

Svensk klimatforskning
– vad kostar den
och vad har den gett?

RIR 2012:2



Riksrevisionen är en myndighet under riksdagen med uppgift att granska den verksamhet som bedrivs av staten. Vårt uppdrag är att genom oberoende revision skapa demokratisk insyn, medverka till god resursanvändning och effektiv förvaltning i staten.

Riksrevisionen bedriver både årlig revision och effektivitetsrevision. Denna rapport har tagits fram inom effektivitetsrevisionen, vars uppgift är att granska hur effektiv den statliga verksamheten är. Effektivitetsgranskningar rapporteras sedan 1 januari 2011 direkt till riksdagen.

RiR 2012:2

Svensk klimatforskning

– vad kostar den och vad har den gett?





TILL RIKSDAGEN

DATUM: 2012-02-21

DNR: 31-2011-0208

RIR 2012:2

Härmed överlämnas enligt 9 § lagen (2002:1022) om revision av statlig verksamhet m.m. följande granskningsrapport över effektivitetsrevision:

Svensk klimatforskning – vad kostar den och vad har den gett?

Riksrevisionen har granskat svensk klimatforskning. Resultatet av granskningen redovisas i denna granskningsrapport.

Företrädare för Miljödepartementet, Näringsdepartementet, Utbildningsdepartementet, Energimyndigheten, Formas, Naturvårdsverket, Mistra, Vinnova och Vetenskapsrådet har fått tillfälle att faktagranska och i övrigt lämna synpunkter på utkast till slutrapport.

Rapporten innehåller slutsatser som avser regeringen och berörda myndigheter samt rekommendationer som avser regeringen.

Riksrevisor *Claes Norgren* har beslutat i detta ärende. Revisionsdirektör *Camilla Gjerde* har varit föredragande. Revisionsledare *Mathilda Fält Zaar*, revisionsdirektör *Annelie Jansson Westin* och programansvarig *Lena Björck* har medverkat vid den slutliga handläggningen.

Claes Norgren

Camilla Gjerde

För kännedom:

Regeringen, Miljödepartementet, Näringsdepartementet, Utbildningsdepartementet, Energimyndigheten, Formas, Naturvårdsverket, Mistra, Vinnova och Vetenskapsrådet



Innehåll

Sammanfattning	9
1 Inledning	13
1.1 Varför har vi granskat klimatforskningen?	13
1.2 Vad är klimatforskning?	14
1.3 Granskningens inriktning	14
1.4 Granskningsfrågor	15
1.5 Utgångspunkter	15
1.6 Granskningens omfattning	19
1.7 Granskningens genomförande och metod	20
1.8 Rapportens struktur	23
2 Klimatforskning	25
2.1 Vad är klimatforskning?	25
2.2 Vilka fördelar pengar?	26
3 Klimatforskningens omfattning och inriktning	33
3.1 Oklart hur mycket pengar klimatforskningen får	33
3.2 Osäkra uppgifter i regeringens klimatrappporter till FN	38
3.3 Riksrevisionens kartläggning av klimatforskningen	42
3.4 Sammanfattande iakttagelser	48
4 Resultat av klimatforskning	51
4.1 Oklart vilka resultat klimatforskningen ska bidra med	51
4.2 Ingen redovisning av svensk klimatforsknings resultat	55
4.3 Riksrevisionens undersökning av vetenskapliga artiklar	60
4.4 Riksrevisionens undersökning av patent	64
4.5 Har mer pengar lett till fler resultat?	68
4.6 Sammanfattande iakttagelser	69
5 Kommersialisering av klimatforskning	71
5.1 Kommersialiseras resultaten av klimatforskningen?	71
5.2 Om grön teknik och förnybar energi	76
5.3 Sammanfattande iakttagelser	79
6 Slutsatser och rekommendationer	81
6.1 Potential för klimatforskningen att bidra till att nå klimatmålen ...	81
6.2 ... men oklart i vilken utsträckning klimatforskningen stöder klimatmålen	82
6.3 Svårt att bedöma om mer pengar har lett till fler resultat	84
6.4 Regeringens uppföljning av omfattning, inriktning och resultat är otillräcklig	84
6.5 Ingen samordning av klimatforskningen	85
6.6 Klimatforskningen behöver samordnas med andra styrmedel	86
6.7 Regeringen saknar en samlad strategi för hur forskningen ska bidra till klimatmålen	87
6.8 Rekommendationer till regeringen	87

forts.

Källor	89	
Bilagor		
Bilaga 1	Klimat- och energipolitiska mål	95
Bilaga 2	Riksrevisionens enkät om klimatforskning	97
Bilaga 3	Undersökning av vetenskapliga artiklar	107
Bilaga 4	Undersökning av patentansökningar	129
Bilaga 5	Dokumentanalys	135
Bilaga 6	Definitioner av klimatforskning i andra länder	139

Sammanfattning

Riksrevisionen har granskat svensk klimatforskning – hur mycket pengar forskningen får, vilka områden den inriktas mot och vilka resultat den har lett till. Granskningen har fokuserat på den forskning som handlar om att minska utsläppen av växthusgaser. Klimatforskningen är ett centralt styrmedel för att på sikt kunna nå klimatmålen.

Granskningens bakgrund

Motiv: Av de insatser staten gör på klimatområdet är bidragen till forskning och utveckling en av de största, och medlen till klimatforskning har ökat under senare år. Det är emellertid oklart hur mycket statliga medel som går till klimatforskning, eftersom regeringen inte rapporterar samlat om klimatforskningen till riksdagen. Trots att regeringen anser att forskning är nödvändig för att bidra till teknisk utveckling så att klimatmålet på sikt kan nås, finns det heller inga samlade uppgifter om vilken inriktning klimatforskningen har haft och vilka resultat den hittills har bidragit till.

Syfte: Syftet med granskningen är att undersöka i vilken utsträckning klimatforskningen stöder de klimatpolitiska målen.

Vad vi har granskat: Riksrevisionen har granskat hur mycket pengar staten ger svensk klimatforskning, vilka områden forskningen främst är inriktad mot och vilka resultat forskningen hittills har lett till. Staten fördelar medel till forskare dels via forskningsfinansierare som Energimyndigheten och Vetenskapsrådet, dels direkt till universitet och högskolor. Granskningen är i första hand inriktad mot klimatforskning som direkt eller indirekt handlar om att minska utsläppen av växthusgaser och därmed bidra till att klimatmålen kan nås. Det kan vara forskning om elbilar eller förnybar energiproduktion som vind- eller solenergi. Granskningen omfattar svensk klimatforskning under perioden 1994–2010.

Granskningens resultat

Riksrevisionens övergripande slutsats är att klimatforskningen har potential att bidra till klimatmålen. Men det är oklart i vilken utsträckning klimatforskningen faktiskt stöder klimatmålen och bidrar till minskade utsläpp på sikt. För att forskningen effektivt ska kunna bidra till de långsiktiga klimatmålen, anser Riksrevisionen att det behövs en samlad strategi för klimatforskningen som även definierar vad

klimatforskning innefattar. Klimatforskningen behöver tydligt samordnas med andra styrmedel för att på ett effektivt sätt ge förutsättningar för att forskningsresultaten i praktiken ska bidra till klimatmålen. Vidare behövs en samlad redovisning av vad klimatforskningen kostar och bidrar till.

Potential för klimatforskningen att bidra till att nå klimatmålen ... Medlen till svensk klimatforskning har ökat och uppgick till nästan 2 miljarder kronor år 2010 enligt Riksrevisionens undersökning. Klimatforskningen utgjorde därmed cirka 7 procent av statens totala forskningsmedel år 2010. Regeringens strategiska satsning på klimatforskning omfattade 115 miljoner kronor av de cirka 2 miljarder som totalt gick till klimatforskning år 2010. Ungefär 70 procent av de statliga medel som går till svensk klimatforskning går till forskning om att minska utsläppen av växthusgaser. Huvuddelen av denna forskning är energiforskning. Riksrevisionens undersökning visar att svensk klimatforskning leder till jämförelsevis många vetenskapliga artiklar och patentansökningar. Jämfört med svensk forskning i allmänhet har svensk forskning om minskning av växthusgaser en större andel av antalet vetenskapliga artiklar i världen och citeras mer.

... men oklart i vilken utsträckning klimatforskningen stöder klimatmålen. Det finns flera olika mål för klimatforskningen. Målen finns dessutom inom flera olika politikområden som i sig har områdesspecifika mål. Klimatmålen blir därför inte styrande när forskningsinsatserna prioriteras. För energiforskningen är detta tydligt. Energiforskningen har egna mål, bland annat näringspolitiska, men inget av målen är uttryckt i termer av minskade utsläpp av växthusgaser. För att klimatforskningen ska bidra till att minska utsläppen av växthusgaser måste forskningen leda till teknikutveckling och till att nya produkter kommer ut på marknaden och används. Varken regeringen eller de myndigheter som har ett ansvar för kommersialisering av svensk forskning har följt upp i vilken utsträckning svensk klimatforskning har kommit till användning. Men Energimyndigheten har framfört att kommersialisering av forskningen är lägre i Sverige än i andra länder. Det tyder på att även om forskningen producerar många artiklar och antalet patentansökningar ökar är det inte givet att forskningen bidrar till den omställning i samhället som behövs för att kunna nå de långsiktiga klimatmålen.

Svårt att bedöma om mer pengar har lett till fler resultat. Under samma period som medlen till klimatforskningen har ökat har även antalet svenska vetenskapliga artiklar och patentansökningar inom klimatområdet ökat. Men även i länder där forskningsmedlen inte har ökat i samma utsträckning som i Sverige har resultaten i form av antal artiklar och patentansökningar ökat. Det går därför inte att bedöma om det är den kraftiga ökningen av medel till svensk klimatforskning som har lett till att antalet artiklar och patentansökningar har ökat.

Regeringens uppföljning av omfattning, inriktning och resultat är otillräcklig. Det finns ingen samlad rapportering om svensk klimatforskning till riksdagen, varken när det gäller forskningens omfattning, inriktning eller resultat. Regeringen redovisar inte i budgetpropositioner, andra propositioner eller skrivelser hur mycket pengar som går till klimatforskning. Varken regeringen eller forskningsfinansiärerna har tagit fram en gemensam definition av klimatforskning i Sverige. Det bidrar bland annat till att de myndigheter och forskningsråd som finansierar klimatforskning inte vet vad klimatforskning innefattar och att de saknar uppgifter om hur mycket klimatforskning som bedrivs. Det saknas därmed en samlad bild av omfattning, inriktning och resultat i förhållande till riksdagens uttalade motiv och förväntningar på klimatforskningen – trots att riksdagen har begärt en samlad redovisning av insatser och resultat inom klimatområdet. Sådan information skulle behövas som underlag för riksdagens beslut om tilldelning av medel.

Ingen samordning av klimatforskningen. Det finns ingen myndighet eller departement som har ett utpekat ansvar för att samordna klimatforskningen och dess resultat – trots att klimatforskningen är sektorsövergripande och involverar flera departement och myndigheter. Det blev tydligt när forskningsfinansiärerna följde upp den strategiska satsningen på klimatforskning för första gången 2010. Pengarna för olika forskningsområden rapporterades var för sig och resultaten som redovisades är inte jämförbara. Det går därmed inte att få en samlad bild av kostnader eller resultat varken för den strategiska satsningen på klimatforskning eller för klimatforskningen som helhet.

Klimatforskningen behöver samordnas med andra styrmedel. Det är många faktorer och styrmedel utöver forskningsstöd som behövs för att resultaten från forskning och utveckling ska kommersialiseras. I flera forskningssatsningar som enligt forskningsfinansiärerna har lett till kommersialisering har avgörande faktorer för kommersialisering varit andra än statligt forskningsstöd, till exempel koldioxidskatt, statliga investeringsstöd och tillgång till riskkapital. Det visar att klimatforskningen i sig inte är tillräcklig för att nya produkter ska utvecklas och kommersialiseras. Klimatforskningen behöver tydligt samverka med andra styrmedel för att på ett effektivt sätt ge förutsättningar för att forskningsresultaten i praktiken ska bidra till klimatmålen.

Regeringen saknar en samlad strategi för hur forskningen ska bidra till klimatmålen. Vad klimatforskningen ska leda till är oklart, och därmed är det även oklart vilka resultat som ska följas upp. Regeringen har inte konkretiserat på vilket sätt forskningen ska bidra till att nå klimatmålen. Detta preciserade regeringen inte heller när den föreslog en strategisk satsning på klimatforskning 2008. För att klimatforskningen ska fungera som ett effektivt klimatpolitiskt styrmedel, behövs en samlad strategi eller handlingsplan som konkretiserar forskningens bidrag till klimatmålen.

Rekommendationer till regeringen

För att de medel som går till klimatforskning på ett effektivt sätt ska bidra till att nå de långsiktiga klimatmålen rekommenderar Riksrevisionen följande åtgärder:

- *Regeringen bör särskilt redovisa statens samlade stöd till klimatforskning i budgetpropositionerna.* I dag finns ingen samlad redovisning av utvecklingen av kostnader eller resultat. Detta trots att regeringen har pekat ut klimatforskningen som viktig inom klimatpolitiken och trots att riksdagen har efterfrågat en samlad redovisning av insatser och resultat inom klimatområdet. För att åstadkomma en sådan redovisning bör regeringen ta fram en definition av klimatforskning. Definitionen skulle också göra det möjligt för forskningsfinansiärerna att klassificera forskningsprojekten så att klimatrelaterade projekt kan identifieras och följas upp.
- *Regeringen bör utarbeta en strategi som tydliggör hur forskningen ska bidra till att klimatmålen kan nås.* Scenarier för vilka förändringar som krävs för att nå klimatmålen till 2050 i Sverige och internationellt kan vara en utgångspunkt för att precisera vad klimatforskningen ska bidra med. Strategin bör även innefatta handlingsplaner för hur resultat från klimatforskningen ska kunna kommersialiseras och på andra sätt nyttiggöras.
- *Regeringen bör återkommande utvärdera vilka resultat klimatforskningen har lett till och rapportera dessa till riksdagen.* Om klimatforskningen ska vara ett långsiktigt styrmedel i klimatpolitiken är det viktigt att riksdagen och medborgarna får reda på vad som hittills har uppnåtts med klimatforskningen och hur den har bidragit till att nå de långsiktiga klimatmålen. För att få underlag till sådana utvärderingar bör regeringen säkerställa att forskningsfinansiärerna följer upp och rapporterar resultat av klimatforskningen systematiskt, exempelvis med hjälp av jämförbara resultatindikatorer.
- *Regeringen bör se till att klimatforskningen samordnas med andra styrmedel för att forskningens resultat ska kunna tas till vara och kommersialiseras på ett effektivt sätt.* Många faktorer utöver stöd till forskning och utveckling har betydelse för kommersialisering av forskningsresultat. Därför behöver olika insatser och styrmedel samordnas med klimatforskningen för att nya tekniker och produkter ska nå marknaden.
- *Regeringen bör utpeka ett tydligt ansvar för att samordna klimatforskningen, för att samlat kunna följa upp klimatforskningens omfattning, inriktning och resultat.* Ett sådant samordningsansvar saknas, trots att flera departement och myndigheter är involverade. Klimatforskningen får dessutom alltmer pengar och är enligt regeringen och riksdagen väsentlig för att nå klimatmålen. Ett tydligt utpekat samordningsansvar skulle öka förutsättningarna för att klimatforskningen kan bidra till de långsiktiga klimatmålen.

1 Inledning

Forskning och utveckling är ett viktigt styrmedel i klimatpolitiken. För att nå klimatmålen är forskning och teknikutveckling väsentlig, särskilt på lång sikt. Riksdagen betonar också att forskningen är av avgörande betydelse för att hejda den globala uppvärmningen.

Vilken forskning förväntas bidra till att minska utsläppen av växthusgaser? Till stor del handlar det om energiforskning, till exempel forskning om förnybar energi som solenergi, bioenergi och vindkraft, om mer klimatvänliga transportmedel och om mer energieffektiva byggnader. Men klimatforskning kan också handla om människors attityder till vindkraft eller om effektiva styrmedel i klimatpolitiken.

1.1 Varför har vi granskat klimatforskningen?

Av de insatser staten gör på klimatområdet är bidragen till forskning och utveckling en av de största. Anslagen till forskning och utveckling på klimatområdet har dessutom ökat över de senaste åren, och klimatforskning är numera ett strategiskt forskningsområde.¹ Det är emellertid oklart hur mycket statliga medel som går till klimatforskning, eftersom regeringen inte samlat rapporterar om klimatforskningen till riksdagen. Det är också oklart vilka områden klimatforskningen bedrivs inom och vilken inriktning den har.

Forskningen utpekas som nödvändig för att bidra till teknisk utveckling och kunskap om effekter av olika klimatförändringar så att klimatmålet på sikt kan nås.² Trots att klimatforskning har varit en del av den offentligt finansierade forskningen sedan 1990-talet finns det inga samlade uppgifter om vilka resultat den har bidragit till hittills.

¹ Prop. 2008/09:50, bet. 2008/09:UbU4, rskr. 2008/09:160. Enligt propositionen ingår följande områden i den strategiska satsningen på klimatforskning: energi, hållbart utnyttjande av naturresurser, effekter på naturresurser, ekosystemtjänster och biologisk mångfald, klimatmodeller och havsmiljöforskning. Satsningen pågår från 2010 till 2014.

² Prop. 2008/09:50, bet. 2008/09:UbU4, rskr. 2008/09:160; prop. 2008/09:162, bet. 2008/09:MJU28, rskr. 2008/09:300; SOU 2008:24.

1.2 Vad är klimatforskning?

Riksrevisionen har i granskningen utgått från OECD:s definition av forskning och utveckling:³ Forskning är ett systematiskt arbete för att söka efter ny kunskap eller nya idéer med eller utan en bestämd tillämpning i sikte. Utveckling är ett systematiskt arbete som utnyttjar forskningsresultat, vetenskaplig kunskap eller nya idéer för att skapa nya material, varor, tjänster, processer, system eller metoder, eller väsentligt förbättra existerande produkter och processer. I begreppet ingår även demonstration av nya produkter och processer.

Klimatforskningen finns såväl inom grundforskning som inom tillämpad och åtgärdsinriktad forskning. Forskningen bedrivs av universitet, högskolor, institut och företag. Den är tvärvetenskaplig och omfattar förutom naturvetenskap och teknik även samhällsvetenskap och humaniora, speciellt när det gäller effektiva styrmedel och beteendefrågor.⁴ I Riksrevisionens granskning ingår alla dessa delar.

För att avgränsa klimatforskning från annan forskning har vi utgått från FN:s klimatpanel, IPCC⁵, och dess tre arbetsgrupper inom klimatforskning.⁶ Med klimatforskning avses i denna granskning forskning, utveckling och demonstration inom ett eller flera av följande områden:⁷

1. Klimatprocesser och klimatmodeller
2. Klimateffekter, anpassning och sårbarhet
3. Minskning av växthusgaser

1.3 Granskningens inriktning

Granskningen är främst inriktad mot forskning och utveckling som direkt eller indirekt handlar om minskning av växthusgaser. En stor del av denna forskning är energiforskning. Forskning om klimatmodeller och om anpassning till ett

³ OECD (2003) *Frascati Manual 2002 – Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development*. Denna definition används också av Statistiska centralbyrån (SCB) i deras analys av forskningens andel av statsbudgeten, se till exempel SCB (2011) *Statliga anslag till forskning och utveckling 2011. Statsbudgetanalysen*.

⁴ Prop. 2004/05:80; Ds 2005:55 s. 100.

⁵ Intergovernmental Panel on Climate Change.

⁶ Se IPCC:s webbplats för mer information.

⁷ I denna rapport använder vi begreppet klimatforskning synonymt med begreppen klimatrelaterad respektive klimatrelevant forskning. Det innebär att vi inte skiljer på forskning som har startats med klimatsyfte eller med annat syfte – allt som har betydelse för klimat kallas klimatforskning i enlighet med definitionen ovan. Detta är i enlighet med de definitioner som Norge och Danmark har haft som utgångspunkt för kartläggning och utvärdering av klimatforskningen i respektive land (se bilaga 6).

förändrat klimat berör vi bara på en övergripande nivå. En orsak till denna inriktning är att granskningen är en del av Riksrevisionens strategi om klimat. Strategin syftar till att granska om staten använder sina styrmedel så att utsläppen minskar i enlighet med målen och till rimliga kostnader.

1.4 Granskningsfrågor

Syftet med denna granskning har varit att undersöka i vilken utsträckning klimatforskningen stöder de klimatpolitiska målen. Granskningen utgår från följande granskningsfrågor:

- Hur stor del av statens medel till klimatforskning används till forskning och utveckling som kan bidra till att minska utsläppen av växthusgaser?
- Vilka resultat har klimatforskning om minskning av växthusgaser lett till?

1.5 Utgångspunkter

Enligt riksdagens uttalanden är klimatforskningen viktig för att uppnå klimat- och energimålen. Klimatforskningen tilldelas också alltmer medel för att bidra med både kunskaps- och teknikutveckling i syfte att begränsa och bemöta klimatförändringar. Riksrevisionen anser därför att det är rimligt att regeringen regelbundet följer upp och rapporterar klimatforskningens omfattning och resultat.

Riksdagen har betonat att klimat- och energimålen ska samverka i syfte att minska utsläppen av växthusgaser. Energiforskningen är därmed en viktig del av klimatforskningen.

1.5.1 Klimatforskningen väsentlig för att nå klimatmålen

Riksrevisionens utgångspunkt är att riksdagen har framhållit klimatforskning som väsentlig för att nå miljö kvalitetsmålet *Begränsad klimatpåverkan*.⁸

Riksdagen förtydligade senast 2009 innebörden av målet:

- Målet för perioden 2008–2012 är att de svenska utsläppen av växthusgaser ska vara minst 4 procent lägre än utsläppen år 1990.
- Målet för år 2020 är att utsläppen i den icke-handlande sektorn, ska vara 40 procent lägre än år 1990.
- Användningen av fossila bränslen för uppvärmning ska vara avvecklad till år 2020.

⁸ Prop. 2005/06:172, bet. 2005/06:MJU16, rskr. 2005/06:389.

- Sverige bör ha en fordonsflotta som är oberoende av fossila bränslen år 2030.
- Visionen är att Sverige år 2050 ska ha en energiförsörjning utan nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären.⁹

Klimatforskning blev ett av tre särskilt utpekade strategiska forskningsområden med riksdagens bifall av propositionen *Ett lyft för forskning och innovation* 2009.¹⁰ Miljö- och jordbruksutskottet betonade i samband med riksdagens behandling av forskningspropositionen, att klimatforskning är central för att kunna minska samhällets klimatpåverkan och möjliggöra en hållbar samhällstillväxt utan negativ klimatpåverkan.¹¹ Utskottet anförde att förutom att bidra till att minska utsläppen av växthusgaser, genererar klimatforskningen viktiga kunskapsunderlag som kan ligga till grund för politiska beslut och bidrar till en långsiktig kunskapsutveckling som på sikt bidrar till samhällets utveckling och välfärd.

När riksdagen behandlade regeringens energi- och klimatproposition senare under 2009 underströk miljö- och jordbruksutskottet återigen att den utökade kunskapen om klimatförändringarna som forskningssatsningarna på klimat kommer att ge ”är av stor vikt för den framtida klimatpolitikens möjligheter att bromsa klimatpåverkan och som underlag för de mycket stora förändringar som krävs för att anpassa samhället till ett förändrat klimat”.¹²

1.5.2 *Energiforskningen ska bidra till att uppnå klimatmålen*

Riksrevisionens utgångspunkt är att en väsentlig del av klimatforskningen är forskning inom energiområdet. I samband med klimatpropositionen från 2009 angav regeringen och riksdagen att energiforskningen var ”av avgörande betydelse för att hejda den globala uppvärmningen”.¹³ Riksdagen har betonat att stödet till energiforskningen ska bidra till att uppnå nationella och internationella energi- och klimatpolitiska mål.¹⁴ I och med riksdagens beslut om energipropositionen 2009 ska fokus för insatserna inom energiforskning, utveckling och demonstration vara områden som bidrar till att Sverige uppnår 2020-målen. De energipolitiska målen för 2020 är:

⁹ Prop. 2008/09:162, bet. 2008/09:MJU28, rskr. 2008/09:300.

¹⁰ De två andra områdena var medicin och teknik. Prop. 2008/09:50, bet. 2008/09:UbU4, rskr. 2008/09:160.

¹¹ Bet. 2008/09:UbU4 s. 136.

¹² Bet. 2008/09:MJU28 s. 92–93.

¹³ Prop. 2008/09:162 s. 151, bet. 2008/09:MJU28, rskr. 2008/09:300.

¹⁴ Prop. 2008/09:163, bet. 2008/09:NU25, rskr. 2008/09:301; prop. 2010/11:1 utg.omr. 21 s. 53, bet. 2010/11:NU3, rskr. 2010/11:123.

- Andelen förnybar energi år 2020 bör vara minst 50 procent av den totala energianvändningen.
- Andelen förnybar energi i transportsektorn år 2020 bör vara minst 10 procent.
- 20 procent effektivare energianvändning till år 2020.

Regeringen har föreslagit att forskningsinsatserna ska komplettera de ekonomiska styrmedlen, utsläppshandeln och certifikat för förnybar el för att de klimatpolitiska målen ska kunna nås.¹⁵ Riksdagen har bifallit detta.

Förutom dessa mål, finns det även ett nationellt mål om minskad energianvändning i bostäder och lokaler som del av miljö kvalitetsmålet *God bebyggd miljö*. Minskningen bör vara 20 procent till 2020 och 50 procent till 2050 i förhållande till användningen 1995. Till 2020 ska beroendet av fossila bränslen för energianvändningen i bebyggelsesektorn vara brutet, samtidigt som andelen förnybar energi ökar kontinuerligt.¹⁶

Forskning och innovation inom energiområdet styrs dessutom av följande mål sedan 2004:¹⁷

”Målet är att bygga upp sådan vetenskaplig och teknisk kunskap och kompetens inom universiteten, högskolorna, instituten, myndigheterna och i näringslivet som behövs för att genom tillämpning av ny teknik och nya tjänster möjliggöra en omställning till ett långsiktigt hållbart energisystem i Sverige, samt att utveckla teknik och tjänster som genom svenskt näringsliv kan kommersialiseras och därmed bidra till energisystemets omställning och utveckling såväl i Sverige som på andra marknader.”

1.5.3 Riksdagen önskar förbättrad redovisning på klimatområdet

Riksdagen har efterfrågat bättre uppföljning och redovisning av regeringen på klimatområdet. Riksrevisionens utgångspunkt är att miljö- och jordbruksutskottets uttalanden om en förbättrad redovisning på klimatområdet ställer krav på en ändamålsenlig uppföljning, analys och rapportering från myndigheterna och regeringen och att detta gäller även klimatforskning. Miljö- och jordbruksutskottet har bland annat anfört följande, som riksdagen har bifallit:

¹⁵ Prop. 2008/09:163, bet. 2008/09:NU25, rskr. 2008/09:301.

¹⁶ Prop. 2009/10:155 s. 217–218, bet. 2009/10:MJU25, rskr. 2009/10:377.

¹⁷ Prop. 2004/05:1 utg.omr. 21, bet. 2004/05:NU3, rskr. 2004/05:120. Målet gäller fortfarande. Regeringen utvärderade forskning och innovation inom energiområdet 2010 och bedömde att målet och inriktningen bör ligga fast (skr. 2009/10:168). Näringsutskottet ställde sig bakom regeringens bedömning (bet. 2009/10:NU19). Målet har bekräftats i budgetpropositionen varje år, senast prop. 2011/12:1 utg.omr. 21, bet. 2011/12:NU3, rskr. 2011/12:65.

- Det är viktigt att regeringen löpande följer upp och utvärderar de åtgärder som görs inom klimatområdet samt årligen redovisar och analyserar uppnådda resultat till riksdagen. Resultatredovisningen bör vara tydligare inriktad på resultat och effekter av de insatser som görs. Regeringen bör ta fram relevanta indikatorer som på ett samlat sätt kan bidra till bedömningen av hur de olika insatserna påverkar klimatet. Det är då viktigt att kunna följa utvecklingen av de olika indikatorerna över åren, till exempel i form av tabeller.¹⁸
- Huvuddelen av de insatser som staten vidtar för att nå målen inom klimatområdet görs inom ramen för andra utgiftsområden. Det skulle behövas en sammanhållen redovisning av vilka de viktigaste statliga insatserna är för respektive område och en redogörelse för resultatet av insatserna.¹⁹

1.5.4 *Forskning som styrmedel i klimatpolitiken*

Riksrevisionens utgångspunkt är att regeringen har framhållit forskning och utveckling som ett långsiktigt styrmedel i klimatpolitiken. I regeringens nationalrapporter till FN om klimatförändringar ingår forskning och utveckling som ett av flera styrmedel med betydelse för klimatstrategin: "Samhällets satsningar på forskning och utveckling inom teknikområdet kan ses som ett styrmedel som främst syftar till att skapa bättre förutsättningar för att nå de omfattande utsläppsminskningar som behövs på längre sikt."²⁰

I klimatpropositionen från 2009 betonade regeringen att det särskilt inom transportområdet är nödvändigt att komplettera generellt verkande styrmedel med riktade styrmedel, som till exempel stöd till utveckling av ny teknik och stöd till utveckling och produktion av förnybara drivmedel.²¹ Riksdagen har bifallit regeringens förslag.

Energimyndighetens och Naturvårdsverkets underlag till kontrollstationerna för utvärdering av klimatmålet 2004 och 2008 visar att myndigheterna ser forskning, utveckling och demonstration som ett långsiktigt styrmedel i klimatpolitiken.²² Även om forskning och utveckling i sig inte driver fram en förändring är teknisk utveckling och kunskap om effekter av olika förändringar

¹⁸ Bet. 2008/09:MJU1, rskr. 2008/09:103.

¹⁹ Bet. 2009/10:MJU1, rskr. 2009/10:129.

²⁰ Ds. 2009:63 s. 41.

²¹ Prop. 2008/09:162 s. 80–81, bet. 2008/09:MJU28, rskr. 2008/09:300.

²² Energimyndigheten och Naturvårdsverket (2007) *Den svenska klimatstrategins utveckling. En sammanfattning av Energimyndighetens och Naturvårdsverkets underlag till kontrollstation 2008; Energimyndigheten och Naturvårdsverket Utvärdering av styrmedel i klimatpolitiken. Delrapport 2 i Energimyndighetens och Naturvårdsverkets underlag till Kontrollstation 2004.*

en nödvändig förutsättning för att vi på sikt ska kunna nå klimatmålet, skriver Energimyndigheten och Naturvårdsverket i underlaget till kontrollstation 2004. Tanken är att satsningar på forskning bidrar till att komma över initiala trösklar mot användning av tekniker med lägre klimatpåverkan.²³

I den parlamentariska beredningens, Klimatberedningens, förslag till handlingsplan till 2020 ingick forskning och teknikutveckling som en mycket viktig åtgärd, "särskilt för de mycket långtgående utsläppsminskningar som fordras på längre sikt. Det krävs forskning och utveckling och politik som skapar marknader för kommersialisering av dessa teknologier."²⁴ Klimatberedningen föreslog en kraftig uppgradering av klimatiforskningen i Sverige för att bryta beroendet av fossila bränslen och utveckla ny effektiv teknik med låg klimatpåverkan.

1.6 Granskningens omfattning

Klimatiforskningen är tvärvetenskaplig och tvärsektoriell. Statens anslag till forskning som innehåller medel till klimatiforskning finns inom sex olika utgiftsområden i statsbudgeten.²⁵

1.6.1 Statliga medel till klimatiforskning

Riksrevisionen har granskat de statliga medel som går till klimatrelaterad forskning och utveckling. De statliga medlen inkluderar forskningsmedel som fördelas över statsbudgeten. Statliga forskningsmedel för klimatområdet tilldelas via ett tiotal olika forskningsråd, myndigheter och institut, bland annat Energimyndigheten, Verket för innovationssystem (Vinnova), Naturvårdsverket, Vetenskapsrådet och Forskningsrådet för miljö och areella näringar (Formas).²⁶ Medlen fördelas sedan från dessa forskningsfinansiärer till forskare vid universitet, högskolor, forskningsinstitut och företag.²⁷

Utöver tilldelning via myndigheter och institut finansierar staten även klimatinriktad forskning via de direkta anslagen, basanslagen, till universitet och högskolor.²⁸ Den del av basanslaget som går till klimatiforskning ingår också i granskningen.

²³ Energimyndigheten och Naturvårdsverket *Utvärdering av styrmedel i klimatpolitiken. Delrapport 2 i Energimyndighetens och Naturvårdsverkets underlag till Kontrollstation 2004* s. 55.

²⁴ SOU 2008:24 s. 27.

²⁵ Utgiftsområdena beskrivs i avsnitt 2.3.3.

²⁶ Ds 2009:63 s. 95.

²⁷ En beskrivning av medelstilldelningen finns i avsnitt 2.2.

²⁸ Basanslaget är detsamma som ramanslaget för forskning och forskarutbildning.

Granskningen berör fyra olika departement som är ansvariga för statliga anslag till klimatforskning: Utbildningsdepartementet, Näringsdepartementet, Miljödepartementet och Landsbygdsdepartementet.

Forskningsmedel från EU och kommuner och landsting inkluderas inte i begreppet statliga medel och har därför inte granskats. Företag med statligt ägande som bedriver klimatforskning har inte heller ingått i granskningen.

1.6.2 Tidsperiod 1994–2010

År 1994 trädde FN:s ramkonvention om klimatförändringar (UNFCCC) i kraft och fastslog det övergripande målet för den internationella klimatpolitiken. I enlighet med FN:s ramkonvention ska Sverige och övriga länder som har ratificerat konventionen också redovisa utsläppsutvecklingen och effekten av olika styrmedel i särskilda nationalrapporter om klimatförändringar. År 1994 är det första år som ingår i Sveriges nationalrapporter och är därmed en naturlig utgångspunkt för vår granskning av klimatforskningen.

1.7 Granskningens genomförande och metod

I syfte att granska i vilken utsträckning klimatforskningen stöder klimatmålen har Riksrevisionen kartlagt den statligt finansierade klimatforskningens omfattning och inriktning. För att bedöma vilka resultat klimatforskningen har bidragit till har vi tagit fram data om vetenskapliga artiklar och patent inom klimatområdet. Vidare har vi gjort dokumentstudier av forskningsprojekt och utvärderingar av forskningsprogram. Vi har även genomfört intervjuer med representanter för myndigheter och departement.

1.7.1 Kartläggning av klimatforskningens omfattning och inriktning

För att kartlägga klimatforskningens omfattning och inriktning har Riksrevisionen ställt en enkät till 424 institutioner vid universitet och högskolor, forskningsinstitut och företag. Kartläggningen omfattar ett år, 2010. För att identifiera relevanta respondenter fick Riksrevisionen uppgifter från myndigheter och forskningsstiftelser som ansvarar för forskningsmedel inom klimatområdet. Enkäten ställdes även till de institutioner vid universitet och högskolor som kunde tänkas bedriva klimatrelevant forskning.²⁹

²⁹ En mer utförlig beskrivning av enkätundersökningen, tillvägagångssätt och resultat finns i bilaga 2.

