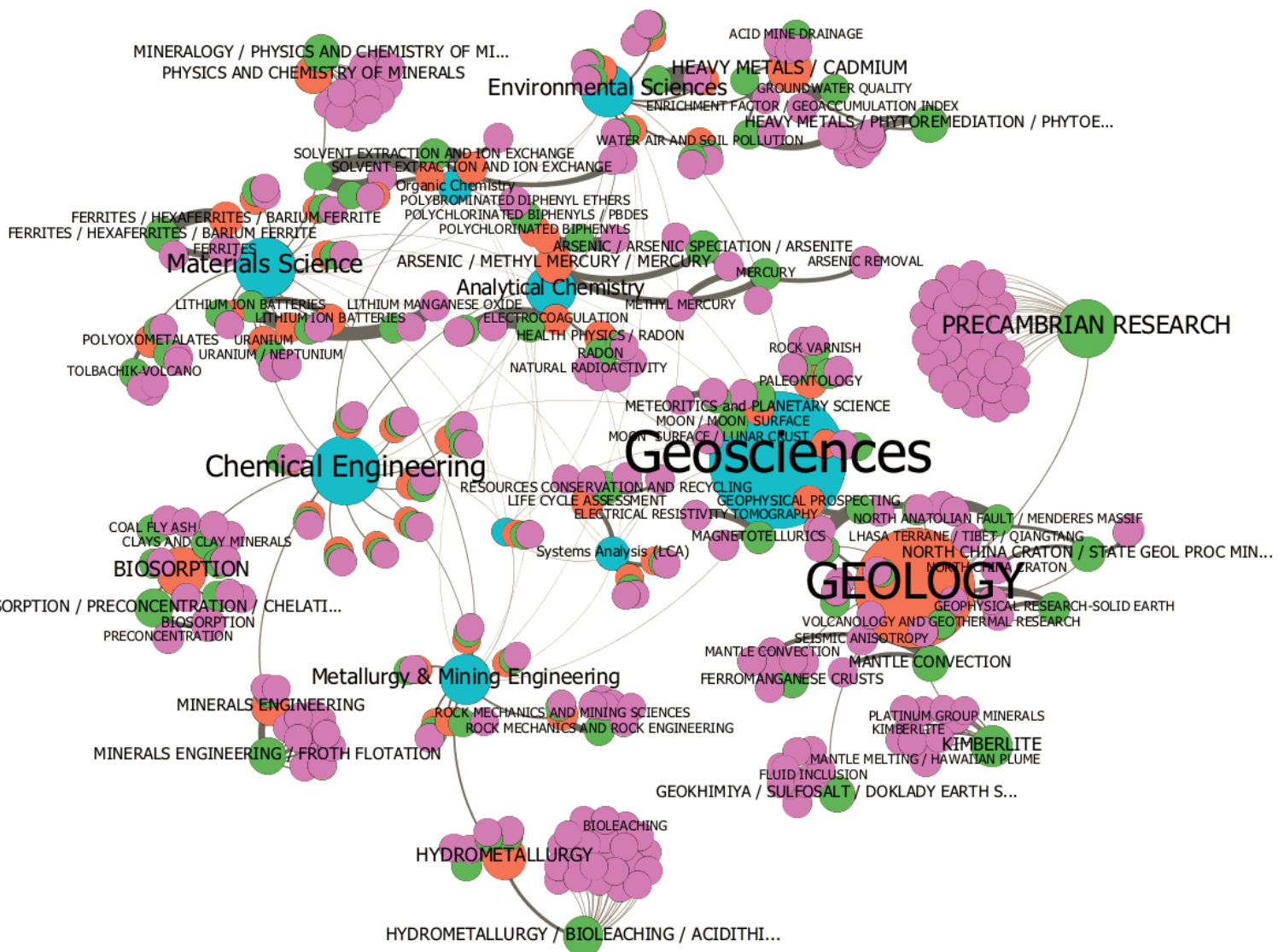


# Forskning inom gruv- och mineralområdet

## En studie av styrkor och samverkan

SUSANNE GYLESJÖ, ANNIKA ZIKA-VIKTORSSON & MARGARETA GROTH



**Titel:** Forskning inom gruv- och mineralområdet - *En studie av styrkor och samverkan*

**Författare:** Susanne Gylesjö, Annika Zika-Viktorsson & Margareta Groth - Vinnova

**Serie:** Vinnova Information VI 2017:01

**ISSN:** 1650-3120

**Utgiven:** Februari 2017

**Utgivare:** Vinnova - Verket för Innovationssystem/Swedish Governmental Agency for Innovation Systems

**Diariernr:** 2015-01322

---

## **Vinnova stärker Sveriges innovationskraft för hållbar tillväxt och samhällsnytta**

Vinnova är Sveriges innovationsmyndighet. Vår uppgift är att främja hållbar tillväxt genom att förbättra förutsättningarna för innovation och att finansiera behovsmotiverad forskning.

Vinnovas vision är att Sverige ska vara ett globalt ledande forsknings- och innovationsland som är attraktivt att investera och bedriva verksamhet i. Vi främjar samverkan mellan företag, universitet och högskolor, forskningsinstitut och offentlig verksamhet. Det gör vi genom att stimulera ökat nyttiggörande av forskning, investera långsiktigt i starka forsknings- och innovationsmiljöer och genom att utveckla katalyserande mötesplatser. Vinnovas verksamhet är även inriktad på att stärka internationell samverkan. Vi fäster stor vikt vid att samspela med andra forskningsfinansiärer och innovationsfrämjande organisationer för större effekt. Varje år investerar Vinnova drygt 2,7 miljarder kronor i olika insatser. Vinnova är en statlig myndighet under Näringsdepartementet och nationell kontaktmyndighet för EU:s ramprogram för forskning och utveckling. Vi är också regeringens expertmyndighet inom det innovationspolitiska området. Vinnova bildades 1 januari 2001. Vi är drygt 200 personer och har kontor i Stockholm och Bryssel. Generaldirektör är Charlotte Brogren.

I publikationsserien **Vinnova Information** publiceras informations- och presentationsmaterial som beskriver Vinnovas verksamhet. Det kan röra sig om programskrivningar, projektkataloger, seminariedokumentation, verksamhetsberättelser etcetera. I denna serie kan även strategiskt viktiga remissvar, regeringsuppdrag, verksamhetsplanering eller andra dokument som återger Vinnovas synpunkter och policymässiga ställningstaganden förekomma.

---

I Vinnovas publikationsserier redovisar bland andra forskare, utredare och analytiker sina projekt.

Publiceringen innebär inte att Vinnova tar ställning till framförda åsikter, slutsatser och resultat. Undantag är publikationsserien

Vinnova Information där återgivande av Vinnovas synpunkter och ställningstaganden kan förekomma.

Vinnovas publikationer finns att beställa, läsa och ladda ner via [www.vinnova.se](http://www.vinnova.se).

Tryckta utgåvor av Vinnova Analys och Rapport säljs via Wolters Kluwer, [www.wolterskluwer.se](http://www.wolterskluwer.se), tel 08-598 191 90 eller [kundservice@wolterskluwer.se](mailto:kundservice@wolterskluwer.se)

Vinnova's publications are published at [www.vinnova.se](http://www.vinnova.se)

**Forskning inom gruv- och  
mineralområdet**  
*En studie av styrkor och samverkan*

---

FÖRFATTARE: SUSANNE GYLESJÖ, ANNIKA ZIKA-VIKTORSSON  
& MARGARETA GROTH - VINNOVA

Titel: Forskning inom gruv- och mineralområdet – *En studie av styrkor och samverkan*

Författare: Susanne Gylesjö, Annika Zika- Viktorsson & Margareta Groth - Vinnova

Serie: Vinnova Information VI 2017:01

ISSN: 1650-3120

Utgiven: Februari 2017

Utgivare: Vinnova - Verket för Innovationssystem/Swedish Governmental Agency for Innovation Systems

Diarienummer: 2015-01322

Produktion & layout: Vinnovas Kommunikationsavdelning

# Innehållsförteckning

<b>Förord</b>	<b>5</b>
<b>Sammanfattning</b>	<b>7</b>
<b>1 Inledning</b>	<b>9</b>
<b>2 Genomförda aktiviteter</b>	<b>10</b>
2.1 Sammanfattning av rapport: Sammanställning av strategiska dokument och rapporter inom gruv- och mineralforskning	10
2.1.1 Övergripande reflektioner	15
2.2 Sammanfattning av rapport: Forskning och framtid-Svensk gruvindustri i perspektiv	16
2.3 Sammanfattning av slutsatser från två bibliometriska studier	17
2.3.1 Bibliometriska ansatser	18
2.4 Finansieringsbild	21
<b>3 Resultat från undersökning om forskningssamverkan på gruv- och mineralområdet</b>	<b>23</b>
3.1 Bakgrund	23
3.2 Undersökning av läget inom gruv- och mineralforskning	23
3.2.1 Viktiga styrkor beskrivna av undersökningsdeltagarna	25
3.2.2 Utmaningar beskrivna av undersökningsdeltagarna	26
3.3 Samverkan för forskning och innovation	27
3.3.1 Fördelar med och kritiska aspekter av samverkan	29
3.3.2 Hur samverkan bör drivas	31
3.4 Sammanfattande kommentarer	32
<b>4 Sammanfattning och slutsatser</b>	<b>34</b>
4.1 Ämnesöversikt	34
4.2 Styrkor och utmaningar	34
4.2.1 Styrkeområden inom svensk gruv- och mineralforskning	34
4.2.2 Utmaningar för gruv- och mineralforskningen i Sverige	36
4.3 Förbättringar i samverkan mellan forskningsaktörer	38
4.4 Kategorisering av forskningssatsningarna med avseende på i vilken grad de beaktar den cirkulära ekonomin	38
<b>5 Vinnovas förslag</b>	<b>40</b>
<b>6 Förteckning över bilagor</b>	<b>42</b>



## Förord

---

I mars 2015 fick Vinnova i uppdrag att utföra en ämnesöversikt och en kartläggning inom gruv- och mineralforskningsområdet. Uppdraget är en del i arbetet med att uppnå den målbild som finns formulerad i Sveriges mineralstrategi:

*”Svensk forskning inom gruv- och mineralrelaterade områden ska vara världsledande och präglas av ett väl fungerande samarbete mellan näringsliv och akademi. Forskningsresultat ska tillämpas av näringen och stärka gruv- och mineralnäringens konkurrenskraft. ”*

I samband med uppdraget till Vinnova fick även Vetenskapsrådet i uppdrag att göra en bibliometrisk studie inom området. Vetenskapsrådets studie ingår som en del i Vinnovas uppdrag och rapport.

Arbetet har involverat många av gruv- och mineralområdets intressenter vilka alla på ett mycket värdefullt sätt har bidragit med sitt kunnande i olika delstudier och workshops. Vi vill särskilt tacka alla som bidragit till arbetet.

Den här rapporten baseras på den slutredovisning av uppdraget som lämnades till Regeringen i juni 2016.

Rapporten innehåller en beskrivning av området med styrkor och utmaningar och förslag på hur samverkansformer kan förbättras. I rapporten finns en finansieringsöversikt och bibliometriska uppgifter samt en översikt av samverkan inom området baserat på en enkät och intervjuer.

Vinnova i februari 2017

*Margareta Groth*  
Enhetschef industriell utveckling  
Avdelning industriell utveckling och innovationsledning

*Susanne Gylesjö*  
Projektansvarig & handläggare

*Annika Zika-Viktorsson*  
Handläggare





## Sammanfattning

---

Vinnova har fått i uppdrag av regeringen att ta fram en översikt över svensk forskning på gruv- och mineralområdet och att kartlägga forskningsområdets styrkor och utmaningar samt att föreslå hur olika typer av samverkan inom forskning kan utvecklas och förbättras.

Uppdraget initierades i samband med att den svenska mineralstrategin presenterades i februari 2013. Uppdraget gavs till Vinnova i mars 2015 och avslutades i juni 2016. I samband med uppdraget till Vinnova fick även Vetenskapsrådet i uppdrag att göra en bibliometrisk studie inom området. Vetenskapsrådets studie ingår som en del i detta uppdrag. Vinnova har låtit göra en kompletterande bibliometrisk studie.

Vinnova har också låtit göra en kartläggning av områdets styrkor och svagheter samt en överblick över tidigare svenska och europeiska forskningsinsatser. Därutöver har Vinnova genomfört en enkät och intervjuer. Vinnova har också sammanställt en översikt av forskningsfinansieringen inom området.

Samverkan mellan industri och akademi inom gruv- och mineralforskningsområdet är väletablerat i Sverige och är en av de mest framträdande styrkorna i denna rapport. Denna samverkan bidrar bland annat till att forskningen inom området får hög industriell relevans vilket skapar förutsättningar för nyttiggörande. Det finns även tydliga utmaningar som är kopplade till olika förväntningar och skilda perspektiv, samspel mellan universitet och forskningsinstitut samt ledarskap. Spetskompetens bedöms finnas inom flera ämnesområden som exempelvis brytningsteknik, anrikningsteknik och metallurgi. Även miljöområdet bedöms vara starkt och det är också ett område som tillsammans med återvinning är viktigt att bedriva forskning inom i framtiden. Speciellt eftersom cirkulär ekonomi lyfts fram både nationellt och internationellt och det är en generell trend att arbeta mot en högre grad av materialutnyttjande. Urban mining är ett annat potentiellt framtida styrkeområde, men i dagsläget saknas verktyg för värdering av återvinningspotentialen hos svenska mineral- och metalltillgångar. En annan viktig utmaning rör konjunkturvariationerna som gruvbranschen starkt påverkas av. Forskningskompetens riskerar att utarmas när konjunkturerna viker och finansiering dras undan. Mer långsiktiga satsningar och längre projekt skulle göra forskningen mindre känslig för sådana variationer och samtidigt gagna effektiv forskningssamverkan och den forskning som görs på långsamma processer. Andra möjligheter ligger i utvecklingen av ny kunskap och kompetens samt i nytänkande och ökat fokus på möjligheter. Tvärvetenskapligt och multidisciplinärt samarbete behövs för att utveckla gruv- och mineralforskningen liksom mer av grundforskning som säkerställer kunskapsuppbyggnad.

Baserat på kartläggning, enkät och intervjuer med områdets aktörer föreslår Vinnova *en fortsatt och förstärkt satsning på strategiska innovationsprogram* inom området, förslagsvis med följande delkomponenter:

- En satsning på nationell forskarskola inom gruv- och mineralområdet som bedrivs gemensamt av flera lärosäten, förslagsvis även med internationell koppling

- Särskilda åtgärder för att stärka ledningen av komplexa samverkansprojekt
- Incitament för kompetensöverskridande samverkan inom och utom gruv- och mineralområdet
- En särskild satsning för framtida områden med hög potential som ännu inte attraherar industriell medfinansiering, exempelvis urban mining och substitution av kritiska råvaror
- Särskilda incitament för mobilitet mellan samtliga aktörstyper inom området

Från vår kartläggning och undersökning ser vi att det finns intresse och behov av sådana satsningar, men att de inte ryms inom befintliga resurs- och budgetramar. Det strategiska innovationsprogrammet STRIM är en viktig och samlande aktör inom området, och adresserar en del av förslagen ovan, till exempel har de planer på att starta en forskarskola i år och deras breda öppna utlysningar inkluderar framtida områden med hög potential och uppmuntrar kompetensöverskridande samverkan, men det behövs ytterligare förstärkning.

Därutöver bör en satsning på grundforskning inom området kunna stimulera såväl framtida behovs- och excellensområden som kompetensförsörjning.

Gruv- och mineralområdet är ett område av hög samhällsrelevans. Efterfrågan på metaller och mineral ökar kontinuerligt på grund av ekonomisk tillväxt och en globalt växande medelklass. Även ny energiteknik och annan teknik medför ökad efterfrågan. Svensk forskning är generellt starkt inom gruv- och mineralområdet och Sverige har en effektiv och konkurrenskraftig industri. För att attrahera fler investeringar i svensk industri och i svensk forskning behövs målmedvetna och långsiktiga satsningar såsom strategiska innovationsprogram.

