

*Slutrapport 2016-12-12*

# Effektanalys av Energimyndighetens stöd till forskning och innovation inom järn- och stålindustrin 1998–2015

---





## Effektanalys av Energimyndighetens stöd till forskning och innovation inom järn- och stålindustrin 1998–2015

technopolis , Faugert & Co Utvärdering, december 2016

Tobias Fridholm, Anders Håkansson, Annika Olsson och Miriam Terrell

# Innehållsförteckning

---

Sammanfattning.....	1
Executive Summary .....	3
<b>1 Inledning.....</b>	<b>5</b>
1.1 Uppdrag, syfte och frågeställningar .....	5
1.2 Metod och material .....	6
1.3 Tidigare utvärderingar och effektanalyser .....	7
1.4 Disposition .....	8
<b>2 Bakgrund: Järn- och stålindustrin i Sverige 1998–2015 .....</b>	<b>10</b>
2.1 Malmbaserad ståltillverkning.....	10
2.2 Skrotbaserad ståltillverkning .....	11
2.3 En bransch i förändring.....	12
<b>3 Energimyndighetens FoI-insatser mot järn- och stålindustrin.....</b>	<b>17</b>
3.1 Jernkontorets roll som samordnare av FoU .....	17
3.2 Energimyndighetens FoU-satsningar 1998–2015.....	17
3.3 Andra nationella insatser på energiområdet .....	21
3.4 Finansieringsanalys .....	25
<b>4 Effekter av Energimyndighetens insatser .....</b>	<b>28</b>
4.1 Effekter på industrin.....	28
4.2 Effekter på forskningsinstitut och lärosäten, samt på samverkan.....	39
<b>5 Slutsatser och diskussion .....</b>	<b>44</b>
5.1 Slutsatser och reflektioner om effekter i järn- och stålindustrin .....	44
5.2 Slutsatser och reflektioner om Energimyndighetens insatser .....	47
<b>Bilaga A Intervjupersoner och deltagare i tolkningsseminarium .....</b>	<b>51</b>
<b>Bilaga B Referenser.....</b>	<b>54</b>

---

## Sammanfattning

---

Faugert & Co Utvärdering AB har under perioden mars–december 2016 genomfört en effektanalys av de forsknings- och innovationssatsningar (FoI-satsningar) som Energimyndigheten under perioden 1998–2015 riktat mot järn- och stålindustrin. Uppdragets huvudsyfte har varit att belysa vilka effekter satsningarna har haft med avseende på branschens energianvändning och dess användning av fossila råvaror och fossil energi.

De datainsamlings- och analysmetoder som tillämpats är i) Dokumentstudier av bland annat program- och projektdokument, tidigare utvärderingar och underlag om järn- och stålbranschen; ii) Deskriptiv statistik över branschen; iii) Finansieringsanalys utifrån projektlistor och projektbeslut samt kompletterande underlag från Energimyndigheten, Jernkontoret och Swerea MEFOS; iv) Intervjuer med 53 personer av vilka 25 representerar 25 företag, 18 forskningsinstitut eller lärosäten, och 10 antingen Jernkontoret, Energimyndigheten eller Vinnova; Platsbyråk hos framträdande deltagare i projekten (Höganäs AB, Outokumpu Stainless AB, Sandvik Materials Technology, SSAB Europe, Swerea MEFOS och Swerea KIMAB). Platsbyråken och intervjuerna har varit viktiga, till stor del för att mycket av informationen om effekter inte fanns tillgänglig på annat sätt.

### Energimyndighetens FoI-satsningar riktade till järn- och stålindustrin 1998–2015

Energimyndigheten har sedan den bildades 1998 tillhandahållit finansiering riktad till järn- och stålindustrin. Eftersom branschen är en stor energianvändare har myndighetens insatser fokuserat hur företagen kan effektivisera sina processer, inklusive vilka råvaror som används. Totalt har Energimyndigheten låtit genomföra tio program eller projektpaket som totalt omfattat 151 projekt. Därtill har myndigheten finansierat 25 enskilda projekt och 16 planeringsbidrag (för att utveckla ansökningar till europeiska forskningsfinansiärer). Totalt omsluter projekten drygt 1,6 miljarder kronor, varav en dryg fjärdedel, 446 miljoner kronor, finansierats av Energimyndigheten och nära tre fjärdedelar, 1198 miljoner kronor, utgörs av medfinansiering. Cirka 60 procent av medlen, 979 miljoner kronor, har använts i projektpaket som koordinerats av Jernkontoret. Energimyndigheten har även riktat två projektpaket direkt till nuvarande Swerea MEFOS, som är den starkt dominerande forskningsmiljön på området i Sverige. Finansieringen var som störst 2002–2006, och efter en period med lägre finansiering ökade den igen från 2013.

Forskningsinstitut och lärosäten dominerar mycket kraftigt bland stödmottagarna. Swerea MEFOS har mottagit i särklass mest medel, hälften av Energimyndighetens totala finansiering. Kungl. Tekniska högskolan är det lärosäte som mottagit mest stöd, 19 procent av medlen, följt av Luleå tekniska universitet med 9 procent och Swerea KIMAB med 7 procent. Övriga lärosäten och institut representerar endast 4 procent av medlen, medan 19 företag står för resterande 10 procent. Bland medfinansierarna är SSAB är klart störst med 350 miljoner kronor, följt av LKAB med nära 130 miljoner kronor. Outokumpu, Ovako och Sandvik har också vardera bidragit med minst 40 miljoner kronor var. Medfinansiering från RFCS utgör 80 miljoner kronor. Medfinansieringen från forskningsinstituten och lärosätena har varit jämförelsevis blygsam, mindre än 100 miljoner kronor totalt.

### Effekter i industrin

Företagens övergripande uppfattning är att Energimyndighetens bidrag till energieffektivisering är mycket betydelsefullt men likväl svårt att urskilja och kvantifiera. Vad gäller konkreta effekter finner vi att Energimyndighetens finansiering av FoU om processintegration har varit viktig. Energieffektivitet i ståltillverkning är starkt kopplad till stabila processer och ett minimum av driftstörningar. Störningar leder ofta till energiförluster genom skrotning och nedkylning, och till att anläggningen därmed inte utnyttjas på ett sätt som är energimässigt optimalt. De projekt som rört processintegration har bidragit till att höja kompetensen i företagen kring dessa frågor.

Andra exempel på konkreta effekter i företagen inkluderar:

- Energieffektivisering i svavelreningen på SSAB i Luleå, vilka beräknas motsvara cirka 30 miljoner kronor per år i minskade energikostnader
- Injektion av hyttstot i masugnar, vilket har implementerats i SSABs masugnar både i Oxelösund och i Luleå och som innebär minskad kolanvändning genom att kolet utnyttjas i högre grad än tidigare, och att gamla deponier av hyttstot har kunnat grävas upp och återanvändas
- Vidareutveckling av styrsystemet FOCS, som används i värmningsugnarna i de allra flesta svenska stålföretag och som enligt leverantören möjliggör 5–20 procent minskad energianvändning och upp till 28 procents ökad produktivitet i ugnarna. Energimyndighetens insatser förefaller dock endast ha utgjort en mindre del av den sammanlagda FoU:n bakom FOCS
- Installation av oxy-fuel flameless-brännare i värmningsugnar i flera företag. Vid Outokumpu Stainless anläggning i Avesta är den beräknade besparingen per ton producerat stål 150 kWh, vilket motsvarar drygt tre procent av anläggningens totala energiåtgång

Intervjupersoner framhåller att Energimyndighetens insatser har lett till omfattande kunskapsuppbyggnad och kompetensutveckling. Flertalet av intervjupersonerna förefaller uppskatta de effekterna som viktigare än de mer konkreta exemplen ovan. Insatserna har inneburit att personal i företagen och forskningsmiljöerna har kunnat utveckla ny energi- och miljörelaterad kunskap, däribland djupare förståelse av företagets processer. Kunskapshöjningen har i många fall medfört förbättrad styrning av processerna, som därmed har kunnat bli mer energieffektiva och mindre miljöbelastande. Insatserna har också bidragit till breddade kunskapsbaser, exempelvis har FoU om koldioxidfrågor pekats ut som ett område som utan Energimyndighetens finansiering sannolikt hade fått mindre uppmärksamhet. Överlag förefaller insatserna ha bidragit till att energirelaterade frågor uppmärksammats mer i företagen.

Energimyndighetens insatser har också varit viktiga för att företagen ska ha kapacitet att föra in energieffektiv teknik när anläggningar ska uppgraderas i större omfattning. Förvisso är det ekonomiska kalkyler som avgör när sådana uppgraderingar görs, men när de görs uppstår en möjlighet att samtidigt implementera energieffektiva metoder och teknik. Dessutom är kompetensutvecklingen betydelsefull genom att behov av energirelaterad FoU uppstår löpande, i takt med att företagens produkter utvecklas; de metoder och energirelaterade förhållanden som gäller för tillverkning av en stålsort gäller inte nödvändigtvis för stål av en annan sammansättning.

### Effekter i forskningsinstitut, lärosäten och på samverkan

Energimyndighetens insatser har varit viktiga för de främsta forskningsmiljöerna på området, som samtliga i hög grad är beroende av extern finansiering för att kunna uppnå en kritisk massa i verksamheten. För de största forskningsmiljöerna på lärosätena har finansieringen varit viktig för att de ska kunnat bedriva FoU av den omfattning som fordrats för att kunna upprätthålla forskarutbildning och en forskningsbaserad grundutbildning i rimlig omfattning och kvalitet. Forskningsinstituten har å sin sida kunnat utveckla kompetens att samverka närmare med lärosätena.

Eftersom finansieringen fokuserat på samverkansprojekt har den också bidragit till att hålla levande och utveckla den goda samverkan som karakteriserar branschen. Samverkan har också varit viktig för att de studerande på forskar- och grundutbildningarna har fått insikt i vari industrins utmaningar består, industriell projektledning med mera, och därmed ofta relativt smidigt har kunnat anställas och göra nytta i företagen. Insatserna har bidragit med disputerad personal. Sannolikt har betydligt fler än de cirka tjugo disputerade som vi fått uppgifter om i den här studien (del)finansierats av Energimyndigheten, av vilka flertalet uppges arbeta i järn- och stålindustrin idag.

## Executive Summary

---

Faugert & Co Utvärdering AB (Technopolis Sweden) has conducted an impact assessment of Swedish Energy Agency's research and development (R&D) funding to the iron and steel sector 1998–2015. The assessment's main aim has been to illuminate the impact the funding has had on the sector's energy use and its use of fossil-based raw materials and fossil-based energy.

The study is based on document studies, descriptive statistics of the sector in Sweden, financial analysis of the Energy Agency's funding, and 53 interviews as well as site visits at key actors in the sector. The interviews and site visits were important, since much of the information for the assessment was not available elsewhere.

### Swedish Energy Agency's R&D-funding to the Swedish iron and steel sector 1998–2015

The Swedish Energy Agency has since its inception in 1998 provided R&D-funding to the Swedish iron and steel sector. Since the sector uses large amounts of energy, the Agency has focused on support to making the steel-making processes more energy efficient, including which raw materials to use. The Energy Agency has in total funded around 190 projects with a total amount of 446 MSEK (€46M). In addition, the projects have received 1.2 BSEK (€123M) in co-funding, predominantly from participating companies, making the total turnover of the projects around 1.6 BSEK (€169M). The funding was most extensive between 2002 and 2006, and after a period with lower funding the level increased again in 2013.

Research institutes and universities dominate very strongly among the funding recipients. The institute Swerea MEFOS has received half of all the funding, followed by the Royal Institute of Technology in Stockholm by 19 percent. The steel-making corporation SSAB is the by far largest co-funder, representing almost one third of all co-funding, followed by the mining corporation LKAB by around 10 percent and Outokumpu, Ovako and Sandvik with 3–4 percent each. RFCS represents 7 percent of the co-funding, while the research institutes and universities together stand at 9 percent.

### Impact on industry

The interviewed company representatives share the opinion that the Swedish Energy Agency has made a very important contribution to more efficient energy use in the sector, but observe that the impact is difficult to pin down and quantify. It is nevertheless evident that the Energy Agency's funding of process integration has been important. Energy efficient steel-making is to a significant extent about stable, predictable processes and a minimum of disruptions. The projects on process integration have contributed to raising the companies' competence on those issues.

Other impact includes more energy efficient removal of sulfur from the pig iron in SSAB's steel mill in Luleå; injection of flue dust in blast furnaces, which reduces the use of coke, in SSAB's blast furnaces in Luleå and Oxelösund; improvement of the software FOCS for regulating heating furnaces, used in most Swedish steel-making companies; and installation of oxy-fuel flameless burners in heating furnaces in several companies.

The interviewees further observe that the Energy Agency's funding has contributed to extensive knowledge development and capacity building, and most of them appear to rate that impact as more important than the more concrete examples of impact above. The expanded knowledge bases have led to better process steering, and thereby more energy efficient and environmentally friendly processes. The funding has also been important by enabling the companies to develop capacity to install energy efficient technology etc. when the steel mills receive major upgrades. Competence on energy-related issues is also important when companies develop new products, since results that are valid for one kind of steel are not necessarily valid for another.

### Impact on research institutes, universities and on cross-organisational collaboration

The Swedish Energy Agency's funding has been important for the main Swedish research environments in the area, among them Swerea MEFOS, Royal Institute of Technology and Luleå University of Technology. They are all highly dependent on external funding to develop critical mass in their R&D activities. The funding has significantly improved the opportunities in the mentioned universities to conduct R&D of a scale and scope necessary to maintain PhD education of a decent quality as well as a research-based undergraduate education. The research institutes have on their part been able to develop competence for closer collaboration with the universities. Since the funding has focused on collaborative R&D projects, it has also contributed to nurturing the traditionally good cross-organisational collaboration that characterises the sector. Through the collaboration PhD students and undergraduate students have gained insight into industrial processes and thereby become more 'employable' and productive in the companies.



# 1 Inledning

---

Järn- och stålindustrin är en viktig bransch för Sverige, såväl ekonomiskt som mätt i sysselsättning. Dessutom är den huvudsakligen lokaliserad till delar av landet där tjänste- och servicesektorn är relativt svag, vilket gör den extra viktig på regional nivå. Från 1970-talet och framåt har företagen i branschen emellertid ofta kämpat med svag lönsamhet. Hård konkurrens från utlandet har drivit fram en järn- och stålindustri i Sverige som är starkt nischad till specifika marknader, i regel specialstålsprodukter med höga förädlingsvärden. Branschen dras med höga energikostnader, eftersom stålproduktion ofrånkomligen är energiintensiv, särskilt i smältningen, men även i andra delar av processen. Stål som framställs från järnmalm innebär dessutom betydande användning av fossil energi, eftersom kol vanligtvis används som reduktionsmedel i masugnen.

Mot denna bakgrund har Energimyndigheten sedan 1998 riktat forsknings- och utvecklings-satsningar (FoU-satsningar) mot järn- och stålindustrin, både i syfte att göra branschen mer energieffektiv och för att minska dess användning av fossil energi. De aktuella satsningarna, vilka beskrivs i kapitel 2, spänner över tidsperioden 1998–2015. Det mesta av denna finansiering har gått genom projektpaket som Energimyndigheten beslutat om, och som sedan administrerats av branschorganisationen Jernkontoret, men myndigheten har också, i synnerhet sedan 2013, delat ut stöd direkt till företagen. Sedan Energimyndigheten 1998 övertog ansvaret för ovan nämnda finansiering från dåvarande Nutek har myndigheten inte förrän nu genomfört någon sammanhållen effektanalys, däremot ett antal utvärderingar av enskilda program. Syftena med utvärderingarna, som genomförts i slutfasen av programmen, har varit att fånga upp omedelbara resultat och ge underlag till Energimyndigheten om hur programstyrning etc. fungerat.

## 1.1 Uppdrag, syfte och frågeställningar

Denna studies huvudsyfte är att belysa vilka effekter de satsningar som Energimyndigheten har riktat mot järn- och stålindustrin har haft med avseende på branschens energianvändning och dess användning av fossila råvaror och fossil energi. Analysens fokus ska ligga på utveckling av kompetens, nätverk, produkter och processer som bidrar till att effektivisera energianvändningen. I tillägg ska studien ge allmänna insikter i centrala organisationers strategier för FoU (de som kopplar till de aktuella insatserna från Energimyndigheten) och effektivare energianvändning, samt belysa hur insatserna bidragit till att uppfylla näringspolitiska mål som t.ex. ökad konkurrenskraft. Studien ska i möjligaste mån försöka härleda effekter till specifika insatser. Den ska även ge rekommendationer om effektlogiker till Energimyndighetens framtida bruk. Följande frågeställningar ska besvaras:

1. Vilka resultat och effekter har satsningarna gett upphov till för företag i järn- och stålindustrin? T.ex. rörande:
  - i) Nya eller förbättrade produkter och processer
  - ii) Kompetensutveckling, kompetensförsörjning och nätverk
  - iii) Konkurrenskraft och marknader
  - iv) Energianvändning
  - v) Användning av förnybara råvaror och/eller energi
2. Vilka resultat och effekter har satsningarna gett upphov till för högskolor och forskningsinstitut?
3. I vilken utsträckning bidrar utformningen av Energimyndighetens stöd till att effekter uppstår som bidrar till omställning av energisystemet? Finns det någon systematisk skillnad mellan projekt som leder till stora effekter och projekt som inte gör det?
4. Hur och varför har undersökta organisationers (företags, universitets och forskningsinstituts) FoU-strategier utvecklats över tid?
5. Vad driver formerandet av aktörskonstellationerna i projekten?

6. Vilken roll i finansieringssystemet och vilket mervärde har Energimyndighetens satsningar jämfört med satsningar som andra finansiärer gör?
7. I vilken utsträckning tar företag i planeringen av uppgraderingar av storskaliga anläggningar (t.ex. masugnar) hänsyn till utveckling av ny teknik och metoder kring effektivare energianvändning?

Uppdraget har utförts under perioden mars–december 2016 av Faugert & Co Utvärdering AB. Teamet har bestått av Tobias Fridholm (projektledare), Anders Håkansson, Annika Olsson, Miriam Terrell och Karolina Henningsson. Elin Berglund har gjort värdefulla bidrag till arbetet under hösten 2016, medan Tomas Åström har fungerat som kvalitetssäkrare.

Faugert & Co har haft stor hjälp av Jernkontoret, där Anna Ponzio, Gert Nilsson, Rachel Pettersson och Robert Wikman, utöver att ställa upp på intervjuer, har bistått genom att ta fram dokument och svara på frågor under arbetets gång. Väsentliga delar av datainsamlingen genomfördes i samband med platsbesök på Höganäs AB, Outokumpu Stainless AB, Sandvik Materials Technology, SSAB Europe, Swerea KIMAB och Swerea MEFOS. Faugert & Co vill rikta ett stort tack till de ansvariga i dessa organisationer för de gästvänliga mottagandena och beredvilligheten att bidra till studien. Tack även till övriga intervjupersoner och till deltagarna i tolkningsseminariet den 11 november 2016 då studiens preliminära resultat och slutsatser presenterades och diskuterades.

## 1.2 Metod och material

De datainsamlings- och analysmetoder som tillämpats är:

**Dokumentstudier** av bland annat programbeskrivningar, projektlister, projektbeslut, projektrapporter och tidigare genomförda utvärderingar. Vi har även studerat underlag om järn- och stålbranschen och dess organisationer, i synnerhet deras FoU-verksamheter, liksom om relaterade satsningar av andra finansiärer. Energimyndigheten och Jernkontoret har bidragit med omfattande dokumentation, huvudsakligen projektlister och projektbeslut, men också om järn- och stålindustrin och dess utmaningar.

Därtill har vi sammanställt **deskriptiv statistik** över branschens energianvändning. Den ursprungliga ambitionen, utifrån Energimyndighetens önskemål, var att göra en relativt omfattande sammanställning. Efter dialog med branschföreträdare och genomgång av litteraturen på området insåg vi emellertid att en sådan sammanställning sannolikt skulle bli missvisande. Den tillgängliga statistiken är inte tillräckligt finmaskig för att fånga upp de företag och anläggningar som berörs av satsningarna. Dessutom innebär produktion av specialstål en högre energianvändning än produktion av annat stål, varför branschens trend mot mer högfördlade produkter innebär att processerna i sig har blivit mer energikrävande, vilket gör att energieffektiviseringar inte kan synliggöras med hjälp av statistik. Eftersom företagen dessutom tillverkar olika slags stål i processer med olika grad av energibehov är det heller inte meningsfullt att jämföra företag och anläggningar med varandra. Energieffektiviteten styrs även av anläggningarnas nyttjandegrad. I perioder med lägre efterfrågan går förvisso energianvändningen ner, men processerna tenderar då också att bli mindre energieffektiva per ton producerat stål, vilket ytterligare bidrar till att göra statistiken svårtolkad.<sup>1</sup>

Utifrån projektlister och projektbeslut samt kompletterande underlag från Energimyndigheten, Jernkontoret och Swerea MEFOS har vi genomfört en **finansieringsanalys**. Vi har sammanställt och analyserat finansiella data kopplat till projekten och programmen, primärt i termer av stödmottagare och medfinansiärer. Utöver att visa hur stöden har fördelats, kan en finansieringsanalys ge värdefulla insikter om i vilka organisationer effekter kan tänkas ha uppstått och hur finansiärernas och utförarnas FoU-strategier har utvecklats över tid.

Vi har i hög grad förlitat oss på **intervjuer**, väsentligen för att mycket av den information vi eftersökte inte fanns tillgänglig på annat sätt. Totalt har vi intervjuat 53 personer. Av dessa representerar 25 företag, 18 forskningsinstitut eller lärosäten, och 10 antingen Jernkontoret, Energimyndigheten eller

<sup>1</sup> Morfeldt, J. et al. (2015). Robusta energi- och klimatindikatorer för stålindustrin. Jernkontoret. Rapport D861

Vinnova. Flera av intervjupersonerna är pensionärer, vilket närmast är oundvikligt då de aktuella insatserna spänner över en 18-årsperiod. Eftersom projektlistorna och finansieringsanalysen indikerade att stora delar av den verksamhet som finansierats har ägt rum i ett begränsat antal organisationer, valde vi att genomföra fem **platsbesök** hos framträdande deltagare i projekten:

- Höganäs AB, Höganäs
- Outokumpu Stainless AB, Avesta
- Sandvik Materials Technology, Sandviken
- SSAB Europe och Swerea MEFOS, Luleå
- Swerea KIMAB, Stockholm

Dessutom utfördes ytterligare ett antal intervjuer ansikte mot ansikte, medan resterande intervjuer genomfördes per telefon. Intervjupersonerna identifierades i projektlistorna, i de inledande intervjuerna med Energimyndigheten och Jernkontoret, i inledande kontakter med företagen, och genom tips och förslag som uppkom efterhand under intervjuerna. Intervjuerna utgick från frågelistor, ofta utskickade i förväg, som samtalet därefter fick löpa relativt fritt utifrån.

Vi har under genomförandet stött på några **utmaningar** av praktisk art som försvårat vår kartläggning av effekterna. Det blev snabbt uppenbart att Energimyndigheten var en tämligen okänd FoU-finansiär inom företagen. Vid genomförandet av de flesta platsbesöken och intervjuerna hade vi dessutom ännu inte fullständiga uppgifter om i vilka projekt som företagen medverkat. Vi kunde därför under intervjuerna inte ge mer än en fragmentarisk bild av vilka specifika projekt som studien omfattade, och intervjupersonerna i företagen hade ofta svårt att minnas vilka FoU-insatser som genomförts i projekt som uppkommit i Jernkontorets teknikområden. Dessa svårigheter bidrog sannolikt till att ett antal företrädare för företag och, i något enstaka fall, lärosäten valde att inte ställa upp på intervjuer. En annan orsak till att några personer valde att inte ställa upp verkar ha varit att några företags "organisatoriska minne" på grund av de stora omstruktureringar och nedskärningar som gjorts sedan 1998, i praktiken är relativt kort. I vissa företag förefaller därför ett generationsskifte ha ägt rum bland FoU-personalen. Hos de företag, forskningsinstitut och lärosäten som har deltagit mest i de aktuella programmen och projektpaketerna har dock beredvilligheten att ställa upp på intervjuer varit hög, vilket gör oss tämligen övertygade om att vi ändå har fångat upp de främsta effekterna av satsningarna.

### 1.3 Tidigare utvärderingar och effektanalyser

Energimyndigheten har genomfört tre tidigare utvärderingar av de program som ingår i studien. Dessa utvärderingar har genomförts i direkt anslutning till respektive program(etapp)s avslutning. Programmet Processintegration har utvärderats vid två tillfällen, när programmets första respektive andra etapp avslutats. Programmet var inte specifikt riktat till järn- och stålindustrin, utan innehöll även andra branscher, framförallt pappers- och massaindustrin som särskilt dominerade under den första etappen.

