

A vertical strip on the left side of the cover features a bokeh light effect with out-of-focus yellow and orange lights against a dark background.

Utvärdering av Energimyndighetens satsningar inom bioenergi

*Rapporten är
framtagen av
Faugert & Co
på uppdrag av
Energimyndigheten*

ER 2020:11

A thick, solid red wavy line curves upwards from the bottom left towards the right edge of the page.

Rapporten har tagits fram av Faugert & Co på uppdrag av Energimyndigheten.
Författare: Johan Nylander, Amanda Bengtsson Jallow, Sebastian Berggren,
Jonatan Ryd, Sam Kuritzén, Vera Stafström, Kristian Sundgren

Energimyndighetens publikationer kan laddas ner eller
beställas via www.energimyndigheten.se

Statens energimyndighet, mars 2020
ER 2020:11
ISSN 1403-1892
ISBN (pdf) 978-91-89184-45-9
Tryck: Arkitektkopia AB, Bromma

Förord

Bioenergi är världens och Sveriges största förnybara energikälla och därmed ett viktigt verktyg för att klara klimatutmaningen. Tillförseln av biobränslen har drygt tredubblats under de senaste 40 åren och drygt 80 procent kommer från skogen. År 2018 stod biobränslen för 25 procent av den totala mängden tillförd energi i det svenska energisystemet.

Faugert & Co har på uppdrag av Energimyndigheten genomfört en utvärdering i syfte att dokumentera och analysera vilken effekt Energimyndighetens stöd till forskning, utveckling, demonstration och innovation inom bioenergiområdet har haft i samhället. Studien omfattar hållbarhetsaspekter av skogsbränsleuttag, uttag och hantering av grot (grenar och toppar) samt rök-gaskondensering.

Resultatet visar att Energimyndighetens satsning bidragit till en fungerande bioenergisektor genom att utveckla nya metoder och arbetssätt för att ta ut grot så effektivt som möjligt samt till en ökad kompetens och nya aktörer inom området. Kunskapen har lett till ökad acceptans för användandet av biobränslen i samhället och haft betydelse för framtagandet av regler och rekommendationer kring skogsbränsleuttag. Kunskaperna har även använts som underlag i standardiseringsarbete (ISO 13065 Hållbarhetskriterier för bioenergi) och vid förhandlingar om EU direktiv (RED 2). Utan Energimyndighetens insatser på hållbarhetsområdet hade Sverige kanske inte kunnat tillgodoräkna sig användandet av fasta biobränslen mot målet om andelen förnybar energi idag.

Rapporten har tagits fram av konsulten Faugert & Co på uppdrag av Energimyndigheten. Analyser, slutsatser och förslag som framförs i rapporten är konsultens egna.

Anna Malmström
Handläggare Energimyndigheten

Rémy Kolessar
Avdelningschef Energimyndigheten

Innehåll

Sammanfattning	5
Executive Summary	9
1 Inledning	12
1.1 Uppdraget	12
1.2 Avgränsningar	12
1.3 Effektlogik	13
1.4 Effektlogiken i ljuset av nationella energipolitiska mål	14
1.5 Tidiga effekter och dess indikatorer	17
1.6 Metod och genomfört arbete	19
1.7 Disposition	20
2 Forskning om bioenergi	21
2.1 Innan Energimyndigheten bildades	21
2.2 Energimyndighetens stöd till bioenergiområdet	22
3 Grenar, toppar och stubbar	25
3.1 Inledning	25
3.2 Forskningens inriktning	28
3.3 Resultat och utfall	32
3.4 Tidiga effekter	37
3.5 Slutsats	40
4 Bioenergins hållbarhetsaspekter	42
4.1 Inledning	42
4.2 Resultat	43
4.3 Tidiga effekter	45
4.4 EU:s förnybarhetsdirektiv och hållbarhetskriterierna	48
4.5 Betydelsen av kunskapsbasen	53
4.6 Slutsats	56
5 Rök-gaskondensering	57
5.1 Inledning	57
5.2 Forskningens inriktning	60

5.3	Resultat och utfall.....	61
5.4	Tidiga effekter.....	65
5.5	Slutsats.....	66
6	Slutsatser.....	68
6.1	Vad betyder de tidiga effekterna för systemet som helhet?.....	68
6.2	Slutsats.....	72
	Bilaga A Enkät svar.....	73
A.1	Motiv.....	73
A.2	Resultat och effekter.....	74
A.3	Mervärde.....	76
	Bilaga B Intervjupersoner och deltagare på tolkningsseminarium.....	77
B.1	Intervjupersoner.....	77
B.2	Deltagare tolkningsseminarium.....	78
	Bilaga C Översikt – syntesrapporter och övriga rapporter som behandlas i hållbarhetsavsnittet.....	79
C.1	Allmänna hållbarhets- och miljöfrågor.....	79
C.2	Kolbalanser.....	81
C.3	Biologisk mångfald.....	82
C.4	Syntesrapporter.....	82
C.5	Övriga rapporter.....	84

Figurer

Figur 1 Effektlogik översikt.....	13
Figur 2 Utvecklingen av bioenergisektorn.....	15
Figur 3 Tillståndet ett fungerande utbud av trädbränslen.....	18
Figur 4 Milstolpar i bioenergins utveckling.....	23
Figur 5 Historisk förbrukning av trädbränslen, exklusive förädlade trädbränslen, för produktion av el i terajoule.....	26
Figur 6 Historisk förbrukning av trädbränslen, exklusive förädlade trädbränslen, för produktion av ånga och hetvatten i terajoule.....	27
Figur 7 Bioenergisektorns olika delar.....	68
Figur 8 Tillståndet ett fungerande utbud av trädbränslen.....	70
Figur 9 Utveckling av kunskap och kompetens som bidrar till en fungerande bioenergisektor.....	70
Figur 10 Tillståndet en fungerande efterfrågan på trädbränslen.....	71
Figur 11 Vänligen värdera om följande motiv var viktiga för ditt/din organisations deltagande i projektet (n = 24).....	73
Figur 12 Vilka av följande resultat och effekter har projektet bidragit till för din organisation? (n = 23).....	74
Figur 13 Vilka av följande resultat och effekter har projektet bidragit till för din organisation? (n = 23).....	74
Figur 14 Vilka av följande resultat och effekter har projektet bidragit till för samhället? (n = 24).....	75
Figur 15 Vilka av följande resultat och effekter har projektet bidragit till för samhället? (n = 24).....	75
Figur 16 För vem/vilka uppfattar du att projektets/projektens resultat är till nytta? (n = 24).....	76
Figur 17 Vad hade hade hänt om projektet inte hade fått finansiering från Energimyndigheten? Projektet hade... (n = 25).....	76

Sammanfattning

Bakgrund

Energimyndigheten har sedan den bildades 1998 finansierat forskning om bioenergi. Myndighetens satsningar omfattar bl a teknik och system för skörd och hantering av skogs- och åkerbränslen samt miljöeffekter av skogsbränsleuttag. Området omfattar både produktion av bränslen från skog och åker och innehåller också program med inriktning på förädling av bränslen.

Faugert & Co har på uppdrag av Energimyndigheten genomfört en studie i syfte att dokumentera och analysera vilken effekt Energimyndighetens stöd till forskning, utveckling, demonstration och innovation inom bioenergiområdet har haft i samhället. Studien omfattar hållbarhetsaspekter av skogsbränsleuttag, uttag och hantering av grot (grenar och toppar) samt rök-gaskondensering. Energimyndigheten har sammantaget under perioden 2005–2015 beviljat medel i storleksordningen 475 miljoner till detta område, varav ca 270 miljoner för teknikutveckling och ca 186 miljoner för miljö och klimat.

Ökad kompetens, nya aktörer och nya roller

Genom att generera kunskap, och genom att främja att kunskapen når relevanta aktörer, har Energimyndigheten kunnat bidra till att personer har stärkt sin kompetens och därmed kunna använda kunskapen i sitt yrkesutövande. Myndigheten har även bidragit till att nya typer av aktörer och nya roller för experter har utvecklats. Det är genom experter (personer med kompetens) man har kunnat omsätta kunskapen i regler, standarder och processer som nu är en del av bioenergisektorn, t ex i Skogsstyrelsens rekommendationer, internationella standarder och hållbarhetskriterier under Förnybarhetsdirektivet.

En viktig del i spridningen av kunskap har varit de syntesrapporter som har kopplat möjligt uttag av skogsbränsle till de nationella miljömålen. Forskare som skriver syntesrapporter har getts en unik möjlighet att få en överblick över ett större forskningsområde och har kunnat lyfta fram det som är relevant för olika aktörer. Det är ingen slump att författare av syntesrapporter har anlitats som experter i utvecklingen av olika standarder och rekommendationer. Samtidigt som ny kunskap paketeras för olika aktörer, utvecklas kompetensen hos de som skriver syntesrapporterna.

Denna kompetensutveckling har bidragit till en ökad representation av bioenergiexperter i internationella standardiseringsorgan. Inom detta område kan man säga att satsningarna har bidragit till en ny kategori av experter, standardiseringsexperter. Denna typ av experter fanns sedan tidigare i andra branscher men det skedde en utveckling på bioenergiområdet under denna tid.

Mobilisering av nya aktörer är en effekt som är svår att belysa och dokumentera eftersom det ofta handlar om en process under lång tid, men vi kan med säkerhet säga att flera av de aktörer som finns inom bioenergisektorn har förändrat sina roller. Det är också troligt att insatserna har bidragit till att etablera en ny typ av aktörer, hållbarhetschefer, inom denna sektor men det är svårt att isolera effekten av Energimyndighetens insatser i detta sammanhang.

Spridandet av kunskap om hur uttag av grot och stubbar påverkar marken och hur stort uttag som kan göras utan att äventyra skogens tillväxt, men också hur grot ska plockas ut och transporteras på det mest effektiva sättet, har bidragit till att det finns personer med kompetens som kan utföra sina uppgifter på ett bra sätt. Generellt handlar det om allmän kunskapsuppbyggnad där sammanfattningen av kunskap i syntesrapporter har bidragit till att göra kunskapen mer lättillgänglig. Även på nationell nivå har mobilisering av aktörer och förändrade attityder fått effekt i vissa avseenden. I fallet grot har Energimyndigheten kunnat skapa en samsyn på uttaget hos både skogsindustrin och miljöorganisationen genom den evidens de fått till sig via forskningen. Användningen av oförädlade trädbränslen (där grot ingår) har i stort sett ökat varje år sedan 1990. Denna utveckling har gynnats av myndighetens insatser tillsammans med styrmedel, inte minst koldioxidskatten. Kostnaden för uttag av grot har minskat och det har blivit möjligt, i alla fall under vissa marknadsförutsättningar, att hämta grot från ett större geografiskt område.

Nya metoder och arbetssätt

En viktig aspekt är hur kunskap som genereras genom insatser omsätts i nya metoder, nya arbetssätt och ny praxis. Det finns flera exempel på hur metoder och arbetssätt har utvecklats, inte minst inom grot-området, där olika mjukvaror och handböcker som underlättar att ta ut grot på ett så effektivt sätt som möjligt är en del av de tidiga effekter vi kan se. Att kunskapen dessutom har implementerats i industrin och i rekommendationer som Skogsstyrelsen har publicerat indikerar att forskningen inte bara har bidragit till etableringen av marknaden för grot, utan även att den har förbättrats när det gäller hållbarhetsaspekterna.

Utvecklingen av standarder och regler, och inte minst antagandet av Förnybarhetsdirektivet är andra tydliga exempel på nya arbetssätt och nya roller för aktörer har kunnat bidra till att skapa en internationell konsensus kring hållbarhetsfrågor kopplat till svenskt skogsbruk. I detta fall handlar det om satsningar på sekretariats- och kommittéarbete, samt arbete inom den internationella energimyndigheten (IEA) för att få gehör för ett vetenskapligt grundat synsätt och en förståelse för skogens ekonomiska roll i de nordiska länderna. Detta har i sin tur lett till förändrade attityder bland internationella experter och forskare som därmed kunnat mobiliseras till att påverka utfallen av regler och avtal.

Teknikspridning och förändrade investeringsmönster

Energimyndigheten har bidragit till utvecklingen av rökgaskondensering och därmed också bidragit till möjligheten att driva lönsamma fjärrvärmeanläggningar (och kraftvärmeanläggningar) på ett hållbart sätt. Här har rökgaskondensering spelat en viktig roll i och med att tekniken gör det möjligt för fjärrvärmeverk att tillgodogöra sig mer värmeenergi från förbränning av bränslen.

De kartläggningar Energimyndigheten har varit med om att finansiera har kunnat visa att det är en mycket bra teknik ur både ekonomiskt och miljömässigt perspektiv. De som driver fjärrvärmeverk har genom dessa kartläggningar blivit varse att tekniken existerar, fungerar och kan generera ytterligare värmeenergi och förbättrad rökgasrening.

Resultatet är att det idag finns över 150 anläggningar för rökgaskondensering installerade vid svenska värme- och kraftvärmeanläggningar och den samlade installerade effekten uppskattas till 1 000 MW. Kondensering av rökgaser beräknas ge 6 TWh värme per år enligt Energiföretagens statistik för 2017¹. Detta är inget obetydligt bidrag till energiförsörjningen i Sverige.

Energimyndighetens insatser, som främst har skett genom Värmeforsk, har banat väg för tekniken. Myndigheten har inte bidragit med väsentlig grundforskning, utan framförallt fokuserat på kartläggningar av erfarenheter av de olika tekniska lösningarna för rökgaskondensering. Genom denna ansats har myndigheten bidragit till att underlätta investeringsbeslut för aktörer på fjärrvärmemarknaden. Detta har varit en mycket effektiv metod då Energimyndigheten omöjligen kunnat veta åt vilket håll den tekniska- och marknadsutvecklingen går. I stället för att styra utvecklingen, har de banat väg för industrin att själva hitta lösningar på de tekniska problem de stött på och främjat dessa lösningar genom att kartlägga erfarenheter från praktisk drift. Osäkerhet om effekt, utformning och lönsamhet reduceras när det finns dokumenterat att tekniken fungerar i praktisk drift. Detta underlättar beslut om investering i rökgaskondensering.

En annan viktig del är att Energimyndigheten på olika sätt har försäkrat sig om att kunskapen kommer att användas. Branschforskningsorganisationerna Värmeforsk och Skogforsk har varit centrala i det avseendet. Dessa har gjort det möjligt för forskare och avnämare från industrisektorer har kunnat samarbeta i projekt och på så sätt säkerställt att forskningsresultaten får direkt tillämpning.

Slutsats

Energimyndighetens insatser på bioenergiområdet har bidragit till att skapa en fungerande bioenergisektor. Vi ser detta tydligast när det gäller ökad kompetens och utveckling av metoder och arbetssätt, men bidraget är även starkt i förhållande till etablering av regler och avtal, förändrade attityder och utveckling av tekniska lösningar. Vi ser det även tydligt när det gäller möjligheten att använda grot på ett företagsekonomiskt försvarbart sätt.

Vi har sett i fallet rökgaskondensering att branschen (fjärrvärmeproducenter och leverantörer av teknik) själv står för en stor del av teknikutvecklingen och hur de plockar upp teknik från andra länder och från andra branscher, ibland i samarbete med universitet och högskolor. Detta betyder att Energimyndighetens roll ibland är lite större, ibland lite mindre.

Inom hållbarhetsområdet kanske myndighetens roll varit mest betydelsefull då en stor del av forskningen enbart har finansierats av myndigheten. Utan Energimyndighetens insatser på hållbarhetsområdet hade Sverige idag kanske inte kunnat tillgodoräkna sig användningen av fasta biobränslen mot målet om andelen förnybar energi i enlighet med Förnybarhetsdirektivet.

En styrka i Energimyndighetens (och dess föregångares) satsning har varit kontinuiteten, en röd tråd har löpt genom det stora pusslet av forskningsprojekt och genom en följd av program. Programmen har hanterat olika delfrågor och sedan har syntesprojekt ställt

¹ Fjärrvärmestatistik, Tillförd Energi, Energiföretagen, 2017, <https://www.energiforetagen.se/statistik/fjarrvarmestatistik/tillford-energi/>

samman resultat och dragit övergripande slutsatser i både myndighetsrapporter och artiklar i vetenskapliga tidskrifter.

En annan styrka har varit långsiktigheten. En viktig del i forskningsunderlagen har varit de skogliga långtidsförsöken med grot-uttag och askåterföring med mera. Där har man kunnat följa upp frågor om produktion, marktillstånd, kolbalanser, förorening och biologisk mångfald.

Executive Summary

Background

The Swedish Energy Agency has, since it was established in 1998, financed research in bioenergy area. The agency's efforts include technology development and systems for harvesting and managing forest biofuels and the environmental effects of forest biofuel abstraction.

Faugert & Co has, on behalf of the Swedish Energy Agency (the Agency), conducted a study to document and analyse the impact of the Agency's support for research, development, demonstration and innovation in the field of bioenergy in society in the areas of Sustainability issues, abstraction and management of 'Grot' (branches and tops) and flue gas condensation. The Agency has during 2005 to 2015 funded research and development in the range of SEK 425 million, including SEK 250 million to technology development and SEK 186 million relating to environment, climate and sustainability issues.

Increased skills, new actors and new roles

By generating knowledge, and by promoting that knowledge reaches relevant actors, the Agency has been able to contribute to the strengthening the competence of people and in extension promote their use of these competences in their professional practice. The Agency has contributed to new set of actors being active on the bioenergy arena and that experts have seen changes in their roles. It is through experts (people with competences) the Agency have been able to translate knowledge into rules, standards and processes that now are part of the bioenergy sector, for example in the Swedish Forest Agency's recommendations, international standards and sustainability criteria under the EU Renewables Directive.

An important part of the dissemination of knowledge has been the synthesis reports that have linked the possible abstraction of forest biofuels to the national environmental goals. The researchers who write synthesis reports have been given a unique opportunity to get an overview of a larger research area and have been able to highlight what is relevant to different actors. It is no coincidence that authors of said synthesis reports have been hired as experts in the development of various standards and recommendations. Whilst new knowledge is being presented to different actors, the skills of those who write the synthesis reports have been developed.

This competence development has contributed to an increased representation of bioenergy experts in international standardisation bodies. In this area, it can be said that the support has contributed to a new category of experts, standardisation experts. These types of experts have previously been present in many other industries, but there was a development in the field of bioenergy during this time.

The mobilisation of new actors is an effect that is difficult to validate and substantiate because it is often a process over a long period of time, but we can say with some certainty that several of the actors in the bioenergy sector have changed their roles. It is also likely that the efforts have helped to establish a new type of actors, sustainability managers, in this sector, but it is difficult to isolate the impact of the Swedish Energy Agency's efforts in this context.

The spreading of knowledge about how the abstraction of sprout and stumps affects the soil and what environmental aspects that need consideration, but also how the 'Grot' should be picked out and transported in the most efficient way, has contributed to the fact that there are people with skills who can carry out their tasks in an efficient manner. Generally, it is a matter of general knowledge-building where the summary of knowledge in synthesis reports has contributed to making the knowledge more easily available. Also, at national level, mobilising actors and changing attitudes have had an impact in some respects. In the case of 'Grot', the Agency has been able to create a consensus on the subject of both the forest industry and the environmental movement through the evidence they acquired through research. The use of unprocessed wood fuels (where 'Grot' is included) has largely increased every year since 1990. This development has benefited from the Agency's efforts together with instruments, not least the carbon tax.

New methods and ways of working

An important aspect is how knowledge generated through interventions is translated into new methods, new ways of working and new practices. There are several examples of how methods and ways of working have evolved, not least within the 'Grot' area, where various software and manuals that facilitate the taking of the 'grot' in the most efficient way possible are part of the early effects we can see. Furthermore, that knowledge has been implemented in industry and in recommendations published by the Swedish Forest Agency indicate that research has not only contributed to the establishment of the market for 'Grot', but also that it has improved in terms of sustainability aspects.