# 1 Inledning

---

Vinnova fick den 11 mars 2015 i uppdrag att genomföra en ämnesöversikt och kartläggning av svenska styrkor och utmaningar inom gruv- och mineralforskningsområdet. Enligt uppdraget ska översikten innehålla en bibliometrisk utvärdering av de aktuella forskningsområdena (denna del har utförts av Vetenskapsrådet), samt en kartläggning av historiska och kommande forskningssatsningar inom de aktuella forskningsområdena. Även forskningsområdena ”urban mining”, återvinning av metaller (särskilt kritiska metaller) och substitution av kritiska metaller är inkluderade i uppdraget. Uppdraget anger också att kartläggningen bör innefatta en kategorisering av forskningssatsningarna med avseende på i vilken grad de beaktar den cirkulära ekonomin.

Det huvudsakliga målet med uppdraget är att ta fram en kartläggning över svenska styrkor och utmaningar inom gruv- och mineralforskningsområdet samt att lämna förslag på hur samverkansformer mellan forskningsaktörer inom gruv- och mineralområdet kan förbättras.

Uppdraget utgör en del i arbetet med att uppnå den i Sveriges mineralstrategi formulerade målbilden:

*”Svensk forskning inom gruv- och mineralrelaterade områden ska vara världsledande och präglas av ett väl fungerande samarbete mellan näringsliv och akademi. Forskningsresultat ska tillämpas av näringen och stärka gruv- och mineralnäringens konkurrenskraft.”*

Gruv- och mineralområdet är ett område med hög samhällsrelevans. Efterfrågan på metaller och mineral ökar kontinuerligt på grund av ekonomisk tillväxt och en globalt växande medelklass. Även ny teknik som till exempel energiteknik medför ökad efterfrågan. Det blir allt viktigare med en effektiv och hållbar gruv- och mineralindustri. Forskning på området är en central del för att möjliggöra detta. Svensk forskning är generellt starkt inom gruv- och mineralområdet och vår industri är effektiv, men det är viktigt att vi fortsätter jobba för att behålla det vi är bra på samt möta våra utmaningar och hantera våra svagheter.

Slutrapporten beskriver styrkor och svagheter, inklusive finansieringsöversikt och bibliometriska uppgifter, inom gruv- och mineralområdet (kapitel två), en översikt av samverkan inom området, baserat på en enkät och intervjuer (kapitel tre) samt beskrivning av området med styrkor och utmaningar och förslag på hur samverkansformer kan förbättras (kapitel fyra). Texterna i kapitel två och tre är sammanfattningar av ett antal rapporter som redovisas i bilagor till denna rapport. Vinnovas förslag återfinns i kapitel fem.

Inom Vinnova har uppdraget genomförts av Susanne Gylesjö (projektledare) och Annika Zika-Viktorsson under ledning av enhetschef Margareta Groth. Lennart Stenberg har bidragit till den bibliometriska analysen.

## 2 Genomförda aktiviteter

---

I det här kapitlet sammanfattas de rapporter och studier som genomförts inom ramen för uppdraget. Två rapporter som rör historik, nuläge och trender har gjorts. Dels en sammanställning över ett 20-tal strategiska dokument och rapporter inom gruv- och mineralforskningsområdet som genomfördes av Ramböll Management AB och dels en översikt av historik och trender vad gäller forskning och utveckling inom gruv- och mineralområdet globalt, inom EU, Norden och Arktis samt i Sverige som genomfördes av SAS Kawano. Därutöver har två bibliometriska studier genomförts, en av Vetenskapsrådet (hädanefter VR) via ett särskilt uppdrag inom ramen för Vinnovas uppdrag, samt en kompletterande bibliometrisk studie av bibliometrigruppen på KTH på uppdrag av Vinnova. Vidare har en översikt över forskningsfinansiering på området från tre statliga finansiärer sammanställts för de sista 15 åren.

Kartläggningen har kompletterats med en undersökning bestående av en enkät och intervjuer, denna redovisas i kapitel 3.

Uppdraget, liksom resultaten, har diskuterats och kommunicerats genom ett flertal aktiviteter med relevanta aktörer:

- Inför VRs bibliometristudie erbjöds forskare inom området att skicka in sina publiceringslistor för att kunna stämma av med VRs resultat, men även som stöd för framtagandet av nyckelord.
- Vinnova tillsatte en referensgrupp sammansatt av företrädare för akademi, näringsliv och myndigheter inom området. Gruppen har satts samman även med tanke på geografisk fördelning.
- I november genomfördes en workshop med 14 personer från referensgruppen, samt ytterligare personer från Ramböll och Vinnova. Workshopen syftade till att i en interaktiv form ta del av referensgruppens synpunkter och kunskaper på gruv- och mineralforskningsområdet samt på sammanställningen som Ramböll genomfört. Deltagarna fick också möjlighet att komplettera de områdesindelningar som Rambölls arbete resulterat i samt att diskutera styrkeområden och utmaningar.
- Referensgruppen gavs möjlighet att lämna synpunkter på VRs bibliometristudie.
- Referensgruppen gavs möjlighet att lämna synpunkter på Rambölls rapport med avseende på vad de ansåg viktigt att Vinnova tog med i fortsättningen av uppdraget.
- I slutet av december deltidrapporterades uppdraget till Näringsdepartementet.
- På Bergforskardagarna den 24 maj presenterades resultat från uppdraget bland annat från den enkät som skickats ut till forskare inom området.
- Under hösten 2016 kommer en presentation av resultatet att anordnas på Vinnova som är öppen för alla intressenter.

### 2.1 Sammanfattning av rapport: Sammanställning av strategiska dokument och rapporter inom gruv- och mineralforskning

I syfte att titta närmare på styrkor och utmaningar för gruv- och mineralforskning och få en nulägesbild över området lät Vinnova göra en sammanställning av ett 20-tal publicerade rapporter och strategiska dokument inom gruv- och mineralområdet som beskriver svensk

forskning (se bilaga 1). Uppdraget omfattade även en workshop med relevanta aktörer inom området. Nedan sammanfattas rapporten.

Sverige är idag en av de viktigaste gruvnationerna inom Europa (EU28 och Norge, Schweiz och Island) och den största producenten av järnmalm med 80–90 procent av Europas produktion. Cirka 10 000 personer är direkt sysselsatta av gruvnäringen och ytterligare ca 35 000 personer är indirekt sysselsatta hos underleverantörer, i servicebolag etcetera 2013 bidrog gruvnäringen med 106 miljarder kronor till Sveriges BNP. Mineralnäringen säljer produkter baserade på utvinning och återvinning av ballast, industrimineral och natursten och den svenska årsproduktionen uppgår till cirka 80 miljoner ton med en omsättning av 32,1 miljarder kronor.

Generellt sett har Sverige en hållbar mineralproduktion med hög förädlingsgrad från gruva till färdig metall. Sverige har en högt utvecklad miljö- och arbetsmiljölagstiftning jämfört med andra länder, vilket har lett till att miljöpåverkan är lägre för mineraler producerade här och skapat ett slags växeldragande effekt mellan gruvbolagen, utrustningstillverkare och entreprenörer för att driva utvecklingen framåt.

Svensk gruvindustri måste vara effektiv för att kunna vara konkurrenskraftig. Detta har medfört att forskning och näring har utvecklats tillsammans och industriforskningen inom området är därför framstående. De aktörer som verkar inom gruv- och mineralforskningsområdet i Sverige är universitet och högskolor, forskningsinstitut, branschorganisationer och myndigheter samt privata aktörer.

Svensk forskning inom området, liksom den svenska näringen, kan generellt betraktas vara av internationellt hög klass.

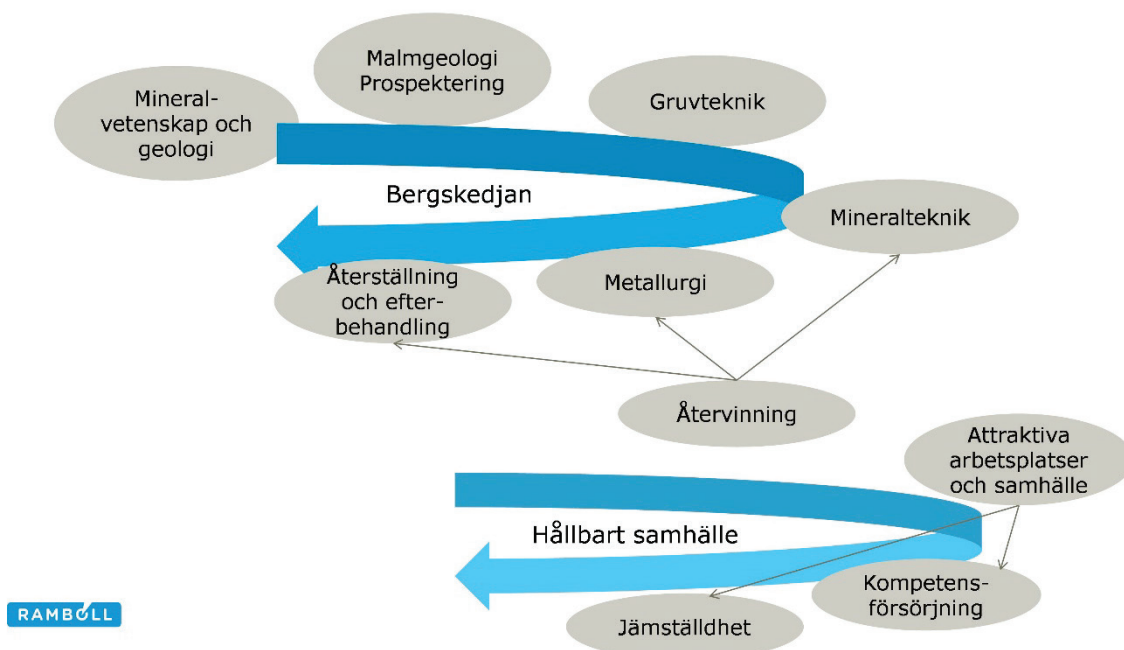
Denna sammanställning har delat in gruv- och mineralforskningsområdet i åtta delområden:

- 1 Mineralvetenskap och geologi
- 2 Malmgeologi och prospektering
- 3 Gruv- och brytningsteknik
- 4 Mineralteknik
- 5 Metallurgi
- 6 Återvinning, urban- och landfill mining
- 7 Återställning och efterbehandling
- 8 Attraktiva arbetsplatser och samhälle

Inom området metallurgi så har bara forskning med direkt koppling till gruv- och mineralområdet har beaktats, ståltillverkning ingår inte. Substitution av metaller ingår inte i denna sammanställning då detta fält faller mer inom materialvetenskap som skulle bli alltför omfattande att ta med i studien.

Områdena rör sig runt två huvudsakliga noder: bergskedjan och det hållbara samhället, se figur 1 nedan.

Figur 1 Områdesindelningens förhållande till noderna "Bergskedjan" och "Hållbart samhälle"



Baserat på sammanställningen och resultat av workshopen som anordnades i samband med slutförandet av sammanställningen har följande punkter per område noterats.

*Mineralvetenskap och geologi* omfattar till exempel grundläggande studier av mineralens kemiska, strukturella och fysikaliska egenskaper och även experimentell mineralogi och mineralnomenklatur.

Ett styrkeområde som lyfts fram är karakterisering av mikrostrukturer i bergarter med koppling till materialfunktion och mekaniska egenskaper.

Mycket av den geokemiska forskningen inom området som utförs idag utförs på utländsk geologi och gynnar därmed inte Sverige direkt.

En annan utmaning är att kompetensen inom området riskerar att försvinna på sikt.

En trend är att forskning inom området kommer att fokusera mer och mer på att kvantifiera mineralsammansättningen, vilket innebär att tillgång till avancerade instrument som kan identifiera och kvantifiera mineral kan bli avgörande inom detta område (till exempel utrustning som tillåter högupplöst analys i realtid).

*Malmgeologi och prospektering* omfattar både grundläggande geologisk forskning om bildning av malm- och mineralförekomster och utveckling av prospekteringsmetoder.

Agendan för det strategiska innovationsprogrammet för Gruv- och Metallutvinning (SIP STRIM) pekar bland annat ut innovativa undersöknings- och prospekteringsmetoder på stora djup med förbättrad borrhäls-teknik, effektivare geofysiska metoder för undersökning på stora djup och 3D modellering av malmkroppar samt modellering av bildandet av malmkroppar som intressanta områden.

Kunskapen om Europas berggrund är bristfällig när det gäller djupa fyndigheter och uppskattningarna av EU:s malmreserver tros vara underskattade. Det finns ett behov att systematiskt kartlägga Sveriges berggrund och att utveckla metoder för att undersöka berggrundens djupare lager.

Svensk forskning anses av workshopdeltagarna att vara starkt inom malmgeologi generellt och mer specifikt inom 4D-modellering, utveckling av borrheter och geometallurgi, men det finns fortfarande ett stort forskningsbehov inom området. Området geometallurgi bedöms kunna bli viktigt i takt med att komplexa och lågradiga malmer bryts.

Kartläggning av kritiska råvaror i Sverige är ytterligare ett forskningsbehov som nämns.

En utmaning inom området är att redan i prospekteringsfasen få kunskap om variationer i sammansättningen hos mineraliseringar för att redan innan produktionsfasen kunna designa till exempel anrikningsprocessen.

Inom området *gruv- och brytningsteknik* återfinns verksamhet som handlar om att bryta malm/berg såsom sprängning, krossning, transport och sortering.

Området anses som ett styrkeområde i Sverige generellt, speciellt inom gruvutrustning där svenska leverantörer är världsledande. Inom mineralindustrin ses det som en fördel att Sverige är ett litet land då kombinationen av internationell klass på produktionsteknik och korta (informella) kontaktvägar mellan industri, maskinleverantörer och forskning är gynnsam.

En trend inom området, som inom många andra områden, är att gå mot ökad automation och digitalisering. Detta område är relativt bra i Sverige redan nu men anses kunna utvecklas och bli ett svenskt styrkeområde i framtiden.

Trenden att vi går mot att utvinna djupare fyndigheter med lägre halter medför utmaningar och ökat forskningsbehov på till exempel brytningsprocessen, utrustning, arbetsmiljö och logistik etcetera. Integrerad processkontroll anses viktigt för att anpassa och effektivisera alla steg.

Den kanske största utmaningen är att ta fram effektivare och mer hållbara produktionsprocesser och att minska energiförbrukningen under brytning och krossning.

Arbetsmiljö och säkerhet blir mer och mer aktuellt allteftersom man bryter djupare gruvor. En aspekt där arbetsmiljö och effektivisering av brytningsmetoder anknyter till varandra är förståelse av de seismiska händelserna i gruvan, förstärkningar som tål deformationer, automation och utveckling av kommunikationssystem.

Mineralindustrin nämner vikten av att hitta effektiva åtgärder mot damning, som är ett arbetsmiljöproblem under brytningsprocessen, men också ett miljöproblem.

*Mineralteknik* omfattar, malning, anriknings- och separationsmetoder.

Svensk forskning är starkt inom anriknings- och separationsmetoder, som till exempel flotation, liksom inom utrustning för behandling av malm och mineral. Inom cementindustrin

nämns forskning om energieffektivare förbränningsteknik, alternativa bränslen och koldioxidlagring (CCS) som starka områden.

Trenden mot mer låghaltiga malmer med komplex mineralogi kan kräva ny teknik för bättre separationsmetoder och anrikning.

Den kanske största utmaningen är att förbättra den totala resurseffektiviteten dvs. förbättrad utvinning av mineral/metall med minskad energi- och vattenförbrukning. Även inom detta område betonas behovet att integrera de olika delarna som ingår i värdekedjan så att information som tas fram vid prospektering och brytning kan användas för att optimera och effektivisera de mineraltekniska processerna.

På workshopen lyftes det fram att kunskap och erfarenhet från andra processindustrier skulle kunna vara till nytta.

I området *metallurgi* har forskning med direkt koppling till gruv- och mineralområdet beaktats. Ståltillverkning har valts bort då det är ett eget område och inte bedöms vara relevant för denna studie.

Styrkeområden här är kopplade till kunskap om specialdesignade metallurgiska processer. Det finns även en bra infrastruktur och rutiner för att samla in skrot och andra material som kan blir råvara.