Den första etappen, som formellt löpte 1997–1999 (några projekt pågick även under år 2000), utvärderades i början av år 2000 av två sakkunniga från Norge respektive Finland. Utvärderingen fokuserade på såväl vetenskapliga som organisatoriska aspekter, däribland vetenskaplig kvalitet, ledarskap, strategi och samverkan i respektive forskningsmiljö som erhållit finansiering. Den rörde även programmets övergripande strategi och potential. Utvärderarna var överlag positiva, och framhöll programmets breda ansats som lyckosam, liksom projektportföljens innehåll och respektive projekts finansiella omfattning. Samtidigt konstaterade utvärderarna att antalet ansökningar var så lågt att alla utom en beviljades. De avstod till stora delar från den vetenskapliga bedömningen eftersom projektens resultat till stora delar ännu inte förelåg vid tidpunkten för utvärderingen. Utvärderarna rekommenderade tätare samverkan mellan akademi och industri i projektstyrningen,

och framförallt mer samverkan mellan å ena sidan experter på modellering och simulering, och å andra sidan experter på själva processerna i industrin.<sup>2</sup>

Utvärderingen av Processintegrations andra etapp, som löpte 2000–2004, genomfördes i slutet av 2003 av samma två sakkunniga som utvärderat föregående etapp. Även uppdraget var identiskt med den föregående utvärderingen. Programmet framhölls återigen som lyckat. Projektportföljen bedömdes ha en god spridning, och programstrategin att inkludera betydligt fler industriprojekt än i den första etappen fick goda vitsord, vilket uppgavs vara avspeglat i omfattningen på de resurser (kontant- och naturinsatser) som företagen hade avsatt för sitt deltagande. Återigen var beviljningsgraden hög, för hög enligt utvärderarna, eftersom urvalet gav programrådet begränsade möjligheter att påverka projektportföljens innehåll. Etappen konstaterades också ha innehållit bättre samverkan mellan forskargrupper på olika lärosäten än föregående etapp. Utvärderarna bedömde vetenskaplig nivå i något begränsad utsträckning – på projektnivå bedömdes några projekt ha hög vetenskaplig kvalitet, medan andra hade låg. För flertalet projekt och på programnivå gav utvärderarna inte uttryck för den vetenskapliga kvaliteten; det framgår inte i utvärderingen varför.<sup>3</sup>

Den tredje utvärderingen som genomförts i Energimyndighetens regi rör programmet Effektivisering av industrins energianvändning – forskning och utveckling, emellanåt kallat Industriprogrammet. Programmet löpte 2010–2014 och riktades brett mot industrin: järn och stål, massa och papper, kemi, verkstad samt livsmedelsbranscherna inkluderades alla i programmet. Utvärderingen bestod dels av en uppföljning och analys av resultat och effekter av programmets projekt, styrning och strategi som genomfördes av konsulter från Faugert & Co Utvärdering AB, samt en projektportföljanalys utförd av två sakkunniga, däribland en av de två som tidigare utvärderat Processintegration. Programmet bedömdes i det stora hela som lyckat, även om de flesta förväntade praktiska tillämpningar på grund av långa ledtider inte kunnat realiseras. Positiva delar som lyftes fram rörde den vetenskapliga kvaliteten på en del av projekten, samt att programmet stimulerat samverkan mellan svenska och utländska forskare och mellan forskare och industri. Programmet bedömdes ha en viss slagsida mot processintegration och mot teknisk utveckling.<sup>4</sup>

En ytterligare studie med ett visst mått av utvärderingsansats har genomförts, 2003 på uppdrag av Jernkontoret. Studien genomfördes av en professor på KTH och syftade till att i kvantitativa – främst ekonomiska – termer uppskatta resultaten och effekterna av den statsstödda företagsgemensamma FoU:n inom järn- och stålindustrin. Den FoU som studerades genomfördes 1983–1992, och avser därmed helt och hållet satsningar som gjordes före den period som studeras i den här rapporten. Studien antog att FoU-insatserna hade gett ekonomiska resultat med fem års förskjutning från att de genomfördes. Olika FoU-insatser uppskattades ha bidragit till antingen 15 eller 30 procent av företagets ekonomiska resultat, en schablonbaserad skattning på hur pass direkt insatserna bedömdes koppla till de ekonomiska resultaten. I studien drogs slutsatsen att de totala kostnaderna för FoU-insatserna hade lett till en femfaldig ökning i företagets ekonomiska resultat, vilket motsvarade elva gånger den del av FoU-finansieringen som kom från staten. De största effekterna bedömdes ha uppstått i råjärnstillverkningen, där masugnprocessen är central. Ungefär en sjättedel av den ekonomiska effekten uppskattades ha utgjorts av minskade kostnader på grund av energieffektivisering. FoU:n uppskattades också ha bidragit till att koldioxidutsläppen hade minskat med 23 procent mellan 1987 och 1997.<sup>5</sup>

## 1.4 Disposition

I **nästa kapitel** introduceras den svenska järn- och stålindustrin i allmänna termer. Dels introducerar vi de två dominerande processerna för att framställa stål, dels ger vi en översiktlig bild av branschens

<sup>2</sup> Gundersen, T. och Fogelholm, C.-J. (2000). Process Integration Research Programme Evaluation Report. 2000-03-03

<sup>3</sup> Gundersen, T. och Fogelholm, C.-J. (2003) Process Integration Research Programme Evaluation Report, 2003-12-05.

<sup>4</sup> Stålfors, S., et.al. (2014). Utvärdering av programmet Effektivisering av industrins energianvändning – forskning och utveckling. Faugert & Co Utvärdering

<sup>5</sup> Edström, J.-O. (2003). Statsstödd gemensam forskning inom Sveriges stålindustri. Satsningar och resultat. Jernkontoret, juni 2003

utveckling i Sverige under den aktuella perioden, från 1998 till idag, och en del av de utmaningar som den står inför. **Kapitel 3** presenteras satsningar som ingår i studien, en finansieringsanalys av dessa samt relaterade insatser som andra FoU-finansiärer har gjort. I **kapitel 4**, rapportens mest omfattande, beskrivs de effekter som satsningarna har bidragit till i industrin, inom forskningsinstitut, lärosäten och på samverkan mellan branschens aktörer. Rapporten avslutas med **kapitel 5**, som innehåller slutsatser och reflektioner.

## 2 Bakgrund: Järn- och stålindustrin i Sverige 1998–2015

---

Järn- och stålindustrin har länge varit en viktig näring i Sverige, och är så än idag. Samtidigt är de svenska företagen utsatta för hög konkurrens från utländska företag, och den svenska branschen befinner sig sedan omkring 2008, då den globala finanskrisen slog till, i en tämligen pressad situation. I det här kapitlet introducerar vi järn- och stålindustrin i Sverige genom att först ge en överblick över de två huvudsakliga produktionssätten – malm- respektive skrotbaserad ståltillverkning – och vilka företag och anläggningar som använder sig av respektive sätt. Därefter återger vi huvuddragen av de förändringar som skett i branschen under den period som studien avser (1998-2015) samt diskuterar några av de utmaningar, identifierade av Jernkontoret, som företagen sannolikt kommer att stå inför under de närmaste åren.

Det finns tretton anläggningar för järn- och stålframställning i Sverige. Tio av dessa är skrotbaserade stålverk och tre är malmbaserade. Därtill finns det femton anläggningar för bearbetning av stål. Sedan slutet på 1980-talet finns i princip ingen nationell konkurrens mellan de svenska ståltillverkningsföretagen, till följd av att de har specialiserat sig inom olika marknadsnischer. Stålproduktionen som sådan kan beskrivas som ett kretslopp av tillverkning, användning och återvinning. Från råvara produceras handelsfärdigt stål som används för att tillverka slutprodukter. När dessa inte längre tjänar sitt syfte återvinns de och säljs som skrot, vilket blir ny råvara.<sup>6</sup>

### 2.1 Malmbaserad ståltillverkning

Malmbaserad ståltillverkning sker vid två anläggningar i Sverige, SSAB i Luleå och SSAB i Oxelösund. SSAB:s anläggningar har masugnar och står för ungefär två tredjedelar av den totala svenska stålproduktionen. Även Höganäs AB:s anläggning i Höganäs för framställning av järnsvamp för järnpulvertillverkning är malmbaserad (men tillverkar inte stål). Vi återkommer till Höganäs AB i avsnittets avslutande stycke.

Tillverkning av stål kräver förutom järnråvara legeringsämnen för att ge stålet de önskade egenskaperna. Vid malmbaserad ståltillverkning i masugn krävs också kol i form av koks som bränsle och reduktionsmedel, och kalk som slaggbildare. Slagg kan beskrivas som oönskat innehåll som ska avlägsnas ur det blivande stålet. I järnmalm är järnet exempelvis bundet till oxider eller svavel som behöver reduceras bort. De dominerande mineralerna för utvinning av järn är svartmalm (magnetit) och blodmalm (hematit). Järnmalmen i Sverige består i huvudsak av magnetiter som bryts i gruvorna i Kiruna och Malmberget av Europas största järnmalmsproducent, LKAB. LKAB:s järnmalm har en hög halt av den globala bristvaran magnetit, vilket gör att malmen anses ha mycket hög kvalitet. Magnetit kan dels anrikas till högre järnhalter än hematit, dels går det åt en fjärdedel så mycket energi vid bränning av pellets – som är formatet på järnråvaran vid framställning av malmbaserat stål i Sverige<sup>7</sup> – från magnetit än från hematit. Den lägre energiåtgången beror till stor del på att det frigörs energi vid bränningen av pellets från magnetitmalm, då magnetiten oxiderar till hematit, vilket frigör 70 procent av den totala energin som processen kräver. Eftersom magnetitpellets innehåller en högre andel järn än hematitpellets är det en mindre massa som ska reduceras bort, vilket bidrar till en jämförelsevis energieffektiv process.

Det första steget i den malmbaserade ståltillverkningen sker i masugnar, där malmen reduceras till järn genom att syre tas bort med hjälp av koks. De malmbaserade stålverken i Sverige har egna koksverk där stenkolkol torrdestilleras för att tillverka koks. I masugnen smälts pelletsen i mycket höga temperaturer, uppemot 2500°C, till så kallat råjärn, som har en kolhalt på cirka fem procent. Koksen och syret bildar kolmonoxid och koldioxid, där energin i kolmonoxiden till allra största delen återvinns

---

<sup>6</sup> Där inte annat anges bygger texten i kapitel 2 på Jernkontoret (2012). Energiforskning inom svensk stålindustri: En syntesrapport inom Jernkontorets Energiprogram 2006-2010; Energimyndigheten (2015). Energiläget 2015; och Jernkontorets hemsida, [www.jernkontoret.se](http://www.jernkontoret.se). Dessa har i viss mån kompletterats med empiri från den aktuella studien.

<sup>7</sup> Tidigare användes ofta sinter (halvmälta och stelade klumpar av järnoxid), som de malmbaserade stålverken tillverkade vid egna sinterverk. Det sista sinterverket i Sverige lades ner 1995.



genom förbränning. I jämförelse med andra länder har Sveriges malmbaserade råstålsproduktion låg förbrukning av kol och koks, mycket på grund av den höga järnhalten i magnetitmalmen. Detta minskar också energianvändningen i andra delar av processen, ger en låg slaggmängd och en hög återföring av restprodukter, vilket reducerar energianvändningen i masugnen. Likväl är koldioxidutsläppen från de svenska masugnarna omfattande, och motsvarar ungefär nio procent av landets totala koldioxidutsläpp.<sup>8</sup>

Efter masugnen genomgår råjärnet en så kallad förbehandling i syfte att reducera dess svavelhalt. För att framförallt reducera kolhalten, men också fosfor- och svavelhalterna, sker i nästa steg en så kallad färskning av råjärnet i en LD-konverter. Färskningsreaktionerna genererar i sin tur mycket hög värme och för att kyla processen tillsätts stålskrot. Från och med nästa steg i ståltillverkningen – skänkmetsallurgin – består den malmbaserade ståltillverkningen av samma slags processer som den skrotbaserade produktionen. Dessa steg beskrivs därför i nästa avsnitt.

En malmbaserad process förekommer i Sverige även i form av järnsvampstillverkning, som istället för kol använder naturgas (koldioxid och vätgas) som reduktionsmedel. Järnmalmen reduceras i schaktugn för att sedan smältas i ljusbågsugn. I Sverige har Höganäs AB en anläggning som tillämpar järnsvampsprocessen, där järnsvampen uteslutande används till den egna produktionen av järnpulver.

## 2.2 Skrotbaserad ståltillverkning

Skrotbaserad ståltillverkning finns i Sverige på tio orter och den utgör ungefär en tredjedel den svenska stålproduktionen. Processen innefattar produktion med elektrisk ljusbågsugn och använder metallskrot som insatsråvara. Med skrot istället för råjärn (järnmalm) som råvara blir energianvändningen i stålproduktionen per ton producerat stål en femtedel så stor.

Processen börjar med insamling och sortering av stålskrot, som sedan bearbetas innan det skickas vidare till stålverken. Skrotet smälts huvudsakligen i ljusbågsugnar. En ljusbågsugn smälter skrotet genom att ström med mycket hög styrka leds ut i tre grafitelektroder, som gör att ljusbågar bildas mellan elektroderna och skrotet. Valet av skrot är helt avgörande för vilken produkt som ska tillverkas. Det är en fördel att använda skrot av så likartad sammansättning som möjligt i förhållande till den önskade sammansättningen på stålet. På så sätt minimeras de resurser som måste tillföras och processen blir mer energieffektiv.

Efter att skrotet smälts efterbehandlas det i skänkmetsallurgiska processer innan det gjuts. I skänkmetsallurgin tillsätts olika metaller för att önskad legering ska åstadkommas. Hur tillverkningskedjan ser ut efter smältningsprocessen beror på vilken produkt som tillverkas. För vissa slags stål, t.ex. verktygsstål, kan skänkmetsallurgin vara tämligen komplexa. Gjutningen sker i svenska stålverk oftast i form av stränggjutning, som innebär att smältan förs in i ett kontinuerligt flöde genom den kylda kokillen – ett slags rör – där den gradvis stelnar. Resultaten blir en ”sträng” som med jämna mellanrum måste kapas. Strängen kan formas på olika sätt beroende på vilka produkter som ska tillverkas. Plåt, som ska valsas, tillkommer t.ex. ur strängar med rektangulära snitt, så kallade *slabs*, medan andra produkter framställs ur strängar med kvadratiska snitt. Omkring en tiondel av den svenska stålproduktionen sker emellertid genom götggjutning, som innebär att det smälta stålet hålls i fasta former där det får stelna.

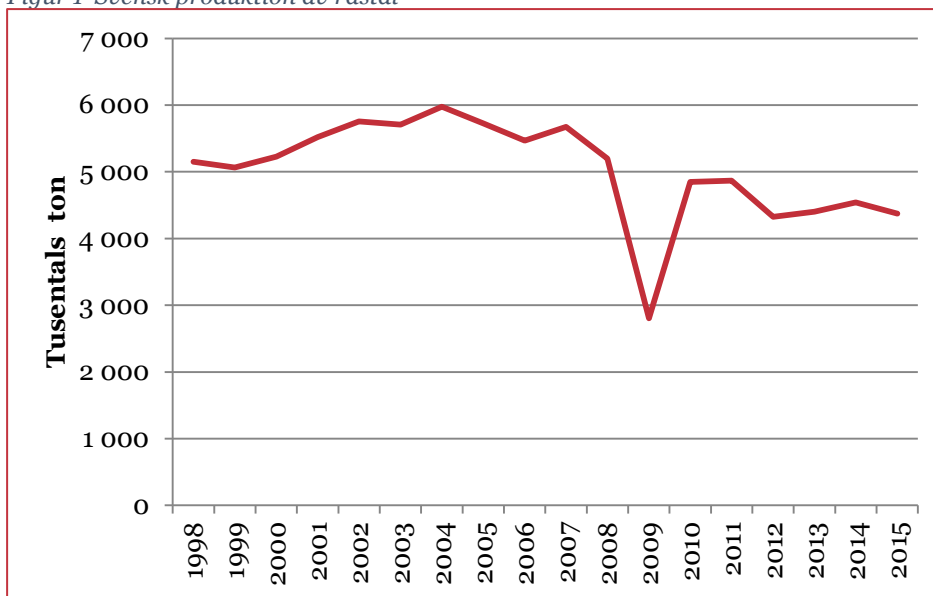
Efter gjutningen följer valsningen, där stålet pressas till önskad format. I ett första steg ytbehandlas det gjutna stålet så att det blir tillräckligt plant. Därefter följer i regel varmvalsning, som innebär valsning i höga temperaturer och används bland annat till produktion av grovplåt, stång, rör med mera. Det är vanligt att det gjutna stålet upphettas i särskilda värmningsugnar innan valsning. Ibland, exempelvis i tunnplåtstillverkning, förekommer också kallvalsning i rumstemperatur. Efter valsning kan en mängd olika efterbehandlingar förekomma, däribland härdning genom upphettning.

<sup>8</sup> Energimyndigheten (2016). Pressmeddelande: Koldioxidfri ståltillverkning möjlighet för svensk industri. 2016-06-14  
Effektanalys av Energimyndighetens stöd till forskning och innovation inom järn- och stålindustrin 1998–2015 11

### 2.3 En bransch i förändring

Den svenska järn- och stålindustrin har i hundratals år varit en stor arbetsgivare och är det än idag; 2014 hade branschen omkring 16 000 anställda i landet.<sup>9</sup> Den har också genererat betydande export- och skatteintäkter, inte minst under de senaste decennierna. I ett internationellt perspektiv har den svenska järn- och stålproduktionen emellertid länge varit relativt liten. År 2015 producerade Sverige 0,3 procent av världens råstål<sup>10</sup>, en nedgång från 0,7 procent år 1998. Som Figur 1 visar ökade den svenska produktionen svagt fram till 2007, följt av en mycket djup nedgång 2009, varefter produktionen har stabiliserat sig på en lägre nivå än före krisen. Även i europeisk jämförelse är den svenska stålproduktionen förhållandevis modest. Sverige låg 2015 på tolfte plats i EU med 2,6 procent av allt råstål som produceras i EU, ungefär samma andel som 1998. Också de svenska stålproducenterna är jämförelsevis små. Även om all svensk stålproduktion skulle ske i ett enda företag, skulle det ändå bara komma upp i drygt hälften av vad världens 50:e största ståltillverkare producerar. SSAB var likväl världens 51:e största ståltillverkare 2015, mycket på grund av fusionen med finska Rautaruukki 2014.<sup>11</sup>

Figur 1 Svensk produktion av råstål



Källa: World Steel Association

Kina är idag starkt dominerande bland världens stålproducerande länder. Sedan 1998 har Kina sjufaldigt sin produktion av råstål och gått från 15 till 50 procent av världsproduktionen, medan produktionen i Sverige såväl som i EU under samma period har minskat även i absoluta tal. I världen i stort har stålproduktionen mer än fördubblats från 1998, en tillväxt som nästan uteslutande har skett i Asien, se Figur 2.

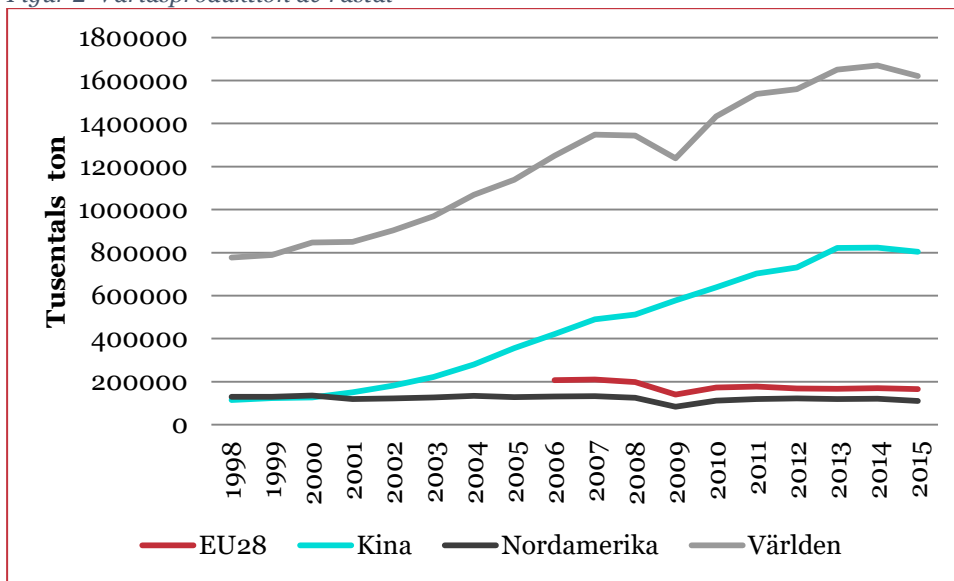
<sup>9</sup> Där inte annat anges är statistiken i detta avsnitt hämtad från Jernkontorets hemsida, [www.jernkontoret.se](http://www.jernkontoret.se)

<sup>10</sup> Råstål syftar på det oraffinerade stålet och är det mått som används i statistiska sammanhang.

<sup>11</sup> World Steel Association (2016). World steel in figures 2016



Figur 2 Världsproduktion av råstål



Konsekvensen av de förändrade omvärldsförutsättningarna är att de svenska stålföretagen utsatts för en mycket hård konkurrens från företag i andra länder. För att bemöta konkurrensen har företagen fokuserat hårt på att specialisera sig och hitta marknadsnischer där de trots allt kunnat inta ledande positioner. Vägen de valt har varit att fokusera på högt förädlade produkter och att sträva efter att ligga i framkant inom FoU och innovation. Den svenska stålproduktionen har sedan 1980-talet utgjorts av en i internationell jämförelse mycket hög andel legerade stål (även kallade specialstål) och innefattar exempelvis rostfritt stål, snabbstål, verktygsstål och kullagerstål. Det har också blivit vanligare att stålföretagen bearbetar stålet, till exempel genom kapning, håltagning och ytbehandling. Idag utgörs ungefär 60 procent av den svenska stålproduktionen av legerade stål.<sup>12</sup>

Omkring 85 procent av det handelsfärdiga stålet exporteras. Alla större svenska företag i branschen är idag i hög grad orienterade mot utländska marknader och Jernkontoret beskriver alla de stora svenska stålföretagen som ledande inom sina respektive marknadsnischer, se Tabell 1. En konsekvens av att företagen har nischat sig är att den svenska stålimporten har ökat. Majoriteten av det stål som konsumeras i Sverige kommer från andra länder och utgörs huvudsakligen av mindre komplexa produkter än vad de svenska tillverkarna framställer. Eftersom förädlingsvärdet hos det svenskproducerade stålet är högt, innebär det att handelsöverskottet i kronor räknat är relativt stort i förhållande till de faktiska volymer som det rör sig om. Under hela perioden 1998–2015 har den svenska handelsbalansen inom stål varit positiv och legat på 10–20 miljarder kronor per år, med ett exportvärde som legat omkring 20–30 procent högre än värdet på importen, se Figur 3.

<sup>12</sup> Jernkontorets hemsida, [www.jernkontoret.se](http://www.jernkontoret.se)

Figur 3 Exportvärde, importvärde och handelsbalans i den svenska järn- och stålindustrin 1980-2015



Källa: Jernkontoret

I vikt räknat har handelsbalansen sedan omkring 2005 varit omkring noll, det vill säga att lika stor volym stål har importerats som exporterats. Under de senaste åren har Kinas avtagande ekonomiska tillväxt avsevärt minskat efterfrågan på stål från exempelvis Sverige. Den innebär också att en del av det kinesiska stål som tidigare konsumerats i det egna landet istället har kommit att exporteras. Det har inneburit ökad konkurrens för svenska ståltillverkare, eftersom Kinas export i betydande utsträckning sker till EU-länder, som utgör omkring 60 procent av marknaden för det svenska stålet.<sup>13</sup>

Tabell 1. Aktörer och produkter inom svensk ståltillverkning

Företag	Tillverkningsprocess	Produkt	Marknadsläge
Carpenter Powder Products	Skrotbaserad	Rostfritt stål	Globalt marknadsledande på pulverstål
Erasteel Kloster	Skrotbaserad	Snabbstål	Globalt marknadsledande
Fagersta Stainless	Skrotbaserad	Rostfritt stål	Bland de ledande specialisterna på valstråd i Europa
Höganäs	Malmbaserad	Järnpulver	Globalt marknadsledande
Outokumpu Stainless	Skrotbaserad	Rostfritt stål	Ett av de marknadsledande företagen inom rostfri plåt och höglegerade specialstål
Outokumpu Stainless Tubular Products	Skrotbaserad	Rostfritt stål	Ett av de marknadsledande företagen inom svetsade rör för processindustrin
Ovako	Skrotbaserad	Kullagerstål	Globalt marknadsledande
Sandvik	Skrotbaserad	Rostfritt stål	Globalt marknadsledande inom sömlösa rör
Sandvik Heating Technology (Kanthal)	Skrotbaserad	Järnlegeringar för motståndsvärmning	Globalt marknadsledande
SSAB	Malmbaserad	Handelsstål	Ett av de marknadsledande företagen på extra höghållfasta stål och globalt marknadsledande på slitstål
Uddeholm	Skrotbaserad	Verktogsstål	Globalt marknadsledande

Källa: Jernkontoret

<sup>13</sup> Jernkontorets hemsida, [www.jernkontoret.se](http://www.jernkontoret.se), samt intervjuer

Hållbar utveckling och miljöfrågor har under senare år kommit alltmer i fokus inom järn- och stålindustrin i Sverige, mycket på grund av skärpningar i miljö- och energilagstiftningarna. Skiftet återspeglas exempelvis i stålverkens tilltagande tillverkning av restprodukter som används som råvara vid ståltillverkning. Detta är ett exempel på att produktionen i ökande grad handlar om att se till ett livscykelperspektiv. En av utmaningarna med det perspektivet är att mer energieffektiva (lättare och/eller mer hållbara) slutprodukter medför en mer energikrävande tillverkning. De största kraven på energieffektivisering finns följaktligen i produktionsledet.<sup>14</sup>

Järn- och stålindustrin i Sverige har enligt Jernkontoret ett antal utmaningar att hantera under de kommande åren. Exempelvis är tillgången på rent skrot begränsad, vilket leder till att priset på skrot trissas upp och att processer för att kunna rena skrotet till högvärdigt stål behöver utvecklas ytterligare. En annan utmaning utgörs av den höga energianvändningen, som också innebär stora energikostnader. Visserligen har betydande framsteg gjorts inom energieffektivisering, men branschen är fortfarande mycket energiintensiv. Företagen har också en utfordring i att följa politiska beslut och policys, framför allt när det gäller klimat- och energipolitiken. Framtida utmaningar vad gäller energi- och materialeffektivitet sammanfattas av Jernkontoret i följande punkter:<sup>15</sup>

- På ett energieffektivt sätt möta det ökande behovet av stål, vilket ytterst drivs av den globala befolkningstillväxten
- Bibehålla ekonomisk tillväxt i företagen utan att energianvändningen ökar nämnvärt
- Minska CO<sub>2</sub>-utsläppen med bibehållen konkurrenskraft

En utmaning i sammanhanget handlar enligt vår intervjuempiri om ett effektivt utnyttjande av befintliga anläggningar. Stålverkens energianvändning står i proportion till produktionsvolymen. Under högkonjunktur med ökad produktion ökar energianvändningen om inte insatser för energieffektivisering och tillvaratagande av överskottsenergi kan bidra till lägre totalanvändning. Samtidigt konstaterar flera intervjupersoner att anläggningarna är mindre energieffektiva om inte hela deras kapacitet utnyttjas, vilket sällan är fallet; järn- och stålbranschen i Sverige har idag en stor överkapacitet. Dessa förhållanden bidrar till utmaningen att på ett rättvisande sätt mäta energianvändning, vilket diskuteras vidare i avsnitt 4.1.