The development of standards and rules, and not least the adoption of the EU Renewables Directive, are other clear examples of how the facilitation of new ways of working and new roles for experts and stakeholders have been able to contribute to the creation of an international consensus on sustainability issues linked to Swedish forestry. In this case, it has been a matter of investing in secretariat and committee work, as well as work within the International Energy Agency (IEA) to obtain a scientific approach. This effect has, in turn, led to changing attitudes among international experts and researchers who have thus been able to mobilize to influence the outcomes of rules and agreements positively.

Technology diffusion and changing investment patterns

The Agency has contributed to the development of flue gas condensation and has thus also contributed to the possibility of running profitable district heating and CHP (Combined Heat and power) plants in a sustainable way. Here, flue gas condensation has played an important role in that the technology allows district heating and CHP plants to assimilate more thermal energy from the combustion of fuels.

The surveys the Agency has been involved in funding have been able to demonstrate that it is a very good technology from both an economic and environmental perspective. Those who operate district heating and CHP plants have, through these surveys, been made aware of that the technology exists, works and can generate additional thermal energy and improved flue gas purification.

The result is that today there are over 150 flue gas condensate installations installed in Swedish heating and CHP plants and the total installed power is estimated at 1 000 MW.

The condensing of flue gases is estimated to yield 6 TWh of heat per year according to the energy companies' statistics for 2017. This is no insignificant contribution to the energy supply in Sweden.

The Agency's efforts, which have mainly been carried out through "Värmeforsk", have paved the way for technology. The authority has not contributed substantial basic research, but mainly focused on the mapping of experiences of the various technical solutions for flue gas condensation. Through this approach, the Agency has helped to facilitate investment decisions for operators in the district heating market. This has been a very effective method, since the Agency could not possibly know which way the technical and market developments are going. Instead of guiding the development, they have paved the way for industry to find solutions to the technical problems they encountered and promoted these solutions by mapping out the experience of practical operation. Uncertainty about the effect, design and profitability is reduced when there is documented proof that the technology works in practical operation. This facilitates the decision to invest in flue gas condensate.

Another important part is that the Agency has in various ways ensured that the knowledge will be used. The platforms 'Värmeforsk' and 'Skogforsk' have been central in this respect. These have made it possible for researchers and stakeholders from industrial sectors to cooperate in projects and thus ensure that the results of the research are directly applied.

Conclusion

The Swedish Energy Agency's efforts in the field of bioenergy have helped to create a well-functioning bioenergy sector. We see this most clearly in terms of increased skill levels and competence and the development of methods and ways of working, but the contribution is also strong in relation to the establishment of rules and agreements, changing attitudes and developing technical solutions. The contribution to economically viable use for Grot is also an important contribution.

We have seen in the case of flue gas condensation that the industry (district heating producers and technology providers) itself represents a large part of technology development and how they pick up technology from other countries and from other industries, sometimes in collaboration with universities and colleges. This means that the role of the Swedish Energy Agency is sometimes a little larger, sometimes a little less. In the field of sustainability, the role of the Agency may have been most significant since a large part of the research has only been financed by the Agency. Last but not least, without the Agency's efforts in the field of sustainability, Sweden may not have been able to count the use of solid biofuels against the national target for share of renewable energy.

A strength in the Agency's (and its predecessor's) venture has been the continuity, the great puzzle of research projects that have been guided by a common thread through a succession of programmes. The programmes have handled various subqueries and then synthesis projects have compiled results and drawn overall conclusions in both government reports and articles in scientific journals.

Another strength has been the long-term engagement. An important part of the research dossiers has been the long-term forestry experiments with 'grot' withdrawals and ash recirculation and more. It has been able to follow up on issues of production, land permits, carbon balances, acidification and biodiversity.

1 Inledning

1.1 Uppdraget

Energimyndigheten har sedan den bildades 1998 finansierat forskning om bioenergi. Myndighetens roll som finansiär inom området innebär en fortsättning på den inriktning som Närings- och teknikutvecklingsverket (NUTEK) och andra myndigheter tidigare haft inom området. Myndighetens stöd till forskning och utveckling² omfattar bl a teknik och system för skörd och hantering av skogs- och åkerbränslen samt miljö- och climateffekter av biobränsleproduktion, inklusive förädling av bränslen. Energimyndigheten har sammantaget Energimyndigheten har sammantaget under perioden 2005–2015 beviljat medel i storleksordningen 475 miljoner till detta område, varav ca 270 miljoner för teknikutveckling och ca 186 miljoner för miljö och klimat. 2005 till 2015.

Energimyndighetens sammanställning av projekten visar att verksamheten har fokuserat på produktionsfrågor och insamling av biprodukter inom primärproduktion (huvudsakligen från skog och åker) och hållbarhetsfrågor rörande biprodukter inom primärproduktionen (bland annat grenar och trädtoppar, dvs grot, stubbar, halm, etc.). Ämnesmässigt dominerar teknik- och metodutveckling och kostnadsminskning följt av aspekter klimat- och miljöaspekter i biobränsleproduktionen.³

Faugert & Co har på uppdrag av Energimyndigheten genomfört en studie i syfte att dokumentera och analysera vilka effekter Energimyndighetens stöd till forskning, utveckling, demonstration och innovation inom bioenergiområdet har haft i samhället.

1.2 Avgränsningar

Utvärderingen begränsas till

- Hållbarhetsfrågor (Tidsperiod 2005–2018).
- Uttag och hantering av grot (grenar och toppar) (2005–2018).
- Rökgaskondensering (1976–2010).

Hållbarhetsfrågor kan förstås i bred mening men handlar i detta fall framförallt om hållbart skogsbränsleuttag. Detta innebär att frågor som handlar om grot delvis hamnar under hållbarhetsrubriken. Stubbar ingår inte i grot men eftersom det är en del av det utökade skogsbränsleuttaget så har vi valt att, där så är lämpligt, inkludera stubbar i diskussionen kring grot. Hållbarhet kan också omfatta frågor kring energibalanser och klimatnytta för olika bioenergialternativ.

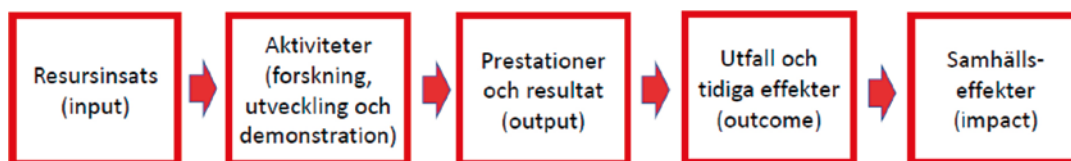
² Vi använder fortsättningsvis begreppen forskning och utveckling för att beskriva de områden som finansierats av Energimyndigheten och som är en del av denna effektutvärdering. Energimyndighetens inriktning i sin helhet är bredare för bioenergiområdet och omfattar även affärsutveckling och kommersialisering.

³ Energimyndigheten (?) Hållbar tillförsel av biobränslen. Översikt över Energimyndighetens satsningar.

1.3 Effektlogik

Energimyndighetens satsning har skett under många år och inom många olika delområden. De effekter som de olika insatserna ska bidra till kan härledas från Energi-myndighetens instruktion och regleringsbrev vilka i sin tur har sin bas i energipolitiska överenskommelser. Vi kallar härnäst satsningen i bred mening för insatsen och den kausala kedjan i bred mening för effektlogik. Effektlogik finns sällan utmejslad i politiska överenskommelser, lagar och förordningar och instruktioner till myndigheter. Icke desto mindre finns en förväntan att en insats av resurser i ett skede ska ge resultat och effekter i senare skeden. Figur 1 beskriver den typiska modellen för en programlogik.

Figur 1 Effektlogik översikt



I rapporten Indikatorer för FoI⁴ delar Energimyndigheten in indikatorer och resultatmått i fem olika typer: input, aktiviteter, resultat, utfall och effekter.

Input: Med input avses beskrivningar av förutsättningen för verksamheten, t. ex. i form av anslag och belopp, signaler och uppdrag i regleringsbrev, råd och förslag från Energiutvecklingsnämnden, referensgrupper och utvecklingsplattformar. För utvärderingens områden avser resurssatsning (input) de program och övriga aktiviteter Energimyndigheten har initierat.

Aktiviteter utgör de projektaktiviteter (forskning, demonstration, utveckling) som finansieras i de olika programmen. Indikatorer på aktivitet är mått på verksamhetens omfattning och inriktning, exempelvis medelsfördelning, samfinansieringsgrad, mottagare, antal program, och det antal forskare och forskarstuderande som finansieras.

Resultat (output) handlar om de prestationer som har åstadkommit (forskningsrapporter, undervisning, utbildning, seminarier). Indikatorer för resultat beskriver det som direkt följer av verksamheten i form av antal examina, publikationer, patent, prototyper, demonstrationer m.m.

Utfall: Med utfall avses sådant som händer till följd av resultaten efter projektets slut. Detta kan bland annat vara att den kunskap som tagits fram inom projektet används i utredningar, undervisning utvecklingen av råd och regler, eller beslut. Det kan också vara att någon som disputerat inom projektet får anställning i ett företag, eller att någon i ett senare skede utvecklar nya produkter eller tjänster. Utfall (outcome) kan man förstå som insatsens tidiga systempåverkande effekter.

Effekter: Med effekter menas hur energisektorn på sikt förändras till följd av verksamheten, exempelvis genom att andelen förnybar energi i den samlade tillförseln ökar, eller att energiintensiteten för någon viss typ av process minskar. Samhällseffekter handlar alltså om långsiktiga och varaktiga förändringar på övergripande nivå.

⁴ Energimyndigheten (2013) *Indikatorer för FoI Uppföljning och utvärdering av Energimyndighetens insatser för forskning och innovation*. ER 2013:30

1.4 Effektlogiken i ljuset av nationella energipolitiska mål

Ett program kan definieras som en verksamhet som har till syfte att lösa samhällsproblem eller uppnå samhällsproblem. En effektlogik⁵ beskriver en idé om vad ett program ska åstadkomma för att uppnå önskvärd förändring. Med andra ord tänker vi oss att Energimyndighetens satsning inom bioenergiområdet ska bidra till att uppnå samhällsproblem och åstadkomma förändring. Ett tydligt mål för Energimyndighetens verksamhet finns i myndighetens instruktion, paragraf 3:

bidra i arbetet med omställningen till ett ekologiskt uthålligt energisystem och verka för en ökad användning av förnybara energikällor och för en effektivare energianvändning.

En utmaning för en utvärderare som vill återge en sammanhållen effektlogik är att de samhällsproblem målen förändras över tid och att det kan handla om flera mål. Det övergripande målet för energipolitiken till och med 2020 har styrts av EU:s 2020 strategi. Enligt denna ska Sverige som nation:

*minska utsläppen av växthusgaser med 20 procent i förhållande till 1990 års nivåer () öka de förnybara energikällornas andel av den slutliga energikonsumtionen till 20 procent och eftersträva en ökning av energieffektiviteten med 20 procent.*⁶

Strategins mål anger tydliga kvantitativa mål som ska uppnås vid en viss tidpunkt. Målen anger dock inte hur stor andel av de förnybara energikällorna bioenergi ska utgöra, eller i vilken grad bioenergi ska bidra till att minska utsläppen av växthusgaser. De energipolitiska målen har uppdaterats och nu gäller:

- År 2040 ska Sverige ha 100 procent förnybar elproduktion.
- År 2045 ska Sverige inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären, för att därefter uppnå negativa utsläpp.
- År 2030 ska energianvändningen vara 50 procent effektivare jämfört med 2005, uttryckt i termer av tillförd energi i relation till BNP.

Detta är dagens mål. De effekter vi ska utvärdera är resultatet av insatser som gjordes med tidigare satta mål, men om vi tittar på energipolitikens mål 2005⁷

Energipolitikens mål på kort och längre sikt är att trygga tillgången på el och annan energi på med omvärlden konkurrenskraftiga villkor. Energipolitiken skall vidare skapa villkor för en effektiv energianvändning och en kostnadseffektiv svensk energiförsörjning med låg negativ påverkan på hälsa, miljö, och klimat samt underlätta omställningen till ett ekologiskt uthålligt samhälle.

⁵ Vi kommer i det följande att använda begreppet effektlogik för att beteckna idéer om hur insatser, aktiviteter, resultat, utfall och effekter hänger ihop.

⁶ <https://www.regeringen.se/sverige-i-eu/europa-2020-strategin/overgripande-mal-och-sveriges-nationella-mal/>

⁷ Brandel, M. (2015) Översiktlig sammanställning/analys av energipolitiska beslut mellan 1975 och 2009 i Sverige. Rapport till Energikommissionen den 31 december 2015

så är det ganska likt ut Energimyndighetens instruktion, paragraf 1:

Myndigheten ska verka för att förena ekologisk hållbarhet, konkurrenskraft och försörjningstrygghet i energisystem som är hållbara och kostnadseffektiva med en låg påverkan på hälsa, miljö och klimat. Förordning (2018:1374).

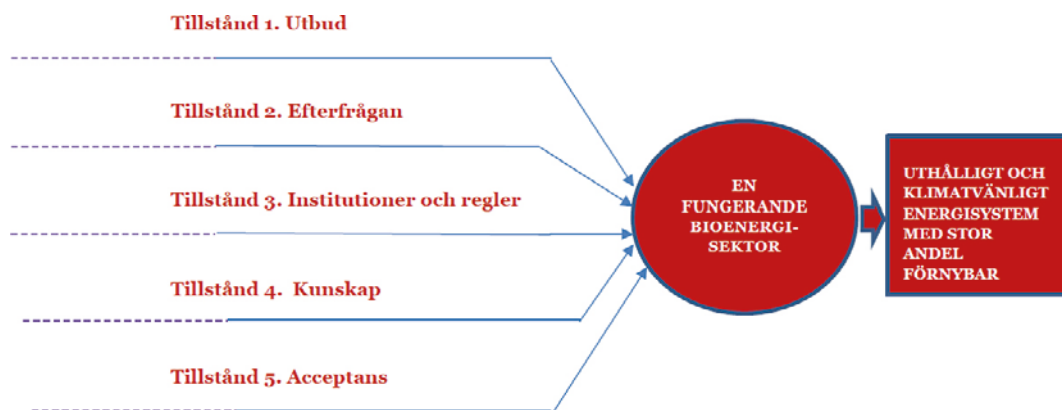
Myndigheten omfattas även av forskningspolitiken.

När det gäller forskning och innovation på energiområdet ska fokus ligga på områden som bidrar till att nå uppställda klimat- och energipolitiska mål och som har förutsättningar för tillväxt och för export. Insatserna ska även fortsättningsvis fokusera på teknikutveckling och demonstrations- och pilotprojekt på alla områden inom energiforskningen.

Om vi startar med målet att Sverige ska ha ett uthålligt, ekologiskt och klimativänligt energisystem – vilken är ett slags sammanvägning av de energipolitiska målen ovan – bör det också finnas en idé om vägen mot målet. Ökad mängd förnybar energi är ett delmål, men innehåller inte information om hur målet ska nås. Även om det inte skrivs uttryckligen i anslutning till de energipolitiska målen har vi antagit att en viktig del som måste vara på plats för att bioenergin ska bidra till det hållbara energisystemet är en fungerande marknad för bioenergi. Det finns en marknad för el, en marknad för fjärrvärme och marknadsekonomiska styrmedel t ex för förnybar energi (elcertifikat). Det är därför rimligt att anta att vägen mot målet går genom en marknad för bioenergi. En fungerande marknad är dock inte den enda förutsättningen, eller tillståndet, som måste finnas på plats för att bioenergi ska kunna vara en viktig del i det hållbara energisystemet. Det krävs institutioner och regler, varav av vissa är av direkt relevans för marknaden, medan andra inte har direkt relevans eller har indirekt relevans för bioenergimarknadens funktion. Vidare behövs kunskap om, och inte minst acceptans för, bioenergins roll i det hållbara energisystemet.

Att dokumentera och analysera vilka effekter Energimyndighetens stöd till forskning och utveckling, inom bioenergiområdet har haft i samhället handlar till viss del om hur stödet har bidragit till utvecklingen av en marknad för bioenergi. Utvärderingen handlar även om vad bioenergimarknaden har betytt för samhället och möjligheten att skapa ett uthålligt, ekologiskt och klimativänligt energisystem. Figur 2 visar en gestaltning av de tillstånd som bör uppnås för att det ska kunna finnas en fungerande bioenergisektor.

Figur 2 Utvecklingen av bioenergisektorn



Vi har antagit att de fem viktigaste delarna systemet måste hantera, där varje del i systemet måste uppnå ett visst tillstånd, är förmågan att (i) skapa ett utbud av bioenergi, i det här fallet tillförsel av trädbränsle, (ii) skapa en efterfrågan på trädbränsle, dvs att t ex fjärrvärmeanläggningar kan använda bränslet för att producera värme, (iii) etablera det regelverk och institutioner som behövs för att marknaden och sektorn ska fungera i samhället, (iv) utveckla kunskap och attityder som bidrar till att skapa ett politiskt stöd för bioenergi och för att konsumenter som t ex köper fjärrvärme förstår och är positivt inställda till bioenergi, samt (v) säkerställa att bioenergisektorn och dess marknad har politiskt acceptans, bland annat genom att bidra till att nå miljökvalitetsmål och bidra till minskade utsläpp av växthusgaser. Ett annat sätt att uttrycka det är att fråga vad som finns till vänster i figuren: vad behövs för att tillståndet ett fungerande utbud av trädbränslen ska uppnås? Vilken roll har Energimyndighetens insatser spelat för att nå detta tillstånd. (Modellen gör inte anspråk på att täcka alla tillstånd som måste uppnås).

Energimyndigheten kan genom insatser bidra till att utveckla samtliga delar, men för att systemet ska utveckla och bevara dessa tillstånd måste många andra aktörer göra sin del. Den långsiktiga bestående effekten på samhället är också beroende av kontexten och externa faktorer som insatserna inte kan påverka eller påverkar i mycket liten grad. Den kausala kedjan mellan finansiering av forskning och hur forskningsresultaten på längre sikt används i samhället är brokig och det finns i många fall olika orsaker till samhällsförändring. En korrekt figur skulle även innehålla pilar mellan de olika tillstånden, eftersom det är i samverkan och utbyte mellan dessa, de samhälleliga effekterna växer fram (men vi har valt att göra figuren enkel).

Ett sätt att närma sig diskussioner och orsak och verkan är att ställa kontrafaktiska frågor: skulle detta ha hänt om inte Energimyndigheten under en period bidragit till att utveckla en viss teknik eller en viss marknad? Ett annat sätt är att beskriva kontexten inom vilken insatserna har gjorts för att skapa en bild av vilka externa faktorer som har varit viktiga för effekten.

Utvärderingen handlar om att beskriva insatserna och resultaten (output), dock inte i detalj eftersom detta vanligtvis görs i regelbundna programutvärderingar, att kartlägga och visa utfall och tidiga effekter för att slutligen analysera och diskutera hur insatserna har påverkat samhället, vilket även innebär att beskriva hur insatserna har bidragit till att nå målen för energipolitiken. Vår effektlogik baseras på antaganden om att om Energimyndighetens stöd leder till systemstärkande utfall och tidiga effekter för varje tillstånd som beskrivs i figur 2, vilket ökar sannolikheten för att bioenergisektorn kommer att fungera bättre och ha större möjlighet till acceptans, nationellt som internationellt.