Syftet med enkäten var att få en heltäckande bild av statens stöd till klimatforskning under ett år, inklusive den forskning som finansieras genom basanslag till universitet och högskolor. Vi har även frågat om den finansiering som kommer från andra aktörer, som EU, kommuner och privata företag.

För att få en uppfattning av klimatforskningens utveckling över tid har vi tolkat och bearbetat de uppgifter som finns i Sveriges nationalrapporter om klimatförändringar till FN. Sverige började rapportera om svensk klimatforskning till FN 1994 och lämnade den senaste rapporten 2009. Nationalrapporterna kan därmed ge en indikation på forskningens omfattning och inriktning för perioden 1994–2008. Vi har jämfört uppgifterna från nationalrapporterna med information från forskningsfinansiärer om hur mycket forskningsmedel de har betalat ut till forskning som handlar om minskning av växthusgaser.

1.7.2 Uppskattning av resultat

Det är inte möjligt att undersöka om klimatforskningen har lett till faktiskt minskade utsläpp av växthusgaser eftersom det är svårt att fastställa direkta orsakssamband mellan resultat från forskning och minskade utsläpp.

Riksrevisionen har i stället undersökt klimatforskningens resultat med traditionella resultatindikatorer som vetenskapliga artiklar, citeringar och patent. Vi har i huvudsak riktat in oss på resultat från forskning som direkt eller indirekt handlar om utsläppsminskningar. I analysen av vetenskapliga artiklar, citeringar och patent jämför vi Sverige med ett antal länder för att få en uppfattning om svensk klimatforsknings relativa styrka.

Vetenskapliga artiklar och citeringar – indikatorer på kunskapsproduktion

På uppdrag av Riksrevisionen har Vetenskapsrådet genomfört en undersökning av antalet vetenskapliga artiklar och citeringar på klimatområdet under perioden 1994–2010. Genom att fastställa antalet artiklar i vetenskapliga tidskrifter och citeringar av artiklar inom klimatforskning har vi fått ett mått på forskningsproduktion och en indikator på forskningens kvalitet.³⁰

Det finns inget enkelt sätt att skilja artiklar om klimatforskning från annan forskning.³¹ Riksrevisionen har med hjälp av IVL Svenska miljöinstitutet och Chalmers tagit fram ett antal nyckelord som beskriver ämnen inom

³⁰ Antalet citeringar av forskningsartiklar är korrelerat med forskares uppfattning om artiklarnas kvalitet. Se till exempel prop. 2008/09:50 s. 36.

³¹ Att använda sökord för att få mått på vetenskaplig kunskapsproduktion är samma metod som till exempel författarna bakom rapporten Nordic Energy Scoreboard 2010 använder och rekommenderar, se Nordic Energy Research (2010) *Nordic Energy Technology Scoreboard*.

klimatforskning. Nyckelorden har Vetenskapsrådet sedan använt för att söka efter artiklar där nyckelorden ingår.

Data om vetenskapliga artiklar har Vetenskapsrådet hämtat från myndighetens publikationsdatabas som är baserad på Web of Science, Thomson Reuters.

Patent en indikator på innovativ verksamhet

Riksrevisionen har undersökt antalet patentansökningar inom klimatområdet. Patent är en indikator som ofta används för att uppskatta utfallet av forskning och utveckling och för att bedöma forskningens bidrag till innovationer.³² Vi har dels använt OECD:s data om internationella patent och dels gett Patent- och registreringsverket i uppdrag att ta fram antal svenska patentansökningar från 1994 fram till i dag.

Patent söks dock inte för alla uppfinningar och fångar därför inte upp alla innovationer. All forskning syftar inte heller till att leda till innovationer, och patent kan därför inte ses som ett mått på all forskning. Dessutom är inte alla patent resultat av forskning utan kan vara uppfinningar som har utvecklats utan forskningsstöd. Patent mäter alltså även annat än forskningsresultat.

Det är svårt att genom svenska patentansökningar ta reda på om innovationer är resultat av forskning eller inte. Det beror bland annat på det så kallade lärarundantaget som innebär att forskare vid universitet och högskolor själva äger sina innovationer. Patentansökningar lämnas in av de enskilda forskarna, utan uppgifter om vid vilka universitet de eventuellt är verksamma. Det går därför inte att via patentsansökningarna se om innovationer har sitt ursprung i forskning vid universitet och högskolor. I alla andra länder än Italien och Sverige är det dock universiteten som har äganderätten till uppfinningarna.³³

Begränsningar med kvantitativa resultatindikatorer

Resultatindikatorerna har begränsningar. Indikatorerna täcker bara en del av de resultat som klimatforskningen bidrar till. Många aspekter av forskningsresultat låter sig inte enkelt fångas kvantitativt. Traditionella indikatorer som vetenskapliga artiklar och patent visar inget tydligt samband mellan finansiering och resultat. Det är också osäkert när man kan förvänta sig resultat från forskning och utveckling, vilka resultat det är rimligt att förvänta sig och hur resultaten kan komma till användning.³⁴

³² *OECD Patent Statistics Manual*, OECD 2009.

³³ Prop. 2008/09:50 s. 119.

³⁴ För en diskussion av indikatorer på forskningsresultat, se till exempel *Det norske forsknings- og innovasjonssystemet - statistikk og indikatorer 2010*, Norges forskningsråd, NIFU Step, Statistisk sentralbyrå.

För att komplettera de kvantitativa resultatindikatorerna har Riksrevisionen bitt Energimyndigheten och Vinnova att ta fram några exempel på statliga forskningsinsatser som har lett till kommersialisering och uppgifter om vad som var avgörande för att projekten lyckades.

1.7.3 *Intervjuer och dokumentanalys för att bedöma hur klimatforskningen styrs och följs upp*

I syfte att granska hur klimatforskningen styrs och följs upp har Riksrevisionen intervjuat företrädare för forskningsfinansiärer och ansvariga departement. Vi har också genomfört dokumentanalyser, bland annat av forskningsfinansiärernas utvärderingar av forskningsprogram och projektdokument för att bedöma vilka resultat dessa har lett till. För att bedöma i vilken utsträckning klimat- och energimålen har betydelse för valet av projekt har vi också analyserat tio slumpmässigt utvalda forsknings- och utvecklingsprojekt som har fått medel från Energimyndigheten.

1.8 Rapportens struktur

Kapitel 2 ger en kort introduktion till vad klimatforskning innefattar och vem som fördelar statliga medel till klimatforskning.

Kapitel 3 innehåller en redogörelse av klimatforskningens inriktning och omfattning. Här presenteras dessutom resultatet av Riksrevisionens kartläggning av stödet till klimatforskningen.

Kapitel 4 handlar om klimatforskningens resultat och hur klimatforskningen styrs och följs upp. Kapitlet innefattar Riksrevisionens analys av klimatforskningens resultat mätt som vetenskapliga artiklar och patent.

I kapitel 5 presenteras några exempel på klimatforskning som har lett till kommersialisering. I kapitlet ges också en bild av svenska miljöföretags utveckling och av produktionen av förnybar energi i Sverige.

Kapitel 6 innehåller slutsatser och rekommendationer med anledning av de iakttagelser Riksrevisionens har gjort i granskningen.

Mer detaljerad information och fördjupning, bland annat om Riksrevisionens enkätundersökning om klimatforskningen och analys av forskningsresultat, finns i bilagorna.

2 Klimatforskning

Här följer en kortfattad introduktion till svensk klimatforskning, vad den innefattar, vilka som fördelar pengar och vilket ansvar olika myndigheter har.

2.1 Vad är klimatforskning?

Det finns ingen entydig definition av klimatforskning som forskningsfält i Sverige. I regeringens rapportering om klimatforskning till FN inkluderas forskning om såväl energi som transporter, klimatmodeller och klimatanpassning.³⁵

Riksrevisionen har utgått från FN:s klimatpanel IPCC:s tre arbetsgrupper för att avgränsa klimatforskning från annan forskning. De tre arbetsgrupperna behandlar forskning om

1. klimatprocesser och klimatmodeller
2. climateffekter, anpassning och sårbarhet
3. minskning av växthusgaser.

Nedan följer en kort beskrivning av vilken typ av forskning de tre områdena innefattar och vad som därmed ingår i begreppet klimatforskning i denna rapport.³⁶

2.1.1 Klimatprocesser och klimatmodeller

Forsknings- och utvecklingsarbete om klimatprocesser, klimatsystem och klimatmodeller handlar om de fysiskt vetenskapliga aspekterna av klimatsystemet och klimatförändringar. Området innefattar ämnen som

- förändringar av växthusgaser och aerosoler i atmosfären
- observerade förändringar i temperatur (luft, land eller hav), nederbörd, glaciärer, istäcke och havsnivå

³⁵ Ds 1994:121, Ds 1997:26, Ds 2001:71, Ds 2005:55, Ds 2009:63.

³⁶ I denna rapport använder vi begreppet klimatforskning synonymt med begreppen klimatrelaterad respektive klimatrelevant forskning. Det innebär att vi inte skiljer på forskning som har startats med klimatsyfte eller med annat syfte – allt som har betydelse för klimatet kallas klimatforskning i enlighet med definitionen ovan. Detta är i enlighet med de definitioner som Norge och Danmark har haft som utgångspunkt för kartläggningarna och utvärderingarna av klimatforskningen i respektive land (se bilaga 6).

- historiskt och paleoklimatologiskt perspektiv på klimatförändringar
- biokemi, kolets kretslopp (kolcykeln), gaser och aerosoler
- satellitdata och andra data
- klimatmodeller
- klimatprognoser och orsaker till klimatförändringar.

2.1.2 *Klimateffekter, anpassning och sårbarhet*

Forsknings- och utvecklingsarbete om effekterna av klimatförändringar, anpassning och sårbarhet innefattar områden som

- sårbarhet som följd av klimatförändringar (vetenskapliga, tekniska, miljömässiga, ekonomiska och sociala aspekter av sårbarhet)
- negativa och positiva konsekvenser av klimatförändringar (för till exempel vattenresurser, ekologiska system och människors hälsa)
- anpassning till klimatförändringar
- sambandet mellan sårbarhet, anpassning och hållbar utveckling.

2.1.3 *Minskning av växthusgaser*

Forsknings- och utvecklingsarbete om minskning av växthusgaser innefattar följande områden:

- Minskning av klimatförändringar genom att begränsa, förhindra eller ta bort utsläpp av växthusgaser, till exempel produktion av förnybar energi från vind, sol och bioenergi, mer koldioxidsnåla transporter eller koldioxidlagring.
- Analyser av kostnader och nytta av olika åtgärder för att minska utsläppen av växthusgaser och analyser av möjliga verktyg och politiska styrmedel, såväl nationella som internationella, till exempel analyser av koldioxidskatt eller handelssystem.

2.2 **Vilka fördelar pengar?**

Statens medel till klimatforskning fördelas dels via direkta anslag till universitet och högskolor genom så kallade basanslag, dels via myndigheter och forskningsråd. Klimatforskningen är sektorövergripande och finansieras med anslag från flera olika utgiftsområden.

2.2.1 *Universitet och högskolor*

En del av klimatforskningen finansieras med universitets och högskolors basanslag. Basanslagen ska användas till forskning och forskarutbildning vid universitet och högskolor. Lärosätena får därigenom möjlighet att agera

självständigt och fatta strategiska beslut om långsiktiga inriktningar och prioriteringar för forskningen.³⁷

Basanslagen kan bland annat användas till

- forskningstid för professorer, lektorer, forskarassistenter och andra lärare vid lärosätena
- samfinansiering av externa forskningsprojekt där finansiären inte ger full kostnadstäckning
- riktad forskning inom strategiska forskningsområden som regering och riksdag har pekat ut.³⁸

2.2.2 Forskningsfinansiärer

Statliga forskningsmedel för klimatområdet fördelas även av ett tiotal olika forskningsråd, myndigheter och institut. Medlen fördelas till forskare vid universitet, högskolor, forskningsinstitut och företag. I de flesta fall fördelar forskningsfinansiärerna medlen genom att forskare ansöker om medel till forskningsprojekt i konkurrens med andra. Forskningsfinansiärerna kan fördela medlen via forskningsprogram som har särskilda mål eller direkt till fristående forskningsprojekt.

Viktiga forskningsfinansiärer inom klimatområdet är

- forskningsråden Formas och Vetenskapsrådet
- myndigheterna Energimyndigheten, Naturvårdsverket och Vinnova
- institutet Rymdstyrelsen
- den offentliga forskningsstiftelsen Stiftelsen för miljöstrategisk forskning (Mistra).³⁹

Formas

Forskningsrådet Formas är en myndighet under Miljödepartementet, men rådet får även finansiering från Landsbygdsdepartementet. Formas stöder grundforskning och behovsmotiverad forskning inom områdena miljö, areella näringar och samhällsbyggande. Utbetalade forskningsmedel fördelas genom öppna utlysningar, program och särskilda satsningar, bland annat på klimat. En del av anslagen kanaliseras direkt vidare till andra mottagare som Skogforsk och IVL Svenska miljöinstitutet som bedriver klimatforskning.⁴⁰

³⁷ Riksrevisionen (2011) *Användningen av basanslaget för forskning och forskarutbildning*. RiR 2011:21.

³⁸ Riksrevisionen (2011) *Användningen av basanslaget för forskning och forskarutbildning*. RiR 2011:21.

³⁹ Ds 2009:63 s. 95; SOU 2008:24 s. 226.

⁴⁰ Formas (2011) *Analys av miljöforskningen och förslag till forskningsstrategi 2011–2016. Redovisning av ett regeringsuppdrag* s. 59. R4:2011.

Formas ska utvärdera den forskning och utveckling som rådet har gett medel till. I utvärderingarna ska särskilt kvaliteten, relevansen och nyttiggörandet för samhället bedömas. Formas ska dessutom utreda och analysera vilka forskningsbehov som är viktiga i ett forsknings- och samhällsperspektiv samt stödja strategisk forskning och utveckling. Formas har vidare i uppdrag att nyttiggöra forskningsresultat och främja en hållbar utveckling i samhället.⁴¹

Vetenskapsrådet

Vetenskapsrådet är en myndighet under Utbildningsdepartementet. Vetenskapsrådet ska ge stöd till grundläggande forskning av högsta vetenskapliga kvalitet inom samtliga vetenskapsområden. Den största delen av rådets anslag går till forskarinitierade projekt och är inte styrda satsningar.⁴² Myndigheten ska initiera och stödja ämnesövergripande satsningar på forskning och strategiska satsningar inom forskning. År 2008 lämnade myndigheten underlag till regeringen om strategiska forskningsområden, bland annat inom klimat.⁴³ Vetenskapsrådet har som särskild uppgift att utvärdera forskning och bedöma forskningen och dess vetenskapliga kvalitet och betydelse.⁴⁴

Energimyndigheten

Energimyndigheten är en myndighet under Näringsdepartementet och har ansvar för att samordna svensk energiforskning. Myndigheten ger stöd till såväl riktad grundforskning som demonstrationsanläggningar och affärsutveckling inom energiområdet. Stödet ges till företag, universitet och högskolor. Forskningsfinansieringen är huvudsakligen uppdelad på forskningsprogram men även enskilda projekt. Energimyndigheten utlyser medel löpande. År 2010 gav Energimyndigheten stöd till 672 projekt inom sex olika områden.⁴⁵ Långsiktiga program utvärderas och omprövas efter 3–4 år. För perioden 2011–14 har myndigheten en strategi för vilka områden som ska prioriteras.⁴⁶ Energimyndigheten har ett sektorsansvar för miljömålsarbetet.⁴⁷ Det innebär att Energimyndigheten har ett särskilt ansvar för att miljökvalitetsmålet *Begränsad klimatpåverkan* nås.⁴⁸

⁴¹ Förordning (2009:1024) med instruktion för Forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggnad.

⁴² Formas (2011) *Analys av miljöforskningen och förslag till forskningsstrategi 2011–2016. Redovisning av ett regeringsuppdrag* s. 64. R4:2011.

⁴³ Prop. 2008/09:50 s. 68.

⁴⁴ Förordning (2009:75) med instruktion för Vetenskapsrådet.

⁴⁵ *Energimyndighetens årsredovisning 2010*. ER 2011:01.

⁴⁶ Energimyndigheten (2009) *Fokus III. Energimyndighetens strategi för forskning, utveckling, demonstration, innovation och kommersialisering (EFUDIK) för perioden 2011–2014*. ER 2009:32.

⁴⁷ 2 § förordning (2007:1153) med instruktion för Statens energimyndighet.

⁴⁸ Formas (2011) *Analys av miljöforskningen och förslag till forskningsstrategi 2011–2016. Redovisning av ett regeringsuppdrag* s. 58–59. R4:2011.

Naturvårdsverket

Naturvårdsverket är en statlig myndighet under Miljödepartementet. Myndighetens forskningsfinansiering ska bidra till att generera den kunskap som behövs för att nå miljömålen och för att effektivt genomföra miljöpolitiken. Forskningsfinansieringen fördelas på olika forskningsprogram, projekt och utredningar och följs upp regelbundet. Myndigheten har ansvar för att regelbundet göra en fördjupad utvärdering av möjligheterna att nå miljö kvalitetsmålen. Naturvårdsverket ska samordna uppföljningen och utvärderingen av miljö kvalitetsmålet *Begränsad klimatpåverkan*.⁴⁹

Vinnova

Vinnova är en myndighet under Näringsdepartementet och ska främja hållbar tillväxt i Sverige genom finansiering av behovsmotiverad forskning och utveckling av effektiva innovationssystem. Vinnova ska verka för att forskningsresultat kommer till nytta i syfte att uppnå hållbar tillväxt och stärka Sveriges konkurrenskraft. Vinnova har ett internt mål att insatserna som är kopplade till grön tillväxt ska öka. Mycket av den forskning som finansieras av Vinnova kan indirekt påverka klimatet. Myndigheten har ett särskilt ansvar inom teknik- och transportområdet. Drygt hälften av medlen går till universitet, högskolor och institut.⁵⁰

Forskningsstiftelsen Mistra

Stiftelsen för miljöstrategisk forskning (Mistra) bildades 1994 med medel från löntagarfonderna. Mistra stöder forskning av strategisk betydelse för en god livsmiljö och hållbar utveckling. Forskningen ska bidra till Sveriges framtida konkurrenskraft. Som stiftelse kan Mistra göra långsiktiga satsningar, vilket de statliga forskningsråden och myndigheterna inte i samma grad har möjlighet till. Mistra stöder årligen cirka 15 stora tvärvetenskapliga forskningsprogram som löper över en period om 6–8 år. Sedan starten har fokus för investeringarna gått från huvudsakligen naturvetenskaplig, naturvårdsinriktad forskning mot mer samhällsvetenskaplig, policyinriktad miljöforskning. Så kallade Centrumsatsningar utgör de största enskilda, långsiktiga investeringarna, till exempel det tvärvetenskapliga Stockholm Resilience Centre.⁵¹

⁴⁹ Förordning (2009:1476) med instruktion för Naturvårdsverket; Formas (2011) *Analys av miljöforskningen och förslag till forskningsstrategi 2011–2016. Redovisning av ett regeringsuppdrag* s. 61. R4:2011.

⁵⁰ Formas (2011) *Analys av miljöforskningen och förslag till forskningsstrategi 2011–2016. Redovisning av ett regeringsuppdrag* s. 64–65. R4:2011; förordning (2009:1101) med instruktion för Verket för innovationssystem.

⁵¹ Formas (2011) *Analys av miljöforskningen och förslag till forskningsstrategi 2011–2016. Redovisning av ett regeringsuppdrag* s. 60–61. R4:2011; Mistras stadgar.

2.2.3 *Medel till klimatforskningen kommer från olika utgiftsområden*

Statens anslag till forskning som innehåller medel till klimatforskning finns inom sex olika utgiftsområden i statsbudgeten:

- utgiftsområde 16 Utbildning och universitetsforskning, som innehåller anslag till universitet och högskolor, Vetenskapsrådet samt rymd- och polarforskning
- utgiftsområde 20 Allmän miljö- och naturvård, där anslag för miljöforskning disponeras av Naturvårdsverket, Forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggande (Formas) och Stockholms internationella miljöinstitut
- utgiftsområde 21 Energi, där anslag till energiforskning disponeras av Energimyndigheten
- utgiftsområde 22 Kommunikationer, som innehåller anslag för forskning via Statens väg- och transportforskningsinstitut
- utgiftsområde 23 Areella näringar, landsbygd och livsmedel, där anslag för forskning disponeras av Statens lantbruksuniversitet (SLU) och Formas
- utgiftsområde 24 Näringsliv, som innehåller anslag för forskning och innovationer via Verket för innovationssystem (Vinnova).

2.2.4 *Strategisk satsning på klimatforskning 2010–2014*

Regeringen presenterade i forskningspropositionen *Ett lyft för forskning och innovation* särskilda satsningar för att ”bygga upp nya forskningsmiljöer av världsklass”.⁵² Satsningarna ska göras inom områden som regeringen särskilt valt ut för att de kan bidra till att tillgodose stora samhällsbehov och lösa viktiga problem i samhället, samt att de har förutsättningar att vara av högsta internationella kvalitet och har anknytning till svenskt näringsliv. Regeringen valde ut tre övergripande områden för satsningarna:⁵³

- medicin och livsvetenskaper
- teknik
- klimat

I satsningen på klimatrelaterad forskning ingår följande strategiska forskningsområden (SFO) enligt propositionen: energi, hållbart utnyttjande av naturresurser, effekter på naturresurser, ekosystemtjänster och biologisk mångfald, klimatmodeller och havsmiljöforskning.⁵⁴

⁵² Prop. 2008/09:50 s. 24, bet. 2008/09:UbU4, rskr. 2008/09:160.

⁵³ Prop. 2008/09:50 s. 67, bet. 2008/09:UbU4, rskr. 2008/09:160.

⁵⁴ Prop. 2008/09:50 s. 98–109, bet. 2008/09:UbU4, rskr. 2008/09:160. Regeringen valde också ut transportområdet som strategiskt satsningsområde, men inte som del av satsningen på klimat. I de strategiska satsningarna ingår totalt 20 strategiska forskningsområden, varav fyra inom medicin och livsvetenskaper, åtta inom teknik, fem inom klimat samt tre övriga (prop. 2008/09:50 s.73-112).

Formas, Energimyndigheten och Vinnova var ansvariga för att lysa ut medel och utvärdera ansökningar för de strategiska forskningsområdena inom klimat. Regeringen beslutade sedan om stöd till elva forskningsmiljöer inom de områden som enligt propositionen ingår i satsningen på klimatrelaterad forskning.⁵⁵ Satsningen pågår från 2010 till 2014 och innebär extra medel om knappt 1,2 miljarder kronor till klimatområdet fördelat över fem år. Merparten av medlen, 630 miljoner kronor, går till energiforskning.⁵⁶ Medlen går direkt till universiteten, men myndigheterna som lyste ut forskningspengarna har ansvar för att genomföra årliga uppföljningar. År 2015 planerar regeringen att utvärdera resultatet av satsningen på strategiska forskningsområden.⁵⁷

⁵⁵ Enligt myndigheternas uppföljning 2011 har tre forskningsmiljöer inom energi, två miljöer inom hållbart utnyttjande av naturresurser, två miljöer inom effekter på naturresurser, ekosystemtjänster och biologisk mångfald, två miljöer inom klimatmodeller och två miljöer inom havsmiljöforskning beviljats strategiska forskningsmedel. Se Energimyndigheten, FAS, Formas, Vetenskapsrådet och Vinnova (2011) *Uppföljning av de strategiska forskningsområdena 2010*. Bilaga 2. 2011-03-23.

⁵⁶ Energimyndigheten, FAS, Formas, Vetenskapsrådet och Vinnova (2011) *Uppföljning av de strategiska forskningsområdena 2010*. Bilaga 2. 2011-03-23.

⁵⁷ Prop. 2008/09:50, bet. 2008/09:UbU4, rskr. 2008/09:160; regeringen (2010) Uppdrag till Statens energimyndighet, Forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggande och Verket för innovationssystem om utvärdering av satsningen på strategiska forskningsområden. U2010/5687/F. Se också Formas (2011) *Analys av miljöforskningen och förslag till forskningsstrategi 2011–2016*. Redovisning av ett regeringsuppdrag s. 47–48. R4:2011.

3 Klimatforskningens omfattning och inriktning

Det är oklart hur mycket pengar staten årligen tilldelar klimatforskning. Det är inte heller känt i vilken utsträckning klimatforskningen bedrivs inom områden som handlar om att minska utsläppen av växthusgaser. Regeringen har inte gett riksdagen en samlad bild av klimatforskningens omfattning och inriktning, trots att riksdagen har efterfrågat en sammanhållen redovisning på klimatområdet. Därför har Riksrevisionen undersökt hur mycket pengar som går till klimatforskning och hur mycket som går till forskning om minskning av växthusgaser. Undersökningen visar att staten har tilldelat klimatforskning cirka 13 miljarder kronor från 1994 till 2008, i huvudsak till forskning om minskning av växthusgaser. Stödet har ökat betydligt sedan 2008 – och uppgick år 2010 till minst 2 miljarder kronor. Klimatforskning är därmed en av statens största insatser på klimatområdet.

3.1 Oklart hur mycket pengar klimatforskningen får

Klimatforskning är ett centralt klimatpolitiskt styrmedel för att minska utsläppen av växthusgaser och nå de långsiktiga klimatmålen. Klimatforskning har varit en del av den statligt finansierade forskningen sedan 1990-talet och har fått alltmer pengar. Men hur mycket klimatforskningen årligen får i statligt stöd är svårt att uppskatta.

3.1.1 Ingen särredovisning av klimatforskning

Regeringen redovisar ingen samlad bild av hur mycket pengar som tilldelas klimatforskning eller vilken inriktning forskningen har. Klimatforskningen är sektorövergripande och finansieras med anslag från flera olika utgiftsområden. Därmed redovisar regeringen de olika anslag som innehåller klimatforskning under olika utgiftsområden i budgetpropositionerna. Exempelvis redovisas energiforskningsanslaget under utgiftsområde 21, Formas anslag under utgiftsområde 20 och 23 och universitetens och högskolorornas anslag under utgiftsområde 16. Regeringen preciserar dock inte hur mycket av de olika forskningsanslagen som går till klimatforskning. Riksdagen får därmed inte en samlad bild av hur stort statens stöd till klimatforskning är.

Regeringen föreslog 2008 en ökad satsning på klimatforskning genom en strategisk satsning, men redovisade inte hur mycket klimatforskningen årligen får i statligt stöd. I forskningspropositionen *Ett lyft för forskning och innovation* redovisar regeringen bara ökningen i anslag till de olika strategiska forskningsområdena, som energi och klimatmodeller, inte anslagsnivån före ökningen.⁵⁸ Inte heller i regeringens kontrollstation 2008 redovisas forskningens omfattning och resultat, trots att kontrollstationen ska omfatta olika klimatpolitiska styrmedel varav forskningen är ett.⁵⁹

Riksdagen har efterfrågat bättre uppföljning och redovisning av regeringen på klimatområdet. Miljö- och jordbruksutskottet har bland annat anfört att det skulle behövas en sammanhållen redovisning av vilka de viktigaste statliga insatserna är för respektive område eftersom klimat spänner över så många utgiftsområden.⁶⁰

3.1.2 Uppskattningar av klimatforskningens omfattning skiljer sig åt

De fåtal rapporter och analyser som berör svensk klimatforskning har gett olika uppskattningar av klimatforskningens ekonomiska omfattning. Naturvårdsverket uppskattar det statliga stödet till klimatforskning i Sveriges nationalrapporter om klimatförändringar till FN. Naturvårdsverket sammanställer nationalrapporterna om klimatförändringar för regeringens räkning. Regeringen lämnade den första rapporten 1994, och den femte och hittills senaste kom 2009. I Sveriges femte nationalrapport till FN uppgav Naturvårdsverket att de statliga stöden till klimatforskning i genomsnitt var cirka 1,2 miljarder kronor per år under perioden 2005–2008.⁶¹ Formas uppskattade däremot på uppdrag av regeringen statens stöd till klimatrelaterad forskning till knappt 450 miljoner kronor år 2009.⁶²

Det finns flera anledningar till att Formas och Naturvårdsverkets uppskattningar skiljer sig kraftigt åt:

- Formas analys av miljöforskningen inkluderar bara forskning, inte stöd till utveckling och demonstration. Stora delar av Energimyndighetens och Vinnovas utvecklingsinsatser finns därmed inte med i Formas underlag.
- Underlaget som Formas har fått från forskningsfinansiärerna är osäkert.

⁵⁸ Prop. 2008/09:50, bet. 2008/09:UbU4, rskr. 2008/09:160.

⁵⁹ Energimyndigheten och Naturvårdsverket (2007) *Den svenska klimatstrategins utveckling. En sammanfattning av Energimyndighetens och Naturvårdsverkets underlag till kontrollstation 2008*.

⁶⁰ Bet. 2009/10:MJU1, rskr. 2009/10:129.

⁶¹ Ds 2009:63.

⁶² Formas (2011) *Analys av miljöforskningen och förslag till forskningsstrategi 2011–2016*. Rapport R4:2011.

Att forskningsfinansiärernas underlag är osäkert beror på att de flesta av forskningsfinansiärerna inte klassificerar forskningsprojekten utifrån miljökvalitetsmålen. Forskningsfinansiärerna har därför gjort uppskattningar i efterhand, baserat på exempelvis forskningsprojektens titlar. Det finns därmed risk för att många forskningsprojekt med klimatanknytning inte har kommit med i forskningsfinansiärernas underlag till Formas.

Även när myndigheter klassificerar projekt utifrån miljökvalitetsmål blir uppskattningen oprecis. Energimyndigheten har sedan 2008 klassificerat forskningsprojekt på olika miljökvalitetsmål, men om forskningsprojekt anses bidra till flera miljökvalitetsmål, har medlen fördelats jämnt mellan dessa mål i underlaget till Formas.⁶³ Stora delar av Energimyndighetens forskningsmedel har alltså redovisats på andra miljökvalitetsmål som forskningen också ska bidra till. Sammantaget innebär det att de statliga medlen till klimatforskning som Formas rapporterar är underskattade.

Varken Naturvårdsverkets underlag till nationalrapporterna eller Formas analys ger en fullständig bild av klimatforskningen. De omfattar inte basanslag till universitet och högskolor eller klimatforskningens omfattning efter riksdagens beslut om en strategisk satsning på klimatforskning 2009.

3.1.3 *Ingen samordnad svensk klimatforskning*

En orsak till att det är osäkert hur mycket pengar som går till klimatforskning är att den finansieras av många olika myndigheter samtidigt som det saknas en egentlig samordning. Det konstaterade den parlamentariska beredningen, Klimatberedningen, inför klimatpropositionen år 2008: "Det är svårt att ge en överblick av omfattning och inriktning på klimatrelaterad forskning, eftersom den finansieras och utförs av aktörer inom olika områden utan någon uttalad samordning."⁶⁴ Klimatberedningen föreslog att regeringen skulle genomföra en utredning som skulle bedöma den samlade volymen av klimatforskningen, vilken inriktning den har, vilka stödformer och vilken organisation klimatforskning ska ha på sikt.⁶⁵ Regeringen har inte genomfört någon sådan utredning.

Naturvårdsverket ansvarar för klimatmålet *Begränsad klimatpåverkan*, men myndigheten har inget övergripande ansvar för klimatforskningen. Inte heller Miljödepartementet anser att det har ett sådant ansvar. Representer för Miljödepartementet menar att departementet kan sägas samordna klimatforskningen på Regeringskansliet, men egentligen

⁶³ Intervju med representanter för Energimyndigheten 2011-05-05.

⁶⁴ SOU 2008:24 s. 225.

⁶⁵ SOU 2008:24 s. 228.

omfattar ansvaret bara forskning om klimatets effekter. Forskning om minskning av växthusgaser handlar mest om åtgärder och hör mer naturligt hemma på Näringsdepartementet, enligt representanter för Miljödepartementet.⁶⁶ Representanter för Näringsdepartementet anser att det är riktigt att energiforskningen är den största delen av de forsknings- och utvecklingsinsatser som görs för att minska klimatpåverkan. Samtidigt är det inte rättvisande att därmed likställa den med klimatforskning, enligt representanter för Näringsdepartementet: "Energiforskning är just energiforskning."⁶⁷

I perioder har olika aktörer haft ett särskilt ansvar för klimatforskningen. Under mitten av 1990-talet hade Sverige en vetenskaplig samordningsgrupp för klimatrelaterad forskning i Sverige, klimatdelegationen. Klimatdelegationen ansvarade bland annat för att samordna den nationella forskningen inom klimatområdet och för att samlat rapportera om klimatforskning. Delegationen utarbetade flera rapporter om klimatforskningens inriktning och omfattning som låg till grund för Sveriges första nationalrapporter om klimatförändringar.⁶⁸

Formas hade ett samordningsansvar för klimatforskningen mellan 2001 och 2009, men har sedan dess inte något sådant regeringsuppdrag. Enligt representanter för Miljödepartementet var uppdraget för svårt, och regeringen tog därför bort det. Regeringen har i stället i myndigheternas instruktioner gett dem i uppgift att allmänt samarbeta om forskningsfrågor.⁶⁹ Formas anser att den nuvarande ansvars- och rollfördelningen mellan forskningsråd, myndigheter och stiftelser är tydlig och fungerar väl. Formas bedömer att det stora antalet finansiärer medför att goda idéer får finansiering.⁷⁰ I intervjuer har det framkommit att de olika forskningsfinansiärerna menar att varje finansiär har skilda och unika roller och vet vad de andra finansiärerna gör.⁷¹

⁶⁶ Intervjuer med Miljödepartementet 2011-03-10, 2011-11-24.

⁶⁷ Skriftligt svar från Näringsdepartementet i samband med faktagranskning den 16 januari 2012.

⁶⁸ SOU 1994:138, SOU 1996:39.

⁶⁹ Intervju med representanter för Miljödepartementet 2011-11-24. Förordning (2009:1024) med instruktion för Forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggande, 4§; förordning (2009:1101) med instruktion för Verket för innovationssystem, 7§; förordning (2009:975) med instruktion för Vetenskapsrådet, 5§.

⁷⁰ Se s. 29 i Formas (2011) *Analys av miljöforskningen och förslag till forskningsstrategi 2011–2016. Redovisning av ett regeringsuppdrag*. Rapport R4:2011.

⁷¹ Intervjuer med representanter för Energimyndigheten, Formas och Vinnova.

3.1.4 Ingen definition av klimatforskning i Sverige

En ytterligare orsak till att det är svårt att uppskatta hur mycket pengar som går till klimatforskning i Sverige, är att varken regeringen eller myndigheterna har definierat klimatforskning.⁷²

Klimatforskning är ingen klart avgränsad eller sammanhållen del av svensk forskning. Forskningsfinansiärerna klassificerar forskningen i andra kategorier, som exempelvis energiforskning eller transportforskning eller utifrån vetenskapliga discipliner. Det gör det svårt att få fram uppgifter om hur mycket pengar som har gått till svensk klimatforskning och vilken inriktning den har haft. Till exempel har Vetenskapsrådet på Riksrevisionens begäran bara kunnat ta fram uppgifter om hur mycket pengar myndigheten har tilldelat klimatforskning för ett år, 2009. Vinnova har enbart kunnat ta fram information om energi- och transportrelaterad forskning och utveckling för de tre senaste åren. Dessa uppgifter är dessutom osäkra och kan innehålla forskning och utveckling som inte är klimatrelaterad.