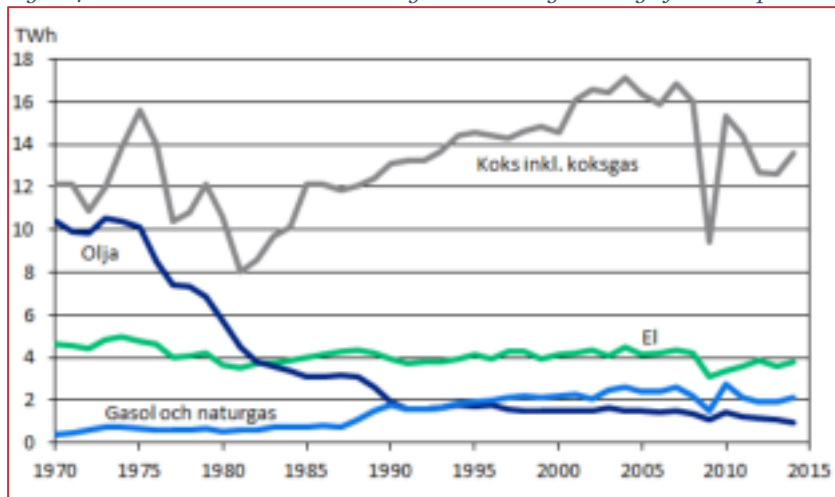
Andra sätt att minska energianvändningen är att byta energikälla och tillvarata överskottsenergi. Se Figur 4 för de olika energikällor som branschen använder. Kol och koks är idag i stort sett en nödvändig del i masugnsprocessen, men det pågår försök med att ersätta det med vätgas, vilket skulle innebära en banbrytande innovation. Sedan det blev möjligt att transportera naturgas i flytande form har användningen av gas (gasol och naturgas) ökat och på flera stålverk är gas den främsta energikällan i valsverkens värmebehandlingsugnar. Utbyggnad av infrastruktur för naturgas och anpassning av förbränningssystem för olja till gas ökar möjligheterna för ett större gasanvändande. Möjligheten att i framtiden också använda biogas studeras på flera håll. I många anläggningar återanvänds överskottsenergi som bildas under stålprocesserna, och sedan 1980-talet har produktionen av el och fjärrvärme från processgaser från masugn, koksverk och stålverk ökat. Likaså tas värme som produceras i smältverk och ugnar om hand och förs vidare ut på fjärrvärmenäten eller används internt på företagen för exempelvis uppvärmning av lokaler.<sup>16</sup>

<sup>14</sup> Jernkontoret (2012). Energiforskning inom svensk stålindustri: En syntesrapport inom Jernkontorets Energiprogram 2006-2010

<sup>15</sup> Ibid.

<sup>16</sup> Ibid.

Figur 4 Järn- och stålindustrins energianvändning i Sverige fördelat på energikälla



Källa: Jernkontoret

## 3 Energimyndighetens FoI-insatser mot järn- och stålindustrin

---

### 3.1 Jernkontorets roll som samordnare av FoU

Den svenska järn- och stålindustrins branschorganisation Jernkontoret grundades 1747 och har i uppdrag att verka för bästa möjliga förutsättningar för järn- och stålindustrins verksamhet i Sverige. Organisationen företräder stålindustrin i frågor om handelspolitik, energi och klimat, miljö, forskning, utbildning, standardisering samt transporter och infrastruktur och ska fungera som ett stöd för företagen i den internationella konkurrensen.<sup>17</sup> Organisationen har en central roll inom och omkring branschens innovationssystem, särskilt genom sina så kallade teknikområden (TO), som är kommittéer där medlemsföretagen samlas kring definierade teman. Inom energiområdet är Teknikområde 51 Energi- och ugnsteknik särskilt framträdande, men energifrågor berörs även inom ett flertal andra teknikområden.

Merparten av den FoU som genomförs i den svenska järn- och stålindustrin genomförs i de enskilda företagen och en inte oväsentlig del vid forskningsinstitut och lärosäten. Omkring 10–15 procent av forskningen genomförs emellertid i regi av Jernkontorets egen FoU-avdelning, vilket gör organisationen tämligen unik bland landets industriella branschorganisationer. Den gemensamma forskningen betalas huvudsakligen av medlemsföretagen själva genom natura- och kontantinsatser. Medlemsföretagen betalar också in så kallade serviceavgifter som delfinansierar Jernkontorets verksamhet, och som Jernkontoret i sin tur använder för att bland annat delfinansiera FoU-projekt. De svenska järn- och stålföretagen är sedan åtminstone 30 år tillbaka endast i mycket begränsad utsträckning konkurrenter till varandra, vilket underlättar samverkan dem emellan avsevärt. Detta gäller inte minst i energifrågor, som inte sällan är av tämligen generisk karaktär. Jordmånen för samarbeten i Jernkontorets regi har därmed länge varit god. I följande avsnitt framgår att Energimyndigheten från 1998 stått för en stor del av offentligt finansierade forskningssatsningar riktade till järn- och stålindustrin. En betydande del av myndighetens medel har förmedlats via Jernkontoret.

### 3.2 Energimyndighetens FoU-satsningar 1998–2015

Energimyndigheten har sedan den bildades 1998 tillhandahållit forskningsfinansiering riktad till och/eller utförd av järn- och stålindustrin. Eftersom branschen är en stor energianvändare har myndighetens insatser ett särskilt fokus på företagets energianvändning och hur de kan effektivisera sina processer, inklusive vilka råvaror som används. I Tabell 2 redovisas de tio insatserna (programmen och projektpaket) samt enskilda projekt och planeringsbidrag som omfattas av denna effektanalys. Totalt omsluter de sammanlagt 190 projekten drygt 1,6 miljarder kronor, varav en dryg fjärdedel finansierats av Energimyndigheten och nära tre fjärdedelar således utgörs av medfinansiering (se vidare finansieringsanalysen i avsnitt 3.4). All offentlig finansiering kommer från Energimyndigheten men i tabellen skiljer vi på program och enskilda projekt som har finansierats direkt av Energimyndigheten, projektpaket som har koordinerats av Jernkontoret och projektpaket som har beviljats direkt till Swerea MEFOS.

*Effektivare energiutnyttjande i stålindustrin genom nya metoder för processdatahantering* är den i särklass största satsningen (totalt 345 miljoner kronor). De fyra satsningarna *Stålindustri 2000 – Energieffektivitet, produktivitet, miljö*; *Jernkontorets Energiforskningsprogram*; *Järn- och stålindustrins energianvändning – JoSen* samt *Swerea MEFOS projektpaket* (två omgångar) omfattar på samma sätt mellan 200 och 212 miljoner kronor vardera. *Stålindustrins värminningsbearbetnings- och materialpaket* omfattar 169 miljoner kronor och de enskilda projekten totalt 116 miljoner. Resterande satsningar omfattar mellan tre och 51 miljoner i totalkostnad.

---

<sup>17</sup> Jernkontorets hemsida, [www.jernkontoret.se](http://www.jernkontoret.se)

Tabell 2 Satsning, löptid, beviljat belopp, samfinansiering och total finansiering (miljoner kronor). Energimyndigheten förkortas EM.

	Satsning (antal projekt som ingår i effektanalysen)	Löptid	Beviljat stöd EM	Medfinansiering	Total finansiering
EM:s program, enskilda projekt och planeringsbidrag	Processintegration etapp 1-3 (13)	1997–2010	15,3	13,8	29,1
	Effektivisering av industrins energianvändning – FoU (15)	2010–2014	21	35,9	56,9
	Järn- och stålindustrins energianvändning – JoSEn (20)	2013–2017	76,1	132	208,1
	Enskilda projekt (25)	Löpande	38,9	76,8	115,7
	Planeringsbidrag EU-projekt (16)	2013–2015	1,4	1,5	2,9
Jernkontorets projektpaket	Stålindustri 2000 – Energieffektivitet, produktivitet, miljö (14)	1997–2001	39,3	172,5	211,7
	Stålindustrins värmnings- bearbetnings- och materialpaket <sup>18</sup> (29)	1998–2003	36,7	132,4	169,1
	Effektivare energiutnyttjande i stålindustrin genom nya metoder för processdatahantering (11)	2002–2006	73,1	271,4	344,6
	Jernkontorets Energiforskningsprogram (9)	2006–2010	58	153,5	211,5
	Jernkontorets lilla projektpaket (7)	2011–2013	14,8	27,7	42,5
Swerea MEFOS projektpaket	Metallurgisk forskning med energibesparingspotential vid MEFOS. Nätverksprogram 2000–2002 (15); 2003–2005 (3)	2000–2005	17,5	33,5	51,1
	Swerea MEFOS projektpaket (15)	2003–2010	53,5	147,1	200,6
<b>Totalt</b>			<b>445,7</b>	<b>1 198,2</b>	<b>1 643,9</b>

Källor: Program- och projektbeslut, slutrapporter samt ekonomiska redovisningar från Energimyndigheten och Jernkontoret.

I avsnitt 3.2.1–3.2.3 beskrivs satsningarna som framgår av tabellen ovan enligt ordningen program, enskilda projekt och planeringsbidrag som har finansierats direkt av Energimyndigheten, projektpaket som har finansierats via Jernkontoret och projektpaket som har beviljats direkt till Swerea MEFOS.

### 3.2.1 Energimyndighetens program, enskilda projekt och planeringsbidrag

Effektanalysen omfattar således 48 projekt inom ramen för Energimyndighetens olika program, samt 25 enskilda projekt och 16 planeringsbidrag. Programmet *Processintegration* avsåg forskningsaktiviteter inom olika branscher och bedrevs i tre etapper (1997–2000, 2000–2004 och 2006–2010). Syftet med programmet var att göra industrin medveten om möjligheten till energieffektivisering genom användning av processintegrationsmetoder och verktyg samt att dessa skulle komma till användning.<sup>19</sup> Den första etappen initierades av Nutek 1997 och togs över av

<sup>18</sup> Inklusive två delprojekt från den i övrigt återtagna satsningen Stålindustrins bearbetnings- och värmningspaket 1998–2001. Nutek beslut P10731-1.

<sup>19</sup> Energimyndigheten (2006). Programbeskrivning för programmet Processintegration 2006-03-01 – 2009-12-31.

Energimyndigheten 1998. Etappen fokuserade på högskoleforskning och förlängdes med sex månader för att avslutas år 2000. Den omfattade 14 miljoner kronor i offentlig finansiering.<sup>20</sup> Den andra etappen, 2000–2004, omfattade 28 miljoner kronor i offentlig finansiering och innehöll både stöd till forskning vid lärosäten och en utvecklingsdel inriktad mot industrin.<sup>21</sup> Efter ett par års glapp påbörjades den tredje och sista etappen, 2006–2010), vilken omfattade 37 miljoner kronor från Energimyndigheten och ytterligare 20 miljoner kronor från industrin i tillämpade projekt.<sup>22</sup> Av programbeskrivningen framgår att minst 16 miljoner kronor skulle användas till grundläggande forskning och minst 15 miljoner kronor till tillämpade projekt. Resterande medel fördelades enligt Energimyndighetens bedömning av var insatserna ansågs mest lämpliga.<sup>23</sup> I denna effektanalys ingår 13 av programmets projekt som sammantaget beviljades 15 miljoner kronor.

Energimyndighetens program *Effektivisering av industrins energianvändning – forskning och utveckling* pågick mellan 2010 och 2014 och var inte heller specifikt riktat till järn- och stålindustrin. Den ekonomiska omfattningen var 82 miljoner kronor i offentlig finansiering (varav minst 30 miljoner kronor till grundläggande forskning och minst 30 miljoner kronor till tillämpade projekt) samt minst 45 miljoner kronor i medfinansiering från industrin. Syftet med programmet var ”att utveckla verktyg och kunskap för utveckling, design och demonstration av effektivare processer samt att sprida dessa till den svenska industrin”. Programmet skulle dessutom bidra till att utöka och fördjupa nationella och internationella forskarnätverk för högskolor som utbildar processtekniska ingenjörer samt skapa möjligheter för att stärka den svenska industrins konkurrenskraft. Programmets fyra delområden var (i) utveckling av separata processtekniker/produktionssteg, (ii) samspel mellan tekniker och processer/produktionssteg inom industrin, (iii) samspel mellan industrier eller mellan industri och samhälle samt (iv) utveckling av verktyg för beslutsstöd och utvärdering av valda tekniklösningar (*technology impact assessment*).<sup>24</sup> Av programmets totalt 52 projekt ingår 15 i denna effektanalys och de åtnjöt 21 miljoner kronor i stöd från Energimyndigheten.<sup>25</sup>

Det senast tillkomna och nu pågående forskningsprogrammet är *Järn- och stålindustrins energianvändning (JoSEn)* som är ett samverkansprogram mellan Jernkontoret och Energimyndigheten som löper under åren 2013–2017. Programmets långsiktiga vision är att ”svensk järn- och stålindustri år 2050 är konkurrenskraftig och kunskapsmässigt ledande på den internationella marknaden och levererar energi-, klimat- och miljöeffektiva produkter”. Programmets syfte är att bidra till myndighetens uppdrag om att främja energirelevant forskning inom järn- och stålområdet som möjliggör en omställning till ett långsiktigt hållbart energisystem. Programmet stödjer energirelevant forskning inom områdena (i) utveckling av processer och produktionssystem för ökad energieffektivitet, (ii) effektivisering av råvaru-, energi- och materialbehovet samt ökad användning av restenergier; (iii) reducerad användning av fossila bränslen samt minskade utsläpp av koldioxid och (iv) organisation och arbetssätt för energieffektivisering.<sup>26</sup> Programmet omfattar totalt 85 miljoner kronor från Energimyndigheten och 228 miljoner kronor från industrin. Finansieringen fördelas genom öppna utlysningar.<sup>27</sup> Effektanalysen omfattar 20 projekt inom *JoSEn* med en offentlig finansiering på totalt 76 miljoner kronor.

<sup>20</sup> Nutek (1998). Processintegration – Nuteks forskningsprogram för optimering och förbättring av energisystem.

<sup>21</sup> Gundersen, T. och Fogelholm, C.-J. (2000). Process Integration Research Programme Evaluation Report. 2000-03-03 och Gundersen, T. och Fogelholm, C.-J. (2003) Process Integration Research Programme Evaluation Report, 2003-12-05

<sup>22</sup> Energimyndigheten (2009). Processintegration etapp 3 utlysning våren 2009.

<sup>23</sup> Energimyndigheten (2006). Programbeskrivning för programmet Processintegration 2006-03-01 – 2009-12-31.

<sup>24</sup> Energimyndigheten (2009). Programbeskrivning för programmet Effektivisering av industrins energianvändning - forskning och utveckling 2010-01-01 – 2014-12-31.

<sup>25</sup> S. Stålfors, M. Jondell Assbring, E. Ärenman och T. Jansson, ”Utvärdering av programmet Effektivisering av industrins energianvändning – forskning och utveckling”, Energimyndigheten, 2014.

<sup>26</sup> Energimyndigheten (2013). Programbeskrivning för programmet Järn- och stålindustrins energianvändning – forskning och utveckling 2013–2017.

<sup>27</sup> Metalliska materials hemsida, [www.metalliskamaterial.se](http://www.metalliskamaterial.se)



Utöver program eller projektpaket finansierar Energimyndigheten även enskilda projekt. De kan avse projektförslag som inkommer i glappet mellan två programperioder eller helt enkelt utgör goda projektidéer som inte ryms inom befintliga program. I övrigt skiljer de sig inte från projekt inom program. Under den aktuella perioden har 24 enskilda projekt med inriktning mot järn- och stålindustrin beviljats 38 miljoner kronor, allt från etthundratusen till åtta miljoner kronor. Några av dem avser samfinansiering av projekt inom satsningar av EUs ramprogram och/eller Research Fund for Coal and Steel (RFCS). Energimyndigheten beviljar även planeringsbidrag som avser förberedelser av ansökningar till EU- eller RFCS-projekt. Effektanalysen omfattar 16 sådana planeringsbidrag beviljade mellan 2013 och 2015 med finansiering om 50 000–150 000 kronor vardera och tre fjärdedelar av dem har beviljats Swerea MEFOS.

### 3.2.2 Projektpaket finansierade av Energimyndigheten via Jernkontoret

I de projektpaket som finansierats av Energimyndigheten via Jernkontoret ingår totalt 70 projekt. Projektpaketerna har haft lite olika inriktning, vilket beskrivs i Jernkontorets rapport *Energiforskning inom svensk stålindustri*, en syntes som togs fram i samband med Jernkontorets Energiforskningsprogram.<sup>28</sup>

Det första paketet *Stålindustri 2000 – Energieffektivitet, produktivitet, miljö* initierades av dåvarande Nutek och avsåg perioden 1997–2001. Paketet omfattade 40 miljoner kronor från Energimyndigheten och 170 miljoner från industrin. Forskningen avsåg utveckling av järn- och stålframställningsprocesserna, inklusive gjutning.

Det efterföljande projektpaketet hette *Stålindustrins värmnings-, bearbetnings- och materialpaket* och pågick mellan 1999 och 2003. I underlaget ingår även två projekt från det föregående *Stålindustrins bearbetnings- och värmningspaket, 1998–2001*. Större delen av projekten handlade om rostfria stål samt valsverksugnar. De totalt 29 projekten finansierades med offentliga medel om 37 miljoner kronor och medfinansiering om 130 miljoner kronor.

*Effektivare energiutnyttjande i stålindustrin genom nya metoder för processdatahantering (stålindustrins metallurgipaket METPKT)* genomfördes mellan 2002 och 2006 och är den sammantaget största satsningen som ingår i denna effektanalys. Energimyndigheten bidrog med 73 miljoner kronor och industrin med 270 miljoner kronor. I likhet med det första paketet avsåg även detta paket utveckling av järn- och stålframställningsprocesser till och med gjutning.

*Jernkontorets Energiforskningsprogram* lanserades som ett aktivt verktyg för att fortsätta det redan goda samarbetet mellan järn- och stålindustrin och Energimyndigheten, som genom föregående satsningar resulterat i reducerad energiförbrukning för industrin. Programmets ursprungliga programperiod var mellan 2006 och 2010 men den förlängdes till 2011. Nio projekt (varav ett fortsättningsprojekt) fick stöd om 60 miljoner kronor från Energimyndigheten och medfinansierades med 150 miljoner kronor från industrin. Programmet bestod av fem projekt om metallurgi och fyra om masugnen, och de togs fram genom gemensamma prioriteringar mellan industri, lärosäten och institut för att säkra Sveriges världsledande position på stålområdet.

Parallellt med avslutet av energiforskningsprogrammet och starten av JoSEn lanserades det sista projektpaketet som ingår i effektanalysen, omnämnt *Jernkontorets lilla projektpaket*, vilket avsåg sju projekt som genomfördes mellan 2011 och 2013. Finansieringen bestod av 15 miljoner kronor från Energimyndigheten och 27 miljoner kronor från industrin. Syftet var att ta till vara de redan upparbetade kontakterna mellan akademi och industri, samt att upprätthålla den höga vetenskapliga kvaliteten som uppnåtts i föregående satsningar vad gäller energieffektivisering i svensk järn- och stålindustri.

<sup>28</sup> Jernkontoret (2012). *Energiforskning inom svensk stålindustri – En syntesrapport inom Jernkontorets Energiprogram 2006-2010*. D 839.



### 3.2.3 Swerea MEFOS projektpaket finansierade av Energimyndigheten

Enligt projektlistan och de beslut vi har tagit del av har Swerea MEFOS bland annat beviljats medel för två omgångar av projekt inom Nätverksprogrammet (2000–2002, 2003–2005) respektive projektpaket (2003–2005, 2007–2010).

Nätverksprogrammet inrymde fyra typer av projekt (beskrivna i Energimyndighetens beslut):

- Gemensamma forskningsprojekt finansierade av Swerea MEFOS<sup>29</sup> medlemsföretag och Nutek
- Europaprojekt finansierade av ECSC (Europeiska kol- och stålunionen)/EU, Nutek/Statens energimyndighet och Swerea MEFOS medlemsföretag
- Gemensamma forskningsprojekt finansierade av Swerea MEFOS medlemsföretag och Statens energimyndighet avseende projekt med energisparpotential
- Europaprojekt finansierade av ECSC/EU, Nutek och Statens energimyndighet avseende projekt med energisparpotential

Projektpaketen omfattar 53,5 miljoner kronor från Energimyndigheten och 147,1 miljoner kronor i medfinansiering. Några av projekten är RFCS-projekt. Nätverksprogrammen (tidigare benämnda kollektiv forskning) avser tillämpad FoU i samarbete med organisationer i andra europeiska länder, och totalt ingick 20 delprojekt som finansierades med 17,5 miljoner kronor från Energimyndigheten och 51 miljoner i medfinansiering ("EU och stålindustrin", RFCS och MEFOS självt).<sup>30</sup>

Swerea MEFOS har fyra medlemsformer för företag att medverka i institutets verksamhet. Beroende på vilket slags medlemskap ett företag har, kan det i olika grad ta del av institutets tjänster. Medlemskapet påverkar även priset för att ta del av tjänsterna. Endast företag i Norden kan inneha ett fullvärdigt medlemskap som även innebär ett delägarskap och inflytande över Swerea MEFOS forskningsverksamhet och dess inriktning.<sup>31</sup> I projektpaket som direkt tilldelats Swerea MEFOS eller som gått via Jernkontoret har institutet inte bidragit med någon medfinansiering. I projekt som beviljats genom Energimyndigheten kan Swerea MEFOS medfinansiering bestå av dess forskares arbetstid eller medlemsföretagens medlemsavgifter.

## 3.3 Andra nationella insatser på energiområdet

Utöver Energimyndigheten beskrivs här andra svenska forskningsfinansiärers insatser riktade till järn- och stålindustrin under perioden 1998–2015. Till skillnad från Energimyndighetens insatser har dessa inte en given eller explicit inriktning mot energianvändning och/eller energieffektivisering.

### 3.3.1 Vinnova

*Strategiskt stålforskningsprogram för Sverige* genomfördes 2007–2012 och var det första programmet som Vinnova explicit riktade till branschen. Programmet hade sitt ursprung i innovationsstrategin *Innovativa Sverige – en strategi för tillväxt genom förnyelse* från 2004 och den efterföljande branschstrategin *Metallurgi – en del av Innovativa Sverige* från 2005 samt en redan långtgående dialog mellan Vinnova och Jernkontoret om ett stålforskningsprogram.<sup>32</sup> Programmet bestod av 32 projekt och finansieringen (inklusive ledning och administration av programmet) omfattade totalt 280 miljoner kronor varav 122,5 miljoner i offentliga medel och 160 miljoner från näringslivet. Programmet fokuserade på områdena utveckling för hållbar tillväxt, morgondagens material och tillverkningsmetoder, avancerad modellering och förbättrad processteknik.<sup>33</sup>

<sup>29</sup> Forskningsinstitutet hette vid den aktuella tidpunkten endast MEFOS. Det blev del av Swereakoncernen 2009. För konsekvensens skull skriver vi dock Swerea MEFOS genomgående i rapporten.

<sup>30</sup> Energimyndighetens beslut om finansiering, projekt P12396-1 och 21494-1.

<sup>31</sup> Swerea MEFOS hemsida, [www.swerea.se/mefos/medlemsforetag](http://www.swerea.se/mefos/medlemsforetag)

<sup>32</sup> Regeringen (2004). *Innovativa Sverige – en strategi för tillväxt genom förnyelse*, Ds 2004:36 och Regeringen (2005). *Metallurgi – en del av Innovativa Sverige*, N5057, Näringsdepartementet.

<sup>33</sup> T. Åström, N. Ipek, och M. Terrell (2011). *Utvärdering av Strategiskt stålforskningsprogram för Sverige*. Vinnova.

Programmet möjliggjorde även medfinansiering av RFCS-projekt, vilket endast nyttjades i något enstaka fall enligt en intervjuperson på Vinnova. Vinnova finansierade även tillsammans med KK-stiftelsen samt Stiftelsen för Strategisk Forskning (SSF) *Centre for Process Integration in Steelmaking* (PRISMA) vid Swerea MEFOS inom ramen för programmet *Institute Excellence Centres*. PRISMA är i sig en effekt av Energimyndighetens insatser och beskrivs därför närmare i avsnitt 4.2.

Svensk metallindustri har gemensamt utvecklat den strategiska forsknings- och innovationsagendan ”Nationell samling kring metalliska material”, vars vision är att svensk metallindustri ska vara en välkänd och viktig möjliggörare i världens strävan att forma en bättre framtid.<sup>34</sup> För att bidra till att förverkliga agendans vision har programmet *Metalliska material*<sup>35</sup> skapats. Vilket var ett av de första programmen att initieras inom ramen för satsningen Strategiska innovationsprogram som drivs av Vinnova, Energimyndigheten och Formas. Genom att stimulera samverkan mellan näringsliv, offentlig sektor och akademi ska programmen bidra till att öka innovationsförmågan inom näringsgrenar som är viktiga för Sverige och har potential att bli ännu viktigare. Programmet samlar svensk industri inom stål, aluminium, hårdmetall, gjutstål, gjutjärn samt gjutna icke-järnmetaller och är öppet för alla aktörer att söka. Andra strategiska innovationsprogram är *Lättvikt* (etapp 1 2013–2016) och *Gruv- och metallutvinning (STRIM)*, och programmen har haft gemensamma utlysningar. I enlighet med agendan är *Metalliska material* uppbyggt kring sju steg, eller insatsområden, som ska bidra till ökad konkurrenskraft och anses avgörande för att uppnå visionen: utveckla erbjudandet, öppna värdekedjan, öka materialutvecklingstakten, öka flexibiliteten, öka resurseffektiviteten, minska miljöpåverkan samt öka kompetensen och attraktiviteten.<sup>36</sup>

### 3.3.2 Stiftelsen för miljöstrategisk forskning (MISTRA)

MISTRA finansierar miljöstrategisk forskning som genom samverkan mellan forskare och användare bidrar till en hållbar samhällsutveckling och till att lösa viktiga miljöproblem.<sup>37</sup> MISTRA delfinansierade miljöforskningsprogrammet *Stålkretsloppet* som pågick under perioden 2004–2012. Den totala finansieringen var 230 miljoner kronor varav MISTRA investerade 97 miljoner och gruv-, stål-, verkstads- och återvinningsindustrin stod för drygt 130 miljoner kronor. Programmet bestod av elva projekt som bidrog till att kartlägga stålets väg från järnmalm till skrotupplag och utveckling av metoder och teknik för att göra ståltillverkningen mer hållbar. Forskningen omfattade hela stålets kretslopp och resultaten har bidragit till effektivare tillverkning, användning och återvinning av stål och slagg.<sup>38</sup>

### 3.3.3 Jernkontoret

I samarbete mellan Energimyndigheten, Jernkontorets TO 51 (Energi och ugnsteknik) samt ett antal gruv- och stålföretag initierades satsningen *Energikompetens inom gruv- och stålindustri*<sup>39</sup> kring mitten av 2000-talets första decennium. Programmet omfattade 20 miljoner kronor (varav drygt fyra från Energimyndigheten, 0,7 från TO 51 och drygt 14 från de deltagande företagen). Satsningen bestod av de parallella aktiviteterna planering och genomförande av breddutbildning, utveckling av programvara och sakinnehåll i en webbaserad energihandbok samt vidareutveckling av nätverket ENET-Steel (Nätverk för energieffektivisering inom gruv- och stålindustrin) med energidialogen.