Effektlogik används ofta i en inledande planeringsfas men kan även användas i utvärderingssyfte. I detta fall skapar vi en effektlogik ex-post och beskriver en kausal kedja där olika insatsers resultat och utfall analyseras i en given kontext. Förväntade resultat och utfall är delvis formulerade i enskilda programbeskrivningar men vi har även lyft fram de resultat och utfall som är nödvändiga för att nå målet (samhällsförändringen). Ett exempel är att det inte har funnits explicita mål för Energimyndighetens program att bidra till utformningen av standarder på internationell nivå. Det har dock visat sig att men sådana standarder, som Energimyndigheten har bidragit till att utvecklas, har haft betydelse för utvecklingen av bioenergimarknaden och acceptansen för denna.

Kontexten, och antaganden om hur kontexten påverkar insatsens möjlighet att nå den önskade effekten, är också en viktig del av analysen. Ett exempel är hur insatser för att stödja odling av energiskog påverkades av Sveriges inträde i EU där EU:s regler för jordbruksstöd skapade andra förutsättningar för att odla energiskog. I detta fall hade inriktningen och omfattningen på Energimyndighetens satsningar i slutändan mindre betydelse, dvs mer forskning hade kanske inte lett till mer energiskogsodlingar, eftersom kontexten hade avgörande betydelse för effekten.

Med andra ord kan inte Energimyndighetens program helt förväntas styra utvecklingen eller garantera en viss utveckling, men kan genom kunskap och information bidra till att regler och policys förändras. Vi har försökt analysera utvecklingen så att kontexten lyfts fram, kontext som kan vara möjliggörande, men den kan också vara begränsande. Ett enkelt sätt att beskriva kontexten är att skapa, en berättelse som sätter insatsen i ett bredare sammanhang och även innehåller en historisk dimension.

Utvärderingen kommer att försöka beskriva om insatsen har bidragit till förväntade effekter och beskriva i vilken kontext program och initiativ har utvecklats samt beskriva vilka mekanismer som har bidragit till att resultat och utfall har kunnat omsättas i långsiktiga effekter.

1.5 Tidiga effekter och dess indikatorer

Det är en än större utmaning att formulera indikatorer för effekter. Det tar ofta lång tid innan effekter kan urskiljas och det är då också oftast mycket svårt att knyta dem direkt till något visst projekt eller någon enstaka forsknings- och innovationsaktivitet.⁸

Indikatorer för uppföljning är bra för att följa utvecklingen över tid och fungerar om man vet vad man vill följa upp. Indikatorer som beskriver effekter används dock inte lika flitigt som indikatorer för uppföljning och resultat. För vår analys finns inga givna indikatorer för samhällsliga effekter. En av våra uppgifter, givet det mål vi har beskrivit ovan, har därför varit att ta fram indikatorer på att Energimyndigheten har bidragit till att nå de tillstånd som är nödvändiga för att bioenergisektorn ska fungera väl.

En fungerande bioenergisektor, som är en av förutsättningarna för att kunna nå det övergripande energipolitiska målet, skulle kunna vara beroende av ett antal olika utfall, eller tidiga effekter:

- Mobilisering av nya typer av aktörer (exempelvis leverantörer, företag som använder trädbränsle, företag som möjliggör en marknad för trädbränsle, organisationer eller företag som kan certifiera trädbränslets hållbarhet, etc).
- Ökad kompetens hos personer i myndigheter och företag (t. ex. hos myndigheter som ska ge riktlinjer till och övervaka nya aktörer och en ny, eller i alla fall förändrad, marknad, samt aktörer som ska ge underlag till myndigheter och regeringskansliet i samband med policyutveckling).
- Utveckling av metoder och arbetssätt som kan användas av myndigheter, andra organisationer och företag.

⁸ Prop. 2016/17:66

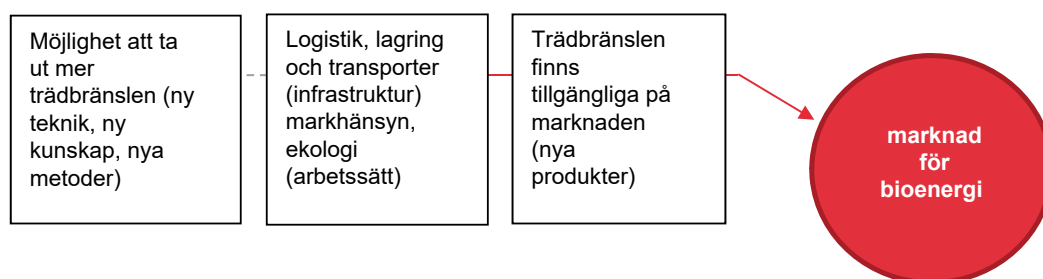
- Etablering av regler och avtal, t ex standarder, frivilliga avtal, certifiering, och på sikt lagar, förordningar och föreskrifter på nationell nivå, samt förordningar och direktiv på EU-nivå.
- Förändrade attityder.
- Utveckling av konkreta tekniska lösningar, processer, produkter eller infrastruktur.

Dessa olika typer av utfall eller tidiga effekter är de huvudsakliga indikatorer vi kommer att använda. Samtidigt behövs en förståelse för kontexten och den historiska utvecklingen för att kunna etablera tänkbara kausala samband. Vi kan ta grot (grenar och toppar) som ett exempel: Energimyndigheten har bidragit till utvecklingen av en marknad för bioenergi genom att ge stöd till forskning och utveckling som har bidragit till att skapa ett utbud av trädbränslen. Vi borde då kunna observera att:

- Uttaget av trädbränsle har ökat och/eller att nya typer av trädbränslen används i stor skala.
- Skogsägare och trädbränsleföretag använder teknik, produkter, hjälpmedel som har utvecklats med stöd från Energimyndigheten för att kunna ta ut mer trädbränsle.
- Skogsägare och trädbränsleföretag använder kunskap om hållbarhetsaspekter och miljöfrågor som bidrar till att grot (och stubbar) kan tas ur skogen och användas som bränsle för fjärrvärme men även elproduktion.

I vår effektlogik utgör ett fungerande utbud av trädbränslen ett av de tillstånd som behöver nås för att utveckla bioenergimarknaden. Figur 3 nedan beskriver hur forskning inom området grot kan antas utveckla utbudet.

Figur 3 Tillståndet ett fungerande utbud av trädbränslen



För effektlogiken har vi gjort antagandet att kombinationen av dessa olika tidiga effekter, som indikeras av nya aktörer, kompetens, ny teknik etc., har bidragit till utvecklingen av bioenergisektorn och därmed på sikt skapat förutsättningar för att nå de nationella energipolitiska målen. För att härleda systemeffekter till de tidiga effekterna måste kausala orsakssamband och kontexten göras tydlig. Detta görs genom detaljerad beskrivning av forskningsresultat, observerbara tidiga effekter samt identifiering av de mekanismer genom vilka de tidiga effekterna får genomslag på systemnivå.

1.6 Metod och genomfört arbete

I utvärderingen har flera olika datainsamlingsmetoder använts. Vi har samlat information genom dokumentstudier, sonderande intervjuer, semistrukturerade intervjuer, webenkät till projektledare, webenkät till kraftvärmeanläggningar samt genomfört en workshop med externa sakområdesexperter. Dokumentstudier avser övergripande dokument som Energimyndighetens utlysningar, årsrapporter, projekt- och programrapporter, samt en genomgång av sekundärdata i form av statistik över utvecklingen av priser, grotuttag, och energitillförsel utifrån bränsleslag. Därtill har sammanlagt 37 personer intervjuats (se Bilaga B för förteckning över intervjupersoner).

Två webenkäter har skickats ut. En av dessa webenkäter gick till projektledare för projekt inom Bränsleprogrammen för hållbarhet och tillförsel. Den andra webenkäten gick till kraftvärmeanläggningar vilka använder rökgaskondensering. Enkäten som riktades till projektledare hade en svarsfrekvens på 42 procent (25/59). Anläggningsenkätens svarsfrekvens blev ca. 20 procent (8/47). För att öka möjligheterna för en god svarsfrekvens sändes (för båda enkäterna) en påminnelse till respondenterna om att besvara enkäten. Svarsfrekvenserna avser värden efter påminnelser.

Enkäterna ska förstås som ett komplement till övrig empiri. Det är en utmaning att få svar eftersom det har ganska lång tid sen flera av projekten genomfördes, samt att anläggningar som målgrupp är svår att få svar från.

En intern workshop med sakområdesexperter – Björn Kjellström, teknologie doktor i ångteknik och professor emeritus i energiteknik vid Luleå tekniska universitet med mer än 56 års erfarenhet av bioenergisektorn, och Niklas Berge, förbränningsspecialist med mer än 35 års forskningserfarenhet där merparten av åren spenderades som forskningschef på Studsvik Energy och senare på TPS Termiska processer AB – genomfördes för att inhämta en fördjupad förståelse för bioenergins utveckling i Sverige, Energimyndighetens roll i det hela och för att testa de resultat vi hade kommit fram till då.

Samtal och onlinemöten har genomförts med: Heljä-Sisko Helmisaari, Mats Eklund, Paavo Peltonen och Veli Pohjonen. Paavo Peltonen har forskat inom ekologiska skogsbruksområden sedan mitten av 1970-talet. Han specialiserade sig på biomassafor skning och speciellt på kortrotationsskogsbruk, och utsågs till professor inom energibiomassproduktion vid Joensuu universitet (idag universitetet i östra Finland) 1983. Veli Pohjonen har över 30 års erfarenhet av forskning, undervisning och praktisk nivå inom skogsenergi och energi från skogsbruk. På 1980-talet arbetade han som samordnare i det första moderna finska skogsbruksenergiprojektet (PERA-projektet), och var därefter i tio år professor i energiskog i Östra Finlands universitet och sedan 1989 även adjungerad professor inom skogsbruk vid Helsingfors universitet. Heljä-Sisko Helmisaari, professor i skogsmarkvetenskap och doktor i skogsvetenskap, har över 25 års erfarenhet i internationell skogsforskning och expertis på miljö- och hållbarhetsfrågor. Hennes vetenskapliga studier har främst koncentrerats på kol- och näringsdynamiken i skogsekosystemen. Mats Eklund, professor i industriell miljöteknik, har 20 års erfarenhet av att leda nyskapande tillämpad forskning inom området utveckling och spridning av hållbara tekniska lösningar. Han har arbetat med hållbar stadsutveckling, förnybar energi, biodrivmedel, avfallsstrategier, miljöinnovation med fokus på material- och energiflöden och dessas samspel med systemmässiga och samhälleliga omständigheter.

Samtal med, och underlag från, Paavo och Veli bidrog till att öka vår förståelse för grot och vi kunde även göra jämförelser med utvecklingen i Finland. Heljä-Sisko har bidragit med en ökad förståelse för hållbarhetsfrågor, inte minst vad gäller grotuttag. Mats har bistått med att samla information och data om hållbarhetsfrågor mer generellt och bidragit till vår förståelse av området.

Ett tolkningsseminarium genomfördes den 10 maj 2019 i Stockholm i Energimyndighetens lokaler, vilket gav ytterligare underlag till analysen. En förteckning över deltagarna i tolkningsseminariet återfinns Bilaga B.

Arbetet med denna utvärdering samt sammanställningen av föreliggande rapport har genomförts av Amanda Bengtsson Jallow, Sebastian Berggren, Sam Kuritzén, Jonatan Ryd, Vera Stafström, Kristian Sundgren och Johan Nylander, varav den senare som projektledare. Torbjörn Fängström har varit kvalitetssäkrare.

1.7 Disposition

Efter en kort beskrivning av den historiska utvecklingen inom bioenergiområdet, följer en analys av de tre områdena grot, hållbarhet och rökgaskondensering. Dessa kapitel följer samma form: en inledning, en introduktion till inriktningen på Energimyndighetens stöd till forskning och utveckling, resultat och utfall från forskningen och relaterade aktiviteter, samt en beskrivning av de tidiga effekter som följt av forskningens resultat.

En diskussion om samhällsliga effekter förs i det sista kapitlet där vi visar hur Energimyndighetens satsning har bidragit till att utveckla och förstärka bioenergiområdet och särskilt marknaden för trädbränslen.

2 Forskning om bioenergi

2.1 Innan Energimyndigheten bildades

Svenska myndigheter har arbetat med biobränslen sedan lång tid tillbaka. Inledningsvis hanterade Nämnden för energiproduktionsforskning (NE)⁹, som bildades 1975, viss forskning och brukar nämnas som pionjär för skogsbränsleforskning. En del skogliga fältförsök med grottag startades under denna tid. Sedan hanterades skogsbränslefrågor av Statens energiverk, därefter av Närings- och teknikutvecklingsverket (NUTEK), som bildades genom en sammanslagning av Statens energiverk (STEV), Statens industriverk (SIND) och Styrelsen för teknisk utveckling (STU) och sedan 1998 av Energi-myndigheten. Forskning om skogen och skogsnäringen startade i början av 1900-talet men oljekrisen under 1970-talet lade grunden till en ny epok för bioenergi: 1975 tog riksdagen det första av en rad energipolitiska beslut och bland annat gjordes en satsning på eldning med fasta bränslen, bland dem ett stort antal flis-, torv- och barkpannor.¹⁰

Projektet *Helträdsutnyttjande* är ett exempel på forskning under mitten på 70-talet. Drivkraften var då behovet att kunna ta ut mer råvara till skogsindustrin, t ex avverkningsrester (grenar och toppar) men även stubbar. Senare kom resultaten till god nytta för bredare skogsbränslefrågor.

Statens Energiverk och Nämnden för energiproduktionsforskning (NE) tog initiativ på 70–80-talen för att studera skogsekologiska effekter av grottag. Inledningsvis handlade forskningen om markens produktionsförmåga men har sedan 1980-talet även handlat om miljökonsekvenser av bränsleproduktion från biomassa och avfall.

När grottag uppmärksammades som en tänkbar bränsleresurs på 1980-talet visste man ganska lite om hur uttaget skulle påverka miljön och skogsekosystemen. Grenar och toppar innehåller en hel del växtnäring och även basiska ämnen som motverkar försurning. Död ved är viktig livsmiljö för många av skogens organismer och man visste inte då vad förlust av granrishögar på hygget kunde betyda för den biologiska mångfalden. Det blev startskottet för omfattande studier, där Sveriges lantbruksuniversitet och Skogforsk hade en central roll. Ett exempel på detta är projektet *Skogsekologi*, som utfördes främst vid SLU. Projektet behandlade olika aspekter av skogsbränsle: ekonomi, marknad, bränsleproduktion och bränslekaraktärisering, teknik och ergonomi, skogsbränsle i småskogsbruket, ekologi, skogsskötsel och naturvård med koppling till skogsbränsle.

⁹ https://sv.wikipedia.org/wiki/Nämnden_för_energiproduktionsforskning

¹⁰ Energimyndigheten (2009) Ett nytt ben i det svenska energisystemet: Biobränsle.

I början av 90-talet var näringsfrågan aktuell och Statens Energiverk och Vattenfall blev huvudfinansierare för projektet *Gröndels- och askåterföring*. Projektet handlade om hur man kan ta ut skogsbränsle utan att utarma skogsmarken. I ett stort antal fältförsök testades möjligheterna att antingen lämna kvar barren eller att återföra askan och även att kompensera med kväve. Återföring av aska bedömdes som genomförbart och realistiskt.

Programmet *Uthållig produktion av biobränslen från skogsmark* handlade om skogs-skötsel för ökad biomassaproduktion samt miljökonsekvenser av grot-uttag samt något om askåterföring. *Ramprogram askåterföring* finansierades av Nutek, Vattenfall och Sydkraft. Programmet resulterade i pionjärarbeten om askans kemi och hårdningsprocesser, miljö- och produktionseffekter i skogen, diverse behandlings- och tillförselssystem samt ekonomi. Rapporten *Biobränsleaska i kretslopp* (1994) från Naturvårdsverket visade på skillnaden mellan aska i kretslopp och nettotillförsel av bl a tungmetaller. Analysen visade att askåterföring inte i stor omfattning bidrar till en farlig spridning av tungmetaller.

Forskningen inom detta område har pågått under lång tid och exemplen ovan visar att industrin, i detta fall fjärrvärme- och elproducenter, tidigt deltog genom samfinansiering av projekt och program. När Energimyndigheten bildades 1998 fanns det således en forsknings- och samverkanstradition att bygga på.

2.2 Energimyndighetens stöd till bioenergiområdet

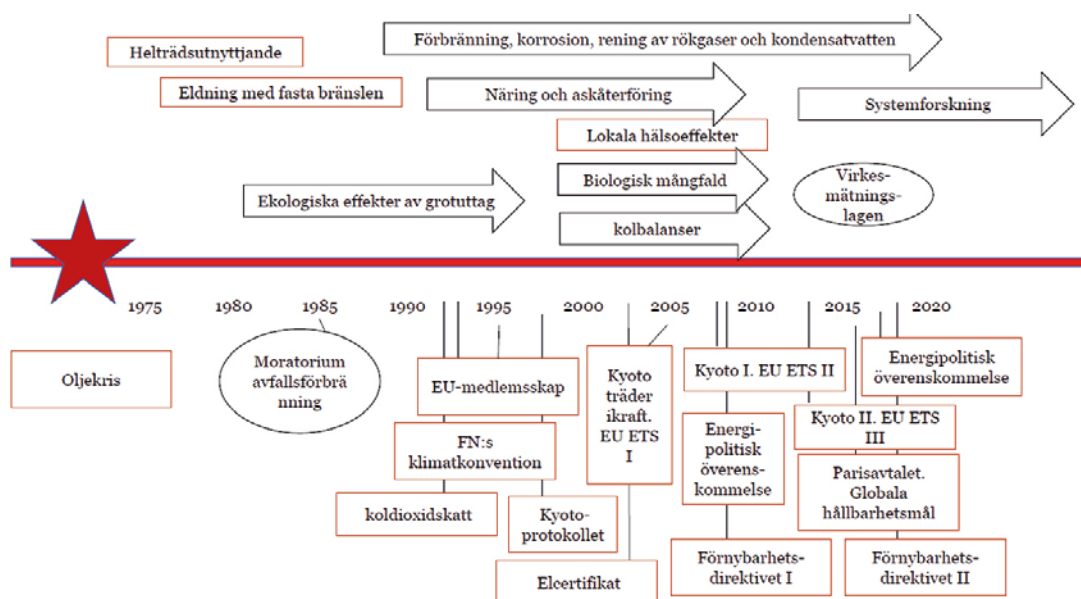
Energimyndigheten har sedan den bildades gett stöd till forskning och utveckling inom bioenergiområdet. Under 2000-talet kom nya teman och vissa områden fick mer utrymme än tidigare, t ex i miljöprogrammen där kolbalanser och biologisk mångfald fick mer utrymme än tidigare. Även andra miljöaspekter kom fram och ett program, *Biobränsle hälsa miljö* inriktades mot hälsoeffekter av småskalig vedeldning. Småskalig biobränsle-användning var temat även för mer tekniskt inriktade program med syfte att minska utsläpp av skadliga ämnen och partiklar.

Under tidigt 2000-tal utvärderades den ”långsiktiga energiforskningen”, den s.k. LångEn-utredningen¹¹. Rekommendationerna var att Energimyndigheten skulle fokusera och prioritera vilket ledde till att några områden tonades ner: torv, avfall (utom förbränning), hälsoeffekter av bioeldning mm. Ur arbetet med Lången föddes den första FOKUS-processen, vilken är myndighetens arbete med att ta fram strategier och prioriteringar för forskning och innovation på energiområdet. Detta var bakgrunden till att plattformar som Samba¹² och ESS (som beskrivs i grotavsnittet) etablerades.

¹¹ https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/kommitteberattelse/langen-utredningen-n-200207-_GQB2N07

¹² Hög och uthållig biomassaproduktion från salix: integrering av molekylärgenetik, ekofysiologi och växtförädling

Figur 4 Milstolpar i bioenergins utveckling



Den utveckling som beskrivs i Figur 4 ovan är inte heltäckande -den saknar milstolpar med anknytning till olika miljöfrågor, t ex relaterat till kvicksilver, lustgas, försurning och tar heller inte upp energigrödor som salix – avsikten är att ge en övergripande bild av hur förutsättningar för bioenergi har ändrats och hur forskningens inriktning har ändrats, från att handla om hur man kan ta ut mer trädbränsle på ett effektivt sätt till att även handla om olika miljömässiga och ekologiska aspekter, samt på senare år inriktats mot systeminriktade perspektiv.