Utan en tydlig definition av klimatforskning blir det också osäkert för finansiärerna hur stor del av energiforskningen som kan kallas klimatforskning. Energimyndigheten, som samordnar svensk energiforskning, är osäker på i vilken omfattning energiforskningen är att betrakta som en del av klimatforskningen.⁷³ I regeringens rapportering om klimatforskning till FN har energiforskning dock ingått sedan 1994 och utgjort den största delen av klimatforskningen enligt rapporterna.⁷⁴ I regeringens strategiska satsning på klimatforskning 2009–2012 är energiforskning, inklusive grundforskning, den ekonomiskt viktigaste delen av satsningen. Även Klimatberedningen ansåg i förarbetet till klimat- och energipropositionerna 2008 att energiforskning var en del av klimatforskningen och central för klimatfrågan.⁷⁵

Redan 1994 konstaterade klimatdelegationen, utsedd av regeringen för att samordna klimatforskningen, att definitionen av klimatrelaterad forskning inte är entydig och att det därmed är svårt att bedöma omfattningen av forskningen. Klimatdelegationen gjorde emellertid inga försök att definiera klimatforskningen.⁷⁶

⁷² Intervjuer med representanter för Miljödepartementet 2011-11-24, Utbildningsdepartementet 2011-11-23, Vinnova 2011-04-12, Energimyndigheten 2011-04-06 och Formas 2011-03-30.

⁷³ Skriftligt svar från Energimyndigheten i samband med faktagranskning den 16 januari 2012. Energimyndigheten efterfrågar en analys av "i vilken omfattning energiforskningen är att betrakta som en del av 'klimatforskningen'."

⁷⁴ Ds 1994:121, Ds 1997:26, Ds 2001:71, Ds 2005:55, Ds 2009:63.

⁷⁵ SOU 2008:24 s. 226–227.

⁷⁶ SOU 1994:138 s. 57.

Andra länder som Norge och Danmark, har utarbetat definitioner av klimatforskning som är operationaliserbara. Definitionerna har bland annat använts för att bedöma klimatforskningens omfattning.⁷⁷ I både Danmark och Norge är teknisk forskning och energiforskning en viktig del av klimatforskningen tillsammans med forskning om klimatmodeller och om anpassning till ett förändrat klimat.⁷⁸

3.2 Osäkra uppgifter i regeringens klimatrappporter till FN

Regeringen har i nationalrapporterna till FN övergripande redogjort för klimatforskningen sedan 1994.⁷⁹ Rapporteringen bygger på riktlinjer från FN, men ger inte ett tillräckligt underlag för att avgöra hur stora de faktiska medlen till svensk klimatforskning har varit de olika åren eller hur stor del av forskningen som har riktats mot minskning av växthusgaser.

Uppgifterna är inte heltäckande. Medel som betalas ut direkt till universitet och högskolor över statsbudgeten ingår inte.⁸⁰ Rapporteringen är dessutom för de flesta år ungefärlig. FN frågar inte efter storleken på forskningsinsatserna, och regeringen har därför under 2000-talet valt att göra en uppskattning av finansieringen för perioden som rapporten täcker och därefter beräknat ett medelvärde per år. Det innebär att det inte går att utläsa hur mycket pengar staten faktiskt betalade ut till klimatforskning årligen utifrån nationalrapporterna. Vidare har regeringen för ett och samma år angett helt olika belopp i två olika nationalrapporter. Skillnaden är 400 miljoner kronor.

Även när det gäller inriktningen på klimatforskningen ger regeringen endast en ungefärlig uppskattning i nationalrapporterna. Exempelvis rapporteras stöd till anpassning och åtgärder samlat, i enlighet med FN:s riktlinjer. Det gör det svårt att skilja på forskning om minskning av växthusgaser och forskning om anpassning till ett förändrat klimat, vilket skulle behövas för att avgöra hur mycket pengar som går till forskning som kan väntas bidra till att uppnå klimatmålen.

⁷⁷ Norges forskningsråd (2000) *Klimatforskningen i Norge. Rapport fra Samarbeidsutvalget for klimaforskning 2000*; NIFU STEP (2006) *Norsk klimaforskning. En undersøkelse av innsats og resursbruk i 2005*; Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling (2009) *Kortlægning af klimaforskning i Danmark*.

⁷⁸ Se bilaga 6 för en kort beskrivning av definitionerna som Norge och Danmark har använt för att undersöka klimatforskningens omfattning och inriktning.

⁷⁹ Ds 1994:121, Ds 1997:26, Ds 2001:71, Ds 2005:55, Ds 2009:63.

⁸⁰ Basanslagen kan användas dels för att täcka forskares tid till att forska, dels för att täcka indirekta kostnader och lokalkostnader. Riksrevisionen har i en tidigare rapport (RiR 2011:21) konstaterat att det finns begränsad kunskap om i vilken omfattning basanslaget används för att skjuta till en forskares tid till medel som kommer från extern finansiering. Hur omfattande klimatforskningen är om även basanslagen räknas in, går därför inte att fastställa.

För att få en uppfattning av klimatforskningens utveckling över tid, har Riksrevisionen tolkat nationalrapporterna och fördelat stöden till forskning på tre områden: klimatmodeller, klimatanpassning och minskning av växthusgaser. Fördelningen mellan områdena bör dock tolkas med försiktighet och ses som en indikation på inriktningen eftersom dessa områden inte är desamma som efterfrågas i rapporteringen till FN.⁸¹ På grund av osäkerheterna bör de belopp som vi redovisar nedan ses som uppskattningar och inte exakta data.

3.2.1 *Troligen cirka 13 miljarder till klimatforskning 1994–2008*

Riksrevisionens bearbetning och tolkning av regeringens rapportering till FN indikerar att det samlade stödet till klimatforskning har uppgått till 12,6 miljarder kronor under perioden 1994–2008 (löpande priser).

Den statligt finansierade klimatforskningen har ökat med cirka en tredjedel från 1994 till 2008, omräknat i fasta priser (2008 års priser). Det har emellertid inte varit en jämn utveckling. Statens stöd har varierat med en lägsta nivå år 1997 på knappt 600 miljoner kronor, till cirka 1,2 miljarder år 2008. Klimatforskningen har varierat mellan 3 och 6 procent av statens totala medel till forskning och utveckling under perioden.⁸²

Klimatforskningen i Sverige handlar i huvudsak om att minska utsläppen av växthusgaser. Forskningen om att minska utsläppen av växthusgaser är enligt nationalrapporterna främst energiforskning, ”att utveckla ny teknik för effektivisering och utnyttjande av förnybar energi”.⁸³ Enligt nationalrapporterna uppgick energiforskningen i genomsnitt till 800–850 miljoner kronor årligen av de totala årliga medlen till klimatforskning på 1,2 miljarder kronor 2006–2008. Forskning som handlar om att minska utsläppen av växthusgaser har ökat under perioden, men minskat som andel av den samlade klimatforskningen. År 1994 utgjorde forskning om minskning av växthusgaser 94 procent av klimatforskningen medan andelen minskade till knappt 80 procent mellan åren 2006 och 2008.

Statens stöd till forskning om climateffekter och anpassning har ökat och utgjort cirka 15 procent av klimatforskningen de senaste åren, enligt nationalrapporterna. Andelen forskning om klimatprocesser och

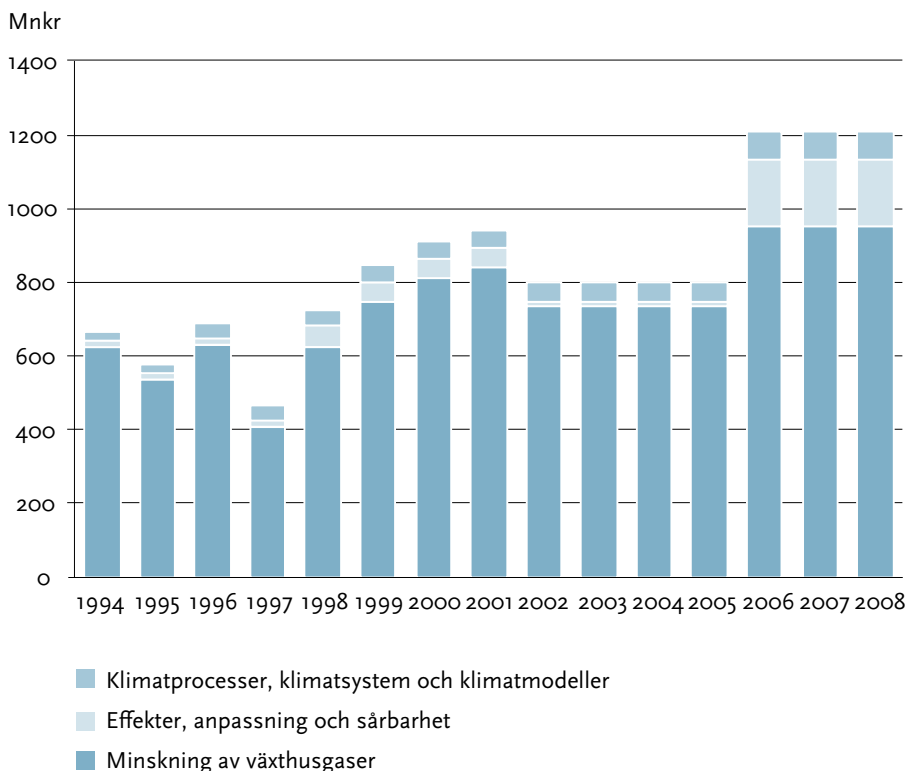
⁸¹ De områden som FN efterfrågar rapportering om är 1) Klimatprocesser, klimatsystemet inklusive paleoklimat (forma tiders klimat) 2) Modellering och projektioner 3) Miljöeffekter 4) Socioekonomiska analyser inklusive analyser av effekter, anpassningsbehov och skyddsåtgärdsalternativ 5) Motverkande åtgärder och anpassning.

⁸² Källan för statens anslag till forskning och utveckling är SCB:s *Statliga anslag till forskning och utveckling 2011*.

⁸³ Ds 2005:55 s. 14.

klimatmodeller har ökat under hela perioden enligt nationalrapporterna, men är mindre än 10 procent.

Figur 1 Stöd till klimatforskning 1994–2008 enligt Sveriges nationalrapporter till FN, löpande priser



Källa: Riksrevisionens bearbetning och tolkning av Sveriges nationalrapporter om klimatförändringar – i enlighet med Förenta Nationernas ramkonvention om klimatförändringar (Ds 1994:121, Ds 1997:26, Ds 2001:71, Ds 2005:55, Ds 2009:63.)

Not: Uppgifterna om forskningsmedel för 2005 skiljer sig åt i nationalrapporterna från 2005 och 2009. Den lägsta siffran har använts för att inte överskatta forskningsmedlen. Skillnaden är 400 miljoner kronor.

Klimatforskning om minskning av växthusgaser ökar kraftigt

Eftersom uppgifterna i nationalrapporterna är osäkra och inte omfattar de senaste årens utveckling, har Riksrevisionen jämfört dessa med uppgifter från forskningsfinansiärerna. Jämförelsen innefattar dock bara klimatforskning som handlar om minskning av växthusgaser.

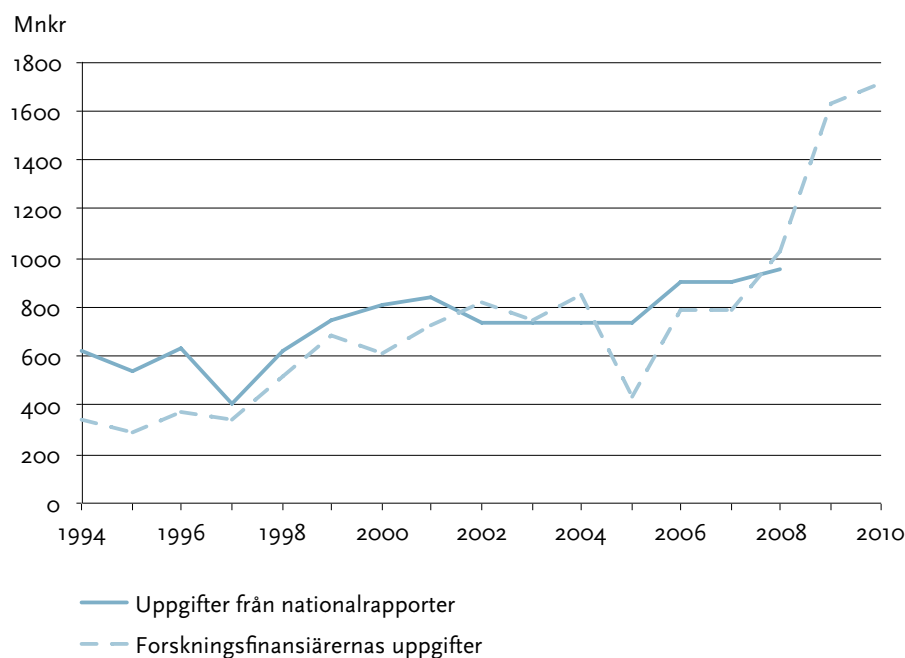
Uppgifterna från forskningsfinansiärerna visar att statens stöd till forskning om minskning av växthusgaser har ökat kraftigt från och med 2008 och uppgick till 1,7 miljarder 2010. Det statliga forskningsstödet till minskning av växthusgaser har mer än fördubblats från 2007 till 2010. Samtliga forskningsfinansiärers stöd till klimatforskning har ökat. Den strategiska

satsningen på klimatforskning utgör en liten del av ökningen. Den del av den strategiska satsningen på klimatforskning som handlar om minskning av växthusgaser, utgjorde 65,9 miljoner kronor år 2010.⁸⁴

Av figur 2 framgår att medlen till forskning om minskning av växthusgaser för de flesta åren ligger lite lägre än nationalrapporterna, men uppgifterna speglar varandra i stort. Undantaget är år 2005 då regeringen rapporterar betydligt mer pengar i nationalrapporterna än forskningsfinansiärerna redovisar till Riksrevisionen.⁸⁵

Uppgifterna är dock ungefärliga, främst därför att forskningsfinansiärerna har haft svårt att avgöra om projekt och program är klimatrelaterade. Det kan innebära att uppgifterna kan innehålla medel till forskning och utveckling som inte är klimatrelaterad. Flera myndigheter, som Vinnova och Vetenskapsrådet, har inte kunnat lämna uppgifter för hela perioden. Finansiärernas uppgifter är därmed en ungefärlig uppskattning av de medel som faktiskt har betalats ut till forskning om minskning av växthusgaser under perioden 1994–2010.

Figur 2 Statligt stöd till forskning om minskning av växthusgaser enligt nationalrapporterna och forskningsfinansiärerna 1994–2010, löpande priser



Källa: Riksrevisionens tolkning och sammanställning av Sveriges nationalrapporter om klimatförändringar samt forskningsfinansiärernas uppgifter till Riksrevisionen om medel som har betalats ut till klimatforskning om minskning av växthusgaser.

⁸⁴ Den strategiska satsningen på klimatforskning uppgick till 115 miljoner kronor år 2010. Av satsningen på klimatforskning har vi klassificerat de tre energiprojekten, skogsprojektet och klimatmodellprojektet Merge som forskning om minskning av växthusgaser.

⁸⁵ Skillnaden vore ännu större om vi hade utgått från de siffror som regeringen rapporterar för 2005 i den senaste nationalrapporten.

3.3 Riksrevisionens kartläggning av klimatforskningen

Eftersom det inte finns något entydigt underlag som anger klimatforskningens inriktning och omfattning, har Riksrevisionen som en del av granskningen kartlagt klimatforskningen. Vi har ställt en enkät till alla universitet, högskolor, forskningsinstitut och företag som bedrev någon typ av klimatforskning under 2010. Institutioner vid universitet och högskolor och privata företag har fått avgöra om de under året har bedrivit forskning eller utveckling inom ett eller flera av följande områden:

- klimatsystem, klimatsystem och klimatmodeller
- effekter av klimatförändringar, anpassning och sårbarhet
- minskning av växthusgaser.

3.3.1 Minst 2 miljarder till klimatforskning år 2010

Riksrevisionens enkätundersökning tyder på att det statliga stödet till klimatforskning uppgick till minst 2 miljarder kronor år 2010. Cirka 25 procent av de statliga medlen till klimatforskning år 2010 var basanslag vid universitet och högskolor. Stödet till klimatforskning utgjorde 7 procent av statens samlade medel till forskning och utveckling under 2010.⁸⁶ Om även medel från EU, kommuner och landsting samt privata aktörer räknas in, uppgick medlen till klimatforskning till minst 3,6 miljarder kronor år 2010, enligt Riksrevisionens enkät.⁸⁷

Tabell 1 Statligt stöd till klimatforskning år 2010 enligt Riksrevisionens enkät till universitet, högskolor och privata företag. Belopp i miljoner kronor

Klimatforskning år 2010	Mnkr	Varav basanslag
Klimatprocesser och klimatmodeller	286	119
Klimat effekter, anpassning och sårbarhet	272	85
Minskning av växthusgaser	1393	296
Totalt	1951	500

Källa: Riksrevisionens enkät till universitet, högskolor och företag.

⁸⁶ SCB (2011) *Statliga anslag till forskning och utveckling 2011*. Enligt SCB var anslagen för FoU-medel i statsbudgeten 29,5 miljarder kronor år 2010.

⁸⁷ Andra källor är forskningsmedel från EU, kommuner och landsting samt privata aktörer. Se bilaga 2 för en fylligare redovisning av enkätens utformning.

Troligen är statens stöd till klimatforskning för 2010 högre än Riksrevisionens undersökning visar. Bortfallet i enkäten var 25 procent.⁸⁸ Bland dem som inte har svarat finns det institutioner och företag som enligt forskningsfinansiärerna har mottagit statliga medel för klimatforskning.⁸⁹ Bara till forskning om minskade utsläpp betalades 1,7 miljarder kronor ut enligt forskningsfinansiärerna, över 300 miljoner kronor mer än Riksrevisionens enkät visar. Utöver detta fick universitet och högskolor basanslag som också gick till minskning av växthusgaser. De belopp som redovisas från Riksrevisionens undersökning är alltså lågt räknade.

3.3.2 *Merparten av klimatforskningen handlar om minskning av växthusgaser*

Merparten av de statliga medlen till klimatforskning år 2010, drygt 70 procent, gick till forskning som direkt eller indirekt handlar om att minska utsläppen av växthusgaser enligt Riksrevisionens undersökning. Resterande knappa 30 procent fördelades nästan jämt mellan forskning om klimatprocesser och modeller, respektive forskning om klimateffekter och anpassning.

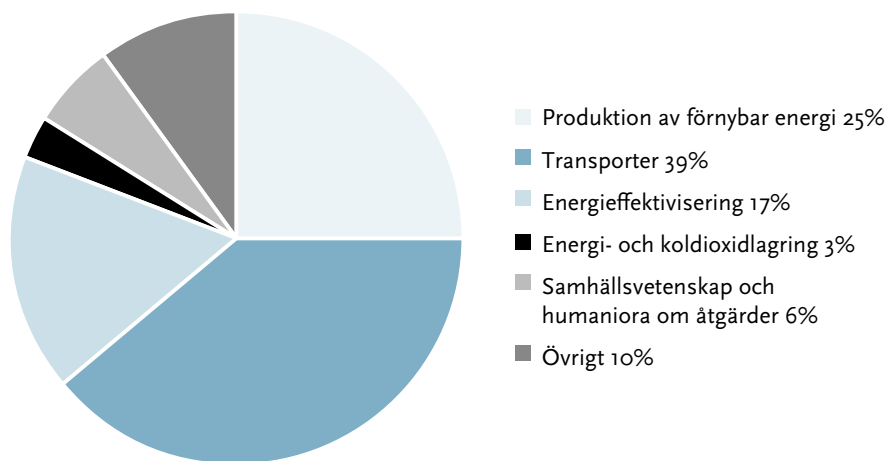
De privata företag som fick offentliga forskningsmedel bedrev nästan enbart klimatforskning som direkt eller indirekt handlar om att minska utsläppen av växthusgaser. Det är en förklaring till att en så stor andel av klimatforskningen handlar om minskade utsläpp. Bland universitet och högskolor var cirka 55 procent av klimatforskningen inriktad mot minskning av växthusgaser. Av den klimatrelaterade forskningen år 2010 bedrevs 90 procent inom naturvetenskap och teknik.

Riksrevisionens enkät visar att inom forskning om minskning av växthusgaser fick forskning om transporter mest stöd, nära 40 procent. Transportforskningen handlar till exempel om hybridfordon, biodrivmedel och järnväg. Näst mest stöd, 25 procent, gick till forskning om produktion av förnybar energi som vindkraft, solenergi och bioenergi.

⁸⁸ Vi har inte genomfört bortfallskompensation eftersom en stor del av de som inte har svarat troligen inte har bedrivit klimatforskning under 2010. Vi skulle med enkel bortfallskompensation därmed riskera att överskatta omfattningen av svensk klimatforskning.

⁸⁹ De medel som utbetalades till klimatrelaterad forskning men som inte finns med i Riksrevisionens enkät, uppgår till 175,3 miljoner kronor, allt inom området minskning av växthusgaser.

Figur 3 Fördelning av medel till forskning om minskning av växthusgaser på olika forskningsområden år 2010 enligt Riksrevisionens enkät



Källa: Riksrevisionens enkät till universitet, högskolor och företag.

3.3.3 Stora oförbrukade medel i den strategiska satsningen på klimat

Regeringen har tillfört klimatforskningen ytterligare medel genom den strategiska satsningen på klimatforskning från 2010. Även andra satsningsområden tillfördes extra medel, bland annat medicin och teknik. Enligt forskningspropositionen ingår följande områden i den strategiska satsningen på klimatrelaterad forskning:⁹⁰

- energi
- hållbart utnyttjande av naturresurser
- effekter på naturresurser, ekosystemtjänster och biologisk mångfald
- klimatmodeller
- havsmiljöforskning.

År 2010 fick dessa områden 115 miljoner kronor extra i forskningsstöd från regeringen. Förutom dessa medel som regeringen har tillfört klimatområdet, har universitet och högskolor även använt delar av basanslaget till den strategiska satsningen och fått medel från samarbetspartner, totalt 511 miljoner kronor. Det går inte att följa i vilken utsträckning högskolorna har använt de medel regeringen har tillfört områdena som del av den strategiska satsningen. Men den första uppföljningen av den strategiska satsningen visar att

⁹⁰ Prop. 2008/09:50, bet. 2008/09:UbU4, rskr. 2008/09:160.

80 procent av de samlade strategiska medlen till klimatforskning var oförbrukade efter första året.⁹¹ Det är avsevärt mer än för de strategiska forskningsområdena totalt där en tredjedel av medlen var oförbrukade vid årets slut. Det kan även jämföras med Riksrevisionens tidigare granskning av oförbrukade medel hos universitet och högskolor som visade att 20 procent av de externa forskningsmedlen från Vetenskapsrådet och Formas var oförbrukade vid 2009 års slut.⁹²

Ett av de universitet som har fått extra medel i samband med satsningen på klimatrelaterad forskning, nämner i uppföljningen att det är en utmaning att hitta och anställa ny kvalificerad personal som kan arbeta inom de strategiska forskningsområdena.⁹³

3.3.4 All klimatforskning är inte forskning eller utveckling

Det finns exempel på att projekt och program som finansieras med medel från energiforskningsanslaget inte är forskning och utveckling enligt OECD:s definition.⁹⁴ Dessa projekt och program har andra syften, till exempel standardisering, utvärdering och informationsspridning. Energimyndigheten skiljer i sin redovisning av anslaget till energiforskning inte på medel som går till forskning och utveckling och medel som går till andra syften.⁹⁵ Därmed är det svårt att veta hur mycket forskning som faktiskt har bedrivits med medel till klimatforskning.

Riksrevisionens genomgång av energiforskningen visade att ett forskningsprogram och fyra av tio slumpmässigt utvalda projekt hos Energimyndigheten avsåg aktiviteter som inte var forskning eller utveckling.⁹⁶

⁹¹ *Uppföljning av strategiska forskningsområden 2010 – bilaga 2*. Energimyndigheten, FAS, Formas, Vetenskapsrådet och Vinnova (mars 2011). Detta gäller förbrukningen av de totala medlen som i uppföljningen rapporteras som intäkter, även basanslagen.

⁹² Riksrevisionen (2011) *Oförbrukade forskningsbidrag vid universitet och högskolor*. RiR 2011:3.

⁹³ *Uppföljning av strategiska forskningsområden 2010 – bilaga 2 s. 30–31*. Energimyndigheten, FAS, Formas, Vetenskapsrådet och Vinnova (mars 2011).

⁹⁴ OECD definierar forskning och utveckling som "forskning är ett systematiskt arbete för att söka efter ny kunskap eller nya idéer med eller utan en bestämd tillämpning i sikte. Utveckling är ett systematiskt arbete som utnyttjar forskningsresultat, vetenskaplig kunskap eller nya idéer för att åstadkomma nya material, varor, tjänster, processer, system eller metoder, eller väsentliga förbättringar av redan existerande sådana". OECD (2003) *Frascati Manual 2002 – Proposed standard practice for surveys on research and experimental development*.

⁹⁵ Enligt Energimyndighetens svar på faktagranskning 2012-01-16 och e-post 2012-01-20 är det endast cirka 1–2% av verksamheten inom energiforskningsprogrammet som inte faller inom begreppet forskning och utveckling. Enligt Energimyndighetens beräkningar uppgick myndighetens finansiering av verksamhet som inte var forskningsprojekt till cirka 25 miljoner kronor år 2011.

⁹⁶ De tio projekten valdes slumpmässigt ut från totalt 570 avslutade projekt hos Energimyndigheten perioden 2009–2011. *Beslut enskilt projekt*. Energimyndigheten, dnr. 2006-01295, 2006-04-24. *Beslut enskilt projekt*. Energimyndigheten, dnr. 2007-00243, 2007-02-06. *Beslut programprojekt*. Energimyndigheten, dnr. 2006-03900, 2007-02-14. *Beslut enskilt projekt*. Energimyndigheten, dnr 2010-002080, 2010-05-31. *Utvärdering och framtidsanalys av SolEl-programmet – 2008 till 2011*. Elforsk rapport 11:49.

I stället gick medel till

- deltagande i arbetsgrupper i det internationella samarbetsorganet International Energy Agency (IEA) med syfte att utbyta information⁹⁷
- uppgradering av tekniska specifikationer till europeiska standarder
- utvärdering av styrmedel
- samverkan och spridning av information om förnybar energi.

Enligt OECD ska varken standardiseringsarbete, policyrelaterade utvärderingar eller informationsspridning räknas som forskning och utveckling.⁹⁸ Samverkan och informationsspridning är enligt högskolelagen en av högskolornas uppgifter.⁹⁹ Det kan därför vara befogat att medel ges till forskare vid högskolor som bedriver projekt med detta syfte. Medel till informationsspridning har dock inte enbart gått till forskare, utan även till standardiseringsinstitut och företag. Sammantaget innebär detta att inte alla medel som går till klimatforskning används till forskning eller utveckling.

3.3.5 Svårt att göra internationella jämförelser av klimatforskningens omfattning

Varken Utbildningsdepartementet eller Miljödepartementet känner till om det finns uppgifter internationellt om hur mycket olika länder satsar på klimatforskning. Enligt Utbildningsdepartementet känner inte heller OECD till några sådana sammanställningar.¹⁰⁰ Det går inte utifrån olika länders nationalrapporter till FN att utläsa hur stora stöd andra länder ger till klimatforskning. De flesta länder uppger inte några summor i nationalrapporterna om klimatförändringar. Där det finns uppgifter är det oklart om energiforskningen inkluderas eller inte, vilket gör det svårt att jämföra olika länder.

Norge och Danmark har i några av sina nationalrapporter om klimatförändringar uppgett hur mycket pengar som går till klimatforskningen. Enligt Norges rapportering har det statliga stödet ökat från 113 miljoner norska kronor år 1999 till 330 miljoner norska kronor år 2008.¹⁰¹ I Danmarks

⁹⁷ Enligt Energimyndighetens svar på faktagranskning 2012-01-16 och e-post 2012-01-20 gör Energimyndigheten följande bedömning av IEA: Energimyndighetens finansiering av IEA är av samma karaktär som de svenska forskningsprojekt som myndigheten finansierar. När universitet och högskolor eller företag deltar i IEA:s forskningsprojekt är detta därmed att betrakta som forskning.

⁹⁸ OECD (2003) *Frascati Manual 2002* s. 30–32.

⁹⁹ 2 § andra stycket, högskolelag (1992:1434).

¹⁰⁰ E-post från Utbildningsdepartementet 2011-12-01, intervjuer med representanter för Miljödepartementet (2011-11-24) och Utbildningsdepartementet (2011-11-23).

¹⁰¹ *Norway's Fifth National Communication under the Framework Convention on Climate Change. Status report as of December 2009.*

nationalrapport från år 2005 uppgav regeringen att statens stöd var 493 miljoner danska kronor. Enligt en kartläggning från 2009 var emellertid stödet lägre år 2007: enbart 320 miljoner danska kronor.¹⁰²

Statligt stöd till energiforskning internationellt

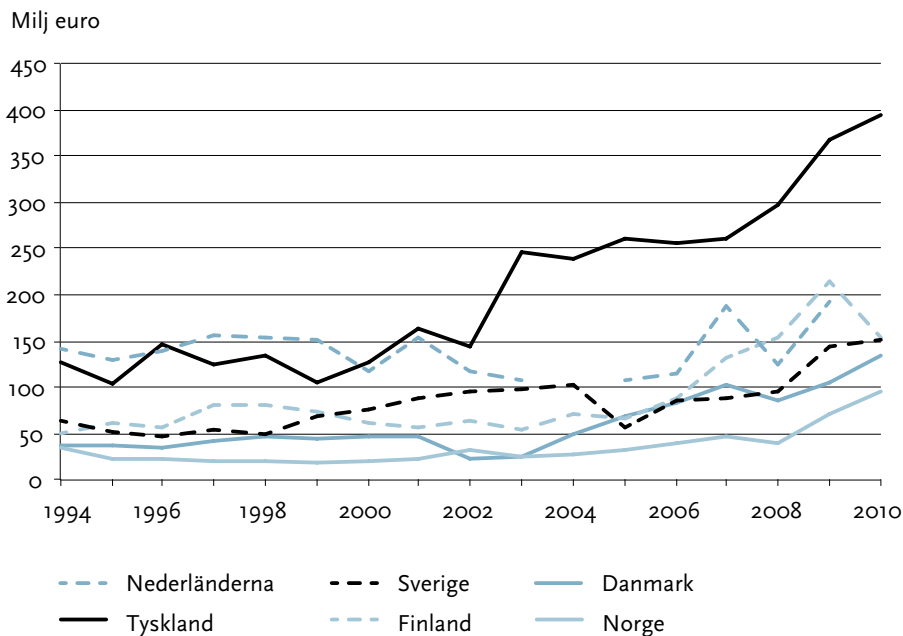
Energiforskningen utgör, som vi har redovisat tidigare, en stor del av forskningen om minskning av växthusgaser. International Energy Agency (IEA) samlar uppgifter om offentligt finansierad energiforskning för de flesta europeiska länder samt Nordamerika, Australien, Nya Zeeland, Japan och Korea i en databas. Riksrevisionen har exkluderat forskning om kärnkraft och fossila bränslen och därefter använt uppgifterna som en indikation på de nordeuropeiska ländernas stöd till klimatforskning.

Figuren nedan visar utvecklingen av pengar till energiforskning i norra Europa under perioden 1994–2010. Bland de nordiska länderna har Sverige gett mest pengar till energiforskning. Fram till början av 2000-talet var medlen till energiforskning relativt oförändrade i alla de undersökta länderna. De flesta länderna ökade därefter medlen kraftigt. Utvecklingen i Nederländerna är mindre entydig, och Nederländerna är det land i detta urval som inte har haft en tydlig ökning av medlen till energiforskning.

Uppgifterna från IEA år 2010 visar att Sverige satsade 150 miljoner euro eller cirka 1,3 miljarder svenska kronor på energiforskning. Norge ger mindre statligt stöd till energiforskning än de andra nordiska länderna, och en stor del handlade om forskning om koldioxidlagring. Tyskland delade ut absolut mest medel till energiforskning, närmare 400 miljoner euro år 2010.

¹⁰² Kortlægning af klimaforskning i Danmark. Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling (2009).

Figur 4 Energiforskning som handlar om minskade utsläpp 1994–2010. Belopp i miljoner euro, 2010 års priser och växelkurser¹⁰³



Källa: IEA.

3.4 Sammanfattande iakttagelser

- Regeringen har inte rapporterat någon samlad bild av klimatforskningen till riksdagen – vare sig vad gäller dess omfattning eller inriktning.
- Det saknas säkra uppgifter om hur mycket pengar som går till svensk klimatforskning. En orsak är att det inte finns någon egentlig samordning av klimatforskningen. En annan är att det saknas en gemensam definition av klimatforskning i Sverige. De myndigheter som ger stöd till klimatforskning har inte heller klassificerat forskningsprojekt som klimatforskning. Forskningsfinansiärerna har därmed svårt att ta fram uppgifter om hur mycket pengar de har tilldelat klimatforskning.
- Riksrevisionens undersökning visar att statens medel för klimatforskning har ökat betydligt från 1994 till 2010. Riksrevisionens sammanställning av regeringens nationalrapporter visar att statens stöd till klimatforskning troligen uppgår till totalt cirka 13 miljarder kronor under perioden 1994–2008, men uppgifterna är ungefärliga. Merparten av klimatforskningen handlar om minskning av växthusgaser.

¹⁰³ Forskning om förnybara energikällor, hydrogen och bränsleceller, kraft- och lagringstekniker, andra energirelevanta tekniker och CCS (Carbon capture and storage) är inkluderat. Forskning om kärnkraft och fossila bränslen är exkluderat.

- Myndigheterna rapporterar olika uppgifter om klimatforskningens omfattning, 440 miljoner kronor respektive 1,2 miljarder kronor per år. Riksrevisionens enkätundersökning visar att statens stöd till klimatforskning är nästan 1 miljard mer per år än de senaste uppgifter som regeringen presenterade i Sveriges nationalrapport till FN 2009.
- Trots att regeringen inte har redovisat klimatforskningens ekonomiska omfattning till riksdagen, har klimatforskningen tillförts mer pengar genom en strategisk satsning. Den första uppföljningen av den strategiska satsningen visar att 80 procent av pengarna till den strategiska satsningen på klimatforskning var oförbrukade efter ett år.
- En ytterligare osäkerhet när det gäller att bestämma klimatforskningens omfattning är att all klimatforskning inte är forskning eller utveckling enligt OECD:s definition. En del insatser som Energimyndigheten finansierar från energiforskningsanslaget handlar i stället om informationsspridning, utvärdering och standardisering.

4 Resultat av klimatforskning

Det är inte känt vilka resultat svensk klimatforskning hittills har lett till eller vilka resultat forskningen förväntas leda till. Varken regeringen eller forskningsfinansiärerna har någon samlad bild av klimatforskningens resultat. Riksrevisionens egen analys av klimatforskningens resultat visar att svensk klimatforskning står sig väl i en internationell jämförelse av vetenskapliga artiklar, citeringar och patentansökningar. Däremot är det oklart i vilken utsträckning forskningen har bidragit till att nå klimatmålen.