Utbildningen som innehöll interaktiva moment innebar att stora personalgrupper om 200–300 personer åt gången vid Sandvik Materials Technology, SSAB i Borlänge och LKAB fick kunskap om vad energi är, hur den används samt vad man kan göra för att spara energi. Målet var att samtliga

<sup>34</sup> Jernkontoret, Svenskt Aluminium och Svenska Gjuteriföreningen (2013). Nationell samling kring metalliska material. En strategisk forsknings- och innovationsagenda

<sup>35</sup> Metalliska materials hemsida, [www.metalliskamaterial.se](http://www.metalliskamaterial.se)

<sup>36</sup> Vinnova (2016). Strategiska innovationsprogram. <http://www.vinnova.se/sv/Var-verksamhet/Gransoverskridande-samverkan/Samverkansprogram/Strategiska-innovationsomraden/strategiskainnovationsprogram/>.

<sup>37</sup> MISTRAs hemsida, [www.mistra.org/](http://www.mistra.org/)

<sup>38</sup> MISTRAs hemsida, [www.mistra.org/](http://www.mistra.org/)

<sup>39</sup> Jernkontoret (2008). Energikompetens inom gruv- och stålindustri. Slutrapport. D824.

anställda skulle delta och totalt utbildades nära 7 000 personer vilket motsvarade ungefär tre fjärdedelar av de anställda vid de tre företagen. Utbildningarna följdes även upp av interna kampanjer på respektive verk samt utgjorde underlag för information till nyanställda.

Den webbaserade energihandboken<sup>40</sup> uppdateras kontinuerligt och innehåller kvalificerad kunskap om energianvändning. Webbplatsen sammanfattar de viktigaste energiaspekterna och innehåller alltifrån matematiska beräkningsmodeller och materialdata till populärvetenskapliga texter om energi med belysande exempel och effektiviseringstips. Energihandboken syftar till att bidra med kontinuerlig energikompetensutveckling för samtliga anställda inom gruv- och stålindustrin.

Genom bland annat nätverksträffar och företagsbesök syftade ENET-steel och energidialogen till att stimulera och underlätta samverkan om energieffektiviseringsfrågor mellan individer verksamma på de olika företagen. En del av utbytet skulle ske digitalt vilket av naturliga skäl sker i större utsträckning idag än tidigare. Nätverksträffarna anordnas än idag och förefaller vara väl uppskattade arrangemang enligt intervjupersonerna i effektanalysen.

### 3.3.4 Research Fund for Coal and Steel (RFCS) och EUs ramprogram

RFCS (tidigare *European Coal and Steel Community*, ECSC) delfinansierar FoU-projekt inom kol- och stålsektorn och områdena produktionsprocesser, tillämpning, användning och omvandling av resurser, säkerhet på arbetsplatsen, miljöskydd och minskning av koldioxidutsläpp från kolanvändningen och stålproduktionen. Finansieringen härstammar från de medel som industrin bidrog med i ECSC, vilka överfördes till Europeiska unionen år 2002 och som nu används för att stödja RFCS programverksamhet. Årligen beviljas cirka 55 miljoner euro till lärosäten, forskningsinstitut och företag från RFCS.<sup>41</sup>

Forskningsutförare (aktuella lärosäten och forskningsinstitut) i Sverige är särskilt framgångsrika i att beviljas stöd från RFCS. Svensk järn- och stålindustri har hittills inte varit en stor deltagare i EUs ramprogram, vilket är naturligt eftersom ramprogrammen hittills i stort sett exkluderat stålforskning med hänvisning till RFCS, och RFCS har erbjudit större sannolikhet för bifall än ramprogrammen. Vår intervjuempiri indikerar dock att aktiviteten från svenska deltagare ser ut att öka i Horizon2020. Enligt Energimyndighetens förordning kan myndighetens medel användas för att komplettera stöd från EUs ramprogram i de fall sökande inte har beviljats maximalt stöd. Energimyndighetens pengar kan också användas som medfinansiering i RFCS-projekt eftersom RFCS-finansieringen utgörs av medel som ursprungligen kommer från industrin. De kan emellertid som mest utgöra 60 procent av projektets totalkostnad och mindre för projekt som avser demonstration.

Tabell 3 RFCS-projekt med svenska deltagare 2003–2015.

Uppskattad energirelevans <sup>42</sup>	Antal projekt	Uppskattad finansiering till svenska deltagare
Hög	48	€14 miljoner
Medelhög	67	€20 miljoner
Låg	80	€23 miljoner
Totalt	195	€57 miljoner

Källa: Jernkontoret.

Tabell 3 visar RFCS-projekt med svenska deltagare 2003–2015 fördelat på energirelevans, som förvisso ska läsas med mycket stor försiktighet eftersom klassificeringen av energirelevans är gjord av

<sup>40</sup> Energihandbokens hemsida, [www.energihandbok.se/jernkontoret](http://www.energihandbok.se/jernkontoret)

<sup>41</sup> About RFCS, [www.ec.europa.eu/research/industrial\\_technologies/rfcs\\_about.html](http://www.ec.europa.eu/research/industrial_technologies/rfcs_about.html)

<sup>42</sup> Uppskattningen av projektens energirelevans ska betraktas som mycket grov. Uppskattningen är gjord av Jernkontoret utifrån projektens titlar.

Jernkontoret enbart på grundval av projekttitlarna. De svenska deltagarna i projekten med hög energirelevans inkluderar såväl forskningsinstitut och lärosäten som företag. Bland de forskningsinstituten och lärosätena ligger Swerea MEFOS klart i topp med deltagande i 29 av de 48 projekten, följda av KTH med sex och LTU och Swerea KIMAB med fyra projekt vardera. SSAB toppar bland företagen med tio deltaganden, följda av LKAB med nio och Outokumpu med fyra. Utifrån en schablonberäkning, där totalsumman på €57 miljoner har slagits ut jämnt över samtliga projekt med svenskt deltagande, uppskattas de 48 projekten omfatta cirka €14 miljoner. Projekten med medelhög energirelevans är än fler, 67 till antalet, och beräknas på motsvarande vis omfatta omkring €20 miljoner till svenska deltagare. Grovt uppskattat rör det sig därmed totalt om 115 projekt med energirelevans som omfattar €34 miljoner, motsvarande över 300 miljoner kronor till svenska deltagare. Energimyndighetens totala finansiering 1998–2015 till de program och projekt som ingår i den här studien uppgår till 446 miljoner kronor, vilket innebär att RFCS är en mycket viktig finansär av energirelevant FoU i den svenska järn- och stålindustrin.

### 3.3.5 Övriga relevanta styrmedel

Energimyndigheten har tagit fram en skrift som samlar erfarenheter och resultat av *Programmet för energieffektivisering i energiintensiv industri* (PFE), där järn- och stålindustrin utgör en stor del.<sup>43</sup> Programmet som startade 2005 och har drivits i femårsperioder ger företag en skattereduktion med 0,5 öre/kWh på el som används i tillverkningsprocessen under förutsättning att de uppfyllde de krav som ställs i det frivilliga programmet. Energimyndigheten har fortsatt rollen som tillsynsmyndighet för programmet och Skatteverket hanterar skattereduktionen. Programmet initierades med lagen om energieffektivisering i industrin (2004:1196) i samband med att svensk energibeskattnings ändrades som en följd av EUs energiskattedirektiv, 2003/96EG. Ett hundratal svenska företag deltar i programmet som tillsammans står för en fjärdedel av Sveriges energianvändning. Lagen (2004:1196) upphävdes emellertid 2012 (SFS 2012:686) vilket innebär att inga nya företag har anslutit sig efter 2012. De sista företagen avslutar därför sitt deltagande i PFE år 2017. Inom ramen för lagen om energikartläggning (2014:266) driver Energimyndigheten arbetet vidare tillsammans med företagen, men det finns när denna rapport slutförs inget beslut om något liknande incitamentsprogram.<sup>44</sup>

Webbsidan [www.utslappshandel.se](http://www.utslappshandel.se) samlar information om utsläppshandeln i Europa och vad som gäller för svenska förhållanden. Enligt hemsidan omfattar handeln med utsläppsrätter för växthusgaser cirka 760 svenska anläggningar inom industri och energiproduktion. Totalt berörs 13 000 anläggningar i hela EU, vilket motsvarar 45 procent av de totala utsläppen av växthusgaser inom unionen. Utsläppshandeln inom EU syftar till att minska utsläppen på ett så kostnadseffektivt sätt som möjligt, och handeln med utsläppsrätter ska göra det möjligt att minska utsläppen i det land och den sektor där det kostar minst. Utsläppshandel bygger på att ett tak sätts för de totala utsläppen. Varje år ska företagens utsläpp kompenseras med det nödvändiga antalet utsläppsrätter. En utsläppsrätt motsvarar 1 ton koldioxid eller koldioxidekvivalenter.

Från 2020 inför EU nya utsläppsregler som innebär att tilldelningen av utsläppsrätter till industrin ska minska, genom att ett tak sätts på den fria tilldelningen som sedan sänks med 2,2 procent per år, oavsett vad man historiskt sett har producerat. Den svenska järn- och stålindustrin har ställt sig skeptisk till förslaget och menar att det finns en överhängande risk att de nya utsläppsreglerna bidrar till att företagen flyttar sin produktion utanför Europa, vilket enligt företagen skulle leda till att utsläppen skulle öka på global nivå även om de minskar inom EU. För att kunna hantera de ökade kostnaderna och bibehålla konkurrenskraften samtidigt som man ska följa de nya reglerna anser de svenska företagen att deras produktion skulle behöva minskas.<sup>45</sup>

<sup>43</sup> Energimyndigheten (2011). Programmet för energieffektivisering. Erfarenheter och resultat efter fem år med PFE.

<sup>44</sup> Energimyndighetens hemsida, <http://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/program-och-uppdrag/avslutade-program/pfe/>

<sup>45</sup> "Risk att vi lämnar Sverige". Debattartikel, Dagens Industri 2016-01-28. <http://www.di.se/artiklar/2016/1/28/debatt-risk-att-vi-lamnar-sverige/>

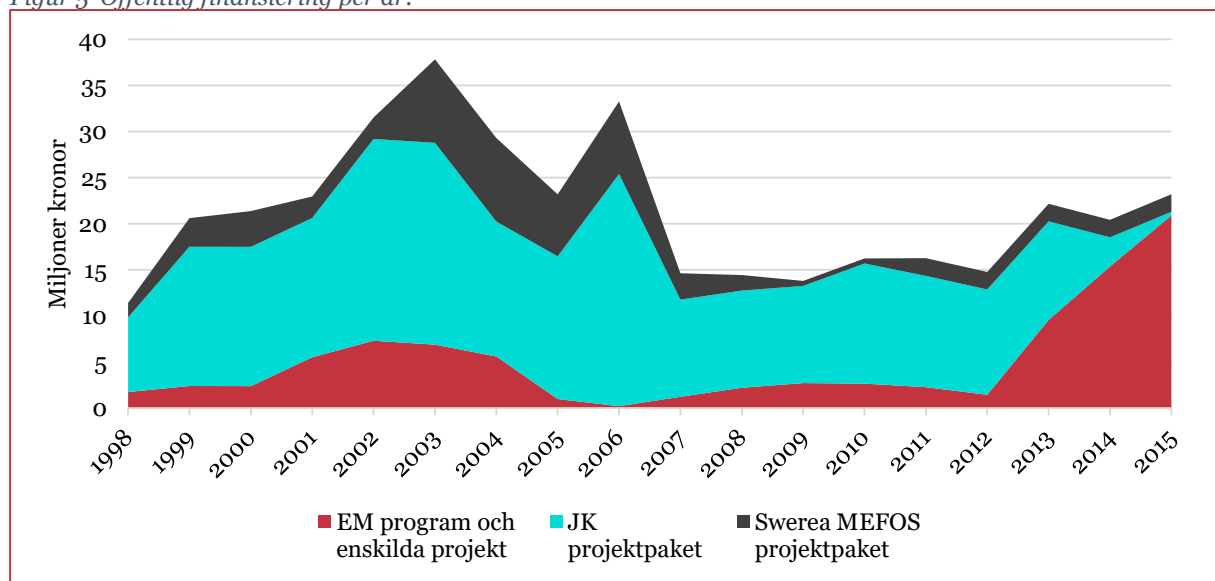
### 3.4 Finansieringsanalys

Energimyndigheten har tillhandahållit en projektlista med information om (budgeterat) beviljat stöd och total medfinansiering för de flesta av de ingående projekten. Denna lista har sedan manuellt kompletterats med information från projektbeslut och slutrapporter. Jernkontoret har bistått med information om projekt inom respektive projektpaket som finansierats via Jernkontoret. Denna information består i emellertid av utfall till skillnad från Energimyndighetens uppgifter och medfinansieringen har fördelats schablonmässigt mellan deltagande aktörer. I likhet med andra offentliga FoU-finansiärer har Energimyndigheten historiskt sett inte systematiskt dokumenterat uppgifter om indirekta stödmottagare och medfinansiering per organisation, vilket i Energimyndighetens fall innebär att uppgifterna före år 2011 inte är kompletta. Underlaget har därför kompletterats under arbetets gång och finansieringsanalysen baseras således på underlag från flera olika datakällor, vilket innebär att tolkningen av data bör göras med försiktighet.

Det offentliga stödet utgör 27 procent av de totala projektkostnaderna i denna effektanalys, medan medfinansieringen utgör resterande 73 procent.

Figur 5 visar den totala offentliga finansieringen per år och typ av insats och som Tabell 2 skiljer vi på program och enskilda projekt som har finansierats direkt av Energimyndigheten, projektpaket som har finansierats via Jernkontoret och projektpaket som har beviljats direkt till Swerea MEFOS. De beviljade medlen har fördelats jämnt över varje projekts löptid vilket inte ger en exakt bild av verkligheten. För längre projekt är den beviljade summan i verkligheten vanligtvis lägre under projektets första och sista år.

Figur 5 Offentlig finansiering per år.



Källa: Energimyndighetens projektlista och projektbeslut samt Jernkontorets projektlistor.

Hälften av den offentliga finansieringen, 222 miljoner kronor, har fördelats via Jernkontorets projektpaket. Energimyndighetens egna program och projekt utgör 34 procent (153 miljoner kronor) och Swerea MEFOS projektpaket 16 procent (71 miljoner kronor). De upp- och nedgångar som figuren visar kan dels förklaras av de specifika satsningarnas löptid och dels av andra förklaringsfaktorer. Regeringens forskningsanslag till Energimyndighetens halverades år 2005, vilket syns i figuren.<sup>46</sup> De tio senaste åren har även varit en turbulent tid för industrin och den ekonomiska krisen som slog till 2008 ledde till förändrade prioriteringar, vilket gav utslag i företagens möjligheter att delta i FoU-

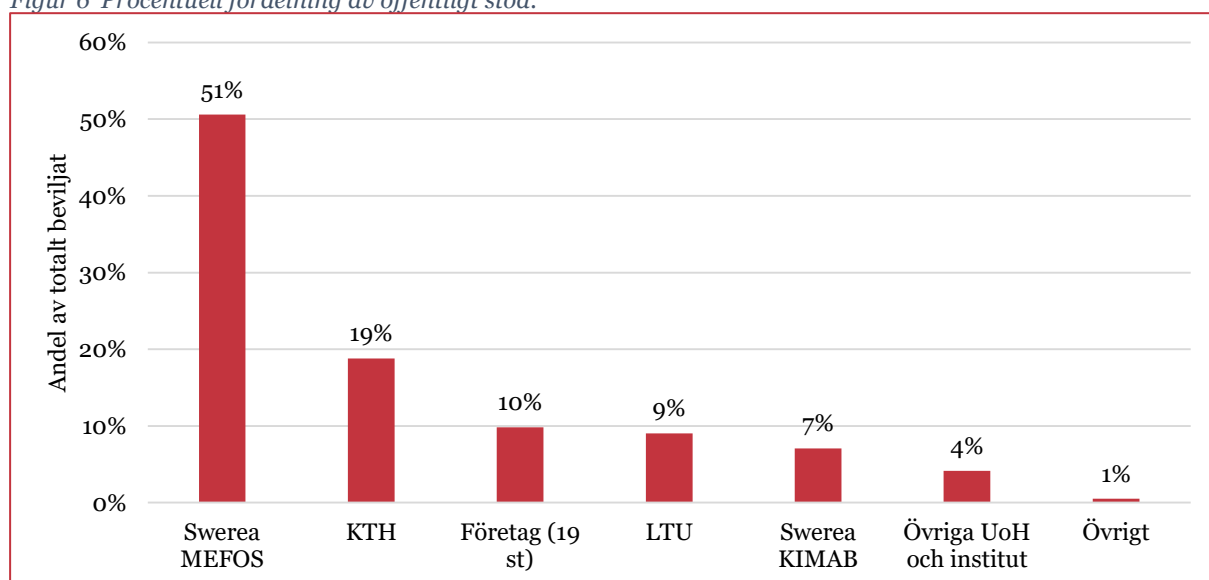
<sup>46</sup> Energimyndigheten (2004). Årsredovisning 2004. ER 2005:01.



projekt. Krisen innebar en minskad efterfrågan på stål och en minskad produktion innebär även minskade resurser till FoU. Den tydliga ökningen för Energimyndighetens direkt förmedlade stöd från 2012 utgörs till stor del av *JoSen* och planeringsbidrag.

Av Figur 6 framgår hur den offentliga finansieringen på totalt 446 miljoner kronor fördelats på olika stödmottagare. Eftersom underlagen blandar både budgeterat stöd och utfall, samt i vissa fall har fördelats schablonmässigt, visas den procentuella fördelningen. De i figuren namngivna organisationerna är institut och lärosäten. Swerea MEFOS är den i särklass största mottagaren, med hälften av det offentliga stödet. Kungliga Tekniska högskolan (KTH) är det lärosäte som mottagit mest stöd, följt av Luleå tekniska universitet (LTU). Bland övriga lärosäten och institut (i figuren Övriga UoH och institut) återfinns Chalmers tekniska högskola (CTH), Linköpings universitet (LiU), Örebro universitet (ÖrU), Swerea Swecast och Swerea IVF. Kategorin Företag består av 19 företag av varierande storlek varav tio mottagit mellan en och elva miljoner kronor. Dessa tio är Cortus, LKAB, Radarbolaget i Gävle, Prevas, Avesta Polarit, ROS Kemiteknik, Hofors Energi, SSAB, Boliden Mineral och Sustainable Innovation i Sverige. Resterande nio har mottagit mellan 25 000 kronor och sjuhundra tusen kronor.

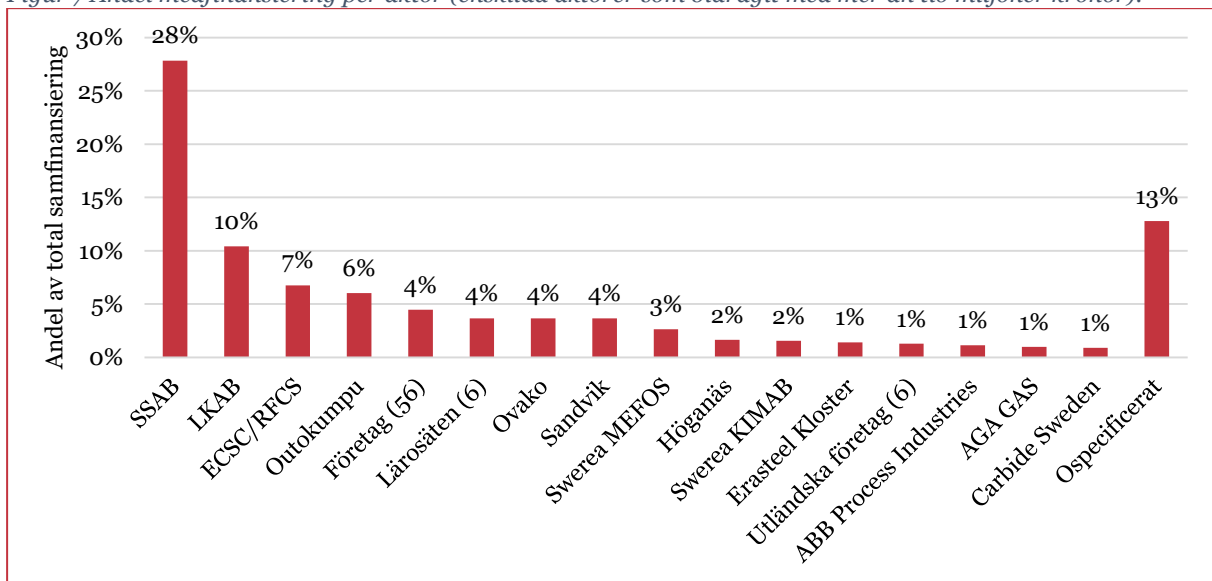
Figur 6 Procentuell fördelning av offentligt stöd.



Källa: Energimyndighetens projektlista och projektbeslut samt Jernkontorets projektlistor.

Figur 7 visar hur den totala medfinansieringen på 1,2 miljarder kronor fördelat sig procentuellt. De namngivna organisationerna har bidragit med mer än tio miljoner kronor. SSAB är den absolut största medfinansieraren med 350 miljoner kronor och LKABs medfinansiering motsvarar nära 130 miljoner kronor. Medel från RFCS utgör 80 miljoner kronor. I kategorin Lärosäten återfinns KTH, LTU, Högskolan Dalarna (HDA), ÖrU, LiU och CTH, som tillsammans har bidragit med 45 miljoner kronor i naturinsatser, varav KTH står för den allra största delen. Utöver de större koncernernas dotterbolag i olika länder har ytterligare sex utländska företag medfinansierat FoU med 15 miljoner kronor, varav de två största bidragen är på närmare fem miljoner kronor. Den ospecificerade medfinansieringen på nära 160 miljoner kronor består av bidrag från industrin där specifika aktörer inte framgår. Denna medfinansiering härrör både från satsningar via Jernkontoret och direkt från Energimyndigheten. Bland de övriga 56 företagen har 14 medfinansierat mellan två och drygt nio miljoner kronor, resterande från strax under hundratusen upp till två miljoner kronor. De mest framträdande aktörerna bland dessa är Vattenfall Elförsäljning, Fagersta Stainless, Cortus och Uddeholm Tooling. Näst intill inget av de 56 företagen i kategorin övriga förekommer som medfinansierare i fler än ett projekt.

Figur 7 Andel medfinansiering per aktör (enskilda aktörer som bidragit med mer än tio miljoner kronor).



Källa: Energimyndighetens projektlista och projektbeslut samt Jernkontorets projektlistor.

I projektpaketen där finansieringen har fördelats via Jernkontoret eller gått direkt till Swerea MEFOS utgör naturinsatser en betydande del av medfinansieringen. Kontanta medel i dessa projektpaket består till större delen av företagsavgifter som antingen betalats till Jernkontoret (serviceavgifter) eller till Swerea MEFOS (medlemsavgifter). I de program och projekt som beviljats direkt från Energimyndigheten råder en annan balans mellan kontanta insatser och naturabidrag, med högre andel kontanter. Naturabidrag utgör emellertid även där den största delen.

Finansieringsanalysen visar att större delen av forskningen har bedrivits av ett relativt fåtal aktörer där Swerea MEFOS och KTH är särskilt framträdande som mottagare av det offentliga stödet. SSAB och LKAB är särskilt framträdande som medfinansierare i många av projekten, följda av Outokumpu, Ovako, Sandvik och Höganäs. En inte oväsentlig del av medfinansieringen kommer också från RFCS.

## 4 Effekter av Energimyndighetens insatser

---

### 4.1 Effekter på industrin

Avsnittet inleds med en beskrivning av industrins deltagande i Energimyndighetens satsningar riktade till järn- och stålproduktion och fortsätter med ett resonemang om svårigheterna förenade med att mäta energieffektivisering i processindustrin, samt ett antal exempel på utvecklingen av energianvändning i några företag över tid. Därefter följer en beskrivning av effekter av delfinansierad FoU i industrin. Avsnittet bygger i huvudsak på intervjuer med företagsrepresentanter och FoU-utförare samt på dokumentstudier.

Effekterna av Energimyndighetens satsningar på FoU riktade till järn- och stålindustrin kan sammanfattas i följande punkter:

- Deltagandet Energimyndighetens satsningar riktade mot järn- och stålindustrin är kraftigt dominerat av ett fåtal företag, vilket får till följd att effekterna i form av energieffektivisering samt kunskaps- och kompetensutveckling främst har uppstått i en snäv krets av företag
- De stora tekniska framsteg som har skett från 1998 och framåt har i viss utsträckning, enligt de intervjuade, sin bakgrund i FoU som föregår Energimyndighetens första satsningar. Utvecklingen har fortsatt i projekt stödda av Energimyndigheten, i kombination med projekt stödda av andra offentliga FoU-finansiärer samt helt industrifinansierade projekt. Det är företagets uppfattning att Energimyndighetens bidrag till industrins energieffektivisering är mycket betydelsefullt men likväl svårt att urskilja och kvantifiera
- Den effekt som intervjupersonerna framhåller som sannolikt viktigast vad gäller effektivisering av masugnen, rör injicering av hyttstot i masugnen. I flera projekt, finansierade både av Energimyndigheten och RFCS, har teknik och styrning av direktinjicering av hyttstotet i masugnarna studerats. Tekniken innebär dels ett mer effektivt utnyttjande av kolet och därmed mindre användning av fossila råvaror
- De tekniska effekterna av Energimyndighetens satsningar avseende skrotbaserad ståltillverkning rör främst två områden: återanvändning av överskottsenergi och utveckling av skumslaggsteknologi
- Genom Energimyndighetens satsningar har det skett utveckling som förbättrat kontrollen i den skänkmetsallurgiska processen. Energivinsterna återfinns främst i en bättre kvalitet i slutprodukten genom ett renare stål. Men den skänkmetsallurgiska processen är nära förknippad med slutprodukts unika egenskaper, varför samverkan i öppna projekt inte är helt oproblematiske för företagen
- Genom Energimyndighetens satsningar har värmningsugnarna (en process av stor betydelse för energianvändningen i varmvalsningen av stålet) effektiviserats genom förbättrade styrsystem och effektivare gasbrännare
- Vi ser få tekniska effekter av Energimyndighetens satsningar på industrins omställning till förnybara bränslen. Det som skett är en kunskapsuppbyggnad som på senare år bland annat realiserats i projekt som syftar till att på sikt minska koldioxidutsläppen i järn- och ståltillverkningen genom ökad användning av förnybara bränslen
- Företagens deltagande i projekt stödda av Energimyndigheten har varit en viktig del i företagets kompetensförsörjning, i form av både kompetensutveckling av befintlig personal och rekrytering av nya medarbetare. De väl etablerade nätverken mellan företag, forskningsinstitut och universitet, som präglar branschen, har stärkts ytterligare genom samverkan i projekt stödda av Energimyndigheten



#### 4.1.1 Industrins deltagande i Energimyndighetens satsningar

Som tydligt framgår av finansieringsanalysen i kapitel 3 är deltagandet i Energimyndighetens satsningar riktade till järn- och stålindustrin koncentrerat till ett fåtal aktörer. Som en följd av industrins struktur domineras företagens deltagande av ett litet antal relativt stora aktörer. Vi vet av erfarenhet att små- och medelstora företag generellt sett finner det svårt att delta i offentligt delfinansierade FoU-projekt i någon större omfattning. Flera intervjupersoner menar att Jernkontorets centrala roll i merparten av Energimyndighetens insatser kan ha inneburit en viss utestängande effekt och gjort det svårare för mindre etablerade aktörer (företag såväl som FoU-utförare) att delta. Flera röster uppfattar att deltagandet har diversifierats i och med programmet JoSEn. Som vi återkommer till i 4.2 tyder dock en analys av antal unika deltagare per projekt och program på att mångfalden varit ungefär lika stor i både de projektpaket som koordinerats av Jernkontoret och de program som hanterats direkt av Energimyndigheten.