Bioenergi är idag ett av Energimyndighetens temaområden för forskning och innovation. Satsningen omfattar studier av produktion och förädling av biobränslen (inklusive avfall) samt omvandling till el, värme och kyla. Energimyndigheten arbetar idag med bioenergi-sektorn ur ett helhetsperspektiv:

- Biomassa behöver produceras på ett hållbart sätt som minskar utsläppen av växthusgaser utan att hota andra miljömål.
- Hantering och logistik kan bli energi- och kostnadseffektivare.
- Biobränslebaserad värme- och elproduktion måste vara effektiv och miljövänlig.

En tidigare utvärdering¹³ av Energimyndighetens tre bränsleprogram Tillförsel, Omvandling och Hållbarhet visar att många av de tidiga effekter vi beskrev i det inledande kapitlet kunde observeras redan under programperioderna. Bränsleprogrammen var en sammanhållen satsning på ökad och effektiv användning av inhemska och förnybara bränslen och syftade till att ta fram kunskap och utveckla teknik för att kunna nå 2020-åtagandet om förnybar energi. Den tidigare utvärderingen visar att programmen har lett till

- nya och/eller förbättrade metoder samt beslutsunderlag

¹³ Terrell M., Jansson T., Henningsson K., och Johanna Enberg (2015) Slututvärdering av tre bränsleprogram. Faugert & Co Utvärdering AB. Stockholm

- nya och/eller förbättrade tekniker och arbetssätt för att odla, skörda och transportera biobränsle
- nya och/eller förbättrade tekniker och metoder avseende förädling av bränsleråvara
- nya och/eller förbättrade beslut-, policy- och planeringsunderlag

Genom att ta del av tidigare utvärderingar kan vi ana att det finns potentiella tidiga effekter relaterade till flera av de förmågor vi inledningsvis presenterat som nödvändiga för att kunna utveckla och förstärka bioenergimarknaden. I kommande tre kapitel kommer dessa tidiga effekter att beskrivas för områdena grot, rökgaskondensering och hållbarhet.

3 Grenar, toppar och stubbar

3.1 Inledning

Grot och stubbar har blivit en viktig del i försörjningen av trädbränsle till kraftvärme- och fjärrvärmeverk sedan 1980-talet när grotuttag började bli mer och mer efterfrågat som ett resultat av de två oljekriserna under 1970-talet. Sverige som tidigare hade varit beroende av importerade fossila bränslen för el- och värmeproduktion började därför satsa på skogsbränslen i ett försök att bli mer självständigt från omvärlden. Forskning och utveckling kring produktion av träffis började huvudsakligen hos universitet och högskolor, men även energibolagen var en drivande faktor.

Det övergripande målet när det gäller skogsmiljö ända sedan 70–80-talet har varit att klara ut eventuella miljökonsekvenser av att ta ut grot och stubbar som bränsle och i vilken utsträckning återföring av aska eller annan näringskompensation är nödvändig. Det gällde att identifiera eventuella negativa effekter och hitta nivåer på uttaget så att intensitet, omfattning och utformning var förenligt med återväxt, de nationella miljömålen samt skogsvårdslagens mål. Att grot började ses som en resurs så sent har gjort att forskningen relaterat till grot har handlat om att bygga upp en kunskapsbas: hur mycket grot kan man ta ut utan att äventyra ekosystem och biologisk mångfald? Hur kan man plocka ut och transportera grot mest effektivt? Den inriktningen har varit överlag oförändrad sedan dess.

I början var fokus på marktillstånd, produktionsförmåga och tillväxt. Så småningom uppmärksammades förurning och askåterföring blev aktuellt. Runt 2000 ökade intresset för skogens kolbalanser och hur de olika åtgärderna påverkade naturliga flöden av växt-husgaser. Vidare ökade satsningarna på att se hur skogsuttag kunde påverka den biologiska mångfalden och vilka hänsyn som borde tas.

Uttag av grot som skogsbränsle innebär att man för bort material och växtnärsämnen som tidigare lämnades kvar i markerna i samband med avverkning. Efter ett grotuttag kan tillväxten därmed långsiktigt minska, åtminstone vid uttag i gallringar.¹⁴ Detta på grund av att när grot lämnas kvar så bryts den så småningom ned och återför näring till marken. Uttaget, särskilt i gallringsfasen, skulle alltså kunna kosta skogsägaren pengar på längre sikt. Samtidigt innebär ett grotuttag att mindre ris blir liggande på hygget vilket innebär att det går att markbereda och plantera direkt, som skogsägaren istället kan vinna tid på.

En konflikt som finns gällande grot är att den dels fungerar som ett armeringsunderlag för att minska körsador på marken från de stora och tunga maskinerna som gör uttaget, dels är den resurs som ska plockas ut. Flertalet intervjupersoner har påpekat denna konflikt och en person berättar:

”Inom grot finns det en konflikt att man behöver ha den som underlag när man gör en avverkning och man ska samtidigt ta ut den. Det handlar om att hitta en metod för hur mycket man kan ta ut.”

¹⁴ Helmisaari, H.-S., Holt Hanssen, K., Jacobson, S., Kukkola, M., Luiro, J., Saarsalmi, A., Tamminen, P. & Tveite, B. 2011. Logging residue removal after thinning in Nordic boreal forests: Long-term impact on tree growth. *Forest Ecology and Management* 261: 1919–1927.

Grot är en resurs som är priskänslig och konkurrensutsatt, både av fossila bränslen och andra biologiska bränslen. I norra Sverige var det tidigt många markägare som började anpassa sin mark för grotuttag. Detta innebär att åtgärder tas vid avverkning så att avverkningsresterna (grotten) kan läggas i separata högar för att senare tillvaratas. När priset blev för högt vände sig kraftbolagen till sågverken istället. Biprodukterna från sågverken, sågspån, måste tas bort av utrymmesskäl för att sågverket ska kunna fortsätta med sin produktion. Sågspånet blir därför en stark konkurrent till andra biobränslen. I och med att grot dessutom har en hög kostnad och ett lågt värde gör att grot är ett lågt prioriterat bränsle. Det krävs därför en hög efterfrågan på skogsbränslen för att grot ska plockas ut. En majoritet av alla intervjupersoner har lyft fram grots priskänslighet och konkurrensutsatthet som två av de stora problemen med grot. En intervjuperson berättar:

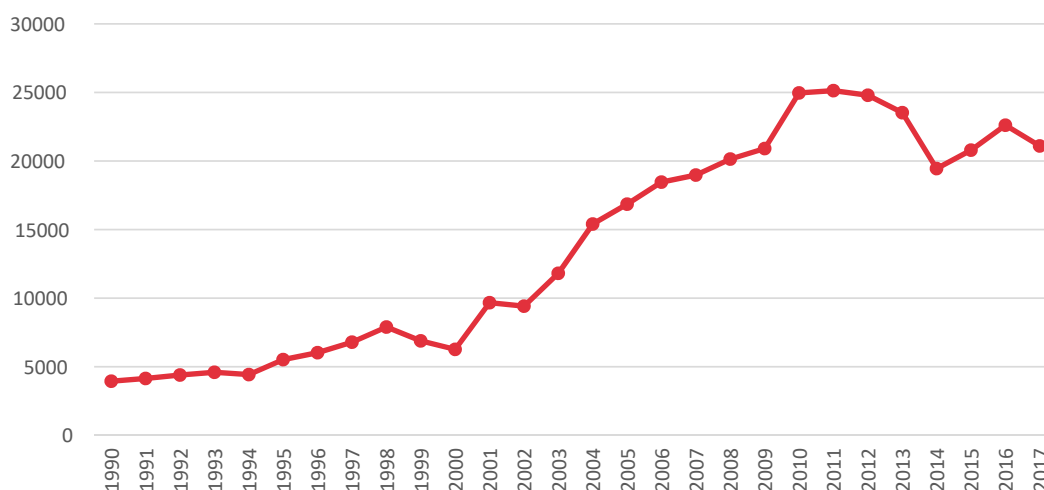
”Grot är väldigt priskänsligt. Förenat med höga transportkostnader. Det påverkar i väldigt stor utsträckning. Påverkar mer än de biologiska möjligheterna.”

En annan intervjuperson styrker detta ytterligare:

”Konjunkturen, eller vädret egentligen, är det som styr efterfrågan på grot. Det var en hausse och massa stränga vintrar som höjde efterfrågan, sen efter en rad milda vintrar så sjönk efterfrågan, tillsammans med andra faktorer som oljepriset och sophantering.”

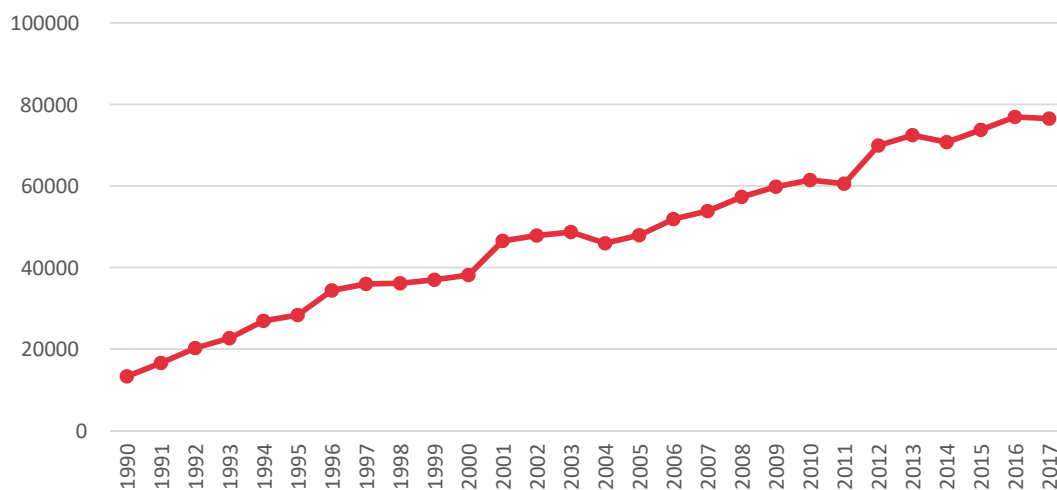
Den kraftigt ökade förbrukningen av grot som en effekt av elcertifikaten i början av 00-talet beskrivs i Figur 5. Även den hausse som intervjupersonen ovan nämner beskrivs tydligt. Efter nedgången mellan 2011–2013 som till stor del berodde på en rad mildare vintrar, är grotuttag återigen på väg uppåt.

Figur 5 Historisk förbrukning av trädbränslen, exklusive förädlade trädbränslen, för produktion av el i terajoule



Källa: Statens Energimyndighet, 2018

Figur 6 Historisk förbrukning av träbränslen, exklusive förädlade träbränslen, för produktion av ånga och hetvatten i terajoule



Källa: Statens Energimyndighet, 2018

Tre policys som har haft stor påverkan på efterfrågan på grot är koldioxidskatten, elcertifikat och utsläppsrätter. Koldioxidskatten var något som ansågs viktigt för utvecklingen av biobränslen och grot när den infördes 1991. Skatten innebar att icke-förnybara bränslen som innehåller kol och därmed släpper ut CO₂ beskattas. En anledning till att skatten inte påverkar användningen av grot i den utsträckning som förväntats är att skatten inte kompenseras när oljepriset är lågt. Den totala kostnaden för fossila bränslen har därför stundtals varit lägre än för biobränslen och grot trots skatten.

Elcertifikatssystemet som infördes 2003 var en ny typ av marknadsbaserat styrmedel där konsumenter måste köpa en viss andel el från förnybara energikällor. Detta gynnar producenter av förnybar el och fjärrvärmeföretagen reagerade snabbt, vilket var ett stort steg i att nå regeringens mål med mer el från förnybara källor.¹⁵ Den starka utvecklingen i användandet av grot kan ses i Figur 6. Enligt en intervjuperson kan elcertifikaten vara den enskilt viktigaste faktorn för att uttaget av grot ökade kraftigt på tidigt 2000-tal och i figuren märks även en tydlig uppgång 2003.

”Groten började växa ordentligt en bit in på 2000-talet, som jag uppfattade det. Man fick de gröna elcertifikaten. Kanske den enskilt viktigaste saken.”

När handel med utsläppsrätter infördes 2005 inom EU var förväntningarna hos både producenter och användare höga. Priset för utsläppsrätterna förväntades ligga på €20/ton CO₂ och ansågs kunna bidra till en ökad användning av biobränslen och träflis. Priskollapsen för utsläppsrätterna, som innebar att priset på CO₂-utsläpp under lång tid låg på mellan €3–€10 innebar en besvikelse. Efter 2018 har priset återigen ökat och ligger idag mellan €17–€27. Denna nivå är dock låg i jämförelse med den svenska koldioxidskatten och flera reformer har beslutats på EU-nivå för att återupprätta förtroendet för handel med utsläppsrätter som styrmedel.¹⁶ Det är svårt att bedöma vilket styrmedel som har varit mest betydande för användningen av grot som bränsle. Koldioxidskatten

¹⁵ Ett nytt ben i det svenska energisystemet – BIOBRÄNSLE

¹⁶ <https://www.consilium.europa.eu/sv/policies/climate-change/reform-eu-ets/>

har under lång tid inneburit en stark signal till omställning från fossila bränslen för fjärrvärmesektorn så dess betydelse ska inte underskattas även om andra, senare införda, styrmedel också har betydelse för investerings- och inköpsbeslut.

Ett mer detaljerat regelverk som infördes 2015 var virkesmätninglagen. Lagens syfte var att ge säljare och köpare av virke samma möjligheter att bedöma ett rimligt värde av produkten. Den nya reviderade lagen inkluderade skogsbränslen som stubbar, grenar och toppar vilket den tidigare lagen inte omfattat. Tillsynsmyndigheten är Skogsstyrelsen. Lagen ska bidra till en trovärdig och väl fungerande virkesmarknad. Den som gör mätningen måste ha dokumenterad egenkontroll för att få utföra mätningen och de metoder och den utrustning som används måste genom dokumenterade forskningsresultat, erfarenhet eller prov i praktisk skala ha gett tillfredsställande resultat och som endast uppvisar obetydliga systematiska fel.¹⁷

3.2 Forskningens inriktning

Energimyndigheten och dess föregångare arbetade baserat på idén att man genom att bedriva ett systematiskt och förutsättningslöst arbete kan visa hur stort det tillgängliga uttaget av grot kan vara över tid utan att komma i konflikt med de miljömål som berörs av verksamheten.

Energimyndigheten har dels finansierat program som har varit breda och generella, dels program som varit mer tydligt avgränsade mot en specifik fråga eller område. Två exempel på mer avgränsade program är Effektivare Skogsbränslesystem (Skogforsk) och temaprogrammet för stubbar som SLU¹⁸ tog initiativ till och där programmen hade ett tydligt fokus på teknik och logistik respektive stubbar. Båda dessa program koordinerades utanför Energimyndigheten men fick finansiering genom myndighetens Bränsleprogram.¹⁹ De bredare och mer generella programmen har varit bränsleprogrammen som har pågått i olika versioner under hela 2000-talet. En intervjuperson tycker att grundtanken med de stora programmen som har en tydlig riktning har varit väldigt givande. Som forskare har det därför varit lättare anser intervjupersonen att följa med i utvecklingen och anpassa sin forskning därefter men också kunna ha en längre tidshorisont.

Energimyndigheten har spelat en viktig roll för utvecklingen av biobränslemarknaden och specifikt möjligheten till grotuttag. Energimyndigheten har haft ett långsiktigt fokus som andra forskningsfinansiärer inte haft. Myndigheten har insett vikten av att bygga upp en kunskapsbas kring hur uttag av grot och stubbar påverkar marken och vilken miljöhänsyn som måste tas, men också hur grot ska plockas ut och transporteras på det mest effektiva sättet. Utlysningarna har alltså varit anpassade efter vad det är för kunskapsluckor som behöver fyllas. Att användningen av grot har sett ut som det har gjort är till stor del en effekt av forskningen som har skett inom området.

¹⁷ ”Skogens Energi – en källa till hållbar framtid”, Sammanfattande rapport från Effektivare Skogsbränslesystem 2011–2015, Skogforsk, 2015

¹⁸ År 2007 tog fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap (NL) på Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) initiativ till temaprogrammet ”Tema-stubbar”. Det samfinansierades av Energimyndigheten, NL-fakulteten, och FSC-certifierade skogsbolag och löpte 2008–2011. Det följdes av programmet ”Tema-2 stubbar” under 2012–2015. Det strategiska arbetet har letts av en styrgrupp.

¹⁹ ESS och Stubbskörd och dess miljöeffekter är två enskilda projekt finansierade genom Bränsleprogrammen men har drivits som temaprogram. I rapporten benämner vi dessa som program eller satsning.

Forskningen om grot handlar till stor del om hur stor mängd som kan tas ut utan att äventyra ekologiska värden i skogen. Det vetenskapliga underlaget har bidragit till rekommendationer, standarder och certifieringar för att säkerställa ekologiskt hållbara uttagsvolymerna. Det har även genomförts omfattande forskning inriktad på effektivt uttag av grot genom utveckling av arbetsmetoder, planeringsverktyg och tekniska lösningar, främst genom Effektivare Skogsbränslesystem som vi skriver mer om nedan.

Trots att mycket forskning har bedrivits kring hur grot ska tas ut på bästa sätt beror ändå uttaget av grot och stubbar på faktorer som pris på alternativa bränslen och transportavstånd på väg. Även faktorer som behov av kvarlämnad grot för att framföra skogsbruksmaskiner på (för att skydda marken), mängden bränsle per ytenhet och avverkningsytans storlek spelar roll.²⁰ Kvarlämnad grot tycks bli ännu viktigare i norra Sverige om vintarna blir varmare med mindre tjäle i marken.

För att möta bränslepriser och öka konkurrenskraften har teknikutvecklingen inom grot till stor del fokuserat på att öka kostnadseffektivitet men även minskad påverkan på marken vid uttag. Projekten har inriktats på att effektivisera skotningen, förbättra kvaliteten på det material som tas ut, minimera markskador vid uttag samt förbättra logistiken kring transport och terminaler. Detta adresseras bland annat genom teknikutveckling av skotare²¹, beslutsstöd för att förhindra markskador vid uttag och analyser av lagring och torkning av grot.

Utöver tidigare nämnda hänsyn till miljö kvalitetsmålen har problematiken rörande stubbar till stor del handlat om påverkan på marken och den biologiska mångfalden när stubbarna skördas samt de föroreningar som följer med rötterna vid uttag och därmed sänker kvaliteten som bränsle. Tekniska lösningar för effektivare uttag har därför varit prioriterade. Utöver detta har även en inriktning på optimering av hanteringskedjan skett.

Nedan presenteras de huvudsakliga programmen kopplade till grot som Energimyndigheten har drivit eller medfinansierat under perioden 2005–2018.

