinnor), och ett samarbete med en designer som gör klänningar i stål.

²⁷ Nationell samling kring metalliska material. En strategisk forsknings- och innovationsagenda 2020.

²⁸ Ibid.

²⁹ *Jag kom, jag såg, jag stannade: Kartläggning över initiativ för att locka unga till industrin* (2017).

Vi har valt ut tre projekt ur utlysningen för en närmare genomlysning:

- Få ett öga för stålarbete (FÖSA)
- Attraktiv och Strategisk Kompetensförsörjning (ASK) II
- Utbildning i produktion av metallpulver – Framtidens arbetskraft i Sverige (UPP-FAS)

Exempelprojekt

Få ett öga för stålarbete (FÖSA) löpte mellan augusti 2018 och november 2021. Den koordinerande projektparten var Tobii AB, som är ett företag med lösningar inom *eye tracking* och *attention computing*. Syftet med projektet var att utveckla en metod för att med hjälp av *eye tracking*-teknologi fånga upp expertis från rutinerad personal och i nästa steg a) snabbare få ny personal i produktion, b) kompetensutveckla befintlig personal och c) övervinna språkhinder vid anställning av nyanlända. Projektgruppen omfattade metallföretag, forskare, intresseorganisation, fackförening och arbetsgivarorganisationer.³⁰ Projektets totala finansiering var knappt 6,4 mkr.

Syftet med *eye tracking*-teknologin i utbildningssammanhang är att kartlägga och synliggöra *tyst kunskap*. Genom att ta fram videofilmer med blickpunkten är det möjligt att visuellt följa en persons tanke- och arbetsgång i förhållande till en given process. Videomaterialet kan användas som diskussionsunderlag och dokumentation, samt för att identifiera suboptimala utformningar av arbetsytor. Det kan även fungera som ett lättbegripligt utbildningsmaterial, där även språksvaga individer kan ta till sig information som avsändaren har svårt att formulera på ett begripligt vis.

Projektet genomfördes hos projektparterna Uddeholm och Bufab. På Uddeholm ledde arbetet till att utforma ett kontrollrum vid en smältanläggning mer ergonomiskt, för att placera skärmar och tangentbord på ett bättre sätt kring den arbetande. Med hjälp av *eye tracking*-metodiken kunde arbetsflödena förbättras, men materialet visade sig också vara uppskattat i företagsledningen då det gav en insyn i processen. På Bufab arbetade man i projektet på motsvarande sätt kring en kontrollmätning av en högkänslig maskin med stor spridning i användandet. Vid Bufab togs ett utbildningsmaterial fram i form av en film samt en skriven handbok för att samla in data och observera *eye tracking*.

Skärteknikcentrum (STC), en nationell intresseförening för företag som har skärande bearbetning i sin verksamhet, deltog också i projektet. STC har en central roll i spridningen av projektresultaten genom ett kommande publiceringsevent som i

³⁰ Bufab Lann AB, Föreningen Teknikföretagen i Sverige, IF Metall Stockholms län, Industriarbetsgivarna i Sverige Service AB, Skärteknikcentrum Sverige AB, RISE Swecast AB, samt Uddeholms AB.

skrivande stund avvaktar lösningar av en teknisk problematik med avseende på webbsidan.

Tobii var huvudparten i projektet. Nyttan för dem är att förstå industrins utmaningar och frågeställningar, för att kunna utveckla sina *eye tracking*-produkter samt testa och sprida metodmaterial för användningsområden inom utbildning och kompetensutveckling. Uppskalningen av projektresultaten i denna del beror i skrivande stund på hur lärdomarna förvaltas av industrin eller av aktörer inom utbildning.

Attraktiv och Strategisk Kompetensförsörjning (ASK) II löpte mellan maj 2018 och april 2021 som en fortsättning på den förstudie och kartläggning som skedde i det enskilda projektet ASK. Den koordinerande projektparten var RISE Swecast AB, och ett flertal aktörer från akademi och näringsliv deltog också.³¹ ASKII har fokuserat på de kompetensförsörjningsbehov som föreligger inom gjuteribranschen.