I SIP STRIMs agenda konstateras att det finns ett behov av forskning som med en holistisk syn kombinerar mineralteknik, hydrometallurgi och pyrometallurgi för att utvinna mer från dagens råvara och eliminera förorenande ämnen som begränsar återvinning av skrot.

Mineraltekniska och metallurgiska processerna måste anpassas till varierande sammansättning och låga halter.

*Återvinning, urban- och landfill mining* handlar om flera potentiella källor för sekundär utvinning av metaller och mineral. Återvinning omfattar återvinning från gruvavfall, avfallsströmmar från andra industrier, rökgasrening, nedlagd infrastruktur etcetera Detta är starkt kopplat till mineralteknik och metallurgi. Urban och landfill mining handlar främst om att utvinna metallföremål som till exempel kablar och rör samt skrot från nedlagd infrastruktur och deponier. Det här är delvis relativt nytt område som växer då trenden att gå mot en mer cirkulär ekonomi är stark. Hög grad av materialnyttjande är en generell trend där mer skall utvinnas och mindre avfall skall genereras.

Utmaningar inom området handlar dels om att hitta och ta fram resursen och dels om att utvinna metallen med hjälp av metallurgiska processer. Workshopdeltagarna lyfte urban mining som ett potentiellt framtida styrkeområde, men verktyg för värdering av återvinningspotentialen av svenska sekundära mineral- och metalltillgångar saknas. Skattesystem betraktas som en annan utmaning. På workshopen lyftes det att det skulle behövas en myndighet som har sektorsansvar för frågor gällande resursutvinning från deponier och nedlagd infrastruktur. För att hitta en affärsmodell för återvinning med god lönsamhet behövs incitament och en lagstiftning som styr mot en cirkulär ekonomi.



Forskningen inom *återställning och efterbehandling* handlar huvudsakligen om vittring av mineral i gruvavfall, lakning, spridning av tungmetaller och försurande ämnen, samt om utveckling av metoder för att motverka negativa miljöeffekter av sådana processer.

Viktiga forskningsbehov är till exempel att minska eller hindra Acid Mine Drainage (AMD) samt att minska utsläpp av kväve och cyanider, minska damning och grundforskning om sulfid- och sekundär mineralbildning och stabilitet.

Också i detta område behövs ett systemtänkande där man ser till helheten och undviker att "optimera" varje steg för sig. Exempelvis kan olika efterbehandlingsmetoder kombineras vid olika tidpunkter under gruvdriften för att uppnå den bästa effekten. Avfallshantering behöver bli en del av den integrerade gruvprocessen även om efterbehandling ofta sker efter (tidsmässigt) att gruvbrytning upphört.

Frågor kring utsläpp till vatten och påverkan på den biologiska mångfalden behöver belysas då efterbehandling av gruvområdet bedöms bli en avgörande fråga i prövningsprocessen.

Forskning gällande *attraktiva arbetsplatser och samhälle* ingår i viss omfattning även i övriga områden. Kompetensförsörjning som en viktig aspekt för näringen för att säkerställa effektivt resursnyttjande och hållbar utveckling. För att skapa attraktiva arbetsplatser behövs även en förbättrad arbetsmiljö (i takter) avseende buller, damning och vibrationer, att utveckla människa-maskin-interaktionen och automation samt bättre ergonomi, identifiera och minimera risker för att öka säkerheten etcetera

Här ingår även genusperspektivet i gruvindustrin där till exempel LTU har omfattande forskning som menar att dessa frågor har strategisk betydelse bland annat för en bred och hög kompetensförsörjning och en socialt hållbar utveckling av gruvsektorn.

### 2.1.1 Övergripande reflektioner

I ett mer övergripande perspektiv identifierades några generella utmaningar för innovationer i gruvbranschen. Analysen visade att de största utmaningarna för branschen i Norden rör efterfrågan på hållbar gruvdrift, svårigheter i samband med prospektering av nya mineralfyndigheter, en konservativ inställning till innovation inom gruvindustrin, den globala konkurrensen och ett fokus på kortsiktiga ekonomiska indikatorer samt avsaknad av pilot- och demonstrationsförsök/-anläggningar.

Fortsatt utveckling inom dessa områden kräver samspel mellan den akademiska världen, gruvbolagen samt leverantörer av utrustning och tjänster.

För alla utmaningar är det viktigt att ha ett helhetsperspektiv och att integrera behoven i de olika stegen i kedjan för att kunna optimera gruvprocessen.

Energieffektivisering ses som en gemensam utmaning för hela branschen. Att kunna utvinna mer av den brutna malmen handlar om att spara energi, minska miljövtrycket och samtidigt öka lönsamheten. Man bedömer att automation och digitalisering är av yttersta vikt i forsknings- och utvecklingsbehovet.

Det är viktigt att komma ihåg de olika förväntningarna hos inblandade när akademisk och industridriven forskning sammanförs. Tillämpningen av forskningsresultaten behöver främjas och stödjas exempelvis med hjälp av demonstrationsprojekt, pilotanläggningar etcetera. Behovet av den typen av åtgärder har framkommit i de flesta delområden som undersökts.

Kompetensförsörjning är en annan nyckelfråga för branschen. Både industrin och samhällen där gruvorna finns behöver vara attraktiva för arbetskraft. Forskning visar på att en modernisering av hur branschen arbetar med styrning av verksamheten och hur den är organiserad kan leda till en mer jämställd bransch och därmed också säkra en tillströmning av kompetens.

Svensk gruv- och mineralindustri är effektiv i ett internationellt perspektiv men behöver fortsätta utvecklas. De viktigaste frågorna för fortsatt framgång för forskningen och näringen som beskrivs i denna rapport är:

- Undersökning av den djupa berggrunden för att hitta nya fyndigheter och nya malmer. Sällsynta jordartsmetaller är särskilt viktiga.
- Digitalisering, informationsinsamling och analys-on-line och automation av hela kedjan från geofysiska undersökning, borrhning, brytning och anrikning. Visionen är att processen i sin helhet skall optimeras till skillnad till från tidigare arbetssätt där varje steg optimerats för sig och information viktig i de andra stegen inte tas till vara.
- Utveckling av metoder för att utvinna fler och mer mineral från komplexa malmer med låga halter.
- Utveckla metoder där det som idag ses som avfall kan upparbetas och/eller behandlas för att kunna bli en restprodukt som kan användas.
- Satsningar på teknologi för att skapa säkra och attraktiva arbetsplatser.
- Holistiskt och tvärvetenskaplig utbildning och gruvforskning.
- Samarbete mellan teknikämnen och samhällsvetenskap.
- Teoretisk och tillämpad genusforskning i industrimiljö.

## **2.2 Sammanfattning av rapport: Forskning och framtid-Svensk gruvindustri i perspektiv**

Inom ramen för uppdraget har Vinnova låtit göra en översikt över historik och trender vad gäller forskning och utveckling inom gruv- och mineralområdet globalt, inom EU, Norden och Arktis samt i Sverige. Nedan följer en sammanfattning av huvudpunkterna i rapporten som finns som bilaga 2.

Megatrender som globalisering, urbanisering och digitalisering påverkar gruv- och mineralindustrin i stor utsträckning. En globalt växande medelklass och globala konsumtionsmönster medför att efterfrågan på råmaterial ökar. Ny energiteknik skapar också efterfrågan på metaller och mineraler.

Gruv- och mineralindustrin påverkas starkt av handelsrestriktioner, och det var Kinas exportrestriktioner av sällsynta jordartsmetaller som bidrog till att EU lanserade Råvaruinitiativet 2008. Råvaruinitiativet lanserades som ett viktigt initiativ för att skapa ökad konkurrenskraft och ökad sysselsättning samtidigt som behovet av råvaruimport minskas genom resurseffektivitet och återvinning. Genom tillkomsten av Råvaruinitiativet fick

Kommissionen verktyg och budget att agera för att säkra tillgången på råvaror till EU. Råvaruinitiativet gjorde också att forskningsfrågorna inom området kom in på ett helt nytt sätt i det sjunde ramprogrammet och senare i H2020 samt miljardsatsningen EIT Knowledge & Innovation Centre (KIC).

Genom Råvaruinitiativet aktualiserades gruv- och mineralindustrins betydelse för EU:s medlemsländer. EU-kommissionen uppmanade medlemsländerna att ta fram nationella mineralstrategier, vilket många medlemsländer också gjorde. Den svenska mineralstrategin presenterades i februari 2013. I Sveriges närområde startades satsningar i såväl Norden som Arktis. Finland tog tidigt fram en mineralstrategi, och har gjort stora satsningar på "Green Mining". Arktis är mycket mineralrikt och är fortsatt intressant. De nordiska länderna genomför det gemensamma initiativet NordMin med bland annat gemensamma nordiska satsningar på högre utbildning. NordMin finansieras av Nordiska Ministerrådet.

Sverige har en mycket lång gruvhistoria med till exempel Garpenbergsområdet som brutits sedan 1200-talet. Falu koppargruva, liksom de senare etablerade gruvorna i Norr- och Västerbotten har haft och har stor betydelse för svensk ekonomi och export. Sveriges metall- och mineralförekomster har också lett till att svenska gruvteknikleverantörer utvecklats på ett konkurrenskraftigt sätt, med Nobel som ett historiskt exempel och ABB, Atlas Copco och Sandvik som moderna exempel. Genom åren har det funnits en kontinuerlig framåtsyftande satsning på gruv- och mineralforskning, med stark betoning på teknikutveckling. Forskningen har då kunnat stödja teknikutveckling och samtidigt också försett området med välutbildade personer. De senaste åren finns också en medvetenhet om vikten av satsa på samhällsinriktade områden, som genusmedveten attraktivitet och "social license to operate". Akademi, institut och industri har framgångsrikt verkat brett, över värdekedjor och ämnesområden.

Rapporten pekar på att det är tydligt att området påverkas av fler faktorer än konjunkturer, och att det kan vara svårt att utforma långsiktiga forsknings- och innovationsinsatser för en sektor som är cyklisk samtidigt som den påverkas starkt av politiska händelser. Det är viktigt med stabila forskningssatsningar som också är anpassade till den industriella realiteten med cyklisk ekonomi. De långa, och ofta svåröversägliga, ekonomiska cyklerna kan skapa svårigheter för samverkansforskning. Rapporten uttrycker att för områdets utveckling är långsiktig bred samverkansforskning viktigt även i framtiden. Rapporten lyfter också att det är särskilt viktigt att sådan samverkansforskning innefattar såväl samhällsfrågor som teknikutvecklingsfrågor.

### **2.3 Sammanfattning av slutsatser från två bibliometriska studier**

Inom ramen för uppdraget har två bibliometriska studier genomförts. Bibliometriska studier görs för att undersöka i vilken omfattning forskning på ett område har publicerats och vilket genomslag den har. Citeringsvärden är ett mått på genomslagskraften hos artiklar och därmed en indikation på deras kvalitet. Volymmåttet är ett mått på produktivitet.

Den första är gjord av Vetenskapsrådet (VR) som under 2015 genomförde en bibliometrisk utvärdering av gruv- och mineralforskningsområdet i Sverige och baseras på nyckelordssökning. Denna rapporterades i augusti 2015 och gjordes med syftet att utgöra ett underlag för Vinnovas regeringsuppdrag. Den andra genomfördes av KTH:s bibliometrigrupp med syftet att komplettera resultaten från VR:s studie för att utveckla bilden av hur svensk

forskning på gruv- och mineralområdet är organiserad. KTH:s studie använder sig av en klustermetod för att indela artiklarna i klasser och har utgått från artiklarna VR:s studie omfattade.

VR:s bibliometriska studie visar att den totala svenska produktionen av artiklar på gruv- och mineralforskningsområdet<sup>1</sup> ligger nära det globala genomsnittet, svenska arbeten var under delar av den studerade perioden citerade i högre omfattning än det globala snittet. Enligt KTH:s studie var den genomsnittliga citeringsgraden för svenska artiklar inom området i början av 2000-talet i nivå med världsgenomsnittet, men har under de senaste fem åren sjunkit under världssnittet. Snitten varierar inom olika delområden.

Enligt VR:s studie är *gruv- och anrikningsteknik* det största delområdet i mätningen och antalet citeringar ligger klart över vad som gäller för motsvarande artiklar i världen. Även området *Miljöaspekter av gruvverksamhet* har något högre citeringsfrekvens än världsgenomsnittet. Vissa områden, som kan betraktas som mer nya, har ännu inte gett avtryck i publiceringsvolymen. Detta gäller främst "urban mining" och substitutionsområdet.

Båda studierna visar att de som publicerar allra mest är Luleå Tekniska Universitet, Uppsala Universitet och Naturhistoriska riksmuseet, men också företagen Boliden och LKAB syns bland de som publicerar stor volym. Enligt KTH:s studie har dessa organisationer ökat sin produktion under mätperioden, men den fältnormerade citeringsgraden för publikationerna inom området har sjunkit sedan år 2000. När det gäller länders artikelproduktion är det USA och Kina som har den största produktionen. Sverige ligger på 17 plats bland de mest publicerande länderna.

### 2.3.1 Bibliometriska ansatser

En central fråga för de bibliometriska studierna är hur den totala produktionen av vetenskapliga artiklar inom gruv- och mineralområdet utvecklats i Sverige jämfört med utvecklingen i världen i stort. Svaret på frågan kompliceras av att en stor och växande andel artiklar författas av forskare från mer än ett land. I bibliometriska analyser är praxis att för artiklar med författare från flera länder tillskrivs varje land endast "sin del" av en artikel (så kallad *fraktionisering*), det vill säga om en artikel har författare från tre länder får varje land räkna sig tillgodo en tredjedels artikel.

Med det beskrivna sättet att räkna har Sveriges andel av världsproduktionen av publiceringar inom gruv- och mineralområdet enligt VR:s undersökning kraftigt minskat från en toppnivå i slutet av 1990-talet på 2,2 procent till cirka 1,3 procent under perioden 2008-2013. KTH:s studie ger i allt väsentligt samma bild av utvecklingen för den större publikationsmängd som där studeras. Resultatet förefaller således i så måtto robust.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> VR har i sin bibliometriska studie grupperat forskning inom gruv- och mineralforskning i sju delområden<sup>1</sup>: 1) Grundläggande mineralvetenskap; 2) Forskning om malmer och mineralförekomster inklusive prospektering; 3) Gruv- och anrikningsteknik; 4) Miljöaspekter av gruvverksamhet; 5) Återvinning av metaller inklusive *urban mining* och återvinning av kritiska metaller; 6) Substitution av kritiska metaller; 7) Samhällsvetenskaplig forskning.

<sup>2</sup> KTH:s studie visar samtidigt att om istället varje artikel i sin helhet tillskrivs varje land med medverkande författare blir trenden för svensk del en helt annan. Sveriges andel 2008-2013 är i detta fall 2,4 % vilket är en obetydlig medgång toppnivån på 2,6 % i slutet av 1990-talet. Eftersom i detta fall summan av alla länders andelar blir större än 100 % är dock bilden av bibehållen nivå inflaterad.

Sverige delar den kraftiga relativa nedgången med många andra etablerade forskningsnationer. Den återspeglar den dramatiska geografiska tyngdpunktsförskjutning som skett inom många områden under de senaste 15-20 åren. Det mest iögonfallande i denna utveckling är Kinas avancemang till en ledande position inom ett antal forskningsområden men även många andra länder som tidigare forskningsmässigt spelat en underordnad roll har flyttat fram sina positioner. Den internationella konkurrensen inom gruv- och mineralforskningen har med andra ord breddats och intensifierats. Med den avgränsning som gjorts i KTH-studien ökade Kina sin andel av världsproduktionen inom gruv- och mineralområdet från endast 9 procent 2000-2004 till 23 procent 2010-2014 samtidigt som USA:s andel minskade från 26 procent till 18 procent.

Bland de 19 länder som 2010-2014 hade en större publiceringsvolym än Sverige, enligt det urval av artiklar som gjordes i KTH:s studie, hade i Europa endast Polen, Spanien och Italien (marginellt) en gynnsammare utveckling än Sverige. Utanför Europa hade Kina, Indien, Australien (marginellt) Ryssland (marginellt), Iran, Turkiet, Brasilien, Sydkorea, Sydafrika och Mexiko en gynnsam utveckling.

