

UTVÄRDERING AV ENERGIMYNDIGHETENS FINANSIERING AV FORSKARSTUDERANDE

2021-12-13



wsp

UTVÄRDERING AV ENERGIMYNDIGHETENS FINANSIERING AV FORSKARSTUDERANDE

KUND

Energimyndigheten

KONSULT

WSP Advisory

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7
Tel: +46 10-722 50 00
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
wsp.com

FÖRFATTARE

Tommy Jansson
Helen Andréasson
Carl Arvid Dahlöf
Alexander Dannerhäll

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	6
1 UPPDRAGET	8
1.1 ENERGIMYNDIGHETENS FINANSIERING AV FORSKNING	8
1.2 BAKGRUND TILL UPPDRAGET	9
1.3 UTVÄRDERINGSFRÅGORNA	10
1.4 METOD	10
1.5 UTMANINGAR MED UNDERLAGET	12
1.6 AVGRÄNSNINGAR	12
1.7 DISPOSITION	13
2 FORSKARSTUDERANDE I SVERIGE: EN BAKGRUND	14
2.1 ANDELEN OCH ANTALET FORSKARSTUDERANDE MINSKAR	14
2.2 ÖKAD EFTERFRÅGAN PÅ FORSKARUTBILDAD ARBETSKRAFT	15
2.3 BEHOVET AV EXTERN FINANSIERING FÖR ATT BYGGA UPP FORSKNINGSMILJÖER ÖKAR	15
2.4 VAD VI VET OM RESULTAT OCH EFFEKTER AV FORSKNINGSFINANSIERINGEN	16
3 FORSKARSTUDERANDE: NÅGRA GRUNDDRAG	17
3.1 INLEDNING – VILKA FRÅGOR BESVARAS I DETTA KAPITEL?	17
3.2 HUR SER POPULATIONEN UT?	17
3.2.1 Energirikta grundforskning och Program Energisystem	19
3.2.2 Examinerande lärosäte	20
3.3 SAMMANFATTNING	21
4 FORSKARSTUDERANDES KARRIÄRVÄGAR	22
4.1 INLEDNING – VILKA FRÅGOR BESVARAS I DETTA KAPITEL?	22
4.2 DE TIDIGARE DOKTORANDERNAS NUVARANDE ANSTÄLLNINGAR	22
4.3 VAR STARTADE DOKTORANDERNA, VAR BEFINNER DE SIG IDAG?	23
4.4 HUR HAR RESAN SETT UT?	26
4.5 HUR FÖRHÅLLER SIG DESSA RESULTAT TILL TIDIGARE STUDIER?	28
4.6 SAMMANFATTNING	28
5 BIDRAG TILL TEKNIK- POLICY- OCH NÄRINGSUTVECKLING	29
5.1 INLEDNING – VILKA FRÅGOR BESVARAS I DETTA KAPITEL?	29
5.2 TEKNIKUTVECKLING	29
5.3 POLICYUTVECKLING	31
5.4 NÄRINGSUTVECKLING	33
5.5 VAD FORSKARSTUDERANDE OCH FORSKARE SER SOM VIKTIGT I FORSKARUTBILDNINGEN	34

5.6	HUR FÖRHÅLLER SIG DESSA RESULTAT TILL TIDIGARE STUDIER?	35
5.7	SAMMANFATTNING	36
6	AKADEMISK UTVECKLING OCH EXCELLENS	37
6.1	INLEDNING – VILKA FRÅGOR BESVARAS I DETTA KAPITEL?	37
6.2	FORSKNINGSMILJÖER / FORSKNINGS-DISCIPLINER HAR STÄRKTS	37
6.2.1	Flera satsningar bidrar till ökad/förbättrad samverkan mellan forskare och olika forskargrupper	37
6.2.2	Satsningar som innefattat doktorander stärker forskningsmiljöer och discipliner	38
6.2.3	Kunskap som byggs upp lyfts in i befintliga (eller nya) kurser, både på avancerad och forskarutbildningsnivå	38
6.3	VETENSKAPLIG EXCELLENS	39
6.3.1	Dataunderlaget	39
6.3.2	Materialet i grova drag	40
6.3.3	Goda prestationer från de forskarstuderande	41
6.3.4	Vilka bakgrundsvariabler har betydelse?	42
6.3.5	Etablerar de forskarstuderande självständighet?	44
6.3.6	Jämförelse mellan programtyper	45
6.4	HUR FÖRHÅLLER SIG DESSA RESULTAT TILL TIDIGARE STUDIER?	46
6.5	SAMMANFATTNING	47
7	FORSKARSTUDERANDES BIDRAG TILL SAMVERKAN MELLAN OLIKA AKTÖRER	48
7.1	INLEDNING – VILKA FRÅGOR BESVARAS I DETTA KAPITEL?	48
7.2	FORSKARSTUDERANDES BIDRAG TILL SAMVERKAN MELLAN OLIKA AKTÖRER EFTER STUDIerna	48
7.3	FORSKARSTUDERANDE VÄRDERAR POSITIVT SIN TVÄRVETENSKAPLIGA KOMPETENS	49
7.4	HUR FÖRHÅLLER SIG DESSA RESULTAT TILL TIDIGARE STUDIER?	50
7.5	SAMMANFATTNING	51
8	SKILLNADER OCH LIKHETER MELLAN TEMAOMRÅDEN OCH PROGRAM	52
8.1	INLEDNING – VILKA FRÅGOR BESVARAS I DETTA KAPITEL?	52
8.2	TEMAOMRÅDEN	52
8.2.1	Temaområden och lärosäten	53
8.3	ENERGIRIKTAD GRUNDFORSKNING OCH PROGRAM ENERGISYSTEM	55
8.3.1	Forskarstuderande kopplade till Energiriktad grundforskning respektive Program Energisystem: könsfördelning	55
8.3.2	Var verkardisputerade som tillhörde Energiriktad grundforskning och Program Energisystem i dag?	56
8.3.3	Energiriktad grundforskning: observationer	58
8.3.4	Program Energisystem: observationer	58

8.4	HUR FÖRHÅLLER SIG DESSA RESULTAT TILL TIDIGARE STUDIER?	58
8.5	SAMMANFATTNING	59
9	BETYDELSEN AV ENERGIMYNDIGHETENS FINANSIERING	60
9.1	INLEDNING – VILKA FRÅGOR BESVARAS I DETTA KAPITEL?	60
9.2	MYNDIGHETENS FINANSIERING AV FORSKARSTUDERANDE ÄR EN INVESTERING I FRAMTIDA KONKURRENSKRAFT	60
9.3	MYNDIGHETENS FINANSIERING AV FORSKARSTUDERANDE BIDRAR TILL ATT UPPFYLLA MÅLEN I PROPOSITIONEN OM FORSKNING OCH INNOVATION PÅ ENERGIOMRÅDET	62
9.4	BEHOV AV FRAMTIDA STUDIER / UTVÄRDERINGAR	62
BILAGOR		64
	BILAGA 1: UTVÄRDERINGSFRÅGOR	64
	BILAGA 2: METOD: DETALJERAD BESKRIVNING AV DATAUNDERLAGET	66
	BILAGA 3: PUBLICERINGSMÄTNING OCH CITERINGSANALYS MED PERCENTILMODELL	67
	BILAGA 4: TABELLER MED DETALJERADE DATA	76

SAMMANFATTNING

Energimyndigheten är Sveriges största forskningsfinansiär inom energiområdet. Stödet till forskning och innovation bidrar till att uppfylla de energi- och klimatpolitiska målen, och målen på näringslivs-, miljö- och forskningsområdena. Finansieringen sker i form av samlade forskningsprogram, stöd till specifika initiativ eller miljöer och enskilda projekt. Huvudsakligen fördelas medel till projekt genom öppna utlysningar.

Föreliggande studie har haft till syfte att undersöka vilken effekt Energimyndighetens stöd till forskarstuderande har haft på teknik-, policy- och näringslivsutveckling; och i förlängningen stödets bidrag till att uppfylla energiforskningspropositionens¹ mål. Studien omfattar doktorer och licentiat i tre grupperingar:

- 1) alla doktorander som Energimyndigheten finansierat med minst 20 procent sedan 2012, inklusive delmängderna
- 2) inom forskningsprogrammet Program Energisystem och
- 3) inom satsningen Energiriktad grundforskning.

Studien omfattar en population på sammanlagt 829 individer, fördelade på ca 70 procent män och 30 procent kvinnor. Nio av tio forskarstuderande har erhållit en doktorsexamen, övriga en licentiatexamen. Samma fördelning syns i förhållandet högskoledoktorander kontra industridoktorander inom populationen. Doktorerna och licentiaterna har i huvudsak examinerats från en grupp om sex universitet, med Chalmers tekniska högskola och KTH i topp med avseende på antal doktorander och licentiat (de övriga i gruppen är Lunds universitet, Luleå tekniska universitet, Uppsala universitet och Linköpings universitet).

Sett till nuvarande anställning återfinns en majoritet av de tidigare forskarstuderande inom kategorierna akademi och näringsliv (ca 40 procent inom varje), med ett mindre antal inom institutsfären och offentlig verksamhet. Underlaget indikerar att det sker få byten mellan kategorier när karriären tagit fart, särskilt när det handlar om byte från näringsliv till akademi.

De anställda inom näringslivet verkar i hög grad inom globala och teknikstarka företag; ett litet antal driver egna startups eller arbetar i mindre företag inom energiområdet. Oavsett storlek på företag bidrar de tidigare doktoranderna till att värdefull teknikutveckling sker. Bidrag till policyutveckling kommer i första hand från anställda inom akademien, samt det mindre antal forskarstuderande som idag arbetar på olika myndigheter, institut, och intresseorganisationer.

I sina fortsatta yrkeskarriärer bidrar doktorer och licentiat till kunskapsutvecklingen och samverkan mellan olika (kategorier) aktörer. De

¹ Prop. 2016/17:66. Forskning och innovation på energiområdet för ekologisk hållbarhet, konkurrenskraft och försörjningstrygghet.
<https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/proposition/2016/12/prop-2016-1766/>

medverkar ofta till att stärka forskningsmiljöer, forskningsdiscipliner och utbildningar, och de presterar mycket väl i fråga om vetenskaplig excellens. Det akademiska samtalet sker på internationell nivå, och även de tidigare doktorander som idag arbetar i näringslivet verkar i positioner och roller där internationellt samarbete är en naturlig och ofta nödvändig del av yrkesutövningen.

Under sin tid som doktorander har de forskarstuderande byggt kontakter och nätverk i första hand med andra lärosäten, men också med företag i många fall; kontakter som blir varaktiga. En viktig komponent i nätverksbyggandet är den tvärvetenskapliga kompetens som kommer med doktorandstudierna, och som stärker de forskarstuderandes förmåga att kommunicera med experter inom olika expertområden, samt ökar förståelsen för komplexa samhällsutmaningar.

En jämförelse mellan forskningsprogrammen Energiriktad grundforskning, Program Energisystem och den totala populationen visar att andelen nuvarande anställda inom akademien skiljer sig obetydligt mellan programmen, men är något större än för populationen i stort. Forskarstuderande från Program Energisystem hamnar i betydligt högre grad än populationen i stort, och även i jämförelse med Energiriktad grundforskning, i offentlig förvaltning, och i liten utsträckning i näringslivet. En anmärkningsvärt stor andel av de disputerade från Program Energisystem är kvinnor, medan fördelningen män/kvinnor för Energiriktad grundforskning är i paritet med populationen i stort.

Sammanfattningsvis visar studien att Energimyndighetens finansiering av forskarstuderande har betydelse på flera plan, bland annat:

- Finansiering av forskarstuderande är en kompetenshöjning för individen, såväl som för samhället och näringslivet.
- Satsningarna förefaller vara av stor betydelse framför allt för den nationella kompetensförsörjningen, men även för utvecklingen av miljövänlig teknik inom en rad områden.
- Forskarna finansierade av Energimyndigheten presterar nästan dubbelt (i termer av mest citerade/publicerade) mot vad man kan förvänta sig i en population.
- Energimyndighetens finansiering bidrar till att uppfylla energiforskningspropositionens (Prop. 2016/17:66) mål.

1 UPPDRAGET

1.1 ENERGIMYNDIGHETENS FINANSIERING AV FORSKNING

För att nå de energi- och klimatpolitiska målen finansierar Energimyndigheten forskning, innovation och affärsutveckling. Inriktningen styrs av energiforskningspropositionen. Enligt den från 2016 (Prop. 2016/17:66) ska forskning och innovation på energiområdet uppfylla följande konkretiserade mål:

- bygga upp vetenskaplig och teknisk kunskap och kompetens som behövs för att genom tillämpning av ny teknik och nya tjänster möjliggöra en omställning till ett långsiktigt hållbart energisystem i Sverige, karaktäriserat av att förena ekologisk hållbarhet, konkurrenskraft och försörjningstrygghet,
- utveckla teknik och tjänster som kan kommersialiseras genom svenskt näringsliv och därmed bidra till hållbar tillväxt och energisystemets omställning och utveckling såväl i Sverige som på andra marknader,
- bidra till och dra nytta av internationellt samarbete på energiområdet.

Energimyndigheten är Sveriges största forskningsfinansierare inom energiområdet. Stödet till forskning och innovation bidrar till att uppfylla de energi- och klimatpolitiska målen, och målen på näringslivs-, miljö- och forskningsområdena.

För att lyckas med detta erbjuder Energimyndigheten en bred uppsättning finansieringsmöjligheter som sträcker sig från grundforskning till kommersialisering och spridning av lösningar och produkter. Energiforskningsanslaget låg 2006–2015 på en konstant andel (ca 4 procent) av den totala nationella budgeten för forskning och innovation med undantag för 2009–2011 då stödet till stora anläggningar fanns vilket ökade andelen till 5,5 procent. 2020 beslutade myndigheten om medel till ett värde om 1 344 000 000 kronor, där drygt hälften (55 procent) gick till universitet och högskolor, 27 procent till företag, tio procent till bransch/institut och åtta procent till offentliga organ och internationella organisationer.²

Energimyndighetens verksamhet inom forskning, innovation och affärsutveckling delas in i nio temaområden:

- Transportsystemet
- Bioenergi
- Byggnader i energisystemet
- Elproduktion och elsystem
- Industri

² Energimyndighetens årsredovisning 2020 <https://energimyndigheten.a-w2m.se/Home.mvc?ResourceId=184275>

- Hållbart samhälle
- Allmänna energisystemstudier
- Affärsutveckling och kommersialisering
- Tvärgående samt övergripande.³

Finansieringen sker i form av samlade forskningsprogram, stöd till specifika initiativ eller miljöer och enskilda projekt. Huvudsakligen fördelas medel till projekt genom öppna utlysningar. Forskningsinsatserna som Energimyndigheten finansierar sker som regel i nära samverkan med näringsliv och akademi, och samfinansieras oftast av deltagande aktörer. Samfinansieringen har de senaste åren sammantaget varit större än Energimyndighetens finansiering (2018 beslutade myndigheten medel på 1 247 mnkr och 2019 på 1 295 mnkr, och samfinansieringen de åren uppgick de åren till 1 722 mnkr respektive 1 703 mnkr), och 2020 innebar det att den totala volymen på Energimyndighetens finansiering av forskning, innovation och kommersialisering var drygt tre miljarder kronor (1 344 mnkr beslutade medel och 1 707 mnkr i samfinansiering).

1.2 BAKGRUND TILL UPPDRAGET

Detta uppdrag är en del i arbetet att utvärdera Energimyndighetens uppfyllande av energiforskningspropositionens mål. Syftet med uppdraget är att undersöka vilken effekt de doktorer och licentiater som finansierats av energiforskningsanslaget haft. Uppdraget innebär att dokumentera, analysera och redovisa vilka effekter Energimyndighetens stöd till forskarstuderande inom forskning, innovation och affärsutveckling har i dag och tidigare haft. Det innefattar att följa upp Energimyndighetens doktorer och licentiater i tre grupperingar:

- 1) alla doktorander som Energimyndigheten finansierat med minst 20 procent sedan 2012, inklusive delmängderna
- 2) inom forskningsprogrammet Program Energisystem och
- 3) inom satsningen Energiriktad grundforskning.

³ Ibid

1.3 UTVÄRDERINGSFRÅGORNA

Utvärderingen avser besvara nio utvärderingsfrågor. Dessa innefattar i flera fall underfrågor, och dessa presenteras i bilaga 1. De övergripande utvärderingsfrågorna är följande:

1. Var återfinns doktorerna och licentierna idag?
2. Vilken teknikutveckling i Sverige och i världen har skett med hjälp av doktorerna och licentierna?
3. Vilken policyutveckling i Sverige och i världen har skett med hjälp av doktorerna och licentierna?
4. Vilken näringslivsutveckling har stärkts av Energimyndighetens finansiering av doktorerna och licentierna?
5. Vilken betydelse har Energimyndighetens finansiering av doktorander haft för näringslivets utveckling mot energiomställningen i Sverige och globalt?
6. Hur ser könsfördelningen ut bland alla doktorer och licentier som Energimyndigheten finansierat med minst 20 procent mellan 2012 - 2020?
7. Skillnader och likheter mellan Energimyndighetens temaområden och program?
8. Hur har de forskarstuderande bidragit till samverkan mellan olika aktörer?
9. Vilka skillnader och likheter det finns mellan de olika satsningarna (Program Energisystem, Forskarskolan energisystem, Energiriktad grundforskning)?

1.4 METOD

Sökning i databaser och öppna källor. En central del av arbetet med detta uppdrag har bestått i att bygga upp ett masterdokument över de forskarstuderande som Energimyndigheten under undersökningsperioden finansierat med minst 20 procent, och att genom att triangulera ett antal källor fortlöpande komplettera och verifiera uppgifterna i detta dokument. De källor vi har använt är databaser vi har tillgång till samt öppna källor (LinkedIn, Avhandling.se, Google Scholar, hemsidor m m), kompletterat med underlag från Energimyndigheten samt andra rapporter och utvärderingar.

Vi har på detta sätt försökt bemästra de utmaningar som nämns i nästa avsnitt. I ett antal fall har det trots ansträngningar misslyckats, och det har då rört sig om individer med vanliga namn (såväl svenska som utländska, främst kinesiska), där vi inte med säkerhet kunnat attribuera våra data till rätt person.

Detta har alltså resulterat i en datafil över totalt 829 individer, uppdelad efter ett antal centrala parametrar (som exempelvis år för lic- eller doktorsavhandling examinerande lärosäte; anställningshistorik (första, andra,

tredje samt nuvarande anställning, i Sverige eller utrikes); temaområde och satsning (enligt Energimyndighetens klassificering) samt kön.

Webbaserad enkät till forskarstuderande. Utmaningarna med att rensa i grundmaterialet och den pressade tidsramen för uppdragets genomförande innebar att vi skickade ut enkäten i ett tidigt skede av arbetet (i slutet av maj, och sedan gjorde kompletterande utskick i juni då fler namn och e-postadresser upphittades. Enkäten gick slutligen ut till 543 adressater, och 174 svar inkom. Det fortsatta sökandet efter individer och e-postadresser fortsatta under augusti, men inga fler enkätutskick gjordes till följd av det pressade tidsschemat för leverans av rapport.

Den relativt låga svarsfrekvensen på enkäten (32 %) förklaras av en kombination av faktorer; svårigheter att hitta aktuella e-postadresser (i många fall studsade den senaste mejladressen vi hittat), den relativt långa tid som i vissa fall förflutit sedan tiden för forskarstudierna samt att Energimyndighetens del, som framgår av några enkät- och intervjusvar, utgjorde en mindre (och därmed ur deras perspektiv möjligen mindre betydande) del av finansieringen av deras studier.

Bibliometriska analyser. Databaserna Google Scholar, SwePub/Diva och Web of Science (som indexerar internationella vetenskapliga tidskrifter) har använts för publiceringsanalys som ger svar på andelen refereebedömda skrifter. Svenska referensvärden baserat på Web of Science har möjliggjort att fördela de aktuella forskarna i förhållande till svenska forskares normalprestationer. Med detta underlag har en citeringsanalys enligt den s k percentilmodellen genomförts. (En mer utförlig beskrivning av de metoder som använts ges i kapitel 7 och i bilaga 2.)

Patentanalys har genomförts genom Derwent Innovation Index (Clarivate), och kompletterats genom enkätsvar. Patent utgör en indikator på kunskap som omvandlas till kommersiellt gångbara resultat, där en förekomst ger vid handen att sådan verksamhet pågår. Normalt tar det lång tid för patent att behandlas och inordnas i patentdatabaserna, och sådana tidsmässiga fördröjningar innebär vissa analysmässiga restriktioner.

Analys av nyföretagande. Med data från affärsdatabasen Bisnode (med källdata från Bolagsverket) har vi sökt på befattningshavare och på så sätt fått fram bolag. Detta visar om tidigare doktorander startat eller är delaktiga i företag. Data omfattar även bransch och tillväxten i dessa företag, även om mindre bolag ofta saknar årsvisa omsättnings-/sysselsättningsdata.

Intervjuer med nyckelaktörer (handledare, forskningsledare). Vi har genomfört intervjuer med centralt placerade personer vid vissa lärosäten/forskningsmiljöer⁴ för att fördjupa förståelsen för de mekanismer och drivkrafter som motiverar forskarstuderande och som stärker deras möjligheter att i sin fortsatta karriär bidra till utvecklingen inom olika områden.

Referensgrupp. En referensgrupp bestående av två forskare och lärare vid Lunds universitet (Pauline Mattsson och Tomas Hellström), en

⁴ Två personer från KTH; en person vardera från Chalmers tekniska högskola, Linköpings universitet, Luleå tekniska universitet, Lunds universitet, Stockholms universitet och Uppsala universitet

forskningsansvarig på ett större företag och tillika adjungerad professor vid Linköpings universitet (Magnus Blinge) samt en tidigare gästprofessor vid flera svenska lärosäten och specialiserad på forskningspolitiska analyser (Ulf Sandström) har bistått utvärderingsteamet. Dessa experter har i två workshops kopplat utvärderingsresultaten till sina olika expertområden, och jämfört, bedömt och värderat observationer och erfarenheter som framkommit från den insamlade empirin. Den första workshopen fokuserade på individer och karriärvägar, och den andra på forskningsmiljöer och individens avtryck.

Dokumentstudier av tidigare analyser och utvärderingar av satsningar finansierade av Energimyndigheten. Detta underlag har använts där så är relevant för att komplettera och kontrastera det som framkommit i det nu aktuella uppdraget. Dessa tidigare studier bidrar i viss utsträckning även med konkreta exempel på samverkan, näringslivsutveckling med mera.

Mot slutet av analysfasen genomfördes ett **tolkningsseminarium** med sju handläggare och chefer på Energimyndigheten. Detta gav oss återkoppling på våra preliminära observationer, slutsatser och reflektioner, och möjliggjorde att komplettera med betydelsefulla inslag i tolkningen av empirin.

1.5 UTMANINGAR MED UNDERLAGET

Energimyndigheten uppskattade i förfrågningsunderlaget den totala populationen doktorer och licentiater som skulle ingå i studien till ca 1033 individer. Detta byggde på en sammanställning av svaren på en årlig enkät till projektledare för projekt finansierade med minst 20 procent av Energimyndigheten. Den sammanställningen, i form av närmare 50 excelfiler, utgjorde grundmaterialet för vår studie.

Då enkätsvaren som detta grundmaterial bygger på inte var kvalitetssäkrat var det i flera avseenden bristfälligt. Exempelvis innehöll underlaget ett antal individer saknade lic- eller doktorsexamen medan andra doktorander som Energimyndigheten under den aktuella perioden finansierat saknades. Detta resulterade sammanfattningsvis i ett mycket tidskrävande arbete att rensa och kontrollera uppgifter, Bilaga 2 beskriver mer i detalj bristerna i grundmaterialet och hur vi sökt hantera dessa.

Vårt underlag består slutligen av 829 individer, och det är denna population som studien omfattar.

1.6 AVGRÄNSNINGAR

Studien omfattar de forskarstuderande som under åren 2012–2021⁵ disputerat eller skrivit en licentiatuppsats med en finansiering om minst 20 procent från Energimyndigheten. I det masterdokument som vi använder som underlag för vår studie är det individens *slutliga* examen som anges,

⁵ Underlaget från Energimyndigheten omfattar perioden 2012–2020, men ett antal individer har tagit sin slutliga examen under 2021. Därför sträcker sig studien till 2021.

oavsett om denne finns angiven eller inte som doktor i Energimyndighetens underlag.

I analysen av de forna doktorandernas mobilitet och vetenskapliga output har vi delat upp populationen i två delar. Den ena gruppen omfattar individer som tagit (en högsta) examen mellan åren 2012–2017, och den andra de som tagit en examen åren 2018–2021. Uppdelningen bygger på antagandet att för individer som tagit en examen 2018 eller senare är rörligheten mindre på grund av att kort tid har gått efter examen, samt överrepresentation av anställda inom akademi då de ofta innehar postdoktjänster eller fortsatt bedriver doktorandstudier (bland licentiater).