ASK II hade flera olika målsättningar: Att ta fram underlag med avseende på metallindustrins kommande rekryteringsbehov; att utveckla ASK-kartläggningen; att skapa en modell för kontinuerlig uppdatering av en sådan kartläggning; att studera två olika attraktivitetsstrategier för industrin; att studera hur företag kan omhänderta ny och befintlig personal med "diversifierad bakgrund"; samt att presentera en demonstrator för arbete med strategiskt mentorskap. Projektets totala finansiering var 5 mkr.

Arbetet i ASKII skedde utifrån fyra arbetspaket. AP1 handlade om att fördjupa bilden av hur branschen ser ut. Med hjälp av statistik som tillgåtts via Jönköping University har man i projektet försökt kartlägga den officiella bilden av svensk gjuterinäring. AP2 var en förlängning av ASKI, i det att man sökt identifiera framgångsrika exempel bland initiativen för att locka unga till industrin. Man har här sökt efter fall där satsningar lett till ökat söktryck till gjuterier eller relevanta utbildningar.

I det tredje arbetspaketet studerades strategier för att nå ut medialt till unga för att öka kännedomen om gjuteribranschen. Arbetspaketet syftade till att hitta framgångsrika sätt att profilera budskap mot en ung målgrupp. AP4, slutligen, handlade om strategiskt mentorskap som en metod för att behålla personal. Inte minst såg man i projektet ett behov av att underlätta integration på svenska arbetsplatser för utländska personer, men även bredare med utgångspunkt i privatliv och etablering i lokalsamhället.

Resultaten av arbetspaketen har varit av olika karaktär. Utifrån den statistiska analysen i AP1 kunde projektet visa att den officiella statistiken brister och gravt underskattar antalet anställda i gjuteribranschen. Ett exempel som projektföreträdare lyfter är att Volvo i Skövde har Sveriges största gjuteri med ca 600 arbetare men klassas som en

³¹ Aktiebolag Holsbyverken i Vetlanda, Högskolan för lärande och kommunikation i Jönköping, Internationella handelshögskolan i Jönköping AB, Karlebo gjuteriteknik Aktiebolag, Skärteknikcentrum Sverige AB, samt Smålands Stålgjuteri i Eksjö Aktiebolag.

verkstadsindustri i statistiken. Totalt sett verkar branschen underskattas med ca 6 500 arbetstillfällen. Analysen ger vid handen att branschen riskerar att marginaliseras och ses som mindre viktig än den faktiskt är i termer av arbetstillfällen. Analysen i AP1 har även riktat in sig på vikten av gjuteribranschen som en förutsättning för annan tillverkning, av till exempel bussar och lastbilar. Båda dessa aspekter har implikationer på hur utbildningsvägarna formas och yrkesutbildningar prioriteras.

Utifrån AP2 identifierade ASKII-projektet ca 150 goda exempel på initiativ för att locka unga. Det visade sig i analysen att många projekt är kortlivade och bygger på eldsjälengagemang, men att det finns undantag i till exempel science centers som har större uthållighet.

I AP3 framkom att unga ofta vill ha trygghet, fast anställning, bostad och rutiner. Man studerade även hur skolor jobbar med sociala medier, samt hur unga beter sig på nätet. Slutsatserna sammanställdes och trycktes i en faktabok som man distribuerade till branschaktörer. Inom AP3 försökte man även hitta alternativa metoder för att nå ut till unga, vilket resulterade i en enkel spel-app där spelaren kan testa moment inom pressgjutning och skärning och bearbetning.

I det fjärde arbetspaketet byggdes också en app, för kommunikation kring mentorskap mellan mentor och adept, som dock inte uppfattas ha blivit särskilt lyckad. Arbetet renderade istället i en vetenskaplig artikel från den professor som deltagit i arbetspaketet.

Utbildning i produktion av metallpulver – Framtidens arbetskraft i Sverige (UPP-FAS) löpte mellan maj 2018 och april 2021. Den koordinerande projektparten var KTH, ämnesområde Materialvetenskap. Tanken med projektet var att i samarbete mellan KTH, Swerim och sex företag³² skapa en ny kurs på KTH gällande framställning och optimering av metallpulver, framför allt inom 3D-printing. Detta i syfte att locka fler studenter till pulvermetallurgi. Projektets totala finansiering var drygt 2,1 mkr. Kursen som har tagits fram omfattar online-kurser, föreläsningar och laborationer, och samtliga projektpartners uppger vara nöjda med innehållet. Kursen har även givits till två omgångar studenter, både i Uppsala och vid KTH. Det är även planerat att fortsätta ge kursen.