3.2.1 Askprogrammen

Askprogrammet, eller dess formella namn ”Miljöriktig användning av askor”, är ett program som startade 2002. Det har förlängts fyra gånger och är nu inne på sin femte period. Programmet har administrerats av Värmeforsk och på senare år av Energiforsk, med delfinansiering från Energimyndigheten. Energimyndigheten stod för sammanlagt 25,24 MSEK i delfinansiering till de tre första omgångarna av askprogrammet (2003–2005, 2006–2008 och 2009–2011). I Sverige 2006 producerades 1,3 miljoner ton förbränningsrester och målet med programmet har varit att hitta områden där askan kan användas. Områdena som har utforskats har varit sluttäckning av deponier och upplag av gruvavfall, byggande av anläggningar, cementbundna användningar och som näringskompensation vid uttag av biomassa, däribland grot.²²

²⁰ Lundborg A., Kaneryd L., Niemi Hjulfors L., Henning D., Eriksson H., Janse G., ”Bioenergi på rätt sätt – Om hållbar bioenergi i Sverige och andra länder”, En översikt initierad av miljömålsrådet, 2017

²¹ En skotare är ett terrängfordon som används vid uttag av skogsprodukter som rundvirke, stubbar och grot. Skotaren är specialbyggd för att klara av att köra med full last i svår terräng och används i det första skedet av transporten – från avverkningsplatsen till bilvägen. Vid bilvägen är det ofta en lastbil som tar vid transporten och kan i vissa fall även ha flisningsmöjligheter.

²² Bjurström H., Herbert R., ”The Swedish Ash Programme 2002–2008”, SLU, 2009

3.2.2 Uthållig tillförsel och förädling av biobränslen

I programmet ”Uthållig tillförsel och förädling av biobränslen”, 2007–2010, som kallades för Bränsleprogrammet, samlade Energimyndigheten sin forskning som handlade om tillförsel och förädling av biomassa för energiändamål. Finansieringen var 40 Mkr per år från Energimyndigheten och omfattade både grundforskning, industridrivna projekt, enskilda projekt, tvärdisciplinära storprojekt, och externt administrerade program. Totalt var det 23 projekt som fick finansiering. Motsvarande bränsleprogram har pågått sedan 90-talet och de bränsleprogram som gick mellan 2011–2017 var den senaste fortsättningen. Effektivare skogsbränslesystems etapp 1 gick som ett enskilt projekt under detta program.

3.2.3 Effektivare skogsbränslesystem, ESS

Effektivare Skogsbränslesystem etapp 1, 2007–2010. Fokus låg på ny teknik och ekonomiska aspekter inom bioenergi. Programmets totala budget var omkring 60 Mkr där Energimyndigheten bidrog med 24 Mkr, fördelat på ca 50 projekt för att vidareutveckla skogsbränsleverksamheten. Satsningen administrerades genom Skogforsk. Vid starten av programmet låg fokus på nulägesbeskrivningar och på att etablera kontakt med den skogsbränsletekniska kompetensen i Sverige och grannländer. Under programmets gång kunde större vikt läggas på praktiska tester och utvärderingar och på utvecklingsinsatser av olika slag baserat på den initiala kartläggningen. De teknikområden som ESS arbetade med är grot-, klenträds- och stubbskördeteknik, liksom med transport- och sönderdelningsteknik. Områden som logistik, mätning och bränslekvalitet, organisation och affärsområden har även de varit viktiga. Det var alltså ett mera ekonomiskt och tekniskt fokus i programmet jämfört med exempelvis Stubbskörd och miljöeffekter.²³

När ESS etapp två startade var skogsbränslen ett etablerat sortiment på marknaden. Under flera år tidigare ökade efterfrågan, men under åren inför etapp två skedde det en tillbakagång gällande primära skogsbränslen. Anledningarna till denna tillbakagång kunde härledas till en rad mildare vintrar som medförde ett lägre energibehov, men också överflöd av bark och sågspån som prispressade skogsbränslet. Andra bränslesortiment så som returträ och sopor som är billigare ökade dessutom i användning.²⁰

ESS etapp 2, 2011–2015, omfattade 73 miljoner kronor, 18 miljoner/år, under fyra år. Skogsbrukets intressenter har stått för ca 50 % av finansieringen och skogsbränsleanvändarna för drygt 10 %. Energimyndigheten, som enskilt största finansiär, har motfinansierat omkring 40 %, motsvarande 29,2 Mkr. Av hela budgeten användes omkring 73 % som rena projektmedel.²⁴

Målet för den andra etappen inom ESS var att ytterligare effektivisera uttaget av skogsbränslen, med sänkta kostnader, förbättrad kvalitet och bibehållen lönsamhet. De huvudsakliga medlen för bibehållen lönsamhet är sänkta kostnader och höjt förädlingsvärde. För området kring grot handlade det mycket om förbättrad kvalitet, effektivitet i skotning och beslutsstöd för att hindra markskador i samband med uttaget. För stubbskörd handlade det om att optimera hanteringskedjan samt att minska markpåverkan och mängden

²³ <https://www.skogforsk.se/kunskap/kunskapsbanken/2015/effektivare-skogsbranslesystem---den-andra-programperioden/>

²⁴ ”Skogens Energi – en källa till hållbar framtid”, Sammanfattande rapport från Effektivare Skogsbränslesystem 2011–2015, Skogforsk, 2015

föroreningar i materialet. Studierna kring klenträd fokuserade på nya typer av bestånd, effektiva arbetsmetoder i gallring, samt potentialerna med flerträdshantering under olika förhållanden utreddes. En bred kartläggning gjordes för att identifiera vilken teknik som var bäst gällande sönderdelning utifrån det material som ska sönderdelas och den kvalitet som efterfrågas. Inom logistik och transportteknik har fokuset varit på utveckling av demonstration av längre och tyngre fordon men också hur transporterna kan styras och optimeras. På grund av virkesmätningslagen som infördes 2015 har även mättningsfrågor, som utveckling och utvärdering av nya och befintliga tekniker och metoder för mätning av skogsbränslen, varit centrala.²⁵

3.2.4 Stubbskörd och miljöeffekter

Mellan 2008–2015 finansierades satsningen ”Stubbskörd och miljöeffekter” av Energimyndigheten, SLU och skogsnäringen för att undersöka stubbar som biobränsle och hur klimat och miljö påverkas. Detta temaprogram utformades och koordinerades av SLU och målet med programmet var att bygga upp kunskap om hur uttag av stubbar och grovrötter påverkar Sveriges miljömål och klimatet jämfört med fossila bränslen. En viktig anledning till att programmet genomfördes var att det var okänt vilka miljökonsekvenser stubbuttag hade. FSC begränsade därför den tillåtna arealen för stubbskörd på FSC-certifierad mark. Energimyndigheten beslöt därför på initiativ av intresserade forskare att täppa till kunskapsluckorna. Programmet bestod av 15 projekt under första etappen mellan 2008–2011 och 14 projekt under andra etappen 2012–2015. Den andra etappen hade en total budget på 37,4 Mkr där Energimyndigheten bidrog med 18,5 Mkr genom Bränsleprogrammen, SLU med 8 Mkr och skogsnäringen med 0,9 Mkr. Utöver dessa 0,9 Mkr bidrog skogsnäringen dessutom med in-kind bidrag i form av anläggningar.²⁶

Vid sidan av ”Stubbskörd och miljöeffekter” finansierade Energimyndigheten ytterligare 10 projekt med 14,7 Mkr som också handlade om uttag av stubbar och dess miljöpåverkan. Dessa projekt samordnades med projekten inom andra etappen av stubbprogrammet och enligt en intervju skapades det ett paraply där alla projekt samlades in.

3.2.5 Bränsleprogrammen

Bränsleprogrammen var uppdelat i tre olika program: Tillförsel, Hållbarhet och Omvandling. Av dessa program var det tillförsel och hållbarhet som inkluderade grot och stubbar. Alla programmen gick ursprungligen under åren 2011–2015 men fick en förlängning fram till 2017.

Programmet tillförsel hade en ursprunglig budget på 74,8 Mkr men förstärktes med ytterligare en budget på 28 Mkr. Syftet med detta program var att öka tillförseln av fasta bränslen från åker och skog, däribland grot och stubbar. Programmet samlade Energimyndighetens forsknings- och utvecklingsverksamhet om tillförsel av biobränslen. I programmet var det tre områden som var centrala, Effektivare Skogsbränslesystem, Energigrödor från jordbruket samt Skogsskötsel för ökad biobränsleproduktion. De frågor som berör miljö, förädling, bränslekvalitet eller processer där bränslen konverteras

²⁵ ”Skogens Energi – en källa till hållbar framtid”, Sammanfattande rapport från Effektivare Skogsbränslesystem 2011–2015, Skogforsk, 2015

²⁶ Persson T., Palmér C. H., Lithell C., ”Stubbskörd – hur påverkas klimat och miljö?”, SLU, 2017

till värme, el eller drivmedel behandlas i de två parallella programmen. Effektivare skogsbränslesystem (etapp 2) administrerades som ett enskilt projekt hos Energimyndigheten men räknades innehållsmässigt till detta program.²⁷

Programmet hållbarhet hade en ursprunglig budget på SEK64 miljoner kronor som förstärktes med SEK10 miljoner kronor inför förlängningen. Programmet var uppdelat på tre områden: miljö och hållbarhet, biobränsle och växthusgaser samt system och marknad. De oklarheter som fortfarande finns inom miljöområdet kan, genom regelverk, innebära olika former av hinder på biobränslemarknaden. Programmet syftar därför till att reda ut dessa oklarheter och i den mån det är möjligt att undanröja dessa hinder. Tillgången till biobränslen är begränsad i relation till behovet och ytterligare ett syfte med programmet är att beskriva resurseffektivitet och klimatnytta för aktuella biobränslekedjor samt huruvida det genom styrmedel går att stimulera bra lösningar.²⁸

3.3 Resultat och utfall

3.3.1 Forskning

3.3.1.1 Miljökonsekvenser

Resultat från askprogrammets forskning kring återföring efter skogsuttag har visat att askåterföring är något som bör göras i stor utsträckning för att skogsbruket ska kunna anses vara uthålligt. Vid helträdsuttag är det vissa näringsämnen som följer med träden bort från skogen. Ämnena som förs bort påverkar både näringen i marken men också basmättnadsgraden i marken. Skogsbruk är något som är försurande i sig, och när även grot tas ut är det ännu mer försurande för marken. Askåterföring är något som kan återställa näringsbalansen i vissa områden och ge motståndskraft mot försurning i marken.²⁹

Programmet ”Uthållig tillförsel och förädling av biobränslen” resulterade i tre syntesrapporter. Den ena rapporten berörde områdena jordbruk, förädling och standarder. Den andra berörde strategisk kunskap och den tredje berörde området skogsbränsle och miljöeffekter. Målet med syntesrapporterna var att sammanfatta kunskapsläget efter programperioden, vad kopplingen var mellan forskningsresultaten och nationella mål/riktlinjer samt EU-direktiv och till sist identifiera de frågor som kvarstod att besvara för att kunna säkerställa en långsiktig och uthållig produktion och användning av skogsbränsle och torv. Bränsleprogrammen som startade 2011 var fortsättningen på detta program och byggde på syntesrapporterna. Resultatet från rapporterna visade att det fanns en stor potential att öka uttaget av skogsbränsle utan att försvåra möjligheten att uppnå miljö- och produktionsmålen. Huvudresultaten från programmet som var inriktat på analyser av förutsättningar för ett ökat hållbart grotuttag innehåller följande rekommendationer:³⁰

- Att möjlighet till miljöhänsyn inte påverkas negativt av grotuttag.
- Att det huvudsakligen är grot och stubbar för barrträd som bör tas ut.
- Att man bör kompensera genom askåterföring där det finns behov och förutsättningar, med aska av god kvalitet.

²⁷ Programbeskrivning för Bränsleprogrammet tillförsel 2011–2015

²⁸ Programbeskrivning för Bränsleprogrammet hållbarhet 2011–2015

²⁹ Bjurström H., Herbert R., ”The Swedish Ash Programme 2002–2008”, SLU, 2009

³⁰ de Jong, J., Akselsson, C., Berglund, H., Egnell, G., Gerhardt, K., Lönnberg, L., Olsson, B., von Stedingk, H. 2012. ”Konsekvenser av ett ökat uttag av skogsbränsle. En syntes från Energimyndighetens bränsleprogram 2007–2011”. ER 2012:08

- Att körskador kan begränsas (uttag av grot och stubbar bör endast ske på marker med god bärighet).
- Att uttag inte bör ske i anslutning till nyckelbiotoper och naturreservat, där snarare en förstärkning av mängden solexponerad död ved är önskvärd.

Syntesrapporterna sammanfattades i en rapport som kom ut 2014. Resultatet visade att det fanns en stor potential i att öka skogsbränsleuttaget utan att försvåra möjligheten att nå miljö- och produktionsmålen. När rapporten publicerades producerades det 14 TWh genom biobränsle och enligt rapporten kunde detta ökas till åtminstone 24 TWh. Störst potential hade grot medan en del frågetecken fortfarande fanns kring stubbar. Ifall ett uttag av grot skulle ökas medförde det en rad åtgärder för att minska de negativa effekterna.³¹

Uttag av stubbar är mer komplicerat än vad uttag av grot är på grund av att ett helt rot-system påverkas vid uttaget – som i sin tur kan leda till att hela markbärheten minskar. Förutom att markpåverkan är större är även resursen i sig smutsigare då föroreningar som jord och stenar följer med vid uttaget. Det är därför många frågetecken som kvarstår kring stubbar. Ingångstanken när projekten startade var att uttag av stubbar påverkade bland annat kolbalansen, biodiversiteten och förurning i stor utsträckning och målen för projekten var att ta ett stort kunskapskliv framåt. Resultaten från den forskning som bedrevs inom programmet visade att de långsiktiga kolbalanserna inte alls påverkades lika mycket som man initialt trott. Studierna visade en påverkan på artmångfalden som berodde på hur stor andel av slutavverkningsområden används för stubbuttag på landskapsnivå.³² En intervjuperson beskriver:

”Jag tycker att det här stubbprojektet var mycket framgångsrikt. Man tog ett helhetsgrepp och hade med så många aspekter, man sökte sina egna projekt men att det sattes ihop som ett paraply. Både effektivt sätt att jobba på plus att det ledde fram till många konkreta resultat som går att använda om man blir intresserad av att bryta stubbar igen.”

3.3.1.2 Ekonomi, teknik och logistik

I april 2008 började Skogforsk med en utbildningskampanj genom ESS etapp 1, för att öka effektivitet och kvalitet i grothantering. Målet med kampanjen var att utbilda 500 förare och 225 tjänstemän. Efter två år hade omkring 1000 maskinförare och 1005 tjänstemän varav 431 inom privatskogsbruket, utbildats. Totalt var det 69 kurser som gavs och behandlade områden som rör val av rätt metod och teknik, planering av arbetet och hur arbetsresultatet påverkar efterkommande led i produktionskedjan. En uppskattning effekten av utbildningsinsatsen har gett är att effektiviteten i grothantering ökat med 5–10 %.³³

Vilka olika grotsystem som kan användas styrs av kundens mottagningsmöjligheter och krav på bränslet – val av rätt metod blir därför avgörande för att hålla kostnaderna nere.

³¹ de Jong, J., Akselsson, C., Berglund, H., Egnell, G., Gerhardt, K., Lönnberg, L., Olsson, B., von Stedingk, H. 2014. “Consequences of an increased extraction of forest biofuel in Sweden – A synthesis from the biofuel research programme 2007–2011”, supported by Swedish Energy Agency. Summary of the synthesis report. ER 2014:09.

³² Persson T., Egnell G., ”Stump harvesting for bioenergy: A review of climatic and environmental impacts in northern Europe”, SLU, 2018

³³ ”Skogen – En växande energikälla”, Sammanfattande rapport från Effektivare skogsbränslesystem 2007–2010, Skogforsk, 2010

I ESS etapp 1 undersöktes olika system för hur hanteringen av grot bäst anpassas efter kunden. Fem huvudsystem för att bearbeta och transportera grot identifierades. Systemen var sönderdelning på avlägg, lösgrot, huggbil, buntning och terrängflisning. De dominerande systemen var flisning på avlägg³⁴, och lösgrotsshantering samt system med huggbil. Om kunden enbart vill ha skogsflis är det system med flisning på avlägg samt huggbil som är aktuella. Om flisning kan ske hos mottagaren eller på terminal är även system med lös eller buntad grot intressanta.

I programmet analyserades många olika kombinationer av transport- och sönderdelningsteknik. För små avverkningsområden kunde kostnaderna minska med mellan 20–40 % beroende på vilken metod som väljs. Analysen konstaterade att de olika kombinationerna kan definieras som tre olika system. Systemen uppvisar olika känslighet för storleken på avverkningsområdet och avståndet det ska transporteras. De tre systemen är:

- System som bygger på att grot sönderdelas på hygget.
- Flisning vid avlägg med hugg/kross.
- System utan flyttkostnad, dvs direktkörning av lösgrot eller av flis med huggbil.

Resultaten som framkom visar på att sönderdelning på hygget är dyrt och kan enbart motiveras av icke-ekonomiska skäl. De system med avläggesbaserade huggar är konkurrenskraftiga på långa avstånd, > 100 km. Om avverkningsområdet är medelstort eller stort är stora huggar eller krossar bättre. De system som inte har en flyttkostnad är mest effektiva för huvuddelen av råvaran, speciellt för små objekt.

Biobränsle betalas efter energiinnehåll – ju torrare bränsle desto bättre värmevärde och högre pris. Även transportkostnaden blir lägre på grund av grotens lägre vikt per kubikmeter. Var vältorna ska placeras för torkning och hur länge de ska ligga där har därför varit en viktig fråga vid uttag och hantering av grot. Vid uttag är det dessutom stora maskiner som rör sig på små vägar, ofta vid samma tidpunkt. Logistiken och fråga om plats blir viktig när dessa stora maskiner hanterar något som har ett så pass lågt värde. Inom ESS tog Skogforsk fram rekommendationer och planeringsverktyg för att underlätta arbetet för planeraren och hur han/hon ska tänka vid vältplacering.

Vid uttag av skogsbränsle står transportkostnader för nästan 30 % av den totala kostnaden fram till slutkund. Eftersom det inom branschen redan är låga marginaler, kan sänkta transportkostnader göra mycket för användningen av biobränsle och grot. Flera olika datorprogram som hjälper till med logistiken har därmed utvecklats och utvärderats. Programmen fungerar genom att olika faktorer, så som transportavstånd, typ av resurs, lagring, torkning, skrivs in. Programmet använder sig sedan av en algoritm och optimerar på vilket sätt och var resursen ska transporteras. Exempel på två program som har utvecklats och utvärderats inom ESS är FlowOpt och Opium.³⁵ En forskningsutförare berättar:

”Inledningsvis var Energimyndigheten med så att vi förstod vilken teknik var vettig att satsa på. De efterföljande system- och logistikanalyserna har varit väldigt givande.”

³⁴ Avlägg är platsen där virket samlas inför byte av transportsätt.

³⁵ <https://www.skogforsk.se/kunskap/kunskapsbanken/2015/skogsbranslelogistik-och-effektiva-transporter/>

För uttag av stubbar har tekniken också utvecklats. Både inom ESS och inom ”Stubbskörd och miljöeffekter” har den tekniska biten undersökts. Olika typer av aggregat har testats för att på ett så effektivt sätt som möjligt, utan att påverka marken för mycket, ta ut stubbar.

Skogforsk utförde tillsammans med Södra Skogsenergi och Linnéuniversitetet tester på direktskotning av grön grot vid eller i nära samband med slutavverkningen. Det positiva med direktskotning av grön grot istället för att låta lagra den på hygget är förbättrad logistik, enklare produktionsplanering och att hygget snabbare blir rensat vilket underlättar skogsvårdsåtgärder. Det negativa med direktskotning är att NO_x-halterna troligtvis blir högre vid förbränning och att askåterföring eller vitaliseringsgödsling av bestånden blir viktigare eftersom större del av näringsämnen förs bort med barr om groten inte får torka på hygget. Under 2008–2009 gjordes försöket som omfattade 3000 ton torr substans (TS) fördelat på 30 objekt. Tre olika områden valdes ut av olika nederbörds klimat för att fånga upp de olika effekterna: västkusten, sydsvenska höglandet och östkusten. All grot vältlagrades i täckt vält och flisades för kommersiell leverans. Resultaten av testet visar att fukthalten i den gröna groten var 36 % i medeltal och 33 % för den torkade groten. I alla testområden hade den gröna grot 0–3 % högre fukthalt än den bruna, torkade groten. De kunder som tog emot den gröna groten upplevde inte några egentliga problem vid eldning. Trots den försämrade kvaliteten i bränslet är det fördelaktigt att på vissa hyggen avverka grön grot på grund av de ovan nämnda positiva effekterna.