Möjligheten till offentlig delfinansiering utgör en viktig del av företagens FoU-strategier. Flera intervjupersoner framhåller att just energirelaterad FoU lämpar särdeles väl för samverkansforskning i offentligt delfinansierade projekt, eftersom många företag brottas med samma utmaningar och deras processer på många sätt är likartade. Därmed är det enkelt att finna gemensamma frågor att samarbeta kring. Verksamheten har också ofta en viss distans till företagens slutprodukter, vilket gör det enklare för företag att delta med större öppenhet mot andra aktörer än vad som hade varit möjligt i mer produktnära utveckling. Projekt delfinansierade av Energimyndigheten karakteriseras förvisso främst av tillämpad FoU, men de leder ofta till resultat som inte ger ekonomisk avkastning på kort sikt. Processutveckling, som det ofta är frågan om, präglas dessutom av mycket långa ledtider. Allt sammantaget är det rationellt för företagen att gå samman och söka offentlig finansiering för att dela på riskerna både med varandra och med staten.

Enligt flera intervjupersoner, med inblick i företagens strategiska arbete med FoU, utgör den offentligt delfinansierade FoU-verksamheten en allt större del av företagens totala FoU-utgifter. I takt med att de interna FoU-resurserna begränsas (till följd av vikande lönsamhet och ett bistrare ekonomiskt klimat i stort) ökar behovet av att söka dela kostnaderna för FoU. Samtidigt som offentlig delfinansiering förefaller bli en viktigare resurs för företagen är följdeffekten inte nödvändigtvis ett ökat deltagande, sannolikt på grund av att offentlig stöd kräver omfattande medfinansiering. Enligt flera utsagor från olika organisationer har utvecklingen gått mot att företagen blir mer selektiva i sitt deltagande. Det sker idag en hårdare prioritering av projekt och att företag deltar endast i de projekt som de bedömer har störst relevans och potential att ge framtida avkastning.

Denna utveckling är en följd av att de interna FoU-resurserna blivit mer begränsade och att företagens FoU-personal upplever att det är svårare att inför ledningen motivera deltagande i projekt som "endast" leder till kompetensutveckling eller omvärldsbevakning. Som framgått i finansieringsanalysen består företagens deltagande till stor del av naturinsatser, det vill säga bidrag i form av egen tid eller upplåtande av drifttid i anläggning eller tillhandahållande av annan utrustning för att bedriva försöksverksamhet och dylikt. De är ovanligt att företag anser sig kunna bidra med kontanta medel, annat än genom medlemsavgiften till Jernkontoret.

Precis som i annan samverkansforskning ser vi att det finns en tydlig rollfördelning mellan företag och FoU-utförare. De senare har oftast det övergripande ansvaret för planering och genomförande av projekten. Företagen deltar med kunskap och kompetens, ibland som bollplank eller med referenspersoner, i andra fall med teknisk expertis. Industrin har genom Jernkontoret haft stor möjlighet, och förefaller ha utnyttjat den, att påverka inriktning och frågor i de projektpaket som administrerats genom branschorganisationen. Inom ramen för Jernkontorets satsningar ser vi att deltagarna i respektive projekt i dialog har kommit fram till vilket företag som ska agera målverk, det vill säga vilken anläggning som ska stå som "värd" för projektet. Detta kan ibland korrelera med vilket företag som är den främsta intressenten för projektet, därmed är det också naturligt att projektet utgår ifrån den miljön. I andra fall, där det exempelvis finns flera intressenter, kan det avgöras av vilken anläggning som vid tillfället kan undvara kapacitet eller av andra praktiska orsaker är ett lämpligare val.

Energimyndighetens stöd riktade till järn- och stålindustrin har över tid helt dominerats av projekt som är direkt relaterade till produktionsprocessen, vilket förefaller vara resultatet av en kombination av olika faktorer. Energimyndighetens tidiga stöd till FoU hade en uttalad inriktning mot processutveckling, inte minst de riktade satsningarna mot exempelvis processintegration. Även i de programpaket som utformats genom branschens samarbete inom Jernkontoret är fokus tydligt inriktat på processutveckling. Samtidigt förefaller det ha utvecklats en föreställning bland företagen att Energimyndigheten endast ger stöd till processutvecklingsprojekt med tydlig energipotential. Det saknas dock en samlad bild över hur uttalad den begränsningen har varit från myndighetens sida. På samma sätt uppfattas andra FoU-finansiärer ha en särskild profil, exempelvis MISTRA och Formas inom miljöområdet och Vinnova när det gäller produktutveckling. Flera intervjupersoner anser att det finns en mer eller mindre tydlig rollfördelning mellan olika myndigheter när det gäller finansiering av tillämpad FoU. Denna typ av förutfattade meningar har sannolikt haft betydelse för den tydliga inriktningen mot processutveckling som finns i den samlade projektportföljen. Även om stål med förbättrade egenskaper i form av vikt, hållfasthet eller livslängd kan ge positiva energieffekter i användarledet, förefaller det finnas en obenägenhet från företagens sida att söka stöd för FoU-projekt hos Energimyndigheten där energipotential motiveras med den typen av argument. Vi uppfattar också att Energimyndigheten varit relativt ovillig att finansiera sådana projekt.

#### 4.1.2 Energieffektivisering i järn- och stålindustrin

En fundamental svårighet med att mäta energieffektivisering i järn- och stålindustrin är att det saknas en allmänt vedertagen definition som på ett rättvist sätt visar *faktisk* effektivisering för alla producenter. Den mest utbredda och etablerade indikatorn på effektivisering inom järn- och stålindustrin är energi per ton producerat råstål. Råstål i detta sammanhang omfattar både malmbaserad och skrotbaserad produktion. För svenska producenter är detta mått inte helt rättvisande, eftersom det inte gör skillnad på förädlingsgraden på det handelsfärdiga stålet. Produktion av högförädlad stål innebär, som tidigare nämnts, en betydligt större energiåtgång jämfört med enkelt råstål. Med en sådan rudimentär indikator riskerar de svenska producenter att framstå som mindre energieffektiva på grund av att deras produktmix består av en hög andel högförädlad stål.

Ett alternativt sätt är att relatera energianvändning till produktens förädlingsvärde. Även om detta i teorin på ett mer rättvist sätt skulle belysa den faktiska energieffektiviteten är det i praktiken svårt att göra dessa beräkningar. Energieffektiviseringsindikatorer som är relaterade till ekonomiska mått är också problematiska, eftersom att de påverkas av externa faktorer som egentligen inte har med effektiviteten i energianvändningen att göra. Effektiviseringsindikatorer som de ovan nämnda är omdiskuterade. Energimyndigheten har delfinansierat ett projekt som har undersökt möjligheten att utveckla indikatormetodologin, i vilket flera stora svenska stålproducenter har medverkat. Projektet har bland annat lett till en licentiatavhandling på området.<sup>47</sup>

Frågan om energieffektivisering är därmed mer komplex än att endast titta på branschens energianvändning över tid och ställa det i relation till mängden producerat stål. Mot bakgrund av den svenska industrins högförädlade produkter skulle en sådan analys för branschen som helhet inte ge en rättvisande bild av hur stor energieffektivisering som faktiskt har ägt rum. Ett ytterligare komplicerande faktum är att energianvändning och framförallt energieffektivitet som tidigare nämnts är knutet till efterfrågan och nyttjandegrad av produktionslinjens teoretiska kapacitet. Det finns en optimal belastning där en anläggning är som mest effektiv. Minskar produktionen så minskar förvisso energianvändningen, men också den faktiska effektiviteten.

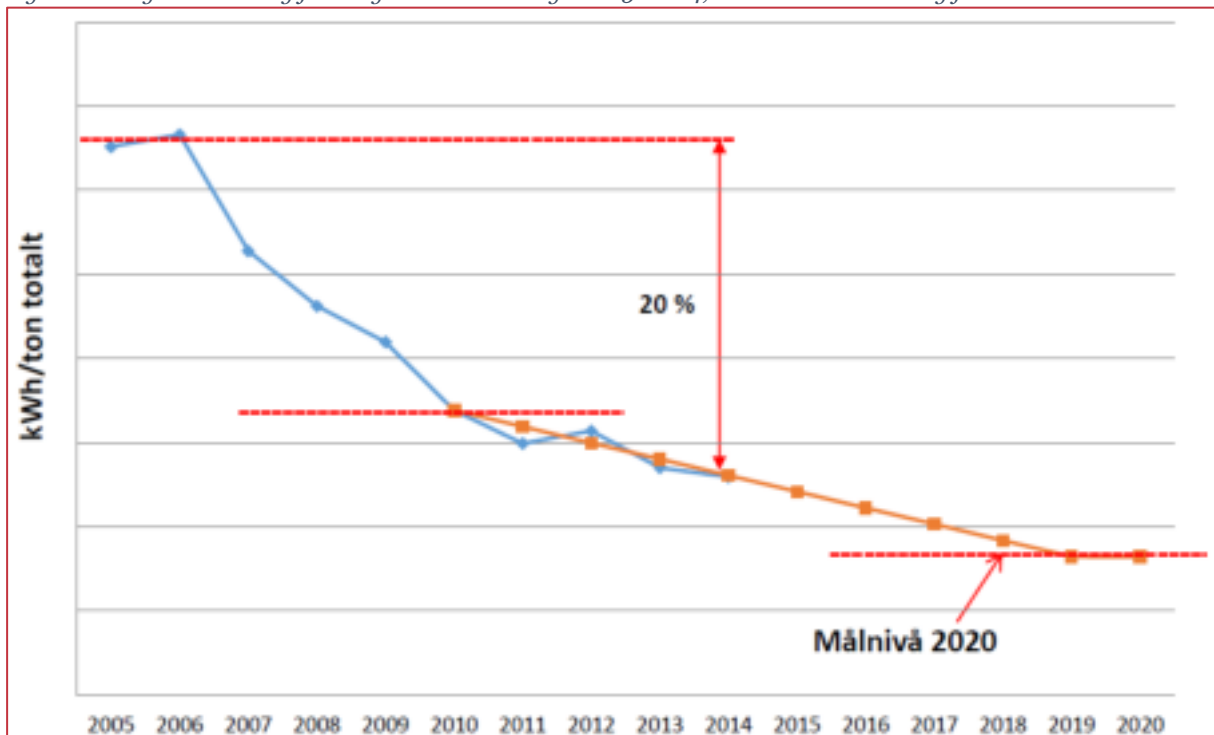
Som framgår av följande avsnitt, står det likväl tämligen klart att det har skett en betydande energieffektivisering i svensk järn- och stålindustri under den aktuella tidsperioden. Vi har för denna effektanalys efterfrågat uppgifter om energianvändning på företagsnivå. Vi har dock inte kunnat samla in dessa uppgifter systematiskt utan har varit utlämnade till företagets vilja att dela med sig av

<sup>47</sup> Morfeldt, J. (2014). Tools for Evaluating Energy Efficiency of Steel Production. KTH.

information på det format de själva valt. Därför uppvisar den information som presenteras nedan en variation i tidsserier och jämförelseobjekt.

Figur 8 visar energianvändningen för Höganäs hela verksamhet i Sverige (anläggningarna i Halmstad och Höganäs). Företaget önskade dölja skalan på y-axeln. Av figuren framgår likväl att företaget har åstadkommit en minskning av sin energianvändning per ton producerat stålpulver med 20 procent under perioden 2005–2014. Den orangea linjen i figuren visar företagets förväntade effektivisering från 2010 till 2020. Samtidigt som energianvändningen per ton har minskat nominellt så framhåller företagets energiansvarige att det under samma period har skett en ökad produktion av mer förädlade produkter. Därmed äts sannolikt en del av effektiviseringen upp av att produktmixen fått en ökad andel produkter med ett högre energiinnehåll.

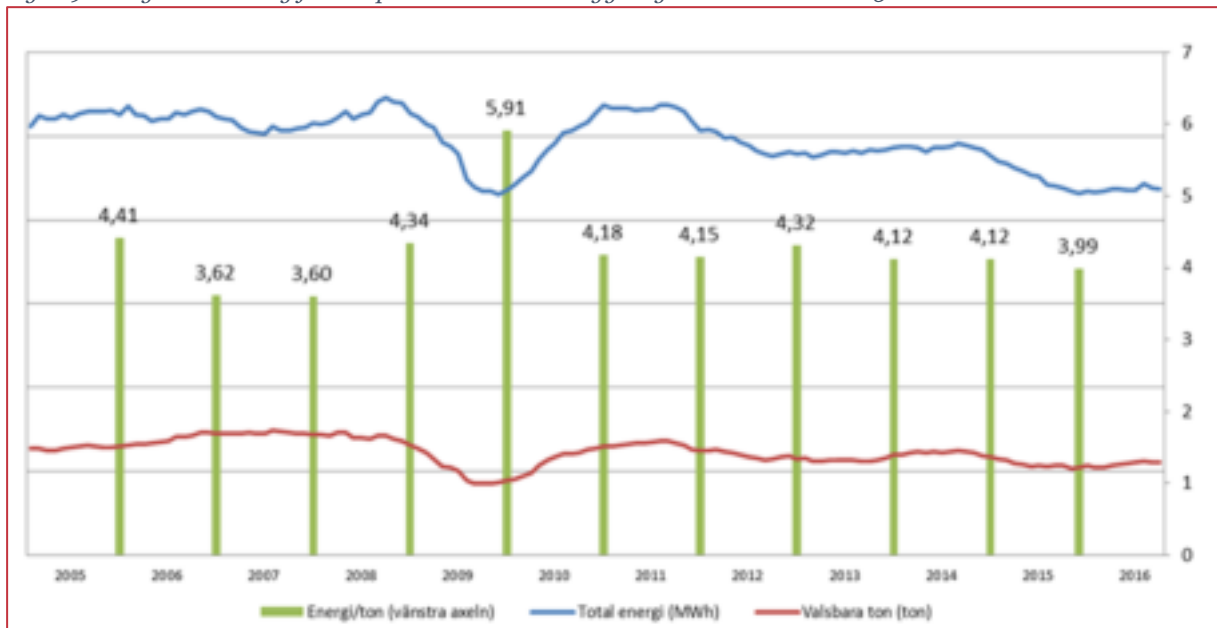
Figur 8 Energianvändning för Höganäs AB i Sverige 2005–2014, inklusive målsättning fram till år 2020.



Källa: Höganäs AB.

Vi har även fått ta del av energistatistik för Sandvik Materials Technology och dess produktionsanläggning i Sandviken, se Figur 9. Liksom i fallet med Höganäs är energianvändningen dold. Den blåa linjen visar total energianvändning i MWh och den röda linjen visar total produktion i valsbara ton. Den gröna stapeln visar energianvändning per ton producerat stål, räknat i MWh per ton. Företagets produktion drabbades hårt av nedgången i efterfrågan i sviterna av finanskrisen 2008. Den minskade produktionen hade också direkt inverkan på energieffektiviteten. Exemplet illustrerar tydligt hur energieffektivitet hänger samman med efterfrågan och produktion, vilket beskrivits tidigare. Företagets produktmix har under den aktuella perioden gått mot en allt större andel avancerade rostfria stålprodukter och duplexstål samt så kallade superlegeringar. År 1997 stod rostfritt stål av standardtyp för 55 procent av företagets försäljning, produktgrupperna High Strength steel och Special stainless stod för tio respektive 22 procent. Förhållandet var år 2012 omvänt, rostfritt stål av standardtyp utgjorde endast 26 procent och High Strength steel och Special stainless hade ökat till 28 respektive 35 procent av försäljningen.

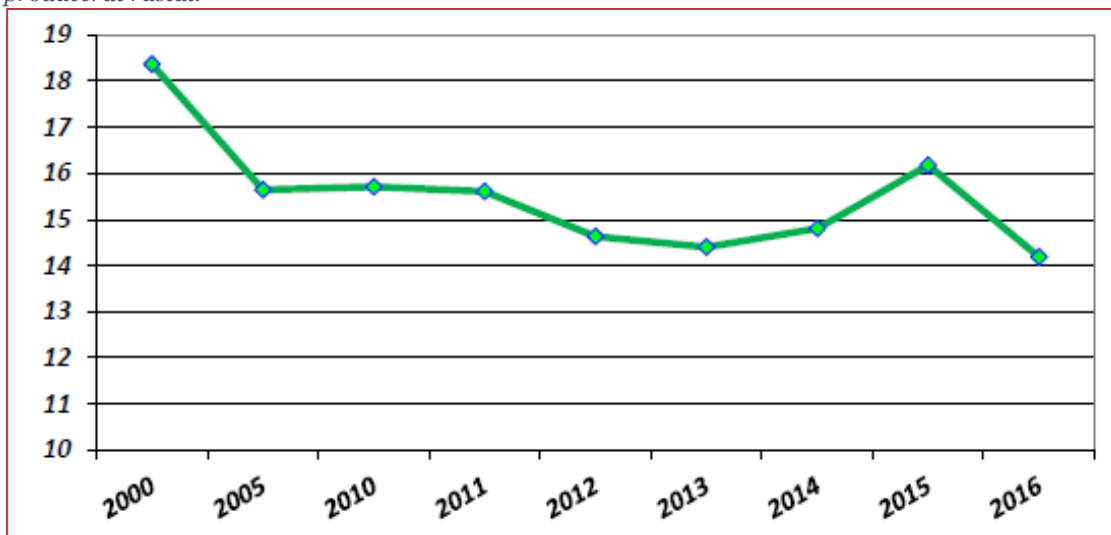
Figur 9 Energianvändning för stålproduktion vid anläggningen i Sandviken 2005–2016.



Källa: Sandvik Materials Technology.

Slutligen har vi även fått ta del av utvecklingen vid SSABs anläggning i Luleå avseende energianvändning per ton producerat råstål, se Figur 10. Företaget åstadkom stora förbättringar i perioden 2000–2005, men också efter 2010 har det skett en kontinuerlig effektivisering. Värdet för 2015 är missvisande då produktionen påverkades markant av en uppgradering av masugnen. Även i detta sammanhang ska nämnas att avancerade stål med ett högre energiinnehåll, utgör en ökande andel av produktionen. Under perioden 2010–2016 har andelen höghållfast stål ökat från 32 till 44 procent.

Figur 10 Energianvändning vid SSAB:s anläggning i Luleå. Linjen anger total förbrukad energi (Gj) per ton producerat råstål.



Källa: SSAB AB

#### 4.1.3 Effekter på energianvändning i järn- och stålindustrin

Som ett resultat av sina energieffektiviseringssträvanden tillhör svenska järn- och stålföretag idag de mest energieffektiva i världen. I en bransch med små marginaler och hård konkurrens är en ständigt förbättrad energieffektivitet central för att vara internationellt konkurrenskraftig. Företagens strävan att ständigt söka kostnadsbesparingar har alltså haft en direkt inverkan på deras energieffektiviseringsarbete.

Samtidigt har det varit en intrikat uppgift att få fram empiri som belägger betydelsen av Energimyndighetens stöd för att denna utveckling har åstadkommit. Det har varit mycket svårt för de intervjuade företagsrepresentanterna att koppla resultat från projekt delfinansierade av Energimyndigheten till specifika insatser eller åtgärder i företagets produktionsprocesser som har lett till förbättrad energieffektivitet. Därmed inte sagt att kopplingen inte finns, men vi tror att förklaringen framförallt ligger i en kombination av två omständigheter:

- Järn- och stålindustrin är en bransch som präglas av långa ledtider. Det är en kapitalintensiv bransch där stora investeringar krävs när större förändringar i produktionsprocessen ska genomföras. Större teknikskiften sker endast med ett intervall av 10–15 år. Med så långa ledtider kan effektkedjan i efterhand vara svårt att återskapa, eftersom de personer som arbetade med den utveckling som lett fram till en förbättring ett eller två decennier senare kan ha bytt arbetsgivare eller gått i pension. Det organisatoriska minnet i företagen går därmed lätt till spillo.
- Som beskrivits i kapitel 2 har en stor andel av Energimyndighetens stöd till FoU administrerats av Jernkontoret, och därmed sammanblandats med organisationens övriga verksamhet. Det har därför inte alltid varit tydligt för företagen vilka projekt som varit delfinansierade av Energimyndigheten (eller andra offentliga finansiärer) och vilka som har varit helt industrifinansierade.

Det är alltid en diger uppgift att i en effektanalys som bygger på kvalitativa data påvisa effektkedjor och beskriva hur offentliga medel lett till önskade effekter. Mot bakgrund av de omständigheter som redovisats ovan har utmaningen möjligen varit än större i detta fall.

Vilka FoU-resultat som faktiskt implementeras eller på annat sätt omsätts i företagets verksamhet och produktionsprocesser är en höggradigt komplex fråga. Vi kan sammanfatta intervjupersonernas beskrivningar av dessa skeenden i tre fundamentala faktorer.

- **Teknisk mognad** är en grundläggande förutsättning i den meningen att tekniken är så pass utvecklad och förfinad att det föreligger liten osäkerhet huruvida en implementering kommer att lyckas
- Därtill måste den investering som krävs vara **ekonomiskt försvarbar**, antingen genom att den förväntas ge en rimligt snabb avkastning eller att den bedöms vara motiverat utifrån ett strategiskt perspektiv. Flera intervjupersoner pekar på att det finns kunskap om processförändringar med energieffektiviseringspotential som har bevisats fungera och som har nått en teknisk mognad, men som idag inte anses vara ekonomiskt lönsamma att implementera. Framtida förändringar i råvarupriser, ekonomiska styrmedel eller politiska beslut kan däremot förändra den situationen
- Slutligen lyfter flera intervjupersoner fram vikten av att ha tillgång till **kompetens** internt i företaget som kan omsätta FoU-resultat till en faktisk förändring i produktionsprocessen

Sammantaget handlar det om en kombination av olika faktorer som måste vara gynnsamma för att ett möjlighetsfönster ska uppstå.

Vid sidan av FoU-insatser har omvärldsfaktorer haft en betydande effekt på företagets arbete med energieffektivisering. Flera intervjupersoner framhåller att det har skett en stor förändring på samhällsnivå i hur energifrågor uppmärksammas och diskuteras. Klimatfrågan har legat högt på den politiska agendan och under flera år förekommit frekvent i samhällsdebatten. Det finns idag en medvetenhet om klimat- och energifrågor som inte fanns för 15–20 år sedan. Energifrågans tydliga koppling till miljö och klimat präglar företagets arbete med energieffektivisering.

Flera intervjupersoner vittnar också om att företagets deltagande i PFE har haft stor effekt på dess energianvändning. PFE var ett ekonomiskt styrmedel som enligt utsagor bidrog till att samordna energieffektiviseringsarbetet i företagen, varpå många små insatser tillsammans bidrog till en samlad energieffektivisering som inte var oväsentlig. Framförallt bidrog insatsen emellertid till att skapa en medvetenhet och en intern dialog kring energieffektivisering i företagen.

#### 4.1.4 Förbättrade processer i malmbaserad ståltillverkning

En bra illustration av de långa ledtider som präglar järn- och stålindustrin är utvecklingen av masugnprocessen, som är själva kärnan i den malmbaserade ståltillverkningen. I normalfallet pågår produktionen i en masugn oavbrutet. En masugn beräknas ha en livslängd på 15–20 år innan den behöver tas ur drift och restaureras. Senast detta skedde i Sverige var i slutet av 2015 då SSAB under tre månader uppgraderade masugnen vid anläggningen i Luleå som idag är en av världens mest energieffektiva. Masugnarna vid SSABs anläggning i Oxelösund renoverades senast 2011, och idag är endast den större masugnen i drift. Det är endast vid dessa sällsynta tillfällen som det öppnas ett möjlighetsfönster för att genomföra en större förändring i masugnen. Självfallet planeras sådant noga och de förbättringar som görs bygger på *best available knowledge*, som en intervjuperson uttrycker det. Under drift är det endast inkrementella förändringar som är möjliga att genomföra.

Trots att den syrgasbaserade masugnen anses vara en mycket mogen teknik där potentialen till effektivisering framförallt ligger i inkrementella förbättringar, har en stor del av Energimyndighetens stöd gått till projekt som varit relevanta för masugnprocessen. Även en liten effektivisering kan få stor betydelse för energianvändningen på grund av det stora energiflödet i masugnen och angränsande processer. Vi har genom intervjuer fått beskrivet vilka tekniska framsteg som, med stöd av Energimyndighetens delfinansiering av FoU, kunnat åstadkommas och som har bidragit till en ökad energieffektivitet. Nedan följer ett antal exempel på teknikskiften som bidragit till betydande energieffektivisering.

En övergripande effekt är att processtyrningen över tid har förbättrats. Genom successiv kunskapsuppbyggnad i kombination med förbättrade mätmetoder, modeller och beräkningar är möjligheterna idag bättre att med precision styra processen och reglera temperaturerna. Detta har möjliggjort förbättringar som bidrar till en minskning av koksanvändningen. Processgaser och överskottsvärme som uppstår i masugnprocessen återanvänds idag i högre utsträckning än förr, vilket innebär att en större andel av den energi som tillförs processen nyttjas. Överskottsgaser och -värme kan användas som energitillskott i senare produktionssteg eller i det lokala fjärrvärmenätet. I förlängningen innebär det att mindre råvara behövs för att framställa samma mängd stål, eller att den energi som tillförs i processen genererar ett större förädlingsvärde.