4.1 Oklart vilka resultat klimatforskningen ska bidra med

Riksdagen har framhållit att klimatforskningen är väsentlig för att nå klimatmålen.¹⁰⁴ Miljö- och jordbruksutskottet har betonat att klimatforskning är central för att kunna minska samhällets klimatpåverkan och möjliggöra en hållbar samhällstillväxt utan negativ klimatpåverkan.¹⁰⁵

Vilka konkreta resultat klimatforskningen ska bidra med för att nå klimatmålen är dock oklart. Regeringen har inte klargjort hur klimatforskningen ska bidra till att klimatmålen nås. Regeringen har inte heller presenterat någon strategi för vad klimatforskningen ska leda till. Det saknas exempelvis en precisering av vilka samhällsförändringar som behövs eller vilka tekniska genombrott som är väsentliga för att klimatmålen ska nås. Det framgår inte i vare sig klimat-, energi-, eller forskningspropositionerna vad klimatforskningen ska bidra med mer än att forskning och utveckling är ett viktigt styrmedel för att uppnå klimat- och energimålen.¹⁰⁶

Inte heller i intervjuer med ansvariga departement – Näringsdepartementet, Utbildningsdepartementet och Miljödepartementet – har det framgått vad klimatforskningen ska bidra med. Det enda som har framkommit är att forskningen ska bidra till klimatmålen och kunskap om klimatförändringar och anpassning till ett förändrat klimat.¹⁰⁷ På vilket sätt, inom vilka områden eller i

¹⁰⁴ Prop. 2005/06:172, bet. 2005/06:MJU16, rskr. 2005/06:389.

¹⁰⁵ Bet. 2008/09:UbU4 s. 136 (bilaga 7).

¹⁰⁶ Prop. 2008/09:50, bet. 2008/09:UbU4, rskr. 2008/09:160; prop. 2008/09:162, bet. 2008/09:MJU28, rskr. 2008/09:300; prop. 2008/09:163, bet. 2008/09:NU25, rskr. 2008/09:301.

¹⁰⁷ Intervju Miljödepartementet 2011-11-24, Utbildningsdepartementet 2011-11-23, Näringsdepartementet 2011-11-22.

vilken utsträckning är dock oklart. Det är också oklart om regeringen förväntar sig att klimatforskningen ska bidra med fler eller bättre resultat i och med att området har fått mer pengar. I regeringens förslag till en strategisk satsning på klimatforskning 2008 framgår det inte heller vad de ökade medlen till klimatforskningen mer konkret förväntas leda till.¹⁰⁸

Klimatberedningen konstaterade 2008 att det inte är utrett hur teknikutveckling kan komma till stånd och gynnas.¹⁰⁹ Regeringen har, trots Klimatberedningens konstaterande, inte utrett eller på annat sätt tydliggjort detta.

4.1.1 *Klimatforskning har flera olika mål*

Det finns ett antal olika mål för klimatforskningen, ett av dem är att "möjliggöra en hållbar samhällstillväxt utan negativ klimatpåverkan".¹¹⁰ Ett annat mål är att bidra till "en långsiktig kunskapsutveckling som på sikt ytterligare bidrar till samhällets utveckling och välfärd".¹¹¹ Med olika och opreciserade mål blir det oklart vilka resultat klimatforskningen kan väntas ge.

De mål klimatforskningen ska bidra till att uppnå finns inom flera olika politikområden. Politikområdena har områdesspecifika mål, till exempel näringspolitiska, energipolitiska, forskningspolitiska och transportpolitiska mål. Det är dessa mål, och inte främst de klimatpolitiska målen, som är styrande för regeringen och myndigheterna när pengar ska fördelas till klimatforskning.

För energiforskningen, som utgör den största delen av forskning om minskning av växthusgaser, är detta tydligt. Näringsdepartementet anger att "energiforskning är just energiforskning, med sin egen uppsättning mål och sin egen process för formulering och mål".¹¹² Energimyndigheten uppger att inget av de mål som myndigheten ska bidra till är uttryckt som minskning av växthusgaser. Flera av myndighetens mål är dock indirekt kopplade till minskning av växthusgaser, medan andra syftar till att bygga upp kompetens hos olika aktörer och bidra till kommersialisering i Sverige och på andra marknader. Energimyndigheten anser därför att dess verksamhet inte nödvändigtvis leder till att minska utsläppen av växthusgaser på det mest effektiva sättet.¹¹³

¹⁰⁸ Prop. 2008/09:50, bet. 2008/09:UbU4, rskr. 2008/09:160.

¹⁰⁹ SOU 2008:24 s. 228.

¹¹⁰ Prop. 2008/09:50 s. 98.

¹¹¹ Prop. 2008/09:50 s. 98.

¹¹² Näringsdepartementets skriftliga svar på faktagranskning den 16 januari 2012.

¹¹³ Skriftligt svar från Energimyndigheten i samband med faktagranskning den 16 januari 2012.

Vinnova anser att om klimatforskningen verkligen ska bidra till klimatmålen, måste perspektivet på forskningen ändras. Klimatet bör ses "som en samhällsutmaning som drar forskning och driver innovation. Detta kräver att forskningen sker i samverkan mellan akademi och näringsliv och omgivande samhälle på ett helt annat sätt än i dag".¹¹⁴

4.1.2 *Ingen samlad strategi för klimatforskningen*

Trots att klimatforskningen är sektorsövergripande och involverar flera forskningsfinansiärer som tilldelar pengar inom samma forskningsområden, saknas en samlad strategi för hur insatserna ska prioriteras på övergripande nivå. Det saknas även en handlingsplan som preciserar vilka forskningsinsatser som bör genomföras, tidpunkter för genomförandet och vilka resultat insatserna ska leda till.

IPCC, EU, Naturvårdsverket, Kungliga vetenskapsakademien (IVA), IVL Svenska miljöinstitutet med flera har utformat scenarier om vilka förändringar som krävs för att nå klimatmålet till år 2050 i Sverige och internationellt.¹¹⁵ Regeringen har dock inte använt scenarierna för att precisera vad klimatforskningen ska bidra med eller inom vilka områden. Naturvårdsverket har fått i uppdrag att ta fram en färdplan för ett Sverige utan nettoutsläpp av växthusgaser 2050. Regeringen har i uppdraget inte preciserat om färdplanen också ska omfatta hur klimatforskningen kan bidra till att uppnå klimatmålen.¹¹⁶

För delar av klimatforskningen finns det däremot forskningsstrategier. För energiforskningen har Energimyndigheten sedan 2004 haft en strategisk inriktning för den del av forskningen som finansieras av myndigheten.¹¹⁷ Energimyndigheten har i strategierna bland annat utgått ifrån klimatmålen för att prioritera sina insatser. Energimyndigheten har i strategierna pekat ut sex satsningsområden; hur Energimyndigheten prioriterar mellan dessa områden är dock oklart.¹¹⁸ Det är inte heller tydligt hur satsningarna förhåller sig till andra forskningsfinansiärers prioriteringar eftersom strategin

¹¹⁴ Skriftligt svar från Vinnova i samband med faktagranskning den 16 januari 2012.

¹¹⁵ Se till exempel Svenska miljöinstitutet IVL (2011) *Swedish long-term low carbon scenario*; Naturvårdsverket (2007) *Tvågradersmålet i sikte? Scenarier för det svenska energi- och transportsystemet till år 2050*, rapport 5754; Kungl. Vetenskapsakademiens Energiutskott (2010) *Sveriges energikarta*; Kungl. Vetenskapsakademien (2010) *Uttalande om effektivisering av energianvändningen i Sverige fram till 2050*; IPCC (2011) *Special report on renewable energy sources and climate change mitigation. Summary for policymakers*.

¹¹⁶ Regeringen (2011) *Uppdrag att ge underlag till en svensk färdplan för ett Sverige utan klimatutsläpp 2050*, M2011/2426/K1.

¹¹⁷ Se Energimyndighetens tre Fokus rapporter ER 29:2004, ER 2005:38, ER 2009:32.

¹¹⁸ Energisystemstudier, byggnaden som energisystem, energiintensiv industri, kraftsystem, transportsektorn, bränslebaserade energisystem.

enbart gäller energiforskningen och Energimyndighetens insatser, inte andra delar av klimatforskningen. Det framgår därmed inte hur insatserna förhåller sig till andra forskningsfinansiärers prioriteringar. Exempelvis har Energimyndigheten prioriterat transportforskning, ett forskningsområde som även bland annat Vinnova finansierar i stor utsträckning.¹¹⁹ Det saknas dock en samlad strategi för hur forskningen bör inriktas för att lösa transportområdets utsläpp så att förutsättningarna för att nå klimatmålen förbättras.

Formas presenterade 2011 en strategi för miljöforskningen, där delar av klimatforskningen ingår. Av de sju områden som Formas identifierat som viktiga är energi, effektivt och hållbart nyttjande av naturresurser, hållbara städer samt klimatförändringar relevanta för klimatforskningen. Strategin är allmänt hållen och pekar inte ut vilka som ska ansvara för forskningsinsatserna och när de ska genomföras. Hur de olika klimatrelevanta områdena ska prioriteras i förhållande till varandra och vilka resultat forskningen på de olika områdena kan förväntas leda till, framgår inte av strategin. På energiområdet pekar Formas ut samma områden som Energimyndigheten har beskrivit i sin senaste strategi.

4.1.3 *Tydligare i andra länder vad klimatforskningen ska bidra med*

Det finns exempel på andra länder som har strategier för vad klimatforskningen ska bidra med. I Norge har det norska forskningsrådet tagit fram en nationell handlingsplan för klimatforskningen. I den presenterar forskningsrådet bland annat inom vilka områden det finns behov av mer forskning. Handlingsplanen är baserad på en analys av hur mycket forskning som hittills har bedrivits inom olika områden, var det finns ytterligare behov av klimatforskning samt vilka som är de norska styrkeområdena inom klimatforskningen. I planen prioriterades följande områden inom forskning om minskning av växthusgaser: förnybar energi, energieffektivisering, klimativänliga transporter samt att fånga och lagra koldioxid.¹²⁰ Det norska forskningsrådet ansvarar för en pågående utvärdering av klimatforskningen. Utvärderingen ska vara klar våren 2012.

Den brittiska regeringen har sedan 2011 en handlingsplan för hur klimatmålen till 2050 ska uppnås. Handlingsplanen innefattar åtgärder och tidsplaner för de kommande fem åren på både nationell och internationell nivå. Här tydliggör regeringen vad forskningen ska bidra med inom olika områden. I planen anger den brittiska regeringen att det behövs forskningsinsatser för att reducera

¹¹⁹ Energimyndigheten (2009) *Fokus III. Energimyndighetens strategi för forskning, utveckling, demonstration, innovation och kommersialisering (EFUDIK) för perioden 2011–2014*. ER 2009:32.

¹²⁰ *Nasjonal handlingsplan for klimaforskning. Styrking av strategisk helhet og langsiktighet i norsk klimaforskning*. Norges forskningsråd 2006.

utsläppen från exempelvis industrin, transportsektorn och jordbrukssektorn.¹²¹ Förväntade resultat presenteras med ett utpekat ansvar per departement och med en tydlig tidsplan.

Den danska regeringen tillsatte i mars 2008 en klimatkommission som bestod av tio forskare. Kommissionen skulle föreslå hur regeringens vision om att Danmark i framtiden blir oberoende av fossila bränslen kan nås. Kommissionen lämnade sin rapport 2010 och rapporten har ingått som del i regeringens Energistrategi 2050. Energistrategi 2050 presenterades i februari 2011. I strategin ingår forskning och utveckling av energiteknik som en central del. Eftersom dansk forskning inte kan vara ledande inom alla gröna tekniker, tar regeringen som del av strategin fram en plan för vilka områden som bäst stöder 2050-planen och där danskt näringsliv står starkt.¹²²

4.2 Ingen redovisning av svensk klimatforsknings resultat

Riksdagen har generellt när det gäller klimatpolitiken efterfrågat redovisning av resultat av åtgärder inom klimatområdet, särskilt med inriktning mot resultat och effekter av de insatser som görs.¹²³ Redovisningen behöver enligt riksdagen vara sammanhållen, eftersom huvuddelen av de insatser som görs inom klimatområdet finns inom andra utgiftsområden än miljö.¹²⁴

4.2.1 Svårt men inte omöjligt att undersöka forskningsresultat

Forskningsresultat låter sig inte enkelt mätas och värderas. Forskning har många olika syften som inte kan fångas med kvantitativa indikatorer. Indikatorer som vetenskapliga artiklar och citeringar är dock de mest använda måtten när vetenskapliga resultat ska mätas. Vetenskapsrådet följer upp svensk forskning på en övergripande nivå varje år med utgångspunkt i antalet vetenskapliga artiklar och citeringar. Både inom OECD och EU pågår sedan länge ett arbete med att utveckla exempelvis datainsamling och indikatorer för att mäta forskningens resultat. OECD har tagit fram flera manualer om resultatindikatorer.¹²⁵ Även EU har tagit fram indikatorer för att undersöka forskningens resultat, bland annat antalet artiklar för att mäta vetenskaplig produktion och antalet patent för att mäta tekniska forskningsresultat.

¹²¹ HM Government (2011) *Carbon Plan*.

¹²² Energistrategi 2050.

¹²³ Bet. 2008/09:MJU1.

¹²⁴ Prop. 2009/10:1 utg.omr. 20, bet. 2009/10:MJU1, rskr. 2009/10:129.

¹²⁵ Exempelvis OECD (2003) *Frascati Manual 2002*, *OECD Oslo Manual 2005* och *OECD Patent Statistics Manual 2009*.

Forskningen i medlemsländerna följs upp med hjälp av dessa indikatorer och resultaten redovisas vartannat år i särskilda rapporter.¹²⁶

Det finns också exempel på att klimatforskningens resultat har utvärderats. På den danska regeringens uppdrag genomfördes 2009 en undersökning av den samlade danska klimatforskningen.¹²⁷ I uppföljningen ingick bland annat att undersöka klimatforskningens resultat i form av antalet vetenskapliga artiklar. Undersökningen av vetenskapliga artiklar visade att Danmark är ett av de mest produktiva länderna inom klimatforskningen. Undersökningen visade också inom vilka delområden danska forskare främst publicerar artiklar.

4.2.2 *Regeringen har inte kännedom om klimatforskningens resultat*

Regeringen har inte tagit reda på vilka resultat svensk klimatforskning hittills har lett till eller efterfrågat någon samlad analys eller utvärdering av klimatforskningens resultat från forskningsfinansiärerna.

Regeringen har därmed inte heller samlat presenterat vilka resultat klimatforskningen har bidragit till, varken i budgetpropositionerna eller i andra redovisningar. På en övergripande nivå har regeringen rapporterat om svensk forsknings samlade resultat i form av antalet vetenskapliga artiklar, citeringar och patent i forskningspropositionerna.¹²⁸ Vissa resultat från energiforskningen redovisas varje år i budgetpropositionerna. Det går däremot inte att utifrån dessa underlag få en bild av klimatforskningens resultat.

I regeringens senaste kontrollstation 2008, där den svenska klimatpolitiken utvärderades, analyserades inte forsknings- och utvecklingsinsatserna. Detta trots att forskningen i kontrollstationen lyftes fram som ett viktigt långsiktigt styrmedel i klimatpolitiken.¹²⁹ Enligt representanter för Miljödepartementet var anledningen till att klimatforskningen inte utvärderades att både Klimatdelegationen och forskningspropositionen skulle behandla klimatforskningen under 2008. Men varken forskningspropositionen eller Klimatdelegationen gav någon bild av vilka resultat klimatforskningen har bidragit till hittills eller vad den ska bidra till framöver.

I regeringens förslag till den strategiska satsningen på klimatforskning finns inga uppgifter om vilka resultat klimatforskningen hittills har bidragit till.¹³⁰

¹²⁶ Europeiska unionens webbplats, 2012-01-19.

¹²⁷ Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling (2009): *Kortlægning af Klimaforskning i Danmark. Forskning: Analyse og Evaluering 2/2009*. Mars 2009.

¹²⁸ Prop. 2008/09:50 s. 33–37; prop. 2004/05:80 s. 22–24.

¹²⁹ Energimyndigheten och Naturvårdsverket (2008): *Den svenska klimatstrategins utveckling. En sammanfattning av Energimyndighetens och Naturvårdsverkets underlag till kontrollstation 2008*.

¹³⁰ Prop. 2008/09:50, bet. 2008/09:UbU4, rskr. 2008/09:160.

Inte heller den utvärdering av miljöforskning som Formas genomförde 2011 analyserade forskningsresultat. Den berörde dessutom bara delvis klimatforskningen.¹³¹

4.2.3 *Ingen samlad uppföljning av strategisk satsning på klimat*

I samband med den strategiska satsningen på klimatforskning har regeringen gett Vetenskapsrådet, Vinnova, Formas och Energimyndigheten i uppdrag att årligen följa upp satsningen på strategiska forskningsområden.¹³²

Myndigheterna överlämnade den första uppföljningen till regeringen i mars 2011.¹³³ Den strategiska satsningen på klimat har däremot inte följts upp på ett samlat sätt. De fem delområden som ingår i den strategiska satsningen på klimat redovisas som separata områden, inte som en samlad satsning.¹³⁴ Regeringen har inte heller begärt detta. Redovisningen innehåller dessutom uppgifter om resultat som inte är jämförbara och som därmed inte ger underlag för en samlad analys av resultaten.¹³⁵

4.2.4 *Ofullständig bild av energiforskningens resultat*

Regeringen ger inte heller någon bild av energiforskningens samlade resultat. En stor del av klimatforskningen är energiforskning (se kapitel 3). Enligt energiforskningspropositionen 2005/06 ska Energimyndigheten använda en rad specifika resultatindikatorer för att följa upp energiforskningen.¹³⁶ Näringsutskottet har särskilt poängterat vikten av att regeringen på ett tydligt sätt använder indikatorerna i sin resultatredovisning i budgetpropositionerna.¹³⁷

¹³¹ Formas (2011) *Analys av miljöforskningen och förslag till forskningsstrategi 2011–2016. Redovisning av regeringsuppdrag*.

¹³² *Uppdrag till Statens energimyndighet, Vetenskapsrådet, Verket för innovationssystem och Forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggande om utvärdering av satsningen på strategiska forskningsområden*. Regeringsbeslut 2010-09-30, U2010/5685-5688/F.

¹³³ *Uppföljning av de strategiska forskningsområdena 2010*. Energimyndigheten, FAS, Formas, Vetenskapsrådet och Vinnova, 2011-03-23.

¹³⁴ Även för de två andra övergripande områdena i den strategiska satsningen, medicin och livsvetenskaper respektive teknik, redovisas delområdena separat.

¹³⁵ Forskningsfinansiärerna följer årligen genom en enkät upp resultat från de 43 olika forskningsmiljöerna som har fått strategiska forskningsmedel. I enkäten frågar forskningsfinansiärerna efter ett antal olika resultatindikatorer och en kvalitativ beskrivning av resultaten. Miljöerna har dock tolkat frågorna olika. Vissa miljöer har rapporterat alla sina resultat under året oavsett om de har finansierats med pengar från de strategiska satsningarna eller med medel från tidigare år. Andra miljöer har inte rapporterat några resultat alls eftersom det var första året av satsningen och det därför har varit för tidigt att rapportera några resultat från satsningen (skriftligt svar från Vetenskapsrådet och telefonsamtal i samband med faktagranskning 2012-02-15).

¹³⁶ Prop. 2005/06:127, bet. 2005/06:NU19, rskr. 2005/06:347. Se bilaga 5 för en översikt över resultatindikatorerna.

¹³⁷ Bet. 2005/06:NU19 s. 25.

I regeringens årliga rapportering finns emellertid bara ett fåtal av indikatorerna med. Inte heller i den utvärdering av energiforskningen som gjordes på uppdrag av regeringen 2010 analyserades forskningens resultat.¹³⁸

4.2.5 *Brister i forskningsfinansiärernas uppföljning av klimatforskningens resultat*

En anledning till att det inte finns en samlad bild av klimatforskningens resultat, är att forskningsfinansiärernas uppföljning av forskningsinsatser har brister.

För att kunna bedöma hur myndigheterna har följt upp den svenska klimatforskningens resultat, har Riksrevisionen granskat ett tjugotal av de ansvariga myndigheternas uppföljningar av forskningsprojekt och -program. Vi har fokuserat på energi- och transportforskning eftersom denna utgör cirka 90 procent av forskning om minskning av växthusgaser. Energimyndigheten och Vinnova administrerar i huvudsak dessa medel. Energimyndigheten har också ett särskilt ansvar för miljökvalitetsmålet *Begränsad klimatpåverkan*.¹³⁹

Vinnova har på Riksrevisionens begäran enbart hänvisat till en utvärdering mellan åren 2009 och 2011 som gäller ett klimatrelaterat forskningsprogram.¹⁴⁰ Energimyndigheten har genomfört ett tjugotal utvärderingar under samma period.¹⁴¹ Energimyndigheten följer upp program inom energiforskningen efter tre–fyra år. Det är därför främst Energimyndighetens programutvärderingar vi har granskat.

Riksrevisionen har i granskningen av utvärderingarna utgått från de resultatmått som gäller för energiforskningen enligt regering och riksdag. Dessa resultatmått kan även användas för andra delar av klimatforskningen:

- Bidrag till energi- och klimatmålen
- Resultatindikatorer för kunskap och kompetens
- Resultatindikatorer för kommersialisering och nyttiggörande.

¹³⁸ Skr. 2009/10:168. I enlighet med prop. 2005/06:127, bet. 2005/06:NU19, rskr. 2005/06:347 ska energiforskningen utvärderas vart fjärde år. Utvärderingen från år 2010 var den första. Utvärderingen utfördes av konsultföretaget Ramböll.

¹³⁹ Vinnova har inget miljömålsansvar.

¹⁴⁰ Vinnova (2009) *Effekter av statligt stöd till fordonsforskning. Betydelsen av forskning och förnyelse för den svenska fordonsindustrins konkurrenskraft*.

¹⁴¹ Enligt Energimyndigheten är huvudsyftet med utvärderingarna "att utveckla verksamheten, att mäta/bedöma dels i vilken utsträckning programmen och projekten har uppnått verksamhetens mål och dels den vetenskapliga kvaliteten och relevansen i enlighet med myndighetens regleringsbrev". (Energimyndighetens skriftliga svar på faktagranskning den 16 januari 2012.)

Riksrevisionen har iakttagit att Energimyndigheten inte har använt de resultatmått energiforskningen ska mätas mot på ett enhetligt och systematiskt sätt. Därmed saknas underlag för att ge en samlad bild av energiforskningens resultat. Nedan presenteras Riksrevisionens iakttagelser om resultatuppföljningen av projekt och program utifrån resultatmått.

Få analyser om forskningens bidrag till klimat- och energimålen

Regeringen och näringsutskottet har framhållit att uppföljningen av energiforskningen ska innehålla uppgifter om insatsernas bidrag till miljö- och energimålen.¹⁴² Miljö- och jordbruksutskottet har efterfrågat en uppföljning av insatsernas resultat i förhållande till klimatmålen.

De uppföljningar och utvärderingar som Energimyndigheten och Vinnova har genomfört redovisar inte forskningens bidrag till att nå energi- eller klimatmålen, eller andra miljömål. En viktig orsak till att energiforskningens bidrag till energi- och klimatmålen inte kan mätas är att klimat- och energimålen generellt inte har operationaliserats. Det saknas mätbara, kvantitativa mål på program- och projektnivå.¹⁴³ Dessutom är det få utvärderingar som kvalitativt analyserar forskningens bidrag till klimat- och energimålen och utvecklingen av energisystemet. Visserligen förekommer det att utvärderarna kommenterar om forskningens relevans för klimat- och energimålen, men någon ytterligare analys görs inte.

Klimatforskningens bidrag till kunskap och kompetens är oklar

Utvärderingarna ger inte underlag för att samlat bedöma i vilken utsträckning projekten och programmen har bidragit till kunskaps- och kompetensutveckling. Vissa utvärderingar redogör för antalet doktorsexamina och vetenskapliga artiklar, medan andra inte analyserar detta alls. I några fall har utvärderarna kritiserat att programmen har producerat få vetenskapliga artiklar.¹⁴⁴ I ett fall konstaterade utvärderarna att Energimyndighetens klimatrelaterade forskningsprojekt inom samhällsvetenskap höll en lägre nivå vad gäller vetenskaplig kvalitet och relevans än projekt med andra finansiärer.¹⁴⁵

¹⁴² Prop. 2005/06:127, bet. 2005/06:NU19, rskr. 2005/06:347.

¹⁴³ Undantaget är vissa fordonsprogram som Miljöinriktad fordonsforskning (2007–2010).

¹⁴⁴ Se till exempel utvärderingen av CERBOF-programmet, utvärderingen av två bränsleprogram (2007–2010) samt utvärderingen av "Energy systems in road-bound vehicles research programme, 3rd phase".

¹⁴⁵ Formas (2010) *Mobilising Swedish Social Science Research on Sustainability – an evaluation of Swedish Social Science Research on Sustainability*.

Potential att nå kommersialisering kan inte bedömas samlat

Granskningen visar att utvärderingarna inte ger underlag för att bedöma i vilken utsträckning forskningsprogrammen har bidragit till kommersialisering. Kommersialisering är ett återkommande tema i utvärderingarna och uppföljningarna, men indikatorer som patent och licenser eller hur mycket riskkapital som har investerats används inte systematiskt.

4.3 Riksrevisionens undersökning av vetenskapliga artiklar

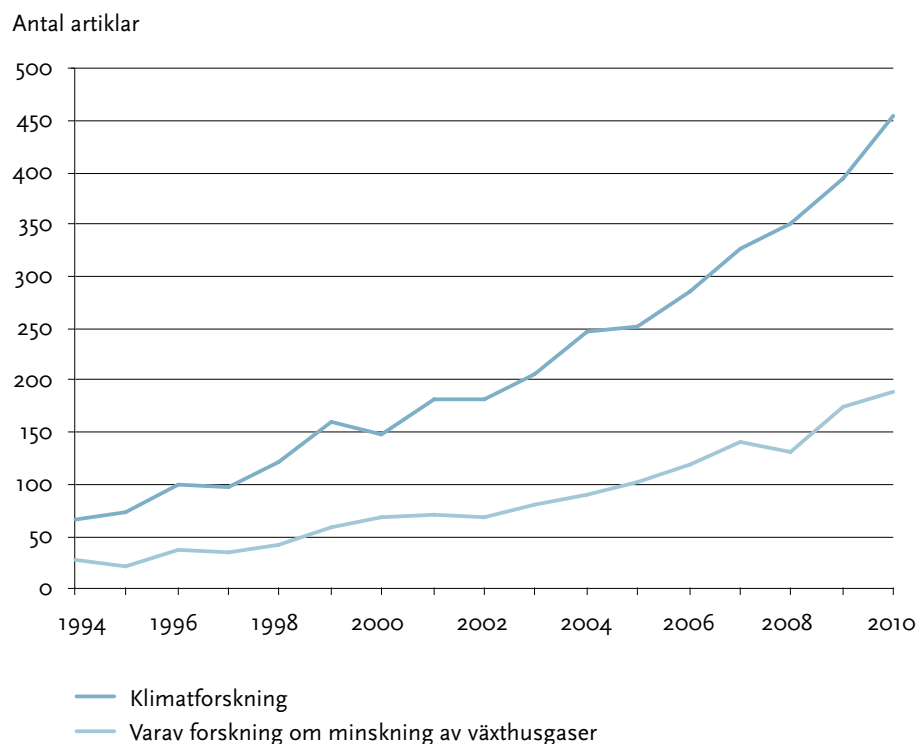
Eftersom det saknas samlade uppgifter om vilka resultat klimatforskningen i Sverige har lett till, har Riksrevisionen gett Vetenskapsrådet i uppdrag att undersöka antalet vetenskapliga artiklar och citeringar på klimatområdet för perioden 1994–2010 som indikatorer på klimatforskningens resultat.¹⁴⁶ Undersökningen är inriktad på resultat från forskning om minskning av växthusgaser, men omfattar även vissa resultat från klimatforskningen i stort. När vi redogör för klimatforskningen i stort ingår artiklar inom följande tre områden:

- klimatprocesser, klimatsystem och klimatmodeller
- effekter av klimatförändringar, anpassning och sårbarhet
- minskning av växthusgaser.

4.3.1 Svenska publikationer följer ökningstrenden i världen

Riksrevisionens undersökning innefattar såväl antalet svenska artiklar som antalet artiklar i övriga världen under perioden 1994–2010. Antalet svenska artiklar har ökat kraftigt under perioden 1994–2010, både inom klimatforskning i stort och inom forskning om minskning av växthusgaser (se figuren nedan). Utvecklingen ser ungefär likadan ut i världen i övrigt. Antalet artiklar har ökat snabbare för klimatforskning i stort än för forskning om minskning av växthusgaser. Detta gäller för både Sverige och övriga världen.

¹⁴⁶ En presentation av hur Vetenskapsrådet har genomfört undersökningen och hur Riksrevisionen har gått till väga för att fånga in klimatforskningen ges översiktligt i kapitel 1 och i detalj i bilaga 3.

Figur 5 Antal svenska artiklar inom klimatforskning 1994–2010

Källa: Riksrevisionens undersökning av antal artiklar och citeringar inom klimatområdet genomförd av Vetenskapsrådet.

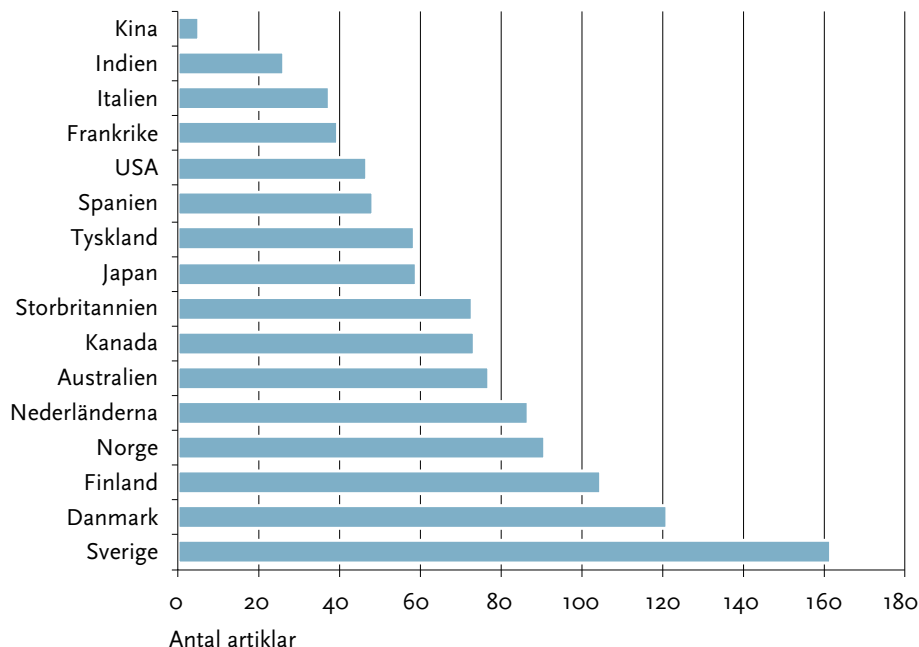
4.3.2 Många svenska artiklar om minskning av växthusgaser

Riksrevisionen har undersökt antalet artiklar som handlar om minskning av växthusgaser under perioden 1994–2010 för alla länder i världen. Sverige rankas då på 13:e plats och USA på 1:a plats (se bilaga 4). Sverige har publicerat fler artiklar än de andra nordiska länderna under perioden 1994–2010.¹⁴⁷

Sverige har generellt inom forskningen en hög vetenskaplig produktivitet i förhållande till folkmängden.¹⁴⁸ I Riksrevisionens undersökning har Sverige flest artiklar om minskning av växthusgaser per miljon invånare bland de 20 länder som har publicerat flest artiklar. Folkrika länder som USA, Storbritannien och Kina hamnar betydligt längre ned än vid totalrankningen (figur 6).

¹⁴⁷ Island är inte med i analysen.

¹⁴⁸ Vetenskapsrådets årsredovisning 2010 s. 15. Riksrevisionen har valt att ställa antalet artiklar i relation till folkmängd för att jämföra olika länders produktion av artiklar. Detta tillvägagångssätt är detsamma som Vetenskapsrådet använder i sina årsredovisningar och som regeringen redovisar i forskningspropositionen 2008. Ett alternativt sätt är att ställa antalet artiklar i förhållande till BNP. Enligt Vetenskapsrådet är detta dock inte ett lika robust mått som folkmängd.

Figur 6 Antal artiklar om minskning av växthusgaser 1994–2010 per miljon invånare

Källa: Riksrevisionens undersökning av antal artiklar och citeringar inom klimatområdet genomförd av Vetenskapsrådet.

När vi ser på de länder som har publicerat flest artiklar totalt under perioden och jämför ökning i publikationsvolym från 1994 till 2010, ligger Sverige i mitten med en ökning på 560 procent.

Fram till 2005 hade Sverige flest artiklar per invånare bland de nordiska länderna. År 2010 publicerade Finland, Danmark och Sverige nästan lika många artiklar per miljon invånare. Svensk forskning i stort visar ett liknande mönster, enligt Vetenskapsrådet. Det totala antalet artiklar från svensk forskning har knappt ökat de senaste åren, medan antalet artiklar från länder som Norge och Danmark har ökat med cirka 10 procent.¹⁴⁹

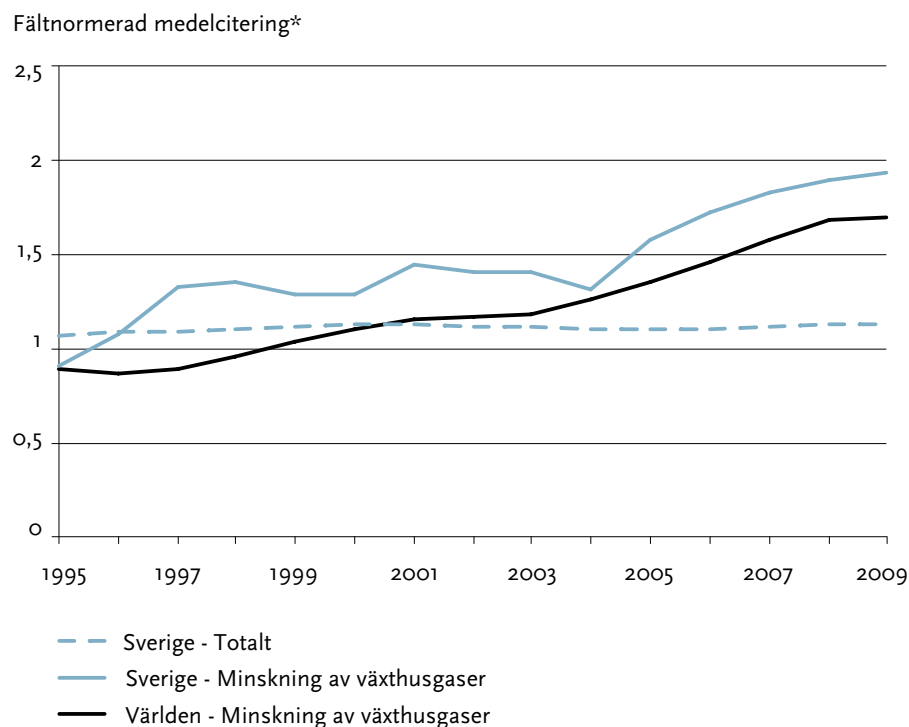
När antalet artiklar inom olika teknikområden jämförs, visar Riksrevisionens undersökning att Sverige har publicerat flest artiklar bland de nordiska länderna inom områdena transport och solenergi under perioden. Inom forskning om vindkraft utmärker sig däremot Danmark som har publicerat flest artiklar i förhållande till folkmängd. Sverige, Norge och Finland har under samma period publicerat få artiklar inom vindkraft.