KTH har som strategiskt mål att öka kompetensen inom additiv tillverkning. Ett av de områden som krävs för att möjliggöra det är pulvermetallurgi. Tidigare har det på KTH funnits en kurs i pulvermetallurgi, men denna har varit begränsad i omfattning och inte inkluderat framställning av pulver. I den nya kurs som tagits fram inom UPP-FAS finns

³² Uddeholms AB, Scania CV AB, Kanthal AB, Höganäs AB, Erasteel Kloster AB, Carpenter Powder Products AB, samt AB Sandvik Materials Technology.

det två föreläsningar om pulveranvändning och två om framställning. Totalt omfattar kursen tolv föreläsningar och två labbövningar och ger 6 universitetspoäng.

En framgångsfaktor som framkommer med avseende på framtagandet av kursen är nära samverkan med företagen. Här uppges Jernkontoret ha haft en starkt bidragande roll i att sammanföra KTH och UPP-FAS-projektledaren med industrin. Ett syfte med projektet, som synes ha appellerat till företagen, är att kursen är allmänt tillgänglig med öppen registrering och att den sker på distans, vilket gör den i praktiken nationell och tillgänglig som en form för livslångt lärande även för yrkesaktiva i näringslivet. Företagen har kunnat bidra till kursinnehållet genom att redogöra för behov och perspektiv på kunskaper. I framtagandet av kursen gavs testföreläsningar som företagen kunde ge synpunkter på. Dessutom har företagen deltagit för att informera elever om möjliga karriärvägar.

Mervärde och roll i systemet

Bristande tillgång till lämplig arbetskraft har länge framstått som det största tillväxthindret för svenska företag. Teknologiska, organisatoriska och institutionella förändringar ger betydande omvandlingstryck i form av automatisering, digitalisering, integration av tillverkning och tjänster samt värdekedjornas globalisering. Humankapital är nyckeln till att möta omvandlingstrycken,³³ så även i de branscher som SIP Metalliska material adresserar. Även i traditionella industriella processer saknas idag ofta personal med passande kompetensprofil, i vissa fall endast en gymnasieexamen och en kortare yrkesutbildning bort.

Kompetensförsörjningsproblematiken är i stora delar gemensam för de olika områden, branscher och industrier som SIP:arna verkar inom. Det finns många nivåer som är gemensamma, till exempel hur man väcker intresse för tekniska yrken hos unga personer. Här arbetar Metalliska material bland annat utifrån gjuteribranschens specifika behov i projekt som ASK och ASKII. Andra frågor rör utbildning av språksvaga personer, utrikesfödda och nyanlända, vilket adresseras på en konkret metodologisk nivå i projektet FÖSA. Ytterligare en del är det livslånga lärandet och behovet av fortbildning hos den befintliga arbetsstyrkan, vilket också adresseras i FÖSA, med begränsad framgång i ASKII, och potentiellt sett i UPP-FAS om metallpulverkursen nyttjas som vidareutbildning.

På en övergripande nivå kan argumenteras för att branschspecifika perspektiv inte är svaret på industrins kompetensförsörjningsproblematik i bred bemärkelse. Ändå är SIP:ens uppdrag att se till de intressen som man representerar och som kommer till uttryck i den gemensamma agendan. Denna fallstudie har visat att Metalliska material arbetar med såväl strategiska perspektiv som konkreta och i vissa fall tekniska

³³ Henning et al 2019. CRA Working Paper 2019:1, *Kompetenser för industri i omvandling. Utmaningar och strategier i nya kompetenslandskap*.

lösningar på kompetensförsörjningsproblemen. Frågan är dock betydligt större än vad SIP:en kan förväntas råda över, och de grundläggande problemen ligger många gånger i flaskhalsar i utbildningssystemet. Underlag som det som framkommit i ASKII med avseende på statistik över gjuteribranschen är en del i att adressera frågorna på en strategisk nivå, men det är politiska beslut som i grund och botten behöver tas för att svara upp mot behoven. Detta gäller både grundskola, yrkesutbildningar och akademisk utbildning.