Många av de länder som under senare år byggt ut sin forskning har gjort detta från en tidigare blygsam nivå. Av länder med större publiceringsvolym än Sverige 2010-2014 utmärker sig Australien genom att under denna period ha en vetenskaplig produktion per capita som är nästan är dubbelt så stor som Sveriges. Med samma mått ligger Kanada på en nivå knappt under Sveriges. För samtliga övriga 17 länder var antalet artiklar per capita högst hälften av Sveriges nivå och i många fall väsentligt lägre än så. Kina och Indien ligger på nivåer som är endast en åttondel respektive en femtondel av Sveriges. Det innebär att Kina och Indien tillsammans med många andra länder kan förväntas fortsätta att öka sin vetenskapliga produktion i rask takt och att det därför är mer eller mindre ofrånkomligt att Sveriges andel, liksom den för andra mogna forskningsnationer, kommer att fortsätta att minska relativt snabbt. Åtskilliga länder, flertalet utanför Europa, som idag har en lägre artikelproduktion än Sverige kommer inom de närmaste åren att passera Sverige.

Enligt VR:s undersökning ligger den relativa citeringsgraden för artiklar med författare i Sverige nära världsgenomsnittet men förefaller ha sjunkit mellan perioderna 2002-2007 och 2008-2013. Mest tydlig är nedgången i andelen citerade artiklar. Även KTH:s studie visar på en markerad nedgång i den relativa citeringsnivån för Sverige när samma mått används som i VR-studien. Enligt denna metod jämförs de identifierade artiklarna inom gruv- och mineralområdet med andra artiklar inom samma tidskriftsgrupper där de publiceras. Det framgår av KTH:s studie att med denna metod har den genomsnittliga citeringsgraden för alla artiklar, globalt inom gruv- och mineral-området, sjunkit i förhållande till den referenspopulation som används. Om de svenska artiklarna enbart jämförs med den globala produktionen av artiklar inom gruv- och mineralområdet (såsom detta avgränsats i KTH:s studie) har den svenska citeringsnivån uppvisat endast små variationer strax under världsgenomsnittet. Icke desto mindre måste nivån och utvecklingen av citeringsgraden för Sverige betraktas som medioker. Av de 19 länderna med högre produktionsvolym har åtta stycken en citeringsnivå som ligger minst 9 procent över världsgenomsnittet och i stort sett alla

dessa har haft en positiv utveckling under de senaste 10 åren. Nivån för gruvländerna Australien och Kanada ligger 20 respektive 6 procent över världsgenomsnittet.

Gruv- och mineralforskning som den definierats och avgränsats i de refererade studierna består av ett antal områden som sinsemellan är av tämligen olika karaktär och där Sveriges position, den internationella konkurrensbilden och utvecklingen över tid i dessa avseenden skiljer sig åt betydligt.<sup>3</sup> Den trend mot ökad konkurrens och geografisk tyngdpunktsförskjutning som beskrivits ovan slår emellertid igenom på alla områden. Ju finare indelning i delområden som görs desto större blir skillnaderna i Sveriges position. Vissa områden är vita fläckar där forskningen i Sverige är helt marginell samtidigt som det finns några områden där forskningsorganisationer i Sverige intar en ledande roll i världen. Ett speciellt fall är den malmgeologiska forskningen som i hög grad är geografiskt uppdelad. Som exempel på ett område där Sverige intar en tätposition kan nämnas järnmalmssintring där Luleå tekniska universitet (LTU) och LKAB 2010-2014 svarade för 3,5 respektive 2,0 procent av artikelproduktionen i världen. Endast tre kinesiska universitet publicerade fler artiklar än LTU.

Förekomsten av gruvindustri och karaktären på denna påverkar den forskning som bedrivs i olika länder. Huvuddelen av världens gruvindustri finns utanför Europa. Det är därför inte överraskande att i stort sett alla ledande forskningsorganisationer inom gruv- och anläggningsteknik återfinns utanför Europa. I Europa framstår LTU som den ledande forskningsmiljön. Huvuddelen av den forskning som resulterar i vetenskapliga artiklar inom gruv- och anrikningsteknik rör olika kemiska och biotekniska metoder för anrikning (bland annat bioläkning, flotation och tidigare nämnda järnmalmssintring) och en mindre del själva gruvdriften. Inom anrikningsdelen förefaller Sverige ha behållit sin position relativt väl medan tillgängliga data ger ett intryck av att Sverige kraftigt gått tillbaka inom bergmekanik och gruvteknik.

Enligt VR:s undersökning var för hela perioden 1990-2014 forskningen i Sverige avseende ”malmer och mineralförekomster” det svagaste av de fem statistiskt belysta områdena såväl vad gäller omfattning som citeringsgrad. Ur tillgängliga data har det inte varit möjligt att dra några slutsatser om eventuella förändringar över tiden gällande Sveriges position på området som helhet. För att tolka data, inte minst när det gäller citeringsgrad, bör den starka geografiska uppdelningen av forskningen inom malmgeologi beaktas. För den del av området som rör tillämpad geofysik och prospektering ger KTH:s studie en mycket mer positiv bild. Trots att detta är ett snabbt växande område har Sverige behållit sin position och Uppsala universitet är en av de ledande forskningsorganisationerna i världen.

Området ”återvinning av metaller” omfattar såväl livscykelanalyser (LCA) av produkter med metallinnehåll som teknologier för metallåtervinning. Inom detta mycket snabbt växande område har Sverige fortfarande en stark, om än något vikande, position med idag strax över 2,0

---

<sup>3</sup> VR:s undersökning redovisar Sveriges position för fem delområden (se ovan) för hela perioden 1990-2013 men ger ingen bild av om, och i så fall hur, denna förändrats över tiden. Det digra datamaterial som KTH-studien tagit fram möjliggör detaljerad analys av utvecklingen för olika delområden över tiden och jämförelser mellan enskilda länder. Områdesindelningen i den senare är emellertid inte direkt översättbar till VR:s indelning vilket försvårar en samlad analys. De slutsatser som redovisas om utvecklingen per delområde i det följande bör därför betraktas som tentativa och kan vid behov fördjupas ytterligare.

procent av världsproduktionen av artiklar. I artikelproduktion låg KTH 2010-2014 på en nionde plats efter universitet och institut i Kina, USA, Japan och Norge.

## 2.4 Finansieringsbild

Gruv- och mineralindustrin är av stor betydelse för Sverige och de stora forskningssatsningarna inom området har alla uppkommit genom att staten, industrin och akademien kraftsamlat kring fokuserade åtgärder som till exempel Forskningsgruvan i Luossavaara (1975-1985), Gruvteknik 2000 (1987-1992), det Strategiska Gruvforskningsprogrammet (2006-2010), MinBaS I och II (2003-2005, 2007-2010). Även pågående satsningar som MinBaS-Innovation (2013-2016) och det Strategiska Innovationsprogrammet för Gruv och Metallutvinning (SIP STRIM 2013-) är gemensamma program mellan staten och aktörerna på området.

En sammanställning har gjorts av hur forskning och utveckling på området finansierats under 2001-2015 av tre statliga finansiärer samt det strategiska forskningsområdet, finansierat via Utbildningsdepartementet, CAMM (Centre of Advanced Mining and Metallurgy, forskning och utbildning inom gruv- och mineralområdet), se figur 2 nedan.

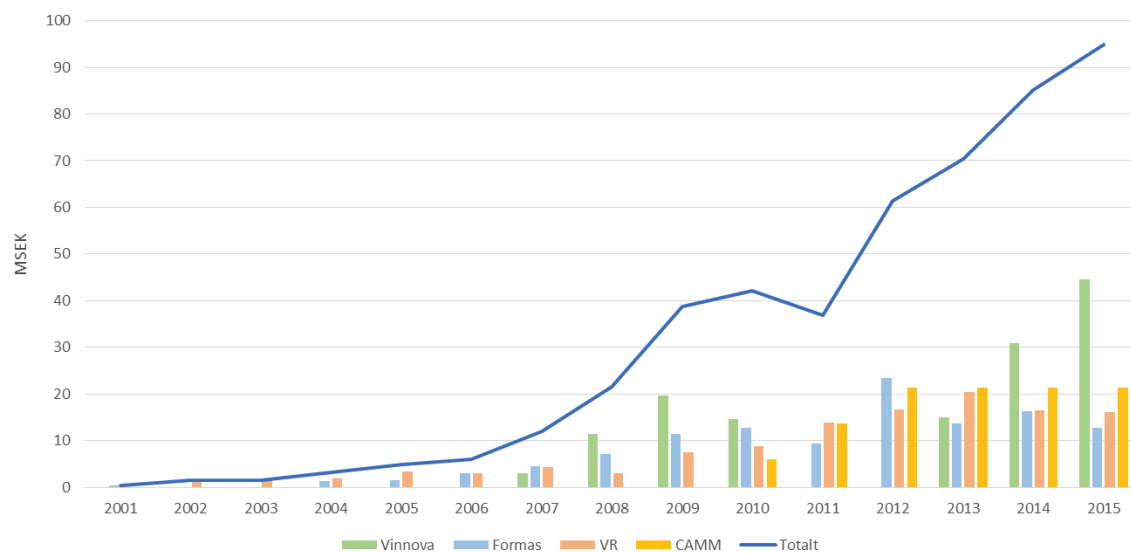
Det finns en viss osäkerhet i finansieringsbeloppen till exempel kan de tidigare siffrorna ge en något skev bild då rapportering och klassificering av projekt såg annorlunda ut hos finansiärerna än vad det gör idag. Dessutom skiljer sig det något vad som ingår i området hos de olika finansiärerna. Formas och VRs finansiering omfattar till exempel enstaka projekt i ett bredare område och mer grundforskning medan Vinnovas inkluderar projekt med högre industriellt deltagande inom program riktade mot gruv- och mineralområdet. Vinnovas satsningar har i stor omfattning krävt industriell medfinansiering, och den totala projektvolymen är därför avsevärt större än den offentliga finansiering som redovisas här.

Satsningen på området har gått stadigt uppåt, framförallt sen 2006 då det Strategiska Gruvforskningsprogrammet startades. De senaste tio åren har råvaror varit en av de frågor som stått på den politiska agendan i EU och nu finns även EIT Raw Materials, ett europeiskt Knowledge & Innovation Centre (KIC) inom råvaror där ett av dess sex center ligger i Luleå.

Minskningen runt 2011, och även 2012 för Vinnova, kan förklaras med att de projekt som pågick i Vinnovas branschforskningsprogram för gruvindustrin höll på att avslutas och nya program som det Strategiska Innovationsprogrammet för Gruv och Metallutvinning och MinBaS-Innovation inte startades förrän 2013.

Förutom nationell finansiering har Sverige även varit starka inom området när det gäller EU-finansiering till skillnad mot svenskt deltagande inom andra områden. I H2020 deltar Sverige i 36 procent av projekten beviljade inom området och har fått 4.4 procent av medlen (nästan 5 MEuro) vilket är högre än totala svenska snittet på 3,3 procent. Det är också värt att nämna ERA-MIN (FP7) där Sverige varit mycket framgångsrika med deltagande i sex projekt och koordinerar fyra av dessa projekt.

Figur 2 Sammanställning av forskningsfinansiering 2001-2015





## 3 Resultat från undersökning om forskningssamverkan på gruv- och mineralområdet

---

Under våren 2016 genomfördes Vinnova en undersökning om styrkor inom gruv- och mineralforskning samt om forskningssamverkan mellan aktörer på gruv- och mineralområdet. Två olika datainsamlingar gjordes, en webbaserad enkät till forskare på universitet, högskolor och institut (136 personer deltog) samt nio intervjuer med representanter för näringslivet som samarbetar med akademisk forskning på området.

### 3.1 Bakgrund

Enkäten skickades till 192 personer och besvarades av 71 procent. Enkäten hade akademiska forskare som målgrupp och urvalet gjordes via en intressentlista bestående av sökande inom Vinnovas utlysningar för gruv- och mineralforskning, deltagare i områdesinriktade konferenser och seminarier samt personer som föreslagits av de som fått enkäten. De nio intervjuerna gjordes med personer i näringslivet vilka valdes ut med anledning av deras långa erfarenhet av samverkansprojekt. Intervjuerna, som var ungefär en halvtimme långa, hade fokus på samverkan mellan akademi och näringsliv och gjordes med syfte att ge en kompletterande bild till enkätresultaten.

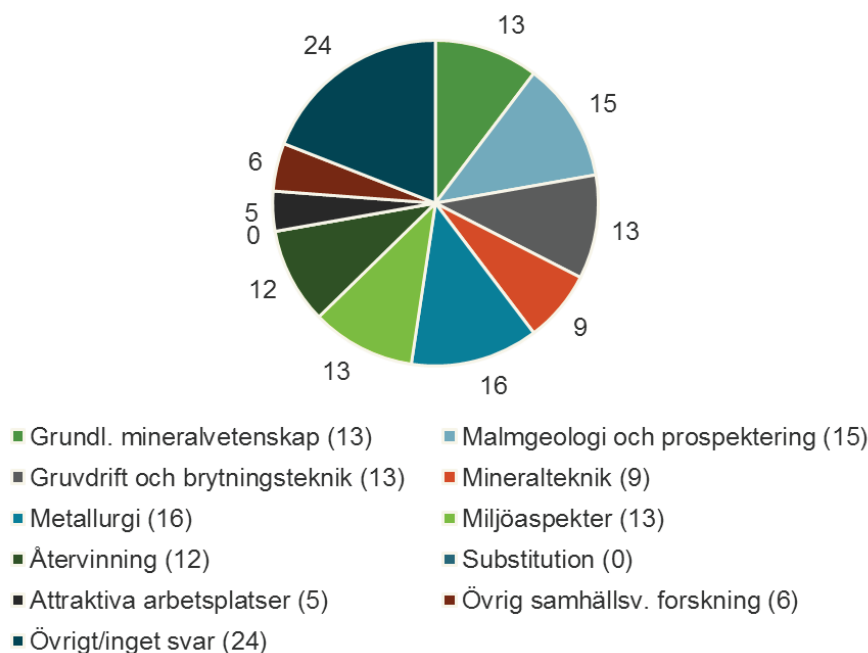
Av de som deltog i enkätundersökningen är 74 procent män och 26 procent kvinnor. 73 procent av de svarande har doktorsexamen. 47 procent av deltagarna är anställda på universitet och 39 procent på institut. Resten uppgav ”annan” vilket kan vara intresseorganisationer eller myndighet. Lite drygt två tredjedelar har varit på sin nuvarande arbetsplats i mer än 11 år och 29 procent har erfarenhet av anställning i näringslivet för att arbeta med gruv- och mineralfrågor.

### 3.2 Undersökning av läget inom gruv- och mineralforskning

Enkäten gick ut brett till forskare aktiva inom gruv- och mineralforskning i Sverige. En beskrivning av vilka forskningsområden deltagarna uppgav som sitt huvudsakliga visas i figur 3. Nästan en fjärdedel uppgav ”övrigt” område vilket beror på att enkäten skickades till en bredare målgrupp än vad som kunnat täckas av de förbestämda kategorierna. Här fanns en möjlighet att själv ange sin tillhörighet, men detta gjordes endast av ett fåtal personer så det har inte varit möjligt att undersöka dessa tillhörigheter närmare.

”Malmgeologi och prospektering” samt ”metallurgi” är de områden som är störst i undersökningsgruppen. Det var en ganska jämn fördelning över de övriga, bortsett från ”övrigt samhällsvetenskaplig forskning” och ”attraktiva arbetsplatser” som är de två minsta kategorierna, samt ”substitution” som inte angavs av någon av deltagarna (se figur 3).