En särskild analys för forskarstuderande från Program Energisystem har gjorts. Denna omfattar de 26 individer som tog en examen under vår undersökningsperiod. När så har varit relevant har vi även inkluderat de 55 individer som deltog i programmet och tog en examen före 2012, men de övergripande redovisningarna av forskarstuderandes karriärutveckling och akademiska produktion bygger, för jämförbarhetens skull, på de 26 individer som tog en examen 2012–2021.

En analys har även gjorts av forskarstuderande kopplade till projekt finansierade genom Energiriktad grundforskning, en population om totalt 41 individer. I likhet med Program energisystem har forskarstuderande examinerats från Energiriktad grundforskning även före 2012; dessa ingår inte i den nu aktuella undersökningen.

Då Forskarskolan Energisystem påbörjades under undersökningsperioden har ännu endast sex individer utexaminerade (tre vardera från 2020 och 2021). Det har inte bedömts vara relevant att göra en särskild analys av dessa, dels för att det är få individer, dels för att de är så pass nyutexaminerade.

1.7 DISPOSITION

Kapitel 2 ger en bakgrundsteckning till utvärderingen med en beskrivning av utvecklingen över tid av antalet forskarstuderande nationellt. Kapitel 3 beskriver på ett övergripande plan populationen för denna studie, och kapitel 4 analyserar deras karriärvägar efter examen. Kapitel 5 diskuterar forskarstuderandes bidrag till teknikutveckling, policyutveckling och näringslivsutveckling, och i kapitel 6 diskuterar deras akademiska produktion och samverkan med andra aktörer. Kapitel 7 beskriver forskarstuderandes bidrag till samverkan mellan olika aktörer, och kapitel 8 analyserar skillnader och likheter mellan Energimyndighetens temaområden och program och populationen i stort. Rapportens avslutande kapitel 9 reflekterar över betydelsen av Energimyndighetens finansiering.

Bilaga 1: Utvärderingsfrågor

Bilaga 2: Metod: detaljerad beskrivning av dataunderlaget

Bilaga 3: Publiceringsmätning och citeringsanalys med percentilmodell

Bilaga 4: Tabeller med detaljerade data

2 FORSKARSTUDERANDE I SVERIGE: EN BAKGRUND

För att sätta myndighetens finansiering i ett sammanhang beskriver vi inledningsvis kortfattat antal och andel som påbörjat sin forskarutbildning i Sverige år 2011–2020, samt betydelsen av en forskarutbildning sett ur ett näringslivsperspektiv. Underlaget bygger på statistik och rapporter från Statistiska centralbyrån, SCB och Universitetskanslersämbetet, UKÄ samt input från den referensgrupp experter som bistått utvärderingen.

2.1 ANDELEN OCH ANTALET FORSKARSTUDERANDE MINSKAR

Under den senaste tioårsperioden har andelen i den svenska befolkningen som påbörjat en forskarutbildning halverats⁶. Av de som föddes 1978 hade 1,6 procent påbörjat en forskarutbildning vid senast 30 års ålder, och av de som föddes 1987 var det 0,8% som hade börjat när de var 30. Antalet nybörjare bland doktoranderna var ca 3 100 år 2020, motsvarande siffra 2011 var 3 600. Orsaken till att andelen i svenska befolkningen som påbörjar en forskarutbildning har minskat kunde inte fullt ut förklaras utifrån UKÄ:s analys.

Ungefär en av fyra doktorandnybörjare är utländska (dvs, personer från andra länder som är antagna till och bedriver utbildning på forskarnivå i Sverige). Andelen utländska doktorander har inte förändrats nämnvärt över tidsperioden.

Tabell 1. Antal kvinnor och män bland de svenska respektive utländska doktorandnybörjarna

År	Svenska doktorandnybörjare kvinnor	Svenska doktorandnybörjare män	Utländska doktorandnybörjare kvinnor	Utländska doktorandnybörjare män	Totalt
2011	1 166	1 075	531	795	3 567
2012	1 214	1 127	619	943	3 903
2013	1 009	930	515	781	3 235
2014	1 003	917	504	793	3 217
2015	959	927	473	697	3 056
2016	907	919	475	719	3 020
2017	979	917	564	758	3 218
2018	1 017	899	621	728	3 262

⁶ Universitetskanslersämbetet (2019). Halverad andel av befolkningen påbörjar en forskarutbildning, 2019-03-12 / 2
<https://www.uka.se/download/18.a8c22c2167c579aee513d9b/1552487280623/statistisk-analys-2019-03-12-halverad-andel-av-befolkningen-paborjar-forskarutbildning.pdf>

2019	1 046	860	600	708	3 214
2020	1 013	841	557	683	3 094
Totalt	10 313	9 412	5 459	7 605	32 789

Källa: SCB

2.2 ÖKAD EFTERFRÅGAN PÅ FORSKARUTBILDAD ARBETSKRAFT

Efterfrågan på forskarutbildad arbetskraft har ökat under det senaste decenniet, och sedan 2015 har antalet annonser från universitet och högskolor ökat i förhållande till övriga sektorer⁷. Utöver universitet och högskolor är efterfrågan på forskarutbildad arbetskraft hög särskilt inom forskningsintensiva storföretag.

Sverige har ett kunskapsintensivt näringsliv och det är många branscher som investerar i forskning. Tillgången till forskarutbildade är helt avgörande för företagets möjlighet att växa och investera i Sverige. De kommande åren kan man förvänta sig en minskning av antalet doktorsexamina eftersom antalet nybörjare minskat sedan toppnoteringen 2012, därav kan tillgången på forskarstuderande i Sverige bli kritisk för näringslivet på längre sikt.

Över 80 procent av alla doktorsexaminerade arbetar inom chefsyrken eller yrken med krav på fördjupad högskolekompetens⁸. Vidare konstaterar man att kvinnor som disputerat vid svenska lärosäten arbetar inom högskolan i högre utsträckning än doktorsexaminerade män.

2.3 BEHOVET AV EXTERN FINANSIERING FÖR ATT BYGGA UPP FORSKNINGSMILJÖER ÖKAR

Bra och kreativa forskningsmiljöer är en viktig faktor för att bedriva forskning av hög kvalitet och för att binda samman forskning, utbildning och övriga samhället. Universitetens och högskolans basfinansiering för forskning och forskarutbildning används till stor del för att ge forskarna bättre, mer långsiktiga och stabila villkor medan externfinansiering, som utgörs av intäkter från offentliga finansärer, huvudsakligen statliga, men även stiftelser, förbund, föreningar etc., utgör ett viktigt komplement för att driva utvecklingen av svensk forskningskvalitet.

En minskning av andelen externa medel kan leda till en relativt stor kvalitetshöjning genom att forskarna minskar sin tid för att söka medel⁹. Å

⁷ Universitetskanslerämbetet (2021). Högst efterfrågan på forskarutbildade på lärosätena och inom vården, 2021-03-23 / 52 156-21
<https://www.uka.se/download/18.2c1b6f281784ada0398217c/1616663273906/statistisk-analys-2021-03-24-Hogst%20efterfragan-pa-forskarutbildade-pa-%20larosatena-och-inom-varden.pdf>

⁸ Universitetskanslerämbetet (2020). Forskarutbildade på en föränderlig arbetsmarknad, UKÄ, 2020-11-17 / 52 514-20
<https://www.uka.se/download/18.13771dd4175c8723f5a387b/1606306383288/Forskarutbildade%20p%C3%A5%20en%20f%C3%B6r%C3%A4nderlig%20arbetsmarknad.pdf>

⁹ Hwang S (2018). Forskningskvalitet, effektivitet och extern finansiering
<https://suhf.se/app/uploads/2019/03/Forskningskvalitet-effektivitet-och-extern-finansiering-Stephen-Hwang-2018.pdf>

andra sidan går det att argumentera för att en minskning av andelen externa medel riskerar att leda till en sänkt forskningskvalitet. Dels på grund av ett ökat stigberoende hos den forskning som bedrivs, dels eftersom en ökad andel basfinansiering kan sänka nivån på forskningen då medlen fördelas på okända grunder och inte i konkurrens utifrån bäst ansökningar och meriter, såsom externfinansierade medel fördelas. Vidare kan argumenteras att extern finansiering ökar möjligheterna till mer behovsmotiverad forskning. Forskningsmiljöer är också i större utsträckning beroende av extern finansiering då basanslaget inte kan användas i tillräcklig grad för att finansiera forskarstudier, som är en huvudkomponent av forskningsmiljön.

2.4 VAD VI VET OM RESULTAT OCH EFFEKTER AV FORSKNINGSFINANSIERINGEN

Det finns en diger flora av analyser och utvärderingar av finansiering av forskning. På nationell nivå låter flertalet, främst större, forskningsfinansiärer göra utvärderingar, såväl av enskilda programsatsningar som teman som på mer övergripande nivå,¹⁰ Även myndigheter som Tillväxtanalys, Universitetskanslersämbetet UKÄ med flera analyserar, utvärderar och redovisar effekter av statens insatser inom forskningsområdet.

Tidigare analyser och utvärderingar låter sig svårligen sammanfattas i enhetliga och lättöverskådliga termer. Det som ofta framkommer i utvärderingar är att insatserna, framförallt sådana som uppfattas ha kontinuitet och långsiktighet (tex. kompetenscentrum och programsatsningar), bidrar till uppbyggnad och stärkande av humankapital, och i många fall även till att skapa forskningsmiljöer med kritisk massa. Ett annat ofta återkommande drag är behovet av långsiktighet i insatserna.

Många studier pekar samtidigt på svårigheterna att koppla resultat från enskilda projekt till en konkret produkt eller förbättring. Resultat och effekter av forskning manifesteras som regel efter lång tid, och de är oftast en del i ett större sammanhang eller en länk i en längre kedja. Det har därtill ofta skett genom olika finansieringskällor över tid. Det är därför nödvändigt att vara försiktig då man söker attribuera en viss effekt till ett visst stöd.

¹⁰ Se exempelvis Faugert & Co Utvärdering/Technopolis Group (2014). The Swedish Foundation for Strategic Research: An analysis of its impact and systemic role; Faugert & Co Utvärdering/Technopolis Group (2017). Starka forsknings- och utvecklingsmiljöer inom energiområdet – 20 år senare, en metaanalys av åtta kompetenscentrum; Ramböll (2020). Fordonsstrategisk forskning och innovation: Programutvärdering; Damvad Analytics (2021). Utvärdering av starka miljöer vid Högskolan i Halmstad, Högskolan i Skövde och Mittuniversitetet

3 FORSKARSTUDERANDE: NÅGRA GRUNDDRAG

3.1 INLEDNING – VILKA FRÅGOR BESVARAS I DETTA KAPITEL?

Kapitlet beskriver populationen i stort, och besvarar utvärderingsfråga 6 Hur ser könsfördelningen ut bland alla doktorer och licentiater som Energimyndigheten finansierat med minst 20 procent mellan 2012–2020?

3.2 HUR SER POPULATIONEN UT?

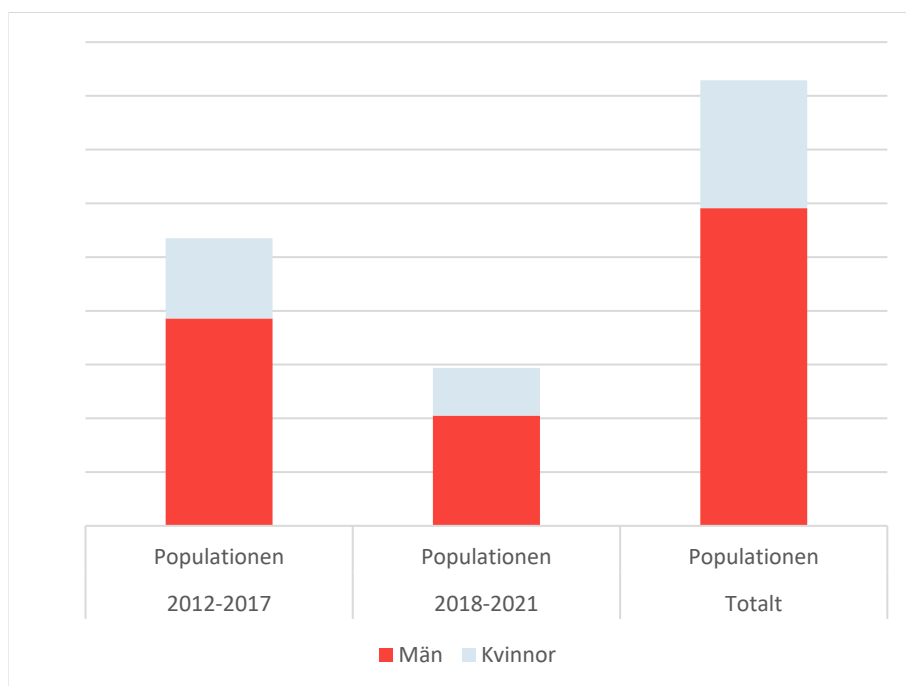
I avsnittet presenteras grundfakta om populationen av forskarstuderande som ingår i studien, totalt 829 individer. Underlaget har analyserats dels för den totala populationen, dels uppdelat på två delmängder: forskarstuderande examinerade 2012–2017 och forskarstuderande examinerade 2018–2021. Denna uppdelning är framförallt relevant för de analyser av karriärvägar som görs i kapitel 4. För att upprätthålla jämförbarhet genom rapportens olika delar finns även grundfakta i detta format; se bilaga 4 tabell 1 för dessa detaljerade data.

För en del individer saknas vissa data, vilket medför att summan av antalet individer kan skilja beroende på vilka underkategorier som summeras (exempelvis de två typerna av doktorander). Detta medför också att delarna inte summerar till 100 procent i samtliga fall. Hänsyn bör genomgående även tas för att de två delperioderna är olika långa.

En första observation av populationen, se figur 1, är att andelen män/kvinnor är ungefär 70/30 både totalt och för de två delmängderna.¹¹

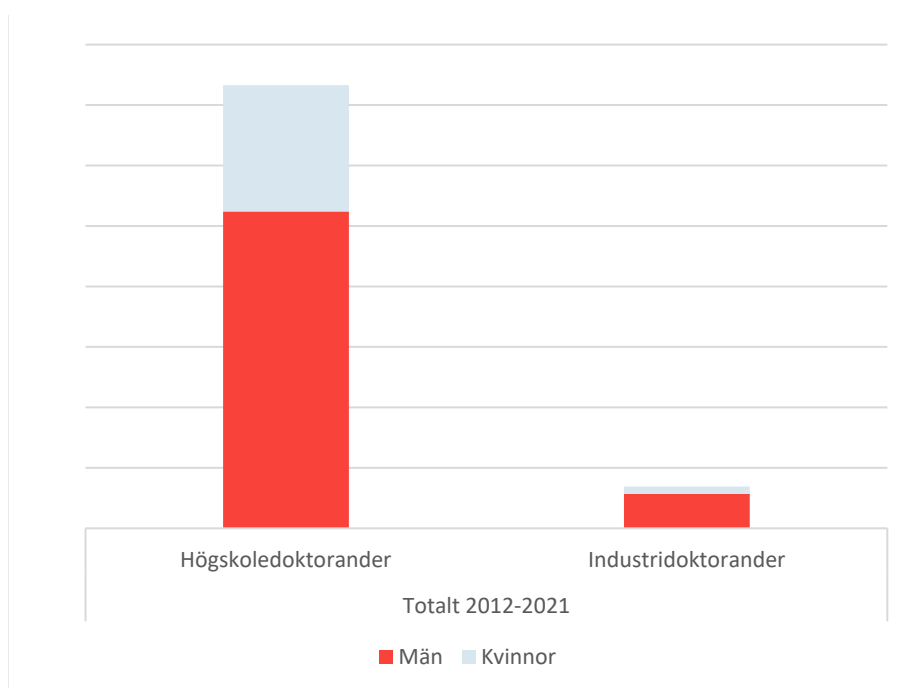
¹¹ På nationell nivå har andelen kvinnor bland doktorandnybörjarna sedan 2000 varierat mellan 45 och 50 procent. Inom ämnesområdet teknik har dock fördelningen över tid varit relativt konstant kring 70/30, dock med en tendens till fler kvinnor under senare år. År 2018 var andelen nybörjardoktorander inom teknik och naturvetenskap med 64 respektive 61 procent. SCB Statistiska meddelanden 2019, Universitet och högskolor. Doktorander och examina på forskarnivå 2018

Figur 1. Fördelningen män/kvinnor inom populationen av forskarstuderande



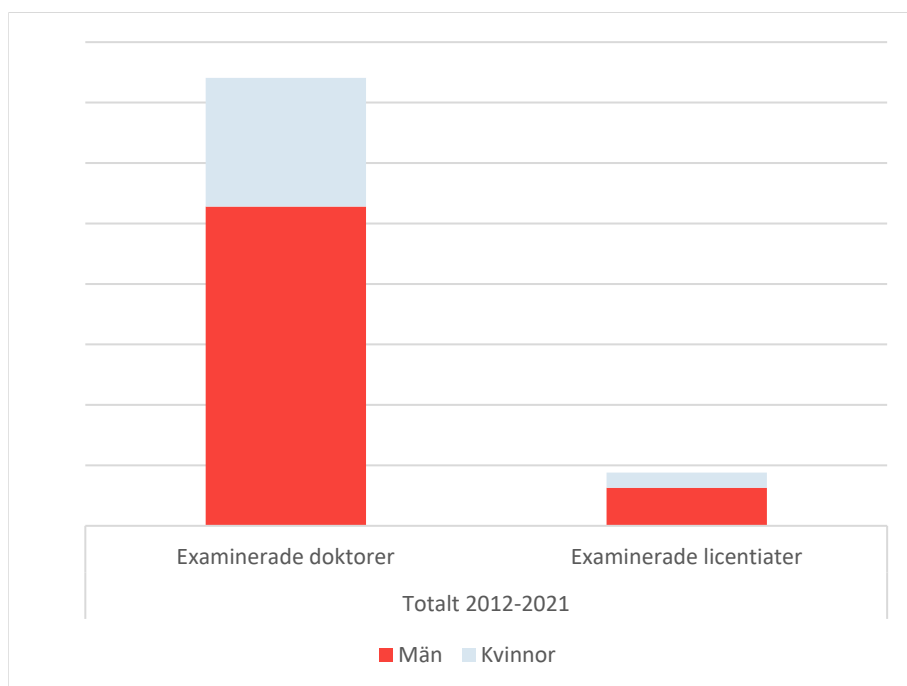
Vi delar in doktoranderna i högskoledoktorander och industridoktorander. Högskoledoktorander utgör 88 procent av populationen. Figur 2 visar att bland dessa är könsfördelningen i stort samma som för populationen i stort, men bland industridoktorander ligger fördelningen närmare 80/20.

Figur 2. Fördelningen män/kvinnor bland högskoledoktorander och industridoktorander



Sett till typ av examen så har 89 procent av populationen doktorsexamen, 11 procent licentiatexamen. För delmängden 2018–2021 är andelen licentiat högre (21%), det förklaras med att flera av dessa individer fortfarande är doktorander på väg mot en doktorsexamen. Figur 3 visar att utifrån typ av examen är fördelningen män/kvinnor ungefär 70/30.

Figur 3. Fördelningen män/kvinnor bland examinerade doktorer och licentiater



3.2.1 Energiriktad grundforskning och Program Energisystem

Några av utvärderingsfrågorna (frågorna 7, 8:2 och 9, i första hand) handlar om likheter och skillnader mellan två av Energimyndighetens satsningar, Energiriktad grundforskning och Program Energisystem, och mellan dessa två och populationen i stort. I det följande beskriver vi kortfattat de två satsningarna.

Energiriktad grundforskning. Energimyndigheten och Vetenskapsrådet (VR) har samverkat kring årliga utlysningar inom Energiriktad grundforskning sedan 2006. Energimyndigheten ansvarar för utlysningen som helhet och fattar beslut om stöd, medan VR:s roll är att bistå med kvalitetsgranskning av ansökningarna. Inom programmet ges stöd till grundforskningsprojekt inom natur- och teknikvetenskap (NT), samt, från 2018, humaniora och samhällsvetenskap (HS). Dessutom välkomnas tvärvetenskapliga projekt med HS såväl som NT-inslag.

Vi har i arbetet med denna studie kunnat identifiera 41 examinerade individer som studerade inom ramen för Energiriktad grundforskning, och dessa utgör underlaget för vår analys.

Program Energisystem bedrevs från 1997 till 2017. Dess grundläggande mål var att utveckla ny kunskap som möjliggör långsiktig utveckling av hållbara och resurshushållande energisystem. Det bestod av ett forskningsprogram och en forskarskola där fyra universitet med fyra forskningsavdelningar från tekniska discipliner och en samhällsvetenskaplig forskningsavdelning samarbetade:

- Energisystem vid Linköpings universitet
- Tema Teknik och social förändring vid Linköpings universitet (Tema T)

- Enerkiprocesser vid KTH
- Värmeteknik och maskinlära vid Chalmers (ingår sedan 2016 i avdelningen för Energiteknik)
- Institutionen för teknikvetenskaper (Fasta tillståndets fysik) vid Uppsala universitet.

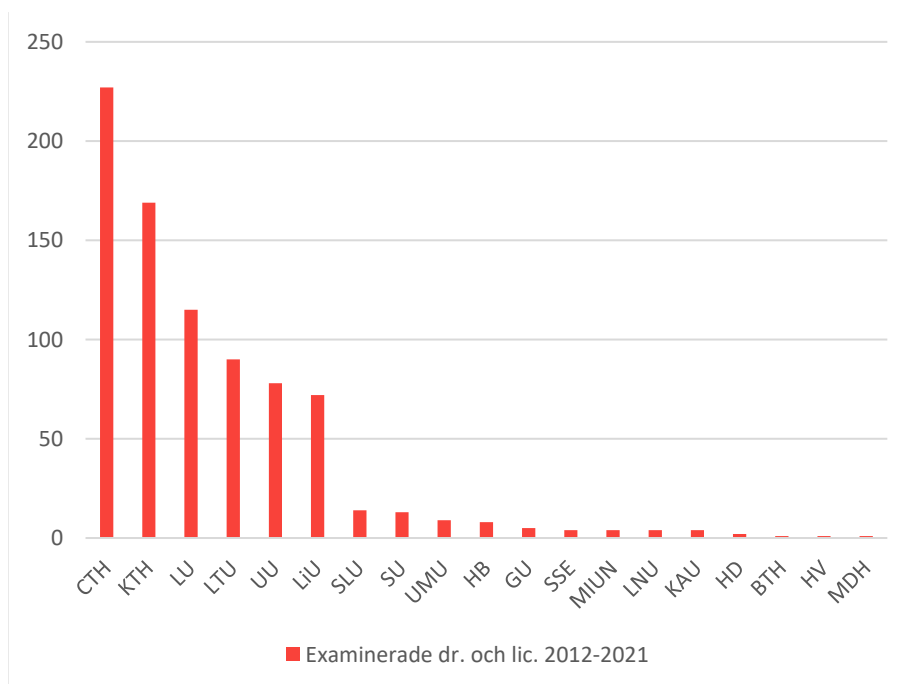
Förutom dessa fem forskningsavdelningar deltog inledningsvis Avdelningen för Elektriska informations- och styrsystem vid KTH. Miljösystemanalys vid Chalmers och Elektriska Energisystem vid KTH associerades till programmet vid doktorandantagningarna 2008 respektive 2010.

Sammanlagt 78 doktorer och tre licentiater som studerade inom Program Energisystem examinerades. Den övergripande redovisningen och analysen i kapitel 3 och likaså den bibliometriska analysen i kapitel 6 är avgränsade till de 28 disputerade individer som tillhörde programmet under studiens undersökningsperiod 2012–2020, då detta är den population studien avser och för vilken analys och jämförelser ska göras. I andra kapitel inkluderar vi i analysen till viss del även tidigare disputerade från programmet, och då för att illustrera med exempel den påverkan och det bidrag tidigare examinerade från programmet har haft på exempelvis policyutveckling. Där denna breddning har skett anges det i texten.

3.2.2 Examinerande lärosäte

Figur 4 visar från vilka svenska lärosäten de forskarstuderande har fått sin licentiat- eller doktorsexamen. Information om examinerande lärosäte finns för sammanlagt 823 individer.

Figur 4. Antal examinerade doktorer och licentiater fördelade på lärosäte



Underlaget visar att Chalmers tekniska högskola med god marginal examinerat flest antal forskarstuderande. Chalmers utgör tillsammans med

KTH, Lunds universitet, Luleå tekniska universitet, Uppsala universitet och Linköpings universitet en grupp av lärosäten som skiljer sig från övriga sett till hur många de examinerat. Det är ett stort hopp från Linköpings universitet ner till Sveriges lantbruksuniversitet som kommer näst i listan. Sedan följer en grupp av lärosäten med endast ett fåtal examinerade under perioden 2012–2021. Se bilaga 4, tabell 2 för detaljerade siffror.

3.3 SAMMANFATTNING

En överblick av populationen visar att fördelningen män/kvinnor är ungefär 70/30 på övergripande nivå, också nedbrutet på typ av doktorand och typ av examen. Vidare är andelen högskoledoktorander långt större än andelen industridoktorander. Ett liknande förhållande råder mellan andelen examinerade doktorer, jämfört med examinerade licentiater.