¹⁴⁹ Vetenskapsrådets årsredovisning 2010 s. 15.

4.3.3 Svenska artiklar 4:e mest citerade i världen

Svensk forskning som direkt och indirekt handlar om att minska utsläppen av växthusgaser citeras i hög grad. Vår undersökning visar att svenska artiklar om minskning av växthusgaser i snitt citeras mer än genomsnittet i världen inom detta område. Sverige placerar sig på fjärde plats i världen efter USA, Nederländerna och Danmark. Om citeringar antas vara en indikator på forskningskvalitet, indikerar detta att svenska artiklar om minskning av växthusgaser håller en hög kvalitet och är relevanta för andra forskare. Undersökningen pekar också på att svenska artiklar om minskning av växthusgaser i snitt citeras oftare än svensk forskning i stort. Det kan tyda på att forskning om minskning av växthusgaser är ett forskningsfält med generellt hög kvalitet, även jämfört med annan svensk forskning.

Figur 7 Citeringar för världen och Sverige 1995–2009



Källa: Riksrevisionens undersökning av antal artiklar och citeringar inom klimatområdet genomförd av Vetenskapsrådet.

* Fältnormerad medelcitering innebär att antalet citeringar är räknade från och med det år artikeln publicerades och två år framåt. Alla citeringar är dessutom fältnormerade, det vill säga antalet citeringar till en publikation divideras med citeringsmedelvärdet för alla publikationer i databasen i samma ämnesområde, år och typ av publikation.

4.4 Riksrevisionens undersökning av patent

Varken regeringen eller någon myndighet har sammanställt uppgifter om svenska patent inom området klimatteknik. Information om patentansökningar inom klimatområdet finns tillgänglig hos det europeiska patentorganet European Patent Office (EPO) och vid OECD. Även Patent- och registreringsverket (PRV) har information om patent inom området klimatteknik. Enligt PRV har dock varken regeringen eller någon myndighet hittills efterfrågat sådan information.

Eftersom det saknas sammanställningar över svenska patentansökningar inom klimatområdet har Riksrevisionen analyserat uppgifter om antal patent inom klimatområdet¹⁵⁰ från OECD och PRV. Uppgifterna om svenska patent har vi hämtat från PRV. De internationella jämförelserna bygger på uppgifter från OECD:s patentdatabas.¹⁵¹ Vi har undersökt antalet patentansökningar i 16 länder inklusive Sverige. Länderna är valda för att möjliggöra jämförelser med redovisningen av antalet vetenskapliga artiklar som presenterats tidigare i kapitlet.¹⁵² Det finns dock svårigheter med att jämföra patentansökningar mellan olika länder. Exempelvis varierar benägenheten att söka patent mellan olika länder och över tid.¹⁵³ Antalet sökta patent kan variera mellan länder beroende på hur patentlagstiftningen ser ut i respektive land.¹⁵⁴

4.4.1 Ökning av antal svenska patentansökningar

Riksrevisionens undersökning visar att det totala antalet svenska patentansökningar inom klimatområdet har ökat från drygt 100 ansökningar år 1994 till drygt 240 ansökningar år 2009. Det innebär en ökning med cirka 140 procent från 1994 till 2009.¹⁵⁵ Ökningen var under tioårsperioden 1994–2004 relativt liten och antalet varierade något mellan åren. Från 2005 kan dock en mer tydlig uppåtående trend ses.

¹⁵⁰ Generell miljöförvaltning, produktion av förnybar energi, energieffektiva förbränningstekniker, avskiljning och lagring av växthusgaser, energilagring, vätgasteknologi samt bränsleceller, utsläppsminskningar och drivmedeleffektivitet i transportsektorn, energieffektivisering inklusive belysning i byggnader.

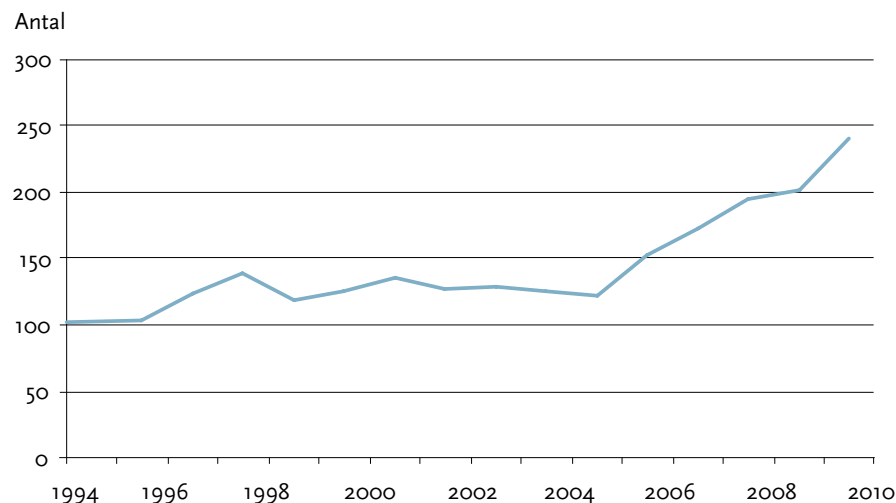
¹⁵¹ Nationella patentansökningar i olika länder finns inte med i OECD:s databas. Enligt PRV:s bedömning innebär detta att cirka hälften av de patentansökningar som görs i respektive land inte syns i uppgifterna i OECD:s patentdatabas.

¹⁵² Australien, Danmark, Finland, Frankrike, Italien, Japan, Kanada, Kina, Nederländerna, Norge, Schweiz, Spanien, Storbritannien, Sverige, Tyskland och USA.

¹⁵³ OECD (2009) *OECD Patent Statistics Manual*.

¹⁵⁴ Intervju med Patent- och registreringsverket 2011-11-01.

¹⁵⁵ Uppgifterna kommer från PRV:s sammanställning. Data för 2010 är ofullständiga. Därför väljer vi att här återge perioden 1994–2009.

Figur 8 Totalt antal svenska patentansökningar inom klimatområdet 1994–2009

Källa: Riksrevisionens bearbetning av data från Patent- och registreringsverket.

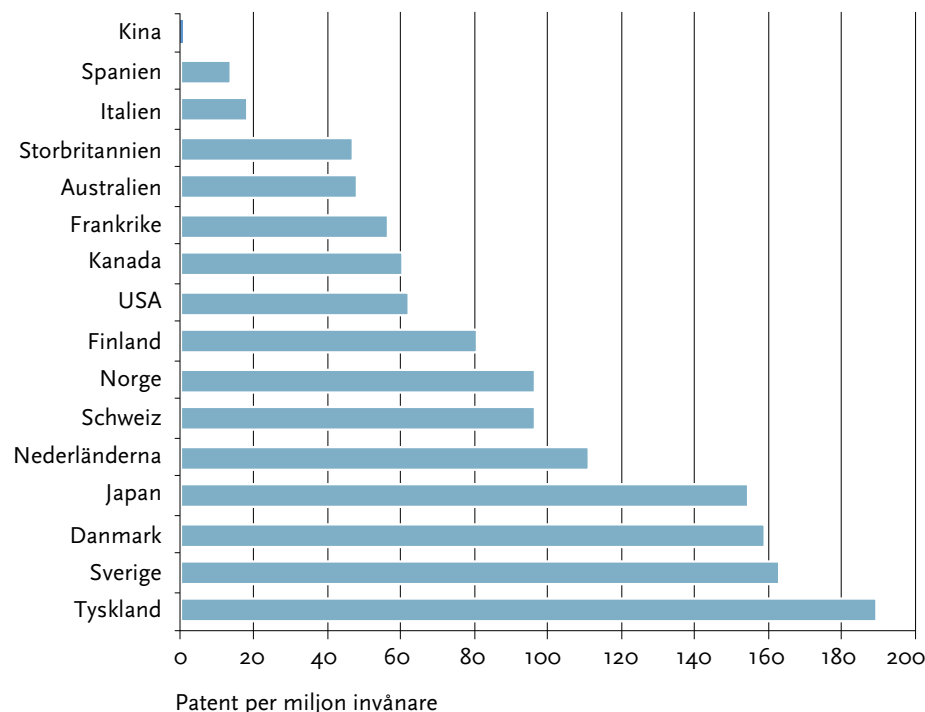
Andelen svenska klimatpatent av det totala antal svenska patentansökningar var under perioden 1994–2004 relativt konstant, strax över 2 procent. Från 2005 har andelen klimatpatent ökat och utgjorde 2009 drygt 4 procent av alla svenska patentansökningar.

Vår undersökning av internationella patentansökningar inom klimatområdet under perioden 1994–2009 visar att Sverige befinner sig högst i Norden och i mitten bland de länder som har ingått i jämförelsen.¹⁵⁶ Japan, USA och Tyskland har klart flest patentansökningar inom klimatområdet bland de undersökta länderna.

När antalet patentansökningar sätts i relation till folkmängd ändras rangordningen.¹⁵⁷ Sverige placerar sig då på andra plats efter Tyskland bland de länder som har ingått i undersökningen (figur 9). Danmark har nästan lika många patentansökningar som Sverige per miljon invånare.

¹⁵⁶ Uppgifterna kommer från OECD:s patentdatabas och gäller internationella patentansökningar enligt Patent Cooperation Treaty (PTC).

¹⁵⁷ Uppgifterna om folkmängd är hämtade från CIA:s webbplats, 2011-12-06. Riksrevisionen har använt samma källa om folkmängd som Vetenskapsrådet har använt för sin analys av vetenskapliga artiklar (redovisas tidigare i kapitel 4).

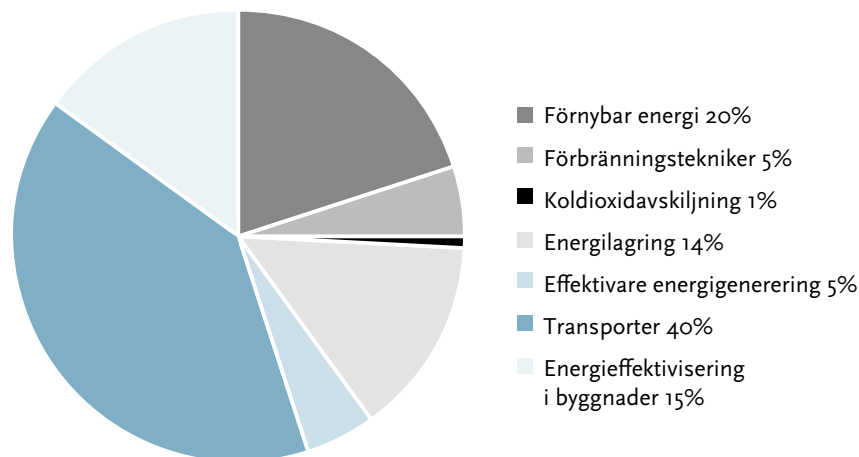
Figur 9 Antal patentansökningar inom klimatteknik 1994–2009 per miljon invånare

Källa: Riksrevisionens bearbetning av data från OECD.

När vi jämför ökningen av antalet internationella patentansökningar inom klimatområdet under perioden 1994–2009 placerar sig Sverige i mitten bland de 16 undersökta länderna. Kina, Japan och Spanien har haft den största ökningen under perioden.

Flest svenska patentansökningar inom transportområdet

Cirka 40 procent av de svenska patentansökningarna inom klimatområdet under perioden 1994–2010 fanns inom transportområdet. Huvuddelen av patenten gäller vidareutveckling av konventionella förbränningsmotorer. Svenska patent inom förnybar energi utgör cirka 20 procent av patenten inom klimatområdet; flertalet av dessa avser vind- och solenergi.

Figur 10 Fördelningen av svenska patentansökningar på olika teknikområden

Källa: Riksrevisionens bearbetning av data från Patent- och registreringsverket.

Vi har även undersökt hur patentansökningar från 16 länder fördelar sig mellan fyra olika teknikområden: vindenergi, solenergi, övrig förnybar energi samt transporter.¹⁵⁸ Sverige utmärker sig inte inom någon av dessa tekniker. Tyskland har flest patentansökningar inom transportområdet följt av Japan och USA med Sverige på 6:e plats.¹⁵⁹ Även inom teknikområdet vindkraft har Tyskland flest patentansökningar, följt av Danmark medan Sverige kommer på 7:e plats. Inom solenergiområdet har USA flest patentansökningar, följt av Japan och Tyskland.¹⁶⁰ Sverige placerar sig på 13:e plats med endast de andra nordiska länderna efter sig i rankningen. Flest patentansökningar inom övrig förnybar energi har USA, följt av Tyskland och Japan.¹⁶¹ Sverige kommer näst sist bland de undersökta länderna.

¹⁵⁸ De internationella jämförelserna baseras på uppgifter från OECD:s patentlydatabas. OECD:s uppgifter omfattar drygt hälften av det totala antalet svenska patentansökningar som ingår i Patent- och registreringsverkets uppgifter. Se bilaga 4.

¹⁵⁹ Området transporter avser i OECD:s patentlydatabas utveckling av konventionella motorer, el- och hybridmotorer samt bränslesnål design.

¹⁶⁰ Området solenergi avser i OECD:s patentlydatabas solvärme, solceller och solvärme/solcellshybrider.

¹⁶¹ Övrig förnybar energi avser i OECD:s patentlydatabas biobränslen, olika former av vattenkraft samt jord- och markvärme.

4.5 Har mer pengar lett till fler resultat?

För att få en uppfattning av om det finns ett samband mellan ökade medel och fler resultat, har Riksrevisionen översiktligt jämfört medel till forskning om minskning av växthusgaser med resultatindikatorerna vetenskapliga artiklar och patent. Men det är viktigt att väga in att det tar tid från det att ett forskningsprojekt påbörjas tills det kan komma fram konkreta resultat.

I takt med att statens stöd till forskning om minskning av växthusgaser har ökat i Sverige, har resultaten mätt i antal artiklar och patentansökningar ökat. Även i andra länder har forskningsresultaten mätt som antal publikationer och patentansökningar ökat under samma period. Men ökningen i antal artiklar och patentansökningar i länder som Nederländerna och Norge har skett samtidigt som medlen har varit stabila eller minskat. I flera andra nordeuropeiska länder har medlen till energiforskning börjat öka först från mitten av 2000-talet (se avsnitt 3.3.5).

Trots att medlen till forskning om minskning av växthusgaser ökade under perioden 2000–2010 i Sverige, var ökningstakten för antalet svenska artiklar under 2000-talet lägre än för de flesta jämförbara länder.¹⁶² Ökningstakten för svenska artiklar var 172 procent, medan till exempel ökningstakten i Finland var 572 procent och Danmark 313 procent.

Riksrevisionens undersökning visar att svenska patentansökningar har ökat betydligt långsammare än antalet artiklar under perioden 1994–2010. Patentansökningarna har först från 2005 visat en tydligt uppåtgående trend. Det är möjligen sent med tanke på att medlen till forskning om minskning av växthusgaser började öka redan 1998. Det är dock svårt att avgöra hur snabbt innovationer kan förväntas efter att forskningsmedel tilldelats.

Sammantaget indikerar detta att sambandet mellan ökade medel och resultat inte är entydigt. Representanter för Näringsdepartementet anser att det inte behöver finnas något tydligt samband mellan ökade medel och fler forskningsresultat.¹⁶³ Departementet anser att man måste skilja på forskning som ska leda till tekniksprång och forskning som ska leda till inkrementella, det vill säga små och stegvisa, ändringar. När det gäller inkrementella ändringar kan det finnas ett samband mellan ökade medel och resultat. Däremot är det svårare att se ett samband mellan ökade medel och resultat när forskningen ska leda till tekniksprång, enligt representanter för Näringsdepartementet. För forskning och utveckling som ska leda till tekniksprång måste staten vara beredd att satsa utan att det nödvändigtvis leder till positiva resultat.

¹⁶² Se tabell 8 i bilaga 3.

¹⁶³ Intervju med representanter för Näringsdepartementet 2011-11-22.

4.6 Sammanfattande iakttagelser

- Varken regeringen eller myndigheterna har följt upp vilka resultat klimatforskningen samlat har bidragit till. Därmed saknas även rapportering till riksdagen som samlat redovisar indikatorer för kunskapsproduktion och innovation, som artiklar, citeringar eller patent.
- Regeringen har inte klargjort vilka resultat klimatforskningen ska bidra med för att klimatmålen ska nås, mer än att det är ett viktigt styrmedel. Det saknas alltså en strategi eller handlingsplan för vad klimatforskningen ska inriktas mot och leda till. Regeringen har inte preciserat med vad och inom vilka områden forskningen kan bidra för att lösa behovet av teknikutveckling och förändringar i samhället, exempelvis genom att ta utgångspunkt i de scenarier som organisationer, myndigheter och forskare har presenterat.
- Klimatforskningen är inte inriktad mot klimatmålen. Andra mål, som näringspolitiska och energipolitiska mål, är oftast viktigare för regeringens och myndigheternas insatser inom klimatforskning.
- Det finns brister i den uppföljning av resultat som genomförs av Energimyndigheten och Vinnova om forskning om minskning av växthusgaser. Utvärderingarna ger inte underlag för att bedöma forskningens bidrag till att nå energi- eller klimatmålen. I uppföljningen av forskningens bidrag till kunskap och till kommersialisering används inte resultatmåttan enhetligt och systematiskt.
- Den strategiska satsningen på klimatforskning har inte följts upp samlat. Regeringen har inte heller efterfrågat detta. Den strategiska satsningen på klimatforskning ses av myndigheterna som en satsning på de olika delarna inom klimat, som energi, klimatmodeller och havsmiljö, inte som en samlad satsning.
- Riksrevisionens undersökning visar att Sverige följer den internationella trenden att forskningsartiklar om minskning av växthusgaser har ökat under perioden 1994–2010. Svensk forskning om minskning av växthusgaser publicerar relativt många artiklar i relation till folkmängden jämfört med andra länder. Bland de nordiska länderna hade Sverige flest artiklar per invånare fram till 2005. År 2010 publicerade Finland, Danmark och Sverige nästan lika många artiklar per miljon invånare. Svenska vetenskapliga artiklar om minskning av växthusgaser citeras mycket och ligger på fjärde plats över de mest citerade i världen. Det indikerar att svensk forskning om minskning av växthusgaser relativt sett håller en hög kvalitet.

- Antalet svenska patentansökningar inom klimatteknik var relativt konstant under perioden 1994–2004. Först 2005 började patentansökningarna öka. Sverige ligger i mitten bland de länder som har ingått i undersökningen och högst i Norden. I relation till folkmängd har Tyskland flest patentansökningar inom klimatområdet följt av Sverige och Danmark.
- Sambandet mellan ökade forskningsmedel och resultat i form av artiklar och patentansökningar är inte entydigt. I Sverige har resultaten mätt i antalet artiklar och patentansökningar ökat samtidigt som statens stöd till forskning om minskning av växthusgaser har ökat. Men i några andra jämförbara länder har en liknande ökning i antalet artiklar och patentansökningar skett samtidigt som medlen har varit oförändrade eller minskat.

5 Kommersialisering av klimatforskning

I kapitel fyra presenterades resultaten av klimatforskningen i form av antal vetenskapliga publikationer och patentansökningar. För att konkretisera och illustrera vilka andra resultat klimatforskningen har bidragit till, presenteras här några exempel på kommersialisering av klimatforskning. Exempelen visar att andra faktorer än statligt forskningsstöd har varit avgörande för kommersialiseringen. Här redovisas även att svenska miljöföretag har ökat sin omsättning och export men att produktionen av förnybar energi från vind och sol fortfarande utgör en liten andel av Sveriges totala produktion av förnybar energi.

5.1 Kommersialiserar resultaten av klimatforskningen?

Kommersialisering är ett sätt att nyttiggöra resultat från klimatforskning. Men långt ifrån all klimatforskning syftar till kommersialisering. Forskningsresultat kan även komma till nytta som underlag till internationella klimatförhandlingar eller inför beslut om klimatpolitiska styrmedel.

Regeringen framhåller i forskningspropositionen från 2008 att svenska forskningsresultat alltför sällan har lett till kommersialisering.¹⁶⁴

I propositionen, som riksdagen också ställt sig bakom, anförde regeringen att forskningsresultat ska komma till nytta och kommersialiseras i högre utsträckning än tidigare.¹⁶⁵ Enligt en ändring i högskolelagen 2009 ingår numera nyttiggörande av forskningsresultat i den så kallade samverkansuppgiften för universitet och högskolor.¹⁶⁶ Inom miljöteknikområdet är det också tydligt att regeringen har höjt sina ambitioner när det gäller kommersialisering genom en särskild satsning på miljöteknik för att bland annat öka exporten av svensk miljöteknik till andra länder.¹⁶⁷

För energiforskningen är ett mål att bidra till en energiomställning genom kommersialisering.¹⁶⁸ Enligt Energimyndighetens strategi för

¹⁶⁴ Prop. 2008/09:50 s. 19.

¹⁶⁵ Prop. 2008/09:50, bet. 2008/09:UbU4 s. 136, rskr. 2008/09:160.

¹⁶⁶ Högskolelagen (1992:1434).

¹⁶⁷ Regeringen (2011) *Strategi för utveckling och export av miljöteknik 2011–2014*. Promemoria 2011-09-01. Regeringen ska enligt promemorian presentera en nationell innovationsstrategi hösten 2012.

¹⁶⁸ Prop. 2004/05:1 utg.omr. 21, bet. 2004/05:NU3, rskr. 2004/05:120. Senast bekräftat i prop. 2011/12:1 utg.omr. 21, bet. 2011/12:NU3, rskr. 2011/12:65.

energiforskningen är en prioritering att verka för att uppnå en högre grad av nyttiggörande, kommersialisering och marknadsintroduktion av forskningsresultat.¹⁶⁹

Även om regeringen och riksdagen generellt har uttryckt att kommersialisering och nyttiggörande av forskning är av stor vikt, har regeringen inte redovisat i vilken utsträckning resultaten från svensk klimatforskning faktiskt har kommersialiserats. Varken Vinnova eller Energimyndigheten har utvärderat i vilken utsträckning forskningsinsatserna har lett till kommersialisering inom sina respektive ansvarsområden. Vinnova har ett särskilt ansvar för att verka för att forskningsresultat kommer till nytta för samhället.¹⁷⁰ Även Energimyndigheten ska verka för att forskningsresultat inom myndighetens verksamhetsområde kommersialiseras.¹⁷¹

I en rapport om miljöteknik konstaterar Energimyndigheten att medan Sverige på många områden är i framkant när det gäller forskning och utveckling, är kommersialisering av forskningen jämförelsevis låg i Sverige. I rapporten hävdar myndigheten att det finns en stor outnyttjad potential i kommersialisering och export av svensk miljöteknik. Rapporten refererar ordföranden i Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien som anser att Sverige är nästan "sämst i klassen när det gäller att kommersialisera forskningsresultat".¹⁷²

5.1.1 *Flera insatser behövs för framgångsrik kommersialisering*

Det finns inga utvärderingar av i vilken utsträckning klimatforskningen har lett till kommersialisering. Riksrevisionen har därför bitt Energimyndigheten, Vinnova och Mistra att ta fram exempel på klimatforskning som har fått statliga forskningsmedel och lett till kommersialisering.¹⁷³ Finansiärerna har beskrivit vilka faktorer som har varit avgörande för att forskningsresultaten har kommersialiserats. Totalt har finansiärerna tagit fram nio exempel som ligger till grund för analysen. Tre av exemplen finns i faktarutor för att illustrera att det har varit olika faktorer som har varit avgörande för kommersialiseringen i de enskilda fallen.¹⁷⁴

¹⁶⁹ Energimyndigheten (2009) *Fokus III*. ER 2009:32.

¹⁷⁰ Förordning (2009:1101) med instruktion för Verket för innovationssystem.

¹⁷¹ Förordning (2007:1153) med instruktion för Statens energimyndighet.

¹⁷² Energimyndigheten (2011) *Ökad tillväxt inom miljöteknik*. ER 2011:07, s. 17.

¹⁷³ Mistra har dock inte svarat på förfrågan.

¹⁷⁴ Exemplen i faktarutorna har valts ut med utgångspunkt i att de ska representera och därmed illustrera centrala forskningsområden inom forskning om minskning av växthusgaser.

Biobränslen

Sedan 1970-talet har staten finansierat forskning, utveckling, prototyper och demonstrationsanläggningar med miljardbelopp för att utveckla biobränslen som ett hållbart alternativ till olja. Biobränslen har biomassa som utgångsmaterial och används i dag storskaligt i fjärrvärme och värmepannor som ett alternativ till olja för uppvärmning av bostäder. Biobränslen kan också användas som drivmedel. Biobränslen är dock ingen ny teknik, exempel finns på att biobränslen användes i oljepannor redan på 1940-talet. Forskning och utveckling om biobränslen har därför handlat om att effektivisera framställningen och förbränningen av biobränslen, göra produktionen storskalig samt att utveckla biobränslen till ett konkurrenskraftigt alternativ till olja och kol.

Framgångsfaktorer

Enligt Energimyndigheten har externa faktorer som pris på olja, koldioxidskatt, användning av kol, stöd till stora kraftvärmeanläggningar och styrmedel som gynnar förnybara energislag framför allt styrt utvecklingen av biobränslen.

På 1970-talet under oljekrisen påbörjades utvecklingen av biobränslen. På 1980-talet när oljan blev billig igen och många kolkraftverk i Sverige byggdes var intresset för biobränslen däremot litet. Det var på 1990-talet som biobränslen kom att utvecklas till ett konkurrenskraftigt alternativ i förhållande till kol och olja, enligt Energimyndigheten.

En framgångsfaktor för denna utveckling var enligt Energimyndigheten koldioxidskatten som infördes 1991. En annan framgångsfaktor var att riksdagen fattade beslut om att ge en miljard i investeringsstöd till kraftvärme och 625 miljoner kronor för att utveckla biobränslen samma år som koldioxidskatten infördes. Genom kraftvärmestödet kunde ett tjugotal biobränsleldade kraftvärmeverk byggas och det var dessa som gjorde det möjligt att utveckla en effektiv produktion av energi från biobränslen, enligt Energimyndigheten.

Oljeersättningsfondens stöd till bland annat torv under 1980-talet hade också viss betydelse för utvecklingen. Enligt Energimyndigheten öppnade torvbidragen en marknad för biobränslen. Även elcertifikatssystemet har stimulerat utvecklingen av biobränslen på senare år, enligt Energimyndigheten. Elcertifikatssystemet går ut på att elleverantörerna måste kunna erbjuda viss del förnybar el eller köpa certifikat motsvarande den nivån, vilket gynnar producenter av förnybar el.¹⁷⁵

De nio exemplen visar att andra faktorer utöver stöd till forskning och utveckling har varit avgörande för kommersialiseringen. Vilken kombination av faktorer som ligger bakom kommersialisering skiftar dock mellan de olika exemplen. Enligt finansiärerna har viktiga faktorer varit koldioxidskatt, statliga investeringsstöd, tillgång till riskkapital, perioder av högt pris på olja och nya eller skärpta standarder.¹⁷⁶

¹⁷⁵ Energimyndigheten (2009) *Ett nytt ben i det svenska energisystemet BioBränsle*, ET2009:24.

¹⁷⁶ Energimyndigheten (2009) *Var skåpet ska stå*, ET2009:21; Energimyndigheten (2009) *Stark uppbyggnad av kraftsystemet – Ett kraftfullt språng*, ET 2009:22; Energimyndigheten (2009) *Heta värmepumpar*, ET2009:23; Energimyndigheten (2009) *Ett nytt ben i det svenska energisystemet BioBränsle*, ET2009:24; Energimyndigheten (2011) *Kompetens avgörande för elkraftssektorns framgång*, ET 2011:26; Energimyndigheten (2011) *Affärsutvecklingsstöd som lyfter små och medelstora företag*, ET 2011:26; Energimyndigheten (2011) *Begäran om kompletterande information om lyckade insatser för kommersialisering av FoU*, E-post 2011-11-30.

Ett av exemplen illustrerar att lagstiftning har haft betydelse för kommersialisering av en särskild typ av solceller, CIGS-solceller (se faktaruta). CIGS-solcellerna kommersialiserades i Tyskland, och enligt grundaren av företaget var den så kallade inmatningslagen betydelsefull för att olika solcells företag skulle etablera sig i Tyskland.¹⁷⁷ Lagen innebär i korthet att elföretagen är tvingade att köpa in el från förnybara källor till en fast ersättning, vilket skapade en snabbt växande marknad.

CIGS-solceller

CIGS-solceller har utvecklats av Ångströmlaboratoriet vid Uppsala universitet genom forskningsmedel från Energimyndigheten och Mistra. CIGS-solceller tillverkas av andra material än "traditionella" solceller som tillverkas av kisel. Tillverkningstekniken är enklare och cellerna tunnare och de blir därmed billigare än traditionella solceller. Verkningsgraden är dock något lägre.

Forskning i Sverige för att utveckla solcellen kan spåras tillbaka till 1983 och pågår än i dag. Produkten har vidareutvecklats av ett företag som har fått bidrag från Energimyndigheten för att skala upp produktionen. CIGS-solcellerna tillverkas i dag av ett tyskt bolag som bildades år 2006 när ett annat tyskt företag investerade i det svenska bolaget. Sedan 2009 äger investeraren 100 procent av bolaget.

Framgångsfaktorer

Enligt Energimyndigheten var en avgörande framgångsfaktor för kommersialiseringen av CIGS-solcellerna varit att stöd gick till en FoU-verksamhet med huvudsyfte att starta tillverkning av solceller. Enligt grundaren av företaget var de främsta framgångsfaktorerna att det från början fanns en vilja att utveckla en produkt som skulle ut på marknaden och att flera personer i företagets styrelse kom från näringslivet samtidigt som företaget hade en koppling till universitet. En annan viktig förutsättning var att företaget hittade en investerare i Tyskland.¹⁷⁸

Ett annat exempel indikerar att krav på och subventioner till förnybar energi var viktiga framgångsfaktorer för att en solcellsdriven värmepump, utvecklad av svenska forskare, kommersialiserades i Spanien (se faktaruta). Enligt Vinnova var en annan central framgångsfaktor att det svenska företaget som hade utvecklat värmepumpen fick stöd från riskkapitalister.¹⁷⁹

Exemplen illustrerar att det är många faktorer och styrmedel utöver forskningsstöd som behövs för att resultat från forskning och utveckling ska nå kommersialisering.

¹⁷⁷ Intervju med Lars Stolt, forskare vid Ångströmlaboratoriet, Uppsala universitet och grundare av företaget som utvecklade CIGS-solcellerna, 2011-12-06.

¹⁷⁸ Energimyndigheten 2011-11-16 "Goda exempel" på forskningsprojekt som Energimyndigheten finansierat som lett till kommersialisering (till exempel nya förbättrade produkter eller prototyper). Energimyndigheten 2011-11-30, Begäran om kompletterande information om lyckade insatser för kommersialisering av FoU. Intervju Lars Stolt, forskare vid Ångströmlaboratoriet, Uppsala universitet, och grundare av företaget som utvecklade CIGS-solcellerna, 2011-12-06.

¹⁷⁹ E-post från Vinnova 2011-11-28.

Soldriven värmepump

Ett svenskt företag har utvecklat en soldriven värmepump genom Vinnovas Forska och Väx-program. Tekniken fungerar som ett komplement till solfångare när det finns ett behov av att lagra energi. Utöver att värmepumpen kan ge värme kan den också generera gratis kyla under den varma delen av dygnet. Värmepumpen tillverkas i företagets egen fabrik i Spanien och produkten säljs i dag i 17 olika länder.

Framgångsfaktorer

Vinnova pekar på flera faktorer som har varit avgörande för företagets framgång.

En faktor är att företagets teknik är relativt enkel och lätt att skala upp. Tekniken går dessutom att använda på många olika områden, exempelvis elfria kylskåp, luftkonditionering i bilar, uppvärmning av pooler samt för att kyla hus. Den kräver heller inga dyra eller kritiska råvaror.

En annan faktor är att företaget har fått stöd av riskkapitalister från Sverige och Spanien. Vidare har företaget haft en bra marknadskännedom, enligt Vinnova. Det var tidigt ute med att satsa på Spanien som vid tiden för företagets etablering byggde mycket nytt med krav på och subvention till förnybar uppvärmning. Företaget har också arbetat in en marknad i taget.¹⁸⁰

5.1.2 Exempel på forskning som ännu inte kommersialiserats

Det finns även exempel på satsningar som har haft kommersialisering som syfte, men där framgången hittills uteblivit.

Statligt stöd till forskning och utveckling för att utveckla biodrivmedel, till exempel etanol, har funnits sedan 1975. Sammanlagt har stödet fram till och med år 2010 uppgått till närmare 4 miljarder kronor.¹⁸¹ För perioden 2009–2011 beslutade riksdagen om en satsning på demonstration och kommersialisering av ny energiteknik, där den största delen avsåg demonstrationsanläggningar för andra generationens biodrivmedel. Satsningen omfattade totalt 875 miljoner kronor.¹⁸² Syftet med satsningen är att biodrivmedel ska ersätta fossila drivmedel i fordon. För att kraftigt kunna öka användningen av biodrivmedel i transportsektorn behöver framställningsmetoderna bli mer effektiva genom en utveckling mot andra generationens biodrivmedel.

Särskilda satsningar har sedan början av 1990-talet gjorts för att utveckla tekniken att framställa etanol från biomassa och cellulosa. Totalt har drygt 400 miljoner kronor satsats mellan 1993 och 2010.¹⁸³

¹⁸⁰ E-post från Vinnova 2011-11-28.

¹⁸¹ Riksrevisionen (2011) *Biodrivmedel för bättre klimat – Hur används skattebefrielsen?* RiR 2011:10.

¹⁸² Prop. 2008/09:1 utg.omr. 21 s. 48, bet. 2008/09:NU2, rskr. 2008/09:139.

¹⁸³ *Techno-economical evaluation of the ethanol pilot plant in Örnsköldsvik*. Neuman, Klaus, Öjefors, Lars. Utvärdering av etanolprogrammet, 2011-02-28.