I nästa avsnitt presenteras en fallstudie av ett projekt om markfuktighetskarter som genomfördes inom Effektivare Skogsbränslesystem och vad dess effekter har blivit.

3.3.1.3 Markfuktighetskarta

En konflikt som finns vid uttag av grot är att groten både fungerar som ett körunderlag för att minska markskador men också är själva resursen som ska plockas ut. Projektet STIG inom ESS etapp 2, hade som syfte att ta fram skonsamma och effektiva metoder för planering och genomförande av skogsbruksåtgärder så att påverkan på både mark och vatten kan minimeras. Ett ytterligare syfte med projektet var att implementera användningen av markfuktighetskartan i skogsbruket.

Markfuktighetskartan var något som utvecklades när laserscanning över hela Sverige kunde kartlägga landets geografi. Den utvecklades ur en tidigare modell som kom från Nordamerika och kallades för ”Depth-to-water”. Det som gjorde det möjligt att utveckla kartan var att algoritmerna för ”depth-to-water” kunde appliceras på hela Sverige tack vare laserscanningen. Skogforsk testade och utvärderade denna modell. Det ledde till att en ny modell kunde utvecklas och appliceras på hela Sverige tillsammans med det nya geografiska kartunderlaget. Detta, med hjälp av modeller för hur vattnet rinner, gjorde att det kunde beräknas var någonstans marken bör vara fuktig givet terrängen.

Markfuktighetskartan är viktig för att tjänstemännen som beställer avverkningen ska kunna överlämna ett bra kartunderlag till entreprenören. Med hjälp av kartan kan lämpliga basvägar identifieras under planeringsprocessen. Detta går senare att verifiera i fält om placeringen är lämplig eller inte. I STIG-projektet kunde tre konkreta exempel identifieras där markfuktighetskartan ansågs göra stor nytta:

- Fuktiga och potentiellt blöta områden kan upptäckas och körningen med skördare och skotare kan planeras så att man undviker dessa områden.

- Överfarter över fuktig och blöt mark kan göras vid lämpliga platser och dessa kan urskiljas relativt enkelt med hjälp av kartan.
- Områden som är högre belägna där basvägar är lämpliga att placeras kan identifieras med hjälp av den digitala terrängmodellen tillsammans med markfuktighetskartan.³⁶

En intervjuperson berättar att markfuktighetskartan kan användas i de olika planeringsstegen inom skogsbruket – det strategiska, taktiska och operativa. I den strategiska planeringen som ofta är fem år eller mer, är frågor som hur torr marken är och var groten kan plockas ut centrala. I den taktiska planeringen, som ligger kring tre år, planeras var man ska plocka ut under vilken säsong. Om marken är fuktig är det lämpligare att plocka ut i det området under vintern. På den operativa nivån kan planeraren på plats veta var någonstans marken är extra känslig och armera körvägarna med hjälp av groten. På de ställen där marken är stark kan groten istället plockas ut. Enligt intervjupersonen var det maskinförarna som tjänade mest på att använda sig av markfuktighetskartan i och med att deras arbete kunde effektiviseras. Tidigare hade planeringsarbetet gått till så att planeraren varit på plats och tittat runt var någonstans det är lämpligt att lägga körvägarna vilket var mycket tidskrävande. Med hjälp av kartan fick planeraren en utgångspunkt.

"Var kan vi inte ta ut grot, det är det som kartorna handlar om.

Markhänsynen går före resursen. Viktigt att veta hur vi ska förhålla oss."

Markfuktighetskartan spred sig vidare efter utvärderingsförsöken till Skogsstyrelsen som lade upp den som öppna data för det privata skogsägandet. Även skogsbolagen och entreprenörer har velat berätta att detta är något som de har och kan använda när de gör uttag. En markägare som dessutom arbetat som skotare berättade i en intervju:

"Vi körde en period åt SCA, de hade de här kartorna som ett bakgrundslager i vår GPS. Då var det väldigt tydligt var basvägarna skulle läggas, för att undvika de partier som var fuktiga. Jag tyckte att det var en bra hjälp."

Fallstudien är ett tydligt exempel på hur teknik, metod och logistik har förbättrats genom programmet Effektivare Skogsbränslesystem finansierat av Energimyndigheten. Att kartan också har implementerats vid uttag av grot har gjort att planeringen har förbättrats, effektiviteten har ökat och markskadorna har minskat. Kartan har dessutom spridit sig vidare till andra delar inom skogsbruket.

3.3.2 Syntesrapporter

En rad syntesrapporter har sammanställts för att summera kunskapsläget byggd av forskningen bedriven inom och utanför programmen och identifiera kvarstående kunskapsluckor. Syntesrapporterna tillsammans med slutrapporterna har senare utgjort underlag för de rekommendationer som Skogsstyrelsen har gått ut med. Skogsstyrelsen kom ut med en rekommendation 2008 som senare uppdaterades 2018.³⁷ Båda dessa rapporter bygger på syntesrapporterna från de olika programmen där kunskapsläget har sammanställts.

³⁶ <https://www.skogforsk.se/kunskap/kunskapsbanken/2016/battre-planering-och-kartunderlag-med-markfuktighetskartor/>

³⁷ Remissversion 2018

I syntesrapporterna från Energimyndigheten om miljöpåverkan av skogsbränsleuttag (2012 och 2018) tog man avstamp i de miljö kvalitetsmål som berör området. I rapporten låg fokus på kunskapsunderlaget kring övergödning, försurning, gifter, biologisk mångfald samt skogsproduktion och baserades på de forskningsresultat som framkommit inom Bränsleprogrammet Hållbarhet. Enligt rapporten 2018 så motsvarar den potentiella uttagsnivån 27 TWh/år, när alla miljö- och produktionsmål tagits i beaktning.³⁸ Syntesrapporterna har varit ett viktigt underlag för Sveriges arbete i IEA Bioenergy, se avsnitt 4.4.4.

Effektivare Skogsbränslesystem har skrivit två slutrapporter som beskriver den forskning som har bedrivits inom programmets två etapper. Projekten som genomförts inom de två etapperna beskrivs och vad den fortsatta FoU-inriktningen bör vara baserat på den kunskapen som kommit fram genom projekten.

Bränsleprogrammet Tillförsel sammanfattades i olika syntesrapporter för de olika områdena. Varje rapport har haft för avsikt att sammanställa den kunskap som framkommit inom sitt specifika delområde.³⁹

Stubbskörd och dess miljöeffekter drevs i två satsningar, första etappen under 2008–2011 och andra etappen 2012–2015, när uttag av stubbar var en intressant fråga. Satsningarna på forskning kring stubbar resulterade i en syntesrapport. De resultaten som kom från första temaprogrammet var med i Skogsstyrelsens rekommendationer, men därefter sjönk intresset för stubbar i och med det att det uppstod komplexa frågor om miljö och teknik. Skogsstyrelsen avvaktade därför med att uppdatera sina rekommendationer efter det andra temaprogrammet även om de var intresserade av resultaten som kom fram.

3.4 Tidiga effekter

När grot började utforskas efter oljekriserna på 1970-talet var det ett område som det fanns lite kunskap kring. Den forskning som har bedrivits har därför handlat om att bygga upp en kunskapsbas och förstå sig på grotuttag och alla dess delar. En stor del av de program som Energimyndigheten har stött har behandlat miljökonsekvenserna av grotuttag. Men en viktig del har även varit de tekniska och ekonomiska aspekterna av hur man i praktiken ska ta ut grot på bästa sätt. Här har framförallt ESS-programmen varit viktiga. ESS-programmen hade som fokus att kartlägga, jämföra (genom *benchmarking*) och utvärdera den teknik som fanns under perioden när programmen gick. Efter programperioderna är det mycket ny teknik som har utvecklats tack vare den benchmarking och utvärdering av tekniken som ESS lade grund för. Även de planeringsverktyg som togs fram genom programmet (såsom markfuktighetskartorna, Flowopt och Opium) har fått en spridning i branschen. Denna kombination av tekniska lösningar och förenklad planering har bidragit till ett mer medvetet och effektivare uttag samt en högre kvalitet på produkten. En representant från industrin berättar:

Vi använder idag alla transportsätt, tåg, båt, bil. Vi har olika sönderdelningsmaskiner: sågbilar, huggbilar, terränggående bilar. Mycket bredare palett. Både för transport och sönderdelning. Förr fanns det bara terränggående skotare och skyttlar. Där har utveckling skett.

³⁸ ER 2018:02 Miljöpåverkan av skogsbränsleuttag En syntes av forskningsläget baserat på – Bränsleprogrammet hållbarhet 2011–2016

³⁹ <http://www.energimyndigheten.se/forskning-och-innovation/projektdatabas/sokresultat/?projectid=20446>

Under den första programperioden steg utnyttjandet av primära skogsbränslen (GROT, energived, klenträ och stubbar) med ca 50 %, men genom utveckling av teknik och metod kunde kostnaderna hållas oförändrade. Flera intervjupersoner har lyft ESS som ett lyckat program som fokuserade på frågor av teknisk karaktär vilket tidigare hade kommit i skymundan för de mer miljörelaterade frågorna. Miljöfrågor var dock viktiga att satsa på innan teknikutvecklingsfrågor eftersom kunskapen om miljöeffekter behövs för åtgärders acceptans. En forskningsutförare beskriver:

”Var en tydlig målsättning med ESS att satsa just på teknik och ekonomi och uttag av biobränsle. Jämfört med Energimyndighetens vanliga utlysningar som är mer riktade mot miljö och skogsproduktion.”

Försörjningssystemet stärktes successivt genom att skogsbruket och entreprenörer höjde sin kompetens, effektiviserade sin organisering och kunde använda bättre utrustning. Skogsbränsleverksamhetens utveckling var starkt bidragande till att Sverige, som enda land, redan vid slutet av första programperioden uppnådde EU:s 2020-mål för förnybar energi.

En effekt av den kunskapskampanj som Skogforsk bedrev inom ESS etapp 1 var att utbildningen inkorporerades i andra utbildningskampanjer och insatser, exempelvis Skogsstyrelsens kurspaket ”Bioenergi och kompensationsåtgärder” som Landsbygdsprogrammet har finansierat. Även andra länder i Skandinavien har varit intresserade av utbildningen. Den breda kontakten med personer operativa i fältet gav även kursledningen många nya erfarenheter som kunde sammanställas tillsammans med kursmaterialet. Slutprodukten av detta blev en handledningsbok utgiven av Skogforsk som heter ”Effektivare grothantering”⁴⁰.

Acceptansen för uttag av grot har ökat tack vare den forskning och spridning av resultat som har bedrivits genom Energimyndighetens finansiering. En intervjuperson på en miljöorganisation berättar att de idag bedömer att grotuttag inte påverkar miljön på det sättet som man tidigare trodde. Uttag av stubbar har dock inte nått samma acceptansnivåer som grot på grund av det mer komplicerade ingreppet, både rent tekniskt men också miljömässigt. Energimyndighetens satsning på stubbforskning har påverkat att man vet bättre än någonsin tidigare vilka miljöeffekter stubbuttag orsakar. Detta är en mycket viktig bas för olika aktörers nutida och framtida beslut för vilka former av bioenergi Sverige skall satsa på.

Inom skogsbruket har det funnits en viss tveksamhet gällande askåterföring. En orsak till denna tveksamhet är att askåterföring inte påverkar tillväxten på vissa marktyper, till exempel mark med begränsad mängd kväve. Askan innehåller inte kväve och tillför därför inte det som marken behöver. På bördiga marker kan askåterföring dock ha en tillväxteffekt. I södra Sverige förekommer askåterföring i större utsträckning än i norr av denna anledning. Två personer vi intervjuat berättar att det är ovanligt att idag ta ut grot, men även att återföra aska. En av de två personerna berättade vidare att hen tyckte att marken utarmades för mycket. Båda personerna berättade dock att det togs ut mycket grot under åren 2007–2012 och att många av hyggerna grotanpassades. Båda intervjupersonerna berättar vidare att de däremot aldrig återförde någon aska. En markägare berättar i en intervju:

”Vi återför inte aska vid grotuttag. Vissa regioner är man duktig på det, borde vara mer.”

⁴⁰ <https://www.skogforsk.se/produkter-och-evenemang/trycksaker/2009/effektivare-grothantering/>

Askåterföring är alltså något som det finns rekommendationer och riktlinjer för från Skogsstyrelsen, baserat på forskning finansierad av Energimyndigheten samt tidigare satsningar t. ex. ramprogram Askåterföring, och Askprogrammet. Däremot tillämpas inte rekommendationerna i önskvärd utsträckning.

”Det är mycket upp till lönsamhetsaspekten inom vilka geografier vi tar ut GROT eller inte, även avverknings och projektnivå, om det är lämpligt att ta ut GROT eller inte. Detta gäller nog alla i branschen oavsett om man är på egenägd mark eller hos privat. Hos privata markägare har man ofta en viss uppfattning själv som markägare, men lyssnar också på de man säljer avverkningen till, rekommenderar de att ta ut GROT så gör man det. Inte GROT som är huvudfrågan, utan det är först timmer sen massaved och sist GROT.”

En intervjuperson berättar att när priserna föll efter 2010 var det många entreprenörer som slutade att ta ut grot och sålde av de maskiner som var anpassade för grotuttag. Det ledde till att de förbättrade förutsättningarna för grotuttag som framkom genom ESS förlorades. Vidare menade personen att det fanns en motvillighet hos vissa entreprenörer att göra om resan med grot på grund av den överhängande risken som priskänsligheten medför.

En viktig effekt som uppstått genom Energimyndighetens program är kunskapsutbyte och samarbete mellan skogsnäringen, forskare och myndigheter. Bland annat har ESS som administrerades av Skogforsk bidragit till tvärsanknätt samarbete. Skogforsk fungerade som ett kunskapsnav för markfuktighet och grotuttag. En forskningsutförare berättar:

”Skogforsk, med de här pengarna fungerade som ett kunskapsnav. Mötte personer som jobbade med grotuttag, sammanställde idéer och skapade grundkoncept som kunde spridas. Kunde se att på dessa marker hade det funkat bra.”

I en intervju pekades ESS-programmet ut som något väldigt givande. Både i termer att bygga upp kompetens hos Skogforsk och bygga ett kontaktnät. Idag finns det en bra, kompetent och väletablerad grupp när det gäller skogsbränslerelaterade frågor.

De mekanismer som möjliggör denna form av samarbeten och korsbefruktande verksamhet är inte nödvändigtvis knuten till en specifik organisation. Det väsentliga är att tillhandahålla en plattform där aktörer från samtliga sektorer har möjlighet att både bidra med input och deltagande. En forskningsutförare beskriver:

”Jag skulle inte påstå att det är Skogforsk som står för allt och Energimyndigheten finansierar allt. Branschen är en tydlig part. Energimyndigheten har varit noga med att driva på att vi alltid har stöd från branschen. Finns tydliga samarbeten nu gällande grot och vilka som är intresserade av vilka frågor.”

Vidare har det skett en långsiktig kompetensuppbyggnad genom att doktorander involverats i flera av de projekt som finansierats inom de olika programmen. Detta styrks av enkätsvaren, där 43 % av projektledarna angett att deras projekt har lett till eller kommer på sikt att leda till (minst) en doktorsexamen. Av dessa var det ett flertal som angav att det varit två eller fler doktorander som deltagit i projekten.

Den forskning som genomförts inom Energimyndighetens satsningar har använts som stöd vid utformandet av skogsstyrelsens rekommendationer. I Skogsstyrelsens meddelande *Rekommendationer vid uttag av avverkningsrester och askåterföring* från 2008

hänvisas det bland annat till forskningsresultat från Energimyndighetens forskningsprogram. Vidare har flera av de synteser som Energimyndighetens tagit fram använts som underlag i skogsstyrelsens skogsskötselserie, framförallt i avsnitten rörande stubbar och miljömålen. Rekommendationer för uttag av grot (och stubbar) finns även i andra länder utöver Sverige. Skillnaden är att de svenska rekommendationerna nu kan bygga på omfattande forskning genom Energimyndighetens satsningar. Energimyndighetens program har lett till ett stort antal internationella vetenskapliga forskningsartiklar som i sin tur används när rekommendationer för bioenergi görs i andra länder med liknande förhållanden men mindre omfattande kunskap.

Vid uppbyggnaden av Sveriges kunskapsbas kring grot har Energimyndigheten varit en av de viktigaste finansiärerna, om inte den absolut viktigaste. Energimyndighetens långsiktighet när det kommer till den här typen av forskning har lyfts fram av flera intervju-personer och i flera kommentarer från enkäten. Forskningen som utförs i skogen kräver ofta ett stort tidsspann då omloppstiderna är väldigt långa, och Energimyndigheten har förstått detta. Få andra finansiärer har gett samma möjlighet till mångåriga fältförsök för att undersöka långsiktig påverkan på miljö och återväxt. Som en enkätrespondent uttrycker det:

” Tycker att Energimyndigheten ska ha ett erkännande för sina hittills genomförda satsningar på anläggning av och särskilt uppföljning av långsiktiga skogliga fältförsök där olika former av biobränsleuttag och även möjliga kompensationsåtgärder testas för att säkerställa en långsiktigt uthållig skogsproduktion. Denna typ av finansiering för långsiktig rutinmässig, men ack så viktig, uppföljning är svår att erhålla från andra forskningsfinansiering. En kunskapsuppbyggnad som är svår (omöjlig) att erhålla på annat sätt. ”

3.5 Slutsats

Energimyndigheten har spelat en viktig roll för utvecklingen av värdekedjan för biobränslen och specifikt möjligheten till grotuttag. Energimyndigheten har haft ett långsiktigt fokus som andra forskningsfinansiärer inte har haft inom detta område. Myndigheten har insett vikten av att bygga upp en kunskapsbas kring hur uttag av grot och stubbar påverkar marken och vilken miljöhänsyn som måste tas, men också hur grot ska plockas ut och transporteras på det mest effektiva sättet.

Kompetens har byggts upp och det finns flera exempel på hur metoder och arbetssätt har utvecklats. Kunskapen kring vad ett grotuttag har för effekter på biologiska mångfalden och miljön har byggts upp och har kommit långt. Kunskapen är sammanfattad i en rad olika syntesrapporter som dessutom identifierar de kunskapsluckor som kvarstår. Ett samarbete mellan forskare och industri har skett genom en viktig plattform, Skogforsk. Kompetensförsörjningen har byggts upp och många nya doktorander har utbildats. Även mer praktiska lösningar inom teknik, logistik och ekonomi har utvecklats genom nya maskiner, olika mjukvaror och handböcker som alla underlättar att ta ut grot på ett så effektivt sätt som möjligt.

Uttag av grot har blivit mer och mer accepterat inom miljörörelsen och det tack vare den forskning som har skett. För stubbar har acceptansen däremot inte kommit lika långt på grund av den större markpåverkan som sker vid uttag av stubbar.

Att kunskapen dessutom har implementerats i industrin och i rekommendationer som Skogsstyrelsen kommit ut med indikerar att forskningen har inte bara bidragit till etableringen av marknaden för grot, utan även att den har förstärkts i olika delar. Trots detta lyder grot under marknadens spelregler och påverkas av andra faktorer som vädret och priset på alternativa bränslen och är därför något som är svårt att styra över.