4 FORSKARSTUDERANDES KARRIÄRVÄGAR

4.1 INLEDNING – VILKA FRÅGOR BESVARAS I DETTA KAPITEL?

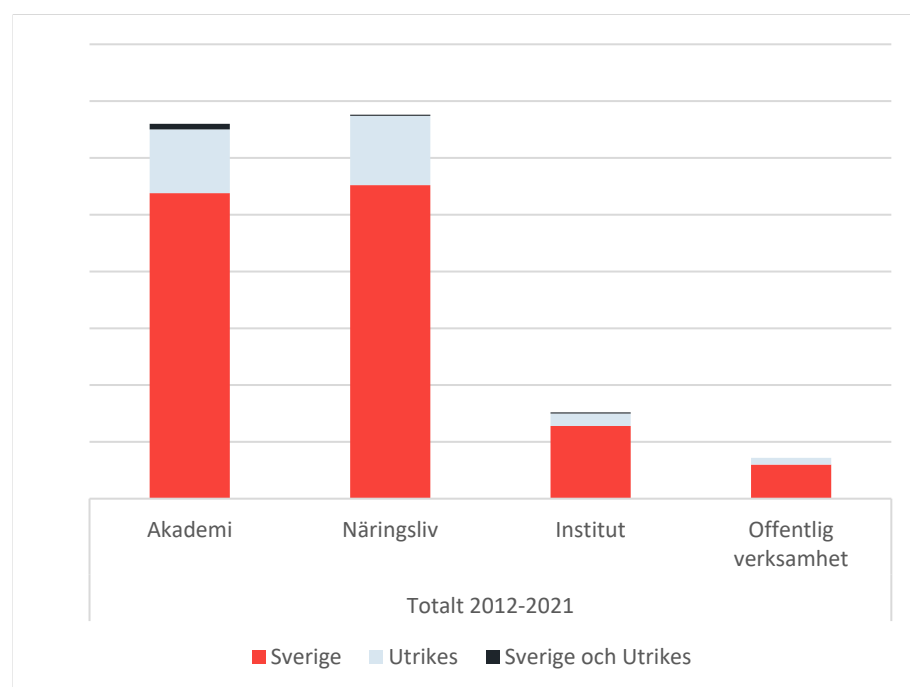
Kapitlet beskriver de forna doktorandernas karriärvägar efter examen, och besvarar utvärderingsfråga 1: Var återfinns doktorerna och licentiaterna i dag?

4.2 DE TIDIGARE DOKTORANDERNAS NUVARANDE ANSTÄLLNINGAR

Figur 5 ger en överblick över de forskarstuderandes nuvarande anställningar. För den totala populationen har 781 nuvarande anställningar identifierats (att jämföra med den totala populationen på 829 individer) och kategoriserats som anställningar inom akademi, näringsliv, institut eller offentlig verksamhet. Därtill finns fem individer med anställningar som faller utanför de fyra kategorierna.

Bland de 781 nuvarande anställningar finns 17 fall av dubbelanställningar, dvs. individer med två nuvarande anställningar inom olika kategorier (majoriteten är kombinationen näringsliv och akademi). Dessa har räknats två gånger, en för varje kategori. Den övergripande fördelningen är 40 procent inom akademi, 41 procent inom näringsliv, 9 procent inom institut och 4 procent inom offentlig verksamhet.

Figur 5. Nuvarande anställning efter kategori, samt fördelning Sverige/Utrikes



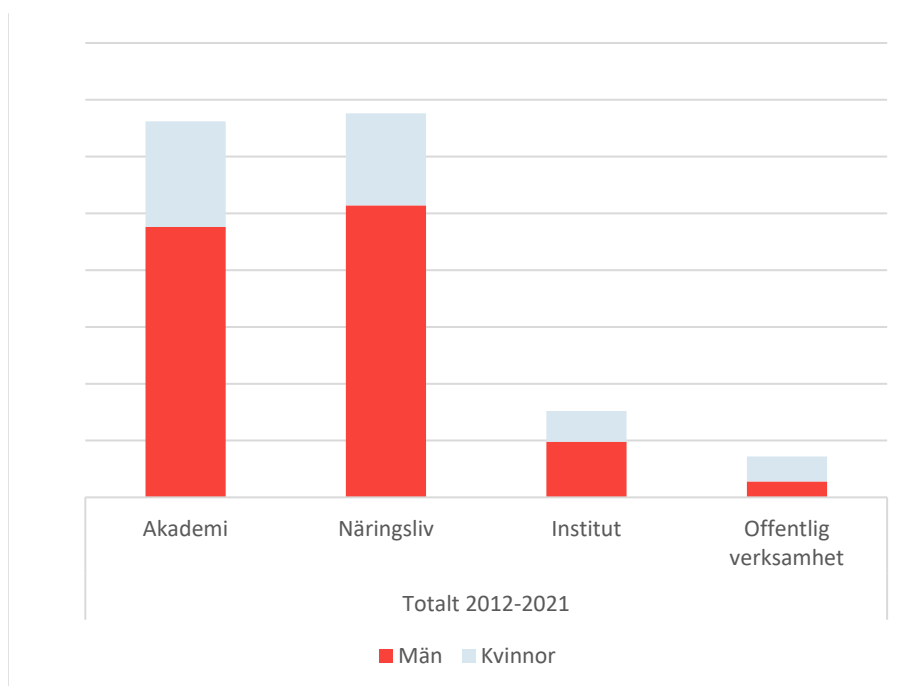
Andelen med nuvarande anställning inom akademi respektive näringsliv är därmed ungefär lika stor för den totala populationen. Inom delmängden 2012–2017 är det en tydligare övervikt för näringsliv. Den högre andelen

inom akademi för delmängden 2018–2021 förklaras återigen dels av att den innehåller licentiater på väg mot en doktorsexamen, dels av en större andel nyexaminerade som i flera fall har en nuvarande anställning som postdok. Se bilaga 4, tabell 3 för detaljerade siffror.

Underlaget visar också att drygt 80 procent av anställningarna är i Sverige, en andel som i stort ser likadan ut för de fyra kategorierna.

I figur 6 visas fördelningen andelen män/kvinnor inom respektive anställningskategori. För akademi ligger den i linje med populationens fördelning 70/30. För näringsliv är andelen män ännu något större, men för institut några procentenheter lägre. Den mest iögonfallande skillnaden jämfört med populationen är fördelningen inom offentlig verksamhet. Där utgör istället kvinnor den klart största andelen (ca 60/40). Se bilaga 4, tabell 4 för detaljerade siffror.

Figur 6. Fördelningen män/kvinnor inom respektive anställningskategori



4.3 VAR STARTADE DOKTORANDERNA, VAR BEFINNER DE SIG IDAG?

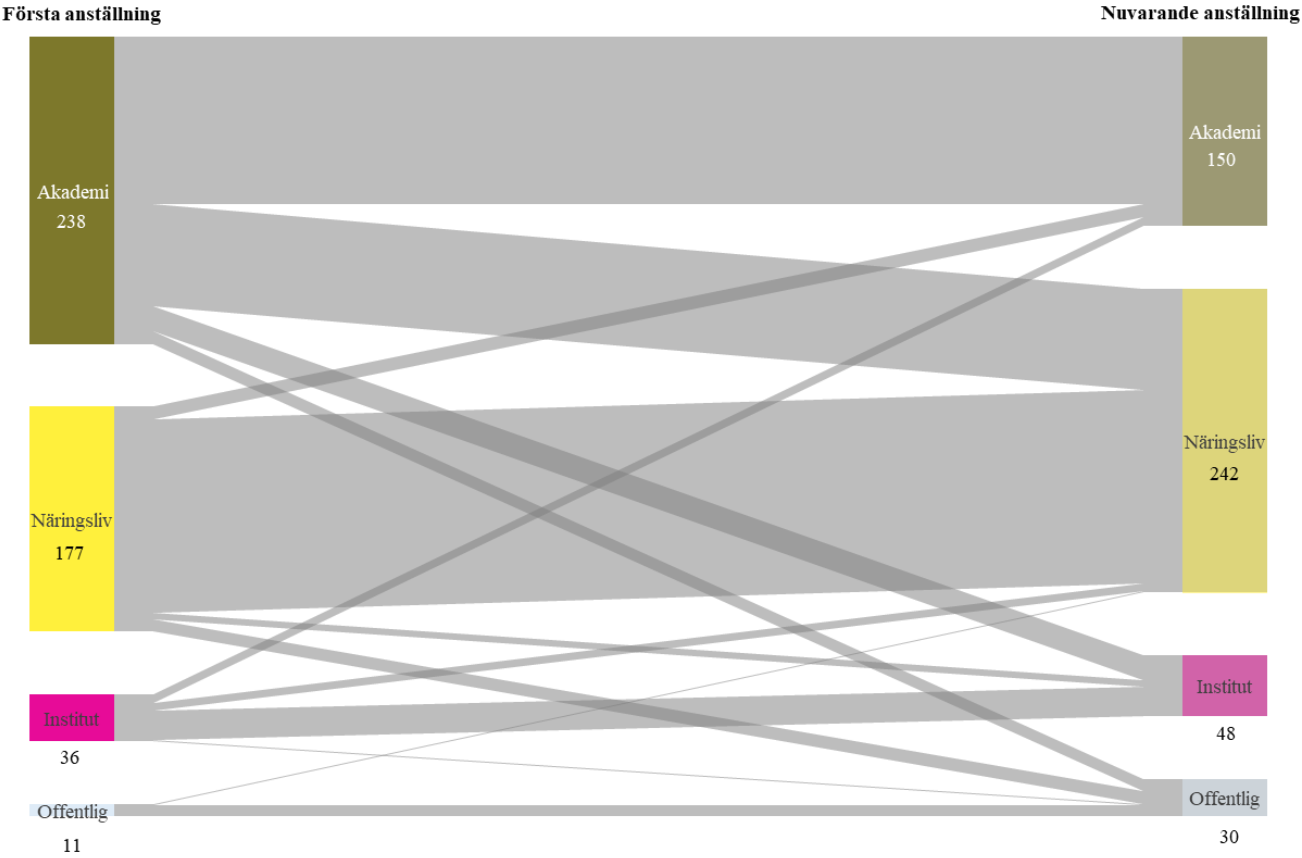
Analyserna i detta och följande avsnitt 4.3 fokuserar på individer i delmängden examinerade 2012–2017. Detta görs dels för att individerna har haft fler år av karriär efter sin examen jämfört med delmängden 2018–2021, dels för att det inom den senare delmängden finns en överrepresentation av anställningar inom akademien (av anledningar som diskuteras ovan).

Figur 7 visar typ av första anställning (till vänster i figuren), återigen utifrån de fyra kategorierna, samt fördelningen på typ av nuvarande anställning (till höger i figuren) för respektive första anställningskategori. De grå strecken mellan vänster och höger del av figuren visar "relationen" mellan första och nuvarande anställning. Tjockare streck indikerar fler individer från en given kategori av första anställning. Värt att notera är att första och nuvarande

anställning kan vara samma, dvs. en del individer har bara haft en anställning efter examen.

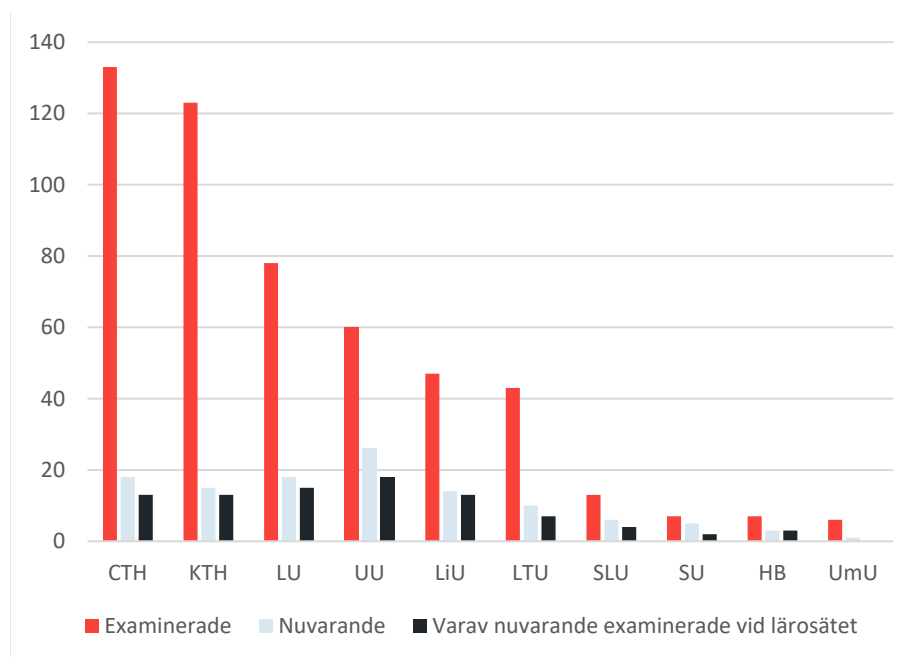
Underlaget antyder ett mått av "spårbundenhet", dvs. att första och nuvarande anställning hör till samma kategori (men säger inget om eventuella anställningar däremellan). Detta är allra tydligast för kategorin näringsliv (87 procent). För akademi är samma andel 56 procent, lägst bland de fyra kategorierna. Detta kan sannolikt förklaras av att en tid med fortsatt anställning inom akademien (exempelvis som postdok), direkt efter examen, är vanligt förekommande oavsett hur den fortsatta karriären ser ut. Se bilaga 4, tabell 5 för detaljerade siffror.

Figur 7. Översikt över relationen mellan kategori av första respektive nuvarande anställning



Ytterligare en form av eventuell spårbindenhet handlar om förhållandet mellan hur många individer som examineras från ett lärosäte och hur många individer respektive lärosäte har anställda. Figur 8 visar dels hur många som examinerats från lärosätena, dels hur många individer som har sin nuvarande anställning vid respektive lärosäte. Därtill visas antalet individer som både examinerats och har sin nuvarande anställning vid samma lärosäte (de är en delmängd av nuvarande anställda och representeras av de rosa staplarna i figuren).

Figur 8. Antal examinerade per lärosäte under perioden 2012–2017, samt antal med nuvarande anställning vid respektive lärosäte



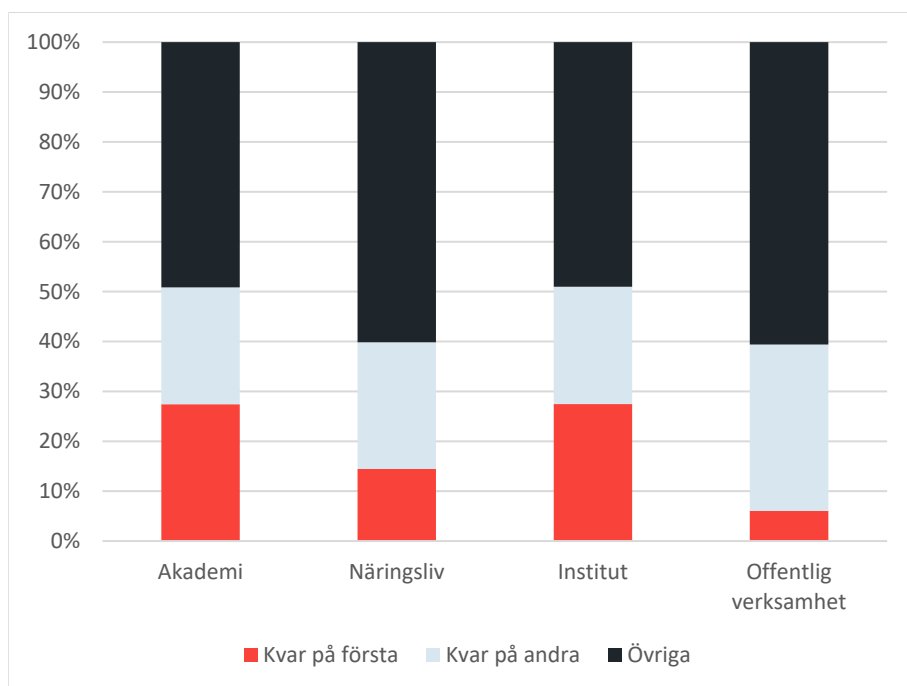
Underlaget visar att Chalmers tekniska högskola och KTH har examinerat överlägset flest under perioden 2012–2017, vilket i sig inte är överraskande. Det är dock värt att notera att dessa två lärosäten inte utmärker sig sett till antal individer med nuvarande anställning; Lunds universitet och särskilt Uppsala universitet (flest individer, 26 st) ligger på samma eller högre nivå, trots avsevärt färre antal egna examinerade. Därefter följer en grupp lärosäten med ett mindre antal examinerade och anställda individer. Se bilaga 4, tabell 6 för detaljerade siffror.

Detta antyder att Chalmers och KTH i ännu högre grad än andra lärosäten "producerar" doktorer och licentiater för näringslivet.

4.4 HUR HAR RESAN SETT UT?

Nästa steg i analysen av de forskarstuderandes karriärvägar handlar om att försöka skapa en bild av hur "resan" ser ut, och återigen om någon slags spårbindenhet kan skönjas. I avsnittet diskuteras nuvarande, första och andra anställning, samt kopplingarna mellan dem. I sammanhanget kan "anställning" betyda både olika arbetsgivare och olika positioner hos samma arbetsgivare (exempelvis först postdok och i nästa steg föreläsare på samma lärosäte). Figur 9 är ett försök att visa på graden av mobilitet. I kategorin "Övriga" ingår dels individer med tre eller fler anställningar, dels individer där första och/eller andra anställning är okänd.

Figur 9. Nuvarande anställning och "spårbundenhet"



Underlaget visar att bland gruppen med nuvarande anställning inom akademi respektive institut är 50 respektive 51 procent kvar på sin första eller andra anställning. Motsvarande siffra inom näringsliv är 39 procent, vilken indikerar en större mobilitet, alternativt tydligare karriärsteg, inom denna kategori. Näringsliv skiljer sig också genom att en större andel haft minst tre anställningar inom samma kategori. Se bilaga 4, tabell 7 för detaljerade siffror.

Ytterligare ett perspektiv på "spårbundenhet" är att visa på i vilken utsträckning individer med minst tre olika anställningar (nuvarande anställning är inte samma som första eller andra) rör sig mellan olika kategorier; här avgränsat till rörelser mellan de två största, dvs akademi och näringsliv.

Bland nuvarande anställda inom akademi, har en enda individ med första och andra anställning inom näringslivet identifierats. Omvänt, bland nuvarande anställda inom näringslivet finns sex individer som hade sin första och andra anställning inom akademien. Underlaget indikerar att det sker få byten mellan kategorier när karriären tagit fart, särskilt när det handlar om byte från näringsliv till akademi. Detta ligger i linje med vad som framkommer i avsnitt 5.2 om forskarstudentens bidrag till teknikutvecklingen. Se bilaga 4, tabell 8 för detaljerade siffror.

Värt att notera är att det i delmängden 2012–2017 finns sju individer som haft anställning inom minst tre olika kategorier. Fyra av dem har en nuvarande anställning inom institut, två inom offentlig verksamhet och en inom näringsliv. I övrigt finns inga särskilda egenskaper som förenar de sju som grupp, eller skiljer dem från övriga populationen.

4.5 HUR FÖRHÅLLER SIG DESSA RESULTAT TILL TIDIGARE STUDIER?

Dessa resultat överensstämmer väl med vad som framkommit i tidigare studier. En metaanalys (genomförd 2017) av åtta kompetenscentrum finansierade av Energimyndigheten omfattade en analys av 149 tidigare doktorander. Analysen visade att den vanligaste typen av arbetsgivare för dem var företag (56 procent av de arbetade vid tidpunkten för studien i företag). Jämförelsen visade också att andelen som arbetade vid universitet och högskola minskade under doktorernas karriärer; med tiden lockas allt fler framförallt till näringslivet.¹² En tidigare studie av 185 tidigare doktorander vid 28 kompetenscentrum finansierade av Vinnova visade på liknande resultat; 42 procent av doktoranderna började sin karriär inom industrin och 72 procent av dessa fortsatte sin karriär inom industrin. Av de som hade sin första anställning i akademien stannade 50 procent kvar, medan 44 procent av dem senare flyttade till industrin.¹³

4.6 SAMMANFATTNING

Underlaget för delmängden 2012–2017 visar att när det gått ett antal år efter examen återfinns den största andelen examinerade inom näringslivet. Data indikerar också att individer som hamnat i näringslivet tenderar att stanna där och, kopplat till detta, individer som en gång lämnat akademien återvänder i låg grad dit. Bland de stora lärosätena förefaller särskilt Chalmers och KTH förse industrin med nya disputerade.

¹² Faugert & Co Utvärdering/Technopolis Group (2017). Starka forsknings- och utvecklingsmiljöer inom energiområdet – 20 år senare, en metaanalys av åtta kompetenscentrum

¹³ Technopolis Group (2013). Long Term Industrial Impacts of the Swedish Competence Centres

5 BIDRAG TILL TEKNIK- POLICY- OCH NÄRINGSUTVECKLING

5.1 INLEDNING – VILKA FRÅGOR BESVARAS I DETTA KAPITEL?

Följande kapitel avser att besvara främst tre av utvärderingsfrågorna:

2. Vilken teknikutveckling i Sverige och i världen har skett med hjälp av doktorerna och licentiaterna/doktorander?
3. Vilken policyutveckling i Sverige och i världen har skett med hjälp av doktorerna och licentiaterna?
4. Vilken näringslivsutveckling har stärkts av Energimyndighetens finansiering av doktorerna och licentiaterna?

Kapitlet bygger på intervjuer, enkätundersökning, bibliometri och experternas inspel under de två workshops som anordnades samt underlag från Bolagsverket och Patent- och registreringsverket.

5.2 TEKNIKUTVECKLING

En stor andel av de forna doktoranderna verkar i dag i relevanta positioner i teknikstarka företag i Sverige exempelvis inom följande:

- Volvo AB; 47 personer varav 10 kvinnor
- Scania; 15 personer varav 6 kvinnor
- Vattenfall; 11 personer varav 2 kvinnor
- ABB; 11 personer varav en kvinna
- Några enstaka på Boliden, SAAB, Akzo Nobel, Södra Cell, Tetra Pak, Northvolt, Ericsson, Höganäs

Ett sextiotal, varav 14 kvinnor, av de tidigare doktoranderna är verksamma i företag utomlands. Minst 35 av de tidigare doktoranderna är verksamma i mindre företag eller startups inom energiområdet med fokus på exempelvis solceller, batterier, vågkraft, vindkraft, dammsäkerhet, förbränning och AI. Drygt tio av de tidigare doktoranderna är verksamma i egenstartade företag, och mer än hälften av dessa företag har verksamhet eller kunder internationellt.

Tidigare analyser från andra utvärderingar¹⁴ visar att doktorander har en benägenhet att fortsätta arbeta med frågor som ligger nära ämnet för deras avhandling, och denna studie pekar i samma riktning.

Teknikutvecklingen ställer stora krav på utbildningssektorn att utbilda rätt kompetens för framtida arbetsmarknad. Att skapa attraktiva arbetsplatser för att locka till sig och bibehålla kompetens blir allt viktigare där kraven på flexibilitet och inflytande ökar. Svenska teknikföretag har en ledande position

¹⁴ Faugert & Co Utvärdering/Technopolis Group (2017). Starka forsknings- och utvecklingsmiljöer inom energiområdet – 20 år senare, en metaanalys av åtta kompetenscentrum

vad gäller innovationskraft¹⁵ och de investeringar som görs inom forskning- och utveckling, där forskarkompetens utgör en god grund för att vidareutveckla högteknologiska produkter. Enkätsvaren visar att de forna forskarstuderande själva i stor utsträckning anser att deras doktorandstudier bidrog till detta; drygt 60 procent av respondenterna uppgav att doktorandstudierna i stor eller mycket stor utsträckning gav dem en möjlighet att skriva en avhandling som innebar användbara resultat för näringsliv/offentlig sektor och som bidrog till att de personligen blev relevanta/intressanta för näringsliv/offentlig sektor. Svaren visar inte på några skillnader mellan de som i dag verkar i akademien eller i näringslivet eller institut.

76 av de tidigare doktoranderna är verksamma på forskningsinstitut och bidrar där genom sin roll som forskare och/eller konsult även till teknikutvecklingen.

Enligt enkäten uppgger ett trettiootal personer att de har registrerat patent. Vid den bibliometriska sökningen av hela forskarpopulationen kan vi koppla samman tidigare forskarstuderande till minst 90 patent, varav ett tjugotal av dessa patent har fler än tio citeringar. Antalet beviljade patent under 2019 var enligt PRV 920, där trenden har varit relativt stabil de senaste åren men sett i ett tioårsperspektiv har antalet patent minskat något.