Fallstudie 3 – Framtidens materialdesign

Inledning

I vissa fall är det viktigt att kunna utveckla nya metalliska material snabbt. När ett potentiellt kundvärde har identifierats kan konkurrenskraft vara att matcha det med ett erbjudande inom minsta möjliga tidsrymd. Det är bakgrunden till programmets insatsområde 3: Att öka materialutvecklingstakten. Runt om i världen bedrivs forskning kring hur kemisk, termisk och mekanisk manipulation av olika legeringar påverkar deras mikrostruktur och egenskaper. För att omsätta sådan forskning i produkter krävs därtill kunskap om de processer där produktionen av nya produkter sker. En ökad kunskap kan möjliggöra för industrin att ta fram nya produkt erbjudanden.

Då behoven inom insatsområde tre inte minst rör frågor som kan klassificeras som grundforskning – att förstå grundläggande mekanismer för hur metallers egenskaper påverkas av tillverkningsprocessen – har Metalliska material valt att arbetat med långsiktiga satsningar inom materialdesign. Programmet arbetar med enskilda projekt när man identifierar väl avgränsade behov som är av vikt för en stor del av innovationsområdets aktörer och när man bedömer att samverkan är mer framkomligt än konkurrens mellan aktörskonstellationer i öppna utlysningar.

I denna fallstudie belyses två enskilda projekten inom framtidens materialdesign: FraMat och SuperFraMat. FraMat löpte mellan april 2016 och augusti 2019 och SuperFraMat löper sedan november 2019 fram till april 2023. Den totala budgeten för båda projekten är 22,6 mkr varav 14,95 mkr varit sökt stöd. Projektkoordinator för FraMat-projekten har varit Jernkontoret.

Föregångsprojektet FraMat grundade sig i möjligheterna som ökande beräkningskapacitet ger för att modellera materialegenskaper på atomnivå – vilket kan knytas ihop med makroskopiska egenskaper och i förlängningen minska behovet av experimentella data. Programmet framhåller att svenska forskargrupper ligger i framkant vad gäller områden relevanta för modellering av metalliska material, men att denna forskning oftare sker utifrån långsiktiga vetenskapliga mål än industriell logik. FraMat skedde i fem arbetspaket rörande modellering av ytenergier,³⁴ modellering av

³⁴ Ytenergi kvantifierar störningen av intermolekylära bindningar som uppstår när en yta skapas.

tidiga utskiljningsstadier, tillämpning på karbidutskiljning³⁵ i martensit,³⁶ tillämpning på sigmafasutskiljning³⁷ i höglegerade stål samt kompetensöverföring. Deltagargruppen uppvisade en bred representation från akademi, institut och bransch,³⁸ i ett samarbete mellan fem forskargrupper och sju företag.

Syftet med fortsättningsprojektet SuperFraMat är att knyta samman industrins behov av utvecklingsverktyg för nya material med akademisk kompetens med avseende på materialmodellering. Man har därmed adresserat hela kedjan från modellering till tillämpning. De förväntade effekterna av SuperFraMat är att utveckla modellering inom materialutveckling och resultera i nya modeller och verktyg. SuperFraMat samlar liksom FraMat en bredd av aktörer från akademi, institut och industri.³⁹

Genomförande

Grunden i FraMat-projekten har varit att sammanföra modellering med tillämpning. Genom att modellera hela atomgittret har man velat förstå och prediktera avskiljningsprocessen för att åstadkomma önskade egenskaper och undvika oönskade. Genom att involvera företagen har man därutöver velat knyta modelleringen till de faktiska tillämpningarna i industrin. Ur de initiala diskussionerna som fördes under 2015 framkom behovet av en bred representation från akademien, vilket lämpade sig för ett enskilt projekt snarare än ett Fol-projekt.

I FraMat uppges samverkan mellan forskargrupperna ha fungerat bra. Nya modeller utvecklades⁴⁰ och vid tiden för slutrapporten hade tio rapporter samt fyra tidskriftsartiklar publicerats med ytterligare planerade. Man undersökte även karbidutskiljning och modellerade sådan för olika typer av stål och legeringar, samt höll övningar där deltagare från industrin vägledades genom modelleringsarbete. Därutöver hölls spridningsseminarier och utbildningsmaterial togs fram.