Varför är det viktigt med grot och andra biobränslen? Det handlar om att ersätta fossila bränslen och att bidra till energiförsörjningens trygghet, men det handlar även om samhällsekonomiska effekter. En studie⁴¹ visar att 1 TWh biobränsle kan resultera i 250–300 nya jobb, vilket t ex skulle innebära att en ökning av biobränsle med 80 TWh leder till 24 000 nya jobb i Sverige. En sådan marknad innebär att 8 000 jobb kan tillkomma för att tillverka utrustning, och ytterligare jobb om exportpotentialen realiserar. Forskning inom detta område kan därmed bidra till betydande samhällsekonomiska effekter. Att producera bränsle av grot skapar många arbetstillfällen då det är skrymmande och har lägre energiinnehåll än t ex fossila bränslen per viktenhet.

⁴¹ Energikontor Sydost (2013) *Bioenergi för regional utveckling*

4 Bioenergins hållbarhetsaspekter

4.1 Inledning

Behovet av att minska beroendet av import av fossila bränslen var under lång tid den viktigaste drivkraften för bioenergisektorns utveckling. Sedan 90-talet har klimatfrågans ökade betydelse lett till ytterligare efterfrågan på alternativ till fossila bränslen, där förnybara råvaror från skogen kan ersätta de fossila råvarorna. Skogens roll som kolsänka, det vill säga dess förmåga att binda koldioxid, har även uppmärksammats på senare tid och det finns en diskussion om skogens roll i att stabilisera eller minska ökningen av koldioxid i atmosfären.

Skogens resurser förväntas bidra till fler användningsområden än tidigare, samtidigt som nyttjandet av skogen inte ska ske på bekostnad av biologisk mångfald och skogens förmåga till återhämtning för att vara hållbart över tid.⁴² Kraven på miljövänlig produktion av biobränslen från skogen är dels generella – det handlar om hur skogen förvaltas och tillåts återhämta sig mellan avverkning – dels specifika för vissa produkter eller typer av användning – virke för möbeltillverkning kräver en typ av hantering, träd till pappersmassa en annan och rester från avverkning som ska användas som bränsle en tredje.⁴³

Skogen omfattas av flera samhällsmål: den ska skapa produkter till konsumenter, bidra till energiförsörjningen och därmed ersätta fossila bränslen, skapa naturupplevelser för medborgare, ge ekosystemtjänster, kunna binda koldioxid samt skapa förutsättningar för att nå energi- och klimatpolitiska mål. I Sverige har diskussionerna handlat om hur man ska kunna nyttja och bibehålla skog samtidigt som man vill kunna använda lämpliga biomassafraktioner för att nå mål för förnybar energi.

Det finns flera politiska ramverk, lagar och förordningar, samt frivilliga standarder och certifieringar som fokuserar på hållbarhet för skogen och dess bränslen i bred bemärkelse – som traditionellt omfattar sociala, ekonomiska och miljöaspekter. Klimatpåverkan, biologisk mångfald, markanvändning och påverkan på mark och vatten är centrala frågor för bioenergins hållbarhet.⁴⁴

Nationellt är det främst skogsvårdslagen, miljöbalken, Skogsstyrelsens rekommendationer och föreskrifter samt hållbarhetslagen som reglerar, medan det på internationell nivå finns en rad policydokument från EU, bland annat EU:s skogsbruksstrategi, EU:s miljöhandlingsprogram och förnybarhetsdirektivet (RED I och II), samt FN:s Agenda 2030

⁴² <https://www.skogssverige.se/klimat-miljo/internationellt>, <https://foresteurope.org/foresteurope/#1470741557748-134fb529-3b91>, <https://www.ksla.se/wp-content/uploads/2010/09/KSLAT-4-2010-Skogsbrukets-bidrag-till-ett-bättre-klimat.pdf>, <https://www.skogsstyrelsen.se/miljo-och-klimat/skog-och-klimat/skogens-roll-for-klimatet/>, <https://pefc.se/hallbart-skogsbruk-2/>

⁴³ <https://www.skogsstyrelsen.se/miljo-och-klimat/skog-och-klimat/skogens-roll-for-klimatet/>, <https://www.skogssverige.se/skog/hallbart-skogsbruk>

⁴⁴ <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Klimat/Sveriges-klimatprogram/>, https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies_en, <https://unfccc.int/process/bodies/supreme-bodies/conference-of-the-parties-cop>, <https://www.skogssverige.se/politik-ekonomi/internationellt>

med de 17 globala hållbarhetsmålen. Därtill finns det en rad frivilliga standarder och certifieringar såsom CEN- och ISO-standarder samt FSC:s skogsbruksstandarder som reglerar och korregerar skogsbruket (och bioenergin) nationellt och internationellt.⁴⁵

Det finns idag god kunskap om vilka miljöriskerna är vid uttag av skogsbränsle, för olika bränslesortiment, skogstyper och kvantiteter som tas ut. Det finns dessutom identifierade hänsynsåtgärder som minimerar miljöriskerna som naturhänsyn och återföring av aska till skogen. Energimyndighetens forskningsstöd har haft en central roll i utvecklingen av denna kunskap.

De forskningssatsningar som främst berör hållbarhetsfrågor är Energimyndighetens tre Bränsleprogram, i huvudsak delprogrammet Hållbarhet. Det är dessa men även andra satsningar⁴⁶, både tidigare och senare, samt det internationella hållbarhetsarbetet som utgör föremål för denna utvärdering. Utförligare information om rapportserier, syntesrapporter och andra insatser finns beskrivet i Bilaga C.

4.2 Resultat

4.2.1 Allmänna hållbarhets- och miljöfrågor

Merparten av den forskning som fått stöd av Energimyndigheten (kopplat till bioenergens hållbarhetsaspekter) har handlat om att utveckla kunskap inom ämnet. Aspekter såsom biologisk mångfald, kolbalanser (skogens förmåga att binda koldioxid) och miljöpåverkan av ökat skogsbränsleuttag (genom grot och stubbar), samt utveckling av metoder för att återföra näring till skogen har varit centralt för den forskning som bedrivits.

En viktig del i satsningarna har varit att bygga upp kompetens hos forskare och att skapa en kunskapsbas som sedermera kunnat tas vidare in i arbete med rekommendationer, standarder, frivilliga certifieringar, samt även användas i samband med utveckling av regelverk och lagar på nationell och EU-nivå.

Hållbarhetssatsningen har även syftat till nå andra relevanta aktörer inom området: industrin, miljörörelsen, andra myndigheter m.fl., samt i viss mån övriga samhället för att på så vis få gehör för de forskningsresultat som tagits fram.

Forskningsinsatserna har bland annat resulterat i rapportserier och syntesrapporter. Rapportserien *Planering för bioenergi* var resultatet av ett FoU-projekt, som utfördes vid Luleå tekniska universitet och avslutades år 2004.⁴⁷ Syftet med Planering för Bioenergi var att ta fram beslutsunderlag för fysisk planering och samhällsbyggnad samt att bistå arbetet med det nationella miljökvalitetsmålet God bebyggd miljö⁴⁸.

⁴⁵ <https://www.skogsstyrelsen.se/lag-och-tillsyn/>, Klimatpolitiska rådet (2018) Det klimatpolitiska ramverket, rapport 2018,

⁴⁶ Andra satsningar: Energimyndighetens program, det internationella arbetet i IEA Bioenergy, arbetet inom utvecklingsplattformen med temat Bränslebaserade energisystem (i Fokus III-satsningen) och de delfinansierade arbetsgrupperna inom CEN- och ISO-sekretariaten

⁴⁷ Ekelund, B. & Ranhagen, U. Planering för bioenergi – 3 generella förutsättningar. Energimyndigheten, 2004

⁴⁸ <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Sveriges-miljomal/Miljokvalitetsmalen/God-bebyggd-miljo/>

Programmet *Uthållig tillförsel och förädling av biobränsle* resulterade i flera syntesrapporter som berörde programmets tre temaområden; Strategisk forskning, Jordbruksbränslen (lantbruk) och Bränsleförädling (skog).⁴⁹

Ur Bränsleprogrammets forskning kom även syntesrapporten *Konsekvenser av ett ökat uttag av skogsbränsle* som belyser kopplingen mellan forskningsresultat och nationella mål och riktlinjer, som miljökvalitetsmålen och Skogsstyrelsens rekommendationer samt EU-direktiv. Resultatet visar att ett ökat uttag av skogsbränslen är möjligt utan att försvåra möjligheten att nå miljö- och produktionsmål förutsatt att vissa kriterier som askåterföring, näringskompensation, bra generell miljöhänsyn samt förhindrade av markskador tas i beaktning (se kapitel 3).⁵⁰

Syntesrapporten *Strategisk bioenergiforskning* behandlade biobränslefrågor ur ett policy- och systemperspektiv samt ur handels- och marknadssynpunkt, och kom fram till att studier kring bioenergifrågor i fortsättningen behöver ta ett större helhetsgrepp och studera allt från uttag till produktion.⁵¹

4.2.2 Kolbalanser

Studier inom Bränsleprogrammet 2007–2011 behandlar också hur skörd och användning av biobränslen (grot och stubbars) påverkar kolbalansen i skogsmarker samt koldioxidutsläpp vid förbränning. Ett av resultaten tyder på att bedömningen om påverkan av skogliga åtgärder på kol- och kvävebalanser måste vara baserade på förändringar i hela kol- och kväveförråden i både mark och vegetation.

Studier inom Bränsleprogrammets andra etapp (2011–2016) ger inte heller stöd för den uppfattning som ofta framförs, att omrörning av skogbevuxna fastmarker (markberedning, stubbskörd) leder till ökad kolomsättning och därmed CO₂-avgång till atmosfären. Andra studier visar att markkolsförluster på kort (10 år) till medellång (30–50 år) sikt orsakade av skogsbränsleuttag (grot, stubbar, klena stammar) i samband med avverkning inte kan användas som grund för slutgiltiga slutsatser om effekten på det framtida klimatet. Den slutgiltiga klimateffekten beror istället på den långsiktiga förändringen av markens kolförråd.⁵²

⁴⁹ Gustavsson, L. & Rönnbäck, M. Syntes av Energimyndighetens program ”Uthållig tillförsel och förädling av biobränsle” delen Bränsleförädling och Jordbruksbränslen. 2011, Energimyndigheten.

⁵⁰ de Jong, J., Akselsson, C., Berglund, H., Egnell, G., Gerhardt, K., Lönnberg, L., Olsson, B & von Stedingk, H. Konsekvenser av ett ökat uttag av skogsbränsle – En syntes från Energimyndighetens bränsleprogram 2007–2011. Sammanfattning av syntesrapporten. ER 2013:16. Energimyndigheten, Eskilstuna. de Jong J, Akselsson C, Berglund H, Egnell G, Gerhardt K, Lönnberg L, Olsson B & von Stedingk H. (2014). Consequences of an increased extraction of forest biofuel in Sweden. Swedish Energy Agency, IEA Bioenergy Task 43, Report 2014:01.

⁵¹ Gode, J., Gustavsson, M., Hellsten, S., Höglund, J., Martinsson, F. & Stadmark, J. Strategisk bioenergiforskning – En kunskapssammanställning och syntes av forskningsprojekt finansierade av Energimyndighetens bränsleprogram 2007–2011. ER 2011:21. Energimyndigheten, 2011.

⁵² Egnell, G., Ahlgren, S & Berndes, G. 2018. Bioenergy Systems in Sweden – Climate impacts, market implications, and overall sustainability. ER 2018:23. Energimyndigheten, Eskilstuna.

4.2.3 *Biologisk mångfald*

Miljökvalitetsmålet Levande skogar innebär att fauna och flora inte får påverkas/försämrans av uttag av biobränsle. Detta behandlas både i syntesrapporter av Bränsleprogrammets första och andra etapp (2007–2011 och 2011–2016). Enligt Förnybarhetsdirektivet får inte biobränslen skördas från områden med hög biodiversitet, för att anses vara ett hållbart bränsle.

Studier inom Biobränsleprogrammet (2007–2011) behandlar uttagen och grot och stubbars effekt på skogars biodiversitet. Forskningen visar att uttag av klenved, grot och stubbar från lövträd bör ske under restriktiva former eftersom de utgör substrat och är livsmiljöer åt olika skogsarter, varav flertalet rödlistade. Uttag av grot och stubbar av barrträd påverkar arter och biodiversiteten i mindre grad.⁵³

Inom Bränsleprogrammets andra etapp (2011–2016) bedrevs fortsatt forskning kring hur mycket skogsbränsle som kan tas ut utan att försämrå möjligheten att nå miljökvalitetsmålen. En sammanvägning av alla projektresultat visar att vid ett uttag av 50 % grot av alla avverkningsobjekt i landskapet är förenligt med en uthållig skogsproduktion samt med att nå miljökvalitetsmålen, Levande skogar inkluderat.⁵⁴

4.3 Tidiga effekter

4.3.1 *Omsättning av kunskap i miljökonsekvensbeskrivningar*

Användandet av forskningsresultat och kunskap från Energimyndighetens satsningar är exempel på utfall och tidiga effekter som går att belysa. Dessa kan vara i form av mobilisering av nya kategorier eller konstellationer av aktörer, ökad kompetens, nya arbetsätt, metoder och processer, nya regler och avtal, förändrade attityder samt ny teknik, infrastruktur eller nya produkter. Således kommer detta avsnitt att fokusera på just dessa aspekter av hållbarhetsarbete kopplat till skogsbruk.

Utvärderingen visar att ökad kompetens, som är en av de tidiga effekterna vi presenterade inledningsvis, har haft en stor betydelse för arbetet med att etablera lagar, rekommendationer och frivilliga regler på nationell, EU- och internationell nivå.

Underlag till svenska rekommendationer och, som beskrivs nedan, miljökonsekvensbeskrivningar är ett exempel på hur denna kunskap har kommit till användning.

Under 1990-talet kom det fram så mycket forskningsresultat om hållbart skogsbränsleuttag att Skogsstyrelsen kunde initiera en omfattande generell miljökonsekvensbeskrivning (MKB) om skogsbränsle och näringskompensation 1998.

⁵³ de Jong, J., Akselsson, C., Berglund, H., Egnell, G., Gerhardt, K., Lönnberg, L., Olsson, B & von Steuding, H. Konsekvenser av ett ökat uttag av skogsbränsle – En syntes från Energimyndighetens bränsleprogram 2007–2011. Sammanfattning av syntesrapporten. ER 2013:16. Energimyndigheten, Eskilstuna.

⁵⁴ de Jong, J., Akselsson, C., Egnell, G., Löfgren, S & Olsson, B.A. 2018. Miljöpåverkan av skogsbränsleuttag – En syntes av forskningsläget baserat på Bränsleprogrammet hållbarhet 2011–2016. ER 2018:02. Energimyndigheten, Eskilstuna.

År 1998 publicerades Skogsstyrelsen Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) med syfte att kartlägga vilken kunskap som fanns kring produktion av skogsbränslen samt dess effekter på miljön.⁵⁵ Arbetet med MKB:n gjordes av skogsstyrelsen och delfinansierades av Energimyndighetens föregångare, NUTEK, tillsammans med bland annat Elforsk och Naturvårdsverket. (MKB:n är skriven av forskare inom pågående skogsbränsleforskning.).

En del av MKB:n ägnades till miljöeffekter, kemiska och biologiska, samt till viss del sociala effekter av uttag av grot.

Miljökonsekvensbeskrivningen utgjorde ett viktigt underlag inför Skogsstyrelsens arbete med en översyn av gällande regelverk rörande bränsleuttag och näringskompensation under våren 1998.

En representant för Skogsstyrelsen påpekar följande:

Energimyndighetens forskning har varit som ryggraden i den forskning Skogsstyrelsen får till sig. Den har påverkan på våra rekommendationer, och vi reviderar dem allteftersom vi får nya forskningsresultat till oss.

Detta belyser att forskning finansierad av Energimyndigheten har kommit att vara en bas för att få fram evidensbaserade skogsbruksstandarder och rekommendationer. I vissa fall har forskningen även använts av andra aktörer inom systemet, dels för att skapa evidensbaserade skogsbruksstandarder men även för att föra en evidensbaserad diskussion om komplexa frågor om grot- och stubbuttag. Diskussionerna har slagit ut olika, där forskningen kring grot kunnat skapa konsensus hos aktörer inom systemet (hos FSC), medan stubb-debatten inte verkar vara löst än. Slutsatsen att 50 % av grot och 20 % av stubbar kan tas ut utan påverkan på miljökvalitetsmålen visar att användningen av stubbar är och kommer att vara mer kontroversiell.

En representant för en miljöorganisation belyste detta såhär:

Med den grot-forskning som tagits fram från Energimyndighetens sida vet man vad man kan göra så att man kan göra det bästa. Den förklarar att man ska tänka på vissa saker och att man inte ska ta av vissa skogar. Det har gjort att grot har fått en acceptans även från miljösidan, om den görs på ett sätt som minskar negativ påverkan. Där har forskningen om stubbar ännu inte nått samma acceptans från miljösidan.

4.3.2 Företagens hållbarhetsarbete och framväxten av hållbarhetschefer

De två exempel vi beskrivit ovan visar hur kunskap har använts för att utveckla lagar och regler. Två av de tidiga effekter vi tidigare presenterat är ”mobilisering av nya aktörer” och ”utveckling av metoder, arbetssätt och organisation av verksamhet i bolagen”. Givet den omfattande forskning Energimyndigheten har finansierat inom detta område blir det relevant att undersöka dels hur rekommendationer och certifiering används av skogs- och

⁵⁵ Egnell, G., Nohrstedt, H.O., Weslien, J., Westling, O. & Örlander, G. Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) av skogsbränsleuttag, asktillförsel och övrig näringskompensation. Skogsstyrelsen, 1998.

energiföretag i praktiken, dels om det har lett till en framväxt av nya aktörer. Inom ramen för utvärderingen har vi bedömt att det inte är möjligt att undersöka om rekommendationer och regler följs, men vi har gjort ett försök att identifiera förändringar när det gäller bioenergimarknadens aktörer.

En trend sedan ett antal år tillbaka är att alla större företag har så kallade hållbarhetschefer. Tidigare fanns miljöchefer, men rollen har breddats och befattningen som tidigare till stor del handlade om att följa regleringar för utsläpp har genomgått en rad förändringar över de senaste femtio åren gällande både arbetsuppgifter och position/roll.

Initialt – under 70-/80-talet – var miljöchefen oftast en ingenjör med kemibakgrund som internrekryterades. Arbetsuppgifterna innefattade främst att reducera mängden giftiga ämnen i produktionsmaterial och att minska energiåtgången. Möjligheten till utbildning och kompetensutveckling inom miljöområdet var begränsad. Senare, under mitten av 90-talet, etablerades EU:s Eco-Management and Audit Scheme (EMAS) och miljöledningssystemet ISO14001 som bland annat bidrog till att positionen hållbarhetschef introduceras. Titeln miljö- och hållbarhetschef användes under en period för att hållbarhetschefens roll skulle tydliggöras.⁵⁶

I takt med att framförallt klädföretag anställde hållbarhetschefer expanderade hållbarhetsbegreppet till att i större utsträckning innefatta både miljömässigt och socialt ansvar. Arbetsuppgifterna för hållbarhetschefen blev då att utveckla strategiska policys och att implementera miljöledningssystem. Hållbarhetschefens arbete har på många sätt varit drivande i att allt fler hållbarhetsfrågor har integrerats i företagens utvecklingsstrategier.