Den effekt som intervjupersonerna framhåller som sannolikt viktigast vad gäller masugnen, rör injicering av hyttstöt i masugnen. Hyttstötet är ett pulver som bildas i masugnen under förbränning och som består av relativt mycket kol och järn. Tidigare har hyttstötet återcirkulerats genom en slags briketter, men hyttstötet gör att briketternas kvalitet försämras. I flera projekt, finansierade både av Energimyndigheten och RFCS, har teknik och styrning av direktinjicering av hyttstötet i masugnarna studerats. Tekniken innebär dels ett mer effektivt utnyttjande av kolet och därmed mindre användning av fossila råvaror, dels att hyttstötet inte behöver deponeras i lika hög grad som tidigare. En intervjuperson uppger att tekniken inneburit att SSAB har börjat gräva upp gamla deponier för att hitta material att tillsätta briketterna i en takt som pekar mot att de aktuella materialen i deponierna inom en överskådlig framtid kommer att ta slut, vilket innebär en positiv miljöeffekt.

SSAB har genom ett nära samarbete med framförallt LKAB och Swerea MEFOS arbetat med att optimera masugnprocessen. I detta samarbete har LKABs experimentmasugn varit betydelsefull för att skapa ett nära utvecklingssamarbete mellan leverantör och kund. Experimentmasugnen möjliggör också ett mellansteg där tekniken till lägre kostnad och risk kan förfinas innan den testas i full skala. Anläggningen i sig har inte finansierats av Energimyndigheten men har likväl varit en viktig förutsättning för att flera FoU-projekt med stöd från myndigheten har kunnat genomföras med en hög tillämpningsgrad.



LKAB har med stöd av Energimyndigheten även förbättrat återvinningen av överskottsvärme i företagets tillverkning av de järnmalmspellet som används vid stålframställning. I ett specifikt projekt utvecklades en modell för att förbättra styrningen och överföringskapaciteten mellan LKABs pelletstillverkning, värmesystemet i gruvan i Malmberget och fjärrvärmenätet i Kiruna. Syftet var att kunna undvika användningen av oljeeldning för uppvärmning vid köldtoppar. Resultatet från projektet låg till grund för LKABs beslut att investera i ett sammanlänkat system som på ett mer effektivt sätt använder överskottsvärme från järnpelletstillverkningen för uppvärmning av den friskluft som pumpas ner i gruvan. I framtiden kan även systemet komma att kopplas in i fjärrvärmenätet i Kiruna.

SSAB har i flera projekt delfinansierade av Energimyndigheten utvecklat svavelreningsprocessen. Processen leder till minskade förluster av råjärn, minskningar som är mycket energibesparande. Utvecklingen började i Jernkontorets Energiprogram 2010, och har därefter fortsatt i flera offentligt delfinansierade projekt. Hittills har effektiviseringen av svavelrening vid SSAB i Luleå och Oxelösund inneburit en ekonomisk besparing på 30 miljoner kronor per år och en betydande energieffektivisering till följd av minskade förluster av järn. Utvecklingen fortsätter i ett pågående projekt i programmet JoSEn med målet att förbättra minska användningen av reagens vid svavelreningen.

Flera intervjupersoner vid SSAB beskriver att det finns en trend mot att betrakta hela tillverkningsprocessen som ett integrerat energisystem, där varje steg behandlas som en delprocess, inte isolerat. Flera intervjupersoner framhåller att Energimyndighetens satsningar på processintegration har bidragit till en utveckling som förts vidare i andra projekt, både offentligt delfinansierade och helt industrifinansierade. Energimyndighetens insatser specifikt inriktade på processintegration inleddes kring millennieskiftet och bidrog till att lägga grunden för ett samarbete mellan SSAB, LKAB, LTU och Swerea MEFOS inom ramen för Center for Process Integration in Steelmaking (PRISMA), en centrumbildning inledningsvis finansierad genom satsningen Institute Excellence Centres. Centrumet drivs idag vidare som ett helt industrifinansierat projekt. Genom detta samarbete, som har pågått i över 15 år, har den utvecklade kunskapen om processintegration påverkat SSABs övergripande strategi för energieffektivisering.

#### 4.1.5 Förbättrade processer i skrotbaserad ståltillverkning

Teoretiskt sett finns det en stor energieffektiviseringspotential i den skrotbaserade ståltillverkningsprocessen, eftersom verkningsgraden i den elektriska ljusbågsugnen endast är 50–60 procent för tillförd energi.<sup>48</sup> Projekt delfinansierade av Energimyndigheten avseende huvudprocesserna i den skrotbaserade ståltillverkningen kan mycket grovt indelas i två huvudspår, återanvändning av restenergi och utveckling av skumslaggsteknologi.

Liksom för den malmbaserade tillverkningen har många projekt syftat till att utveckla möjligheterna till återvinning av överskottsenergi från den mest energiintensiva processen, nämligen smältningen av skrot i ljusbågsugnen. Det främsta målet för återvinning har varit att använda överskottsvärme till förvärmning av skrotet innan smältning för att på så sätt minska energibehovet vid smältning. Det är emellertid förenat med flera utmaningar att återvinna värme och överskottsgaser som uppstår vid smältning, bland annat av miljöskäl, då en stor andel av det skrot som används innehåller föroreningar som skapar miljöfarliga avgaser och förorenar stålet. En annan praktisk utmaning med att återvinna processenergin är att skrotsmältning (till skillnad från en masugn) är en diskontinuerlig process med mycket höga energiflöden under korta förlopp. Detta medför svårigheter att hitta direkt avsättning för den överskottsenergi som annars går till spillo i processen.

Vid Outokumpus anläggning i Avesta har diskussioner förts med kommunen angående användning av överskottsvärme i det kommunala fjärrvärmenätet. Detta har emellertid inte realiserats på grund av de praktiska svårigheterna som stora värmemängder under korta perioder medför, i kombination med att kommunens sopförbränningsanläggning redan förser fjärrvärmenätet med energi. Vid Ovako

<sup>48</sup> Jernkontoret (2012). Energiforskning inom svensk stålindustri – En syntesrapport inom Jernkontorets Energiprogram 2006-2010, D 839.

anläggning i Hofors har sedan länge överskottsvärme kunnat överföras till fjärrvärmenätet genom Hofors Energi som företaget startade tillsammans med kommunen. En intervjuperson menar att begränsningen snarare ligger i att det saknas en marknad och möjlighet till ytterligare avyttring.

Arbetet med att reducera slagg i syfte att öka verkningsgraden i skrotsmältningsprocessen inleddes i slutet av 1990-talet. Metoden går ut på att tillföra gasalstrande briketter eller injektion av kol för att skapa en reaktion i slaggen så att den skummar. Den tidiga utvecklingen skedde inom ramen för projekt stödda av Energimyndigheten. Utvecklingen har senare förts vidare i industrifinansierade projekt. Metoden har en potential på omkring fem procents energieffektivisering och flera skrotbaserade stålverk har genomfört försök med metoden i full skala men har ännu inte lyckats få tillräcklig kontroll över och kontinuitet i processen för att kunna tillämpa den i all smältning; resultaten varierar beroende på stålsort. Hur stor effektivisering som hittills realiserats är svårt för företagen att uppskatta eftersom det beror på vilka legeringar och produkter som för tillfället produceras.

Ett exempel på processoptimering genom förbättrad styrning av ljusbågsugnen är ett projekt som genomfördes under Stålindustrins metallurgipaket (2002–2006). Projektet byggde vidare på tidigare utvecklingsprojekt och resulterade i ett processoptimeringssystem som installerades vid fyra anläggningar i Sverige. Genom förbättrad prediktering av legeringsämneshalterna i olika smältningsförlopp kunde tiderna då ugnen stod still minskas. Den sammanlagda energieffektiviseringen uppskattas till 66 GWh per år.<sup>49</sup>

Genom Energimyndighetens satsningar (i regi av Jernkontoret) har det även skett viss utveckling som syftat till att förbättra kontrollen i den skänkmetsallurgiska processen. Energivinsterna återfinns främst i en bättre kvalitet i slutprodukten genom ett renare stål. Men den skänkmetsallurgiska processen är nära förknippad med slutproduktens unika egenskaper, varför samverkan i öppna projekt inte är helt problematisk för företagen.

Tillgången på skrot är redan idag en central fråga för landets stålproducenter. För stora producenter som Sandvik, Ovako, Uddeholm och Outokumpu kommer försörjningen av skrot att bli en allt viktigare fråga i takt med att tillgången på skrot som kan omvandlas till stål med högt förädlingsvärde minskar. Återvunnet stål återfinns sällan i ren form utan oftast tillsammans med andra material. Beroende på vilka föroreningar eller oönskade material som skrotet är blandat med begränsas dess användningsområde och kräver olika mängd energi för att smältas till nytt stål.

Skrothanteringen kommer att behöva effektiviseras så att mer skrot kan tas tillvara. Detta kan exempelvis ske genom att sortera skrot på ett mer effektivt sätt och att utveckla metoder för att ta om hand potentiella legeringsämnen samt skilja ut oönskade föroreningar. De insatser som gjorts inom detta område har främst finansierats av MISTRA. Stål producerat på återvunnet skrot innebär alltså en stor energieffektivisering i förhållande till stål baserat på järnmalm och åtgärder för förbättrad skrothantering har en betydande energieffektiviseringspotential i den meningen att det kan bidra till en mer effektiv produktion av stål baserad på återvunnet material.

#### 4.1.6 Effekter på gjutning, värmning och bearbetning

Många intervjupersoner är av uppfattningen att Energimyndighetens stöd främst har inriktats på de tidiga processerna kopplade till masugn och ljusbågsugn, och endast i mindre utsträckning senare i värdekedjan. Samtidigt ses detta som fullt rationellt i ljuset av var de stora energiflödena finns; masugnsprocessen står för mellan 60 och 80 procent av energianvändningen i hela produktionskedjan vid malmbaserad ståltillverkning.<sup>50</sup>

<sup>49</sup> Jernkontoret (2012). Energiforskning inom svensk stålindustri – En syntesrapport inom Jernkontorets Energiprogram 2006-2010. D 839.

<sup>50</sup> Jernkontoret (2012). Energiforskning inom svensk stålindustri – En syntesrapport inom Jernkontorets Energiprogram 2006-2010. D 839.



Likväl har en mängd enskilda projekt inriktats på specifika processförbättringar såväl som insatser för att integrera olika delprocesser. Enligt många intervjupersoner har den huvudsakliga inriktningen under den aktuella perioden varit mot ett mer effektivt resursutnyttjande, vilket är en utveckling som främst är driven av företagsekonomiska motiv, nämligen att uppnå ökad konkurrenskraft genom sänkta produktionskostnader. Eftersom det går åt mindre energi för att producera samma mängd stål bidrar denna utveckling också till minskad energianvändning och därmed minskade utsläpp av växthusgaser.

Även i detta sammanhang har Energimyndighetens satsningar på projekt inriktade på processintegration haft effekt. Flera intervjupersoner framhåller att synen på hela produktionskedjan som ett integrerat energisystem, där energiflödena kan förflyttas mellan olika delsteg i processen för att utnyttjas mer effektivt och minska energiförluster, är viktig. Det handlar också om att optimera hela produktionsprocessen så att onödiga stopp eller flaskhalsar i produktionen reduceras eller elimineras helt.

Ett annat område där det har lagts betydande resurser på FoU är nya metoder för gjutning. I huvudsak tillämpas idag två metoder, göt- och stränggjutning, där det senare är en betydligt mer energieffektiv process. Vid stränggjutning är förloppet betydligt snabbare, gjutningen kan sammanlänkas med bearbetningsledet och ett så kallat varmt flöde (där stålet inte kyls ner) kan uppnås. Vissa stålprodukter kan dock inte stränggjutas med bibehållen kvalitet, på grund av dess komplexa former eller kemiska sammansättning. Stålprodukter som tillverkas i små serier är inte heller lämpliga för stränggjutning. Huvudinriktningen för den FoU på området, som stötts av Energimyndigheten, har varit att öka andelen stål som stränggjuts. Exempelvis har Sandvik Materials Technology, tack vare utveckling av stränggjutningen, skiftat flera avancerade stålprodukter från göt- till stränggjutning med ökad lönsamhet och energieffektivitet som följd.

Varmbearbetning, när stålet formas i varmt tillstånd, är den process som näst efter smältningen av järnmalm eller skrot är den mest energikrävande processen i hela produktionskedjan. Det är i denna fas som stålet, genom att det på olika sätt värms och kyls, erhåller de egenskaper som är viktiga för slutproduktens kvalitet. I varmbearbetningen är det värmningsungen som står för den största energianvändningen. En förutsättning för att kunna producera avancerade stålprodukter är att stålet når rätt temperaturer vid specifika tidpunkter, och för detta krävs precisionsstyrning av olika parametrar i processen.

Ett övergripande styrsystem för värmningsugnar som har fått stort genomslag i den svenska järn- och stålindustrin är Furnace Optimization Control System (FOCS), tillsammans med beräkningsmodellen STEELTEMP. Utvecklingen av FOCS har varit en branschgemensam angelägenhet under lång tid, och den ursprungliga utvecklingen påbörjades under sent 1970-tal. De första implementeringarna av FOCS gjordes på SSABs valsverk i Borlänge under 1980-talet. ABB förvärvade sedan en licens och spred tekniken internationellt. Mycket av utvecklingen av FOCS skedde innan Energimyndigheten bildades men utvecklingen har hela tiden skett med stöd av offentliga medel, på den tiden genom Styrelsen för teknisk utveckling (STU). FOCS har utvecklats vidare under senare år genom flera projekt stödda av Energimyndigheten. Ett projekt i Jernkontorets Energiprogram ledde till utvecklingen av ett FOCS-system för gropugnar. Systemet har också, med stöd av Energimyndigheten, getts en ökad användarvänlighet. Idag saluförs FOCS av konsultföretaget Prevas, som 2007 förvärvade licensen från ABB. Enligt företagets egen information används FOCS till 90 procent av allt stål som produceras i Sverige. Användningen av FOCS möjliggör minskad energianvändning med 5–20 procent i värmningsugnen och upp till 28 procent ökad produktivitet.<sup>51</sup>

Ett annat exempel på hur projekt stödda av Energimyndigheten konkret har bidragit till minskad energianvändning i värmningsugnar vid flera anläggningar är övergången från konventionella brännare till mer effektiva oxy-fuel-brännare. Utvecklingen inleddes under Jernkontorets programpaket Stålindustrins värmnings-, bearbetnings- och materialpaket (1999–2003). Senare

<sup>51</sup> Prevas. Odaterat informationsblad om FOCS.

genomfördes ett projekt i Jernkontorets Energiforskningsprogram (2006–2010) där nya oxy-fuel och oxy-fuel flameless-brännare utvärderades mot konventionella brännare. Målet var att undersöka om stålämnen kunde värmas snabbare med bibehållen kvalitet. Försöken visade goda resultat och oxy-fuel flameless-brännare har i omgångar installerats och ersatt konventionella brännare vid flera anläggningar. Vid Outokumpus anläggning Avesta är den beräknade effektiviseringen per ton producerat stål 150 kWh, vilket motsvarar drygt tre procent av den totala energiåtgången per producerat ton stål.

#### 4.1.7 Effekter på industrins omställning till bränslen med lägre koldioxidutsläpp

Det finns flera exempel på åtgärder som har genomförts avseende minskad användning av fossil energi i järn- och stålproduktion, inte minst SSABs övergång till naturgas i omvärmningsugnen vid anläggningen i Borlänge. Övergången från olja till naturgas ger stora minskningar i miljöfarliga utsläpp, men konverteringen innebär också en förberedelse för att även kunna använda biogas. Enligt en intervjuperson på SSAB som har varit djupt involverad i arbetet är detta dock inte primärt ett resultat av FoU utan snarare förpliktelser att leva upp till strängare miljökrav. Utvecklingen av flytande naturgas och möjligheten till småskalig transport av naturgas utan tillgång till rörledningsnät var däremot vitalt för att skiftet av bränsle kunde äga rum, eftersom det saknas fast infrastruktur för leverans av biogas till anläggningen.

Vid andra företag har det över tid skett mindre förändringar i energimixen, exempelvis minskad användning av naturgas och ökad elanvändning, men dessa förändringar förefaller inte vara effekter av Energimyndighetens satsningar på FoU utan har styrts av andra faktorer.

Järn- och stålindustrin är i dagsläget helt beroende av fossil energi, främst i form av kol, för sin produktion. Kolet är en källa till stora utsläpp av koldioxid, men samtidigt en helt nödvändig råvara för stålproduktion. Det finns idag ingen storskaligt gångbar teknik för att ersätta kolet. Det har under lång tid pågått forskning kring olika metoder för att minska eller eliminera kol som reduktionsmedel i stålprocessen. Det stora ULCOS-projektet med stöd från EU:s sjunde ramprogram och RFCS samlade 48 företag och andra organisationer från 15 länder med målet att undersöka metoder för radikal minskning av utsläpp av koldioxid.<sup>52</sup> Sverige representerades i projektet av LKAB, SSAB, LTU och Swerea MEFOS. ULCOS har genererat flera avknoppningsprojekt. Exempelvis det pågående projektet inom JoSEn som handlar om att genom förgasning av biomassa skapa ett bränsle som kan ersätta kol som reduktionsmedel. Sammantaget har ULCOS och de följdaktiviteter som projektet utlöste lett till en stor satsning av LKAB och SSAB tillsammans med Vattenfall, med det långsiktiga målet att ställa om till koldioxidfri ståltillverkning.<sup>53</sup> På samma tema genomför nu Höganäs tillsammans med ett sektorsövergripande konsortium en studie av biobränsleförgasning för pulverstålsproduktion, och projektet undersöker även möjligheten att avskilja vätgas och med detta ersätta det fossila kolet som reduktionsmedel i stålpulvertillverkningen.<sup>54</sup>

#### 4.1.8 Effekter på företagens kompetensförsörjning och resultatspridning

Företagens samverkan med FoU-utförare i projekt stödda av Energimyndigheten har varit en viktig del i företagens kompetensförsörjning, i form av både kompetensutveckling av befintlig personal och rekrytering av nya medarbetare. Exempelvis framhålls det av flera intervjupersoner att offentligt delfinansierade samverkansprojekt är en bra miljö för doktorander att skapa nätverk inom industrin och finna potentiella arbetsgivare efter avlagd examen. Samtidigt ger projekten en möjlighet för företagen att marknadsföra sig som kunskapsorganisationer och attraktiva arbetsplatser för forskare.

<sup>52</sup> ULCOS är en acronym för Ultra-Low Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) Steelmaking.

<sup>53</sup> Energimyndigheten har beviljat 6,7 miljoner kronor i stöd till projektet HYBRIT (HYdrogen BReakthrough Ironmaking Technology). Projektet är en genomförbarhetsstudie med en total budget på 13,4 miljoner kronor där SSAB, LKAB, Vattenfall och Jernkontoret finansierar projektet tillsammans med Energimyndigheten.

<sup>54</sup> Projektet Biobränsleförgasning för pulverstålsproduktion (PROBIOSTÅL) finansieras genom programmet JoSEn och leds av Höganäs och Cortus. I projektet ingår också andra stålproducenter, skogsbolag, ugnproducenter, forskningsinstitut och universitet.

Projektdeltagande är kompetenshöjande för befintlig personal i företagen och skapar förutsättningar för nya samarbeten, både offentligt delfinansierade projekt och bilaterala samarbeten direkt med FoU-utförare. Företag erbjuder universiteten examensarbeten och bidrar till universitetsutbildningen med verklighetsbaserade inslag i form av föreläsningar, övningsexempel och platsbesök.

De väl etablerade nätverken, som förefaller prägla branschen, har stärks ytterligare genom samverkan i projekt stödda av Energimyndigheten. Många intervjuade framhåller Luleå som ett tongivande metallurgiskt kluster där det sedan länge finns en bred och djup samverkan mellan företag, universitet och forskningsinstitut. Energimyndighetens satsningar på FoU inom järn- och stålindustrin har, enligt flera intervjupersoner, haft en avgörande betydelse för att etablera och stärka den miljön, och det sker en kontinuerlig mobilitet av personal mellan olika organisationer. Swerea MEFOS uppskattar att organisationen har en personalomsättning på omkring fem procent för teknisk personal. Personrörligheten sker mellan alla slags organisationer och individer rör sig mellan flera organisationer under sin karriär, vilket skapar många kontaktytor och bra förutsättningar för ett fruktbart samarbete mellan olika aktörer i innovationssystemet.

Som tidigare nämnts anser många intervjuade att just energi är ett område som lämpar sig väl för breda branschgemensamma projekt inom järn- och stålindustrin, eftersom många företag i branschen brottas med liknande utmaningar. Jernkontoret framhålls som framgångsrikt när det gäller att skapa en bra förankring i industrin för de projekt som genomförs. Organisationen har också haft en viktig roll för att åstadkomma resultatspridning och har bidragit till att projektresultat har nått fler aktörer än de som deltagit i projektet.

#### 4.2 Effekter på forskningsinstitut och lärosäten, samt på samverkan

Effekterna av Energimyndighetens insatser riktade mot järn- och stålindustrin kan vad gäller forskningsinstitut, lärosäten och samverkan sammanfattas i följande punkter:

- Energimyndighetens finansiering av energirelaterad FoU har varit mycket betydelsefull för de största forskningsmiljöerna vid forskningsinstitut och lärosäten. Genom myndighetens stöd har de väsentligt lättare kunnat upprätthålla en volym och bredd på sina verksamheter som möjliggör att de kan erbjuda expertis inom olika områden samt en mer forskningsanknuten grundutbildning och högre kvalitet i forskarutbildningen
- Eftersom samverkan i praktiken har varit ett krav för att få finansiering har Energimyndighetens stöd bidragit till upprätthållande och fördjupning av den goda samverkan som länge karaktäriserat järn- och stålbranschen
- Samverkansprojekten har bidragit till att de som disputerar på området i regel har mycket goda insikter i industrins arbetssätt och problemställningar, och därmed är eftertraktade av företagen
- Energimyndigheten har bidragit till att forskningsinstituten och lärosätena har utvecklat kompetens inom områden som företagen varit relativt obenägna att finansiera, exempelvis inom koldioxidfrågor
- Energimyndighetens satsningar på processintegration uppfattas ha lett till att hög kompetens utvecklats på området, och ett projekt som myndigheten finansierade ledde efterhand till att Swerea MEFOS fick finansiering för ett *Institute Excellence Centre* som idag lever vidare som ett center helt finansierat av industrin
- Genom projekt finansierade av Energimyndigheten har Swerea MEFOS och Swerea KIMAB kunnat bygga upp kompetens som gjort att de i senare skeden kunnat attrahera betydande finansiering från RFCS och bättre etablera sig på den internationella arenan

Som finansieringsanalysen i avsnitt 3.4 visade, har forskningsinstitut och lärosäten spelat en mycket viktig roll i de aktuella satsningarna. De har som regel stått för den dominerande delen av arbetet i projekten och de har vanligtvis också lett dem. Efter att programmet JoSEn lanserades 2013 har instituten och lärosätena fått en än mer central roll än tidigare vad gäller att formulera frågeställningar

Effektanalys av Energimyndighetens stöd till forskning och innovation inom järn- och stålindustrin 1998–2015

och sätta samman konsortier till ansökningarna, och på så vis driva fram de projekt som finansieras. När finansieringen huvudsakligen bestod av projektpaket koordinerade av Jernkontoret formulerades problemen i något högre grad av industrin, och instituten och lärosätena hade snarare rollen att operationalisera problemen i ansökningar.

Energimyndigheten har under hela perioden 1998–2015 varit antingen den viktigaste eller en av de viktigaste externa finansörerna av de miljöer som ägnar sig åt energirelaterad forskning inom järn- och stålområdet. Det innebär att myndighetens insatser har varit mycket betydelsefulla. Eftersom behovet av nyutbildade metallurger är ganska litet i absoluta tal, uppger intervjuade lärosätesföreträdare att behoven av lärare på grundutbildningarna inte är så stort. Det är inte heller möjligt att finansiera särskilt omfattande forskning inom området med universitetens basanslag för forskning. Den externa finansieringen är därför viktig för att lärosätesmiljöerna ska ha kunnat upprätthålla en tillräcklig volym och bredd på forskningen, inklusive att följa med och bidra till den internationella forskningsutvecklingen. Därmed har miljöerna också kunnat utveckla expertis som har höjt nivån inom såväl grund- som forskarutbildningarna som samverkan med industrin. Även forskningsinstituterna är naturligtvis i mycket hög grad beroende av externa anslag. Energimyndighetens satsningar har därför varit viktiga för kompetensnivån i energirelaterade frågor inom den svenska järn- och stålbranschen.

Mer specifikt har finansieringen bidragit till att forskningsinstituterna och lärosätena har utvecklat sina kompetenser i sakfrågor av industriell relevans. Relevansen har säkerställts genom den täta samverkan med industrin, inte minst i Jernkontorets regi, och genom att Energimyndigheten haft insikt i vilka områden som varit viktiga för industrin. Över huvud taget karakteriseras branschen av särdeles god samverkan mellan de viktigaste forsknings- och utbildningsmiljöerna på lärosätena, instituten och företagen.

Genom att projekten i regel har varit tillämpningsnära, har samverkan varit ett naturligt inslag i projekten och (i praktiken) ett krav för att få finansiering. Energimyndigheten har också riktat finansiering till områden som varit angelägna för samhället i stort, och på så vis bidragit till att forskningskompetens har utvecklats inom dessa områden. Dit hör framförallt forskning om koldioxidfrågor, som företagen fram till att utsläppsrätter infördes 2008 inte hade några uppenbara incitament att engagera sig i, och som de enligt några intervjupersoner hos offentliga FoU-utförare fortfarande är måttligt intresserade av. Överlag tyder vår empiri på att Energimyndigheten har möjliggjort finansiering av projekt som varit viktiga för branschen och som hade varit svåra att finansiera från annat sätt.

Genom att finansieringen till övervägande del har gått till samverkansprojekt, har den sannolikt också bidragit till att utveckla kompetenser inom projektledning och i hur forsknings- och utbildningsmiljöerna har kunnat utvecklas för att möta behoven i industrin. De effekterna är förvisso svåra att uppskatta, men tidigare studier tyder på att samverkansfinansiering har gett väsentliga bidrag till universitetsforskarens projektledningsförmågor.<sup>55</sup> Dessutom ger intervjuerna i den här studien en tydlig bild av att de som forskarutbildas i de mest framträdande miljöerna står väl rustade för ett arbetsliv i näringslivet. Under stora delar av forskarutbildningarna har de samarbetat med företag och tränats i såväl industriell projektledning som i vilka behov och arbetssätt som företagen har. Även grundutbildningen förefaller vara relativt nära knuten till industrin, exempelvis genom praktik, gästföreläsare och examensarbeten som genomförs på företagen. Vi har inte underlag för att ge en helhetlig bild av Energimyndighetens bidrag vad gäller antal doktorer som (del)finansierats av de aktuella satsningarna, men från två av de mest framträdande lärosätesavdelningarna vid KTH respektive LTU rör det sig om sammanlagt ett tjugotal. Det stora flertalet av dem arbetar idag i industrin.