Sett till populationen för vår studie är KTH det lärosäte som fostrat flest patentinnehavare, följt av Chalmers. Den kompletta bilden ser ut enligt följande:

- KTH: 8
- Chalmers: 5
- Luleå tekniska universitet: 4
- Lunds universitet, Uppsala universitet: 3 vardera
- Linköpings universitet: 2
- SLU, Umeå universitet, Högskolan Borås: 1 vardera

Några av patentinnehavarna var industridoktorander, ca två personer per företag vid Volvo, Scania och Energiforsk. Flertalet av patentinnehavarna är i dag verksamma vid svenska universitet och högskolor, medan två är verksamma inom offentlig förvaltning. Åtta patentinnehavare arbetar på företag i Sverige, och åtminstone tre av dessa företag har startats och drivs av dessa tidigare doktorander och patentinnehavare: CarbonCloud (<https://carboncloud.com/>), Graphmatech AB (<https://graphmatech.com/>) och Hookkoo AB (<https://hookkoo.com/>).

Patentinformation utgör viktiga affärsdata där information om teknik, utveckling, marknadsaktörer, trender mm kan vara underlag för beslut inom många verksamheter. I Sverige är det företagen som svarar för merparten av investeringarna i patent, vilket även återspeglas när det gäller företagens investering i forskning och utveckling (FoU). De forskarstuderandes bidrag till

¹⁵ European innovation scoreboard 2021 https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/statistics/performance-indicators/european-innovation-scoreboard_sv

teknikutveckling är viktig för många svenska företag, det framgår delvis genom den stora andel forskare som har valt/lockats till näringslivet. Det bidrag vi kan se kopplat till patentansökningar är troligtvis inte lika betydande då antalet enskilda patentansökningar inte säger så mycket om potentialen med patentet.

Vad gäller skillnader och likheter mellan Energimyndighetens temaområden med avseende på teknikutveckling noterar vi att tre temaområden dominerar: Elproduktion och elsystem (234), Transportsystemet (201) och Bioenergi (143). För de 735 individer för vilka temaområde finns angivet står dessa tre områden för 578, motsvarande 79 procent av populationen. För övriga temaområden var antalet forskarstuderande följande: Industri 57, Byggnader i energisystemet 50, Allmänna energistudier 46 och Hållbart samhälle 4 (det senare har funnits som temaområde sedan 2018).

Av de 76 tidigare forskarstuderande som idag verkar på ett forskningsinstitut har vi information för 66 individer om inom vilket temaområde de studerade. Informationen visar på en tämligen jämn fördelning över temaområden, från Elproduktion och elsystem som omfattar 15 individer till Allmänna energisystemstudier och Byggnader i energisystemet med åtta respektive sju individer. (Ingen tidigare forskarstuderande som i dag arbetar på ett institut studerade inom temaområdet Hållbart samhälle, som tillkom 2018.) Studerande från temaområdena Industri och Allmänna energisystemstudier är något överrepresenterade i instituten jämfört med populationen i stort, medan studerande och Elproduktion och elsystem är något underrepresenterade.

Som framgår av avsnitt 7.3.3 tenderar forskarstuderande från Energiriktad grundforskning att i något mindre utsträckning arbeta på ett forskningsinstitut, medan forna doktorander på Program Energisystem gör det i större utsträckning.

Bland tidigare forskarstuderande med patentinnehav ser vi att sju av dessa forskade inom temaområdet Elproduktion och elsystem, sju inom området Transportsystemet, sex inom Industri, medan fem doktorerade inom området Bioenergi. Två av patentinnehavarna studerade på Energiriktad grundforskning, och en av dessa ingick även i Program Energisystem.

5.3 POLICYUTVECKLING

Andelen forskarstuderande som arbetar med policyutveckling är relativt stor enligt den genomlysning av empirin som gjorts gällande nuvarande anställning och position. Det talar för att myndighetens bidrag till policyutveckling genom finansiering av forskarstuderande är god.

Ett femtontal av de forskarstuderande finansierade av Energimyndigheten är i dag forskningssekreterare/handläggare eller chefer på mellannivå på svenska myndigheter, exempelvis vid Energimyndigheten, Formas, Vinnova (där en av dem är nationell EU-samordnare), Naturvårdsverket, Energimarknadsinspektionen, Försvarets Materielverk FMV och Svenska kraftnät. Tre arbetar för närvarande inom Regeringskansliet. Drygt hälften av de som i dag arbetar inom offentlig sektor och för vilka temaområde finns

angivet bedrev sina studier inom temaområdet Elproduktion och elsystem (dvs, något större andel än den som temaområdet omfattar för populationen i stort).

Ett relativt stort antal tidigare doktorander arbetar med relevanta frågor på institut, högskola och, i mindre utsträckning, i intresseorganisationer såsom branschorganisationer och stiftelser (ex Skogsindustrierna, Mellanskog, Energiföretagen, Stockholm Resilience Centre). I några enstaka fall innehar tidigare doktorander positioner i internationella eller övernationella organisationer som möjliggör påverkan på policy, så som exempelvis vid CINEA - European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency i Bryssel och i länder som Armenien, Pakistan och Tyskland.

- Enligt enkäten har ett tjugotal respondenter angivit att de arbetar med utveckling av regelverk, standarder och riktlinjer inom exempelvis:
- Energikrav till nya byggnader
- Biogasmarknadsutredningen, som utredningssekreterare
- Svensk Solenergi, som talesperson (Inom det internationella samarbetsavtalet IEA PVPS task I) och generalsekreterare för den europeiska *branschföreningen European Solar Manufacturing Council*.

Vad gäller frågan om skillnader och likheter avseende bidrag till policyutveckling mellan forskarstuderande på Energiriktad grundforskning och Program Energisystem och populationen i stort kan vissa skillnader skönjas. Jämfört med populationen i stort och även jämfört med de disputerade från Program Energisystem arbetar i dag färre av de disputerade från Energiriktad grundforskning i offentlig förvaltning. En relativt mindre andel av dem är verksamma i roller med tydliga policyinslag; en är i dag handläggare på Naturvårdsverket, en är provservicekoordinator /Biobankskoordinator på en av landets biobanker, två är forskare på institut och en tidigare doktorand har i sin nuvarande roll som forskare på ett universitet bidragit till kunskap inför elektrifiering av transportsektorn via EU-kommissionens rapport.

För tidigare forskarstuderande på Program Energisystem ser bilden ut på ett annat sätt. Jämfört med populationen i stort är det en påfallande stor andel av dem som idag innehar tjänster där policyutveckling är ett tydligt inslag; elva av de 29 som disputerade från 2012 och framåt innehar i dag tjänster där policyutveckling kan ses som en naturlig del av arbetet. Fyra av dem är handläggare på Energimyndigheten, Naturvårdsverket och Finansdepartementet, medan andra verkar som nationell EU-samordnare och nationell kontaktperson på Vinnova, på Elektrifieringskommissionens kansli på Regeringskansliet, som analytiker på Elmarknadsinspektionen, som avdelningschef för avdelningen Bioraffinaderi och energi på RISE, som projektledare på CINEA, medan en tidigare forskarstuderande i dag är bioenergiansvarig på Skogsindustrierna. Ytterligare fem av de tidigare doktoranderna på Program Energisystem arbetar i dag som forskare på

RISE och VTI. Enkätunderlaget från forskarstuderande på Program Energisystem är dessvärre för svagt för att kunna fördjupa analysen ytterligare.

Samhället står inför stora komplexa samhällsutmaningar där klimatförändringar och en hållbar energiförsörjning är två av de främsta utmaningarna. Det ställer i sin tur krav på analys och utveckling av nya lösningar och policy över systemgränser. Tidigare studier¹⁶ pekar mot att doktorandfinansieringen genom olika program har säkerställt att det finns experter på en rad områden för vilka det behövs vetenskaplig information för beslutsfattandet.

5.4 NÄRINGSLIVSUTVECKLING

Drygt 330 av de tidigare forskarstuderande verkar i dag i näringslivet (drygt 270 av dessa i Sverige). Det stora flertalet är verksamma i forskningsintensiva företag och i relevanta positioner. Tidigare studier av forskningsfinansiering visar på svårigheterna att koppla resultat från enskilda projekt till konkret näringslivsutveckling i termer av nya produkter. Vår empiri pekar i samma riktning.

Enligt enkäten anger 85 procent av respondenterna att de i sin nuvarande anställning i stor eller mycket stor utsträckning använder den kunskap/metodik/erfarenhet de fick under doktorandutbildningen. Som förväntat anger det stora flertalet av de respondenter som i dag verkar i akademien detta, men detta gäller även för de tidigare forskarstuderande som idag inte är kvar i akademien; 72 procent av dessa använder i stor eller mycket stor utsträckning denna kunskap i dag.

Drygt 60 procent anger att doktorandstudierna i stor eller mycket stor utsträckning gav dem en möjlighet att skriva en avhandling som;

- bidrog till att de personligen blev relevanta för näringslivet, och
- innebar användbara resultat för näringsliv

Närmare 100 öppna enkätsvar ger, mer eller mindre utförligt, exempel på vad samverkan med näringslivet består i. Här är några exempel:

- Att olika aktörer tillsammans möts för att diskutera gemensamma frågeställningar, exempelvis genom att arrangera workshops eller seminarier, eller där aktörer samförfattar rapporter eller artiklar, eller att aktörerna tillsammans söker medel för fortsatta eller utökade projekt
- Gemensamma forskningsprojekt med flera företag som egentligen är konkurrenter men väljer genom samverkan att spara tid och resurser för att gemensamt lösa problem

Bidraget till näringslivsutveckling handlar oftast om icke kvantifierbara termer, utan mer om sättet att angripa problem och förstå helheter. Vi kan dock visa på några få kvantitativa mått såsom exempelvis startade företag. Via respondenternas egna uppgifter har vi kännedom om 16 bolag som

¹⁶ Se exempelvis Faugert & Co Utvärdering/Technopolis Group (2017). Starka forsknings- och utvecklingsmiljöer inom energiområdet – 20 år senare, en metaanalys av åtta kompetenscentrum

startats av forskarstuderande under åren 2012–2020. Samtliga dessa bolag har (enligt verksamhetsbeskrivningen) en koppling till energi/miljöfrågor.

- 11 av 16 är konsultbolag är inom datateknik/programmering eller miljöteknik
- Det är snabbt växande bolag
- De svarar för ett märkbart bidrag till sysselsättning

Den genomsnittliga tillväxttakten är ca 52 procent (2016–2020). I sex av de 16 bolagen sysselsätter man över fem anställda. Mot bakgrund av att ca 70–80 procent av bolag i allmänhet är små (under fem sysselsatta) överpresterar alltså dessa bolag.

Skillnader och likheter mellan Energimyndighetens temaområden vad gäller näringslivsutveckling visar på följande. Av de 317 forna doktorander som idag är verksamma i företag och som vi har uppgifter om temaområdena för studerade 70 procent inom två av temaområdena, Elproduktion och elsystem (110 individer) och Transportsystemet (112). Jämfört med fördelningen över temaområden för populationen i stort är forskarstuderande från dessa två temaområden överrepresenterade i näringslivet, och det gäller i synnerhet för det senare temaområdet; 27 procent av den totala populationen studerade inom Transportsystemet, medan 35 procent av de som i dag arbetar i näringslivet studerade inom detta temaområde.

Sett till de största arbetsgivarna i näringslivet ser vi, inte oväntat, att det stora flertalet där de tidigare doktoranderna som i dag är verksamma på Volvo och Scania bedrev sina doktorandstudier inom temaområdet Transportsystemet (och några enstaka av dem inom temaområdet Elproduktion och elsystem). I princip samtliga 22 tidigare forskarstuderande som i dag arbetar på ABB eller Vattenfall bedrev sina studier inom temaområdet Elproduktion och elsystem. Ingen av de totalt 84 personer som arbetar på något av dessa företag studerade inom ramen för Energiriktad grundforskning eller Program Energisystem.

Enkätunderlaget från forskarstuderande på Program Energisystem är för svagt för att jämförelser ska kunna göras. För forskarstuderande på Energiriktad grundforskning skiljer enkätsvaren inte tydligt ut sig från populationen i stort.

5.5 VAD FORSKARSTUDERANDE OCH FORSKARE SER SOM VIKTIGT I FORSKARUTBILDNINGEN

Vid två separata tillfällen diskuterade referensgruppen faktorer som gynnar den forskarstuderande och forskarutbildningen. Att området lockar många studenter är uppenbart då det är ett stort fokus på klimatförändringar, där energi- och miljöfrågor är centrala. Upplevelsen av att arbeta med något meningsfullt är viktigt för den forskarstuderande. Andra aspekter av betydelse som lyfts fram är följande:

- Organisation och arbetssättet, där ledarskap, peer learning och mentorskap ingår, men även hur man gradvis arbetar med att utveckla den forskarstuderande till att bli en självständig forskare.
- Miljöns rykte och anseende, där en internationell miljö och möjligheten att bedriva ”riskfylld och nyfikenhetsbaserad” forskning lyfts fram som viktigt.
- Långsiktighet i finansieringen.

Både referensgruppen och de intervjuade forskarna lyfter fram vikten av att anställa ”rätt” seniorer som delar forskningsintresse, metod, övergripande frågeställningar etc. och som kan bidra med ett stort nätverk för att möjliggöra samarbeten för den forskarstuderande med andra forskare, gärna internationellt. Tillgången till forskningsmedel nämns som en annan betydande del av ”miljöbygget”. Statlig finansiering av forskning ses som nödvändig för att möta ett marknadsmisslyckande.

5.6 HUR FÖRHÅLLER SIG DESSA RESULTAT TILL TIDIGARE STUDIER?

Energimyndigheten finansierar forskning som i regel sker i nära samverkan mellan näringsliv och akademi, och denna forskning uppvisar generellt mycket god vetenskaplig kvalitet. Samverkan med näringslivet säkerställer vidare relevans och kvalitet i forskningen. Energiforsknings- och innovationssatsningars resultat bidrar till nytta i samhället i olika former, exempelvis kompetensuppbyggnad samt teknik- och samhällsutveckling i Sverige och utomlands. Flera tidigare genomförda utvärderingar och analyser visar att Energimyndigheten genom att finansiera forskningsprogram bidrar till att utveckla deltagande forskningsmiljöer och till uppbyggnad av kritisk massa på en rad områden.¹⁷

Programmen och satsningarna prioriterar inte nödvändigtvis specifikt doktorandprojekt, men projektportföljanalyser av kompetenscentrumsatsningar och specifika forskningsprogram visar på en påtaglig kompetenstillförsel genom att ett betydande antal doktorander deltagit i projekten.¹⁸ Dessa studier visar att de doktorander som sedan går till industrin eller till institut tar med sig nätverk och ett arbetssätt, och ofta fortsätter samarbeta med den gamla forskningsinstitutionen. De forna doktorander som fortsätter inom akademien är i stor utsträckning skolade i företagssamverkan, och fortsätter med det. Utvärderingar har också visat att vissa företag och vissa akademiska miljöer har ett strategiskt och långsiktigt angreppssätt i detta avseende.

¹⁷ Se exempelvis Faugert & Co Utvärdering/Technopolis Group (2017). Starka forsknings- och utvecklingsmiljöer inom energiområdet – 20 år senare, en metaanalys av åtta kompetenscentrum; Faugert & Co Utvärdering/Technopolis Group (2014). Utvärdering av Spara och bevara samt Faugert & Co Utvärdering/Technopolis Group (2018). Utvärdering av kompetenscentrum för biogasforskning (Biogas Research Center ”BRC@LiU”).

¹⁸ Utvärderingen 2017 av åtta kompetenscentrum innefattade en specifik analys av sammanlagt 149 alumner från centrumen, och effektanalysen av stödet till 28 kompetenscentrum finansierade av Vinnova omfattade en analys av 185 alumner.

Företagen som deltar i skilda program och satsningar verkar som regel på en internationell marknad, med lagar och spelregler som sträcker sig utanför Sveriges gränser. De frågor och utmaningar som fokuseras på är av global natur, och den kunskap och kompetens som kommer fram genom satsningarna är såväl nödvändiga som värdefulla på samhällsnivå.

5.7 SAMMANFATTNING

En stor andel (40 procent) av de forna doktoranderna verkar idag i relevanta positioner inom globala och teknikstarka företag. Ett fåtal driver egna startups eller arbetar i mindre företag inom energiområdet. En majoritet av dessa företag är snabbt växande och svarar för ett märkbart bidrag till sysselsättning. Oavsett storlek på företag bidrar de tidigare doktoranderna till att värdefull teknikutveckling sker. Empirin visar att en lika stor andel (40 procent) av de forskarstuderande återfinns inom akademien, varav flertalet av dessa som besvarat enkäten har uppgivit att de arbetar med relevanta policyfrågor. En mindre andel arbetar på olika myndigheter, institut, och intresseorganisationer, vilka även de är viktiga för policyarbetet. Inom ramen för policyarbetet sker det ett stort internationellt bidrag främst när det gäller att skapa internationella standarder men även vid framtagandet av regler och riktlinjer som kan underlätta när ny teknik introduceras på marknaden.

En klar majoritet, 85 procent, uppger att de i sin nuvarande anställning i stor eller mycket stor utsträckning använder den kunskap/ metodik/erfarenhet de fick under doktorandutbildningen. Sammantaget är bidraget till teknik-, policy- och näringslivsutveckling relativt stort enligt den genomlysning av empirin som gjorts gällande nuvarande anställning och position samt information om patent och bolagsengagemang. Sammanfattningsvis utgör de forskarstuderande som Energimyndigheten finansierar ett värdefullt bidrag till teknikutveckling och omställning till ett långsiktigt och mer hållbart energisystem.

6 AKADEMISK UTVECKLING OCH EXCELLENS

6.1 INLEDNING – VILKA FRÅGOR BESVARAS I DETTA KAPITEL?

I detta kapitel diskuteras fem utvärderingsfrågor – utvärderingsfråga 1: Var återfinns doktorerna och licentiaterna i dag? och de fyra underfrågorna:

- I. Har doktorerna och licentiaterna etablerat egna forskargrupper? I Sverige eller utomlands?
- II. Vilka forskningsmiljöer/forskningsdiscipliner har stärkts av doktorerna och licentiaterna?
- III. Vilka utbildningar har stärkts av doktorerna och licentiaterna?
- IV. Hur väl har de doktorer och licentiater presterat i fråga om vetenskaplig excellens?

6.2 FORSKNINGSMILJÖER / FORSKNINGSDISCIPLINER HAR STÄRKTS

Ett ofta återkommande tema i tidigare utvärderingar och analyser¹⁹ av satsningar som Energimyndigheten finansierat är vikten av långsiktig och stabil forskningsfinansiering för att kunna bygga upp och upprätthålla en akademisk verksamhet av hög kvalitet, och med en kritisk massa av forskare inom viktiga forskningsområden. Det är inte nödvändigtvis storleken på stödet, utan mer väsentligt är varaktigheten och förutsägbarheten i stödet som ses som viktig. Detta ger utrymme för dedikerade satsningar på doktorandprojekt och på doktoranders deltagande i projekt, och det i sin tur skapar en grund för att långsiktigt upprätthålla och stärka forskningsmiljöer och -discipliner. Detta framkom även tydligt i intervjuer och i diskussionerna med referensgruppen för den nu aktuella utvärderingen.

Vår genomgång i denna studie visar att 269 av de finansierade forskarstuderande i dag verkar på svenska universitet och högskolor, och de lämnar där dagligen bidrag som stärker forskningsmiljöer och discipliner som professorer, lektorer, handledare etc.

Empirin från den nu genomförda studien bidrar med exempel på miljöer och discipliner som har stärkts. Enkätrespondenter har gett exempel på närmare 70 miljöer eller discipliner som de, enligt deras egen uppfattning, bidragit till att stärka. I följande avsnitt ges exempel på detta.

6.2.1 Flera satsningar bidrar till ökad/förbättrad samverkan mellan forskare och olika forskargrupper

I diskussionerna med referensgruppen framfördes att centruminitiativ och doktorandsatsningar av olika slag bidrar till att stärka det interna samarbetet

¹⁹ Se exempelvis Faugert & Co Utvärdering/Technopolis Group (2017). Starka forsknings- och utvecklingsmiljöer inom energiområdet – 20 år senare, en metaanalys av åtta kompetenscentrum och Faugert & Co Utvärdering/Technopolis Group (2014). Utvärdering av Spara och bevara

inom och mellan lärosätena genom att forskargrupper från olika avdelningar och/eller lärosäten möts och samverkar inom ramen för dessa. Detta är tydligt för satsningar som Program Energisystem och Forskarskolan Energisystem, där detta utgör ett grundläggande drag. Av enkäten och intervjuer framkommer att miljöer och discipliner som NanoLund, X-ray imaging Lund, Max IV, Kemisk fysik, Energi och Byggnadsdesign, KTH Energiteknik, SEED, Chalmers Miljösystemanalys, Industriell Energisystemanalys, Teknikens ekonomi och organisation, flera kompetenscentrum med flera har stärkts genom de forna doktorandernas deltagande. Enkäten visar också att de tidigare forskarstuderande har bidragit till att stärka forskningsmiljöer utanför Sverige; Lab for high power electronics ETH Zurich, Department of electric power engineering NTNU, Domitilla Del Vecchio group (USA), State Key Lab of Engines, Tianjin University, China, DTU Elektro och SSC group samt Avdelning for solkraftsystemer ved Institutt for Energiteknikk, Norge.

Intervjuer och enkät bidrar med uppgifter om ett antal sakområden som stärkts av Energimyndighetens satsningar på doktorander. Det rör sig om discipliner som förbränningsfysik, förbränningsmotorer, solceller, elektromobilitet, citylogistik, affärsmodeller, processintegration, elkraftteknik och resursåtervinning.

6.2.2 Satsningar som innefattat doktorander stärker forskningsmiljöer och discipliner

I många fall samverkar representanter för företag med ett lärosäte genom att vara gästföreläsare och ibland även som biträdande handledare. Detta stärker forskningsmiljöer och discipliner genom att bidra med ett avnämarperspektiv och säkrar att studierna och individerna är relevanta för näringslivet. Denna studie visar att ett relativt stort antal av de tidigare forskarstuderande som nu arbetar på företag gästföreläser på doktorandkurser och även är biträdande handledare.

6.2.3 Kunskap som byggs upp lyfts in i befintliga (eller nya) kurser, både på avancerad och forskarutbildningsnivå

Det kan röra sig om skraddarsydda kurser för industrin, doktorandkurser med gästföreläsare från industrin, möjligheter till examensarbeten i anslutning till pågående forskningsprojekt. Minst 17 av de disputerade doktoranderna i den nu aktuella studien har deltidstjänster (huvudsakligen i näringslivet), och bidrar genom detta med ett näringslivs- eller samhällsperspektiv till doktorandutbildningen (t ex som gästföreläsare). Enligt enkäten har ett större antal av de tidigare forskarstuderande hållit i doktorandkurser, t ex rörande Biogas solutions, Creative research methods in urban contexts, Resursåtervinning samt i ett nytt Erasmus Mundus Program.

Enkäten visar också att drygt 30 forskarstuderande har ansvarat för eller givit masterskurser. Kurser som nämns är till exempel Sustainable Energy Engineering, X-ray and neutron science, measurement methods,

materialanalys, vindkraftprojektering, Economics of innovation samt solenergiteknik.

6.3 VETENSKAPLIG EXCELLENS

Detta avsnitt diskuterar utvärderingsfrågan *Hur väl har doktorer och licentiater finansierade (helt eller delvis) presterat i fråga om vetenskaplig excellens?* Har doktoranderna publicerat i paritet med andra forskare i Sverige? Har det betydelse vid vilket av landets lärosäten som avhandlingarna läggs fram? Har forskarna etablerat självständighet?

Vi börjar redovisningen med att fästa uppmärksamheten vid några metodinriktade förhållanden. Bibliometriska material, särskilt citeringsdata, innebär skeva distributioner. De är ojämnt fördelade, vissa får många citeringar och de flesta får ytterst lite. Det medför att extremvärden kan påverka utfallet i så stor utsträckning att aritmetiska medelvärden blir missvisande.²⁰

Därför behövs en statistik som arbetar med percentiler och medianvärden. Med dessa metoder hålls variationen inom bestämda ramar och extremvärden hålls undan. Fälnormalisering kan med fördel utföras också med sådana metoder och innebär likväl att citeringsvärden jämförs inom respektive tidskriftskategori(er).

Förutom att det är en viktig poäng att använda icke-parametriska metoder finns även andra fördelar: metoden har använts för att skapa jämförelsevärden.²¹ Det innebär att utvärderingen har tillgång till uppgifter som anger vilka prestationer som fordras för att tillhöra de 5 procent eller 10 procent mest produktiva och citerade forskarna i Sverige under specifika 4-årsperioder, t ex 2012–2015.