Genom att utgå från grundläggande modellering på atomnivå, och observera bildandet av atomkluster med högupplösande mikroskopi, kunde man i FraMat med observationer och beräkningar bygga matematiska modeller för utskiljningsprocessen. I implementeringen av modellerna bidrog projektparten Thermo-Calc med termodynamisk mjukvara, som de materialutvecklande företagen använder. På så sätt har hela kunskapskedjan involverats. I implementeringssteget involverades projektets sju deltagande företag, för att använda deras materialkunnande och få fram och

³⁵ Karbid är en kemisk förening av kol och någon metall, vanligtvis med stor hårdhet och hög smältpunkt.

³⁶ Martensit är en form av mycket hårt stål som bildas när stål snabbkyls. Martensit är en hård fas.

³⁷ Utskiljningar är små partiklar som bildas i metaller. De har central betydelse när det gäller att åstadkomma rätt egenskaper. Sigmafasutskiljning är en spröd fas som är en konsekvens av legeringsfilosofin vad gäller rostfria stål.

³⁸ Kungliga Tekniska högskolan, Chalmers tekniska högskola, Uppsala universitet, Swerea KIMAB, ThermoCalc Software, SSAB Special Steels, Ovako, Sandvik MT, Uddeholm, Outokumpu, Höganäs, och Svenskt Aluminium.

³⁹ Jernkontoret, SSAB, Outokumpu, Sandvik MT, Höganäs, Ovako, Gränges Sweden, AB Sandvik Coromant, Epidroc Drilling Tools AB, Thermo-Calc Software, KTH, Swerim AB, och Chalmers.

⁴⁰ Mer specifikt modeller för både homogen och heterogen utskiljning.

makroskopiskt karakterisera kritiska fall. Härigenom kunde teori och modeller testas och utvecklas med en empirisk grund.

I SuperFraMat arbetar man vidare med att förädla resultaten från FraMat. Bland annat handlar det om att modellera sekvenser där olika typer av utskiljningar avlöser varandra samt utskiljning som sker i korngränser. Där man i FraMat arbetat med få och enkla fall tog man i uppföljningsprojektet in fem komplexa tillämpningsfall. På grund av att atomsonden på Chalmers gått sönder har projektet dock försenats och löper nu fram till april 2023. De förväntningar som framkommer är att tillskapa ett teoretiskt verktyg för olika tillverkningsfall. Det förväntade värdet därav är att ge materialtillverkarna ett verktyg för att designa material, vara snabbare och säkrare i utvecklingen av nya material, samt testa bredare än vad som är möjligt via traditionella trial-and-error-processer.

Mervärde och roll i systemet

Metalliska material ser ett behov av att öka takten i utvecklingen av modeller inom materialutveckling. Grundforskning har bidragit starkt till Sveriges ledande ställning inom metallurgi. Som Thermo-Calcs mjukvara exemplifierar är verktyg för att modellera legeringssammansättningar idag av ökande vikt i utvecklingen av nya material.

Metalliska material använder enskilda projekt för att adressera frågor som är angelägna för många och som är av en sådan karaktär att de troligen inte skulle få in bättre förslag genom en öppen utlysning. FraMat-projekten är bra exempel då de är omfattande och har ett teoretiskt djup. Vår bild är att man förmått arbeta strategiskt med att involvera hela kunskapskedjan från relevanta forskare till de flesta relevanta företagen. Därutöver har man haft en aktiv lärandestrategi med öppna seminarier och allmänt tillgängliga publikationer. I SuperFraMat gavs möjligheten för företag att delta som observatörer.

Svensk metallindustri är i stor utsträckning beroende av att tillverka nischmaterial som ingen annan har förmågan att framställa. Det är då av stor vikt att vara först med nya material, samt att erbjuda material med bättre egenskaper, för att kunna konkurrera på globala marknader. Att ge företagen verktyg att snabbare och bättre framställa material är ett tydligt bidrag till konkurrenskraft och kommersiell framgång.

I teoretiskt tunga frågeställningar är det troligen inte heller möjligt för företagen att själva tillgodogöra sig den mycket specialiserade kunskap som krävs för att göra framsteg. Som en intervjuperson formulerar det behövs "akademiska forskare som ägnar hela sitt liv åt att räkna på atomer i korngränser," och vidare de som kan översätta detta till makroskopiska modeller, mjukvara och sedermera nya material. Nyttan för lärosäten och institut är också tydlig. Genom att projektet omfattar hela kunskapskedjan frångår man problematiken med rent teoretiska publikationer som aldrig nyttjas. I stället knyts det teoretiska arbetet ihop med praktisk tillämpning.