Energimyndighetens finansiering har bidragit till att Swerea KIMAB och Swerea MEFOS har kunnat stärka sina internationella positioner och attrahera medel från RFCS. Enligt intervjupersoner har

<sup>55</sup> Åström, T. et.al. (2015). Långsiktig utveckling av svenska lärosätens samverkan med det omgivande samhället. Effekter av forsknings- och innovationsfinansierings insatser. Vinnova Analys VA 2015:03.

instituten i Energimyndighetsfinansierade projekt byggt upp kompetens som gjort att de senare kunnat erhålla RFCS-medel. Att myndighetens medel har kunnat användas som medfinansiering till RFCS-projekt har också bidragit. Energimyndigheten har även beviljat 16 planeringsbidrag, samtliga under 2013–2015, i syfte att förfärdiga projektansökningar till RFCS och EU:s ramprogram. Dessvärre har det inte varit möjligt att koppla planeringsbidragen till beviljade projekt (projekttitlarna har förändrats väsentligt), så effekten av Energimyndighetens bidrag är i det avseendet oklar. I synnerhet Swerea MEFOS har varit aktivt i RFCS-sammanhang, och emellanåt agerat koordinator, och har 2003–2016 medverkat i 65 RFCS-projekt, därav, som nämnts i avsnitt 3.3, 29 som Jernkontoret klassat som ”hög energirelevans”.<sup>56</sup> Tolv av de 16 planeringsbidragen har tilldelats Swerea MEFOS. Institutets företrädare konstaterar att organisationen har internationaliserats betydligt från 1998, inte bara vad gäller finansieringen utan även räknat i antalet nationaliteter bland de anställda, och uppfattar att RFCS-deltagandet har varit en starkt bidragande faktor i det avseendet.

En konkret effekt av Energimyndighetens stöd till järn- och stålindustrin är etablerandet av *Centre for Process Integration in Steelmaking* (PRISMA) vid Swerea MEFOS. PRISMA har sitt ursprung i projekt i programmet Processintegration omkring år 2000, och kunde 2006 etableras som ett *Institute Excellence Centre* finansierat av Vinnova, KK-Stiftelsen och SSF. Verksamheten vid centret fokuseras på holistiska lösningar och avser effektivisera hela produktionssystemet från gruva till färdig produkt för att tillverkningen ska bli mer resurssnål och därmed även mer konkurrenskraftig. PRISMA finansierades med 30 miljoner kronor i offentliga medel under två etapper, 2006–2009 och 2009–2012. Därefter övergick centret till att bli helt industrifinansierat och minskade då i storlek. Den tredje etappen, 2013–2015, finansierades gemensamt med åtta miljoner kronor från SSAB EMEA, SSAB Merox, Ruukki Metals, LKAB, Höganäs, AGA Linde and Lulekraft. Den fjärde och nu pågående etappen fokuserar på minskning av koldioxidutsläpp, energi- och materialeffektivisering.<sup>57</sup>

Som framgått har Energimyndighetens finansiering tveklöst bidragit till att stimulera och effektivisera samverkan. Vår bild är att järn- och stålindustrin har ett tämligen väl utvecklat så kallat *knowledge value collective*, vilket syftar på en ”uppsättning individer som interagerar i efterfrågan, produktion, teknisk utveckling och tillämpning av vetenskaplig och teknisk kunskap”<sup>58</sup> och som forskningen tyder på är en mycket viktig komponent i ett dynamiskt innovationssystem. Dessa individer känner inte alla nödvändigtvis varandra, men befinner sig i ett sammanhang som knyts samman av den kunskapsbas som de utvecklat, samt relationer som sträcker sig mellan vissa av individerna och mellan många av deras organisationer. Organisationerna kan inkludera allt från universitet och högskolor till branschorganisationer, myndigheter, tankesmedjor och naturligtvis företag – poängen är att de binds samman av gemensamma intressen och en liknande kunskapsbas, och gynnas av utvecklingen inom ett visst teknikområde. De binds också samman genom att individerna rör sig genom systemet, byter arbetsgivare och så vidare.

Ett flertal intervjupersoner har emellertid påpekat att Energimyndighetens finansiering under senare år har varit mindre gynnsam för samverkan än vad som tidigare var fallet. Kritiken kommer i synnerhet från lärosätena och deras samarbetspartners, och fokuserar på en upplevd tendens mot att projekten blivit allt kortare och finansiellt mindre, vilket försvårar samverkan med lärosäten eftersom det blir mer utmanande att inkludera doktorander i projekten. Små projekt innebär också minskade incitament att låta projektbudgeten fördelas på flera organisationer. Samverkan mellan organisationer fordrar mer koordinering, och den relativa insatsen för koordinering står i omvänd proportion till projektstorleken. Samverkan i mindre projekt kan därför upplevas konsumera alltför mycket av projektbudgetarna. Forskningsinstituten och lärosätena har över tid har närmast sig varandra – det gäller i synnerhet forskningsinstituten, som bland annat ser lärosätessamarbeten som ett sätt att åstadkomma nödvändig, långsiktig uppbyggnad av forskningskompetens – och ser därför gärna längre (och finansiellt större) projekt.

<sup>56</sup> Uppgifter om deltagande i RFCS-projekt 2003–2015 är hämtade ur en sammanställning från Jernkontoret

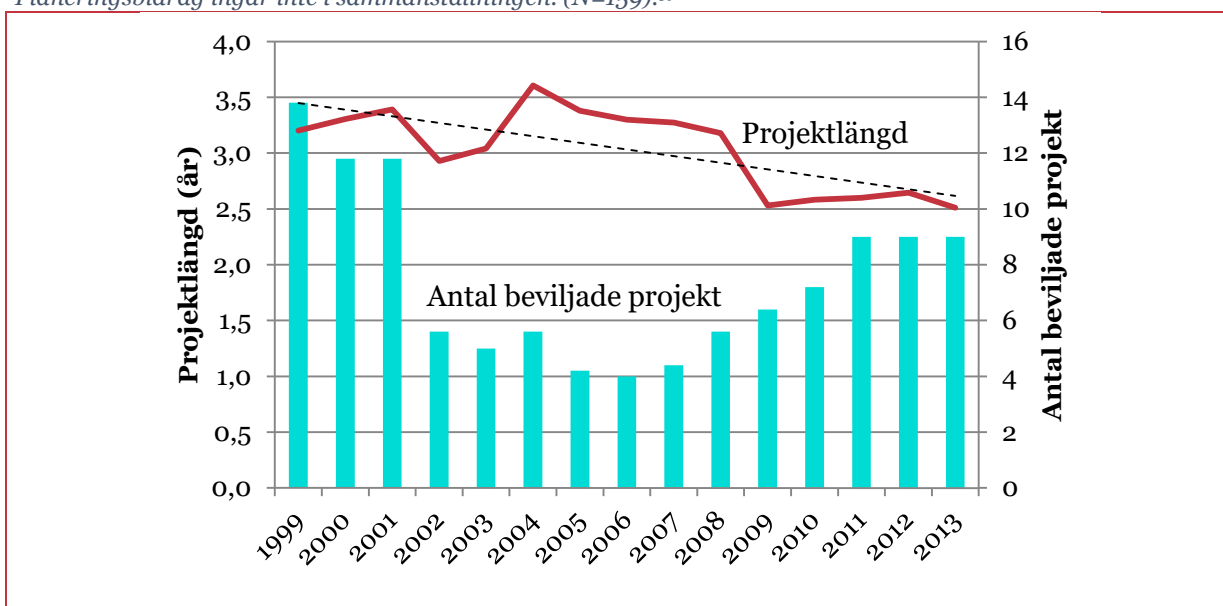
<sup>57</sup> Swerea MEFOS hemsida, <http://www.swerea.se/en/collaboration/member-programmes/welcome-to-prisma/history>.

<sup>58</sup> Bozeman, B. och JD Rogers (2002). A churn model of scientific knowledge value: Internet researchers as a knowledge value collective. *Research Policy* 31 (5), ss. 769–794



En analys av utvecklingen av projektens längd över tid, se Figur 11, indikerar att det finns visst fog för kritiken. Sedan ungefär 2008 har projekten blivit märkbart kortare än tidigare, omkring 2,5 år jämfört med tidigare dryga 3 år. Finansieringsanalysen indikerar att förklaringen till de kortare projekten återfinns i den sammantaget minskade finansieringen; Energimyndighetens stöd till järn- och stålindustrin minskade väsentligt från 2008, samtidigt som industrin drabbades hårt av den globala finanskrisen och därmed fick svårare att medfinansiera projekten. Samtidigt är det noterbart att de jämförelsevis få projekt som beviljades under perioden 2002–2007 i genomsnitt var ganska långa. Energimyndigheten (och Jernkontoret) förefaller ha ändrat strategi både omkring 2002, då medlen samlades i färre projekt, och runt 2008, då de började spridas ut mer. En sammanställning av hur det genomsnittliga projektstorleken i kronor har utvecklats under samma period skulle förmodligen ge en liknande bild, men vore mer svåranalyserad, bland annat eftersom kostnaderna för doktorander och den andel av projektbudgeten som går till lärosätenas overheadkostnader har ökat väsentligt under perioden.

Figur 11 Genomsnittlig längd på beviljade projekt samt antal beviljade projekt (femårs glidande medelvärden). Planeringsbidrag ingår inte i sammanställningen. (N=159).<sup>59</sup>



Källa: Energimyndighetens projektbeslut och Jernkontorets projektlistor.

Forskningsinstitutens och lärosätenas deltaganden har till stor del formats av vilka områden som har prioriterats när medlen har fördelats. Det en bred uppfattning bland intervjupersonerna att insatserna företrädesvis har riktats mot de mest energikrävande processerna, däribland masugnar. Det har inneburit att forskningsmiljöer med kompetens och infrastruktur inom dessa områden generellt har haft lättare än andra att attrahera finansiering. Projekt inom andra forskningsområden har haft svårare att ta del av resurserna, och vår intervjuempiri tyder på att det finns områden med energirelevans, exempelvis tribologi<sup>60</sup>, som mer eller mindre hamnat utanför satsningarna, vilket inneburit att forskningsmiljöer verksamma inom dessa områden knappt har deltagit alls. Dessutom har medlen generellt fördelats till relativt industrinära projekt; Energimyndigheten uppfattas av intervjupersonerna fördela mer tillämpningsorienterad finansiering än vad till exempel Vinnova gör. Det har inneburit en konkurrensfördel för forskningsmiljöer med väletablerade samarbeten med industrin – det vill säga forskningsmiljöer som haft liknande projekt tidigare.

<sup>59</sup> Eftersom figuren visar femårs glidande medelvärden visas inte de två första (1997–1998) och de två sista åren (2014–2015) för vilka vi har uppgifter. (För 1997 ingår vissa projekt som dåvarande Nutek beviljade.)

<sup>60</sup> Tribologi handlar om ytors kontakt med varandra och inbegriper frågor om friktion, nötning och smörjning.

En förklaring till mönstret återfinns i de sätt på vilka Energimyndigheten fram till 2013 fördelade merparten av medlen. I de projektpaket som administrerades av Jernkontoret hade organisationen genom sina teknikområden (kommittéer med medlemsföretag) för varje paket gjort en lista på vilka projekt som skulle prioriteras. Ansökningarna skickades sedan in som separata projektansökningar. Energimyndigheten beslutade därefter vid ett och samma tillfälle om finansiering till merparten av projekten. Projektidéerna formulerades och operationaliserades väsentligen av de aktörer som var representerade i teknikområdena. De flesta teknikområden har som adjungerade medlemmar haft de ett till tre mest framträdande forskningsinstituterna eller lärosätena inom sitt respektive område. Valen av projektdeltagare skedde sedan i diskussioner inom och mellan teknikområdena och med representanter för instituten eller lärosätena om vilka som lämpligen borde medverka i projekten. Utomstående aktörer, t.ex. forskare på lärosäten, förefaller ha haft relativt goda möjligheter att få till stånd dialog med Jernkontoret och teknikområdena kring sina projektidéer. Vår bild är att de emellertid har haft svårt att få till stånd projekt, primärt för att teknikområdena ansett att prioriteringarna har legat inom områden där potentialen för stora energi- och kostnadsbesparingar och lyckosamma resultat har varit störst.

Fram till 2013 fördelades också majoriteten av de medel som utgick direkt från Energimyndigheten till järn- och stålbranschen som enskilda projekt, det vill säga utanför ordinarie utlysningar. Flera intervjupersoner uppskattar myndighetens vilja till dialog kring projektidéer och den flexibilitet som möjliggör löpande finansiering till goda idéer, medan andra menar att tillvägagångssättet i viss mån var problematiskt eftersom transparensen och likabehandlingen blev lidande.

Såväl Jernkontoret som andra aktörer pekar ut teknikområdena som välfungerande vad gäller samverkan, och de goda relationerna mellan medlemmarna gör att projekt genomförs förhållandevis effektivt och smidigt. Samtidigt innebär konstellationerna att en viss rättvisefördelning förekommer, och företagens stora inflytande innebär att projekten tenderar att innehålla relativt inkrementell FoU som kopplar till industrins mer omedelbara behov. Finansieringen genom Jernkontoret förefaller enligt ett antal intervjupersoner såväl inom som utanför Jernkontorets teknikområden ha inneburit att de forskningsinstitut och lärosäten som haft tätast band med företagen, och kanske varit adjungerade i något eller några teknikområden, generellt haft något lättare än andra FoU-utförare att komma åt finansieringen. Å andra sidan tyder statistiken (antal unika deltagare per antal projekt i respektive satsning) inte på att nätverken har varit snävare när programmen har administrerats av Jernkontoret, och intervjuempirin indikerar tämligen entydigt att det sällan har varit helt givet vilka FoU-utförare som skulle väljas för ett visst projekt.

Eftersom FoU-utförarna i regel varit de som koordinerat projekten, har det inneburit att Swerea MEFOS, KTH och LTU kommit att inta centrala roller. Det är mycket möjligt att det, vilket flera intervjupersoner framhåller, har gynnat branschen att medlen har samlats i några få forskningsmiljöer som därmed har kunnat bygga upp en kritisk massa med mera, men samtidigt kan andra möjligheter ha gått om intet.



## 5 Slutsatser och diskussion

### 5.1 Slutsatser och reflektioner om effekter i järn- och stålindustrin

Huvudsyftet med effektanalysen har varit att ta belysa vilka effekter Energimyndighetens satsningar på järn- och stålindustrin under perioden 1998–2015 har haft på branschens energianvändning och dess användning av fossila råvaror och fossil energi. Vi har kunnat dokumentera ett antal effekter av olika slag, framförallt inom energieffektivisering av tillverkningsprocessen och kompetensförsörjning. Innan vi presenterar dessa, vill vi emellertid nämna något om uppdragets karaktär och några utmaningar vi haft i genomförandet.

#### 5.1.1 Metodmässiga begränsningar

Vår ambition var att kunna åskådliggöra energieffektivisering i kvantitativa mått, t.ex. i tidserier. Detta önskades också av Energimyndigheten. Det visade sig emellertid svårt att på ett rättvisande sätt göra jämförelser över tid och mellan företag. Företagen har under den aktuella perioden efter hand förändrat sina produktsortiment mot allt mer högförädlade produkter och legerade stål, vilket innebär att tillverkningsprocesserna i sig kräver mer energi. Tillverkning av olika slags stål fordrar dessutom olika mycket energi. Därmed är det vanligaste måttet på energianvändning i ståltillverkning – energianvändning per ton stål – mindre lämpligt att använda. Det främsta alternativet är att utgå från ett mått som baseras på stålets förädlingsvärde. Det finns emellertid utmaningar även med sådana mått – dels för att det skulle fordra uppdelning på olika slags stålsorter och produkter, vilket är praktiskt svårt eftersom många av företagen har mycket stora produktsortiment, dels för att priserna på exempelvis skrot, el och kol, liksom på stål, varierar över tid. Det entydliga budskapet från järn- och stålbranschen har varit att vi på grund av nämnda omständigheter bör undvika dessa typer av mått i analysen förutom när företagen själva ger oss uppgifterna, ett råd som vi har följt.<sup>61</sup>

Energimyndighetens insatser har väsentligen har inriktats på att göra (de komplexa) ståltillverkningsprocesserna mer energieffektiva. Det gör effekterna svåra att spåra, eftersom de sammanfallit med andra förändringar som i processerna. Dessutom kan mer omfattande förbättringar i energieffektiviteten i regel endast åstadkommas när anläggningarna av andra – krasst ekonomiska – skäl tillfälligt tas ur produktion för att genomgå genomgripande uppgraderingar. Av bland andra dessa anledningar har det varit svårt att anlägga ett kontrafaktiskt perspektiv i effektanalysen, det vill säga att analysera hur utvecklingen hade kunnat bli om de Energimyndighetsfinansierade insatserna hade genomförts på ett annat sätt, eller inte alls.

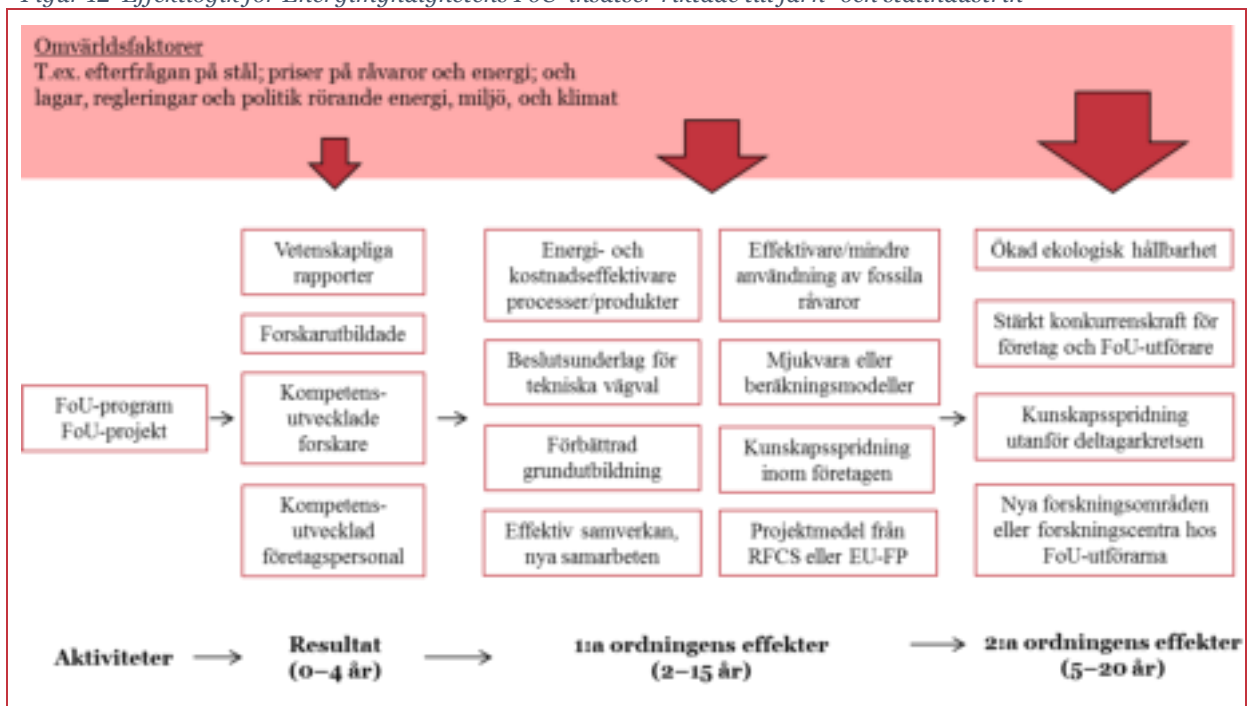
En utmaning av mer praktisk art, har varit att vi i intervjuer i regel haft ofullständiga uppgifter om vilka projekt som den aktuella organisationen varit involverad i. Det har sannolikt bidragit till att vissa intervjupersoner inte varit så utförliga kring effekter och kontexten kring dessa, som de hade varit om vi kunnat ge dem mer ”hjälp att minnas”. Hög personalomsättning i några av företagen har därtill bidragit till att det organisatoriska minnet i vissa fall var relativt kort.

#### 5.1.2 Effektlogik

Baserat på den i effektanalysen inhämtade empirin har vi utarbetat en effektlogik, se Figur 12. I de två första kolumnerna åskådliggörs de aktiviteter som genomförts och de omedelbara resultat som normalt framkommer i projekten. Resultaten kan ta olika lång tid på sig att uppstå, i princip beroende på hur omfattande projekten är och vilka resultat som åsyftas. Exempelvis tar det minst fyra år att producera en doktor, medan ett litet projekt som syftar till att lösa ett specifikt problem kan ha gett projektdeltagarna viktiga insikter inom ett år. Märkbar kompetensutveckling kan åstadkommas inom några enstaka månader.

<sup>61</sup> Se särskilt Morfeldt, J. (2014). Tools for Evaluating Energy Efficiency of Steel Production. KTH.

Figur 12 Effektlogik för Energimyndighetens FoU-insatser riktade till järn- och stålindustrin



Källa: Vår empiri

Effekterna uppkommer sedan efter synnerligen olika lång tid. Dessutom uppstår vissa effekter inte som en direkt konsekvens av resultaten, utan till följd av tidigare effekter, därav vår indelning i "1:a ordningens" respektive "2:a ordningens effekter". Effekter av 1:a ordningen kan uppstå relativt snabbt, ibland omgående efter att resultaten har uppstått. Till potentiellt snabba effekter hör beslutsunderlag för tekniska vägval, förbättrad grundutbildning, nya samarbeten och (i synnerhet efter planeringsbidrag) projektmedel från RFCS eller EU:s ramprogram. Det är också möjligt att omedelbart implementera vissa resultat i tillverkningsprocesser, exempelvis om de innebär små justeringar. Andra effekter av 1:a ordningen kan dröja betydligt längre. Dit hör i synnerhet effekter som fordrar mer omfattande fysiska förändringar av en anläggning. Eftersom det i regel är mycket kostsamt att genomföra sådana förändringar, väntar företagen ofta till dess flera förändringar kan göras samtidigt, och det är säkerställt att de är ekonomiskt försvarbara. De allra flesta effekter som vi kunnat dokumentera hör till den 1:a ordningen.

Effekter av 2:a ordningen ligger närmare vad som kan betraktas som samhällsmål. Dit hör till exempel ökad hållbarhet i samhället genom effektivare energiutnyttjande och minskade utsläpp av bland annat koldioxid. Mer konkurrenskraftiga företag och därmed nya (eller bevarade) arbetstillfällen i Sverige, liksom intäkter från skatter och export hör också till effekter av 2:a ordningen. Det gör även mer etablerade kunskapsbaser i Sverige inom de områden som satsningarna adresserat. Detta slags effekter tar oftast relativt lång tid, och kan knappast förväntas inom fem år, utan det kan snarare ta ett eller två decennier innan det finns fog för att tala om sådana effekter – i synnerhet om de bygger på att företagen ska ha gjort väsentliga investeringar i sina anläggningar. Vi har kunnat dokumentera ett par effekter av den 2:a ordningen.

### 5.1.3 Exempel på effekter

Vad gäller konkreta effekter i företagen finner vi att Energimyndighetens finansiering av FoU om processintegration har varit viktig. Energieffektivitet i ståltillverkning är starkt kopplad till stabila processer och ett minimum av driftstörningar. Störningar leder ofta till energiförluster genom att stål måste kasseras, värmeförluster medan störningarna åtgärdas, och till att anläggningen därmed inte utnyttjas på ett sätt som är energimässigt optimalt. De projekt som rört processintegration har bidragit

till att höja kompetensen i företagen kring dessa frågor, och empirin indikerar att företagen har tagit väsentliga steg inom området genom en allmänt fördjupad kunskap om dels hur processerna fungerar, dels om hur de kan styras. Effekterna kan i hög grad kopplas till programmet Processintegration, som löpte 1997–2010, och som framförallt fokuserade på hur material- och energiflöden kan styras och optimeras. Ett projekt i programmet ledde till en att centret PRISMA etablerades på Swerea MEFOS genom finansiering som *Institute Excellence Centre* och därefter – vilket är relativt ovanligt för den typen av centrum – lever vidare helt industrifinansierat.<sup>62</sup> PRISMA ska betraktas som en effekt av 2:a ordningen enligt vår effektlogik.

Vi har fått kännedom om ett antal andra exempel på konkreta effekter i företagen av Energimyndighetens satsningar, samtliga effekter av 1:a ordningen. Däribland:

- Energieffektivisering i svavelreningen på SSAB i Luleå, vilka beräknas motsvara cirka 30 miljoner kronor per år i minskade energikostnader
- Injektion av hyttstot i masugnar, vilket har implementerats i SSABs masugnar både i Oxelösund och i Luleå och som innebär minskad kolanvändning genom att kolet utnyttjas i högre grad än tidigare, och att gamla deponier av hyttstot har kunnat grävas upp och återanvändas
- Vidareutveckling av styrsystemet FOCS, som används i värmningsugnarna i de allra flesta svenska stålföretag och som enligt leverantören möjliggör 5–20 procent minskad energianvändning och upp till 28 procents ökad produktivitet i ugnarna. Energimyndighetens insatser förefaller dock endast ha utgjort en mindre del av den sammanlagda FoU:n bakom FOCS<sup>63</sup>
- Installation av oxy-fuel flameless-brännare i värmningsugnar i flera företag. Vid Outokumpu Stainless anläggning i Avesta är den beräknade besparingen per ton producerat stål 150 kWh, vilket motsvarar drygt tre procent av anläggningens totala energiåtgång

Ytterligare exempel på effekter i företagen nämns i avsnitt 4.1.

#### 5.1.4 Effekter inom kunskapsutveckling och samverkan

Intervjupersoner i såväl företag som forskningsinstitut och lärosäten framhåller att Energimyndighetens insatser har lett till omfattande kunskapsuppbyggnad och kompetensutveckling, vilket bör betraktas som effekter av 1:a ordningen. Flertalet av intervjupersonerna förefaller uppskatta de effekterna som viktigare än de mer konkreta exemplen som nämnts ovan. Insatserna har gett personal i företagen och forskningsmiljöerna möjlighet att utveckla ny energi- och miljörelaterad kunskap, inte minst djupare förståelse av företagets processer. Kunskapshöjningen har i många fall medfört förbättrad styrning av processerna, som därmed har kunnat bli mer energieffektiva och mindre miljöbelastande. Insatserna har också bidragit till breddade kunskapsbaser, exempelvis har FoU om koldioxidfrågor pekats ut som ett område som utan Energimyndighetens finansiering sannolikt hade fått mindre uppmärksamhet.