6.3.1 Dataunderlaget

Den bibliometriska identifieringen av varje enskild doktorand i Web of Science (WoS) har genomförts dels genom batchar om ett tiotal icke helt vanliga namn, dels genom för mer vanliga namn (Svensson, Pettersson, Lundström) att använda sökfunktionen Author Finder i WoS. I det förra fallet skickas flera namn in till Web of Science (online) för att få fram samtliga publikationer under en given tidsperiod. Vid sökningen är det viktigt att få med de namnvarianter som kan vara aktuella för varje person. I det senare fallet utgår sökningen från ett register på författare som genom en kombination av automatiska och manuella metoder avlägsnar tvetydigheter för att få fram tänkbara artiklar som hör till namnet. För att ta ett exempel: Lena Svensson kommer att förekomma med ett stort antal föreslagna identiteter men på basis av den givna informationen om lärosäte/organisation samt nuvarande och tidigare arbetsplatser är det möjligt av avgränsa ett troligt set av artiklar som hör till personen. All bibliometrisk identifiering måste

²⁰ Kechtermans S & Veugelers R (2011). The great divide in scientific productivity: why the average scientist does not exist. *Industrial and Corporate Change* 20 (1):295-336.

²¹ Sandström U & Wold A (2015). Centres of Excellence: reward for gender or top-level research? In: Björkman J, Fjaestad B (Eds.) *Thinking Ahead: Research, Funding and the Future*. Stockholm: Makadam Publ., 2015, pp. 69-91.

ta hänsyn till att personer kan byta namn och det har därför varit viktigt att kontrollera alla sådana möjligheter.

Det är inte särskilt vanligt att disputerat utan att ha åtminstone ett par artiklar i vetenskapliga tidskrifter, undantagen är i stort sett endast en handfull doktorer per disputationår. Doktorander som disputerat sent i tidsperioden, 2016–2017, kan med stor sannolikhet ha ett antal publiceringar efter sin examen, vilka dock inte är med i den presenterade analysen. Orsaken till att dessa inte är med i analysen är följande: för att kunna generera citeringar från kolleger runt om i världen måste artiklar ges ett tidsfönster på minst ett par år. Tidsramen slutar därför vid 2019.

Ett visst bortfall till följd av mycket frekvent förekommande asiatiska namnformer har inte kunnat undvikas. Där har identifieringen till följd av osäkerheter bedömts ta för lång tid för att motivera arbetsinsatsen. Det hade behövts en publikationslista från respektive forskare för att kunna göra en säker identifiering.

Den följande bibliometriska utvärderingen av stödet till forskarstudier kommer i huvudsak att genomföras på basis av Percentilmodellen som den beskrivs i Sandström & Wold (2015)²² I övrigt hänvisas till skrifter av Loet Leydesdorff och hans kolleger i detta ämne.²³ En kort metodbilaga ger en beskrivning av utvärderingsmetoderna i detta avsnitt. En alternativ metod finns presenterad i Costas, van Leuween & Bordons (2010)²⁴, men saknar fördelarna att ge ett sammanfattande värde som innefattar både produktion och citering.

6.3.2 Materialet i grova drag

Totalt har vi 548 personer som disputerat eller tagit ut en licentiatexamen under perioden 2012–2017 varav 479 har mätbara bibliometriska prestationer.

Program Energisystem samt Energiriktad Grundforskning är av intresse men båda programmen har få deltagare vilket inte motiverar separata bibliometriska analyser (< eller lika med 30 deltagare) annat än som illustrationer för viss jämförelse, vilket avslutningsvis presenteras i ett kort moment.

²² Sandström U & Wold A (2015). Centres of Excellence: reward for gender or top-level research? In: Björkman J, Fjaestad B (Eds.) Thinking Ahead: Research, Funding and the Future. Stockholm: Makadam Publ., 2015, pp. 69–91.

²³ Bornmann L, Tekles A & Leydesdorff L (2019). How well does I3 perform for impact measurement compared to other bibliometric indicators? The convergent validity of several (field-normalized) indicators. *Scientometrics*. Se även Bornmann L & Williams R (2020). An evaluation of percentile measures of citation impact, and a proposal for making them better. *Scientometrics* 124: 1457–1478 för metoder att hantera de problem som uppstår med percentilmodell.

²⁴ Costas R, van Leuween TN & Bordons M (2010). A bibliometric classificatory approach for the study and assessment of research performance at the individual level: the effects of age on productivity and impact. *JASIST* 61(8):1564–1581.

Totalt är det alltså frågan om närmare 500 personer som utvärderats med bibliometriska metoder.

6.3.3 Goda prestationer från de forskarstuderande

Frågan som nedan besvaras är de doktoranderna som Energimyndigheten finansierar publicerar lika bra som andra forskare. Ofta tas det för givet att doktoranddriven forskning har lägre kvalitet än icke doktoranddriven forskning. Detta framkommer som ett tema i den forskningspolitiska debatten: det stora antalet personer i forskarutbildning ansågs efter år 2000 vara en bidragande orsak till Sveriges bristande förmåga att hålla jämn takt med övriga Europa med avseende på forskningskvalitet (Karlsson 2004).

En undersökning av svenska data från 2004 visade att detta antagande inte stämmer: "[Inga...] tecken på att avhandlingarna generellt skulle ha en sämre kvalitet än övrig vetenskaplig publicering. Inom enskilda fakulteter kunde avhandlingarna i genomsnitt vara både bättre och sämre än fakultetens hela produktion i dessa avseenden."²⁵

Resultaten från föreliggande undersökning ger likartat resultat och understryker att det är frågan om påfallande starka prestationer från de forskarstuderande och deras handledare (samt andra kolleger). Se vidare tabell 2 nedan.

Jämförelsen sker här med närmare 60 000 svenska forskare (dvs. personer som har publicerat minst en artikelandel) under perioden 2012–2015. Det bör understrykas att jämförelsen sker mot grupper av forskare som sällan varit heltidssysselsatta med forskning. De forskar på deltid, en del helt utan finansiering. Doktoranderna har en fyraårsperiod av finansierad tid för heltidsforskning, en ovanligt privilegierad situation jämfört med hur det kan se ut för andra inom universitet, högskola, institut och företag.

Tabell 2. Prestationer från forskarstuderande (Energimyndigheten) vid olika percentilgrupper, utfall och förväntat värde samt utväxling (utfall/förväntat)

Prestation	Procent	Utfall	Förväntat	Utväxling
top1%	1,5%	7	6	1,2
top5%	12,6%	60	30	2,0
top10%	22,6%	108	60	1,8
top25%	61,1%	292	150	1,9

Den vetenskapliga excellensen har bedömts genom att jämföra prestationer från doktorandernas sida med de prestationer som krävs för att tillhöra de 5 procent (top5%) och 10 procent (top10%) mest produktiva och citerade forskarna i Sverige. Jämförelsen sker således med ett antal disputerade forskare men även med forskarstuderande inom andra områden. Ungefär 13 procent av doktoranderna som Energimyndigheten finansierat publicerar i nivå med top5%. Likaså, cirka 23 procent av doktoranderna är i nivå med top10%-forskarna.

Ett perspektiv på dessa till synes höga prestationer kan behövas för att inte förleda läsaren. Vi bör betänka att den valda modellen tilldelar 1 poäng per

²⁵ Karlsson S (2006). Svenska avhandlingars kvalitet och struktur. Har den ökade volymen på forskarutbildningen påverkat kvalitén på svensk forskning? Vetenskapsrådet, Rapport 2006.

artikel även om artikeln inte alls citerats inom det aktuella tidsfönstret (fram till 2020). För att göra 4 poäng och på det sättet kvalificera sig för top25% (gränsen går vid 3,4 poäng) behöver en forskare endast publicera en artikel om året men göra det på egen hand utan medförfattare. Skulle hen nå upp till villkoren för percentilgruppen top50% erhåller hen redan där ytterligare en poäng per artikel och det skulle kvalificera till en position bland de 10 procent bästa forskarna i landet. Det är således inga herkuliska krav för att med *kontinuerliga* prestationer över en fyraårsperiod komma upp till en nivå som ser ut att vara "hyfsad prestation".

Med detta sagt bör samtidigt framhållas att doktoranderna finansierade av Energimyndigheten har mycket goda forskningsprestationer. Närmare en fjärdedel har prestationer som ligger i nivå med top10%. Detta innebär att de ingår i den grupp av forskare som vi kunde kalla "de aktiva forskarna". Det är den grupp av svenska forskare som ges möjlighet att bedriva sin forskning på heltid (eller motsvarande). Normalt är det top10% dvs. knappa 6 000 forskare som i akt och mening bär upp den svenska forskningen. Dessa 10 procent gör mer än 60 procent av modellens totala publiceringspoäng. Att en så stor andel av Energimyndighetens doktorander ingår i gruppen av 10 procent är ett gott betyg åt satsningen. Effekten är stark.

Möjligheten till forskning på heltid är sannolikt en av flera möjliga förutsättningar för god forskning och kontinuerlig produktion. Sådan verksamhet fordrar forskningslinje(r) som stimulerar till fortsatta ansträngningar. Vidare uppmuntrar en sådan till kritiskt tänkande och sökande efter vetenskapliga genombrott, och från tid till annan kan den tillåtas att åtminstone temporärt tränga ut andra behov.

6.3.4 Vilka bakgrundsvariabler har betydelse?

Bakgrundsvariabler som kön, disputationår, lärosätstillhörighet samt nuvarande anställning tillhör några av de faktorer som teoretiskt sett skulle kunna ha betydelse för utfallet och som finns tillgängliga i det av utvärderingen utvidgade registret från Energimyndigheten över forskarstuderande. För den följande redovisningen har vi identifierat den 4-årsperiod där den forskarstuderande har sin bästa period (=maximiperiod). Inte sällan ligger denna året för disputationen eller året före. Några har dock bättre prestationer ett par år efter disputationen. Vi arbetar således med olika fyraårsperioder för samtliga forskarstuderande och utgår från att perioden med den bästa prestationen är den mest intressanta ur utvärderingens perspektiv. Se vidare tabell 3.

Tabell 3. Prestationer (poäng i P-modellen) över tid för respektive disputationår. Remain= kvarstående som publicerar artiklar tre år efter disputation. Total anger antalet disputerade eller lic per år.

Publication Year												No. Remain	Total
DissYR	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019			
2012	61	102	74	86	85	56	60	74	62	71	31	76	
2013	81	129	220	150	91	75	58	75	76	45	28	82	
2014	19	75	246	143	304	184	50	62	67	59	33	80	
2015	19	34	48	165	120	132	114	66	83	114	30	89	
2016	14	21	20	40	57	150	144	96	100	84	36	83	

Låt oss börja med frågan om kön. Eftersom män och kvinnor oftast samarbetar på artiklar borde det inte vara någon skillnad mellan könen med avseende på prestationer. Så är inte heller fallet i den här utvärderingen, men möjligen kan vi säga att kvinnorna har en något starkare profil. Deras medelprestation ligger på strax över 9 och männens strax under 8,5 poäng för perioden. Det motsvarar för medeldoktoranden en prestation som skulle placera kvinnorna i top14% och männen i top15% av svenska forskare (57 400 forskare som publicerar artiklar under perioden).

Det kan i förstone förefalla vara ett förvånansvärt bra resultat för både män och kvinnor men då ska man betänka att doktrandperioden är en mycket aktiv publiceringsperiod och lärosätet har starka intressen i att det går bra för doktoranden, att det blir publiceringar och att avhandlingen blir intressant inte bara för doktoranden. Här är det viktigt att komma ihåg metoden för val av period som i det här fallet gynnar de forskarstuderande på ett uppenbart sätt.

I det stora hela har dock disputationåret i sig ingen betydelse, det varierar visserligen men inte systematiskt, det är ingen fördel att disputerar i början av perioden, men möjligen en liten nackdel att göra det sista året 2017. Innan vi kan dra slutsatser kring Energimyndighetens finansiering bör vi titta på betydelsen av lärosäte. Den variabeln – *lärosätet* – ser ut att ha viss betydelse; och sannolikt finns det bakomliggande effekter av interaktion mellan variablerna kön och lärosäte, t ex till följd av lärosätens val av forskningsansatser och områden. Det skulle fordra en annan undersökning för att pröva detta. Vi får här nöja oss med att se närmare på hur kön och lärosäte samvarierar.

Som sagt, lärosätet har betydelse i så måtto att i medeltal eller mätt som medianvärde är det tydligt att Linköping och Uppsala har en högre utväxling hur man än mäter (se tabell 4). Linköping förefaller otvetydigt ge den bästa utväxlingen i P-modellpoäng. Diskrepansen mellan medelvärde och median för KTH visar att det höga medelvärdet är beroende av en enstaka prestation. Vad gäller de delvis goda värdena längre ner i tabellen finns anledning att vara försiktig – det är frågan om få observationer.

Ser vi närmare på grunddata framkommer att Linköpings universitet har en försvarlig andel kvinnor med höga prestationer och många artiklar. Kvinnornas genomsnittliga prestationer är dubbelt så höga som männens. På det sättet förklaras sannolikt en hel del av Linköpings höga utväxlingstal.

Tabell 4. Lärosätets eller motsvarande betydelse för utfallet/utväxling per forskarstuderande.

Organisation	Antal fo stud	Sum MAX	Utväxl/fo stud	Utväxl/median
CHALMERS	111	790,7	7,1	4,7
KTH	95	991,2	10,4	4,1
LUND UNIV	64	449,8	7,0	4,3
UU	51	561,9	11,0	5,1
LIU	39	564,2	14,5	6,5
LTU	21	144,4	6,9	4,1
SLU	10	39,3	3,9	2,9
UMEAUNIV	7	38,6	5,5	4,3
RISE	7	36,6	5,2	4,4
BORAS UNIV	6	84,2	14,0	6,6
SU	4	53,2	13,3	5,1

Har destinationen, den nuvarande arbetsplatsens typ – dit man söker sig efter disputationen (till lärosäte, företag, institut, offentligt organ), någon avgörande betydelse för utfallet? Det förefaller helt väntat att så är fallet. De som fortsätter sin bana vid ett lärosäte visar sig ha betydligt högre utväxling i P-modellens poängskala än de som söker sig till företag, institut eller offentliga organ (se tabell 5). I bästa fall skulle detta kunna tyda på att lärosäten är måna om sina forskartalanger.

Tabell 5. Prestationer per organisationstyp. Not: För 26 doktorander saknas uppgift.

Organisationstyp	Antal fo stud	Medelprestation MAX-värde
Lärosäte	160	12,6
Offentligt	29	7,5
Företag	212	6,8
Institut	48	6,3
Övrigt	3	4,6
Totalsumma	452	8,8

6.3.5 Etablerar de forskarstuderande självständighet?

För att undersöka självständighet har materialet reducerats till att omfatta de 108 forskarstuderande som någon gång under perioden uppfyller villkoret att tillhöra top10% av svenska forskare. För de andra blir inte undersökningen meningsfull. Det bör framhållas att vi utnyttjar en proxy för självständighet eftersom det är alltför tidsödande att analysera detta enligt det förslag som tagits fram av Besselaar & Sandström (2019).²⁶

Istället, för att bestämma "självständighet" har prestationer efter disputation (+1 år) beräknats. De som har sina bästa år med det villkoret har givits en 2, de som har den bästa perioden i anslutning till disputationen har givits en 1 och med matematikens konsekvens de som sannolikt inte har självständighet utan har sina bästa år strax före disputation har tilldelats 0. Se tabell 6.

²⁶ Van den Besselaar P & Sandström U (2019). Measuring researcher independence using bibliometric data: a proposal for a new performance indicator. PLoS ONE, March 27, 2019 e0202712.

Tabell 6. Andel självständighet bland forskarstuderande.

Självständighet	Procent	Antal
2	41%	44
1	28%	30
0	31%	34
Totalsumma	100%	108

Knappa 10 procent av det totala antalet forskarstuderande (44 individer med självständighet 2 av 548 i populationen) i den bibliometriska undersökningen ser ut att ha kapacitet att fortsätta sin forskarkarriär och att bidra till att utveckla och förändra forskningsfronterna. Detta förefaller vara ett rimligt resultat; det fordras ett stort antal som prövar sig för att få fram en sådan grupp av talanger för forskningsverksamhet.

6.3.6 Jämförelse mellan programtyper

I materialet finns tre olika programformer och tre bedömningsgrunder: (1) ordinarie bedömning; (2) Energiriktad grundforskning; och (3) Program Energisystem (nationell forskarskola). De båda senare är små program bredvid den ordinarie stödförmen, Program Energisystem omfattar inte fler än 26 doktorander och Energiriktad grundforskning har 31 identifierade forskarstuderande²⁷. I de jämförande studierna har de två personer vilka klassificerats tillhöra såväl Program Energisystem som Energiriktad grundforskning tagits bort från analysen.

För att få någorlunda jämförbara värden utgår vi även i denna undersökning från perioden i sin helhet (fram till och med 2019) med avseende på resultat i P-modellen per forskare. I viss utsträckning bör det utjämnas den uppenbara skillnaden i disputationår (Avg_DissYr i tabell 7). Undersökningen visar att forskarstuderande från Program Energisystem gett högst avtryck på efterföljande forskning. Energiriktad grundforskning har lägre avkastning på sina publikationer och det visar sig både i FAP (Field Adjusted Production) och i P-Modellen som även innefattar citeringar. Resultatet pekar mot att det grundforskningsinriktade programmet bör undersökas närmare, då ett samarbete med Vetenskapsrådet borde innebära högre kvalitet och större utväxling på insatta resurser. Se tabell 7.

Tabell 7. Jämförelse mellan olika programtyper

Programtyp	Avg_DissYR	Avg_FAP	Median_Maximi(P-Model)	Avg_Maximi(P-Model)
E-inr_Grundforsk	2015,0	0,31	4,90	8,59
Program E-system	2013,6	0,61	6,00	9,67
STEM_fostud	2014,2	0,39	4,40	7,10
Total	2014,3	0,39		8,55

Tabell 7 visar att i genomsnitt gör doktoranderna i programmet Energiriktad grundforskning genomgående något svagare resultat än Program Energisystem och deras resultat avviker endast måttligt från genomsnittet för Energimyndighetens program för forskarstuderande. Tabellen visar medelvärden för FAP (viktat antal publikationer) och för P-modellen (viktat antal publikationer gånger vägda citeringar). Eftersom citeringar är frågan om skeva distributioner inriktas analysen i första hand på kolumnen med

²⁷ Då denna analys omfattar perioden 2012 - 2017 har flera forskarstuderande från Energiriktad grundforskning bortfallit.

medianvärden. Med detta mått har Energiriktad grundforskning resultat i paritet med Energimyndighetens satsning på forskarstudier, men Program Energisystem framstår som avsevärt starkare.

6.4 HUR FÖRHÅLLER SIG DESSA RESULTAT TILL TIDIGARE STUDIER?

Även av tidigare genomförda utvärderingar och analyser har det framgått att satsningar finansierade av Energimyndigheten som innefattat doktorander stärker forskningsmiljöer och discipliner. Under undersökningsperioden för den nu aktuella studien har upp emot 20 satsningar av samverkanskaraktär mellan akademi och näringsliv (och i flera fall även offentliga aktörer) bedrivits; flertalet utgörs av kompetenscentrum, medan andra benämns samverkansprogram eller liknande.

Även andra forskningsprogram som bedrivits under flera etapper, så som exempelvis Spara och bevara, E2B2 och Belysningsprogrammet (numera EELYS) har omfattat doktorander. I stort sett samtliga av dessa har utvärderats, och i samtliga har doktorander deltagit. Utvärderingarna visar på att doktorander medverkar till att utveckla forskningsmiljöerna, och i många fall även har fortsatt att göra det efter disputation som lärare och forskare vid någon av de i satsningen ingående institutionerna eller som samverkanspartner till högskoleinstitutionerna i de företag där de fortsätter sin yrkeskarriär. Detta är särskilt tydligt i ett antal kompetenscentrum där ett institutionaliserat och förtroendefullt samarbete mellan universitet, företag och andra aktörer byggts upp över en längre tid; tidigare doktorander involverade i dessa centrum fortsätter att som disputerade inte sällan ha en koppling till detta.²⁸

Flera tidigare studier visat att Energimyndigheten finansierar forskning som generellt håller mycket god vetenskaplig kvalitet. En effektutvärdering²⁹ 2013 bedömde att 96 procent av de analyserade satsningarna håller "god", eller "mycket god" kvalitet. En citeringsstudie från Vetenskapsrådet³⁰ visade att vetenskapliga publikationer finansierade av Energimyndigheten hörde till de mest citerade i en jämförelse med andra svenska statliga forskningsfinansiärer, och betydligt högre än genomsnittet av de 20 mest citerade forskningsfinansiärerna i Sverige. Andra utvärderingar som innefattat bedömningar av den vetenskapliga kvaliteten och relevansen av specifika programsatsningar eller initiativ som Energimyndigheten finansierar pekar tydligt i samma riktning.³¹

²⁸ Faugert & Co Utvärdering/Technopolis Group (2017). Starka forsknings- och utvecklingsmiljöer inom energiområdet – 20 år senare, en metaanalys av åtta kompetenscentrum.

²⁹ Faugert & Co Utvärdering/Technopolis Group (2013). Metautvärdering av utvärderingar genomförda på Energimyndighetens uppdrag 2000 - 2012.

³⁰ Vetenskapsrådet (2015). Rapport från pilotstudie 2. Bibliometriska effekter av Vetenskapsrådets finansiering, Dnr 351-2014-7356.

³¹ Se exempelvis Faugert & Co Utvärdering/Technopolis Group (2017). Starka forsknings- och utvecklingsmiljöer inom energiområdet – 20 år senare, en metaanalys av åtta kompetenscentrum; Faugert & Co Utvärdering/Technopolis Group (2017). Slututvärdering av Samverkansprogrammet Forskning och innovation för energieffektivt

6.5 SAMMANFATTNING

Genomgången i detta kapitel visar att de forskarstuderande som finansierats av Energimyndigheten sedan i sin fortsatta yrkeskarriär på olika sätt bidrar till kunskapsutvecklingen och samverkan mellan olika (kategorier) aktörer. Underlaget visar att dessa forna doktorander har medverkat till att stärka forskningsmiljöer, forskningsdiscipliner och utbildningar, och att de sedan presterar mycket väl i fråga om vetenskaplig excellens. I den analyserade populationen av forskarstuderande och deras handledare befinner sig 23 procent bland de 10 procent bästa (mest citerade/publicerade) forskarna i Sverige. Forskarna finansierade av Energimyndigheten presterar därmed nästan dubbelt mot förväntade värden.

Detta pekar mot att myndigheten genom att finansiera dessa forskarstuderande bidrar till att uppfylla målet i propositionen om forskning och innovation på energiområdet (Prop. 2016/17:66) om att bygga upp vetenskaplig och teknisk kunskap och kompetens som behövs för att genom tillämpning av ny teknik och nya tjänster möjliggöra en omställning till ett långsiktigt hållbart energisystem i Sverige. I sin förlängning ökar detta möjligheterna att även uppnå det andra målet i propositionen, att utveckla teknik och tjänster som kan kommersialiseras genom svenskt näringsliv och därmed bidra till hållbar tillväxt och energisystemets omställning och utveckling såväl i Sverige som på andra marknader.

Det kan även, med viss försiktighet, hävdas att finansieringen av forskarstuderande också bidragit till att uppnå det tredje målet i propositionen, att bidra till och dra nytta av internationellt samarbete på energiområdet. Det är i första hand enkätsvaren som antyder ett sådant bidrag från finansieringen. Det är vidare så att deltagandet i det akademiska samtalet sker på internationell nivå och att de tidigare forskarstuderande som i dag verkar utanför akademien ofta gör det i positioner och roller där internationellt samarbete är en naturlig och ofta nödvändig del av yrkesutövningen.

byggande och boende (E2B2); Faugert & Co Utvärdering/Technopolis Group (2014). Utvärdering av Spara och bevara; Faugert & Co Utvärdering/Technopolis Group (2014). Utvärdering av Nationellt kompetenscentrum Svenskt Hybridfordonscentrum (SHC).

7 FORSKARSTUDERANDES BIDRAG TILL SAMVERKAN MELLAN OLIKA AKTÖRER

7.1 INLEDNING – VILKA FRÅGOR BESVARAS I DETTA KAPITEL?

Kapitlet diskuterar utvärderingsfråga 8: Hur har de forskarstuderande bidragit till samverkan mellan olika aktörer? Till denna hör även fyra underfrågor som också behandlas i kapitlet.

7.2 FORSKARSTUDERANDES BIDRAG TILL SAMVERKAN MELLAN OLIKA AKTÖRER EFTER STUDIerna

Doktorandstudierna ledde enligt enkätsvaren i stor eller mycket stor utsträckning till kontakter och nätverk med i första hand andra lärosäten än det egna. Ett stort antal forskarstuderande hade under doktorandtiden kontakter även med företag. Doktorandstudierna ledde vidare i stor eller mycket stor utsträckning till att varaktiga kontakter och nätverk byggdes upp med främst universitet och högskola, men i betydande omfattning även med företag och forskningsinstitut. Detta framgår av tabell 8.

Tabell 8. Forskarstuderandes samverkan med andra aktörer

Samverkansaktör	Kontakter under doktorandtiden (andel av enkätsvar)	Varaktiga nätverk (andel av enkätsvar)
Universitet och högskola (annat)	68 %	60 %
Företag	48 %	36 %
Institut	36 %	35 %
Offentlig sektor	15 %	9 %

Källa: Enkät

Doktorandstudierna ledde också i relativt stor utsträckning till varaktiga nätverk med utländska universitet och högskolor och / eller med forskningsinstitut. 55 individer (motsvarande 36 procent av de som besvarat denna fråga i enkäten) säger att detta skett i stor eller mycket stor utsträckning, och ytterligare 64 respondenter (42 procent) att så har skett i viss utsträckning.