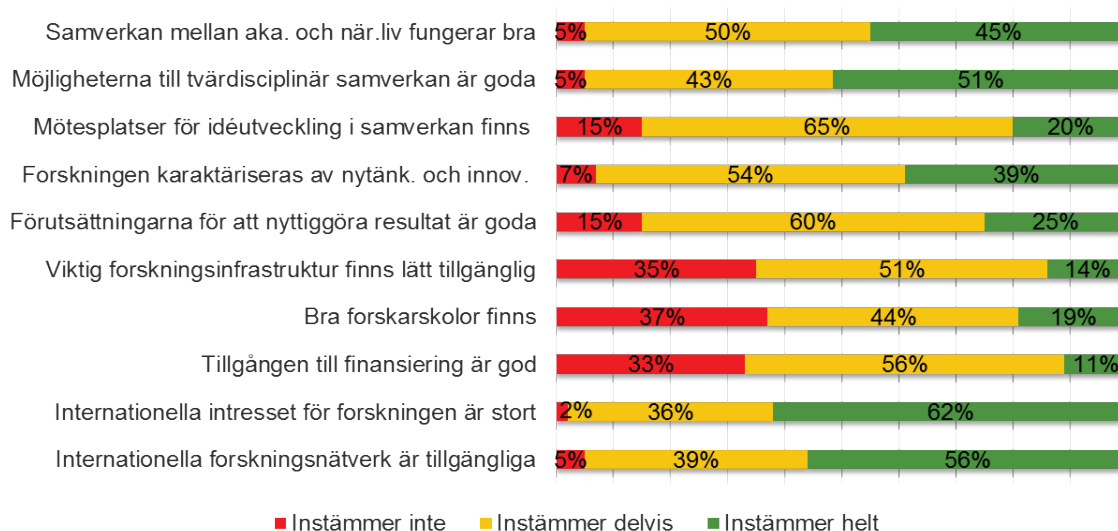
**Figur 3** Undersökningsdeltagarnas forskningsområden med antal personer inom parentes. Diagrammet visar även området "substitution" till vilket inga forskare uppgav sig tillhöra. Antal svarande: 126 personer



Ett viktigt syfte med den här delen av undersökningen var att studera hur förutsättningarna för forskning på det egna området uppfattades av deltagarna. Därför ställdes ett antal frågor om detta i enkäten. Resultatet, som visas i figur 4, pekar på att många gör en positiv bedömning av förutsättningarna för samverkan och tillgång till nätverk och mötesplatser. Undersökningsdeltagarna är inte lika nöjda när det gäller tillgången till mötesplatser för idéutveckling och samverkan samt möjligheten till nyttiggörande av resultat. Ännu något mindre nöjda är man även när det gäller tillgänglig forskningsinfrastruktur, finansiering och forskarskolor.

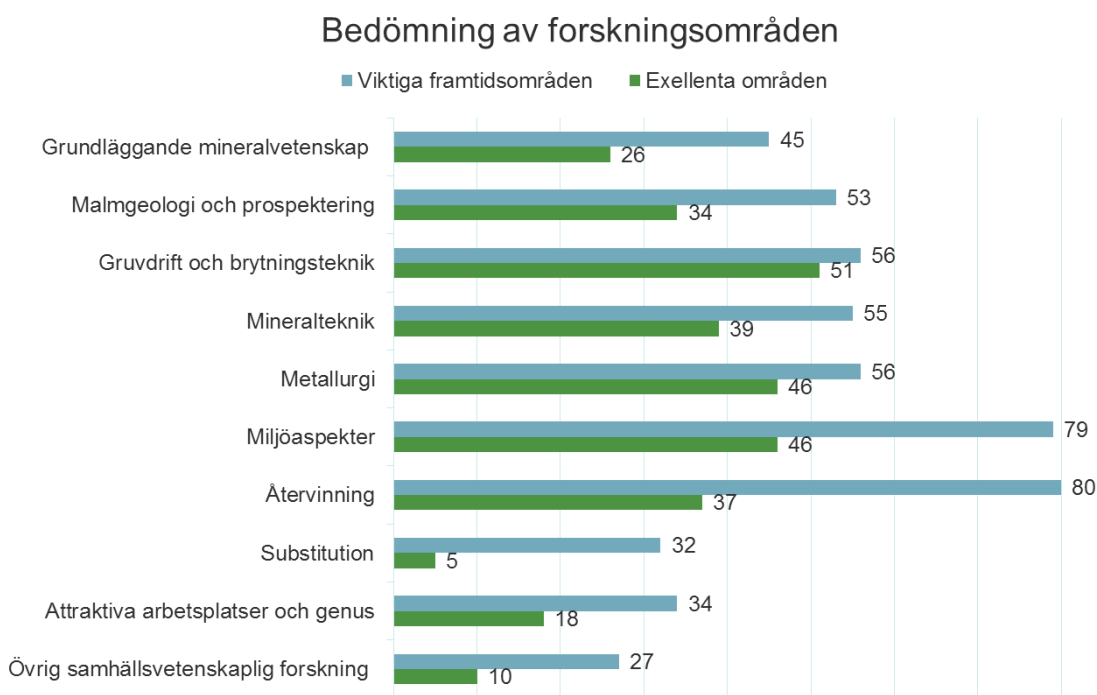
**Figur 4** De deltagande forskarnas ställningstagande till påståenden om deras egen forskning och forskningsområde. Antalet svarande: 128 personer

### Uppfattning om förutsättningar för forskning



För att ytterligare undersöka de olika forskningsområdena frågade vi vilka områden som bedömdes vara forskningsmässigt excellenta samt på vilka av dessa områden framtidens forskning borde bedrivas. Resultatet visas i figur 5. Det var möjligt för var och en att välja flera områden och även det egna. "Gruvdrift och brytningsteknik" samt "metallurgi" och "miljö" är de områden som flest anser att det bedrivs excellent forskning inom. Bilden visar även att "miljöaspekter" och "återvinning" är de områden som flest anser vara framtidens viktiga forskningsområden.

**Figur 5 Uppfattning bland undersökningsdeltagarna om forskningsområdenas excellens respektive vikt för framtiden. Värdena i grafen visar antalet deltagare som valt området. Varje deltagare kunde välja mer än ett område. Antalet svarande: 128 personer**



### 3.2.1 Viktiga styrkor beskrivna av undersökningsdeltagarna

För att ytterligare beskriva styrkor inom svensk gruv- och mineralforskning ställdes ett antal öppna frågor i enkäten och i intervjuerna. Dessa svar har tolkats och grupperats och resulterat i beskrivningen nedan av några generella styrkeområden.

Den väl fungerande och sedan länge etablerade *samverkan* mellan aktörerna på området beskrivs som en viktig styrka som dessutom är unik för Sverige. Samverkan mellan akademi och näringsliv har starkt bidragit till forskningens höga relevans och möjliga tillämpning. I intervjuerna beskrivs hur engagemang och egna initiativ hos medarbetare på alla nivåer i ett företag är en unik och viktig aspekt av svenskt näringsliv och en förutsättning för fungerande samverkan. När det gäller utveckling och innovation där flera kompetenser krävs är engagemang och initiativ av avgörande betydelse. Enligt undersökningen fungerar samverkan mellan näringsliv och akademi mycket väl och av avgörande betydelse för hela forskningsområdet. Två områden som särskilt lyfts fram är gruvdrift och brytningsteknik som har en lång tradition av samverkan, samt arbetsplatsutveckling där forskningen är särskilt beroende av tillgången till empiri.

En annan viktig styrka är den *spetskompetens* som finns inom gruv- och mineralområdet. Enligt intervjuerna finns i Sverige världsledande forskargrupper som framgångsrikt kombinerar vetenskaplig spets med praktisk skicklighet, vilket är viktigt för såväl framgång som respekt i branschen. Spetskompetens finns, enligt enkätundersökningen, på områden som metallurgi, materialvetenskap och miljöområdet. Av forskarna beskrivs kompetensen på miljöområdet som särskilt stark och att det dessutom sker en kontinuerlig och snabb kompetensuppbyggnad inom området. En annan kompetens som lyfts fram är simulering. Här finns spetskompetens, samtidigt som simuleringsteknik har en god potential att användas på många och nya sätt för exempelvis optimering av processer.

*Miljöteknik* tillsammans med *återvinning och avfallshantering* beskrivs som starka områden inom gruv- och mineralforskningen. Här påpekas dock att mer multidisciplinär samverkan liksom samverkan mellan olika aktörer behövs. Det är viktigt för att möjliggöra att alla typer av utmaningar kan mötas när det gäller hanteringen av gruvavfall.

I undersökningen beskrivs även andra fördelar som förekomsten av *sällsynta jordartsmetaller* och teknik för att bryta dessa, samt *dateringsmetoder* för malmer. Även prospektering beskrivs som ett starkt område med god potential att bli ännu starkare. Enligt enkäten finns goda möjligheter för svenska forskare att bli världsledande inom *malmgeologi och prospektering*, eftersom det i Sverige finns kompetenta företag och goda geologiska förutsättningar. När det gäller *utrustning* för gruvdrift beskrivs det som ett område med hög forskarkompetens och kraftfulla näringslivsaktörer. Här finns dock, enligt enkäten, ett behov att i högre utsträckning samverka med nya aktörer som har liknande tillämpningar.

### 3.2.2 Utmaningar beskrivna av undersökningsdeltagarna

Enkäten och intervjuerna ger även beskrivningar av olika utmaningar för gruv- och mineralforskningen, såväl för sina specialistområden som för hela forskningsområdet.

En av de utmaningar som beskrivs rör *konjunkturvariationerna* som gruvbranschen starkt påverkas av. För forskningen skulle detta, enligt deltagarna i studien, delvis kunna förbättras genom ett minskat beroende av industrin och genom forskningssatsningar som ger möjlighet till mer långsiktig finansiering. Mer långsiktiga satsningar och längre projekt skulle även gagna den forskning som görs på långsamma processer och dessutom göra det möjligt att bättre utveckla forskningssamverkan mellan olika aktörer. Längre projekt kan ge möjligheter att säkerställa de förutsättningar som behövs för att få till effektiv samverkan, förutsättningar som exempelvis gemensamma rutiner och förtroende. Ett förslag som beskrivs i undersökningen rör ett nationellt centrum för gruvrelaterad miljöforskning, vilket beskrivs som en möjlighet att hantera effekterna av konjunkturcykler. För att bemöta behovet av långsiktighet efterfrågas även ett nationellt malmforskningsprogram. I undersökningen beskrivs att forskningskompetens riskerar att utarmas när konjunkturerna viker och finansiering dras undan. De så kallade mjuka frågorna beskrivs som att de löper särskilt stor risk.

Andra möjligheter som beskrivs ligger i *utvecklingen av ny kunskap och kompetens* samt i nytänkande och ökat fokus på möjligheter. Tvärvetenskapligt och multidisciplinärt samarbete efterfrågas liksom mer av grundforskning. Deltagare i undersökningen anser att behovet av grundforskning tenderar att förbises (särskilt nämns områdena brytningsteknik och berggrundsgeologi).

Den kunskap som genereras genom grundforskning beskrivs som viktig för uppbyggnaden av tillämpad forskning och av utveckling av nya metoder och tekniker.

En annan av utmaningarna som beskrivs i undersökningen rör *branschens image* och att delar av branschen är konservativ, särskilt de delar där man inte tidigare behövt förnya kompetens och där konkurrensen varit svag. Det finns dock en medvetenhet om att branschen behöver förnya bilden av sig.

Andra mer specifika behov som beskrivs rör exempelvis utvecklingen av en ny struktur för samordning av brytning av metall, ballast, natursten och mineral. En sådan kan bestå i en gemensam testsite som dessutom med fördel kan kopplas till en forskarskola. För detta område beskrivs även ett behov av en tydligare uppkoppling mot och inkludering av andra forskningsområden.

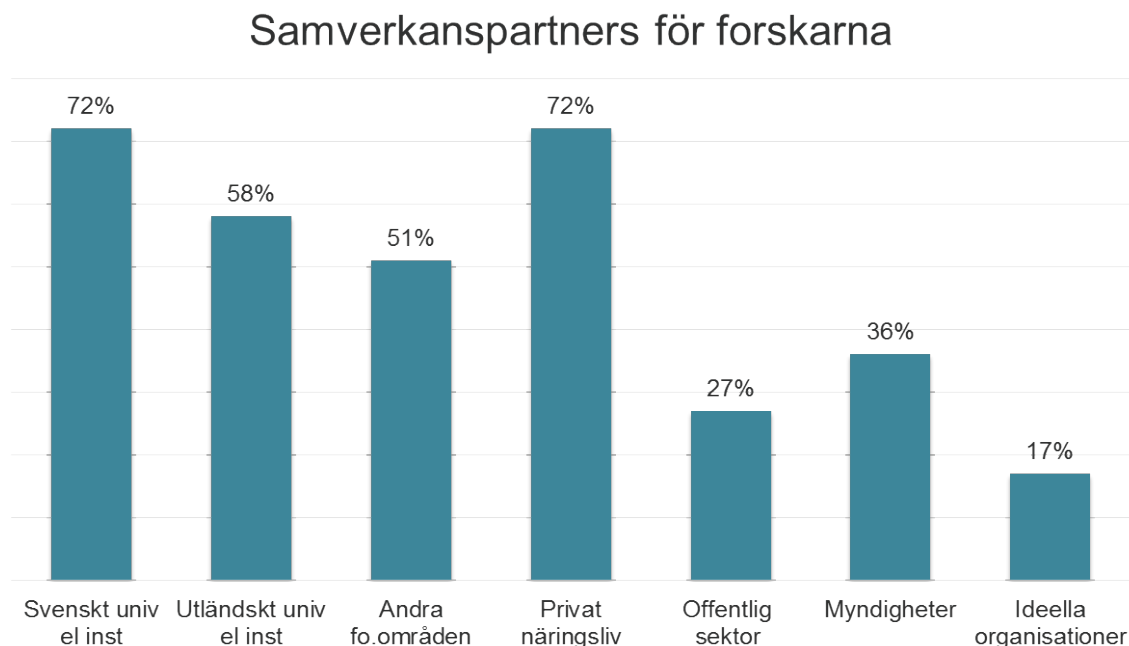
I undersökningen uttrycks även behov av att myndigheterna ökar sina krav på forskningen att lösa problem som är kopplade till samhällsutmaningarna. Detta skulle exempelvis kunna vara en kraftsamling för cirkulär ekonomi, vilket efterfrågas bland de forskare som ingår i studien. I enkätsvaren lyfts även möjligheten med en öppen databas för berggrundsgeologi vilken skulle kunna bidra till möjligheten för många att använda dessa data vilket vore bra av såväl ekonomiska som praktiska skäl. Data finns hos myndigheterna men behöver samordnas och göras tillgängliga. Öppna data om berggrundsgeologi kan användas i arbetet med att möta samhällsutmaningar bland annat.

### **3.3 Samverkan för forskning och innovation**

Samverkan mellan olika aktörer i gruv- och mineralbranschens innovationssystem är ett av två huvudfokus för denna studie. För att utveckla den övergripande bilden av samverkan ställdes frågor om inriktning och omfattning, men även om fördelar och kritiska aspekter. Nedan visas resultatet från enkätens kategorisvarsfrågor. Därefter presenteras tolkade och grupperade resultat från enkätens öppensvarsfrågor och från intervjuerna.

Samverkan mellan akademiska forskare på gruv- och mineralforskningsområdet och näringslivsaktörer har en lång tradition och beskrivs i denna studie som väl fungerande överlag. För att få en bild av hur olika aktörer involveras i forskningssamverkan frågade vi vilken typ av aktörer forskarna samverkar med. I figur 6 visas hur stor andel av de svarande som angav att de samarbetade med de olika typerna av aktörer. De allra vanligaste parterna finns hos privat näringsliv. Ideella organisationer anges som samverkanspart av 17 procent, vilket är det alternativ som förekommer minst ofta.