Bilaga 2 Expertrapport

Maria Swartling, Sustainable Steel Region

Christopher Palmberg, egen konsult/Business Finland

Monica Schofield, TUTECH Innovation GmbH

Inledning

Den här rapporten baseras på ett möte med representanter för Metalliska materials programkontor och styrelse den 17 maj, samt dokument om programmet. Dokumenten inkluderar den självvärdering som Metalliska material tagit fram inför utvärderingen, programmets agenda, effektlogik, tre- och sexårsutvärderingarna av programmet, utlysningstexter samt en mindre mängd annat relevant material om programmet. Vi har också tagit del av övergripande dokument om instrumentet Strategiska innovationsprogram.

På mötet gav representanter för programkontoret dels en övergripande presentation av Metalliska material, dels en presentation med fokus på programmets resultat, effekter och mervärde. Under mötet ställde vi frågor till programmets representanter utifrån presentationerna och de teman som behandlas i rapporten.

Strategi, insatsområde och deltagande

Programmets mål och logik är i hög utsträckning i linje med insatsområdets behov. Programmets tillblivelse och dialoginsatser synes ha säkrat en god behovskartläggning. Sedan programmet etablerades har det skett en förskjutning av tänkesättet i branschen när det gäller hantering av utmaningar som klimatförändringar. Man har varit kapabla att revidera utifrån förändrade omvärldsfaktorer och varit mottagliga för nya influenser; anpassning har skett vid behov och utifrån diskussion med programmets organisationer.

Presentationen av programmet var mycket väl genomförd, och den omfattande och kontinuerliga analysen av projektportföljen har gett ett gott underlag för att definiera utlysningar och välja projekt att finansiera. Viljan att genomföra högriskprojekt har ökat och det finns en bra balans mellan projektportföljens risknivåer.

Genom en god behovsanalys, struktur och uppföljning har programmet kunnat göra ändamålsenliga insatser inte minst genom sina finansieringsinstrument. Emellertid är man delvis bundna vid dessa insatser och det finns en uppfattning om att regelverk hindrar andra typer av aktiviteter. Eventuell utvecklingspotential synes framför allt stå att finna inom kategorin "övriga aktiviteter," där det kan finnas utrymme att arbeta vidare med kommunikation, matchmaking, utveckling av affärsmodeller med mera.

Programmet har i hög utsträckning förmått mobilisera relevanta aktörer inom området till deltagande i en mängd olika framåtsträvande projekt och aktiviteter. Det synes ha varit svårare att locka mer avlägsna aktörer med andra kompetenser som skulle kunna bidra till nya tillvägagångssätt, värdekedjor, affärsmodeller eller partnerskap med företag inom andra sektorer. Förslag på det senare kan vara företag med kompetens inom AI. Engagemang från intressenter som investerare, tillsynsmyndigheter, beslutsfattare inom branschen med flera är inte tydligt.

Effekter för deltagande organisationer

I företags- respektive forskarenkäterna framkommer att kunskapsöverföring och samverkan mellan företag och akademi/institut är en viktig effekt för deltagande organisationer.

Innovationsstyrkan i deltagande företag har gynnats och projekten har bidragit till bibehållen eller utökad FoU-verksamhet i Sverige. Svaren var mindre starka när det gällde implementering av specifika projektresultat, där utan tvekan andra faktorer spelar in.

Branschorganisationerna är påtagligt nöjda med sitt deltagande och de synergieffekter som uppstått inom programmet.

Forskare värdesätter särskilt möjligheterna att knyta an till stora industriella aktörer och se kunskap komma till användning. Återigen värderades möjligheten till samarbete och kunskapsutbyte.

Det synes en generellt positiv bild av programdeltagandet. Programmets projektstöd framstår i positiv dager och antas ha bidragit positivt till kvalitativa projektgenomföranden.

Effekter på systemnivå

Programmet synes ha bidragit till att skapa nätverk och nya samarbeten, framför allt mellan företag samt mellan företag och lärosäten/institut. Man har framgångsrikt fört samman innovativa ledare (stål) med följare (aluminium och mässing), samt stora företag och SMF till en mer effektiv kunskapsdelning.