En nyligen genomförd utvärdering av en pilotanläggning för framställning av cellulosabaserad etanol visade att en kommersialisering av tekniken ligger långt bort i framtiden. Anläggningen har fått medel från Energimyndigheten, både till investeringar och till drift sedan 2001.¹⁸⁴ Enligt Energimyndigheten beror tidpunkten för kommersialisering av etanoltekniken inte på forskning och utveckling utan på övriga styrmedel.¹⁸⁵

Utvärderingen pekar på att insatserna för att marknadsföra tekniken har varit för svaga, särskilt med tanke på att syftet är att sälja tekniken. De flesta tekniska mål med verksamheten har uppnåtts, men insatserna för kommersialisering har inte varit lika framgångsrika. Enligt utvärderarna borde pilotanläggningens ägare ha haft en tydligare strategi för att göra tekniken känd bland tänkbara finansörer och samarbetspartner. Externa finansörer och samarbetspartner är nödvändiga för att tekniken ska kunna utvecklas mot en mer storskalig produktion och i förlängningen kommersialisering.¹⁸⁶

5.2 Om grön teknik och förnybar energi

Riksdagen anser att klimatforskningen är väsentlig för att nå miljö kvalitetsmålet *Begränsad klimatpåverkan* och att energiforskningen ska bidra till att nå klimatmålen. För att detta ska vara möjligt måste forskningen leda till teknikutveckling och till att nya produkter kommer ut på marknaden och används. I de flesta beskrivningar av vad som behövs för att nå 2050-målet nämns förnybar energi, transporter och energieffektivisering som de tre viktigaste områdena för teknikutveckling. Nedan redovisas utvecklingen för svenska miljöföretag under 2000-talet. Riksrevisionen har dock inte granskat sambandet mellan klimatforskning och vad forskningen bidrar till i form av omsättning och export från miljöföretag eller utveckling av förnybar energi.

Ett sätt att mäta styrka, konkurrenskraft, är att utgå från omsättnings- och exportstatistik.¹⁸⁷ Teknikexport är ett av de huvudsakliga måtten på utveckling av ny teknik.¹⁸⁸ Vi har valt ut miljöteknikområdena biobränslen, sol, vind, vattenkraft, hållbart byggande och energieffektivisering samt transporter eftersom de är relevanta för klimatmålet. Uppgifter från Statistiska centralbyrån

¹⁸⁴ *Techno-economical evaluation of the ethanol pilot plant in Örnsköldsvik*. Neuman, Klaus, Öjefors, Lars. Utvärdering av etanolprogrammet, 2011-02-28.

¹⁸⁵ Skriftligt svar från Energimyndigheten i samband med faktagranskning den 16 januari 2012.

¹⁸⁶ *Techno-economical evaluation of the ethanol pilot plant in Örnsköldsvik*. Neuman, Klaus, Öjefors, Lars. Utvärdering av etanolprogrammet, 2011-02-28.

¹⁸⁷ *Svensk miljöteknik. En kartläggning av aktörer, marknader och konkurrenter*. ITPS 2008:009 s. 32.

¹⁸⁸ Nordic Energy Research (2010) *Nordic Energy Technology Scoreboard* s. 46.

(SCB) och Sveriges miljöteknikråd (Swentec) tyder på att både omsättning och export från svenska klimatinriktade miljöteknikföretag har ökat från 2003.¹⁸⁹ Omsättningen har ökat från cirka 28 miljarder kronor år 2003 till knappt 55 miljarder år 2009. Även exporten från klimatinriktade miljöteknikföretag har ökat, från drygt 9 miljarder år 2003 till 21 miljarder år 2009.

Tabell 2 Omsättning i mnkr i svenska klimatinriktade miljöteknikföretag 2003–2009

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Biobränslen	8 867	8 507	10 004	12 619	13 464	16 313	14 910
Sol, vind vattenkraft	3 535	4 629	5 104	7 524	8 354	13 227	15 602
Hållb bygg och energieff	13 370	14 699	16 770	18 486	18 414	21 441	19 547
Transporter	2 414	3 403	3 096	3 873	4 617	5 761	4 874
Total	28 186	31 238	34 974	42 502	44 800	56 742	54 933

Källa: Swentec/SCB.

Tabell 3 Export i mnkr i svenska klimatinriktade miljöteknikföretag 2003–2009

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Biobränslen	2 537	2 625	2 445	3 150	3 938	4 103	4 068
Sol, vind vattenkraft	2 000	2 734	2 983	4 558	4 496	6 013	7 253
Hållb bygg och energieff	4 440	4 953	5 877	6 313	6 798	6 966	8 448
Transporter	239	335	597	825	1 096	1 726	1 062
Total	9 216	10 647	11 902	14 846	16 328	18 808	20 831

Källa: Swentec/SCB.

¹⁸⁹ SCB och Swentec har mellan 2006 och 2010 arbetat med en miljöteknikdatabas där samtliga miljöteknikföretag ingår och där dessa delas in i områden för att kunna analyseras mer detaljerat och systematiskt. Swentecs databas innehåller miljöteknikföretag från SCB:s miljöföretagsdatabas. Swentecs arbete är nu avslutat. Efter att Swentec lades ned vid årsskiftet 2010/11, är det inte längre någon som har ett utpekad ansvar för att följa upp svenska miljöteknikföretag.

Det finns få internationella studier som gör det möjligt att jämföra Sverige med andra länder när det gäller klimatrelaterad miljöteknik. Världsnaturfonden (WWF) i Nederländerna har genomfört två internationella undersökningar för åren 2008 och 2010 om hur det går för gröna tekniker i världen genom att följa upp produkternas försäljningsvärde.¹⁹⁰ I undersökningen från 2008 hamnade Sverige på 19:e plats internationellt, medan till exempel Danmark låg på 5:e plats och Finland på 15:e plats. Till 2010 hade Sverige haft en något sämre utveckling än andra länder och låg på 21:a plats.

Det saknas underlag för att bedöma hur svensk forskning har bidragit till produktionen av förnybar energi. Nedan redovisas produktion av förnybar energi i Sverige sedan 1998. Data från Eurostat visar att Sverige har ökat produktionen av förnybar energi med 13 procent sedan 1998.¹⁹¹ Ökningen kommer i huvudsak från biomassa och vindkraft.

Vindkraften har ökat från 27 ton oljeekvivalenter (toe) år 1998 till 214 toe år 2009 och utgjorde då 1,4 procent av Sveriges totala produktion av förnybar energi. Detta kan jämföras med utvecklingen i Tyskland som har gått från 395 000 toe år 1998 till 3 322 000 toe år 2009 och där vindkraften år 2009 utgjorde 12 procent av landets produktion av förnybar energi. Även Danmark har ökat produktionen av vindkraft från 242 000 toe år 1998 till 578 000 toe år 2009. I Danmark var andelen vindkraft 21 procent av den förnybara energiproduktionen år 2009.

Tabell 4 Primär produktion av vindkraft i norra Europa. 1 000 ton oljeekvivalenter

	1998	2003	2009
Danmark	242	478	578
Finland	2	8	24
Nederländerna	55	113	394
Norge	1	19	84
Sverige	27	58	214
Tyskland	395	1 622	3 322

Källa: Eurostat.

¹⁹⁰ Arnoud van der Slot, Ward van den Berg och Gijs Berkhout (2011) *Clean Economy, Living Planet. The race to the top of the global cleantech market*. WWF-Netherlands June 2011.

¹⁹¹ Från 14 005 000 ton oljeekvivalenter år 1998 till 15 819 000 ton oljeekvivalenter år 2009.

Sveriges produktion av energi från biomassa har varit hög i europeiskt perspektiv, och har ökat under de senaste tio åren, men inte lika mycket som exempelvis i Tyskland. Tyskland producerade år 1998 mindre energi från biomassa än Sverige, men år 2009 hade landet mer än dubbelt så mycket produktion av bioenergi som Sverige.

Produktionen av solenergi är försumbar i Sverige, som i alla europeiska länder förutom Spanien och Tyskland.

5.3 Sammanfattande iakttagelser

- Regeringen har inte redovisat för riksdagen i vilken utsträckning svensk klimatforskning har kommersialiserats. Energimyndigheten och Vinnova, som har ansvar för kommersialisering inom sina områden, har inte undersökt i vilken grad klimatforskningen har lett till kommersialisering. Det finns dock indikationer på att svensk forskning i relativt liten utsträckning leder till kommersialisering av grön teknik.
- Förutom statligt stöd till forskning har andra faktorer stor betydelse för att mer klimatvänliga produkter kommersialiseras. Andra styrmedel, förutom forskning och utveckling, ligger bakom framgångsrika kommersialiseringsexempel, exempelvis koldioxidskatt, statliga investeringsstöd, tillgång till riskkapital och perioder av högt pris på olja.
- Svenska miljöföretag inom klimatteknik har ökat sin omsättning och export. Omsättningen har ökat med cirka 250 procent mellan 2003 och 2009. Men i en internationell jämförelse av gröna teknikers försäljningsvärde ligger Sverige lägre än flera nordiska länder.
- Sveriges produktion av vindkraft har ökat snabbt under 2000-talet, men utgör fortfarande en liten andel av Sveriges produktion av förnybar energi. Ett land som Tyskland har betydligt mer vindkraft och har ökat produktionen snabbare än Sverige.

6 Slutsatser och rekommendationer

Klimatforskning är ett centralt klimatpolitiskt styrmedel för att minska utsläppen av växthusgaser och nå de långsiktiga klimatmålen. Riksrevisionen har granskat klimatforskningen, hur mycket pengar forskningen har fått, vilken inriktning den har haft och vilka resultat den har lett till. Riksrevisionens övergripande slutsats är att klimatforskningen har potential att bidra till klimatmålen. Men det är oklart i vilken utsträckning klimatforskningen faktiskt stöder klimatmålen och bidrar till minskade utsläpp.

För att forskningen effektivt ska kunna bidra till de långsiktiga klimatmålen, anser Riksrevisionen att det behövs en samlad strategi för klimatforskningen som även definierar vad klimatforskning innefattar. Klimatforskningen behöver tydligt samordnas med andra insatser och klimatpolitiska styrmedel för att på ett effektivt sätt ge förutsättningar för att forskningsresultaten i praktiken ska bidra till klimatmålen. Vidare behövs en samlad redovisning av vad klimatforskningen kostar och bidrar till. Klimatforskning är ett av statens största satsningsområden inom klimatpolitiken, vilket understryker behovet av strategisk inriktning, uppföljning och redovisning.

6.1 Potential för klimatforskningen att bidra till att nå klimatmålen ...

Riksrevisionens granskning visar att klimatforskningen tilldelas betydande medel varje år och är en av statens största insatser på klimatområdet. I huvudsak går statens pengar till forskning om att minska utsläppen av växthusgaser. Granskningen visar också att forskningen har gett resultat i form av ett stort antal artiklar och patentansökningar. Det finns därmed en potential för klimatforskningen att bidra till att nå de långsiktiga klimatmålen till 2020 och 2050.

6.1.1 Mer pengar till klimatforskningen

Riksrevisionens undersökning av klimatforskningen visar att staten över tid har tillfört klimatforskningen mer pengar. Statlig finansiering av svensk klimatforskning uppgick år 2010 till minst 2 miljarder kronor. Det utgör 7 procent av de totala medel som staten beviljade till forskning och utveckling i Sverige år 2010. Granskningen visar därmed att den statliga

finansieringen av klimatforskningen är betydligt mer omfattande än vad Formas och Naturvårdsverket har rapporterat om tidigare. Om även medel från EU, kommuner och landsting samt privata aktörer räknas in uppgick forskningsmedlen till minst 3,6 miljarder kronor år 2010, enligt Riksrevisionens kartläggning.

De extra medel som tillfördes klimatforskningen genom regeringens strategiska satsning på klimatforskning 2010–2012 utgör dock en liten del av statens samlade medel till klimatforskning. År 2010 omfattade den strategiska satsningen på klimatforskning enbart 115 miljoner kronor av de cirka 2 miljarder som totalt gick till klimatforskning. Efter det första året av satsningen var 80 procent av medlen till den strategiska satsningen på klimatforskning fortfarande oförbrukade. Det är avsevärt mer än för de strategiska forskningsområdena totalt där en tredjedel av medlen var oförbrukade efter det första året.

6.1.2 *Svensk klimatforskning producerar många artiklar och patentansökningar*

Av de pengar som går till svensk klimatforskning utgör cirka 70 procent forskning om minskning av växthusgaser, enligt Riksrevisionens enkätundersökning. Riksrevisionens undersökning av resultatindikatorer som vetenskapliga artiklar och patent visar att svensk forskning om minskning av växthusgaser publicerar jämförelsevis många artiklar och att artiklarna citeras mycket. Sverige har även flest patentansökningar på klimatområdet bland de nordiska länderna. Detta indikerar att den vetenskapliga produktionen från klimatforskningen och forskningens bidrag till innovationer är hög i Sverige. En hög citeringsgrad tyder dessutom på att svensk klimatforskning är relevant och håller hög kvalitet. Därmed har klimatforskningen en potential att kunna bidra till att nå klimatmålen.

6.2 ... men oklart i vilken utsträckning klimatforskningen stöder klimatmålen

Klimatforskningen har ett antal olika mål, bland annat att "möjliggöra en hållbar samhällstillväxt utan negativ klimatpåverkan"¹⁹² men också att bidra till ny kunskap, bygga upp kompetens och stärka svenskt näringsliv. Eftersom klimatforskning inte är en klart avgränsad del av svensk forskning, finns de mål klimatforskningen ska bidra till att uppnå inom flera olika politikområden med egna områdesspecifika mål, till exempel näringspolitiska, energipolitiska,

¹⁹² Prop. 2008/09:50 s. 98.

forskningspolitiska och transportpolitiska. Riksrevisionen bedömer att det är dessa mål, och inte främst de klimatpolitiska målen, som är styrande för myndigheterna när pengar ska fördelas till klimatforskning eller när olika insatser prioriteras. Exempelvis prioriteras mål om att bygga upp kunskap och kompetens och att stärka näringslivets konkurrenskraft i större utsträckning än målet att minska utsläppen av växthusgaser.

Energiforskningen kan illustrera detta. Energiforskning utgör den största delen av den forskning som handlar om minskning av växthusgaser. Om forskning om minskning av växthusgaser verkligen ska bidra till att utsläppen minskar är det därför av stor betydelse att energiforskningen riktas mot klimatmålen. Energiforskningen har emellertid en egen uppsättning mål. Myndigheten menar att inget av de mål som den ska bidra till är uttryckta i termer av minskade utsläpp. Energimyndigheten anser dock att myndighetens insatser troligtvis leder till minskade utsläpp av växthusgaser, men inte nödvändigtvis på det mest effektiva sättet.¹⁹³

För att klimatforskningen ska bidra till att minska utsläppen av växthusgaser och stödja de långsiktiga klimatmålen, måste forskningsresultaten komma till användning inom näringsliv och samhälle. Vinnova anser att om klimatforskningen verkligen ska bidra till klimatmålen, måste behovet att minska koldioxidutsläppen sättas i centrum. I dag är det i stället utbudet som står i centrum, det vill säga kunskapsutveckling genom forskning, enligt Vinnova. På ett helt annat sätt än i dag måste forskningen ske i samverkan mellan akademi och näringsliv, och staten måste lägga större vikt vid att resultat från klimatforskningen nyttiggörs i samhället i stort och i näringslivet, bedömer Vinnova.¹⁹⁴

Ett viktigt sätt att nyttiggöra resultaten från klimatforskningen är kommersialisering. Varken regeringen eller myndigheterna har följt upp i vilken utsträckning resultaten från svensk klimatforskning har kommersialiserats. Energimyndigheten och Vinnova, som har ett särskilt ansvar för kommersialisering inom sina områden, har inte undersökt i vilken grad klimatforskningen har lett till kommersialisering. Men det finns indikationer på att Sverige inte är bra på att kommersialisera forskningsresultat. Medan Sverige publicerar fler vetenskapliga artiklar och har fler patentansökningar inom klimatområdet än de andra nordiska länderna, visar en rapport om gröna teknikens försäljningsvärde att Sverige ligger efter bland annat Danmark och Finland.

¹⁹³ Skriftligt svar från Energimyndigheten i samband med faktagranskning den 16 januari 2012.

¹⁹⁴ Skriftligt svar från Vinnova i samband med faktagranskning den 16 januari 2012; e-post från Vinnova den 20 januari 2012.

Även Energimyndigheten har framfört att kommersialisering av forskningen är jämförelsevis låg i Sverige och att det finns en stor outnyttjad potential i kommersialisering av svensk miljöteknik.¹⁹⁵ Produktionen av förnybar energi i Sverige har ökat sedan 1998, men vindkraft och solenergi utgör fortfarande en liten andel av Sveriges totala produktion av förnybar energi. Det tyder på att även om forskningen producerar många artiklar och antalet patentansökningar ökar, är det inte givet att detta bidrar till den omställning av energiproduktionen som behövs för att kunna nå de långsiktiga klimatmålen.

6.3 Svårt att bedöma om mer pengar har lett till fler resultat

Riksrevisionens undersökning tyder på att sambandet inte är entydigt mellan ökade medel till klimatforskning och fler forskningsresultat. I Sverige har medlen till klimatforskning ökat samtidigt som forskningsresultaten har blivit fler i form av antal artiklar och patentansökningar. Men antalet artiklar och patentansökningar inom klimatområdet har ökat även i många andra länder, också i länder där tilldelningen av medel inte har ökat i samma utsträckning som i Sverige. Det är troligt att den ökade uppmärksamheten på klimatfrågan har gjort att resultaten från klimatforskningen har blivit fler både i Sverige och internationellt.

6.4 Regeringens uppföljning av omfattning, inriktning och resultat är otillräcklig

Regeringens uppföljning av klimatforskningens omfattning, inriktning och resultat är otillräcklig. Ändå har regeringen successivt föreslagit allt mer pengar till klimatforskning. Klimatforskningen finansieras med anslag från flera olika utgiftsområden. Det går dock inte att från dessa anslag utläsa hur mycket pengar som går till klimatforskning. Regeringen har inte heller kännedom om vilka resultat klimatforskningen hittills har lett till. Riksdagen har därmed inte fått den samlade redovisning av insatser och resultat som den har efterfrågat inom klimatområdet.

Regeringen har inte efterfrågat information från forskningsfinansiärerna om vilka resultat klimatforskningen hittills har bidragit till.

Forskningsfinansiärerna har inte heller presenterat något underlag som visar vad klimatforskningen som helhet har lett till. Det innebär att det är resurskrävande att ta fram information om klimatforskningens samlade resultat.

¹⁹⁵ Energimyndigheten (2011) *Ökad tillväxt inom miljöteknik*. ER 2011:07, s. 17.

Det finns underlag om resultat från delar av klimatforskningen, som energiforskningen, men dessa har brister. Exempelvis ger inte utvärderingarna av program och projekt inom energiforskningen underlag för att bedöma forskningens bidrag till att nå energi- eller klimatmålen. Det beror bland annat på att forskningsfinansiärerna inte har operationaliserat målen för olika forskningsprogram utifrån de övergripande energi- och klimatpolitiska målen. Vidare använder inte Energimyndigheten resultatmått enhetligt och systematisk i uppföljningen av energiforskningen.

Inte heller i uppföljningen av resultat från den strategiska satsningen på klimatforskning rapporteras jämförbara resultat. När forskningsfinansiärerna följde upp satsningen första gången 2010 rapporterade forskningsfinansiärerna de olika forskningsområdena var för sig. Det gick därmed inte att få en samlad bild av resultaten från det första året i den strategiska satsningen på klimatforskning. För att möjliggöra den utvärdering av den strategiska satsningen på klimatforskning som regeringen har planerat år 2015, behöver forskningsfinansiärerna förbättra rapporteringen av resultat.

Sammantaget innebär detta att det saknas en samlad bild av omfattning, inriktning och resultat i förhållande till riksdagens uttalade motiv och förväntningar på klimatforskningen. Sådan information skulle behövas som underlag för riksdagens beslut om tilldelning av medel.

6.5 Ingen samordning av klimatforskningen

Ett tiotal olika myndigheter under olika departement finansierar klimatforskning. Även universitet och högskolor finansierar en betydande andel av den statligt finansierade klimatforskningen, cirka 25 procent. Det finns dock ingen myndighet och inget departement som har ett utpekat ansvar för att samordna klimatforskningen och dess resultat. En konsekvens av att klimatforskningen inte har samordnats är att det inte finns någon samlad bild av vad klimatforskningen har kostat, vilken inriktning den har haft eller vilka resultat den hittills har lett till.

Det saknas även en gemensam definition av klimatforskning i Sverige. Det leder bland annat till att de myndigheter och forskningsråd som finansierar klimatforskning inte vet vad klimatforskningen innefattar och att de inte har uppgifter om hur mycket klimatforskning som bedrivs. Bristen på en gemensam förståelse av vad svensk klimatforskning innefattar, försvårar i sin tur möjligheten att samla in uppgifter om klimatforskningens omfattning och inriktning.

Den strategiska satsningen på klimatforskning som pågår sedan 2010 kan belysa behovet av samordning. När forskningsfinansiärerna följde upp satsningen första gången 2011 rapporterade forskningsfinansiärerna de olika forskningsområdena var för sig. Det går därmed inte att få en samlad bild av kostnader och resultat för den strategiska satsningen på klimatforskning.

6.6 Klimatforskningen behöver samordnas med andra styrmedel

En förutsättning för att klimatforskningen ska bidra till att minska utsläppen av växthusgaser är att forskningsresultat kommer till användning för näringsliv och samhälle genom bland annat kommersialisering. De exempel Riksrevisionen presenterar på forskningsinsatser som har lett till kommersialisering tyder på att stöd till klimatforskningen i sig inte är tillräckligt för att nya produkter ska utvecklas och kommersialiseras. Andra politiska åtgärder behöver samverka med stöden till forskning och utveckling för att det ska finnas en efterfrågan på ny klimatteknik. Det är dock olika från fall till fall vilken typ av åtgärder som behövs. Exempel på åtgärder som har visat sig vara viktiga är koldioxidskatt, tillgång till riskkapital, statliga investeringsstöd samt skärpta eller nya standarder.

Betydelsen av lagstiftning lyfts fram av grundaren till det företag som fick ut en särskild typ av solceller, CIGS-solceller, på marknaden. Avgörande faktorer för att CIGS-solcellerna kommersialiserades i Tyskland, var bland annat den så kallade inmatningslagen.¹⁹⁶ Enligt grundaren av företaget var inmatningslagen betydelsefull för att olika solcells företag etablerades i Tyskland. Jämfört med Sverige producerar Tyskland också en betydligt större andel solenergi, vilket kan indikera att kombinationen av klimatpolitiska insatser för att gynna solcellers kommersialisering har varit mer framgångsrik i Tyskland än i Sverige.

Sammantaget illustrerar exemplen i granskningen att stöd till forskning och utveckling tydligare bör kombineras för att samverka med andra klimatpolitiska styrmedel och insatser.

¹⁹⁶ Lagen innebär att elföretagen är tvingade att köpa in el från förnybara källor till en fast ersättning, vilket skapade en snabbt växande marknad.

6.7 Regeringen saknar en samlad strategi för hur forskningen ska bidra till klimatmålen

Merparten av de statliga pengarna till klimatforskningen, och särskilt till forskning om minskning av växthusgaser, är riktade medel. Eftersom riksdagen och regeringen framhåller att klimatforskning är viktig för att uppnå klimatmålen, är det rimligt att klimatforskningen styrs och inriktas mot de långsiktiga klimatmålen.

Regeringen saknar dock en samlad strategi som konkretiserar på vilket sätt klimatforskningen ska bidra till att nå klimatmålen. Det är därmed oklart vilka behov klimatforskningen förväntas svara mot. När regeringen föreslog en strategisk satsning på klimatforskning 2008, preciserades inte heller behoven. Andra länder, som Norge, Danmark och Storbritannien, har handlingsplaner för vad klimatforskningen ska bidra till och vilka områden klimatforskningen ska inriktas mot.

För att klimatforskningen ska fungera som ett klimatpolitiskt styrmedel och bidra till att minska utsläppen behöver regeringen ta fram en strategi eller handlingsplan. Strategin bör omfatta klimatforskningen som helhet, även energiforskning. Syftet bör vara att samlat analysera vilka behov klimatforskningen förväntas svara mot. Vidare bör regeringen utifrån behoven prioritera vilka delar av klimatforskningen som är centrala för att stödja klimatmålen och vad forskningen inom dessa områden förväntas åstadkomma.

En strategi för klimatforskningen skulle kunna utgå från olika scenarier som har utarbetats av myndigheter, forskare och organisationer om vad som behövs för att nå det långsiktiga klimatmålet till 2050. Strategin skulle också kunna utgå ifrån de resultat som klimatforskningen hittills har lett till, vilka eventuella styrkeområden svensk klimatforskning har, alternativt områden som ännu inte uppvisar goda resultat men som är viktiga för att kunna nå klimatmålen. En strategi för klimatforskningen skulle vidare kunna innefatta handlingsplaner för hur resultaten från klimatforskningen kan kommersialiseras och på andra sätt nyttiggöras.

6.8 Rekommendationer till regeringen

För att de medel som går till klimatforskning på ett effektivt sätt ska bidra till att nå de långsiktiga klimatmålen rekommenderar Riksrevisionen följande åtgärder:

- *Regeringen bör särskilt redovisa statens samlade stöd till klimatforskning i budgetpropositionerna. I dag finns ingen samlad redovisning av utvecklingen av kostnader eller resultat. Detta trots att regeringen har*

pekat ut klimatforskningen som viktig inom klimatpolitiken och trots att riksdagen har efterfrågat en samlad redovisning av insatser och resultat inom klimatområdet. För att åstadkomma en sådan redovisning bör regeringen ta fram en definition av klimatforskning. Definitionen skulle också göra det möjligt för forskningsfinansiärerna att klassificera forskningsprojekten så att klimatrelaterade projekt kan identifieras och följas upp.

- *Regeringen bör utarbeta en strategi som tydliggör hur forskningen ska bidra till att klimatmålen kan nås. Scenarier för vilka förändringar som krävs för att nå klimatmålen till 2050 i Sverige och internationellt kan vara en utgångspunkt för att precisera vad klimatforskningen ska bidra med. Strategin bör även innefatta handlingsplaner för hur resultat från klimatforskningen ska kunna kommersialiseras och på andra sätt nyttiggöras.*
- *Regeringen bör återkommande utvärdera vilka resultat klimatforskningen har lett till och rapportera dessa till riksdagen. Om klimatforskningen ska vara ett långsiktigt styrmedel i klimatpolitiken är det viktigt att riksdagen och medborgarna får reda på vad som hittills har uppnåtts med klimatforskningen och hur den har bidragit till att nå de långsiktiga klimatmålen. För att få underlag till sådana utvärderingar bör regeringen säkerställa att forskningsfinansiärerna följer upp och rapporterar resultat av klimatforskningen systematiskt, exempelvis med hjälp av jämförbara resultatindikatorer.*
- *Regeringen bör se till att klimatforskningen samordnas med andra styrmedel för att forskningens resultat ska kunna tas till vara och kommersialiseras på ett effektivt sätt. Många faktorer utöver stöd till forskning och utveckling har betydelse för kommersialisering av forskningsresultat. Därför behöver olika insatser och styrmedel samordnas med klimatforskningen för att nya tekniker och produkter ska nå marknaden.*
- *Regeringen bör utpeka ett tydligt ansvar för att samordna klimatforskningen, för att samlat kunna följa upp klimatforskningens omfattning, inriktning och resultat. Ett sådant samordningsansvar saknas, trots att flera departement och myndigheter är involverade. Klimatforskningen får dessutom alltmer pengar och är enligt regeringen och riksdagen väsentlig för att nå klimatmålen. Ett tydligt utpekat samordningsansvar skulle öka förutsättningarna för att klimatforskningen kan bidra till de långsiktiga klimatmålen.*

Källor

Lagar och förordningar

Förordning (2009:1024) med instruktion för Forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggande.

Förordning (2009:1476) med instruktion för Naturvårdsverket.

Förordning (2007:1153) med instruktion för Statens energimyndighet.

Förordning (2009:75) med instruktion för Vetenskapsrådet.

Förordning (2009:1101) med instruktion för Verket för innovationssystem.

Högskolelag (1992:1434).

Offentligt tryck

Ds 1994:121 *Sveriges nationalrapport om klimatförändringar – i enlighet med Förenta nationernas ramkonvention om klimatförändringar.*

Ds 1997:26 *Sveriges andra nationalrapport om klimatförändringar – i enlighet med Förenta nationernas ramkonvention om klimatförändringar.*

Ds 2001:71 *Sveriges tredje nationalrapport om klimatförändringar – i enlighet med Förenta nationernas ramkonvention om klimatförändringar.*

Ds 2005:55 *Sveriges fjärde nationalrapport om klimatförändringar – i enlighet med Förenta nationernas ramkonvention om klimatförändringar.*

Ds 2009:63 *Sveriges femte nationalrapport om klimatförändringar – i enlighet med Förenta nationernas ramkonvention om klimatförändringar.*

Prop. 1992/93:179 *Om åtgärder mot klimatpåverkan m.m.*, bet. 1992/93:JoU19, rskr. 361.

Prop. 1997/98:145 *Svenska miljömål. Miljöpolitik för ett hållbart Sverige*, bet. 1998/99:MJU6, prot. 1998/99:87.

Prop. 2004/05:80 *Forskning för ett bättre liv*, bet. 2004/05: UbU15, rskr. 2004/05:289.

Prop. 2004/05:1 *Budgetpropositionen för 2005, utgiftsområde 21*, bet. 2004/05:NU3, rskr. 2004/05:120.

Prop. 2005/06:127 *Forskning och ny teknik för framtidens energisystem*, bet. 2005/06:NU19, rskr. 2005/06:347.

Prop. 2005/06:172 *Nationell klimatpolitik i global samverkan*, bet. 2005/06:MJU16, rskr. 2005/06:389.

Prop. 2008/09:50 *Ett lyft för forskning och innovation*, bet. 2008/09:UbU4, rskr. 2008/09:160.

Prop. 2008/09:162 *En sammanhållen klimat- och energipolitik – Klimat*, bet. 2008/09:MJU28, rskr. 2008/09:300.

Prop. 2008/09:163 *En sammanhållen klimat- och energipolitik – Energi*, bet. 2008/09:NU25, rskr. 2008/09:301.

Prop. 2008/09:1 *Budgetpropositionen för 2010, utgiftsområde 20*, bet. 2008/09:MjU1, rskr. 2008/09:103.

Prop. 2008/09:1 *Budgetpropositionen för 2010, utgiftsområde 21*, bet. 2008/09:NU2, rskr. 2008/09:139.

Prop. 2009/10:155 *Svenska miljömål – för ett effektivare miljöarbete*, bet. 2009/10:MJU25, rskr. 2009/10:377.

Prop. 2009/10:1 *Budgetpropositionen för 2010, utgiftsområde 20*, bet. 2009/10:MjU1, rskr. 2009/10:129.

Prop. 2010/11:1, *Budgetpropositionen för 2011, utgiftsområde 21*, bet. 2010/11:NU3, rskr. 2010/11:123.

Prop. 2011/12:1 *Budgetpropositionen för 2012, utgiftsområde 21*, bet. 2011/12:NU3, rskr. 2011/12:65.

Regeringen (2010) *Uppdrag till Forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggande om utvärdering av satsningen på strategiska forskningsområden*. U2010/5687/F.

Regeringen (2010) *Uppdrag till Statens energimyndighet om utvärdering av satsningen på strategiska forskningsområden*. U2010/5687/F.

Regeringen (2010) *Uppdrag till Verket för innovationssystem om utvärdering av satsningen på strategiska forskningsområden*. U2010/5687/F.

Regeringen (2011) *Uppdrag att ge underlag till en svensk färdplan för ett Sverige utan klimatutsläpp 2050*. M2011/2426/K1.

Regeringen (2011) *Strategi för utveckling och export av miljöteknik 2011–2014*. Promemoria 2011-09-01.

Skr. 2009/10:168 *Utvärdering av insatserna för forskning och innovation inom energiområdet.*

SOU 1994:138 *Rapport från Klimatdelegationen 1994.*

SOU 1996:39 *Rapport från Klimatdelegationen. Klimatrelaterad forskning.*

SOU 2008:24 *Svensk klimatpolitik.*

Övriga skriftliga källor

Energimyndigheten (2004) FOKUS. *Prioritering och fokusering av satsningar på forskning, utveckling och demonstration på energiområdet.* ER 29:2004.

Energimyndigheten (2005) FOKUS II. *Mål för forskning, utveckling, demonstration och kommersialisering inom energiområdet, kriterier för prioritering, förslag till prioriterad verksamhet samt indikatorer för att mäta måluppfyllelse.* ER 2005:38.

Energimyndigheten (2006) *Beslut enskilt projekt.* Dnr 2006-01295, 2006-04-24.

Energimyndigheten (2006) *Beslut programprojekt.* Dnr 2006-03900, 2007-02-14.

Energimyndigheten (2007) *Beslut enskilt projekt.* Dnr 2007-00243, 2007-02-06

Energimyndigheten (2009) *Heta värmepumpar.* ET2009:23.

Energimyndigheten (2009) *Ett nytt ben i det svenska energisystemet Biobränsle.* ET2009:24.

Energimyndigheten (2009) FOKUS III. *Energimyndighetens strategi för forskning, utveckling, demonstration, innovation och kommersialisering (EFUDIK) för perioden 2011–2014.* ER 2009:32.

Energimyndigheten (2010) *Beslut enskilt projekt.* Dnr 2010-002080, 2010-05-31.

Energimyndigheten (2011) *Kompetens avgörande för elkraftssektorns framgång.* ET2011:26.

Energimyndigheten (2011) *Begäran om kompletterande information om lyckade insatser för kommersialisering av FoU.* E-post 2011-11-30.

Energimyndigheten (2011) *Ökad tillväxt inom miljöteknik.* ER 2011:07.

Energimyndighetens årsredovisning 2010. ER 2011:01.

Energimyndigheten (2011) *Affärsutvecklingsstöd som lyfter små och medelstora företag.* ET2011:26.

Energimyndigheten och Naturvårdsverket (2003) *Utvärdering av styrmedel i klimatpolitiken. Delrapport 2 i Energimyndighetens och Naturvårdsverkets underlag till Kontrollstation 2004.*

Energimyndigheten och Naturvårdsverket (2007) *Den svenska klimatstrategins utveckling. En sammanfattning av Energimyndighetens och Naturvårdsverkets underlag till kontrollstation 2008.*

Energimyndigheten, FAS, Formas, Vetenskapsrådet och Vinnova (2011) *Uppföljning av strategiska forskningsområden 2010. 2011-03-23.*

Formas (2010) *Mobilising Swedish Social Science Research on Sustainability – an evaluation of Swedish Social Science Research on Sustainability. R3:2010.*

Formas (2011) *Analys av miljöforskningen och förslag till forskningsstrategi 2011–2016. Rapport R4:2011.*

Gode, Jenny m.fl. (2011) *Swedish long-term low carbon scenario.* IVL, Svenska miljöinstitutet.

HM Government (2011) *Carbon Plan. Delivering our low carbon future.* December 2011.

International Energy Agency (2008) *Energy technology Perspectives – Scenarios and strategies to 2050.*

IPCC (2011) *Special report on renewable energy sources and climate change mitigation. Summary for policymakers.*

ITPS (2008) *Svensk miljöteknik. En kartläggning av aktörer, marknader och konkurrenter. ITPS 2008:009.*

Kungl. Vetenskapsakademien (2010) *Sveriges energikarta.* Kungl. Vetenskapsakademins energiutskott 3 maj 2010.