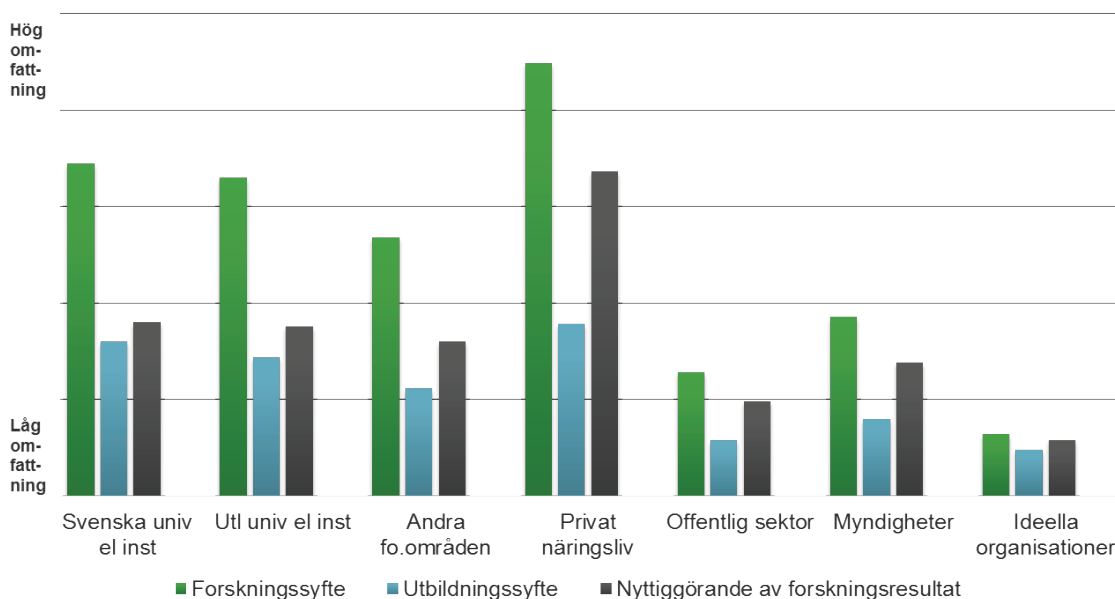
Figur 6 Bilden visar hur stor andel av undersökningsdeltagarna som samverkar med partners av olika typer. Antal svarande: 138 personer



I figur 7 visas en sammanställning av hur forskarna i enkätundersökningen rapporterar samverkan, med avseende på typ av aktör, syfte med samarbetet och samarbetets omfattning. Den bild som visas ger endast en grov översikt, bland annat eftersom gränserna för de olika alternativen inte är tydliga. Trots detta blir vissa mönster synbara som att det vanligaste syftet för samverkan med partners i privat näringsliv är forskning. Över huvud taget är samverkan med forskningssyfte det vanligaste oavsett typ av aktör. Ideella organisationer är den typ av aktör som forskarna samverkar minst med. Givetvis behöver behov och relevans styra samverkan, men den relativt låga förekomsten av samverkan med offentlig sektor och ideella organisationer kan tyda på att det finns en potential att utveckla denna. Enligt den bild som framkommer av den här undersökningen finns också en utvecklingspotential när det gäller samverkan för utbildning, vilket bör ses som ett sätt att nyttiggöra forskning.

Figur 7 Rapportering av undersökningssamverkan utanför den egna forskargruppen. Bilden visar typ av partners samt syfte med och omfattning av samverkan. Antal svarande: 138 personer

### Forskningssamverkan: syfte och omfattning



#### 3.3.1 Fördelar med och kritiska aspekter av samverkan

En utgångspunkt för hela den här studien är att samverkan är något positivt för forskning och innovationsförmåga. Även om detta bekräftas på många håll, så ville vi genom intervjuerna och enkäten få ytterligare beskrivningar av fördelarna med samverkan liksom av utmaningarna knutna till dessa.

##### Fördelar med samverkansprojekt

Genomgående i studien framhålls det att Sverige har en stor fördel genom de goda förutsättningarna för samarbete som platta organisationer och liten byråkrati medför. Enligt flertalet av intervjuerna med näringslivets representanter finns inom gruv- och mineralforskning ett väl fungerande ekosystem för samarbete, även om mindre bolag borde inkluderas i större omfattning. Värdet av samverkan framhålls även när det gäller strategiutveckling eftersom det är viktigt att många är med och påverkar strategierna.

Resultatet från enkäten till forskarna visar på en rad fördelar med att samverka med företag: det ger finansiella bidrag, ökar relevansen i forskningsfrågorna, ger möjligheter till test och verifiering samt skapar förutsättningar för nyttiggörande. Den teknikmognad som finns i branschen medför goda möjligheter att testa forskningsresultat.

Samverkan skapar alltså viktiga möjligheter till finansiering, såväl direkt som indirekt. Industrin finansierar forskningsprojekt direkt, men samarbetet är många gånger även en förutsättning för att erhålla finansiering från offentliga finansiärer. En annan viktig fördel är att forskningens relevans ökar, det vill säga att forskare får delta i projekt som ska leda till realiserbara och kommersiella resultat samt i projekt som förväntas bidra till utvecklingen av samhälle och näringsliv. Företagen som forskare samverkar med är också viktiga avnämare av resultaten, eftersom i företagen sker tillämpning, implementering och nyttiggörande. Enligt

enkäten till forskare erbjuder företagen nödvändig tillgång till infrastruktur för tester och verifiering.

Enligt enkäten till forskarna bidrar akademi och näringsliv till varandras kunskapsutveckling. Detta sker dels genom den teknik som utvecklas, men för akademien även genom breddade kunskaper om branschfrågor och praxis i företag. Genom samverkan med näringslivet utvecklar universitetet sitt arbetssätt. Forskarna får ta del av ett dynamiskt sammanhang och verkliga utmaningar, och dessutom av viktig kompetens och intressanta nätverk.

### **Kritiska aspekter och utmaningar**

Även om samverkan mellan akademi och näringsliv när det gäller forskning ses som en stor möjlighet framkommer även vissa utmaningar. Dessa handlar om svårigheten att hantera olika, och ibland till och med motsatta, syften och mål, liksom svårigheten med öppenhet kring radikala idéer och innovation. Ledarskap och arbete med planer och förväntningar blir därmed mycket viktigt.

En sådan utmaning rör, enligt forskarenkäten, företagets många gånger bristande förståelse för behovet av forskning som inte ter sig akut nödvändig. Kulturer och tidshorisonter skiljer sig åt mellan akademi och företag. På företagen finns många gånger ett starkt fokus på praktisk problemlösning och kortsiktiga fördelar eftersom daglig drift måste prioriteras.

En annan utmaning, enligt forskarna i undersökningen, är också att upprätthålla intresset för ett projekt över tiden hos ett företag. Enligt enkätsvaren kan en konsekvens bli av detta bli brister i överlämningen av forskningsresultaten, på så vis att deltagarna inte gör en gemensam analys och tolkning av resultaten. Men av intervjuerna med representanter från näringslivet framkommer en annan bild, nämligen att forskarna inte alltid har förståelse för att när resultatet tagits fram är det bara början på ett arbete, inte slutet. Enligt deltagarna i undersökningen är det viktigt att vara noggrann i början och kommunicera förväntningar och planer väl.

Enligt intervjuerna ger inte alltid samverkansprojekt de rätta förutsättningarna för innovation. Detta beroende på företagets benägenhet att undvika risker och därmed blir tendensen i samverkansprojekt att snarare förbättra i det befintliga än att utveckla nytt. Konkurrensen med övriga parter i ett samverkansprojekt gör det svårt att satsa på mer radikala innovationer eller nya idéer. Även om det är bra för utvecklingshöjden i allmänhet, att samverka med konkurrenter, så kan det vara svårt att gå in i samverkan med riktigt nya idéer. Samverkan kring radikal innovation är beroende av enskilda parters möjlighet att behålla kontrollen över de radikala idéerna och utfallet av dessa. Men enligt intervjuerna ligger det nyskapande inte endast i innovationer som ett slutresultat utan många gånger i möjligheten till förnyelse som mindre idéer och små utvecklingssteg av radikal kvalitet som tas.

Bolag av olika storlekar har många gånger olika förutsättningar att delta i samverkansprojekt och det är väl känt att detta beror på tillgång till resurser, många gånger i termer av tid. Genom intervjuerna framkommer att det sker en utveckling mot att i högre grad involvera mindre företag i forskningssamarbete. Strukturer för detta börjar allt mer börja komma på plats. Många bolag skulle, enligt intervjuerna, redan nu kunna ta mer plats om intresse och engagemang finns. Forskningssamverkan kräver inte alltid främst resurser utan kanske aktiv



vilja och egna initiativ. Vikten av forskningssamverkan kommer inte endast från nyttan av enskilda projekt utan även deltagandet i strategiskt arbete och dialoger kring forskningsbehov. De stora bolagen på gruv- och mineralområdet anses sätta spelreglerna för forskning och utveckling. Men av flera i undersökningen beskrivs de stora bolagen som ytterst viktiga eftersom de har muskler att driva på utveckling och har viktig kompetens, bland annat på olika specialistområden med stor betydelse för utvecklingen på gruv- och mineralområdet.

När det gäller just forskning på gruv- och mineralområdet kan kraven på samverkan medföra fördyrande omständigheter eftersom det många gånger krävs utrustning, personal och analyser som är mycket specifika för varje aktörs område i ett projekt. En lösning på detta som föreslås genom enkäten är mer samordning, bland annat genom formella nätverk som kan ta ansvar för olika inriktningar.

### 3.3.2 Hur samverkan bör drivas

Samverkan är en angelägenhet för så gott som alla i undersökningen och deltagarna delade med sig av beskrivningar av hur samverkan bedrivs, på operativ nivå i forskningsprojekt, men även på en mer strategisk nivå.

Enligt de intervjuer som gjordes med representanter för näringslivet är *ledarskapet* av största vikt för framgångsrik samverkan, detta gäller såväl strategiskt som operativt ledarskap. För att nyttja samverkansmöjligheterna fullt ut behövs rätt projektledare. För både akademi och företag gäller att en projektledare måste kunna ”driva externt”, det vill säga hantera projekt som sträcker sig utanför den egna organisationen och som utförs i en annan miljö och organisatorisk struktur än den man själv verkar i dagligen.

Tillsammans med ledarskapet framhålls även *planering* och att *sätta rätt förväntningar* som nycklar till fungerande forskningssamverkan. I undersökningen beskrivs att samverkansprojekt alltid ställer krav på arbete med att sätta rätt förväntningar. Det är inte ovanligt att förväntningarna skiljer sig åt och det av högst naturliga och logiska skäl eftersom forskare många gånger utgår från mer långsiktiga idéer och företag många gånger agerar på närliggande behov. Vem som ska ta ansvar för olika delar och uppgifter i ett projekt är också mycket viktigt att klara ut tidigt. Intervjuerna pekar ut viktiga hygienfaktorer som utgör grunden för fungerande forskningssamverkan: syftet med ett samverkansprojekt bör vara tydligt och nyttan måste uppfattas som ömsesidig mellan de ingående parterna. Av intervjuerna framkommer att det viktiga grundläggande arbetet många gånger försvåras av brist på tid och utrymme för företag och forskare att gemensamt planera och utveckla ett samverkansprojekt. Ett problem som lyfts fram är att företag många gånger tillfrågas om medverkan alltför sent i planeringsfasen.

För att få till ett effektivt ledarskap för samverkansprojekt ställs speciella krav på *kompetens och erfarenhet* hos projektledaren. Erfarenhet från både akademi och näringsliv behövs hos en projektledare, så att hen förstår de olika förutsättningarna för de deltagande parterna. Men en av de intervjuade menade att om man överhuvudtaget kommer till start med något så komplext som ett samverkansprojekt mellan olika parter inom näringsliv och akademi, så har man redan en projektledare med lämplig kompetens.

Av intervjuerna framkom också att projektledarens kompetens påverkar även *förtroende och tillit* bland de medverkande. Förutom förmågan att hantera samordning och vara pådrivande behöver projektledare för samverkansprojekt också veta hur ”känsliga lägen” ska hanteras, det vill säga när ägarskap av idéer och resultat blir en fråga för projektet. Sådana lägen uppstår alltid förr eller senare i ett samarbete mellan akademi och näringsliv och denna typ av kompetens framhölls som mycket viktig. Rent generellt nämns också att många projekt är alltför korta vilket inte ger rätt förutsättningar för att skapa förtroende och bra samarbeten. Utveckling av förtroende och tillit ställer krav på tid.

Enligt intervjuerna har de strategiska innovationsprogrammen fungerat bra när det gäller samverkan och medför en *möjlighet att arbeta strategiskt*. En sådan möjlighet är enligt intervjuerna av stor betydelse för aktörerna i näringslivet, även om samverkan också många gånger är tungarbetat och tids- och resurskrävande. I undersökningen beskrivs hur Vinnovas utlysningar, med krav på samverkan mellan olika aktörer, har knuffat igång många viktiga samarbeten och varit en plattform för bolag som annars inte kunnat vara en del i ett mer strategiskt samarbete. Enligt intervjuerna är det viktigt att partners går in med *egen finansiering* annars blir engagemanget inte tillräckligt. Att höga chefer och personer med viktiga positioner deltar i samverkanskonstellationer är också viktigt eftersom det visar på prioritering och möjlighet till beslut. Det här är något som fungerar bra i svenska, typiskt platta organisationer, där samarbete på rätt nivå kan etableras.

### **3.4 Sammanfattande kommentarer**

Enkäten och intervjuerna har genomförts för att ge en bild av styrkor och utmaningar inom gruv- och mineralforskning samt för samverkansprojekt och program. Bilden är baserad på beskrivningar gjorda av deltagarna i forskningssamverkan. Bilden som resultatet visar ska fungera som ett empiribaserat komplement till kartläggningens övriga delar.

Sammantaget visar den enkät och de intervjuer som genomförts att det finns en god utvecklingspotential för området och för samverkan mellan systemets olika parter. Det finns en rad befintliga styrkor att bygga vidare på, och det finns områden som bedöms som viktiga för framtiden och som kan expandera ytterligare.

Vid sidan av de områden som kan utvecklas med direkta effekter på ekonomisk avkastning, samhällsnytta och tillväxt så visar studien tydligt att just samverkan mellan industri och forskning är väl etablerad och en utav framgångsfaktorerna för svensk gruv- och mineralforskning. Det finns även viktig spetskompetens inom forskningen som tillsammans med den relativt höga utbildningsnivån bland medarbetarna i gruvbranschen borde kunna bidra till en stark kunskapsutveckling på sikt.

I undersökningen framkommer även exempel på vissa svårigheter som präglar branschen och forskningen. Den varierande världskonjunkturen kan göra det svårt att långsiktigt planera samverkansprojekt eftersom en sjunkande konjunktur riskerar att snabbt försämra möjligheterna för näringslivets parter att delta. Här finns en önskan från forskarna om ett minskat beroende av bolagens finansiering. Det finns även en beskrivning av svårigheten att få finansiering till grundforskning och hur detta kan innebära en risk att kunskap om mer grundläggande förhållanden – som sedan ska övergå i tillämpad forskning – blir en brist.

En annan intressant svårighet som nämns och som har bäring på stora delar av svensk industri är att branschens image är svag. Det behövs en bättre bild av gruvbranschen och hur arbete och forskning går till där, både för möjligheten att rekrytera kompetens, och för att skapa förutsättningar för nytänkande.

Aktörerna inom området samverkar i hög grad med varandra, med andra forskningsområden och med internationella partners. Det gäller såväl forskning som utbildning och resultat-spridning. Samverkan är en svensk paradgren och här finns mycket goda förutsättningar för fortsatt utveckling. Samverkan innebär för både forskare och akademi fördelar som finansiering och möjligheter att utveckla och testa nya lösningar, men också att ny och gemensam kunskap utvecklas. Kunskap som sedan i sin tur förhoppningsvis kan befrukta andra viktiga industriella områden. Sådan kunskap rör inte bara tekniska eller produktrelaterade aspekter utan även hur man löser problem över områdesgränser.

Det framkommer även ett kritiska aspekter av samverkan. Det är många gånger svårt att ha samsyn kring mål och förväntning och vilka behov som ett projekt ska uppfylla. Olika parter går in i samverkan med olika förväntningar, behov och ambition samtidigt som tidshorisonterna för deltagande och leveranser kan skilja sig åt. Det är därför av stor vikt att klargöra hur olika förväntningar på leveranser ser ut. Det är också viktigt att ta ställning till projektets typ, det vill säga om aktörernas frågor verkligen lämpar sig för ett aktuellt projekt. Projektets inriktning avgör hur projektet ska genomföras och alltför akuta problem lämpar sig inte för forskningsprojekt.