Insatserna har också bidragit till att (åtminstone några av) företagen har vidareutbildat sin befintliga personal i energifrågor, och på så vis åstadkommit en höjd kunskapsnivå inom området och i viss mån en attitydförändring i energi- och miljörelaterade frågor. Finansieringen kan därmed anses ha bidragit till att branschens medvetenhet och kunskap om energi- och miljöfrågor har höjts. Det förefaller förvisso som om företagen inte har kunnat kapitalisera kunskaperna annat än i energikostnadsbesparande syfte genom effektivare processer och liknande, men flera intervjupersoner i företagen uttrycker förhoppningar om att kunskapen i framtiden även ska kunna bidra till ökade intäkter genom att företagen kan profilera sig som energieffektiva och miljömedvetna.

Energimyndighetens insatser har (del)finansierat ett antal doktorander, sannolikt betydligt fler än de cirka tjugo disputerade som vi fått uppgifter om i den här studien, av vilka flertalet uppges arbeta i

<sup>62</sup> Jfr. Stern, P. et.al. (2013). Long Term Industrial Impacts of the Swedish Competence Centres. Vinnova Analysis VA 2013:10. Stockholm: VINNOVA. Endast åtta av 23 Kompetenscentrum levde vidare efter att Vinnova avslutade finansieringen, trots att praktiskt taget samtliga centrum betraktades av näringslivsparterna som klart framgångsrika.

<sup>63</sup> Prevas, informationsblad om FOCS.

järn- och stålindustrin idag. Projekten har varit viktiga för att de största forskningsmiljöerna på lärosätena har kunnat bedriva FoU av den omfattning som fordras för att kunna upprätthålla forskarutbildning och en forskningsbaserad grundutbildning i rimlig omfattning och kvalitet, och så att instituten har kunnat utveckla kompetens att samverka närmare med lärosätena.

Eftersom finansieringen fokuserat på samverkansprojekt har den också bidragit till att hålla levande och utveckla den goda samverkan som karaktäriserar branschen. Organisationerna och individerna i dem har genom samverkan lärt känna varandra och varandras utmaningar, vilket uppges ha inneburit att projekten ofta varit relativt snabbstartade och mindre riskfyllda. Risker i samverkan kan exempelvis handla om att de deltagande parterna är osäkra om varandras kompetenser på området, och att kunskapsbaserna i samverkande organisationer divergerar alltför mycket för att effektiv samverkan ska kunna komma till stånd. Samverkan har också varit viktig för att de studerande på forskar- och grundutbildningarna har fått insikt i vari industrins utmaningar består, industriell projektledning med mera, och därmed ofta relativt smidigt har kunnat anställas och göra nytta i företagen. De goda relationerna mellan aktörerna i branschen och det faktum att de största forskningsmiljöerna fungerar som kunskapsnav dit många företag vänder sig, har medfört att den kunskap som utvecklats i de Energimyndighetsfinansierade projekten i en inte oväsentlig utsträckning spridits inom branschen. Personmobilitet har också bidragit till kunskapspridningen.

Energimyndighetens insatser har överlag haft en strukturell betydelse. De har varit viktiga för att företagen ska ha kapacitet att föra in energieffektiv teknik när anläggningar ska uppgraderas i större omfattning. Förvisso är det ekonomiska kalkyler som avgör när sådana uppgraderingar görs, men när de görs uppstår en möjlighet att samtidigt implementera energieffektiva metoder och teknik. Dessutom är kompetensutvecklingen betydelsefull genom att behov av energirelaterad FoU uppstår löpande, i takt med att företagets produkter utvecklas; de metoder och energirelaterade förhållanden som gäller för tillverkning av en stålsort gäller inte nödvändigtvis för stål av en annan sammansättning. Ett exempel rör FoU på s.k. skummande slag hos Outokumpu Stainless. Företaget hade tillsammans med Swerea MEFOS uppnått lovande resultat i FoU-projekt rörande skummande slag. Företagets utveckling av nya legeringar bidrog emellertid till resultaten inte längre var aktuella att arbeta vidare på, eftersom de nya stålens sammansättningar innebar att slaggens egenskaper förändrades. Outokumpu har likväl under flera års tid fortsatt försök på skummande slag, hittills utan att uppnå tillräcklig stabilitet i processen. Ett annat exempel på hur nya produkter kan innebära behov av ny energirelaterad FoU är att nya produkter kan göra att materialflödena behöver justeras för att undvika stopp i produktionen och de energiförluster som det leder till.

Aktörskonstellationerna i projekten har för det allra mesta uppstått i en löpande dialog mellan företagen och de största FoU-utförarna. Efter att programmet JoSen introducerades 2013 har FoU-utförarna fått en mer central roll än tidigare vad gäller att formulera problemställningar och skapa konsortier. Tidigare hade företagen inom Jernkontorets teknikområden en tydligare funktion när det gällde att identifiera problem och föreslå projekt, vilka FoU-utförarna sedan operationaliserade i projektansökningar. Eftersom branschen omfattar förhållandevis få aktörer och samverkan mellan aktörerna är väl utvecklad, förefaller konsortiebyggandet inför projektansökningar ofta ha varit relativt smidigt. Intervjuerna indikerar också att det faktum att Energimyndigheten fokuserat på processutveckling och avstått från att finansiera mer produktorienterad FoU, har bidragit till att göra projektsamverkan smidigare. Produktnära FoU tenderar vara närmare företagshemligheterna, medan frågeställningar som rör energieffektiva tillverkningsprocesser ofta är tämligen generiska och intresserar flera företag med liknande anläggningar.

## 5.2 Slutsatser och reflektioner om Energimyndighetens insatser

På grund av komplexiteten i företagets processer och de av företagsekonomiska skäl periodvis högst begränsade möjligheterna att införa större förändringar, går det inte att i djupare mening fastslå några systematiska skillnader mellan projekt som leder till (stora) effekter och projekt som inte gör det. Det är emellertid mycket tydligt att ömsesidiga intressen och en god förankring av projekten i både företagen och de aktuella FoU-utförarna är grundförutsättningar för att större effekter ska kunna

uppstå. De företagsinsatser som fordras för att effekter ska kunna uppstå, kommer knappast att genomföras om inte kostnadsbesparingar eller ökade intäkter med någorlunda stor säkerhet kan realiseras.

För att Energimyndighetens FoU-finansiering till järn- och stålindustrin ska leda till effekter, framstår det som väsentligt att betydande delar av insatserna är tillämpningsorienterade och fokuseras på projekt där FoU-utförare samverkar med företag. Så har också skett under den period som det här uppdraget täcker. Samverkansprojekt kräver i praktiken fokus på områden där företagens behov finns, och där det finns tydliga mottagare av resultaten, annars kommer inte företagen att delta i projekten. För att underlätta kompetensutveckling av företagens personal och därmed deras förmåga att implementera och senare vidareutveckla projektresultat, torde dessutom betydande inslag av naturinsatser från företagen vara att föredra i medfinansieringen, snarare än stora kontantinsatser. Vår bild är att myndighetens insatser (och företagens egna preferenser) har varit väl anpassade i dessa avseenden.

Samverkan tenderar att fordra en viss volym och längd på projekten, eftersom startsträckan generellt blir något längre än i andra projekt. Det gäller även om relationerna mellan de samverkande organisationerna är goda och de personliga nätverken finns, eftersom organisationerna har sinsemellan olika mål och arbetssätt som alltid behöver jämkas samman. Om doktorander ska medverka kan projekten heller inte vara alltför korta. Å andra sidan skulle (alltför) långa projekt kunna innebära att det tillämpade perspektivet delvis riskerar att förloras eftersom resultathorisonten ligger för långt borta, och att projekten därmed skulle kunna bli alltför dominerade av FoU-utförarna. Vi observerar att projekten i genomsnitt blivit kortare på senare år, vilket stämmer överens med intervjupersonernas bild. Flera intervjupersoner menar att den utvecklingen har varit övervägande negativ. De tidigare, längre projekten uppges ha lett till goda resultat, samtidigt som möjligheterna att engagera doktorander i projekten var goda. Flera intervjupersoner är också skeptiska till små projekt eftersom respektive partners del i budgeten kan bli ganska liten, vilket innebär relativt mycket administration och samordning relativt mängden FoU-arbete.

Energimyndigheten har valt att inrikta sina insatser mot att göra ståltillverkningsprocesserna mer energieffektiva och att minska deras påverkan på klimat och miljö. Ett flertal intervjupersoner påpekar att detta innebär att myndigheten valt bort insatser som har ett livscykelperspektiv, det vill säga att energieffektivisering istället kan få uppstå hos stålproducenternas kunder, eller hos deras kunders kunder. Intervjupersonerna konstaterar att det innebär att Energimyndigheten har gett ett mycket begränsat bidrag till den svenska järn- och stålbranschens kanske främsta FoU-insats för energieffektivisering, miljö och klimat under den aktuella perioden, nämligen utvecklingen av stål som är lätta, höghållfasta och/eller har lång hållbarhet. När lätta och höghållfasta stål används i exempelvis vägfordon leder de till viktbesparingar som minskar fordonens förbrukning av fossila drivmedel. Stål med lång hållbarhet innebär att stålkonstruktioner får längre livslängd, och bidrar därmed till minskade behov av framtida stålproduktion.

Energimyndighetens val att inte rikta insatser till projekt med ett livscykelperspektiv på energianvändningen uppgavs av deltagarna på det tolkningsseminarium som genomfördes i samband med uppdraget främst bero på att potentialen för energieffektivisering av tillverkningsprocesserna har varit tillräckligt stor för att motivera insatser på just dessa områden. Ståndpunkten delades av såväl företag och FoU-utförare som Energimyndigheten själv. Även intervjupersonerna uppgav stor förståelse för att Energimyndigheten valt att inte finansiera FoU där energieffekterna uppstår senare i produkternas livscyklar. Myndigheten kan emellertid i viss mån anses ha tillämpat ett livscykelperspektiv genom att insatser mot processintegration och tidiga skeden i tillverkningsprocesserna (i synnerhet masugnarna) har prioriterats: ju effektivare flöden i processerna desto mindre spill, och ju tidigare i tillverkningsprocessen som insatser görs, desto större effekter kan uppnås eftersom energianvändning i tidiga skeden också går till det som senare i processen blir spill.

Däremot önskar flera intervjupersoner att Energimyndigheten hade gjort mer för att överbrygga ett upplevt glapp mellan å ena sidan process- och å andra sidan produktorienterade offentligfinansierade



FoU-insatser. Medan Energimyndigheten har finansierat det förra har Vinnova finansierat det senare. I takt med att produkter har utvecklats har nya behov av energibesparande insatser uppstått, eftersom nya stålsorter kan innebära att tillverkningsmetoderna måste modifieras. Energimyndigheten uppges ha betraktat ansökningar rörande sådana projekt som produktorienterade och därmed något som borde stödjas av Vinnova, medan Vinnova å sin sida har betraktat dem som Energimyndighetens ansvar. En förklaring till att glappet uppstått (eller inte tätats till) kan vara att Energimyndigheten och Vinnova enligt vår empiri haft ytterst begränsad kontakt mellan sig rörande järn- och stålområdet. Flera intervjupersoner menar vidare att Energimyndigheten är tämligen ensam finansiär i Sverige av tillämpad, energirelaterad FoU som rör järn- och stålindustrin. Utöver RFCS och i viss mån MISTRA och EUs ramprogram förefaller det inte finnas några andra betydande externa finansiärer av FoU på området, med undantag på senare år för det strategiska innovationsprogrammet Metalliska Material som samfinansieras av Vinnova, Formas och Energimyndigheten. Metalliska material hade sin första utlysning 2014 och framhålls som en möjlighet att finansiera projekt som adresserar både energi- och produktionsrelaterade utmaningar. Forskningsinstituterna och lärosätessmiljöerna på området konstaterar vidare att de bedriver alltför tillämpad forskning för att ha chans att konkurrera om finansiering för grundforskning, exempelvis från Vetenskapsrådet.

Merparten av Energimyndighetens finansiering har under perioden bestått av projektpaket som koordinerats av Jernkontoret. Projektansökningarna har utvecklats i Jernkontorets teknikområden och sedan sänts in som separata ansökningar till Energimyndigheten som vid ett och samma tillfälle beslutat om flertalet av projekten. Intervjupersonerna beskriver att projektpaketets ansökningsförfaranden har inneburit att projekten har blivit väl förankrade i såväl företagen som hos de aktuella FoU-utförarna, genom att de stöpts i den täta dialog som förts inom Jernkontorets teknikområden. Formatet har därmed också bidragit till en effektiv samverkan såväl i projekt som i det sektoriella innovationssystemet i en bredare bemärkelse. Å andra sidan är det möjligt att finansieringen på det viset har gått till alltför inkrementell FoU, där projekten i alltför hög grad riktats mot ett begränsat antal problemställningar. Synpunkter av det slaget har framförts av såväl deltagare i dessa projekt som av dem som stått utanför.

Sedan 2013 har Energimyndigheten emellertid inte finansierat några projektpaket, utan istället bedrivit satsningarna genom programmet Järn- och stålindustrins energianvändning – forskning och utveckling (JoSEn). Med JoSEn har det blivit mer öppet att ansöka om stöd – projekten formeras inte på samma sätt som tidigare i Jernkontorets hägn. Den bild som framträder i intervjuerna är att det har gjort företagen mer osäkra på sin medverkan. De kan inte på samma sätt som tidigare formulera problemen. Sammansättningen av det programråd som bedömer ansökningarna innebär att projektens vetenskaplig höjd generellt fått större betydelse, vilket i sin tur innebär att forskningsinstituterna och lärosätena fått ett större ansvar för att formulera problemen. Företagsrepresentanterna upplever att JoSEn emellanåt i alltför låg grad tar hänsyn till industrins behov. Intervjupersoner från forskningsinstitut och lärosäten uppfattar å sin sida överlag JoSEn som ett framsteg. Det gäller naturligtvis i högre grad de som tidigare till största delen stod utanför finansieringen än de som sedan länge varit djupt engagerade i Jernkontorets teknikområden, men även de senare har en i princip positiv syn på JoSEn. Vår uppfattning är att den nämnda kritiken mot JoSEn bör betraktas som att den utgår från förändringen i sig, snarare än att järn- och stålbranschen genom förändringen kommit att missgynnas jämfört med andra områden. Tillkomsten av JoSEn innebär att järn- och stålområdet har kommit att behandlas mer i linje med hur statlig FoU-finansiering vanligen fungerar och organiseras.

Relativt många intervjupersoner har emellertid framfört kritik mot hur Energimyndigheten hanterat dilemmat med jäv i JoSEn. I det avseendet har Energimyndigheten en rejäl utmaning; omständigheterna gör att situationen framstår som svår att lösa på ett helt tillfredställande sätt. Järn- och stålbranschen i Sverige är mycket liten, vilket innebär att antalet individer med expertkunskaper är litet och nätverken är täta. Mobiliteten på arbetsmarknaden innebär dessutom att många individer har band till flera organisationer. Därtill kommer att vissa typer av verksamheter endast bedrivs på mycket få ställen, exempelvis är det enbart SSAB som har masugnar. Följaktligen är det i vissa frågor närmast omöjligt att hitta svenska experter som inte är jäviga. Samtidigt är branschen skeptisk mot att Effektanalys av Energimyndighetens stöd till forskning och innovation inom järn- och stålindustrin 1998–2015

bjuda in experter från andra länder, framförallt för att dessa uppfattas ha alltför täta kopplingar till de svenska företagens konkurrenter. En intervjuperson med mycket god internationell utblick förklarar att exempelvis flertalet av de tyska stålföretagen låter bedriva nästan all sin forskning och innovation i forskningsinstitut, och att forskare vid dessa institut inte sällan har anställningar även vid ett lärosäte. Effekten har blivit att nästan alla tyska forskare har täta band till något företag. Även om sekretess råder skulle viktiga delar av de svenska företagens FoU därmed kunna bli kända hos företagens konkurrenter. Energimyndighetens policy har varit att individer i JoSEns programråd helt ska avstå från medverkan när jävsproblematik kan misstänkas, vilket därför har inneburit att såväl diskussioner som beslut i frågor som rör individens expertområde emellanåt har genomförts utan att specifik expertis på området har kunnat utnyttjas. Såväl företagen som forskarna uppfattar att det lett till att programrådet har fattat en del suboptimala beslut. På senare tid har Energimyndigheten i viss utsträckning valt att bjuda in utländska representanter för att hantera dilemmat. Även om branschens företrädare ser det som ett framsteg är det uppenbart att flera av dem ännu inte är nöjda.

Avslutningsvis vill vi resonera på ett något mer övergripande plan kring betydelsen av Energimyndighetens insatser riktade till järn- och stålindustrin. Branschen kämpar med låg lönsamhet och hård konkurrens från utlandet, vilket gör att företagen har relativt ont om medel för FoU. Eftersom Energimyndigheten (bland annat utifrån reglerna om statsstöd) fordrar ansenlig medfinansiering från företagen i projekten, prioriterar de följaktligen hårt vilka projekt de deltar i. Omständigheterna innebär att Energimyndigheten sannolikt spelat en mycket viktig roll för att få till stånd FoU på energiområdet. Hävstångseffekten har av allt att döma varit betydande; genom att företagen i projekten har kunnat dela kostnaderna med andra och få tillskott från Energimyndigheten har relativt mycket FoU genomförts som annars inte hade kommit till stånd. Vår empiri indikerar att företagen har ett relativt kortsiktigt, ekonomiskt perspektiv på sin FoU. Utan Energimyndighetens finansiering är det mycket möjligt att mer långsiktiga insatser inte blivit av, exempelvis utbildning av industrinära och energikompetenta doktorander som senare anställts i företagen och möjliggjort deras deltagande i andra projekt som myndigheten finansierat, och höjt företagens medvetenhet om potentialen i energirelaterade frågeställningar. Ur det perspektivet har Energimyndigheten utan tvekan gjort en mycket viktig insats för den svenska järn- och stålindustrin.



## Bilaga A Intervjupersoner och deltagare i tolkningsseminarium

---

### A.1 Intervjupersoner

Andersson, Göran, tidigare Jernkontoret

Andersson, Roger, Swerea MEFOS

Bentell, Lars, tidigare Jernkontoret

Bergström, Jens, Karlstads universitet

Björkman, Bo, Luleå tekniska universitet

Broman, Jennica, Energimyndigheten

Busknes, Johan, Swerea MEFOS

Dahlstedt, Anna, LKAB

Ederth, Jesper, Sandvik Materials Technology

Eriksson, Johan, Swerea MEFOS

Eriksson, Robert, Jernkontoret

Ersson, Mikael, KTH

Evestedt, Magnus, Prevas AB

Grip, Carl-Eric, Luleå tekniska universitet

Groth, Hans, Outokumpu Stainless AB

Gustavsson, Lennart, SSAB Europé

Görnerup, Mårten, Metsol AB

Hansson, Sofia, Sandvik Materials Technology

Harvey, Simon, Chalmers Tekniska Högskola

Hirsch, Tomas, SSAB Europé

Jacobsson, Eva, Höganäs AB

Jacobsson, Staffan, Uppsala universitet

Jönsson, Pär, KTH

Klang, Hans, SSAB Europé

Kärslud, Kim, SSAB Special Steels

Larsson, Mikael, Swerea MEFOS

Lille, Cecilia, Outokumpu Stainless AB

Lindqvist, Susanne, Sandvik Materials Technology

Lindstrand, Gunnar, Outokumpu Stainless AB

Lund, Anders, Ovako Group

Marén, Anders, Vinnova

Nilson, Gert, Jernkontoret  
Nilsson, Leif, SSAB Europé  
Norling, Rikard, Swerea KIMAB  
Olsson, Mikael, Högskolan i Dalarna  
Ottosson, Patrik, Radarbolaget AB  
Pettersson, Jan, SSAB Special Steels  
Pettersson, Magnus, Höganäs AB  
Pettersson, Rachel, Jernkontoret  
Ponzio, Anna, Jernkontoret  
Ryde, Lena, Swerea KIMAB  
Rönnqvist, Margareta, SSAB Europé  
Sandberg, Fredrik, Sandvik Materials Technology  
Sandberg, Johan, LKAB  
Sundin, Eva, Swerea MEFOS  
Swarthling, Maria, ScanArc Plasma Technologies AB  
Söderhjelm, Hans, Höganäs AB  
Söderström, Mats, Linköpings universitet  
Thorsell, Anna, Energimyndigheten  
Tottie, Magnus, LKAB  
Yang, Weihong, KTH  
Österholm, Lars-Henrik, tidigare Jernkontoret

## A.2 Deltagare vid tolkningsseminarium

Eriksson, Johan, Swerea MEFOS

Falkland, Marie-Louise, Outokumpu Stainless AB

Helstad, Klara, Energimyndigheten

Jönsson, Pär, KTH

Kärsrud, Kim, SSAB Special Steels

Lindmark, Jonas, Energimyndigheten

Nilson, Gert, Jernkontoret

Ponzio, Anna, Jernkontoret

Rogberg, Bo, Sandvik

Söderholm, Svante, Energimyndigheten

Thorsell, Anna, Energimyndigheten

*Fridholm, Tobias, Faugert & Co*

*Håkansson, Anders, Faugert & Co*

*Terrell, Miriam, Faugert & Co*

## Bilaga B Referenser

---

- About RFCS, [www.ec.europa.eu/research/industrial\\_technologies/rfcs\\_about.html](http://www.ec.europa.eu/research/industrial_technologies/rfcs_about.html)
- Bozeman, B. och JD Rogers (2002). A churn model of scientific knowledge value: Internet researchers as a knowledge value collective. *Research Policy* 31 (5), ss. 769–794
- Edström, J.-O. (2003). Statsstödd gemensam forskning inom Sveriges stålindustri. Satsningar och resultat. Jernkontoret, juni 2003
- Energihandbokens hemsida, [www.energihandbok.se/jernkontoret](http://www.energihandbok.se/jernkontoret)
- Energimyndigheten (2004). Årsredovisning 2004. ER 2005:01.
- Energimyndigheten (2006). Programbeskrivning för programmet Processintegration 2006-03-01 – 2009-12-31.
- Energimyndigheten (2006). Programbeskrivning för programmet Processintegration 2006-03-01 – 2009-12-31.
- Energimyndigheten (2009). Processintegration etapp 3 utlysning våren 2009.
- Energimyndigheten (2009). Programbeskrivning för programmet Effektivisering av industrins energianvändning - forskning och utveckling 2010-01-01 – 2014-12-31.
- Energimyndigheten (2011). Programmet för energieffektivisering. Erfarenheter och resultat efter fem år med PFE.
- Energimyndigheten (2013). Programbeskrivning för programmet Järn- och stålindustrins energianvändning – forskning och utveckling 2013–2017.
- Energimyndigheten (2015). Energiläget 2015
- Energimyndigheten (2016). Pressmeddelande: Koldioxidfri stålltillverkning möjlighet för svensk industri. 2016-06-14
- Energimyndighetens beslut projekt 21494-1.
- Energimyndighetens beslut projekt P12396-1
- Energimyndighetens hemsida, <http://www.energimyndigheten.se/energieffektivisering/program-och-uppdrag/avslutade-program/pfe/>
- Gundersen, T. och Fogelholm, C.-J. (2000). Process Integration Research Programme Evaluation Report. 2000-03-03
- Gundersen, T. och Fogelholm, C.-J. (2003) Process Integration Research Programme Evaluation Report, 2003-12-05
- Jernkontoret (2008). Energikompetens inom gruv- och stålindustri. Slutrapport. D824.
- Jernkontoret (2012). Energiforskning inom svensk stålindustri – En syntesrapport inom Jernkontorets Energiprogram 2006-2010. D 839.
- Jernkontoret (2012). Energiforskning inom svensk stålindustri: En syntesrapport inom Jernkontorets Energiprogram 2006-2010
- Jernkontoret (2012). Energiforskning inom svensk stålindustri: En syntesrapport inom Jernkontorets Energiprogram 2006-2010
- Jernkontoret (2012). Energiforskning inom svensk stålindustri: En syntesrapport inom Jernkontorets Energiprogram 2006-2010

Jernkontoret, Svenskt Aluminium och Svenska Gjuteriföreningen (2013). Nationell samling kring metalliska material. En strategisk forsknings- och innovationsagenda

Jernkontorets hemsida, [www.jernkontoret.se](http://www.jernkontoret.se)

Metalliska materials hemsida, [www.metalliskamaterial.se](http://www.metalliskamaterial.se)

MISTRAs hemsida, [www.mistra.org/](http://www.mistra.org/)

Morfeldt, J. (2014). Tools for Evaluating Energy Efficiency of Steel Production. KTH.

Morfeldt, J. et.al. (2015). Robusta energi- och klimatindikatorer för stålindustrin. Jernkontoret. Rapport D861

Nutek (1998). Processintegration – Nuteks forskningsprogram för optimering och förbättring av energisystem.

Nutek beslut P10731-1

Prevas. Odaterat informationsblad om FOCS.

Regeringen (2004). Innovativa Sverige – en strategi för tillväxt genom förnyelse”, Ds 2004:36

Regeringen (2005). Metallurgi – en del av Innovativa Sverige”, N5057, Näringsdepartementet

”Risk att vi lämnar Sverige”. Debattartikel, Dagens Industri 2016-01-28.

<http://www.di.se/artiklar/2016/1/28/debatt-risk-att-vi-lamnar-sverige/>

Stern, P. et.al. (2013). Long Term Industrial Impacts of the Swedish Competence Centres. Vinnova Analysis VA 2013:10. Stockholm: VINNOVA.

Stålfors, S., et.al. (2014). Utvärdering av programmet Effektivisering av industrins energianvändning – forskning och utveckling. Faugert & Co Utvärdering

Swerea MEFOS hemsida, <http://www.swerea.se/en/collaboration/member-programmes/welcome-to-prisma/history>.

Swerea MEFOS hemsida, [www.swerea.se/mefos/medlemsforetag](http://www.swerea.se/mefos/medlemsforetag)

Vinnova (2016). Strategiska innovationsprogram. <http://www.vinnova.se/sv/Var-verksamhet/Gransoverskridande-samverkan/Samverkansprogram/Strategiska-innovationsomraden/strategiskainnovationsprogram/>.

World Steel Association (2016). World steel in figures 2016

Åström, T. et.al. (2015). Långsiktig utveckling av svenska lärosätens samverkan med det omgivande samhället. Effekter av forsknings- och innovationsfinansiärers insatser. Vinnova Analys VA 2015:03.

Åström, T. N. Ipek, och M. Terrell (2011). Utvärdering av Strategiskt stålforskningsprogram för Sverige. Vinnova

Faugert & Co Utvärdering AB  
Skeppargatan 27, 1 tr.  
114 52 Stockholm Sweden  
T +46 8 55 11 81 00  
E [info@faugert.se](mailto:info@faugert.se)  
[www.faugert.se](http://www.faugert.se)  
[www.technopolis-group.com](http://www.technopolis-group.com)