Kungl. Vetenskapsakademien (2010) *Uttalande om effektivisering av energianvändningen i Sverige fram till 2050.*

Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling (2009) *Kortlægning af klimaforskning i Danmark. Forskning: Analyse og Evaluering 2/2009.*

Naturvårdsverket (2007) *Tvågradersmålet i sikte? Scenarier för det svenska energi- och transportsystemet till år 2050. Rapport 5754.*

Neuman, Klaus och Öjefors, Lars (2011) *Techno-economical evaluation of the ethanol pilot plant in Örnsköldsvik, Utvärdering av etanolprogrammet, 2011-02-28.*

Nordic Energy Research (2010) *Nordic Energy Technology Scoreboard.* Oslo april 2010.

Norges forskningsråd, NIFU STEP och Statistisk sentralbyrå (2010) *Det norske forsknings- og innovasjonssystemet – statistikk og indikatorer 2010.* Oslo 2010.

Norway's Fifth National Communication under the Framework Convention on Climate Change. *Status report as of December 2009.*

OECD (2003) *Frascati Manual 2002 – Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development*. OECD Publishing.

OECD (2009) *OECD Patent Statistics Manual*.

Patent- och registreringsverket (2011) *Förklaring hur JUMBO-värden tagits fram*.

Pm från Patent- och registreringsverket, 2011-12-05.

Regeringen (2011) *Energistrategi 2050*. Rapport från den danska regeringen, februari 2011.

Riksrevisionen (2011) *Oförbrukade forskningsbidrag vid universitet och högskolor*. RiR 2011:3.

Riksrevisionen (2011) *Användningen av basanslaget för forskning och forskarutbildning*. RiR 2011:3.

Riksrevisionen (2011) *Biodrivmedel för bättre klimat – Hur används skattebefrielsen?* RiR 2011:10.

SCB (2011) *Statliga anslag till forskning och utveckling 2011*. UF17.

Swentec/SCB. *Data om miljöteknikföretag 2002–2009*. E-post från SCB 2012-01-19.

United Nations Environment Programme, the European Patent Office och the International Centre for Trade and Sustainable Development (2010) *Patents and clean energy: bridging the gap between evidence and policy*. Final report.

Vetenskapsrådets årsredovisning 2010.

Vinnova (2009) *Effekter av statligt stöd till fordonsforskning. Betydelsen av forskning och förnyelse för den svenska fordonsindustrin konkurrenskraft*. Vinnova Analys VA 2009:02.

Wahlström, Åsa och Rydehell, Mats (2011) *Utvärdering och framtidsanalys av SolEl-programmet – 2008 till 2011*. Elforsk rapport 11:49.

Van der Slot, Arnoud, van den Berg, Ward och Berkhout, Gijs (2011) *Clean Economy, Living Planet. The race to the top of the global cleantech market*. WWF-Netherlands/ Roland Berger, Amsterdam June 2011.

Internet

CIA:s webbplats, *The World Factbook. Population*. <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2119rank.html>, hämtat 2011-12-06.

Energimyndighetens webbplats, *Affärsutvecklingslån*. www.energimyndigheten.se/sv/Foretag/Processen/Villkorslan/. Hämtat 2012-01-30.

Europeiska unionens webbplats, *Key Research & Innovation Indicators and Economic Analysis to Support Policy Making*. http://ec.europa.eu/research/era/facts/figures/key_figures_en.htm, hämtat 2012-01-19.

International Energy Agency:s webbplats, *RD & D Statistics*.
<http://www.iea.org/stats/rd.asp>.

IPCC:s webbplats, *Working Groups/Task Force*.
http://www.ipcc.ch/working_groups/working_groups.shtml.

OECD:s webbplats, *Indicator of Environmental Technologies*.
www.oecd.org/environment/innovation/indicator, hämtat 2011-11-30.

OECD:s webbplats, *Environmental Policy and Technological Innovation (EPTI)*.
www.oecd.org/environment/innovation, hämtat 2011-11-30.

OECD:s webbplats, *Patent Search Strategies for the Identification of Selected Environment-related Technologies (ENV-TECH)*.
<http://www.oecd.org/dataoecd/4/14/47917636.pdf>, hämtat 2011-12-07.

Intervjuer

Intervjuer med representanter för Miljödepartementet	2011-03-10 2011-11-24
Intervju med representanter för Näringsdepartementet	2011-11-22
Intervju med representanter för Utbildningsdepartementet	2011-11-23
Intervjuer med representanter för Energimyndigheten	2011-04-06 2011-04-14 2011-05-05
Intervjuer med representanter för Vinnova	2011-04-12 2011-04-27
Intervjuer med representanter för Formas	2011-03-30 2011-04-29
Intervju med representanter för Naturvårdsverket	2011-03-29
Intervju med representanter för Mistra	2011-05-18
Intervju med representanter för Patent- och registreringsverket	2011-11-01
Intervju med representanter för Vetenskapsrådet	2011-05-31
Intervju med Lars Stolt, forskare vid Ångströmlaboratoriet	2011-12-06

Bilaga 1 Klimat- och energipolitiska mål

Internationella mål

Det övergripande målet för internationell klimatpolitik är fastlagt i FN:s klimatkonvention från 1992 och innebär att halten av växthusgaser i atmosfären ska stabiliseras på en nivå som ”innebär att människans påverkan på klimatsystemet inte blir farlig”.¹⁹⁷ Riksdagen godkände klimatkonventionen genom det klimatpolitiska beslutet 1993.¹⁹⁸

EU:s medlemsstater enades 2009 om målet att till 2050 begränsa ökningen av den globala medeltemperaturen till högst 2 grader Celsius jämfört med förindustriell temperaturnivå. Medlemsstaterna enades också om målet att EU ska minska sina utsläpp med 80–95 procent till år 2050 jämfört med 1990 för att nå de utsläppsminskningar som anses vara nödvändiga för i-länderna som grupp.¹⁹⁹ Tvågradersmålet är inskrivet i Köpenhamns-överenskommelsen från 2009 och erkändes av FN vid klimatmötet i Cancún 2010.

EU:s övergripande energipolitiska mål till år 2020 är att andelen förnybar energi i den slutliga energianvändningen ska öka till 20 procent och att energieffektiviteten ska öka med 20 procent.²⁰⁰

Nationella mål

Riksdagen har beslutat om 16 nationella miljö kvalitetsmål som utgångspunkt för den svenska miljöpolitiken. *Begränsad klimatpåverkan* är det mål som gäller klimatet.²⁰¹ Målet är direkt kopplat till klimatkonventionen. Innebörden av målet har förtydligats med åren, senast i 2009 års energi- och klimatpolitiska proposition *En sammanhållen klimat- och energipolitik – Klimat* som riksdagen antog i maj 2009.²⁰²

¹⁹⁷ FN:s klimatkonvention är en ramkonvention och undertecknades vid Riokonferensen 1992. Konventionen är basen för det internationella samarbetet inom klimatområdet. Slutmålet är att ”stabilisera halterna av växthusgaser i atmosfären på en nivå som förhindrar att mänsklig verksamhet påverkar klimatsystemet på ett farligt sätt”. Ramkonventionen trädde i kraft först 1994.

¹⁹⁸ Prop. 1992/93:179, bet. 1992/93:JoU19, rskr. 361.

¹⁹⁹ Presidency conclusions, Brussels European Council 29/30 October 2009. Brussels, 1 December 2009, 15265/1/09 Rev 1.

²⁰⁰ Målet antogs vid rådets möte i mars 2007, se prop. 2008/09:163 s. 18.

²⁰¹ Prop. 1997/98:145, bet. 1998/99:MJU6, prot. 1998/99:87.

²⁰² Prop. 2008/09:162, bet. 2008/09:MJU28, rskr. 2008/09:300. Miljö kvalitetsmålet fick följande innebörd 2009: ”Temperaturmål – Den globala ökningen av medeltemperaturen begränsas till högst 2 grader Celsius jämfört med den förindustriella nivån. Sverige ska verka internationellt för att det globala arbetet inriktas mot detta mål. Koncentrationsmål som härleds från temperaturmålet – Sveriges klimatpolitik utformas så att den bidrar till att koncentrationen av växthusgaser i atmosfären på lång sikt stabiliseras på nivån högst 400 miljondelar koldioxidekvivalenter (ppmv koldioxidekvivalenter). Möjligheten att uppfylla miljö kvalitetsmålet är till avgörande del beroende av internationellt samarbete och insatser i alla länder.”

Målet för perioden 2008–2012 är att de svenska utsläppen av växthusgaser ska vara minst 4 procent lägre än utsläppen 1990. Målet för 2020 är att utsläppen i den icke-handlande sektorn ska vara 40 procent lägre än 1990. Andra långsiktiga prioriteringar för Sveriges klimatpolitik är att användningen av fossila bränslen för uppvärmning ska vara avvecklad till 2020 samt att Sverige 2030 bör ha en fordonsflotta som är oberoende av fossila bränslen. Visionen är att Sverige 2050 ska ha en energiförsörjning utan nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären.²⁰³

Miljö kvalitetsmålet *God bebyggd miljö* har anknytning till klimat- och energiområdet. Energianvändningen i bostäder och lokaler bör minska med 20 procent till år 2020 och 50 procent till år 2050 i förhållande till användningen år 1995. Till år 2020 ska beroendet av fossila bränslen för energianvändningen i bebyggelsesektorn vara brutet samtidigt som andelen förnybar energi ökar kontinuerligt.²⁰⁴

I samband med 2009 års energi- och klimatpolitiska proposition beslutade riksdagen om energipolitiska mål till 2020:²⁰⁵

- Andelen förnybar energi år 2020 bör vara minst 50 procent av den totala energianvändningen.
- Andelen förnybar energi i transportsektorn år 2020 bör vara minst 10 procent.
- Energianvändningen ska vara 20 procent effektivare till 2020.

²⁰³ Prop. 2008/09:162, bet. 2008/09:MJU28, rskr. 2008/09:300.

²⁰⁴ Prop. 2009/10:155 s. 217–218, bet. 2009/10:MJU25, rskr. 2009/10:377.

²⁰⁵ Prop. 2008/09:163, bet. 2008/09:NU25, rskr. 2008/09:301.

Bilaga 2 Riksrevisionens enkät om klimatforskning

Riksrevisionen har genomfört en enkätundersökning för att kartlägga klimatforskningens omfattning och inriktning år 2010. Statisticon har på uppdrag av Riksrevisionen varit ansvarig för att skicka ut enkäten om klimatforskningens omfattning och inriktning, och har även sammanställt svaren.

Vilka har fått besvara enkäten?

För att identifiera relevanta respondenter fick Riksrevisionen uppgifter om mottagare av forskningsmedel från myndigheter och forskningsstiftelser som ansvarar för forskningsmedel inom klimatområdet. Enkäten ställdes även till de institutioner vid universitet och högskolor som kunde tänkas bedriva klimatrelevant forskning.

I enkäten frågade vi om omfattningen av klimatrelaterad forskning uppdelad på följande tre områden:

- klimatprocesser, klimatsystem och klimatmodeller
- effekter av klimatförändringar, anpassning och sårbarhet
- minskning av växthusgaser.

Inom varje område frågade vi om den totala finansieringen under 2010 fördelad på basanslag, statliga forskningsfinansiärer samt andra källor (EU, kommuner och landsting samt privata företag).

Bortfall på 25 procent

Svarsandelen var 83 procent för de offentliga och 63 procent för de privata respondenterna. Totalt var bortfallet 25 procent. Ett vanligt sätt att hantera bortfall är att göra bortfallskompensation med en metod som kallas "rak uppräknings". Denna metod bygger på ett antagande om att de som inte har svarat har samma egenskaper som de som har svarat. I denna undersökning har vi inte genomfört någon bortfallskompensation eftersom de som inte har svarat inte kan antas ha samma egenskaper som de som har svarat. Det är troligt att det bland dem som inte har besvarat enkäten finns en överrepresentation av institutioner och företag som faktiskt inte har bedrivit någon klimatrelaterad forskning och utveckling. Om detta är fallet skulle metoden med rak uppräknings innebära en överskattning av medel för klimatrelaterad forskning och utveckling.

Om det å andra sidan är så att de som inte har svarat faktiskt har bedrivit klimatrelaterad forskning och utveckling, innebär den använda metoden att vi har underskattat de totala medel som har gått till klimatforskning.

Statistikens tillförlitlighet

De osäkerhetskällor som kan påverka resultaten mest är bortfall och mätfel.²⁰⁶ Det är svårt att utvärdera mätfel utan omfattande utvärderingsstudier. En källa till mätfel kan vara att respondenterna har missuppfattat i vilken enhet svar skulle lämnas, vilket i detta fall var kronor. Vissa uppgiftslämnare svarade i tusental eller miljoner kronor. I de fall det var uppenbart har Statisticon rättat svaren direkt, men i ett antal fall där det inte gick att på ett säkert sätt anta att fel enhet hade använts kontaktades uppgiftslämnaren för ett förtydligande. Detta var dock endast möjligt i enkäterna till institutioner vid universitet och högskolor eftersom det bara var dessa som hade angett kontaktuppgifter på enkäten. Övergripande finns det dock inga indikationer på att stora mätfel förekommer i undersökningen.

Enkätens utformning

Nedan presenterar vi det enkätformulär som användes vid kartläggningen av klimatforskningens omfattning och inriktning år 2010. Enkäten skickades till 424 institutioner vid universitet och högskolor, forskningsinstitut samt privata företag.

²⁰⁶ En annan möjlig felkälla skulle kunna vara att respondenterna har svarat i linje med vad de tror är "rätt" svar. Det skulle i det här fallet kunna innebära att medlen till klimatforskning har överskattats.



Enkät

KLIMATRELATERAD FORSKNING OCH UTVECKLING

– OMFATTNING OCH INRIKTNING

Kontaktpersoner

Frågor om enkäten:

Camilla Gjerde, tel 08-5171 4149
camilla.gjerde@riksrevisionen.se

Frågor om datainsamlingen:

Petra Hall, tel 08-402 29 00
enkat@statisticon.se

Klimatrelaterad forskning och utveckling år 2010

Den här enkäten avser klimatrelaterad forskning och utveckling (se definitioner nedan) som bedrivits av privata företag och offentliga institutioner under år 2010. När du fyller i enkäten, är det viktigt att du tänker på att det handlar om den forskning, utveckling och demonstration som bedrevs under 2010. Även sådana stöd som går till olika så kallade centrumbildningar ska redovisas i enkäten.

Vi ber dig vänligen samordna svaren från den organisation du tillhör, alternativt skicka flera svar om inte en enskild person samlat kan besvara frågorna. Om fler personer besvarar enkäten vänligen skicka svaren samlat i ett och samma svarskuvert.

Klimatrelaterad forskning och utveckling

Med klimatrelaterad forskning och utveckling menas forskning och utveckling inom ett eller flera av följande områden:

- Klimatprocesser, klimatsystem och klimatmodeller
- Effekter av klimatförändringar, anpassning och sårbarhet
- Minskning av växthusgaser

Med forskning och utveckling avses "skapande arbete som sker systematiskt i syfte att bidra till ökade kunskaper, samt utnyttja denna kunskap för att utveckla nya användningsområden." I begreppet forskning och utveckling omfattas grundforskning, tillämpad forskning, utveckling och demonstration. Alla vetenskapliga discipliner ingår.

Fråga 1) Bedrev din institution/företag/avdelning/forskargrupp eller motsvarande någon form av klimatrelaterad forskning och utveckling enligt ovanstående definition under 2010?

☐ Ja

☐ Nej → Om du svarat "Nej" behöver du inte svara på fler frågor. Tack för din medverkan!

Klimatprocesser, klimatsystem och klimatmodeller

Forsknings- och utvecklingsarbete om klimatprocesser, klimatsystem och klimatmodeller handlar om de fysiskt vetenskapliga aspekterna av klimatsystemet och klimatförändringar. Området innefattar ämnen så som:

- Förändringar i växthusgaser och aerosoler i atmosfären
- Observerade förändringar i temperatur (luft, land eller hav), nederbörd, glaciärer, istäcke och havsnivå
- Historiskt och paleoklimatologiskt perspektiv på klimatförändringar
- Biokemi, kolets kretslopp (kolcykeln), gaser och aerosoler
- Satellitdata och andra data
- Klimatmodeller
- Klimatprognoser samt orsaker till klimatförändringar

Fråga 2) Har din institution/företag/avdelning/forskargrupp eller motsvarande bedrivit någon form av forskning och utveckling om klimatprocesser, klimatsystem och klimatmodeller under år 2010?

☐ Ja

☐ Nej → Om du svarat "Nej" kan du gå vidare till fråga 4.

Fråga 3) Uppskatta total finansiering i svenska kronor fördelat på finansieringskällor till forskning och utveckling om klimatprocesser, klimatsystem och klimatmodeller som bedrevs vid din institution/företag/avdelning/forskargrupp eller motsvarande under år 2010.

Finansiering via basanslag* _____ kronor

Finansiering från statliga forskningsfinansiärer** _____ kronor

Finansiering från andra källor*** _____ kronor

* Direkt genom statsbudgeten

** T.ex. myndigheter, statliga stiftelser och forskningsråd som ger program- och projektbeviljningar

*** T.ex. privata medel, EU-medel, medel från kommuner och landsting

Effekter av klimatförändringar, anpassning och sårbarhet

Forsknings- och utvecklingsarbete om effekter av klimatförändringar, anpassning och sårbarhet innefattar områden så som:

- Sårbarhet som följd av klimatförändringar (vetenskapliga, tekniska, miljömässiga, ekonomiska och sociala aspekter av sårbarhet)
- Negativa och positiva konsekvenser av klimatförändringar (för ekologiska system, socioekonomiska sektorer och människors hälsa)
- Möjligheter för anpassning till klimatförändringar
- Sambandet mellan sårbarhet, anpassning och hållbar utveckling

Fråga 4) Har din institution/företag/avdelning/forskargrupp bedrivit någon form av forskning och utveckling om effekter av klimatförändringar, anpassning och sårbarhet under år 2010?

☐ Ja

☐ Nej → Om du svarat "Nej" kan du gå vidare till fråga 6.

Fråga 5) Uppskatta total finansiering i svenska kronor fördelat på finansieringskällor till forskning och utveckling om effekter av klimatförändringar, anpassning och sårbarhet som bedrevs vid din institution/företag/avdelning/forskargrupp eller motsvarande under år 2010.

Finansiering via basanslag*	_____ kronor
Finansiering från statliga forskningsfinansiärer**	_____ kronor
Finansiering från andra källor***	_____ kronor

* Direkt genom statsbudgeten

** T.ex. myndigheter, statliga stiftelser och forskningsråd som ger program- och projektbeviljningar

*** T.ex. privata medel, EU-medel, medel från kommuner och landsting

Minskning av växthusgaser

Forsknings- och utvecklingsarbete om minskning av växthusgaser innefattar följande områden:

- Minskning av klimatförändringar genom att begränsa, förhindra eller ta bort utsläpp av växthusgaser
- Analyser av kostnader och nytta av olika åtgärder för att minska utsläppen av växthusgaser och analyser av möjliga verktyg och politiska styrmedel, såväl nationella som internationella

Fråga 6) Har din institution/ditt företag/din avdelning/din forskargrupp eller motsvarande bedrivit någon form av forskning och utveckling om minskning av växthusgaser under år 2010?

☐ Ja

☐ Nej → Om du svarat "Nej" kan du gå vidare till fråga 8.

Fråga 7) Uppskatta total finansiering i svenska kronor fördelat på finansieringskällor till forskning och utveckling om minskning av växthusgaser som bedrevs vid din institution/företag/avdelning/forskar-grupp eller motsvarande under år 2010. Exemplifiera sedan inom vilket område/vilka områden denna forskning bedrevs (exempelvis inom vindkraft, solceller, laddhybrider, CDM, koldioxidskatt etc.)

a) Energiproduktion, ej transporter (exempelvis vindkraft, vattenkraft, avfall, restvärme, geoenergi och bioenergi).

Finansiering via basanslag* _____ kronor

Finansiering från statliga forskningsfinansiärer** _____ kronor

Finansiering från andra källor*** _____ kronor

Precisera områden:

b) Transporter

Finansiering via basanslag* _____ kronor

Finansiering från statliga forskningsfinansiärer** _____ kronor

Finansiering från andra källor*** _____ kronor

Precisera områden:

c) Energieffektivisering, ej transporter

Finansiering via basanslag* _____ kronor

Finansiering från statliga forskningsfinansiärer** _____ kronor

Finansiering från andra källor*** _____ kronor

Precisera områden:

Fråga 7) forts.*d) Energilagring och CCS*

Finansiering via basanslag* _____ kronor

Finansiering från statliga forskningsfinansiärer** _____ kronor

Finansiering från andra källor*** _____ kronor

Precisera områden:

e) Forskning inom samhällsvetenskap/ekonomi/humaniora om åtgärder för att begränsa utsläppen.

Finansiering via basanslag* _____ kronor

Finansiering från statliga forskningsfinansiärer** _____ kronor

Finansiering från andra källor*** _____ kronor

Precisera områden:

f) Övrigt

Finansiering via basanslag* _____ kronor

Finansiering från statliga forskningsfinansiärer** _____ kronor

Finansiering från andra källor*** _____ kronor

Precisera områden:

* Direkt genom statsbudgeten

** T.ex. myndigheter, statliga stiftelser och forskningsråd som ger program- och projektbeviljningar

*** T.ex. privata medel, EU-medel, medel från kommuner och landsting

Vetenskapliga discipliner

Fråga 8a) Inom vilken disciplin/vilka discipliner bedrev din institution/företag/avdelning/forskargrupp eller motsvarande klimatrelaterad forskning och utveckling under 2010.
Markera ett eller flera alternativ

- ☐ Naturvetenskap
- ☐ Teknik
- ☐ Jordbruk, inklusive skogsbruk och fiskeri
- ☐ Samhällsvetenskap/ekonomi
- ☐ Humaniora
- ☐ Annat

Fråga 8b) När det gäller den klimatrelaterade forskning och utveckling som bedrevs under 2010: Uppskatta hur medlen fördelade sig på olika discipliner vid din institution/ditt företag/din avdelning/din forskargrupp eller motsvarande.
Ange i kronor

Naturvetenskap	_____ kronor
Teknik	_____ kronor
Jordbruk, inklusive skogsbruk och fiskeri	_____ kronor
Samhällsvetenskap/ekonomi	_____ kronor
Humaniora	_____ kronor
Annat	_____ kronor

Tack för din medverkan!

Bilaga 3 Undersökning av vetenskapliga artiklar

Riksrevisionen har gett Vetenskapsrådet i uppdrag att genomföra en analys av antal artiklar och citeringar inom klimatforskning, en så kallad bibliometrisk analys. Den bibliometriska analysen baseras på de publikationer som finns med i Vetenskapsrådets publikationsdatabas. Den är i sin tur baserad på *Science Citation Index Expanded*, samma material som finns tillgängligt via *Web of Science* (Thomson Reuters).²⁰⁷ Analysen är begränsad till publikationer som publicerats under perioden 1994–2010. Endast publikationer av typen *article* och *review* ligger till grund för studien.²⁰⁸

Vetenskapsrådet har sökt efter artiklar som matchar ett antal nyckelord. Nyckelorden har Riksrevisionen tagit fram med hjälp av IVL Svenska miljöinstitutet och Chalmers, samt uppgifter från en dansk kartläggning av klimatforskning och från en nordisk rapport om resultatindikatorer på energiområdet.²⁰⁹ För att undvika träffar från ämnesområden som inte är klimatrelaterade togs vissa ämnen bort från sökningarna. En lista över de sökord och filter som har använts redovisas nedan.

All statistik om antalet publikationer och citeringsmedelvärden är beräknad baserat på fraktionerade publikationer. Detta innebär att antalet artiklar tillgodoräknas länder och ämnesområden baserat på antalet författaradresser i respektive land och hur många ämnesområden en publikation har klassats till i databasen. Om en publikation till exempel har två danska författaradresser och en svensk krediteras Danmark två tredjedelar av publikationen och Sverige en tredjedel.

Antalet citeringar är räknade från och med den citerade artikelns publiceringsår och två år framåt. För en artikel publicerad 1994 räknas alltså citeringar till denna artikel från åren 1994, 1995 och 1996. Alla citeringsmedelvärden är dessutom fältnormerade, det vill säga antalet citeringar till en publikation divideras med citeringsmedelvärdet för alla publikationer i databasen i samma ämnesområde,

²⁰⁷ Certain data included herein are derived from the Science Citation Index Expanded® prepared by Thomson Reuters®, Philadelphia, Pennsylvania, USA® Copyright Thomson Reuters® 2008. All rights reserved.

²⁰⁸ Publikationstypen 'article' inkluderar här även publikationer av typerna 'note' och 'letter'.

²⁰⁹ *Kortlægning af Klimaforskning i Danmark*. Forskning: Analyse og Evaluering 2/2009; Nordic Energy Research (2010): *Nordic Energy Technology Scoreboard*.

år och typ av publikation. Fältnormeringen görs för att justera för variationer mellan ämnesfält i citeringstraditioner. Fältnormeringen innebär alltså att en artikel som har fått lika många citeringar som medelvärdet i fältet får en fältnormerad citering = 1,0. En artikel som har fått 50 procent fler citeringar än genomsnittet i fältet får ett värde på 1,5.

I de figurer som visar den fältnormerade medelciteringen använder vi ett treårigt viktat medelvärde för att tona ned effekten av enstaka högciterade publikationer.

När ett namn med exakt samma stavning samtidigt förekommer bland författarna till den citerande och den citerade publikationen betraktas citatet som ett självcitat. Självcitaten har genomgående tagits bort före summeringen av antalet citat.

Undersökningsresultat från internationell jämförelse

Nedan redovisas underlagen för de figurer och analyser som gjordes av antal vetenskapliga artiklar och citeringar i kapitel 4.

Tabell 5 visar Riksrevisionens undersökning över antalet publicerade artiklar generellt inom klimatforskning och forskning om minskning av växthusgaser i de 13 mest produktiva länderna i världen samt för de nordiska länderna. Länderna har rangordnats efter antalet artiklar om klimatforskning i stort.

Tabell 5 Antal artiklar inom klimatforskning i olika länder 1994–2010

LAND	Klimatforskning i stort		Varav minskning av växthusgaser	
	SUMMA FRAKTIONERADE	ANDEL (%)	SUMMA FRAKTIONERADE	ANDEL (%)
USA	50 168	26	14 706	19
Storbritannien	14 521	8	4 606	6
Kina	12 506	7	6 858	9
Tyskland	11 631	6	4 732	6
Japan	11 142	6	7 451	9
Kanada	8 783	5	2 489	3
Frankrike	7 232	4	2 581	3
Australien	6 143	3	1 693	2
Indien	5 484	3	3 147	4
Spanien	5 086	3	2 273	3
Italien	5 023	3	2 284	3
Nederländerna	4 148	2	1 478	2
Sverige	3 644	2	1 455	2
Danmark	1 951	1	727	1
Norge	1 757	1	453	1
Finland	1 720	1	524	1

Ökning av antal vetenskapliga artiklar

Tabellerna nedan visar i vilken utsträckning vetenskapliga artiklar som handlar om minskade utsläpp har ökat i olika länder.

Tabell 6 Ökning i antal artiklar om minskning av växthusgaser 1994–2010

Land	Ökning 1994–2010 (%)
Sydkorea	6 572
Kina	4 838
Spanien	1 707
Finland	725
Frankrike	706
Danmark	598
Australien	572
Sverige	558
Italien	543
Kanada	521
Norge	511
Nederländerna	421
USA	406
Indien	393
Storbritannien	311
Tyskland	272
Japan	194

Tabell 7 Ökningstakt för antal artiklar om minskning av växthusgaser under perioden 1994–2000

Land	Ökning 1994–2000 (%)
Sydkorea	381
Kina	237
Sverige	142
Spanien	97
Danmark	69
Italien	67
Frankrike	60
Nederländerna	59
Australien	48
Storbritannien	46
Tyskland	42
Kanada	29
Finland	23
Japan	19
USA	17
Norge	-5
Indien	-12

Tabell 8 Ökningstakt för antal artiklar om minskning av växthusgaser under perioden 2000–2010

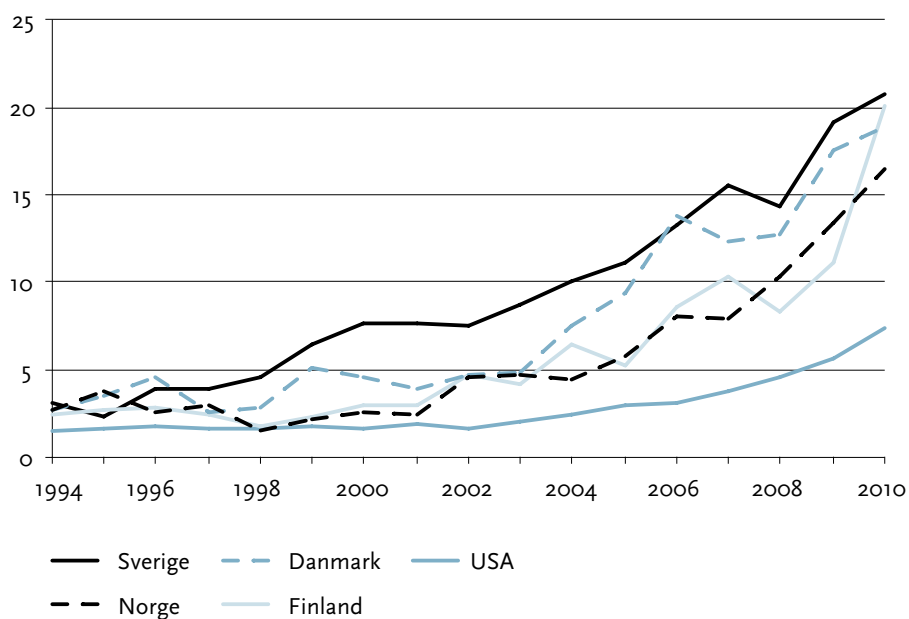
Land	Ökning 2000–2010 (%)
Kina	1 364
Sydkorea	1 287
Spanien	818
Finland	572
Norge	545
Indien	463
Frankrike	405
Kanada	381
Australien	355
USA	332
Danmark	313
Italien	285
Nederländerna	227
Storbritannien	182
Sverige	172
Tyskland	162
Japan	147

Antal artiklar per miljon invånare

Figuren nedan visar utvecklingen av antalet artiklar om minskning av växthusgaser per miljon invånare i de nordiska länderna och USA sedan 1994.

Figur 11 Antal artiklar forskning om minskning av växthusgaser per miljon invånare i de nordiska länderna och USA 1994–2010

Antal artiklar per milj invånare



Hur ofta citeras forskning om minskning av växthusgaser?

Tabellen nedan visar medelciteringen inom forskning om minskning av växthusgaser under perioden 1994–2010.

Tabell 9 Medelcitering inom forskning om minskning av växthusgaser under perioden 1994–2010

Land	Genomsnittlig fältnormerad medelcitering 1994-2010	Volym
USA	1,86	14 706
Nederländerna	1,86	1 478
Danmark	1,59	727
Sverige	1,44	1 455
Storbritannien	1,35	4 606
Tyskland	1,29	4 732
Kanada	1,25	2 489
Australien	1,22	1 693
Frankrike	1,21	2 581
Italien	1,18	2 284
Finland	1,17	524
Norge	1,07	453
Spanien	1,04	2 273
Japan	0,93	7 451
Kina	0,80	6 858
Indien	0,69	3 147

Sökord för att identifiera relevanta artiklar

Nedan presenteras en lista över de sökord som användes i analysen av artiklar inom klimatforskning i stort och inom forskning om minskning av växthusgaser.

Tabell 10 Sökord för artiklar om klimatforskning i stort. Totalt antal och antal artiklar med svenska adresser. Ordnat efter antal träffar totalt

Nyckelord	Totalt	Andel	Svenska	Andel av svenska
Climate change	40 374	13 %	1 330	14 %
(climate OR climatic) AND ("environment change" OR drought OR ecosystem OR economic OR socio-economic OR "tropical disease" OR "seasonal pattern" OR "disease vector" OR "regional effect" OR agricultural)	18 718	6 %	565	6 %
Photovoltaic	14 620	5 %	222	2 %
global warming	9 301	3 %	245	3 %
Solar cell	9 248	3 %	171	2 %
(biomass AND energy)	8 084	3 %	391	4 %
greenhouse gas OR "greenhouse-gas"	7 856	3 %	220	2 %
Waste AND energy	7 741	3 %	233	2 %
carbon dioxide AND "reduc*"	7 547	2 %	200	2 %
CO ₂ AND emission	7 264	2 %	231	2 %
paleoclimate OR paleoclimatic OR palaeoclimate OR palaeoclimatic	7 224	2 %	185	2 %
global climate	7 195	2 %	172	2 %
climatology	7 109	2 %	108	1 %
climate variability OR "climatic variability"	6 913	2 %	190	2 %
Climate model	6 039	2 %	173	2 %
Renewable energy	5 987	2 %	157	2 %
Solar energy	5 951	2 %	128	1 %
climate AND (policy OR policies)	5 661	2 %	174	2 %
biodiesel OR bio-diesel OR "bio diesel"	4 487	1 %	24	0 %
Fuel AND waste	4 064	1 %	175	2 %
Co ₂ AND storage	4 052	1 %	106	1 %

forts.

forts.

Nyckelord	Totalt	Andel	Svenska	Andel av svenska
ice core	3 976	1 %	205	2 %
Solid electrolyte	3 884	1 %	51	1 %
Greenhouse gas AND ("mitigat*" OR "reduc*")	3 801	1 %	99	1 %
Climatic change	3 788	1 %	127	1 %
PCM	3 782	1 %	65	1 %
CDM AND NOT (physics AND biochemistry AND medicine)	3 651	1 %	56	1 %
Biofuel OR Bio-fuel OR "Bio fuel"	3 329	1 %	244	3 %
Biogas OR bio-gas OR "bio gas"	3 202	1 %	141	1 %
Wave energy	3 179	1 %	77	1 %
climat* AND "mitigat*"	3 098	1 %	105	1 %
Climate system	2 532	1 %	59	1 %
climate data OR "climatic data"	2 510	1 %	67	1 %
climate warm* OR "climatic warm*"	2 420	1 %	120	1 %
Co2 AND capture AND NOT (medicine AND immunology AND "molecular biology")	2 419	1 %	107	1 %
carbon AND "mitigat*"	2 402	1 %	68	1 %
Wind energy	2 401	1 %	42	0 %
intergovernmental panel on climate change OR IPCC	2 244	1 %	51	1 %
carbon dioxide AND emission	2 161	1 %	75	1 %
Wind power	2 072	1 %	69	1 %
Solar AND collector	2 048	1 %	41	0 %
Co-generation	1 982	1 %	70	1 %
Wind turbine	1 972	1 %	55	1 %
bio-energy	1 872	1 %	169	2 %
Bioenergy OR bio-energy OR "Bio energy"	1 872	1 %	169	2 %
GHG	1 858	1 %	34	0 %
Electric AND vehicle	1 858	1 %	28	0 %

forts.

forts.