I och med programmets bidrag till nya nätverk och nya samarbeten har det hjälpt forskningsutövare att anpassa sig till industrins behov. Kompetensförsörjning och -överföring är en synlig del av programmets arbete och den samlade kompetenshöjning projekten leder till pekas ut som en av de mest värdefulla utkomsterna. Projekt har också fått stöd som syftar till att förbättra branschens arbetsmiljö och attraktivitet.

Programmet har bidragit till att identifiera och förstärka de nationella värdekedjorna, och därmed ökat den svenska graden av självförsörjning och minskat beroendet av enskilda utländska aktörer. Det lyftes som viktigt i synnerhet för en bransch med starkt råvaruberoende.

Däremot har programmet ansats att påverka förutsättningarna på systemnivå varit mindre synliga. Man uppfattas inte ha arbetat lika målmedvetet med aspekter såsom regelverk och strukturella hinder.

Additionalitet

Programkontoret redovisar i stor utsträckning Metalliska materials mervärde i termer av input-additionalitet. Här synes ett tydligt mervärde ha uppstått i och med de många projekt som sannolikt inte hade skett utan SIPen.

Mindre tydligt är bidraget med avseende på output- respektive beteende-additionalitet. Det är svårt att avgränsa additionaliteten i en bransch som i stor utsträckning producerar insatsvaror till en större helhet. Programmet verkar bidra till viktiga nya processer och insatsvaror längre fram i värdekedjan, men det är svårt att särskilja det specifika mervärdet.

Många små inkrementella innovationer kan tillsammans leda till disruptiv förändring och den kumulativa effekten riskerar att gå förlorad i presentationen. Utförda projekt har troligen oftast satts i ett större perspektiv i ansökningsfasen, och vid avslut kunnat redovisa hur projektmålen nåtts i detta avseende. Här synes finnas ett underlag för en attraktiv kommunikation. Det antas finnas markanta mervärden att belysa som bidrar till instrumentets övergripande effektmål genom att fokusera mer på goda exempel i den industriella värdekedjan.

Bidrag till de övergripande effektmålen för instrumentet Strategiska innovationsprogram

Instrumentets övergripande effektmål:

1. Stärkt hållbar tillväxt.
2. Stärkt konkurrenskraft och ökad export för svenskt näringsliv.
3. Att göra Sverige till ett attraktivt land att investera och bedriva verksamhet i.
4. Hållbar samhällsutveckling som tryggar försörjning, välfärd, miljö- och energipolitiska mål.
5. Skapa förutsättningar för hållbara lösningar på globala samhällsutmaningar.

Denna SIP lyfter framför allt fram bidraget till effektmål 2 och 3. Detta återspeglas i effektlogiken och då särskilt insatser inom stegen *Öppna värdekedjan* och *Öka materialutvecklingstakten*. Med avseende på effektmål 2 finns det möjlighet att stärka

bidraget från programmet genom att ännu tydligare lyfta in utveckling av affärsmodeller och kopplingar till investeringsmöjligheter.

Hållbarhet har seglat upp som en central marknadsparameter vilket lett till insatser som bidrar till effektmål 1 och 5. Här lyfts inte minst projekt inom steget *Minska miljöpåverkan*, samt kring cirkulär ekonomi och den Agenda 2030-kompass man tagit fram för att stödja områdets aktörer i sitt arbete med hållbarhetsfrågor och eventuella målkonflikter.

Övergripande omdöme

Programmet har uppnått vissa systemeffekter, primärt på aktivitetsnivå, i och med att man initierat samarbeten mellan många olika typer av aktörer. Det har bidragit till en ökad kunskapsöverföring mellan aktörerna och en betydande samlad kompetenshöjning. Programmet ligger väl inom SIP-instrumentets målsättningar.

Metalliska material synes ha bidragit till att accelerera branschernas utveckling samt omhändertaga drivkrafter som härrör från andra delar av samhället. Många stora transformativa insatser, till exempel avseende fossilfritt stål, sker främst utanför programmet. Men inom ramen för programmet sker flertal projekt som angriper och riktar ljuset på kritiska frågor kopplade till de stora satsningarna.

Det är ett välskött program som förmått adressera sina intentioner. Man ger prov på en hög grad av reflektion kring sin projektportfölj och hur den anknyter till programmets mål. Portföljen är välbalanserad med över lag bra projekt. Metalliska material är ett gott exempel på hur en SIP kan arbeta.