Andra svårigheter visade sig röra möjligheten att skapa utrymme för innovation. Hur ägarskap ska hanteras liksom öppenhet är en viktig aspekt av samverkansprojekt. Detta ställer inte bara krav på de rena kontraktsbitarna utan även på deltagarna kompetens. I ett samverkansprojekt måste man veta hur känsliga lägen ska hanteras. Om inte olika parter känner sig trygga med detta så kommer öppenheten att bli lidande.

De stora bolagens dominans inom gruv- och mineralforskningen lyfts i undersökningen fram som både ett problem och en möjlighet. När det gäller just denna bransch så finns ett fåtal stora bolag vilka beskrivs som viktiga för tillförandet av såväl resurser som strategisk utveckling. Samtidigt framhålls risken med att de blir alltför dominerande när det gäller idéer och utvecklingsmöjligheter. På olika sätt behöver strukturer etableras som kan motverka denna typ av konserverande effekt.

Det är tydligt att gemensamma målbilder och god projektledning är nyckelfaktorer för framgångsrik samverkansforskning och industriell implementering av resultat. I ett samverkansprojekt ställs höga krav på kontinuerligt arbete med planer, ansvarsfördelning och att etablera förtroende. Det ledarskap som behövs ska vara utrustat med rätt kompetens, vilken helst ska innefatta erfarenhet av olika aktörers olika sammanhang och behov. Det är viktigt med erfarenhet av att leda projekt utanför de egna organisatoriska strukturerna.

## 4 Sammanfattning och slutsatser

---

Uppdraget innehöll tre huvudsakliga delar, en ämnesöversikt, en kartläggning av styrkor och svagheter samt ett uppdrag att föreslå förbättringar i samverkan mellan forskningsaktörer inom gruv- och mineralområdet. Därutöver skulle även en kategorisering över områdets bidrag till en cirkulär ekonomi göras.

Nedan följer sammanfattning och slutsatser baserat på det arbete som utförts i uppdraget. I kapitel fem återfinns Vinnovas förslag baserat på sammanfattningen och slutsatserna.

### 4.1 Ämnesöversikt

Inom uppdraget har följande områden studerats med avseende på innehåll och styrkor och utmaningar:

- 1 Mineralvetenskap och geologi
- 2 Malmgeologi och prospektering
- 3 Gruv- och brytningsteknik
- 4 Mineralteknik
- 5 Metallurgi
- 6 Återvinning, urban- och landfills mining
- 7 Återställning och efterbehandling
- 8 Attraktiva arbetsplatser och samhälle

För de bibliometriska studierna innefattande publiceringsvolym och citeringsfrekvens har uppdelningen varit något annorlunda för att möjliggöra en så bred analys som möjligt, men även här finns de ovanstående områdena med.

### 4.2 Styrkor och utmaningar

När det gäller styrkor och utmaningar så har information inhämtats genom såväl rapporter och analyser som enkätstudier och intervjuer. Svensk forskning är generellt stark inom gruv- och mineralområdet och vår industri är effektiv, men det är viktigt att vi fortsätter jobba för att behålla det vi är bra på samt bemöter våra utmaningar och brister.

#### 4.2.1 Styrkeområden inom svensk gruv- och mineralforskning

Efterfrågan på metaller och mineral kommer att fortsätta öka beroende på ökande befolkning och ökande ekonomisk tillväxt. För att möta detta behov kommer både primär och sekundär utvinning av metaller och mineral behövas. Forskningens roll är bland annat att ta fram den kunskap och teknik som behövs för att möta framtida utmaningar. EU konsumerar cirka 20 procent av världens malmer och mineral, men producerar bara 3-4 procent av dem. 2008 startades Råvaruinitiativet av EU-kommissionen för att jobba för en säkrad tillgång av råvaror i Europa.

Sverige är idag en av de viktigaste metall- och mineralproducerande länderna i Europa och har stora möjligheter att fortsätta vara det. Generellt sett anses svensk forskning inom området, liksom den svenska näringen, vara av hög internationell klass och har utvecklats tillsammans. I de delrapporter som gjorts inom ramen för uppdraget samt den undersökning i form av en enkät och intervjuer som gjorts framträder många svenska styrkor inom gruv- och mineralforskningen. I detta kapitel kommer vi att sammanfatta och lyfta fram de styrkor och möjligheter/förutsättningar som finns i Sverige inom området.

Den kanske tydligaste styrkan som kommer fram i både rapporter och undersökningen som gjorts inom detta uppdrag är den samverkan mellan industri och akademi inom området som har funnits länge i Sverige. Denna samverkan, som finns både inom forskningsprogram och enskilda projekt, bidrar bland annat till att forskningen inom området har hög industriell relevans och skapar förutsättningar för nyttiggörande. Det är en fördel att Sverige är ett litet land då platta organisationer och lite byråkrati skapar bra förutsättningar för samverkan. Till exempel inom mineralindustrin har kombinationen av hög klass på produktionsteknik och korta, informella kontaktvägar mellan industri, utrustningsleverantörer och forskning varit gynnsam. Vidare skapar även samverkan bättre förutsättningar för finansiering både direkt genom att företagen finansierar forskningsprojekt men också indirekt genom att samarbete ofta är en förutsättning för att erhålla finansiering. I enkäten framgår att även om den vanligaste samarbetspartnern för akademien är privat näringsliv så sker samarbete med flera olika partners som till exempel andra universitet/institut och andra forskningsområden. Syftet med samverkan är framförallt forskning, oavsett samarbetspartner, men nyttiggörande av resultat och utbildning sker också i samarbete. Det bör dock noteras att trots denna väletablerade samverkan finns det vissa utmaningar med till exempel aktörernas olika förväntningar, ledarskapet, helhetsperspektivet och samspelet mellan universitet och forskningsinstitut.

Spetskompetens bedöms finnas inom flera ämnesområden. Bibliometriskt så står området *gruv- och anrikningsteknik* ut tillsammans med *miljöaspekter inom gruv- och mineralområdet*. Att vi i Sverige har världsledande leverantörer av gruvutrustning anses ha varit en faktor som stärkt området gruv- och brytningsteknik.

*Miljöområdet* ses som särskilt starkt och här sker en snabb uppbyggnad av kompetens. Det är också ett område som tillsammans med återvinning anses vara viktigt att bedriva forskning inom i framtiden, speciellt som cirkulär ekonomi är något som betonas både nationellt och internationellt och en generell trend är att gå mot högre grad av materialutnyttjande. Urban mining skulle kunna vara ett potentiellt framtida styrkeområde, men verktyg för värdering av återvinningspotentialen av svenska mineral- och metalltillgångar saknas.

I enkätsvaren anses förutom de redan nämnda även metallurgi vara ett svenskt styrkeområde. Här finns dock ett behov, som i många andra områden, av en helhetssyn som kombinerar till exempel mineralteknik och metallurgi för att utvinna mer råvara och begränsa avfallet. Vidare anses malmgeologi och prospektering kunna bli ett område där Sverige blir världsledande då det redan idag finns kompetens, bra företag och geologiska förutsättningar. Svensk forskning anses redan idag vara starkt inom detta område, speciellt 4D-modellering, utveckling av borrhälssteknik och geometallurgi.

Automation och digitalisering lyfts fram i flera fall som något där Sverige är relativt bra, men som anses vara vitalt i framtida forskning och behövs förstärkas ytterligare.

Av enkäten framkommer att inom de flesta områden är forskarna positiva till intresset för och kompetensen inom deras eget forskningsområde, tillgång till internationella nätverk och de möjligheter som finns för kunskapsspridning. Även om många tycker de har en fungerande samverkan med näringslivet så önskar de mer.

#### 4.2.2 Utmaningar för gruv- och mineralforskningen i Sverige

Den genomförda studien visar även på ett antal utmaningar som aktörerna involverade i gruv- och mineralforskning behöver anta. Detta för att den svenska gruv- och mineralforskningen ska vara framgångsrik även fortsättningsvis och kunna bidra till näringsens konkurrenskraft, innovationsförmåga och omställning.

I de två bibliometriska studierna framkommer att publiceringsvolymen minskar liksom antalet citeringar av svensk forskning inom området. Även om artikelproduktion inte ger en fullständig bild av forskningssituationen så kan detta vara en indikation på en utveckling som går åt fel håll. Vad som behövs för att utvecklingen ska vända är svårt att säga eftersom orsakerna kan vara många och beroende av såväl interna faktorer som den globala konkurrensen. Om den minskade citeringsgraden är ett tecken på kvalitetsbrister eller minskad relevans så kan ökad spetskompetens, teknikutveckling och förnyelse av de akademiska områdena ingå i en lösning. Andra sätt kan vara att få in mer av nytänkande i forskningen, inte bara när det gäller mer områdesspecifika ämnen utan också för generiska teman som digitalisering, metodutveckling, avfallshantering och teknologi för säkerhet. Forskning med sådan tematisk inriktning ställer krav på samverkan mellan kompetenser från olika områden för att bli riktigt effektiv och uppnå önskvärd nytta.

En annan viktig utmaning rör konsekvenserna av konjunktursvängningar och cykliska ekonomiska förhållanden som finns i branschen. Negativa konsekvenser av konjunktursvängningarna uppstår framförallt då företagen behöver avbryta eller trappa ner på sitt åtagande i projekt, eller inte kan ställa upp alls. Om detta sker i för stor omfattning och forskningsorganisationerna inte klarar av att parera för svårigheterna finns en risk att viktig forskning blir lidande. Sådan forskning som löper stor risk att få styrka på foten när konjunkturen går ner kan behöva tas om hand i särskilda satsningar. För detta behövs dock strategier och tydliga prioriteringar som görs ur ett helhetsperspektiv där hela värdekedjor ingår.

Även om svensk forskning ligger långt framme när det gäller ekologi och hållbarhetsaspekter inom gruv- och mineralområdet så finns det en stor utvecklingspotential för området. En kärnfråga är hur man ska kunna utvinna mer malm med mindre energi och med så lite påverkan på miljön som möjligt. Här finns det behov av mer forskning för utveckling av nya metoder och tillämpning av ny teknik (till exempel digitalisering, materialteknik, energilösningar), men även av samverkan mellan forskare, kunniga branscher och olika kravställare samt intresseorganisationer. Efterfrågan på kunskap och kompetens är stor.

Två andra ämnesområden som enligt kartläggningen har speciella utmaningar och behöver stor utveckling är prospektering och substitution av kritiska metaller. När det gäller prospektering finns i Sverige ett gediget kunnande och starka företag, men teknisk utveckling för bland annat djupprospektering behövs liksom öppna databaser som kan stötta prospektering. 3D-modellering är en metod som behöver utvecklas vid sidan av nya verktyg och avancerade instrument. När det gäller substitution bedöms det som ett viktigt framtidsområde. Forskningen på området är i dagsläget inte så omfattande och kan behöva särskilt forskningsstöd och samordning med den materialforskning som har relevans i sammanhanget. Denna bild är inte unik för Sverige, utan finns i hela Europa, där just samordning mellan forskare inom materialvetenskap och forskare inom gruv- och mineralområdet är bristfällig.

Enligt kartläggningen saknas test- och demoanläggningar för vissa områden. Just för gruv- och mineralforskning kan detta vara avgörande, dels med tanke på att utrustning många gånger är dyrt och dels då tester i riktiga produktionsmiljöer kan få väldigt stora kostnader. Många gånger uttrycks behov av just anläggningar, men det kan vara mer effektivt och flexibelt att på olika sätt göra forskningsprojekt eller existerande forskningsmiljöer tillgängliga för test och demonstration. Projekt som får statlig finansiering och där parternas intellektuella rättigheter kan skyddas borde kunna öppnas upp bredare för forskning.

Även inom samverkan som är en styrka finns vissa utmaningar till exempel när det gäller samsyn rörande mål och förväntningar, öppenhet och ledarskap. Det är tydligt att gemensamma målbilder och god projektledning är nyckelfaktorer för framgångsrik samverkansforskning och industriell implementering av resultat. Mobilitet mellan aktörer skulle kunna vara ett verktyg som gynnar förståelsen mellan parter och även underlättar implementering.

En utmaning som inte bara rör gruv- och mineralbranschen utan hela den svenska industrin rör tillgång till och utveckling av kompetens. Gruv- och mineralbranschen behöver säkra tillgången till excellenta forskare och kompetenta operatörer i gruvorna. Detta ställer krav på skolor och utbildning, men även på branschens förmåga att rekrytera. Branschen måste få ungdomar att bli intresserade av arbete i gruv- och mineralområdet eller närliggande verksamheter. Digitaliseringen och den omställning som denna medför ställer också krav på helt nya kompetenser. Detsamma gäller de möjligheter som automation, bioteknologi och nya smarta material innebär.

Att branschen jobbar på sin image och attraktivitet är av stor vikt för möjligheten till förnyelse. Branschen kan visa upp sig som högteknologisk och med en modern och säker arbetsmiljö. I svensk gruvindustri finns även ett starkt fokus på psykosocial arbetsmiljö och att göra arbetet attraktivt för män såväl som kvinnor. Det finns dock en hel del kvar att göra när det gäller att lyfta fram en mer positiv image av branschen. Kontinuerlig utveckling av säkerhet, ergonomi och psykosocial arbetsmiljö bidrar till ökad attraktivitet.

### **4.3 Förbättringar i samverkan mellan forskningsaktörer**

Forskningen inom gruv- och mineralområdet i Sverige finns på ett begränsat platser i landet. Kartläggningen visar att Luleå Tekniska Universitet, Uppsala Universitet, Chalmers, Umeå universitet, Naturhistoriska Riksmuseet, Boliden och LKAB är stora aktörer inom området. Därutöver finns också relaterad forskning Linköpings universitet, Stockholms Universitet och vid forskningsinstituterna SP och MEFOS samt vid SGU. De senaste åren har flera steg tagits mot en ökad samverkan inom området, bland annat genom den gemensamma forsknings- och innovationsagenda som togs fram inom Vinnovas satsningar på strategiska innovationsområden. Den agendan resulterade sedan i ett strategiskt innovationsprogram, STRIM.

Samverkan med nationellt fokus såsom det strategiska innovationsprogrammet för Gruv- och Metallutvinning, STRIM, resulterar redan i mer samarbete mellan forskningsaktörer och en breddning av aktörerna inom området jämfört med tidigare.

Det finns också ett större engagemang och bredd i de styrande funktionerna inom STRIM än vad som funnits i tidigare satsningar, till exempel ingår både SGU, SP och Uppsala Universitet i STRIMs styrelse. De strategiska innovationsprogrammen samverkar också med varandra för att gemensamt adressera frågor som täcker flera program, exempelvis kommer gemensamma utlysningar med livscykelperspektiv på gruv- och metallfrågor. Det nystartade innovationsprogrammet Re:Source kan också bidra. Det är värt att notera att det finns ett antal innovationsprogram som arbetar med material och råvarufrågor, och som, både enskilt och gemensamt, kommer att kunna bidra till områdets utveckling i Sverige.

Fortsatt fokus och ökade ekonomiska resurser till samverkansprogram med nationellt ansvar (strategiska innovationsprogram) kommer att stärka utvecklingen inom råvaruförsörjning, materialeffektivitet, återvinning och cirkulär ekonomi, till gagn för både svensk forskning och näringsliv. De strategiska innovationsprogrammets upplägg med gemensamma strategier och prioriteringar möjliggör fokus på samverkan.

En notering från det europeiska samarbetet är att Sverige framstår som ett land med god samverkan mellan forskning och näringsliv, att det finns ett starkt säkerhets- och miljötänkande och att vi är intressanta som europeiska partners. Sverige har också en nod inom den europeiska Knowledge and Innovation Community (KIC) inom råmaterialområdet, och deltar med ett stort antal forskningsaktörer och företag i flera noder.

Samverkan mellan forskningsaktörer kan stärkas genom ett flertal insatser som samtidigt möter de styrkor och utmaningar området står inför. Satsningar som en gemensam nationell forskarskola möter såväl samverkansförbättringar som kompetensförsörjning, samtidigt som det med rätt upplägg kan göras industriellt relevant och internationellt attraktivt.