Vad gäller frågan om vilka aktörer samverkan sker mellan skiljer sig enkätsvaren från forskarstuderande på Energiriktad grundforskning inte ut sig från populationen i stort, mer än att samverkan med företag möjligen är något mindre vanligt förekommande för forskarstuderande på Energiriktad

grundforskning. Enkätunderlaget från forskarstuderande på Program Energiforskning är för svagt för att jämförelser ska kunna göras.

Doktorerna och licentiaterna har i viss utsträckning åstadkommit samverkan mellan aktörer trots att de själva inte varit direkt inblandade; 33 respondenter på enkäten säger att så skett i stor eller mycket utsträckning. Några exempel på öppna svar på frågan om samverkan mellan aktörer där de själva inte är direkt inblandade:

Mitt doktorsarbete var en del i början av nytt samarbete mellan näringsliv och Teknisk högskola som fortsatt med fler samarbeten under och efter mitt arbete.

Valideringsarbeten mellan experter för beräkningsmodeller och experter för datainhämtning;

Mellan biogasaktörer och pappers- och massaindustrin.

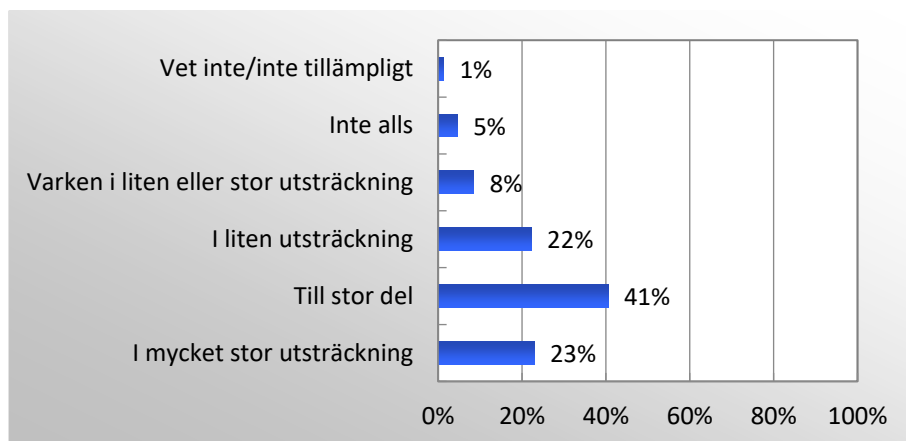
Advices offered to my group members about how to proceed with specific microscopy analysis that I wasn't conducting myself.

Deltar i nya doktorandprojekt där skogssektorn och universitet och forskningsinstitut är inblandade, men är själv inte speciellt aktiv. Vi ses några gånger om året och jag är mentor till en doktorand.

7.3 FORSKARSTUDERANDE VÄRDERAR POSITIVT SIN TVÄRVETENSKAPLIGA KOMPETENS

Doktorernas och licentiaternas samverkan har, enligt deras egen uppfattning, stärkts av deras tvärvetenskapliga kompetens. Detta framkommer även i tidigare studier, och återkommer i denna studie i intervjuer och enkätsvar. I enkäten svarar 97 individer (motsvarande 64 procent av respondenterna) att deras doktorandstudier gav dem en tvärvetenskaplig kompetens som i stor eller mycket stor utsträckning bidragit till deras möjligheter att kommunicera med aktörer utanför det egna expertområdet. Detta framgår av figur 10.

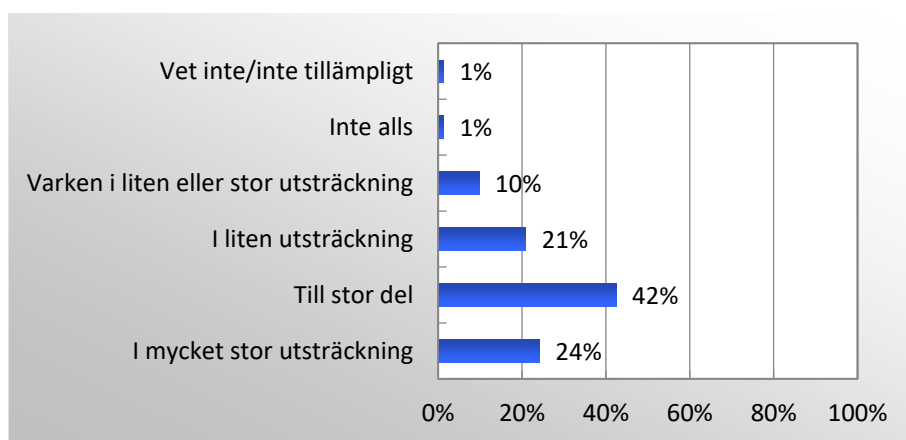
Figur 10. Forskarstuderandes uppfattning om i vilken utsträckning doktorandstudierna ledde till tvärvetenskaplig kompetens som bidragit till möjlighet att kommunicera med aktörer utanför det egna expertområdet



Källa: Enkät

Deras forskarstudier gav dem även en tvärvetenskaplig kompetens som bidragit till förståelse för komplexa samhällsutmaningar och hur de kan lösas. I enkäten svarar 102 forna doktorander (motsvarande 66 procent av enkätrespondenterna) att så är fallet i stor eller mycket stor utsträckning. Detta framgår av figur 11. Den låga svarsfrekvensen från studerande på Energiriktad grundforskning och Program Energisystem möjliggör inte meningsfulla och säkra jämförelser.

Figur 11. Tvärvetenskaplig kompetens som bidragit till förståelse för komplexa samhällsutmaningar och hur de kan lösas



Källa: Enkät

7.4 HUR FÖRHÅLLER SIG DESSA RESULTAT TILL TIDIGARE STUDIER?

Som framgått av tidigare avsnitt har Energimyndigheten under undersökningsperioden finansierat ett stort antal satsningar av samverkanskaraktär mellan akademi och näringsliv (och i flera fall även offentliga aktörer). Tidigare utvärderingar visar att doktorander involverade i dessa satsningar ofta fortsätter att som disputerade i sina olika roller samverka med aktörer de fick kontakt med under doktorandtiden, och även med universitetsinstitutionen om man lämnat akademien. Den nu aktuella utvärderingen visar att ett relativt stort antal av de tidigare forskarstuderande

som nu arbetar på företag gästföreläser på doktorandkurser och vissa fall även är biträdande handledare till nya doktorander.

Vissa finansieringsinstrument (exempelvis kompetenscentrumen) fungerar som "focusing devices", i det att de är och uppfattas som platser där intressant forskning utförs, utgör en mötesplats för forskning och industri, hjälper till att göra universitet till attraktiva partners för industrin och i internationella projekt, ökar synligheten för universitetet och etablerar relationer som ökar relevansen och hjälper till att fokusera på frågor som är gemensamma för alla deltagare.

En långsiktig effekt av de forskningsprogram och kompetenscentrum som genom åren utvärderats är att de bidragit till en ökad vilja hos universitetet och dess forskare att arbeta med näringslivet rörande mer grundläggande och långsiktig forskning. Utvärderingarna visar även på en ökad/förbättrad samverkan mellan forskare och olika forskargrupper. Kunskap som byggs upp lyfts in i befintliga (eller nya) kurser, både på mastersnivå och forskarutbildningsnivå. Den internationella lyskraft som flera kompetenscentrum och andra miljöer har attraherar doktorander och seniora forskare att komma till Sverige och där utveckla och dela med sig av sin kompetens, vilket också är positivt för de lärosäten där de verkar. Forskning och långsiktig kunskapsuppbyggnad och kompetensförsörjning bedrivs inom viktiga områden, och förser svenskt näringsliv med högt kvalificerade personer med kompetens som är relevant även för samhället i stort. En stor andel av de disputerade går till en karriär i näringslivet, och bidrar därmed till att stärka företagets konkurrenskraft.

Stödet från Energimyndigheten utgör vidare ett slags kvalitetsstämpel som ofta ökar intresset hos andra aktörer att medverka – vilket ses som särskilt viktigt när ett projekt upplevs som riskfyllt. Satsningarna förefaller vara av stor betydelse för den nationella kompetensförsörjningen och för utvecklingen av miljövänlig teknik inom en rad områden.

7.5 SAMMANFATTNING

Doktorandtiden gav forskarstuderande kontakter och nätverk med i första hand andra lärosäten än det egna, och ofta även med företag. Detta har lett till varaktiga kontakter och nätverk med främst universitet och högskola, men i betydande omfattning även med företag och forskningsinstitut. I relativt stor utsträckning innebar det också varaktiga nätverk med utländska universitet och högskolor och / eller med forskningsinstitut. Denna samverkan har, enligt de forna doktorandernas uppfattning, stärkts av deras tvärvetenskapliga kompetens. Doktorandstudierna gav en tvärvetenskaplig kompetens som i stor eller mycket stor utsträckning bidragit till att stärka förmågan att kommunicera med aktörer utanför det egna expertområdet, och till en ökad förståelse för komplexa samhällsutmaningar och hur de kan lösas.

8 SKILLNADER OCH LIKHETER MELLAN TEMAOMRÅDEN OCH PROGRAM

8.1 INLEDNING – VILKA FRÅGOR BESVARAS I DETTA KAPITEL?

Detta kapitel behandlar två snarlika utvärderingsfrågor:

7. Skillnader och likheter mellan Energimyndighetens temaområden och program?
9. Vilka skillnader och likheter det finns mellan de olika satsningarna? (med underfrågor)

8.2 TEMAOMRÅDEN

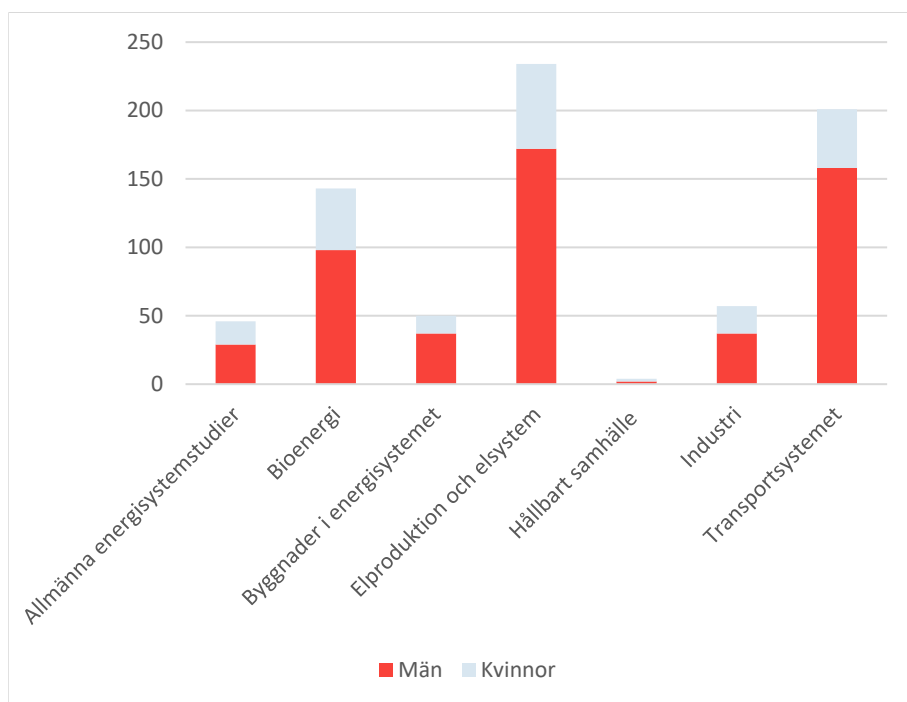
Energimyndigheten delar in sin verksamhet och sina stöd efter ett antal temaområden. Dessa, eller benämningen på dessa, skiftar något över tid, och den aktuella indelning som Energimyndigheten följer upp kring doktorander omfattar sju områden: Allmänna energisystemstudier, Bioenergi, Byggnader i energisystemet, Elproduktion och elsystem, Hållbart samhälle (från år 2018), Industri och Transportsystemet.

Vi har i denna studie analyserat forskarstuderande efter dessa temaområden. Totalt omfattar denna undersökning 735 individer med identifierat temaområde; särskilt för 2014 saknas många uppgifter om vilket temaområde doktoranden tillhörde. Benämningarna för och/eller indelningarna av temaområdena har, som nämnts, skiftat något över undersökningsperioden, och för att göra informationen mer överskådlig har vi här därför samlat flera olika underrubriker under något av nuvarande temaområden.³²

Som framgår av figur 12 är Elproduktion och elsystem det temaområde till vilket flest forskarstuderande hört; 234 av 735 individer (motsvarande 32 procent). 201 doktorander (27 procent) har forskarstuderat inom området Transportsystem. Bioenergi är tredje största temaområdet med 143 doktorander (19 procent).

³² Temaområdet Allmänna energisystemstudier rymmer underrubrikerna System/övrigt och Energisystemstudier – övergr. internationellt; temaområdet Bioenergi omfattar underkategorierna Bränsle, Bränslebaserade Energisystem och Bioenergi; temaområdet Byggnader i energisystemet omfattar Bygg och Byggnader som energisystem; temaområdet Elproduktion och elsystem omfattar Kraft, Kraftsystemet, samt Elproduktion och elsystem; Hållbart samhälle omfattar Hållbar samhällsutveckling; temaområdet Industri omfattar Industri och Energiintensiv industri; och temaområdet Transportsystemet omfattar underkategorierna Transportsektorn, Transportsystemet och Transport.

Figur 12. Fördelningen män/kvinnor inom respektive temaområde



Dessa tre temaområden har alltså samlat totalt 79 procent av de forskarstuderande vi har uppgifter om. Därefter följer tre temaområden med totalt ca 50 forskarstuderande var. Inom området Hållbart samhälle (fr år 2018) har endast fyra forskarstuderande identifierats.

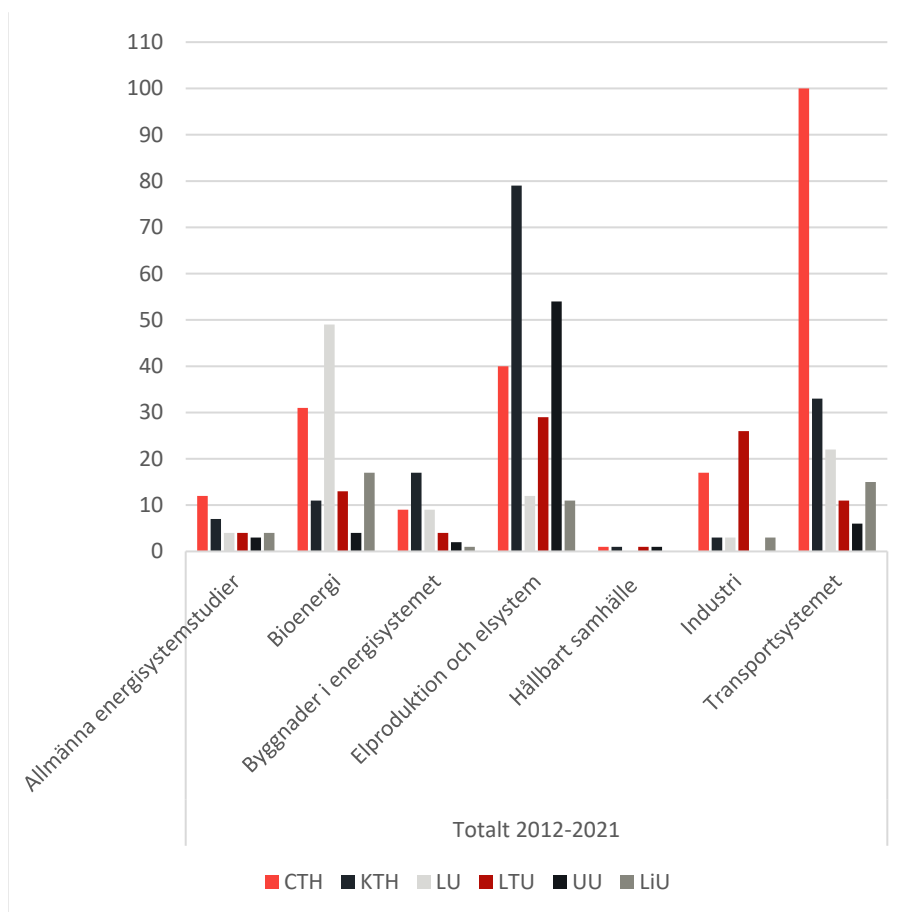
Figuren ovan ger också besked om könsfördelningen över de sju temaområdena. Denna avviker i liten utsträckning från den övergripande bilden på 71 procent män och 29 procent kvinnor. Det temaområde som uppvisar den jämnaste könsfördelningen är Hållbart samhälle (50/50), men det är samtidigt få doktorander i det temaområdet. Se bilaga 4, tabell 9 för detaljerade siffror.

8.2.1 Temaområden och lärosäten

Vi har även analyserat hur forskarstuderande som tillhört olika temaområden fördelar sig över lärosäten. Fördelningen över forskarstuderande på temaområden och de sex mest förekommande lärosäten där de avlade sin examen ger följande bild:³³

³³ Summan är lägre än totalen beroende på att tabellen endast inkluderar de sex mest förekommande lärosätena, och att det i vissa fall saknas information om lärosäte.

Figur 13. Forskarstuderande uppdelade på temaområde och lärosäte



Som framgått tidigare har Chalmers och KTH med bred marginal utexaminerat flest forskarstuderande, följda av Lunds universitet, Luleå tekniska universitet och Uppsala universitet. Även Linköpings universitet har utexaminerat ett större antal forskarstuderande. Se bilaga 4, tabell 10 för detaljerade siffror.

Genomgången visar, inte oväntat, att olika lärosäten har olika styrkeområden (i bemärkelsen fler forskarstuderande).

- Chalmers tekniska högskola har ett tydligt styrkeområde i Transportsystemet. Chalmers har även flest utexaminerade inom Allmänna energisystemstudier, men det ligger i linje med det större antalet utexaminerade totalt.
- Inom Elproduktion och elsystem märks särskilt KTH, samt Uppsala universitet som har en stor andel inom temaområdet relativt hur många som examinerats totalt därifrån. KTH sticker även ut inom Byggnader i energisystemet. Uppsala är sparsamt representerat inom övriga temaområden.
- På motsvarande sätt hävdar sig Lunds universitet inom temaområdet Bioenergi, men är samtidigt i det närmaste frånvarande i temaområdena Industri och Elproduktion och elsystem.
- Luleå tekniska universitet är starkt inom framför allt Elproduktion och elsystem samt Industri.

- Linköpings universitet utmärker sig inom temaområdet Bioenergi (sannolikt är det här värdskapet för kompetenscentrumet BRC som lyser genom).

Efter dessa sex lärosäten finns sedan en svans med en handfull disputerade över åren. Sveriges lantbruksuniversitet SLU har utexaminerat fjorton doktorer (samtliga tio där detta finns angivet inom temaområdet Bioenergi), och Stockholms universitet tretton (med större spridning på temaområden). Fem av de nio som utexaminerats från Umeå universitet bedrev sina forskarstudier inom temaområdet Allmänna energisystemstudier. Göteborgs universitet har levererat fem doktorer, Handelshögskolan i Stockholm, Linnéuniversitetet, Mittuniversitetet och Karlstads universitet fyra vardera.

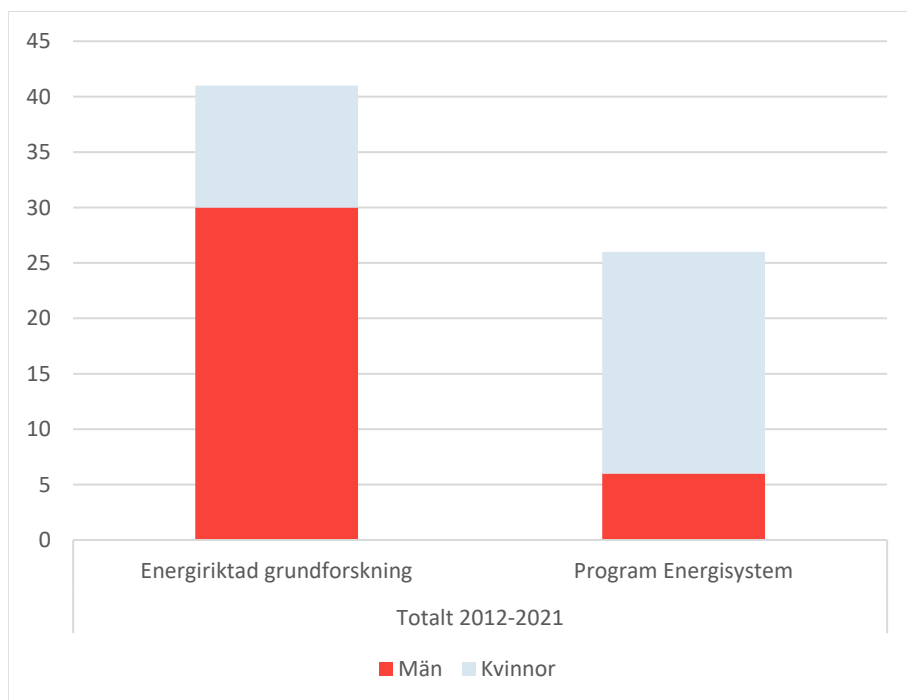
8.3 ENERGIRIKTAD GRUNDFORSKNING OCH PROGRAM ENERGISYSTEM

8.3.1 *Forskarstuderande kopplade till Energiriktad grundforskning respektive Program Energisystem: könsfördelning*

Som framgick av figur 1 i avsnitt 3.1 ovan har sammanlagt 829 individer identifierats examinerade under perioden 2012–2021. Av dessa är 591 män (71 procent) och 238 kvinnor (29 procent). Fördelningen skiljer sig obetydligt mellan de underperioderna 2012–2017 och 2018–2021.

För Energiriktad grundforskning och Program energisystem ser bilden ut på följande sätt:

Figur 14. Antal forskarstuderande som disputerat kopplade till Energiriktad grundforskning respektive Program Energisystem, samt fördelning män/kvinnor



Av de 41 disputerade som tillhörde Energiriktad grundforskning är 30 män och elva kvinnor. Fördelningen skiljer sig endast marginellt från den totala populationen, men möjligen kan en tendens till en jämnare könsfördelning

med en större andel kvinnliga forskarstuderande observeras under den senare perioden. Se bilaga 4, tabell 11 för detaljerade siffror.

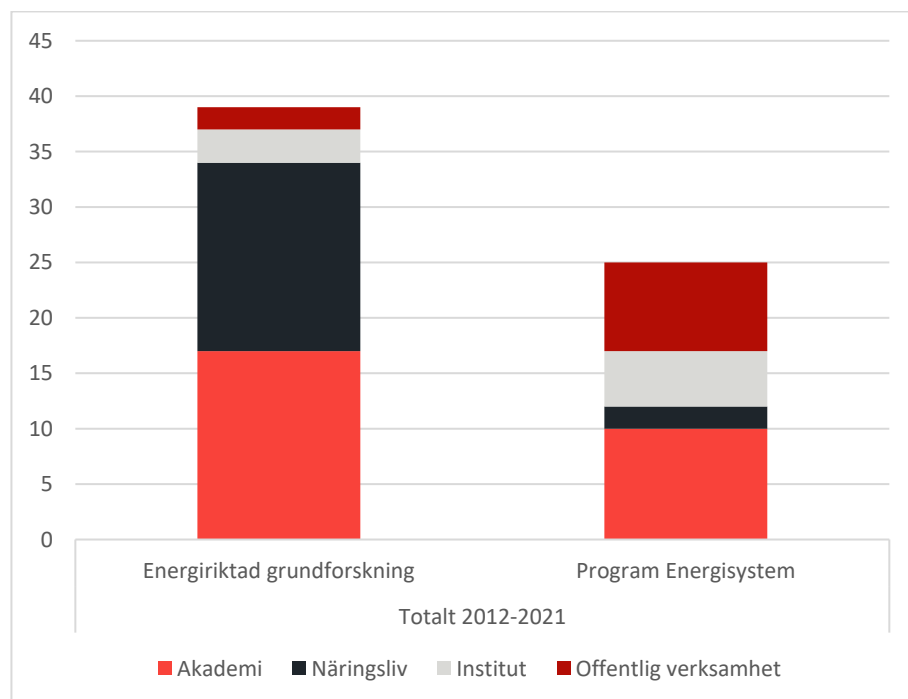
Bilden ser annorlunda ut för Program Energisystem. Här disputerade under perioden 2012–2017 20 kvinnor och sex män – dvs, fördelningen är den spegelvända från Energiriktad grundforskning och från populationen i stort. Det kan i sammanhanget vara värt att notera att majoriteten av de disputerade som tillhörde Program Energisystem under perioden 2001–2011 var män, men även med hänsyn taget till detta sticker Program Energisystem ut i det att totalt 45 av 81 disputerade var kvinnor, motsvarande 55 procent.³⁴

8.3.2 Var verkardisputerade som tillhörde Energiriktad grundforskning och Program Energisystem i dag?

Av figur 5 i avsnitt 4.1 framgick att 40 procent av hela populationen i dag verkar inom akademien, 41 procent i näringslivet, 9 procent på ett institut och 4 procent inom offentlig förvaltning. Vi kunde också se att för de som disputerade 2012–2017 är en större andel i dag verksam i företag och färre i akademien; att andelen som är kvar i akademien är betydligt högre bland nyligen examinerade förklarar till stor del av att många har tagit en licentiatexamen men ännu inte disputerat eller att man innehar en postdoktjänst.