Man har varit agila och anpassat sig efter förändrade omvärldsfaktorer. Programmet har även varit observanta på horisontella perspektiv och förmått integrera dessa i en vertikalt organiserad bransch. Goda exempel på det är integrering av AI, digitalisering och hållbarhetsfaktorer.

Programmet har ett brett anslag över flera branscher och man har för avsikt att fortsätta bredda. Stålindustrins mogenhet avseende innovation och forskning är ett draglok för att höja nivån inom andra branscher med flera goda exempel inom gjutning, aluminium och mässing. Metalliska material reflekterar även kring hur man breddar perspektivet till icke-tekniska aktörer som inte deltar idag.

Programmet är vertikalt fokuserat och det är troligt att man inte fångar upp spill over-effekter som faller utifrån effektlogikens linjära tänk. Det synes uppstå intressanta resultat som inte synliggörs och fokus i uppföljningen är på vad man genomför snarare än vad man presterar (framför allt utifrån projektportföljen). Ett exempel är hur teknikfokuserade projekt kan, bortom de tekniska resultaten, bidra till ökad attraktivitet

och bättre arbetsmiljö. Presentationsmaterial och hemsida nyttjas inte fullt ut för att konkretisera och exemplifiera de resultat som uppstår i projekten.

Kopplat till kommunikationsarbetet finns det även begränsningar i hur brett man når utanför de tekniskt insatta. Det synes saknas ytor för att nå aktörer som inte är inne i befintliga nätverk eller för att nå kompetenser utanför det tekniska området.

Metalliska material är väl förankrade i den svenska kontexten men synes inte ha systematiskt kartlagt arbete som sker i andra delar av världen. Effektlagen som är starkt orienterad mot att Sverige ska vara internationellt ledande, men man synes idag sakna referenspunkt och möjlighet att mäta om detta effektmål kan uppnås.

Programmet har arbetat med traditionella finansieringsinstrument med fokus på teknikcentrerade/-drivna projekt. Det kan finnas större utrymme att ta itu med frågor som nya affärsmodeller, regelverk för att uppmuntra CO2-neutralitet och ge policyråd baserade på projektresultat.

Rekommendationer

- Förtydliga de effekter och resultat som idag inte är synliga med utgångspunkt i de svårsmätbara spill över-effekterna, till exempel kring kompetensuppbyggnad och nya nätverk, attraktivitet och arbetsmiljö. Nya beteenden som uppstått med avseende på hållbarhetsarbete är kvalitativa aspekter som bör dokumenteras och kommuniceras.
- Extrahera projektportföljsövergripande lärdomar utöver de tekniska prestationerna, kopplat till tvärgående aspekter så som regulatoriska hinder och motsvarande. Det kan vara av vikt att pragmatiskt lyfta barriärer som är relevanta för hela innovationsområdet.
- Genomför benchmarkingövning för viktiga konkurrenskraftiga länder för att bedöma programmets målsättning att vara internationellt ledande. Den bör innehålla en bedömning av vilka åtgärder som vidtas i andra länder för att stödja innovation på detta område.
- Bygg vidare på arbetet som gjorts i Vitbok SIP 2.0 och formulera dessa till en konkret handlingsplan.
- Utveckla en tydlig exitplan för hur man tar arbetet vidare, potentiellt utan offentlig finansiering. Detta utifrån möjligheter att bredda finansieringsalternativen samt förankra arbetet hos centrala aktörer. Dra lärdom av hur andra länder, till exempel Finland och SHOK-programmen, har gjort i omställningen mellan offentligt och privat finansierade program.
- I en exitplan bör beaktas att intressanta resultat framkommit bland annat i följande avseenden:

- Nätverken och deras kunskapsutbyten är värdefulla och bör upprätthållas.
- Metodutveckling som skett kopplat till projektstöd, manualer och checklistor kan vara värdefullt att omhänderta för fortsatt arbete inom Jernkontoret eller närliggande satsningar.
- Hållbarhetsarbetet som skett inom ramen för Metalliska material är värdefullt men behöver i så fall vidareutvecklas. Det kan finnas en risk för att hållbarhetsfrågor nedprioriteras om ingen samordnande aktör är pådrivande.
- Programmet har kommit långt i att analysera projektportföljen. De strategiska landvinningarna bör tillvaratas.