### **4.4 Kategorisering av forskningssatsningarna med avseende på i vilken grad de beaktar den cirkulära ekonomin**

Det finns inget enkelt sätt att kvantifiera i vilken utsträckning historiska och kommande forskningssatsningar beaktar den cirkulära ekonomin. Det är dock tydligt att en mängd delområden, flera av dem internationellt starka, i hög grad bidrar till den cirkulära ekonomin. Det finns en stark utveckling av förbättrad utvinning av primära råvarukällor och återvinning



av sekundära råvarukällor. Vår bedömning är att nyare forskningssatsningar i högre grad än äldre har ett tydligare fokus på cirkulär ekonomi. Detta innefattar också de satsningar som gjorts inom de strategiska forskningsområdena (SFO), och i mycket hög grad inom de strategiska innovationsprogrammen, där till exempel två program nyligen gjorde en gemensam utlysning om livscykelanalys för metalliska material.

## 5 Vinnovas förslag

---

Genom kartläggningen av gruv- och mineralforskning blir det tydligt att såväl näringslivsrepresentanter som forskningsaktörer uppfattar samverkansforskning som meningsfull och stimulerande samtidigt som den bidrar till akademisk och industriell konkurrenskraft. Det framgår också tydligt genom enkät och intervjuer att det finns en historik av samverkan mellan näringsliv och forskningsaktörer som ytterligare byggts på genom långsiktiga strategiska satsningar, senast representerat av de strategiska innovationsprogram som Vinnova startat i samverkan med områdets aktörer.

Kartläggningen av gruv- och mineralområdet visar också att det finns en rad svenska styrkeområden, både ämnesmässiga och kulturella. Bland de ämnesmässiga kan nämnas gruvteknik, miljöfrågor och säkerhetsfrågor som är tydliga industriella styrkor. Bland de kulturella styrkorna finns lång erfarenhet av samverkan, såväl nationellt som internationellt och mellan ämnesområden. Just de kulturella styrkorna delas med många andra forskningsområden. Det finns också utmaningar att arbeta vidare med samtidigt med viktiga nya områden med potential för excellens. Kartläggningen visar också att det finns ett intresse för öppna data från ansvariga myndigheter, dessa kan gynna ny kunskapsutveckling och nya investeringar i Sverige.

Flertalet av de svenska styrkeområdena inom gruv- och mineralteknik bidrar också i hög grad till en cirkulär ekonomi. Det finns ett starkt fokus på återvinning och tekniker och metoder för att så långt som möjligt återanvända material. Särskilt metallutvinning producerar råvaror som kan återanvändas oändligt. Där ligger fokus istället på att minska miljöpåverkan från framställningen, till exempel genom energieffektivisering och minskade utsläpp från tillverkning.

Större etablerade och internationellt verksamma företag driver utvecklingen framåt och Sverige måste vara en attraktiv plats för företagens verksamhet. De nationella och internationella nätverk de agerar i utgör kanaler till exportmarknader och plattformar för FoU-samverkan, och det är därför viktigt att investera i sådan forskningssamverkan som skapar förutsättningar för fortsatta industriella investeringar i Sverige och i svensk forskning.

Förtroendeskapande forskningsinvesteringar utmärks av att de tas fram i samverkan mellan behovsägare och kunskapsaktörer. De är också långsiktiga och bygger på gemensamma strategier och prioriteringar, samtidigt som de är agila för att hantera snabba omvärldsförändringar. Långsiktiga strategier är särskilt viktiga inom det cykliska gruv- och mineralområdet. Robusta och breda samverkansprogram kan också hantera områden som har stor potential och framtida nytta men som ännu inte är direkt industriellt applicerbara. Långsiktiga satsningar bör också i stor utsträckning vara öppna för aktörer och idéer som tillkommer under satsningens livslängd för att stimulera förnyelse och gränsöverskridande samverkan. Det är värt att notera att det finns ett antal innovationsprogram som arbetar med material och råvarufrågor, och som både enskilt och gemensamt, kommer att kunna bidra till områdets utveckling i Sverige. Såväl Vinnova som enskilda samverkansprogram kan verka som

neutrala mötesplatser för att stimulera idéutveckling och undvika konserverande och rigida strukturer.

Baserat på kartläggning, enkät och intervjuer med områdets aktörer föreslår Vinnova *en fortsatt och förstärkt satsning på strategiska innovationsprogram* inom området, förslagsvis med följande delkomponenter:

- En satsning på nationell forskarskola inom gruv- och mineralområdet som bedrivs gemensamt av flera lärosäten, förslagsvis även med internationell koppling
- Särskilda åtgärder för att stärka ledningen av komplexa samverkansprojekt
- Incitament för kompetensöverskridande samverkan inom och utom gruv- och mineralområdet
- En särskild satsning för framtida områden med hög potential som ännu inte attraherar industriell medfinansiering, exempelvis urban mining och substitution av kritiska råvaror
- Särskilda incitament för mobilitet mellan samtliga aktörstyper inom området

Från vår kartläggning och undersökning ser vi att det finns intresse och behov av sådana satsningar, men att de inte ryms inom befintliga resurs- och budgetramar. Det strategiska innovationsprogrammet STRIM är en viktig och samlande aktör inom området, och adresserar en del av förslagen ovan, till exempel har de planer på att starta en forskarskola i år och deras breda öppna utlysningar inkluderar framtida områden med hög potential och uppmuntrar kompetensöverskridande samverkan, men det behövs ytterligare förstärkning.

Därutöver bör en satsning på grundforskning inom området kunna stimulera såväl framtida behovs- och excellensområden som kompetensförsörjning.

## 6 Förteckning över bilagor

---

Bilagorna laddas ner som separata PDF:er via <http://www.vinnova.se/sv/Aktuellt--publicerat/Publicationer/Produkter/Forskning-inom-gruv--och-mineralområdet/>

- Bilaga 1. Sammanställning av strategiska dokument och rapporter inom gruv- och mineralforskning, Ramböll (36 sidor).
- Bilaga 2. Forskning och framtid-Svensk gruvindustri i perspektiv, Kawano (43 sidor).
- Bilaga 3. Vetenskapsrådets bibliometriska utvärdering, Vetenskapsrådet (12 sidor).
- Bilaga 4. Bibliometric study of Swedish research in mining and minerals, KTH (39 sidor).

# Vinnovas publikationer

Februari 2017

För mer info eller för tidigare utgivna publikationer se VINNOVA.SE

## Vinnova Analys

### VA 2016:

- 01 Vinnväxt - Ett innovativt program i takt med tiden
- 02 Årsbok 2015 - Svenskt deltagande i europeiska program för forskning & innovation
- 03 Effektanalys av Vinnväxt-programmet - *Analys av effekter och nytta*
- 04 Chemical Industry Companies in Sweden - *Update including data for competence analysis*
- 05 Energibranschen i Sverige fortsätter växa - *Analys av företag i energibranschen 2007-2014 - branschdelar, åldersstrukturer, jämställdhet och kompetens*
- 06 Omvandling och fasta tillstånd - *Materialvetenskapens etablering vid svenska universitet*
- 07 Svensk konsultsektor i ny belysning - *Utvecklingstrender och dynamik*

### VA 2015:

- 01 Årsbok 2014 - *Svenskt deltagande i europeiska program för forskning & innovation*
- 02 Samverkansuppgiften i ett historiskt och institutionellt perspektiv
- 03 Långsiktig utveckling av svenska lärosätens samverkan med det omgivande samhället - *Effekter av forsknings- och innovationsfinansiärers insatser*
- 04 Företag i Tåg- och järnvägsbranschen i Sverige - *2007-2013*
- 05 FoU-program för Små och Medelstora Företag - *Metodologiskt ramverk för effektanalyser*
- 06 Small and beautiful - *The ICT success of Finland & Sweden*
- 07 National Research and Innovation Councils as an Instrument of Innovation Governance - *Characteristics and challenges*
- 08 Kartläggning och behovsinventering av test- & demonstrationsinfrastruktur

## Vinnova Information

### VI 2017:

- 01 Forskning inom gruv- och mineralområdet - *En studie av styrkor och samverkan*

### VI 2016:

- 01 Projektkatalog Utmaningsdriven innovation Steg 1-2015 - *Initieringsprojekt*
- 02 Projektkatalog Utmaningsdriven innovation Steg 2-2015 - *Samverkansprojekt*
- 03 Projektkatalog Utmaningsdriven innovation Steg 3-2015 - *Följdinvesteringsprojekt*
- 04 Årsredovisning 2015
- 05 FFI Årsrapport 2015 - *Samverkan för stark svensk fordonsindustri och miljöanpassade samt säkra transporter*
- 06 Innovation för ett attraktivare Sverige - *Sammanfattning (Kortversion av VI 2015:07)*
- 07 Utmaningsdriven innovation - *Samhällsutmaningar som tillväxtpöjligheter (för engelsk version se VI 2015:11)*
- 08 Vinnväxt - *A programme renewing and moving Sweden ahead*

### VI 2015:

- 01 Insatser för innovationer inom Hälsa
- 02 FFI Årsrapport 2014 - *Samverkan för stark svensk fordonsindustri och miljöanpassade samt säkra transporter*
- 03 Social innovation - Exempel
- 04 Social innovation
- 05 Årsredovisning 2014
- 06 Sweden needs FFI (för svensk version se VI 2015:10)
- 07 Innovation för ett attraktivare Sverige - *Underlag till regeringens politik för forskning, innovation och högre utbildning 2017-2020 - Huvudrapport (för sammanfattning se VI 2016:06, för analysrapport se VI 2015:08)*
- 08 Förutsättningar för innovationspolitik i Sverige - *Underlag till regeringens politik för forskning, innovation och högre utbildning 2017-2027 - Analysrapport (för huvudrapport se VI 2015:07)*
- 09 UTGÅR, ersätts av VI 2016:07
- 10 Sverige behöver FFI (för engelsk version se VI 2015:06)
- 11 Challenge-Driven Innovation - *Societal challenges as opportunities for growth (för svensk version se VI 2016:07)*

## Vinnova Rapport

### VR 2017:

- 01 Att skapa förutsättningar för innovation - *Erfarenheter från "Idéslussar i kommuner - förstudie 2015"*

### VR 2016:

- 01 Third Evaluation of VINN Excellence Centres - *AFC, BiMaC Innovation, BIOMATCELL, CESC, CHASE, ECO2, Faste, FUNMAT, GHZ, HELIX, Hero-m, iPack, Mobile Life, ProNova, SAMOT, SuMo & WINGQUIST*
- 02 Third Evaluation of Berzelii Centres - *Exselent, UPSC & Uppsala Berzelii*
- 03 NOVA - *Verktyg och metoder för normkreativ innovation (för engelsk version se VR 2016:06)*
- 04 Forskning och utveckling för ökad jämställdhet - *Följeforskning om Vinnovas regeringsuppdrag avseende behovsmotiverad forskning för ökad jämställdhet 2013-2015*
- 05 This is about Change - *Ten years as an on-going evaluator of the Triple Steelix initiative (För svensk version se VR 2015:05)*
- 06 NOVA - *tools and methods for norm-creative innovation (för svensk version se VR 2016:03)*
- 07 Flaggskepsfabriken - *Styrkor i svensk produktion*
- 08 Flaggskepsmetodik - *En arbetsmetod för industriellt erfarenhetsutbyte*
- 09 Evaluating the Role of HEIs' Interaction with Surrounding Society - *Development Pilot in Sweden 2013-2016*
- 10 Utvärdering strategiska innovationsprogram - *Första utvärderingen av Processindustriell IT och automation, Produktion 2030, Gruv- och metallutvinning, Lättvikt och Metalliska material*
- 11 Shaping the Future now - *Good Start! International evaluation of Geo Life Region, Smart Housing Småland and The Paper Province 2.0*

### VR 2015:

- 01 Bumpy flying at high altitude? - *International evaluation of Smart Textiles, The Biorefinery of the Future and Peak Innovation*
- 02 From green forest to green commodity chemicals - *Evaluating the potential for large-scale production in Sweden for three value chains*
- 03 Innovationstävlingar i Sverige - *insikter och lärdomar*

- 04 Future Smart Industry - *perspektiv på industriomvandling*
- 05 Det handlar om förändring - *Tio år som följeforskare i Triple Steelix (För engelsk version se VR 2016:05)*
- 06 Evaluation of the Programme Multidisciplinary BIO - *The strategic Japanese-Swedish cooperation programme 2005 - 2014*
- 07 Nätverksstyrning av transportinnovation
- 08 Ersättningssystem för innovation i vård och omsorg - *En studie av åtta projekt som utvecklar nya ersättningsmodeller*
- VR 2014:**
- 01 Vägar till välfärdsinnovation - *Hur ersättningsmodeller och impact bonds kan stimulera nytänkande och innovation i offentlig verksamhet*
- 02 Jämställdhet på köpet? - *Marknadsfeminism, innovation och normkritik*
- 03 Googlemodellen - *Företagsledning för kontinuerlig innovation i en föränderlig värld*
- 04 Öppna data 2014 - *Nulägesanalys.*
- 05 Institute Excellence Centres - IEC - *En utvärdering av programmet*
- 06 The many Faces of Implementation
- 07 Slututvärdering Innovationslussar inom hälso- och sjukvården
- VR 2013:**
- 01 Från eldsjäl drivna innovationer till innovativa organisationer - *Hur utvecklar vi innovationskraften i offentlig verksamhet?*
- 02 Second International Evaluation of the Berzeli Centra Programme
- 03 Uppfinningars betydelse för Sverige - *Hur kan den svenska innovationskraften utvecklas och tas tillvara bättre?*
- 04 Innovationslussar inom hälso- och sjukvården - *Halvtidsutvärdering*
- 05 Utvärdering av branschforskningsprogrammen för läkemedel, bioteknik och medicinteknik
- 06 Vad ska man ha ett land till? - *Matchning av bosättning, arbete och produktion för tillväxt*
- 07 Diffusion of Organisational Innovations - *Learning from selected programmes*
- 08 Second Evaluation of VINN Excellence Centres - *BiMaC Innovation, BIOMATCELL, CESC, Chase, ECO2, Faste, FunMat, GigaHertz, HELIX, Hero-m, iPACK, Mobile Life, ProNova, SAMOT, SuMo & Wingquist.*
- 09 Förkommersiell upphandling - *En handbok för att genomföra FoU-upphandlingar*
- 10 Innovativa kommuner - *Sammanfattning av lärdomar från åtta kommuner och relevant forskning*
- 11 Design av offentliga tjänster - *En förstudie av designbaserade ansatser.*
- 12 Erfarenheter av EU:s samarbetsprogram - *JTI-IKT (ARTEMIS och ENIAC).*
- VR 2012:**
- 01 Utvärdering av Strategiskt gruvforskningsprogram - *Evaluation of the Swedish National Research Programme for the Mining Industry*
- 02 Innovationsledning och kreativitet i svenska företag
- 03 Utvärdering av Strategiskt stålforskningsprogram för Sverige - *Evaluation of the Swedish National Research Programme for the Steel Industry*
- 04 Utvärdering av Branschforskningsprogram för IT & Telekom - *Evaluation of the Swedish National Research Programme for IT and Telecom*
- 05 Metautvärdering av svenska branschforskningsprogram - *Meta-evaluation of Swedish Sectoral Research Programmes*
- 06 Utvärdering av kollektivtrafikens kunskapslyft.
- 07 Mobilisering för innovation - *Studie baserad på diskussioner med 10 koncernledare i ledande svenska företag.*
- 08 Promoting Innovation - *Policies, Practices and Procedures*
- 09 Bygginnovationers förutsättningar och effekter
- 10 Den innovativa värden
- 11 Framtidens personresor - *Slutrapport. Dokumentation från slutkonferens hösten 2011 för programmet Framtidens personresor*
- 12 Den kompetenta arbetsplatsen
- 13 Effekttutvärdering av Produktionslyftet - *Fas 1: 2007-2010.*





**Vinnova stärker Sveriges innovationskraft**

Post: Vinnova, SE-101 58 Stockholm, Sweden Besök/Office: Mäster Samuelsgatan 56  
+46 8 473 30 00 [vinnova@vinnova.se](mailto:vinnova@vinnova.se) [vinnova.se](http://vinnova.se)