För Energiriktad grundforskning och Program Energisystem ser bilden ut på följande sätt:

Figur 15. Nuvarande anställning efter kategori, för individer inom Energiriktad grundforskning respektive Program Energisystem



³⁴ Linköpings universitet (2019). Forskarskolan Program Energisystem. Kunskapsutveckling genom samverkan mellan teknik- och samhällsvetenskap.

Även här följer bilden av de forskarstuderande från Energiriktad grundforskning mönstret för populationen i stort. Andelen disputerade som i dag är verksamma i akademien respektive näringslivet motsvarar den totala populationen, medan en något mindre andel är verksam på ett forskningsinstitut. När vi kontrollerar för kön framkommer heller inga större skillnader jämfört med den totala populationen; av de elva kvinnorna är fyra var verksamma på universitet eller företag, och en på forskningsinstitut.

Program Energisystem skiljer åter ut sig från populationen i stort och även i en jämförelse med Energiriktad grundforskning. Andelen som i dag verkar inom akademien är aningen mindre, men framför allt kan det observeras att de som examinerats från Program Energisystem i betydligt större utsträckning i dag befinner sig på forskningsinstitut eller inom offentlig förvaltning. Endast två av de 26 vi studerat arbetar i dag på företag, bägge män.³⁵ Sju av de åtta som i dag arbetar inom offentlig förvaltning är kvinnor, och fyra av de fem som jobbar på institut är kvinnor. Se bilaga 4, tabell 12 för detaljerade siffror.

³⁵ Vi har inom ramen för denna studie inte analyserat dem som disputerade från Program Energisystem före 2012, men av programmet egen slutrapport från 2019 framgår att även bland dessa är andelen i offentlig förvaltning eller institut större än populationen i stort för åren 2012– 2021 (om än mindre markant. Se Linköpings universitet 2019: Forskarskolan Program Energisystem. Kunskapsutveckling genom samverkan mellan teknik- och samhällsvetenskap.

8.3.3 Energiriktad grundforskning: observationer

De disputerade som studerade inom Energiriktad grundforskning ser i stora drag ut som andra forskarstuderande som finansierats av Energimyndigheten. Kön fördelningen är i paritet med populationen i stort, och det gäller också för andelen som i dag är verksamma i företag eller i akademien. Även antalet tidigare doktorander som i dag är verksamma utrikes är i paritet med populationen i stort.

På några punkter skiljer de som bedrev sina forskarstudier inom Energiriktad grundforskning ut sig från populationen i stort. Endast en av de 41 studerande från Energiriktad grundforskning avslutade med en licentiatexamen, dvs 2 procent jämfört med 11 procent för gruppen i dess helhet. Vi noterar också att jämfört med populationen i stort, och även jämfört med de disputerade som tillhörde Program Energisystem, arbetar i dag färre av de disputerade som tillhörde Energiriktad grundforskning i offentlig förvaltning eller på institut.

8.3.4 Program Energisystem: observationer

Tidigare doktorander från programmet har i dag goda positioner i myndigheter, organisationer, näringsliv och akademi. Disputerade hamnar i betydligt högre grad än populationen i stort i (relevanta positioner i) offentlig förvaltning, och detta gäller även i en jämförelse med disputerade som bedrev sina forskarstudier inom Energiriktad grundforskning. Jämfört med totalen är en något mindre andel av de disputerade som tillhörde Program Energisystem i dag verksamma inom akademien, och relativt få går direkt till näringslivet.

En anmärkningsvärt stor andel av de disputerade som tillhörde Program Energisystem är kvinnor (77 procent, jämfört med 29 procent för den totala populationen). Det kan också noteras att Program Energisystem har levererat sju handläggare till Energimyndigheten; några av dessa disputerade innan 2012. Vidare visar underlaget på en kontinuitet i det att personer som gått Program Energisystem senare i relativt stor utsträckning innehar drivande positioner inom programmet. Ett fåtal studerande vid Program Energisystem avslutar med en licentiatexamen, ingen alls under undersökningsperioden 2012–2020.

8.4 HUR FÖRHÅLLER SIG DESSA RESULTAT TILL TIDIGARE STUDIER?

En extern utvärdering konstaterade redan 2011 att programmet följde alumnerna, och det upplevdes även ligga i programmets intresse att hålla kontakt med dem efter examen.³⁶ Alumnerna hade ofta någon form av kontakt med personer verksamma inom programmet; ägarskapet i programmet stärktes genom den gemenskap som under satsningen bildades genom gemensamma kurser och besök på andra doktoranders universitet. Det framkom även att personerna tenderar att professionellt röra sig inom

³⁶ Faugert & Co Utvärdering/Technopolis Group (2011). Utvärdering av Program Energisystem.

samma krets och därmed ofta kommer i kontakt med tidigare doktorandkollegor i arbetslivet.

8.5 SAMMANFATTNING

Genomgången visar att forskarstuderande är koncentrerade till tre av sju temaområden som de nu är formulerade; 79 procent av dem tillhörde Elproduktion och elsystem, Transportsystem eller Bioenergi.

Könsfördelningen över de sex temaområdena avviker i liten utsträckning från den övergripande bilden.

Olika lärosäten har olika styrkeområden (i bemärkelsen antal forskarstuderande i relation till andel av populationen). Chalmers har ett tydligt styrkeområde i Transportsystem, medan KTH är starkt inom Elproduktion och elsystem, samt Byggnader i energisystemet. Lunds universitet är starkt överrepresenterat i temaområdet Bioenergi där även Linköpings universitet är starkt. Luleå tekniska universitet är starkt inom framför allt Elproduktion och elsystem samt Industri, och Uppsala universitet inom Elproduktion och elsystem.

En jämförelse mellan Energiriktad grundforskning, Program Energisystem och den totala populationen visar att andelen tidigare forskarstuderande som i dag är verksamma inom akademien skiljer sig obetydligt mellan programmen men för de två är något större än populationen i stort. De forskarstuderande som examinerats från Program Energisystem hamnar i betydligt högre grad än populationen i stort, och även i jämförelse med Energiriktad grundforskning, i offentlig förvaltning, och i liten utsträckning i näringslivet, En anmärkningsvärt stor andel av de disputerade från Program Energisystem är kvinnor, medan könsfördelningen för Energiriktad grundforskning är i paritet med populationen i stort.

9 BETYDELSEN AV ENERGI MYNDIGHETENS FINANSIERING

9.1 INLEDNING – VILKA FRÅGOR BESVARAS I DETTA KAPITEL?

Detta kapitel behandlar utvärderingsfråga 5 om betydelsen av Energimyndighetens finansiering av forskarstuderande.

9.2 MYNDIGHETENS FINANSIERING AV FORSKARSTUDERANDE ÄR EN INVESTERING I FRAMTIDA KONKURRENSKRAFT

Kompetensförsörjning är ett nyckelord för Energimyndighetens finansiering av forskarstuderande. Det är en satsning för framtida konkurrenskraft, och för den nödvändiga omställningen av energisystemet. Stödet är även en förutsättning för att bygga upp kunskap och kompetens och ta fram nya lösningar för att åstadkomma de systemförändringar som kan accelerera energiomställningen och möjligheten att nå målen för hållbar utveckling enligt Agenda 2030.

I denna utvärdering framstår också kompetensförsörjning som ett centralt element. Undersökningen visar att Energimyndighetens finansiering av forskarstuderande har bidragit till att ett stort antal individer med relevant kvalificerad utbildning i dag lämnar värdefulla bidrag för att åstadkomma denna omställning i olika roller i olika typer av organisationer (universitet och högskola, näringsliv och offentlig verksamhet). Empirin tyder på att flertalet tidigare doktorander i populationen idag arbetar med frågor som ligger nära ämnet för deras avhandling. Finansiering av forskarstuderande är en kompetenshöjning för individen, såväl som för samhället och näringslivet.

Forskning och långsiktig kunskapsuppbyggnad och kompetensförsörjning bedrivs inom viktiga områden, och förser i första hand svenska forskningsinstitutioner och svenskt näringsliv, men även forskningsinstitut och offentlig förvaltning, med högt kvalificerade personer med kompetens som är relevant även för samhället i stort. En stor andel av de disputerade går till en karriär i näringslivet, och bidrar därmed till att stärka företagets konkurrenskraft. Satsningarna förefaller vara av stor betydelse för den nationella kompetensförsörjningen och för utvecklingen av miljövänlig teknik inom en rad områden.

Studien visar att de tekniska universiteterna, främst KTH och Chalmers, genom Energimyndighetens (del-)finansiering producerar fler doktorer och licentiater än andra lärosäten. De levererar också i avsevärt högre grad personer som anställts i näringslivet, dvs de och andra lärosäten bidrar med en långsiktig kompetensförsörjning till näringslivet. Det är i sig inte förvånande att listan toppas av lärosäten med stark teknisk profil. Att det i första hand är tekniskt inriktade lärosäten som examinerat flest doktorander kan sägas ligga i linje

med målen i energiforskningspropositionen (Prop. 2016/17:66) om att bygga upp vetenskaplig och teknisk kunskap och kompetens, även om begreppet "vetenskaplig kunskap och kompetens" naturligtvis är en ledstjärna för landets samtliga lärosäten.

Empirin visar att Energimyndighetens samlade finansiering bland annat har bidragit till att 330 tidigare forskarstuderande i dag verkar i relevanta positioner i teknikstarka företag, främst Volvo AB (42 disputerade, varav 9 kvinnor), Scania 15 (6), Vattenfall 11 (2), ABB 11 (1) men även i företag som Boliden, SAAB, AkzoNobel, Södra Cell, Tetra Pak, Northvolt, Ericsson, och Höganäs. Verksamma vid lärosäten och institut bidrar även de till kompetensförsörjning och näringslivsutveckling, genom bland annat deras samverkan och med företag och andra aktörer. De forna doktorander som fortsätter inom akademien är i stor utsträckning skolade i företagssamverkan, och fortsätter med det. De doktorander som sedan går till industrin eller till forskningsinstitut tar med sig nätverk och ett arbetssätt, och fortsätter ofta samarbeta med den gamla forskningsinstitutionen. Dessa resultat överensstämmer väl med tidigare genomförda studier.

Undersökningen visar även att de med nuvarande anställning inom näringslivet har haft en större mobilitet än de som i dag befinner sig i akademien. De disputerade som efter examen har sin första anställning i ett företag stannar i mycket hög grad kvar i näringslivet, även i de fall då de har bytt arbetsgivare. Resultatet bekräftar det många tidigare studier visat: att mobilitet mellan universitet och högskola och industri i stor utsträckning sker åt ett håll, nämligen från lärosäte till näringslivet.

Empirin ger besked om att Energimyndighetens samlade finansiering bidragit till att producera goda eller mycket goda akademiska resultat.

Publikationsanalysen visar påfallande starka prestationer från de forskarstuderande i vår population och deras handledare: 23 procent av dem befinner sig bland de 10 procent bästa (mest citerade/publicerade) forskarna i Sverige. Forskarna finansierade av Energimyndigheten presterar nästan dubbelt mot vad man kan förvänta sig i en population. Empirin visar vidare att åtminstone nio lärosäten har stärkt sina miljöer inom sektorn.

Även om effekter i Sverige är eftersträvansvärt för svenska FoU-finansiärer är ett visst "läckage" till utlandet nödvändigt för att därmed få ett inflöde av utländsk FoU-finansiering, idéer och människor, samt investeringar i svenskt näringsliv, och samtidigt stärka Sveriges renommé som en stark forsknings- och tekniknation. Av myndighetens finansiering av forskarstuderande så har, som framgått ovan, 17 procent idag en utrikes anställning. Huruvida dessa ursprungligen kom från Sverige eller om de flyttat till Sverige för att doktorera och sen flyttat tillbaka igen framgår inte av Energimyndighetens underlag, men andelen stämmer väl överens med andra undersökningar; enligt en rapport 2019 från UKÄ var 18 procent (cirka 7 100 personer) av de som tog en doktorexamen i Sverige mellan åren 1998–2012 utländska doktorander.³⁷

³⁷ Universitetskanslersämbetet (2019) Många utländska doktorander lämnar Sverige efter examen 2019-02-25 / 1
<https://www.uka.se/download/18.6f6937d1167c5d28e8711eb5/15517965247>

9.3 MYNDIGHETENS FINANSIERING AV FORSKARSTUDERANDE BIDRAR TILL ATT UPPFYLLA MÅLEN I PROPOSITIONEN OM FORSKNING OCH INNOVATION PÅ ENERGIOMRÅDET

Resultaten av denna studie pekar på att Energimyndighetens finansiering av forskarstuderande framför allt har bidragit till kompetensförsörjning. Ett stort antal individer med relevant kvalificerad utbildning verkar i dag i olika roller i olika typer av organisationer (universitet och högskola, näringsliv och offentlig verksamhet). Detta bör ses som ett tydligt bidrag till och förutsättning för att uppnå ett av målen i propositionen om forskning och innovation på energiområdet (Prop. 2016/17:66), att bygga upp vetenskaplig och teknisk kunskap och kompetens som behövs för att genom tillämpning av ny teknik och nya tjänster möjliggöra en omställning till ett långsiktigt hållbart energisystem i Sverige, karaktäriserat av att förena ekologisk hållbarhet, konkurrenskraft och försörjningstrygghet.

Att en majoritet av de forskarstuderande som myndigheten finansierar så småningom hamnar i näringslivet, kan ses som ett tydligt, om än indirekt, bidrag till målet i propositionen om forskning och innovation på energiområdet (Prop. 2016/17:66) om att utveckla teknik och tjänster som kan kommersialiseras genom svenskt näringsliv och därmed bidra till hållbar tillväxt och energisystemets omställning och utveckling såväl i Sverige som på andra marknader.

Att knappt 20 procent av de forskarstuderande (inom samtliga anställningskategorier) har sin nuvarande anställning utomlands kan förvisso ses som ett "läckage" eller ett utflöde av kompetens, men empirin i denna studie indikerar samtidigt att detta i viss utsträckning också kan tolkas som en indikation på ett bidrag till att uppnå det tredje målet i propositionen, att bidra till och dra nytta av internationellt samarbete på energiområdet. De nu utrikes verksamma fortsätter ofta upprätthålla kontakter med svenska aktörer.

Sammantaget har Energimyndighetens finansiering bidragit till viktiga delar i forskarsverige, den har stärkt flera forskarmiljöer inom akademien och dessutom producerat forskarutbildad arbetskraft som kan bidra till ett fortsatt konkurrenskraftigt näringsliv.

9.4 BEHOV AV FRAMTIDA STUDIER / UTVÄRDERINGAR

Föreliggande undersökning har kartlagt vilka forskarstuderande som Energimyndigheten har finansierat, var de befinner sig i dag och hur vägen dit har sett ut. Den utgör ett underlag för att gå vidare med ett antal fortsatta fördjupande studier. Följande utgör några förslag på sådana:

- Kvalitativ analys av hur utvalda lärosäten och/eller forskningsmiljöer arbetar med sina "portföljer" vad gäller forskarutbildning. Vilken roll

[25/statistisk-analys-2019-02-25-manga-utlandska-doktorander-lamnar-sverige-efter-examen.pdf](#)

spelar Energimyndighetens olika erbjudanden i dessa strategier, på vilket sätt kompletterar dessa andra finansieringskällor? Hur kan Energimyndigheten ytterligare utveckla sina instrument?

- Motsvarande analys av för myndigheten särskilt relevanta sektorer, temaområden eller företag.
- Detaljerad analys av hur Energimyndighetens finansiering av forskarstuderande påverkar måluppfyllelsen av Forsknings- och innovationspropositionen (Prop. 2016/17:66). Hur leder exempelvis stöd till vetenskapligt excellent forskning till kunskapsutveckling av betydelse för omställningen? Det kan handla om fallstudier, och/eller en analys av vilka mekanismer som spelar in för att faktiskt nå målen.
- Fortlöpande intern uppföljning och kvalitetssäkring av de uppgifter Energimyndigheten har och samlar in om de forskarstuderande som finansieras.

BILAGOR

BILAGA 1: UTVÄRDERINGSFRÅGOR

1. Var återfinns doktorerna och licentiaterna idag?

Av de personer som är kvar i akademien:

- I. Har doktorerna och licentiaterna etablerat egna forskargrupper? I Sverige eller utomlands?
 - II. Vilka forskningsmiljöer/forskningsdiscipliner har stärkts av doktorerna och licentiaterna/doktorander?
 - III. Vilka utbildningar har stärkts av doktorerna och licentiaterna?
 - IV. Hur väl har de doktorer och licentiatier presterat i fråga om vetenskaplig excellens?
2. Vilken teknikutveckling i Sverige och i världen har skett med hjälp av doktorerna och licentiaterna/doktorander?
 3. Vilken policyutveckling i Sverige och i världen har skett med hjälp av doktorerna och licentiaterna?
 4. Vilken näringslivsutveckling har stärkts av Energimyndighetens finansiering av doktorerna och licentiaterna?
 5. Vilken betydelse har Energimyndighetens finansiering av doktorander haft för näringslivets utveckling mot energiomställningen i Sverige och globalt?
 6. Hur ser könsfördelningen ut bland alla doktorer och licentiatier som Energimyndigheten finansierat med minst 20 procent mellan 2012 - 2020?
 7. Skillnader och likheter mellan Energimyndighetens temaområden och program?
 8. Hur har de forskarstuderande bidragit till samverkan mellan olika aktörer?
- I. I vilken utsträckning och hur bidrar doktorerna och licentiaterna till samverkan mellan olika aktörer efter avslutad tjänst som forskarstuderande?
 - II. Vilka aktörer sker samverkan mellan, är det någon skillnad mellan Forskarskolan Energisystem och Energiriktad grundforskning?
 - III. Åstadkommer doktorerna och licentiaterna samverkan mellan aktörer trots att de själva inte är direkt inblandade?
 - IV. I vilken utsträckning har doktorernas och licentiaternas samverkan stärkts av deras tvärvetenskapliga kompetens?
9. Vilka skillnader och likheter det finns mellan de olika satsningarna?

- I. mellan a) de doktorer och licentiater som finansierats i Program Energisystem samt Forskarskolan Energisystem och b) de som finansierats i inom övriga temaområden?
 - i. Generella skillnader och likheter?
 - ii. Skillnader och likheter i 1/ samverkan, 2/ samhällspåverkan, 3/ vetenskaplig excellens, 4/ teknikutveckling, 5/ policyutveckling, 6/ näringslivsutveckling?
 - iii. Om det finns skillnader, hur stor del av skillnader mellan doktorand- och licentiatgrupperna kan härledas från den tvärvetenskapliga kompetensen?
- I. mellan a) de doktorer och licentiater som finansierats inom Energiriktad grundforskning och b) de som finansierats i inom övriga temaområden?
 - i. Underfrågor som i fråga 9 I
- I. mellan a) de doktorer och licentiater som finansierats i Program Energisystem samt Forskarskolan Energisystem och b) de som finansierats inom Energiriktad grundforskning?
 - i. Underfrågor som i fråga 9 I

BILAGA 2: METOD: DETALJERAD BESKRIVNING AV DATAUNDERLAGET

- Ett relativt stort antal individer som i grunddata angavs ha tagit en examen under undersökningsperioden personer visade sig ha tagit den vid ett tidigare tillfälle (dvs, före 2012) och i flera fall i ett annat land
- Ett antal individer i grundmaterialet visade sig sakna lic- eller doktorsexamen
- Ett antal doktorander som Energimyndigheten under den aktuella perioden finansierat saknades i underlaget
- Ett stort antal individer med doktorsexamen finns i grundmaterialet registrerade med en lic-avhandling. Det rör sig då om personer som fortsatt fram till disputation utan finansiering från Energimyndigheten eller sådana som disputerat utomlands
- I flera fall återfinns individer både som licentiat och disputerade, och vi har då räknat dem en gång som doktor
- Ett stort antal felaktiga uppgifter av mindre slag i underlaget har i varje enskilt fall kontrollerats och så långt möjligt korrigerats
 - Namn på handledare och doktorand är detsamma
 - Avhandlingen/licentiatavhandlingen lades fram ett annat år än det som framgår av grundmaterialet
 - I flera fall angavs felaktigt lärosäte för examination
 - Felskrivningar och/eller felstavningar av namn
 - Namnbyten
 - Dubletter (samma forskarstuderande förekommer flera gånger, då denne medverkat i flera projekt)

Sammanfattningsvis resulterade detta i ett mycket tidskrävande arbete att rensa och kontrollera uppgifter, Vårt underlag består slutligen av 829 individer, och det är denna population som studien omfattar.

BILAGA 3: PUBLICERINGSMÄTNING OCH CITERINGSANALYS MED PERCENTILMODELL

En utgångspunkt för bibliometri (publikationsmätning) är inte bara att genomföra kartläggningar på ett tidsekonomiskt sätt utan att dess resultat ger relevant om än inte fullständig information beträffande forskningen omfattning och kvalitet. Allt detta förutsatt att någorlunda korrekta normaliseringar företas. Således, när vi talar om uppmärksamhet från kolleger som en indikator inser vi genast att förhållandena skiljer sig mellan forskningsområden. Detta framtvingar en normalisering av citeringsgraden till ett referensvärde (medel- eller medianvärde) för avgränsade och definierade områden. I föreliggande publiceringsanalys tillämpas internationellt erkända metoder för normalisering av publiceringsdata.

Dock kvarstår ett viktigt problem. Hur skall citeringsgrad kunna jämföras mellan personer som publicerar olika mycket? En enda artikel från person A skall jämföras med person B som är högproduktiv men inte får lika hög citeringsgrad per publikation. Vilken av dessa personer har bästa synligheten och påverkan på kollegerna? Rimligen måste produktionens *relativa volym* tas med i beräkningen. Detta görs med en metod, waringmetoden, vilken på ett matematiskt-statistiskt sätt beräknar medelproduktionen för en population (inberäknat de som inte publicerar). Detta resulterar i en Field Adjusted Production (FAP), dvs. fältjusterad produktion. Tillvägagångssättet beskrivs kortfattat i följande avsnitt.

Fältjusterad produktion

Fältjusterad produktion är ett mått som innefattar en metod för att fältnormera produktionen av artiklar mot nordiska referensvärden. Metoden för fältjustering av produktionen gör det möjligt att använda artiklarnas citeringsgrad som underlag och metoder är således ett nödvändigt första steg för den percentilmodell som presenteras nedan.

Fokus ligger på uppmärksamheten från kolleger runt om i världen. Tanken är att endast en artikelproduktion riktad mot de pågående forskningsfronterna kan påverka de internationella kollegernas forskning. Enligt många mening är enda sättet att bedöma forskningens kvalitet just denna internationella aspekt av forskningssystemet. Möjligheten att bedöma kvalitet är förbehållen de kolleger inom forskningsfronten som har egna erfarenheter av pågående forskning inom det speciella fält som är aktuellt.

Citeringar tas således med i beräkningen och denna fördel slår ut samtliga kända alternativ, vilka har den nackdelen att de uppmuntrar en produktion av artiklar utan att samtidigt fästa uppmärksamhet vid användarsidan, d.v.s. hur det internationella forskarsamhället använder och utnyttjar resultaten i sina forskningsarbeten.

Fältnormerad produktion söker att likställa produktionsförhållandena mellan olika forskningsdiscipliner och områden. Metoden finns beskriven i SOU 2007:81 samt i Högskoleverkets rapport 2008:18R *Resurser för citeringar*. En kortare teknisk beskrivning finns i slutet av denna rapport.

Bibliometriska korrigeringar

Thomson Reuter (Web of Science) använder en konservativ algoritm för att koppla referenser till citeringar. Omkastade sidnummer och liknande innebär att det inte uppstår koppling mellan referens och artikel. Vi har valt att korrigera sådana fel och har därmed kompletterat databasen med cirka 5 procent av citeringarna (bortfallet av citeringskopplingar brukar vara 7-8 procent). Ett öppet citeringsfönster har tillämpats.

Själv citeringar tas bort från våra citeringsanalyser baserat på förstanamnet på artikeln och referenser till denna.

Alla citeringsanalyser baseras på fraktioniserade och vägda värden.

Tidskrifter som klassificeras i kategorin "Multidisciplinary" utgör ett problem för citeringsanalysen. Genom att fördela artiklar i dessa tidskrifter, t ex Nature, Science och PNAS, till de tidskriftsklasser där de har merparten av sina referenser går det att komma förbi detta problem.