Nyckelord	Totalt	Andel	Svenska	Andel av svenska
bioenergy	1 675	1 %	163	2 %
CO2 AND "mitigat*"	1 660	1 %	45	0 %
Kyoto protocol	1 557	1 %	47	0 %
greenhouse effect	1 413	0 %	38	0 %
Phase change material	1 167	0 %	14	0 %
GHG AND ("mitigat*" OR "reduc*")	1 161	0 %	20	0 %
internal combustion engine	1 078	0 %	14	0 %
Wave power	979	0 %	41	0 %
Solar thermal	959	0 %	25	0 %
Carbon dioxide AND capture	958	0 %	33	0 %
Solar power	952	0 %	11	0 %
PEFC	930	0 %	29	0 %
Hybrid electric	913	0 %	22	0 %
Alternative energy	876	0 %	18	0 %
Alternative fuel	856	0 %	11	0 %
Combined heat and power	853	0 %	77	1 %
climate sensitivity OR "climatic sensitivity"	840	0 %	16	0 %
Polymer electrolyte fuel cell	828	0 %	26	0 %
Hydrogen fuel	820	0 %	14	0 %
Energy efficien* AND building	810	0 %	22	0 %
climate response OR "climatic response"	757	0 %	18	0 %
wind farm OR "wind park" OR "wind plant"	739	0 %	24	0 %
climate record OR "climatic record"	716	0 %	28	0 %
earths climate OR "earth climate"	699	0 %	8	0 %
District heating	695	0 %	189	2 %
climate prediction OR "climatic prediction"	662	0 %	4	0 %
Energy efficien* AND buildings	642	0 %	30	0 %

forts.

forts.

Nyckelord	Totalt	Andel	Svenska	Andel av svenska
climate research OR "climatic research"	632	0 %	16	0 %
climate history OR "climatic history"	631	0 %	23	0 %
climate theory OR "climate theories" OR "climate research"	601	0 %	15	0 %
geothermal energy	582	0 %	10	0 %
carbon dioxide AND "mitigat*"	561	0 %	17	0 %
Hydroelectric power	561	0 %	9	0 %
Fuel cell AND vehicle	555	0 %	8	0 %
Emission AND trading	538	0 %	27	0 %
(Methane AND "mitigat*")	530	0 %	9	0 %
Carbon AND tax	526	0 %	28	0 %
Carbon capture	517	0 %	26	0 %
Carbon AND trading	500	0 %	14	0 %
Biorefinery OR Bio-refinery OR "Bio refinery"	486	0 %	20	0 %
climate simulation	457	0 %	8	0 %
CO2 AND abatement	454	0 %	20	0 %
climate signal OR "climatic signal"	442	0 %	17	0 %
Clean Development Mechanism	428	0 %	20	0 %
(CCS AND Co2) OR (CCS AND carbon)	413	0 %	18	0 %
United Nations Framework Convention on Climate Change OR UNFCCC	377	0 %	18	0 %
climate scenario OR "climatic scenario"	367	0 %	22	0 %
climate cycle OR "climatic cycle"	316	0 %	9	0 %
electric AND aircraft	285	0 %	2	0 %
CO2 AND tax	281	0 %	24	0 %
CO2 mitigat*	273	0 %	11	0 %
Chemical Looping Combust*	273	0 %	61	1 %
PV power	254	0 %	2	0 %

forts.

forts.

Nyckelord	Totalt	Andel	Svenska	Andel av svenska
glaciology	245	0 %	8	0 %
bio energy	230	0 %	8	0 %
Wood fuel	218	0 %	52	1 %
Renewable fuel	214	0 %	9	0 %
Thermal insulat* AND building	211	0 %	4	0 %
Renewable electricity	207	0 %	18	0 %
Fossil fuel AND "substitut*"	205	0 %	17	0 %
green energy	199	0 %	1	0 %
Sustainable transport	198	0 %	9	0 %
greenhouse climate	197	0 %	3	0 %
fossil fuel AND "replac*"	189	0 %	22	0 %
climate effect OR "climatic effect"	189	0 %	11	0 %
climate oscillation OR "climatic oscillation"	183	0 %	7	0 %
Hydraulic power	162	0 %	1	0 %
Kyoto AND mechanism AND (CDM OR JI)	150	0 %	6	0 %
carbon mitigat*	147	0 %	2	0 %
climate fluctuation OR "climatic fluctuation"	145	0 %	1	0 %
Plug-in hybrid	133	0 %	5	0 %
Tidal power	131	0 %	3	0 %
climate mitigat*	129	0 %	5	0 %
Trigeneration	127	0 %	0	0 %
Solar electricity	122	0 %	3	0 %
Green electricity	121	0 %	10	0 %
Methane emission AND reduction	106	0 %	2	0 %
transport* AND "Co2 reduc*"	104	0 %	12	0 %
Carbon dioxide AND tax	99	0 %	10	0 %
climatic model	93	0 %	2	0 %

forts.

forts.

Nyckelord	Totalt	Andel	Svenska	Andel av svenska
PV energy	93	0 %	1	0 %
climatic system	85	0 %	2	0 %
Black liquor gasification	72	0 %	39	0 %
climate indicator OR "climatic indicator"	59	0 %	2	0 %
green certificate	45	0 %	7	0 %
climate problem OR "climatic problem"	45	0 %	2	0 %
Energy efficient AND vehicle	44	0 %	2	0 %
climate projection OR "climatic projection"	44	0 %	2	0 %
Climate projection	43	0 %	2	0 %
district cooling	42	0 %	4	0 %
Wind technology	42	0 %	1	0 %
Wind plant	27	0 %	0	0 %
Combined combustion	23	0 %	0	0 %
("Climate change" OR "climatic change") AND "warm climate"	20	0 %	3	0 %
Energy efficien* AND "industrial process"	12	0 %	1	0 %
climate implication OR "climatic implication"	12	0 %	1	0 %
climat AND ("sea level" OR permafrost OR glacier OR "ice cap" OR "ice sheet" OR "sea ice")	4	0 %	0	0 %
climatic projection	1	0 %	0	0 %
climate change AND mitigat*	1	0 %	0	0 %
climate serie OR "climatic serie"	0	0 %	0	0 %

Tabell 11 Sökord för artiklar om minskning av växthusgaser. Totalt antal och antalet artiklar med svenska adresser. Ordnat efter antal träffar totalt

Nyckelord	Totalt	Andel	Svenska	Andel av svenska
Photovoltaic	13 936	13 %	216	8 %
Solar cell	9 027	8 %	168	6 %
carbon dioxide AND "reduc*"	5 114	5 %	125	5 %
Solar energy	5 001	5 %	98	4 %
Waste AND energy	4 218	4 %	62	2 %
Renewable energy	4 160	4 %	72	3 %
CO2 AND emission	4 053	4 %	93	3 %
Solid electrolyte	3 619	3 %	51	2 %
(biomass AND energy)	3 508	3 %	145	5 %
PCM	3 410	3 %	60	2 %
climate AND (policy OR policies)	3 178	3 %	85	3 %
biodiesel OR bio-diesel OR "bio diesel"	3 078	3 %	15	1 %
Co2 AND storage	2 100	2 %	46	2 %
Fuel AND waste	1 997	2 %	60	2 %
Solar AND collector	1 906	2 %	40	2 %
Biofuel OR bio-fuel OR "Bio fuel"	1 829	2 %	122	5 %
Wind turbine	1 802	2 %	50	2 %
Greenhouse gas AND ("mitigat*" OR "reduc*")	1 800	2 %	47	2 %
Wind energy	1 765	2 %	24	1 %
Co-generation	1 655	2 %	49	2 %
Wind power	1 644	2 %	48	2 %
Co2 AND capture AND NOT (medicine AND immunology AND "molecular biology")	1 627	2 %	73	3 %
Electric AND vehicle	1 575	1 %	22	1 %

forts.

forts.

Nyckelord	Totalt	Andel	Svenska	Andel av svenska
Wave energy	1 432	1 %	52	2 %
CDM AND NOT (physics AND biochemistry AND medicine)	1 301	1 %	28	1 %
Biogas OR bio-gas OR "bio gas"	1 152	1 %	41	2 %
Phase change material	1 118	1 %	13	0 %
carbon dioxide AND emission	1 096	1 %	30	1 %
internal combustion engine	914	1 %	9	0 %
PEFC	855	1 %	25	1 %
Solar thermal	842	1 %	24	1 %
Bioenergy OR bio-energy OR "Bio energy"	834	1 %	49	2 %
Hybrid electric	804	1 %	18	1 %
Solar power	801	1 %	7	0 %
Polymer electrolyte fuel cell	769	1 %	24	1 %
Energy efficien* AND building	704	1 %	15	1 %
Carbon dioxide AND capture	677	1 %	23	1 %
Combined heat and power	661	1 %	42	2 %
Wave power	658	1 %	26	1 %
Alternative fuel	657	1 %	8	0 %
Alternative energy	620	1 %	9	0 %
wind farm OR "wind park" OR "wind plant"	602	1 %	20	1 %
Hydrogen fuel	571	1 %	7	0 %
GHG AND ("mitigat*" OR "reduc*")	521	0 %	11	0 %
District heating	467	0 %	101	4 %
Fuel cell AND vehicle	416	0 %	5	0 %
geothermal energy	390	0 %	1	0 %
Carbon AND tax	360	0 %	16	1 %
Hydroelectric power	330	0 %	3	0 %

forts.

forts.

Nyckelord	Totalt	Andel	Svenska	Andel av svenska
Emission AND trading	320	0 %	8	0 %
Carbon capture	293	0 %	15	1 %
Carbon AND trading	286	0 %	6	0 %
carbon dioxide AND "mitigat*"	273	0 %	8	0 %
CO2 AND abatement	257	0 %	8	0 %
(Methane AND "mitigat*")	253	0 %	5	0 %
Biorefinery OR Bio-refinery OR "Bio refinery"	236	0 %	11	0 %
Chemical Looping Combust*	232	0 %	50	2 %
(CCS AND Co2) OR (CCS AND carbon)	214	0 %	7	0 %
electric AND aircraft	211	0 %	2	0 %
Clean Development Mechanism	208	0 %	14	1 %
PV power	206	0 %	1	0 %
Thermal insulat* AND building	199	0 %	4	0 %
CO2 AND tax	181	0 %	16	1 %
Sustainable transport	170	0 %	5	0 %
Hydraulic power	149	0 %	1	0 %
CO2 mitigat*	141	0 %	3	0 %
green energy	139	0 %	0	0 %
Renewable fuel	128	0 %	5	0 %
Trigeneration	114	0 %	0	0 %
Wood fuel	114	0 %	26	1 %
Fossil fuel AND "substitut*"	110	0 %	9	0 %
fossil fuel AND "replac*"	110	0 %	10	0 %
Solar electricity	104	0 %	3	0 %
Tidal power	95	0 %	2	0 %
Plug-in hybrid	87	0 %	0	0 %

forts.

forts.

Nyckelord	Totalt	Andel	Svenska	Andel av svenska
Renewable electricity	82	0 %	4	0 %
PV energy	76	0 %	1	0 %
Kyoto AND mechanism AND (CDM OR JI)	73	0 %	5	0 %
carbon mitigat*	62	0 %	0	0 %
Black liquor gasification	62	0 %	32	1 %
Carbon dioxide AND tax	59	0 %	5	0 %
Green electricity	56	0 %	3	0 %
transport* AND "Co2 reduc*"	52	0 %	3	0 %
climate mitigat*	51	0 %	3	0 %
Methane emission AND reduction	44	0 %	0	0 %
district cooling	39	0 %	4	0 %
Energy efficient AND vehicle	35	0 %	2	0 %
Wind technology	34	0 %	1	0 %
Combined combustion	20	0 %	0	0 %
Wind plant	17	0 %	0	0 %
green certificate	14	0 %	3	0 %
Energy efficien* AND "industrial process"	8	0 %	0	0 %
climate change AND mitigat*	0	0 %	0	0 %

Filter för att undvika ämnen som inte är klimatrelaterade

För att undvika träffar från ämnesområden som inte är klimatrelaterade togs vissa ämnen bort från sökningarna. Dessa listas nedan.

Tabell 12 Filter för *klimatforskning i stort*. Publikationer klassade i följande ämnen filtrerades bort när Vetenskapsrådet sökte efter artiklar om klimatforskning i stort

ISI-namn	ISI-kod
Allergy	AQ
Anatomy & Morphology	AY
Anesthesiology	BA
Cardiac & Cardiovascular System	DQ
Cell Biology	DR
Clinical Neurology	RT
Critical Care Medicine	DS
Dermatology	GA
Entomology	IY
Food Science & Technology	JY
Hematology	MA
Horticulture	MU
Immunology	NI
Medicine Research & Experimental	QA
Neurosciences	RU
Nutrition & Dietetics	SA
Ophthalmology	SU
Pediatrics	TQ
Physiology	UM
Radiology Nuclear Medicine & Medical Imaging	VY
Respiratory System	WE
Surgery	YA

Tabell 13 Filter för forskning om *minskade utsläpp av växthusgaser*. Publikationer klassade i följande ämnen filtrerades bort när Vetenskapsrådet sökte efter artiklar som handlar om minskade utsläpp av växthusgaser

ISI-namn	ISI-kod
Allergy	AQ
Anatomy & Morphology	AY
Anesthesiology	BA
Astronomy & Astrophysics	BU
Biodiversity Conservation	BD
Biotechnology & Applied Microbiology	DB
Cardiac & Cardiovascular System	DQ
Cell Biology	DR
Clinical Neurology	RT
Critical Care Medicine	DS
Dermatology	GA
Developmental Biology	HY
Ecology	GU
Entomology	IY
Environmental sciences	JA
Evolutionary Biology	HT
Fisheries	JU
Food Science & Technology	JY
Geography Physical	KV
Geology	KY
Geosciences Multidisciplinary	LE
Hematology	MA
Horticulture	MU
Immunology	NI

forts.

forts.

ISI-namn	ISI-kod
Instruments & Instrumentation	OA
Limnology	OU
Medicine Research & Experimental	QA
Neurosciences	RU
Meteorology & Atmospheric Sciences	QQ
Nutrition & Dietetics	SA
Oceanography	SI
Ophthalmology	SU
Paleontology	TE
Parasitology	TI
Plant Sciences	DE
Radiology Nuclear Medicine & Medical Imaging	VY
Respiratory System	WE
Spectroscopy	XQ
Surgery	YA
Veterinary Sciences	ZC
Zoology	ZM

Bilaga 4 Undersökning av patentansökningar

Internationella patentdatabaser inom klimatteknik

Internationellt finns det ett intresse för och efterfrågan på information om patent på klimatteknikområdet.²¹⁰ OECD har en patentdatabas där sökningar kan göras på bland annat olika tekniska områden. Ett sådant tekniskt område är miljöteknik inklusive tekniker för att minska utsläpp av växthusgaser.²¹¹ OECD motiverar denna klassificering av patent inom miljöteknik med behovet av att kunna undersöka sambandet mellan offentliga styrmedel och teknisk utveckling på området. OECD har bland annat använt informationen om patent på miljöområdet för undersökningar av innovationer inom förnybar energi.²¹² OECD:s klassificering av miljöteknik omfattar delområdena

- generell miljöförvaltning
- produktion av förnybar energi
- energieffektiva förbränningstekniker
- avskiljning och lagring av växthusgaser
- energilagring, vätgasteknologi samt bränsleceller
- utsläppsminskningar och drivmedeleffektivitet i transportsektorn
- energieffektivisering inklusive belysning i byggnader.²¹³

Alla utom det första av dessa delområden avser tekniker för att direkt eller indirekt minska utsläppen av växthusgaser.

Det europeiska patentorganet European Patent Office (EPO) har tillsammans med United Nations Environmental Program (Unep) och International Centre for Trade and Sustainable Development (ICTSD) arbetat fram ett klassificeringssystem för att kunna identifiera patent inom området klimatteknik. Detta klassificeringssystem motiveras

²¹⁰ Det finns flera exempel på rapporter som redovisar patentinformation inom området klimatteknik: *Nordic Energy Technology Scoreboard*. Nordic Energy Research, Oslo, april 2010. *A more research-intensive and integrated European Research Area. Science, Technology and Competitiveness key figures report 2008/2009*. European Commission, Directorate-General for Research. EUR 23608 EN, Bryssel 2008. *Det norske forsknings- og innovasjonssystemet – statistikk og indikatorer 2010*. Norges forskningsråd, NIFU STEP och Statistisk sentralbyrå, Oslo 2010.

²¹¹ OECD:s webbplats, *Indicator of Environmental Technologies*, 2011-11-30.

²¹² OECD:s webbplats, 2011-11-30.

²¹³ OECD:s webbplats, 2011-12-07. På OECD:s webbplats finns de engelska benämningarna på de delområden som ingår i teknikområdet *Miljöteknik*, på engelska benämnt *Environment-related technological fields*.

av behovet av tillförlitliga uppgifter om teknikutveckling för att kunna hantera och förhindra klimatförändringar.²¹⁴ EPO:s klassificering följer samma klassificering som OECD, men med tre kompletterande delområden:

- energiutvinning från kärnkraft
- effektivare generering, transport och fördelning av energi
- övrig energiomvandling eller övriga ledningssystem för att minska växthusgasutsläppen.²¹⁵

Tillvägagångssätt i Riksrevisionens undersökning

Patent- och registreringsverket (PRV) har på Riksrevisionens uppdrag tagit fram uppgifter om det totala antalet svenska patentansökningar inom klimatteknikområdet för perioden 1994–2010. PRV:s sammanställning baseras på utdrag ur EPO:s databas (EPODOC) om patentansökningar inom klimatteknikområdet. Sammanställningen från PRV visar antalet patentansökningar med svensk anknytning, det vill säga med minst en sökande eller en uppfinnare med angiven hemvist i Sverige. PRV:s uppgifter omfattar både patentansökningar som gjorts enbart på nationell nivå i Sverige och svenska ansökningar som gjorts internationellt.

PRV har inte haft möjlighet att ta fram uppgifter för en internationell jämförelse av antalet patentansökningar inom klimatteknikområdet. Riksrevisionen har därför gjort en egen bearbetning av uppgifter för perioden 1994–2010 om miljöteknikområdet i OECD:s patentdatabas. Riksrevisionen har undersökt antalet patentansökningar, exklusive nationella ansökningar, i 16 länder inklusive Sverige. Länderna är valda för att möjliggöra jämförelser med redovisningen av antalet vetenskapliga artiklar.

Jämförelse mellan PRV:s och OECD:s uppgifter

Uppgifterna i OECD:s patentdatabas avser internationella patentansökningar; nationella patentansökningar i olika länder finns inte med.²¹⁶ Enligt PRV:s bedömning innebär detta att cirka hälften av de patentansökningar som görs i respektive land inte syns i uppgifterna i OECD:s patentdatabas.²¹⁷

²¹⁴ *Patents and clean energy: bridging the gap between evidence and policy. Final report.* United Nations Environment Programme, the European Patent Office och the International Centre for Trade and Sustainable Development, 2010.

²¹⁵ *Förklaring hur JUMBO-värden tagits fram.* Pm från Patent- och registreringsverket, 2011-12-05.

²¹⁶ Patentansökningar enligt Patent Cooperation Treaty.

²¹⁷ Intervju med PRV 2011-11-01.

Det totala antalet svenska patentansökningar inom klimatteknikområdet under perioden 1994–2010 uppgår i PRV:s sammanställning till 2 458 stycken.

I Riksrevisionens bearbetning av motsvarande uppgifter i OECD:s patentdatabas uppgår antalet patentansökningar till 1 479 stycken. Det innebär att OECD:s uppgifter omfattar cirka 60 procent av det totala antalet svenska patentansökningar.

Vid en jämförelse av de olika delområdena inom klimatteknik framgår att OECD:s uppgifter för de flesta delområden omfattar cirka hälften av det totala antalet svenska patentansökningar. För delområdet energieffektivisering i byggnader omfattar däremot OECD:s uppgifter bara cirka 25 procent av det totala antalet svenska patentansökningar. För transportområdet är förhållandet det omvända; där omfattar OECD:s uppgifter cirka 90 procent av det totala antalet svenska patentansökningar. Enligt PRV innebär internationella patentansökningar att de sökande vill nå ut på en internationell marknad med den patentsökta tekniken.

Undersökningsresultat från internationell jämförelse

Tabellen nedan visar det totala antalet patentansökningar inom klimatområdet under perioden 1994–2009 för de länder som ingått i undersökningen. Sverige placerar sig i mitten vid denna jämförelse. Sverige hade fler patentansökningar än de andra nordiska länderna.

Tabell 14 Totalt antal patentansökningar inom klimatteknikområdet 1994–2009

Land	Totalt antal
Japan	19 507
USA	19 391
Tyskland	15 440
Frankrike	3 698
Storbritannien	2 952
Kanada	2 053
Nederländerna	1 870
Sverige	1 479
Kina	1 227
Italien	1 122
Australien	1 052
Danmark	880
Schweiz	737
Spanien	642
Norge	452
Finland	424

Källa: Riksrevisionens bearbetning av data från OECD.

När antalet patentansökningar inom klimatteknikområdet sätts i relation till folkmängden, placerar sig Sverige på andra plats efter Tyskland.²¹⁸ Även andra länder med en liten folkmängd, som de andra nordiska länderna och Schweiz, placerar sig högre i denna rankning. Tabellen nedan visar antalet patentansökningar per miljon invånare inom klimatteknikområdet under perioden 1994–2009.

Tabell 15 Antal patentansökningar per miljon invånare inom klimatteknikområdet 1994–2009

Land	Folkmängd	Totalt antal patent	Antal per miljon inv.
Tyskland	81,47	15 440	190
Sverige	9,08	1 479	163
Danmark	5,52	880	159
Japan	126,47	1 9507	154
Nederländerna	16,84	1 870	111
Schweiz	7,63	737	96
Norge	4,69	452	96
Finland	5,25	424	81
USA	313,23	19 391	62
Kanada	34,03	2 053	60
Frankrike	65,31	3 698	57
Australien	21,76	1 052	48
Storbritannien	62,69	2 952	47
Italien	61,01	1 122	18
Spanien	46,75	642	14
Kina	1336,71	1 227	1

Källa: Riksrevisionens bearbetning av data från OECD.

²¹⁸ Uppgifter om folkmängd har hämtats från CIA:s webbplats, 2011-12-06.

Som framgår av tabellen nedan placerar sig Sverige i mitten bland de undersökta länderna, även när ökningen av antalet patentansökningar över tid jämförs.

Tabell 16 Ökning av antalet patentansökningar inom klimatteknikområdet mellan 1994 och 2008, rangordnat efter procentuell ökning 1994–2008

Land	Antal 1994	Antal 2000	Antal 2008	Ökning 1994–2008	Ökning 2001–2008
Kina	6	31	227	3 683 %	632 %
Japan	65	769	2 133	3 182 %	177 %
Spanien	4	17	102	2 450 %	500 %
Frankrike	31	148	482	1 455 %	226 %
Tyskland	255	1 133	1 621	536 %	43 %
Nederländerna	40	131	227	468 %	73 %
Norge	9	29	51	467 %	76 %
Finland	10	15	54	440 %	260 %
Sverige	29	93	155	434 %	67 %
Danmark	24	35	123	413 %	251 %
Kanada	31	107	158	410 %	48 %
Schweiz	22	42	104	373 %	148 %
Italien	28	53	130	364 %	145 %
Storbritannien	70	187	317	353 %	70 %
USA	410	1 194	1 801	339 %	51 %
Australien	32	55	114	256 %	107 %

Källa: Riksrevisionens bearbetning av data från OECD.

Bilaga 5 Dokumentanalys

Tillvägagångssätt och resultatmått för bedömning av uppföljning och utvärdering av klimatforskningen

För att kunna bedöma hur myndigheterna har följt upp den svenska klimatforskningens resultat har Riksrevisionen granskat ansvariga myndigheternas uppföljningar av forskningsprojekt och forskningsprogram under perioden 2009–2011. Riksrevisionens granskning har omfattat cirka 20 utvärderingar från Energimyndigheten och en utvärdering från Vinnova som avser forskning om minskning av växthusgaser. Riksrevisionen har i genomgången av utvärderingarna utgått från de resultatmått som gäller för energiforskningen enligt regering och riksdag. Nedan presenteras resultatmått och tillvägagångssättet för uppföljningarna i sin helhet såsom det är uttryckt i regeringens proposition:²¹⁹

- 1) Beslutade projektmedel redovisas per temaområde, utvecklingsområde och kategori (Forskning, Utveckling, Demonstration, Kommersialisering, Information, Utbildning, Övrigt). De utförande organisationerna listas och kategoriseras.
- 2) Resultatmått används för uppföljning av insatsernas bidrag till utvecklingen av energisystemet. Aktiviteter, t.ex. program, projekt och kompetenscentra listas och projektens uppgifter beskrivas med korta nyckelord. Resultat redovisas och måluppfyllelsegraden indikeras. Bidrag till energieffektivisering, mer förnybar energi, kostnadssänkningar och uppfyllelse av miljömål anges i förekommande fall.
- 3) Områdesspecifika indikatorer för uppföljning av de konkretiserade visionerna (effektmålen).
- 4) Indikatorer används för uppföljning av kunskap och kompetens. Följande indikatorer bedöms kunna användas:
 - a. Doktors- och licentiatexamina under året (antal)
 - b. Verksamma seniora forskare med energiinriktning (antal)
 - c. Publicerade vetenskapliga artiklar i granskade tidskrifter (antal)
 - d. Övrig kunskapsspridning i form av konferensbidrag, rapporter, presentation i media, uppkomst av nya nätverk och samarbeten (antal)
 - e. Resultat och kompetens från programmet/projektet används och tillämpas i utredningar, nya regelverk, tillståndsärenden, politiska beslut, utformning av nya styrmedel etc. (ja/nej)

²¹⁹ Prop. 2005/06:127, bet. 2005/06:NU19, rskr. 2005/06:347.

- f. Samverkan i innovationssystemet genom samfinansiering, industridoktorander, samverkan mellan forskare och avnämare (ja/nej)
 - g. Energiexaminerade som anställts inom energibranschen eller relevanta myndigheter (antal)
 - h. Deltagande i internationella nätverk (ja/nej)
 - i. Tvärvetenskap (ja/nej)
 - j. Nya kunskaper förmedlas genom undervisningen (ja/nej)
- 2) Indikationer används för uppföljning av kommersialisering och övrigt nyttiggörande. Följande indikatorer bedöms kunna användas:
- a. Patent och licenser (antal)
 - b. Riskkapital har investerats (mkr)
 - c. Användaren/mottagaren av projektresultaten stöder projektet finansiellt redan på FUD²²⁰-stadiet (procent eller mkr)
 - d. Användaren/mottagaren av projektresultaten är aktivt engagerad i projektet redan på FUD-stadiet (ja/nej)
 - e. Typ av mottagare av resultatet (SME²²¹/stort företag/offentlig sektor)
 - f. Nya företag och/eller nya arbetstillfällen (antal)
 - g. Nya/bättre produkter/tjänster kommer ut på marknaden, nationellt och/eller internationellt (ja/nej)
 - h. Nya metoder/lösningar tillämpas eller är klara för tillämpning (ja/nej)
 - i. Satsningen bidrar till regional utveckling (ja/nej).

För relevanta indikatorer bör även en bedömning göras av resultat som väntas infalla inom t.ex. 3 respektive 10 år efter det att projektet avslutats.

Exempel på kommersialisering

Riksrevisionen gick ut med en förfrågan till Energimyndigheten, Mistra och Vinnova om att ta fram goda exempel på klimatrelaterade forskningsprojekt. Forskningsprojekten skulle ha fått statliga forskningsmedel och lett till kommersialisering, till exempel nya eller förbättrade produkter eller prototyper.

De ombads beskriva dessa insatser kort, till exempel i fråga om vad forskningsprojektet skulle leda till, vad resultatet bestod i samt hur det kommersialiserades.

Riksrevisionen bad också att få en beskrivning av vad som gjorde att just den aktuella produkten eller prototypen kunde gå från forskning till framgångsrik kommersialisering – vilka faktorer var avgörande i det aktuella fallet?

²²⁰ FUD står för forskning, utveckling och demonstration.

²²¹ SME står för små och medelstora företag.

Riksrevisionen betonade i förfrågan att det valda projektet eller den valda produkten måste härröra från klimatrelaterad forskning och utveckling med syfte att direkt eller indirekt minska utsläppen av växthusgaser.

Totalt lyfte finansiärerna fram nio exempel. I fem av dessa nio exempel har innovationerna på något sätt utvecklats med hjälp av forskningsmedel från finansiärerna. I de resterande fyra exemplen har inte finansiärerna stöttat innovationerna med forskningsstöd utan de har fått stöd på annat sätt, till exempel genom affärsutvecklingslån.²²² Av de fem forskningsprojekten har vi valt att lyfta fram tre lyckade exempel på forskningsinsatser som lett till kommersialisering.

²²² Affärsutvecklingslån är ett så kallat villkorslån som kan beviljas av Energimyndigheten för unika idéer som har energi- och näringslivsrelevans. Det finns inget särskilt maxbelopp eller minimibelopp för ett lån. Energimyndighetens totala budget för villkorslån är ca 40 miljoner kronor per år. Se Energimyndighetens webbplats.

Bilaga 6 Definitioner av klimatforskning i andra länder

Både Norge och Danmark har i samband med utvärderingar av klimatforskningen definierat klimatforskning.

Norge

Den norska regeringen kartlade norsk klimatforskning 2000 och 2005. En utredning ska lägga fram ytterligare en utvärdering av norsk klimatforskning våren 2012. I de två kartläggningarna från 2000 och 2005 definieras klimatforskning enligt följande:²²³

Naturvetenskap relaterad till

- förståelsen av klimatsystemet eller klimatmodeller
- potentiella effekter av klimatändringar på organismer och omgivning ("effektforskning" med naturvetenskaplig inriktning).

Teknisk forskning och utveckling inom

- teknik som *direkt* minskar eller tar bort utsläppen av växthusgaser
- nya förnybara energikällor som *indirekt* minskar utsläppen av växthusgaser
- mer miljövänlig och effektiv energianvändning
- andra klimatrelevanta områden.

Samhällsvetenskaplig eller ekonomisk forskning relaterad till:

- studier av åtgärder för att begränsa utsläpp av växthusgaser
- potentiella effekter av och anpassning till klimatändringar ("effektforskning" med samhällsvetenskaplig eller ekonomisk inriktning).

Danmark

I Danmark kartlade regeringen klimatforskningen och dess resultat 2009. Undersökningen utgick från FN:s klimatpanel IPCC:s definition av klimatområdet när klimatforskning avgränsades från annan forskning.²²⁴ Enligt denna definition inkluderar klimatforskning forskning och utveckling inom ett eller flera av följande

²²³ Røsdal, T. och Aksnes D. (2006) *Norsk klimaforskning*. NIFU Step; Norges forskningsråd (2000) *Klimaforskningen i Norge. Rapport fra Samarbeidsutvalget for klimaforskning 2000*.

²²⁴ *Kortlægning af klimaforskning i Danmark*. Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling (2009).

områden:

- klimatprocesser, klimatsystem och klimatmodeller
- sårbarhet, effekter av klimatförändringar och anpassning
- minskning av växthusgaser.

Den danska undersökningen särskiljde sårbarhet, effekter av klimatförändringar och anpassning i tre eftersom detta var ett område som utvärderingen var speciellt intresserad av att kartlägga.

Tidigare utgivna rapporter från Riksrevisionen

Alla Riksrevisionens tidigare utgivna rapporter finns tillgängliga på www.riksrevisionen.se

2011	2011:1	Säsongsarbetslösa och arbetslöshetsförsäkringen – omställningsförsäkring eller yrkesförsäkring?
	2011:2	Använder lärosätena resurserna effektivt? Effektivitet och produktivitet för universitet och högskolor
	2011:3	Oförbrukade forskningsbidrag vid universitet och högskolor
	2011:4	IT inom statsförvaltningen – har myndigheterna på ett rimligt sätt prövat frågan om outsourcing bidrar till ökad effektivitet?
	2011:5	Statliga IT-projekt som överskrider budget
	2011:6	Kostnadskontroll i stora järnvägsinvesteringar?
	2011:7	Trafikverkens produktivitet – hur mycket infrastruktur för pengarna?
	2011:8	Klimatinsatser utomlands – statens köp av utsläppskrediter
	2011:9	Myndigheternas insatser för finansiell stabilitet – Lärdomar i ljuset av utvecklingen i Baltikum 2005–2007
	2011:10	Biodrivmedel för bättre klimat – Hur används skattebefrielsen?
	2011:11	Tydlighet och transparens i budgetpropositionen för 2011? – Redovisningen av finans- och sysselsättningspolitiska ramverk
	2011:12	Statens stöd till studieförbunden
	2011:13	Leverans på utsatt tid? En granskning av försvarets internationella materielsamarbeten
	2011:14	Svenska bidrag till internationella insatser
	2011:15	Försvarsmaktens stöd till samhället vid kriser
	2011:16	Statliga insatser för akademiker med utländsk utbildning – förutsägbara, ändamålsenliga och effektiva?
	2011:17	Samordning av stöd till barn och unga med funktionsnedsättning – Ett (o)lösligt problem?
	2011:18	Brotsutsatt – Myndigheternas hantering av ekonomisk kompensation på grund av brott
	2011:19	Rätt information vid rätt tillfälle inom vård och omsorg – samverkan utan verkan?
	2011:20	Vad blev det av de misstänkta bidragsbrotten?
	2011:21	Användningen av basanslaget för forskning och forskarutbildning
	2011:22	Botniabanan och järnvägen längs Norrlandskusten – hur har det blivit och vad har det kostat?

	2011:23	Lika betyg, lika kunskap? En uppföljning av statens styrning mot en likvärdig betygssättning i grundskolan
	2011:24	Statliga myndigheters tjänsteexport
	2011:25	It-stödet i rättskedjan
	2011:26	Stabilitetsfonden – Gör den skäl för namnet?
	2011:27	Att hantera brottmål effektivt – En utmaning för regeringen och rättsväsendet
	2011:28	Medfinansiering av statlig infrastruktur
	2011:29	Miljökrav i offentlig upphandling – är styrningen mot klimatmålet effektiv?
	2011:30	Tillämpningen av det finanspolitiska ramverket. Regeringens redovisning i budgetpropositionen för 2012
2012	2012:1	Klimatrelaterade skatter – Vem betalar?

Beställning: publikationsservice@riksrevisionen.se

För att nå de långsiktiga klimatmålen är forskning och teknikutveckling väsentliga. Riksrevisionen har granskat hur mycket staten satsar på klimatforskningen, vilka områden forskningen är inriktad mot och vilka resultat forskningen hittills har lett till. Granskningen fokuserar främst på klimatforskning som direkt eller indirekt handlar om att minska utsläppen av växthusgaser.

Riksrevisionens övergripande slutsats är att klimatforskningen har potential att bidra till att klimatmålen kan nås. Granskningen visar att svensk klimatforskning fått mer pengar under senare år och producerar många vetenskapliga artiklar och patentansökningar. Men regeringens uppföljning av klimatforskningens omfattning, inriktning och resultat är otillräcklig. Därmed är det oklart i vilken utsträckning klimatforskningen faktiskt stöder klimatmålen och om forskningsresultaten kommer till användning i näringslivet och samhället. Regeringen saknar en samlad strategi för hur klimatforskningen ska bidra till att minska utsläppen av växthusgaser. Klimatforskningen behöver tydligare inriktas mot klimatmålen och mot att nyttiggöra forskningsresultaten.

ISSN 1652-6597

ISBN 978 91 7086 275 5

Beställning:

www.riksrevisionen.se

publikationsservice@riksrevisionen.se

Riksrevisionens publikationsservice

114 90 Stockholm