Noteras kan att fraktionisering av artiklar har skett när det uppstått trängsel vid de gränser som percentilgrupperna innebär. Här har den metod som föreslagits av Waltman & Schreiber (2013) följts.

Tillvägagångssätt för analysen

Utgångspunkten har varit filer med alla svenska artiklar i *Web of Science* under perioden 2008-2012.³⁸ Syftet är att få med samtliga artiklar som kan knytas till de individer som är föremål för utvärdering.

Varje vetenskaplig tidskrift i vilken forskaren publicerat ett paper har tilldelats ett referensvärde som beror på områdets viktning baserat på normalproduktionen hos nordiska universitetsforskare. Beräkningarna tar även hänsyn till författarnas andelar av respektive artikel (fraktionisering). Artiklar i tidskrifter där forskarna inom området publicerar mer sällan innebär ett större bidrag medan en artikel i en tidskrift där forskarna normalt har en mer frekvent produktion innebär ett relativt mindre bidrag. Detta är en effekt av normaliseringen. Denna metod kallas *Field Adjusted Production (FAP)*.

Eftersom referensvärdena för FAP bygger på nordiska forskare under en given period som har undervisning, administration och forskning i en mix av aktiviteter blir det viktigt att göra relevanta jämförelser. Ett universitet ålägger en tung undervisningsbörda för sin personal kommer sämre ut än andra mer forskningsintensiva universitet. Därför är det rimligt att sätta output i relation till input i form av resurser mätta t ex i miljoner kronor. Detta kan dock sällan ske till följd av att omfattningen av forskningsresurser under perioden sällan föreligger på individnivå.

Sista steget i analysarbetet är att beräkna citeringsgraden per artikel. Det citeringsfönster som används sträcker sig fram till och med 2014. Beräkningen bör ske på artikelnivå så att nollciterade artiklar påverkar resultatet på ett korrekt sätt. De ger noll poäng till fakultet eller institution. Endast citerade artiklar påverkar resultatet uppåt, men en enhet kan skriva

³⁸ I undersökningen används följande citeringsindex: SCI-Expanded, SSCI och A&HCI.

hur många nollciterade artiklar som helst utan att det påverkar resultatet. Observera att självciteringar, baserat på första författarnamnet, tas bort ur citeringsanalysen. Detta läggs till grund för arbetet med percentilmodellen som presenteras i nästkommande avsnitt.

Percentilmodellen

Relativa citeringsindikatorer är ett väsentligt framsteg som togs redan under 1980-talet, men sedan har det inte hänt särskilt mycket. Dessa indikatorer har med få undantag varit storleksoberoende (size-independent), dvs. **antalet** publikationer har saknat betydelse för indikatorns utfall. En författare kan få ett högt värde på ett fåtal artiklar. Man har således tenderat att bortse från prestationernas sammanlagda värde. Men i den här rapporten tas en annorlunda utgångspunkt: en forskare som skriver bra artiklar 2008-2010 blir inte sämre för att han eller hon publicerar några artiklar under 2011 och 2012 som inte uppmärksammas av kollegerna. Det sammanlagda kvalitetsvärdet av en insats kan inte bli mindre av att ytterligare publikationer tillkommer.

Mängden prestationer har betydelse och percentilmodellen, som presenteras mer i detalj nedan, ger en metod för att kombinera produktion och citeringsgrad.

En annan nackdel med mycket av den bibliometri som bygger på tanken normalfördelningar är att värdena kan bli beroende av några få publiceringar i varje tidskriftsklass. Om enstaka artiklar är mycket citerade kan medelvärdet dras upp så att en stor andel av artiklarna (betydligt fler än hälften) hamnar under medelvärdet. Sådan publiceringsstatistik byggd på skeva fördelningar är inte ett adekvat sätt att utvärdera enheter/individer. Inom vissa vetenskapsområden kan några publikationer med ett mycket stort antal citeringar dra upp medelvärdet (Seglen 1992, 1998), vilket kan leda till att 70 procent av artiklarna inom området ligger under medelvärdet (se vidare Kelchtermans & Veugelers 2011).

Genom att istället räkna percentiler och genom att utgå från percentilklasser kan man åstadkomma ett rimligare sätt att beräkna citeringsgraden.

Grunden för percentilanalys är att varje artikel rangordnas, baserat på dess citeringar, inom respektive vetenskapsfält, vilket definieras utifrån de ämnesklasser (cirka 260) som anges i *Web of Science*, och delas in i percentilgrupper (de 1 procent, 5 procent, 10 procent högst rankade och så vidare). Mått baserade på percentiler har fördelen att de inte påverkas av skevheter i citeringsfördelningar (Rousseau 2005).

Här har percentilindikatorn "översatts" till ett poängtal för varje artikel, där en artikel som tillhör den mest citerade procenten av artiklarna tilldelas 100 poäng, topp-5-procent ger 20 poäng, och så vidare (se tabell 2). En artikel som hör till de 50 procent minst citerade ger 1 poäng, vilket gör att en forskare aldrig kan förlora på att publicera en artikel.

Tabell 1. Poängfördelning till percentilklasser

Percentil (procent)	Poäng
0,01	100
0,05	20
0,10	10
0,25	4
0,50	2
1,00	1

De poäng som varje artikel sålunda erhåller justeras genom metoden FAP, *Field Adjusted Production* (Sandström & Sandström 2009), för att kompensera för olikheter i vetenskaplig produktionsstakt mellan forskningsområden. Alla tidskrifter i *Web of Science* har kategoriserats till fem områden (*applied sciences, natural sciences, health sciences, economic & social sciences* och *arts & humanities*).³⁹ På basis av detta har analyser med *waring*-metod lagts till grund för en FAP-faktor (Sandström et al. 2011). Det mått vi använder är således ett kompositmått som i ett enda värde uttrycker produktivitet (antal artiklar) och citeringsnivå (kvalitet).

Fördelen, jämfört andra liknande mått, exempelvis h-index, är att detta mått är konstruerat för att användas över och mellan samtliga vetenskapsområden.

En forskare som identifieras enligt metodiken ovan får en poängsumma baserad på artikelandelar och dessas citeringsbaserade poäng. På basis av detta går det att rangordna samtliga svenska forskare. Detta ger samtidigt ett underlag för att via benchmarking ange var en specifik forskare befinner sig i den svenska fördelningen över percentilklasser av prestationer.

Följande är de gränsvärden för percentilklasser som gäller 2012-2015: Top1%-49,5; Top5%-17,3; Top10%-9,5; Top25%-3,4; Top50%-1,125.

Om datamaterialet: källor och bearbetningar

Källa	Thomson Reuters Web of Science
Urval	Undersökningsenheternas publiceringar indexerade som "Articles"; "Letters"; "Proceedings Papers" eller "Reviews" i databaserna SCI-EXPANDED, SSCI och AH&CI.

³⁹ Klassningen baseras på ett internationellt samarbete som organiserats av kanadensiska Science-Metrix. För detaljer, se Science-Metrix webbplats. En avgjord fördel är att denna klassning håller tillämpade områden för sig.

Indikatorer m.m.

P	Antal publikationer där författaren uppgivit adress till ngn av de relevanta organisationerna.
Frac P	Fraktioniserade publikationer eller summan av publikationsandelar för individen eller enheten.
FAP	Field Adjusted Production, dvs. fältjusterad produktion utifrån nordiska referensvärden.
TOP X%	Andel Top X % artiklar: Genom att se hur stor andel av programmets artiklar som tillhör de mest citerade (ligger över en viss percentil) erhåller vi ett mått som är oberoende av skevheten i citeringsfördelningen. Med hänsyn till ämnesområde, dokumenttyp och publiceringsår.
AUm	Genomsnittligt antal författare per artikel.
IntCOLLm	Genomsnittligt antal länder per artikel.
PM Points	Percentilmodellen (PM) bygger på en summering av citeringspoäng enl en skala som återfinns nedan under rubriken "Percentilmodellen". Denna modell avviker från gängse medelvärdesbaserad statistik och adderar prestationer i bibliometri som också tar hänsyn till antalet prestationer.
PM TOP Level	Anger var forskarens prestationer befinner sig (i vilken percentilklass) jämfört med svenska forskare under samma period.
Ytterligare information	Se Resurser för citeringar (Högskoleverket R2008:18) samt artikeln Koski, Sandström & Sandström: "Estimating Research Productivity from a Zero-Truncated Distribution" Journal of Informetrics 10:1143-1152

Referensvärden för FAP

Källa	Thomson Reuters Web of Science
Urval	Publiceringar indexerade som "Articles"; "Letters"; "Proceedings Papers" eller "Reviews", där minst en författare uppgivit en svensk, finsk, dansk eller norsk adress, i databaserna SCI-EXPANDED, SSCI och AH&CI.
Frekventa namn	För att underlätta namnrättningen har vanliga namn (definierat som de som förekommer vid minst 6 städer) tagits bort ur materialet.
Namn rättning	Materialet har, i två omgångar, manuellt gått igenom för att kontrollera korrektheten i namnklustringen och för att manuellt separera eller lägga ihop artikelandelar. Vår bedömning är att klustringen fungerat tillfredsställande, men det är viktigt att genomföra manuella kontroller eftersom varje artikelandel som egentligen tillhör en specifik författare utgör en ny författare om den inte läggs samman till rätt namn. Varje sådant fel kommer i sin tur att påverka beräkningen av referensvärden på ett otillbörligt sätt.
Beräkning av referensvärden	<p>Varje unik författare i materialet tilldelas det fält (se nedan punkt 4) där han eller hon har merparten av sina publikationer. Om författaren har lika många publikationer i två eller flera klasser tilldelas författaren slumpvis en av dessa.</p> <p>För varje fält beräknas sedan ett referensvärde enligt den metod som beskrivs i vår rapport "Resurser för citeringar" (2008). Metoden kan kort beskrivas enligt följande.</p> <p>1. Vänstertrunkerade medelvärden beräknas, där första punkten utgör antal publikationer per författare (se nedan) i fälturvalet, punkt två utgör antalet publikationer per författare med fler än en publikation, punkt tre antalet publikationer</p>

	<p>per författare med fler än två publikationer etc.</p> <p>2. Punkterna (de trunkerade medelvärdena) läggs till grund för en linjär minsta-kvadrat-regression (se vidare Telcs et al. 1985). Referensvärdet är den punkt där regressionslinjen skär y-axeln. Detta värde utgör ett estimerat värde för hur många publikationer en genomsnittlig forskare inom det aktuella ämnesområdet (fältet) producerat under perioden. Formler återfinns i den tidigare nämnda artikeln "Estimating Research Productivity from a Zero-Truncated Distribution" (2011).</p> <p>Antalet publikationer per författare baseras på urval av författarandelar. De referensvärden som publicerades i Resurser för citeringar (2008) utformades på basis av första författarnamnet och s.k. reprint author. Detta motiverades med att det inte fanns möjlighet att använda alla författarandelar eftersom det före 2008 saknades en direkt koppling mellan namn och i databasen. Sedan 2008 har databasen kompletterats med fullständiga namn vilket ger större möjligheter att skilja mellan unika författare och att ta med alla författarandelar.</p> <p>I föreliggande rapport baseras referensvärdena på en metod som benämnes <i>random author</i> och som slumpmässigt tar ut en författarandel per artikel; se vidare artikeln "Estimating Research Productivity from a Zero-Truncated Distribution" (2011).</p>
Ytterligare information	<p>För att undersöka metodens relevans skrevs artikeln "Estimating Research Productivity from a Zero-Truncated Distribution", Journal of Informetrics 10:1143-1152. Där framgår att modellen på ett framgångsrikt sätt klarar empiriska test som utgår från kända fördelningar vid två universitet med unika författare identifierade. Även ett s.k. bootstrap-test av ett större nordiskt material tyder på förhållandevis låga konfidensintervall.</p>

Fältindelning

Källa	Thomson Reuters "Web of Science".
Urval	Publiceringar indexerade som "Articles", där minst en författare uppgivit en svensk, finsk, dansk eller norsk adress, i databaserna SCI-EXPANDED, SSCI och AH&CI.
Fältindelning	Tidskrifter har indelats i fält genom klustring enligt nedan.
Klustringsmetodik	Multi-level Aggregation ("Louvain Method"); se V.D. Blondel, J.L. Guillaume, R. Lambiotte and E. Lefebvre (2008), "Fast unfolding of communities in large networks", Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment p. P10008; se även L Zhang, XH Liu, F Janssens, LM Liang, & W Glänzel (2009), "Subject clustering analysis based on ISI category classification", Journal of Informetrics 4, Issue 2, April 2010, 185-193.
Närhetsvärde	<p>"Inter citation" (IC) enligt följande:</p> $IC = \frac{RAW_{ij}}{\sqrt{S_i S_j}}$ $RAW_{ij} = \sqrt{(C_{i,j} + 0,5)(C_{j,i} + 0,5)}$ $S_i = \sum_{j=1}^n RAW_{ij}$ <p>där $C_{i,j}$ är antalet referenser från tidskrift i till tidskrift j och n är det totala antalet tidskrifter i materialet.</p> <p>Se KW Boyack & R Klavans (2006) "Identifying a better measure of relatedness for mapping science", Journal of the American Society for Information Science and Technology 57(2):251-263.</p> <p>För att erhålla grupper av tidskrifter som har stark koppling i form av citeringar mellan tidskrifterna har försteg getts till ömsesidighet – relationer i båda riktningarna – framför ensidiga relationer. För detta syfte har vi infört en matematisk formel som tar hänsyn till ömsesidiga kopplingar (se definitionen av RAW). På basis av dessa kopplingar har en klustring av tidskrifterna genomförts.</p>

Resultat	8 fält
----------	--------

BILAGA 4: TABELLER MED DETALJERADE DATA

Tabell 1. Grundfakta om populationen av forskarstuderande

	2012–2017	2018–2021	Totalt
Antal individer	535	294	829
Män	386 (72%)	205 (70%)	591 (71%)
Kvinnor	149 (28%)	89 (30%)	238 (29%)
Högskoledoktorander	473 (88%)	260 (88%)	733 (88%)
Män	348 (73%)	176 (68%)	524 (71%)
Kvinnor	125 (27%)	84 (32%)	209 (29%)
Industridoktorander	35 (7%)	34 (12%)	69 (8%)
Män	28 (80%)	29 (85%)	57 (83%)
Kvinnor	7 (20%)	5 (15%)	12 (17%)
Examinerade doktorer	510 (95%)	231 (79%)	741 (89%)
Män	366 (72%)	162 (70%)	528 (71%)
Kvinnor	144 (28%)	69 (30%)	213 (29%)
Examinerade licentiatier	25 (5%)	63 (21%)	88 (11%)
Män	20 (80%)	43 (68%)	63 (72%)
Kvinnor	5 (20%)	20 (32%)	25 (28%)

Tabell 2. Antal examinerade per lärosäte

Lärosäte	2012–2017	2018–2021	Totalt
CTH	133	69	202
KTH	123	42	165
LU	78	33	111
LTU	43	42	85
JU	60	16	76
LiU	47	24	71
SLU	13	0	14
SU	7	6	13
HB	7	0	7
UMU	6	3	9
SSE	3	1	4
GU	2	2	4
MIUN	2	2	4
LNU	2	2	4
KAU	1	3	4
HD	1	0	2
BTH	1	0	1
HV	1	0	1
MDH	0	1	1

Tabell 3. Nuvarande anställning⁴⁰ efter kategori, samt fördelning Sverige/Utrikes

	2012–2017	2018–2021	Totalt
Antal individer	535	294	829
Akademi	175 (33%)	156 (53%)	331 (40%)
Sverige	126 (72%)	144 (92%)	269 (82%)
Utrikes	44 (25%)	12 (18%)	56 (17%)
Utrikes och Sverige	5 (3%)	0	5 (1%)
Näringsliv	256 (48%)	82 (28%)	338 (41%)
Sverige	208 (81%)	68 (83%)	276 (82%)
Utrikes	47 (18%)	14 (17%)	61 (18%)
Utrikes och Sverige	1 (1%)	0	1 (1%)
Institut	51 (10%)	25 (9%)	76 (9%)
Sverige	41 (80%)	23 (92%)	64 (84%)
Utrikes	9 (18%)	2 (8%)	11 (15%)
Utrikes och Sverige	1 (2%)	0	1 (1%)
Offentlig verksamhet	33 (6%)	3 (1%)	36 (4%)
Sverige	28 (85%)	2 (67%)	30 (83%)
Utrikes	5 (15%)	1 (33%)	6 (17%)

⁴⁰ Procentuell andel inom respektive anställningskategori visar andel av "Antal individer". Procentuell andel inom Sverige, Utrikes, Utrikes och Sverige visar andel av antal inom respektive anställningskategori.

Tabell 4. Nuvarande anställning⁴¹ efter kategori, samt fördelning Sverige/Utrikes

	2012–2017	2018–2021	Totalt
Antal individer	535	294	829
Akademi	175 (33%)	156 (53%)	331 (40%)
Sverige	126 (72%)	144 (92%)	269 (82%)
Utrikes	44 (25%)	12 (18%)	56 (17%)
Utrikes och Sverige	5 (3%)	0	5 (1%)
Näringsliv	256 (48%)	82 (28%)	338 (41%)
Sverige	208 (81%)	68 (83%)	276 (82%)
Utrikes	47 (18%)	14 (17%)	61 (18%)
Utrikes och Sverige	1 (1%)	0	1 (1%)
Institut	51 (10%)	25 (9%)	76 (9%)
Sverige	41 (80%)	23 (92%)	64 (84%)
Utrikes	9 (18%)	2 (8%)	11 (15%)
Utrikes och Sverige	1 (2%)	0	1 (1%)
Offentlig verksamhet	33 (6%)	3 (1%)	36 (4%)
Sverige	28 (85%)	2 (67%)	30 (83%)
Utrikes	5 (15%)	1 (33%)	6 (17%)

⁴¹ Procentuell andel inom respektive anställningskategori visar andel av "Antal individer". Procentuell andel inom Sverige, Utrikes, Utrikes och Sverige visar andel av antal inom respektive anställningskategori.

Tabell 5. Nuvarande anställning efter kategori, samt fördelning män/kvinnor⁴²

	2012–2017	2018–2021	Totalt
Antal individer	535	294	829
Män	386 (72%)	205 (70%)	591 (71%)
Kvinnor	149 (28%)	89 (30%)	238 (29%)
Akademi	175	156	331
Män	132 (75%)	106 (68%)	238 (72%)
Kvinnor	43 (25%)	50 (32%)	93 (28%)
Näringsliv	256	82	338
Män	198 (77%)	59 (72%)	257 (76%)
Kvinnor	58 (23%)	23 (28%)	81 (24%)
Institut	51	25	76
Män	32 (63%)	17 (68%)	49 (64%)
Kvinnor	19 (37%)	8 (32%)	27 (36%)
Offentlig verksamhet	33	3	36
Män	11 (33%)	3 (100%)	14 (39%)
Kvinnor	22 (67%)	0	22 (61%)

⁴² Där procenten inte summerar till 100 beror det på att nuvarande anställning inte är känd.

Tabell 6. Första och nuvarande anställning efter kategori

Första och nuvarande anställningar	2012–2017
Första anställning inom Akademi	238
Nuvarande anställning inom Akademi	133 (56%)
Nuvarande anställning inom Näringsliv	81 (34%)
Nuvarande anställning inom Institut	20 (8%)
Nuvarande anställning inom Offentlig verksamhet	10 (4%)
Första anställning inom Näringsliv	177
Nuvarande anställning inom Akademi	10 (6%)
Nuvarande anställning inom Näringsliv	154 (87%)
Nuvarande anställning inom Institut	5 (3%)
Nuvarande anställning inom Offentlig verksamhet	10 (6%)
Första anställning inom Institut	36
Nuvarande anställning inom Akademi	7 (19%)
Nuvarande anställning inom Näringsliv	6 (17%)
Nuvarande anställning inom Institut	23 (64%)
Nuvarande anställning inom Offentlig verksamhet	1 (3%)
Första anställning inom Offentlig verksamhet	11
Nuvarande anställning inom Akademi	0
Nuvarande anställning inom Näringsliv	1 (9%)
Nuvarande anställning inom Institut	0
Nuvarande anställning inom Offentlig verksamhet	9 (82%)

Tabell 7. Antal examinerade per lärosäte under perioden 2012 - 2017, samt antal med nuvarande anställning vid respektive lärosäte

Lärosäte	Examinerade doktorander 2012–2017	Individer med nuvarande anställning (varav examinerade vid lärosätet)
CTH	133	18 (13)
KTH	123	15 (13)
LU	78	18 (15)
UU	60	26 (18)
LiU	47	14 (13)
LTU	43	10 (7)
SLU	13	6 (4)
SU	7	5 (2)
HB	7	3 (3)
UmU	6	1 (0)

Tabell 8. Nuvarande anställning och "spårbundenhet"

Karriärvägar	2012–2017
Nuvarande anställning inom Akademi	175
Kvar på sin första anställning	48 (27%)
Kvar på sin andra anställning	41 (23%)
Minst tre anställningar inom Akademi	35 (20%)
Nuvarande anställning inom Näringsliv	256
Kvar på sin första anställning	37 (14%)
Kvar på sin andra anställning	65 (25%)
Minst tre anställningar inom Näringsliv	70 (27%)
Nuvarande anställning inom Institut	51
Kvar på sin första anställning	14 (27%)
Kvar på sin andra anställning	12 (24%)
Minst tre anställningar inom Institut	5 (10%)
Nuvarande anställning inom Offentlig verksamhet	33
Kvar på sin första anställning	2 (6%)
Kvar på sin andra anställning	11 (33%)
Minst tre anställningar inom Offentlig verksamhet	2 (6%)

Tabell 9. Byte mellan olika kategorier av anställning

Karriärvägar	2012–2017
Nuvarande anställning inom Akademi	175
Första och andra anställning inom Näringsliv	1 (<1%)
Första inom Akademi och andra inom Näringsliv	6 (3%)
Nuvarande anställning inom Näringsliv	256
Första och andra anställning inom Akademi	20 (8%)
Första inom Näringsliv och andra inom Akademi	4 (2%)

Tabell 10. Forskarstuderande: temaområden och könsfördelning

	Allmänna energisystemstudier	Bioenergi	Byggnader i energisystemet	Elproduktion och elsystem	Hållbart samhäll	Industri	Transportsystemet
Totalt	46 (6%)	143 (19%)	50 (7%)	234 (32%)	4 (1%)	57 (8%)	201 (27%)
Män	29 (63%)	98 (69%)	37 (74%)	172 (74%)	2 (50%)	37 (65%)	158 (79%)
Kvinnor	17 (37%)	45 (31%)	13 (26%)	62 (26%)	2 (50%)	20 (35%)	43 (21%)

Tabell 11. Forskarstuderande uppdelade på temaområde och lärosäte

	Allmänna energisystemstudier	Bioenergi	Byggnader i energisystemet	Elproduktion och elsystem	Hållbart samhälle	Industri	Transportsystemet
Totalt	46 (6%)	143 (19%)	50 (7%)	234 (32%)	4 (1%)	57 (8%)	201 (27%)
CTH	12 (26%)	31 (22%)	9 (18%)	40 (17%)	1 (25%)	17 (30%)	100 (50%)
KTH	7 (15%)	11 (8%)	17 (34%)	79 (34%)	1 (25%)	3 (5%)	33 (16%)
LU	4 (9%)	49 (34%)	9 (18%)	12 (5%)	0 (0%)	3 (5%)	22 (11%)
LTU	4 (9%)	13 (9%)	4 (8%)	29 (12%)	1 (25%)	26 (46%)	11 (5%)
UU	3 (7%)	4 (3%)	2 (4%)	54 (23%)	1 (25%)	0 (0%)	6 (3%)
LiU	4 (9%)	17 (12%)	1 (2%)	11 (5%)	0 (0%)	3 (5%)	15 (7%)

Tabell 12. Antal forskarstuderande som disputerat kopplade till Energiriktad grundforskning respektive Program Energisystem, samt fördelning män/kvinnor

	2012–2017	2018–2021	Totalt
Energiriktad grundforsk.	32	9	41
Män	24 (75%)	6 (67%)	30 (73%)
Kvinnor	8 (25%)	3 (33%)	11 (27%)
Program Energisystem	26	0	26
Män	6 (23%)	0	6 (23%)
Kvinnor	20 (77%)	0	20 (77%)

Tabell 13. Nuvarande anställning efter kategori, för individer inom Energiriktad grundforskning respektive Program Energisystem

	2012–2017	2018–2021	Totalt
Energiriktad grundforsk.	32	9	41
Akademi	13 (41%)	4 (44%)	17 (41%)
Näringsliv	14 (44%)	3 (33%)	17 (41%)
Institut	2 (6%)	1 (11%)	3 (7%)
Offentlig verksamhet	2 (6%)	0 (0%)	2 (5%)
Program Energisystem	26	0	26
Akademi	10 (38%)		10 (38%)
Näringsliv	2 (8%)		2 (8%)
Institut	5 (19%)		5 (19%)
Offentlig verksamhet	8 (31%)		8 (31%)

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 48 700 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Så tar vi ansvar för framtiden.

wsp.com

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10-722 50 00
Org nr: 556057-4880
wsp.com