Under 2000-talet vidgade företagen successivt sitt hållbarhetsfokus och fler delar av leverantörskedjan integrerades i företagens hållbarhetsarbete. Slutkonsumenten blev till slut även den en del av hållbarhetsarbetets fokus i takt med att efterfrågan på fler och mer hållbara produkter ökade. Således kom hela värdekedjan att omfattas av bolagens hållbarhetsarbete.⁵⁷

Allt fler företag såg därmed mervärdet av hållbarhetsarbetet, och under 2010-talet uppmärksammades potentialen i företagsmässiga termer. Ett gediget hållbarhetsarbete stärker potentiellt både varumärket och företagsvärdet då resurseffektiviteten och försäljningen ökar. Även värdet i att vara en attraktiv arbetsplats genom hållbarhetsarbetet stärks här. Sedan 2016 är det vidare lagkrav på att alla större bolag ska ha en hållbarhetschef.⁵⁸

Intervjuer och dokumentstudier inom ramen för utvärderingen visar att hållbarhetschefens roll idag inom skogsindustrin ofta är delad mellan hållbarhetsarbetet och ansvaret för företagets kommunikation. Hur väl arbetet är integrerat på strategisk-/koncernnivå och bruksnivå skiljer sig åt mellan bolagen, framförallt mellan stora och små bolag. På de enskilda bruken finns det sällan någon med enskilt övergripande hållbarhetsansvar, det ansvaret finns oftast högre upp i företagsstrukturen. I vissa fall kan implementeringen av kvalitetssäkrings- och miljöledningssystem vara integrerade i ansvarsområdena hos personen med övergripande hållbarhetsansvar.

⁵⁶ Jul, D, Larsson, M, Khalid Imran, S, Tang, S (2013), The Environmental and Sustainability Manager Over Time – A Back-casting, Present Evaluation and Forecasting of the Managers' Roles

⁵⁷ Jul, D, Larsson, M, Khalid Imran, S, Tang, S (2013), The Environmental and Sustainability Manager Over Time – A Back-casting, Present Evaluation and Forecasting of the Managers' Roles

⁵⁸ Intervjuutsagor

Att kunder, den finansiella marknaden och andra i systemet i allt större utsträckning efterfrågar certifieringar samt att producenten följer standarder och rekommendationer har gjort att bolagen ser mervärdet i att underhålla och utöka hållbarhetsarbetet. De rekommendationer, standarder och certifieringar som berör skogsbruket blir i praktiken som lag och skogsbolagen behöver följa dem för att finnas kvar på marknaden.⁵⁹

En forskare inom Energimyndighetens satsningar samt en utomstående forskare belyser vilken roll standarder, rekommendationer och regelverk har spelat i skogsbolagens hållbarhetsarbete:

Det spelar roll för bolagen, FSC-standarderna, rekommendationer, certifieringar etc., de måste förhålla sig till vad som står där, det blir i praktiken som lag.

Skogsstyrelsens rekommendationer, certifieringar, CEN- och ISO-standarder och den nya hållbarhetslagen spelar stor roll för hållbarhetsfrågor, de har gett en skjuts i att man börjat jobba med dessa frågor inom skogsbruket. Bolagen tvingas att ha certifieringar, och följa standarder och rekommendationer för att det efterfrågas av kunderna. Sedan om bolagen jobbar aktivt med att få dessa integrerat i strategier osv. är inte självklart – alltså om företagen har ett mer aktivt hållbarhetsarbete eller om de mest gör det som krävs av regelverken.

Utvärderingen visar att Energimyndighetens satsning på hållbarhetsfrågor ligger rätt i tiden och har lyft flera av de frågor som hållbarhetschefer har behövt beakta. Däremot går det inte att visa, med det begränsade underlag vi har, att forskningen om hållbarhet skulle ha haft en direkt effekt på hållbarhetschefernas ansvar, position eller krav på deras professionella bakgrund.

4.4 EU:s förnybarhetsdirektiv och hållbarhetskriterierna

4.4.1 Inledning

Energimyndighetens insatser har genom rapportserier och syntesrapporter i stor utsträckning bidragit till att bygga upp en stor kunskapsbas inom området. Möjligheten att tillgå vetenskapliga underlag har visat sig vara viktigt för att få gehör för olika synsätt på den internationella arenan.

När diskussioner om EU:s förnybarhetsdirektiv inleddes dök det upp farhågor att de hållbarhetskriterier som utvecklades för flytande biobränslen i RED I även skulle komma att omfatta fasta trädbränslen (och gasformiga). Kriterier utformade på fel sätt skulle kunna innebära att Sverige inte skulle kunna tillgodoräkna sig fasta trädbränslen mot det nationella målet om andel förnybar energi.

Vi beskriver nedan i en kort fallstudie hur Sverige kunde mobilisera kunskap och framförallt experter för att sprida kunskap och påverka beslutsprocessen, så att utfallet blev att Sverige kan tillgodoräkna sig det fasta biobränslet i enlighet med direktivets hållbarhetskriterier.

⁵⁹ Intervjuutsagor, <https://se.fsc.org/se-se/fsc-marknad-och-skog/marknadsutveckling>, Financial Times (2018) Companies with strong ESG scores outperform, study finds; <https://www.ft.com/content/f99b0399-ee67-3497-98ff-ccd4b04cfde5>

4.4.2 Förnybarhetsdirektivet

Förnybarhetsdirektivet 2009/28/EG (the Renewable Energy Directive 2009/28/EC) är en övergripande EU policy som syftar till att främja energianvändning och produktion av förnybar energi inom unionen. Den första versionen av direktivet förhandlades fram 2009 och kallas för RED I, detta direktiv upphävde tidigare direktiv på området (2001/77/EG och 2003/30/EG).

Målet om andelar förnybar energi sattes till att minst 20 % av den totala konsumerade energin skulle bestå av energi från förnybara källor år 2020. För att uppnå det EU-gemensamma målet om förnybar energi utformades anpassade nationella mål som tog hänsyn till medlemsländernas respektive startpunkt och förutsättningar. Det innebär att målen för olika länder var olika, och i Sverige skulle 49 % av energin år 2020 bestå av energi från förnybara källor. Direktivet innefattade även att minst 10 % av medlemsstaternas transportbränslen ska komma från förnybara källor.⁶⁰

En omarbetad version av direktivet, RED II, kom år 2016 (2016/0382 (COD)). Den nya versionen kom till för att RED-direktivet bättre skulle svara upp mot EU:s 2030 mål och EU:s mål under Parisavtalet. Direktivet antogs under 2018 och är en del av EU-paketet om Ren energi för alla i Europa som syftar till att förstärka och frigöra Europas tillväxtpotential genom en hållbar utveckling.⁶¹

Centralt för RED II är målet att EU ska vara ledande i användandet av förnybar energi. Det nya direktivet innebär ett nytt mål att minst 32 % av den totala konsumerade energin ska komma från förnybara källor till 2030, med en möjlighet att revidera denna nivå till en högre nivå år 2023.⁶²

I förnybarhetsdirektivet fastställs en rad hållbarhetskriterier för samtliga biobränslen som produceras eller konsumeras inom EU. Dessa kriterier har tagits fram för att säkerställa att bränslena produceras på ett hållbart och miljövänligt sätt. Företag kan visa upp att de uppfyller hållbarhetskriterierna genom nationella system som erkänts av Europeiska kommissionen, där de med hjälp av olika standarder och certifieringar kan visa att de levererar, hanterar och använder sig av biobränslen som producerats på ett hållbart sätt.⁶³

I Sverige implementerades Förnybarhets-direktivet genom Hållbarhetslagen, som trädde i kraft 2010 som innehåller de ovan nämnda hållbarhetskriterierna för bioenergi. Energimyndigheten är utsedd tillsynsmyndighet för hållbarhets-kriterierna.⁶⁴

⁶⁰ <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive>

⁶¹ <https://ec.europa.eu/jrc/en/jec/renewable-energy-recast-2030-red-ii>, <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive>, <https://www.sis.se/standardutveckling/tksidor/tk500599/sistk526/>

⁶² <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive>

⁶³ <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive>

⁶⁴ Förordning (2011:1088) om hållbarhetskriterier för biodrivmedel och flytande biobränslen, Energimyndigheten (2015) Systemet för hållbarhetskriterier i Sverige En utvärdering av regelverkets praktiska tillämpning, ER 2015: 21, <http://www.energimyndigheten.se/fornybart/hallbarhetskriterier/hallbarhetslagen/>

4.4.3 Hotet mot svensk bioenergi

Förnybarhetsdirektivet från 2009 fastställer hållbarhetskriterier för biodrivmedel och flytande biobränslen.⁶⁵ I Förnybarhetsdirektivet bestämdes också att Kommissionen skulle utreda om ett EU-gemensamt hållbarhetssystem krävs även för energimässig användning av andra typer av biobränslen. Detta skulle rapporterats senast den 31 december 2009. Hållbarhetssystemet skulle då gälla fast biomassa för användning i energisyrte och gasformiga biobränslen använda i andra energisyrten än i transportsektorn.

EU:s hållbarhetskriterier för bioenergi har sitt ursprung i Förnybarhetsdirektivet och innebär att användningen av biobränslen ska bidra till en minskning av växthusgasutsläpp på ett hållbart sätt. Råvarorna får därför endast komma från vissa typer av marker och det ska gå att spåra bränslenas ursprung. Kriterierna omfattar hela produktionskedjan och ställer krav på att biobränslen ska ha minst 50 procent lägre klimatpåverkan än fossila bränslen.

Det är de aktörer som hanterar biobränslen som ska se till att hållbarhetskriterierna uppfylls. Dessa är rapporteringsskyldiga enligt hållbarhetslagen, och i rapporterings-skyldigheten ingår det att varje år rapportera till Energi-myndigheten vilka biobränslen som har hanterats under föregående år, för att Energi-myndigheten ska kunna säkerställa att kriterierna följs.

Syftet med hållbarhetskriterierna är att säkerställa att de biobränslen som finns på marknaden är hållbara. Detta för att uppnå politiska hållbarhetsmål, nationellt och internationellt, samt att konsumenter ska känna sig trygga med produkterna på marknaden.

.....
Källa: Lag (2010:598) om hållbarhetskriterier för biodrivmedel och flytande biobränslen, och Energi-myndigheten (2014) Hållbarhetslagen

I en rapport från 2010 rekommenderar EU-kommission att för tillfället inte införa bindande hållbarhetskriterier för fasta biobränslen och gasformiga biobränslen på EU-nivå men att medlemsländer som inför hållbarhetssystem på nationell nivå bör anpassa dessa så mycket som möjligt till de hållbarhetskriterier som finns för flytande biobränslen och biodrivmedel i Förnybarhetsdirektivet.⁶⁶

Detta gav en signal till olika aktörer i Sverige att hållbarhetskriterier skulle kunna införas även för fasta och gasformiga biobränslen. Dessa misstankar bekräftades då förslaget till ett nytt Förnybarhetsdirektiv började diskuteras i mitten av 2010-talet.

Förslaget till ett förändrat Förnybarhetsdirektiv kom 2016.⁶⁷ Direktivförslaget innebar att hållbarhetskrav ställdes på både flytande, gasformiga och fasta biobränslen och att dessa måste uppfyllas för att bioenergin ska kunna avräknas mot medlemsstaternas mål för andel förnybar energi.

⁶⁵ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=IT>

⁶⁶ EU-kommissionen (2010) Report from the Commission to the Council and the European Parliament on sustainability requirements for the use of solid and gaseous biomass sources in electricity, heating and cooling, 25 February 2010

⁶⁷ KOM (2016) 767 Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the promotion of the use of energy from renewable sources

Diskussioner om hur det nya förslaget skulle utformas startade runt 2012 och under åren därefter gjordes en mobilisering av kunskap och expertis som, kanske inte saknar motstycke i svensk EU-historia, men tydligt vittnar om betydelsen av forskning, kunskap och kompetens för bioenergens framtida roll i energisystemet. Arbetet inom flera internationella standarder och samarbetsorgan kom att spela en viktig roll inte minst arbetet inom International Energy Agency (IEA).

4.4.4 IEA-arbetet

IEA Bioenergy – International Energy Agencys bioenergisamarbete – är ett av IEA:s största samarbeten och innefattar 23 medlemsländer och EU-kommissionen. Medlemsländerna väljer vilka arbetsgrupper de vill delta i och betalar en medlemsavgift för det. IEA Bioenergy har elva arbetsgrupper som varje behandlar ett specifikt område inom bioenergi, Sverige deltar i arbetet inom IEA Bioenergy genom Energimyndigheten.⁶⁸

Energimyndigheten har möjliggjort att forskare aktiva inom forskningssatsningar kunnat ge stöd till underlag till en IEA rapport om konsekvenserna av ett ökat uttag av skogsbränslen. Dessa experter har även deltagit i så kallade expertgrupper (*task forces*) inom IEA.

En intervjuperson berättar att arbetet i expertgrupperna inom IEA kom att ha betydelse för utvecklingen av det reviderade förnybarhetsdirektivet (RED II). Röster inom EU, bland annat en expert i Nederländerna som var aktiv inom IEA, ifrågasatte det svenska skogsbruket och fick gehör hos EU-kommissionen. Svenska experter kunde då presentera rapporten *Consequences of an increased extraction of forest biofuel in Sweden*^{69/70} – som på vetenskaplig grund lyfte hur ett hållbart skogsbruk kan bedrivas – för EU-kommissionen genom IEA vilket hade betydelse för balanseringen av information till EU-kommissionen. Det var viktigt att kunna sända denna typ av information med IEA som avsändare. Genom IEA-arbetet och dragningen för kommissionen kunde svenska experter förklara att ett längre tidsperspektiv för mätning av risk vid avverkning behövs och att en kombination av uttag och åtgärder för återväxt och kolbindning måste studeras för att korrekt bedöma skogsbrukets och bioenergens hållbarhetsaspekter.

4.4.5 CEN-standarder

Ett annat viktigt område där Sverige kunde mobilisera kunskap och kompetens var CEN, Comité Européen de Normalisation, den europeiska standardiseringsorganisationen som är en oberoende och icke-statlig organisation med 34 europeiska länders nationella standardiseringsorgan som medlemmar – SIS (Svenska institutet för standarder) representerar Sverige. CEN samlar experter från medlemsländerna i tekniska kommittéer (TCs) för att utveckla europeiska standarder.⁷¹

⁶⁸ Stern P, Swenning A, Håkansson A. (2012) Utvärdering av svenskt deltagande i IEA Bioenergy. Rapport November 2012.

⁶⁹ de Jong J, Akselsson C, Berglund H, Egnell G, Gerhardt K, Lönnberg L, Olsson B & von Stedingk H. (2014). Consequences of an increased extraction of forest biofuel in Sweden. Swedish Energy Agency, IEA Bioenergy Task 43, Report 2014:01.

⁷⁰ Rapporten är baserad på forskning som framförallt fått stöd av Energimyndigheten

⁷¹ <https://www.sis.se/standardutveckling/internationell-standardisering/cen/>, <http://www.etipbioenergy.eu/databases/deployment/23-cen-european-committee-for-standardization-biofuels>

Genom Bränsleprogrammets delområde Strategisk kunskap har Energimyndigheten sedan 1997 stöttat arbetet inom CEN med att utveckla ett antal Europastandarder. SIS har i arbetet representerat Sverige i två olika kommittéer och en arbetsgrupp, som arbetat med fasta och återvunna bränslen. Det har också bedrivits grundläggande forskning på Europainivå med syfte att ta fram underlag inför uppgraderingen av CEN:s tekniska specifikationer i vilket Bränsleprogrammet stöttat RISE (dåvarande SP:s) deltagande.

Arbetet inom CEN TC 383 påbörjades 2008 och var kopplat till det första förnybarhetsdirektivet RED I och omfattade enbart flytande biobränslen. CEN-standarden återspeglar det som senare kom att stå i hållbarhetskriterierna i RED I. Energimyndigheten och branschen finansierade arbetet och från svenskt håll deltog bland annat Gustav Egnell och Göran Berndes som arbetande experter.⁷²

Bränsleprogrammet har även bistått arbetet inom ISO, den Internationella standardiseringsorganisationen, med att utveckla standarder för biobränslen, särskilt ISO13065 Hållbarhetskriterier för bioenergi.

4.4.6 ISO13065 Hållbarhetskriterier för bioenergi

Efter arbetet med de europeiska CEN-standarderna kom ett initiativ från Brasilien (m fl) för att utveckla en global ISO-standard för bioenergi som skulle komma att innefatta även fasta trädbränslen. Detta var önskvärt från svensk sida eftersom det fanns en föräning om att det reviderade förnybarhetsdirektivet även skulle innefatta dessa bränslen.

I april 2010 hölls det första mötet med ISO/PC 248, med namnet Sustainability criteria for bioenergy. Kommittén var den som arbetade med framtagandet av den nya ISO-standarden. Ordförandeskapet för kommittén delades mellan Tyskland och Brasilien. Sverige fick tillsammans med Brasilien ansvar för en arbetsgrupp (WG 3)⁷³ inom sekretariatet. Kommittéarbetet hade ett bredare anslag än det europeiska och behandlade dels både fasta och gasformiga bränslen – men även sociala och ekonomiska aspekterna av hållbarhet kopplat till bränslena.

Från svensk sida deltog en rad svenska forskare, experter och statsrepresentanter, bland annat från Hn Enspire, SIS, Vattenfall, Svebio, Sveaskog och Energimyndigheten.

Efter en 5 år lång process lanserades standarden SS-ISO 13065:2015 *Hållbarhetskriterier för bioenergi*⁷⁴ i september 2015. Standarden täcker in samtliga former av bioenergi (fast, flytande, gasformig) och omfattar alla tre benen av hållbarhet, det miljömässiga, sociala och ekonomiska.

Framtagandet av hållbarhetskriterierna innebar alltså en lång internationell process där svenskt kunnande fått genomslag för de viktigaste synsätten om hur olika miljö-, klimat och sociala kriterier bör bedömas. Standarden verkar inte användas så mycket av före-

⁷² <https://www.sis.se/standardutveckling/tksidor/tk500599/sistk526/> , https://standards.cen.eu/dyn/www/?p=204:32:0:::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:648007,25&cs=12A33D937B5D72BE2C6A56EC998F853BF

⁷³ ISO/PC 248/WG 3 Environmental, economic and social aspects

⁷⁴ <https://www.sis.se/produkter/miljo-och-halsoskydd-sakerhet/miljoskydd/ovrigt/ssiso130652015/>

tagen⁷⁵, men det internationella arbetet utvecklade en internationell samsyn som lade en god grund för förhandlingarna inom RED II.⁷⁶

En intervjuad representant från den avdelning på Energimyndigheten som var involverad i arbetet med förhandlingarna inför RED II förklarade hur hållbarhetskriterierna hade spelat stor roll för hur RED II kom att formuleras, samt vilken nytta det bör innebära för Sverige.

Kommissionen har också anammat en risk-based approach efter det internationella arbetet med ISO. Det är positivt för det avgränsar redan från början vilka länder man ska skärskåda, de som har ett gediget regelverk på hur standarder etc. ska göras och efterlevas tittar man mindre på. Det är viktigt. Vi litar på våra skogsbrukare för de lystrar till de regelverk vi etablerat i Sverige. På så sätt har man också kunnat påverka att skogsindustrin inte får ytterligare kontroll och administrativa pålagor av EU, i och med att vi redan har etablerade certifieringar och ett gediget inhemskt regelverk.

En del i dessa standarder som Energimyndighetens forskningssatsningar kunde bidra till är att klimataspekter vid ändrad markanvändning enligt RED I ska ses i 20-årsperspektiv. ISO beaktar grödornas omloppstid, ser på hela cykeln för skog vilket var fördelaktigt för beräkningarna av klimateffekter för svensk skog. En forskningsutförare som deltog i ISO-förhandlingen beskrev arbetet och dess utmaningar på följande vis under intervjun:

Inom ISO-standardiseringen hade vi stort sjå med att få in tidsperspektivet när man ska beräkna och uppskatta klimatpåverkan. För det är ganska svårt att få med våra skogar som har så långa omloppstider som man behöver se över. Att man tittar på hela landskap exempelvis fungerar inte utan man måste gå ned och titta på den enskilda skogsägarens mark. Det tog tid att få till det och var viktigt för att kunna försvara våra positioner här uppe gällande skogens del i bioenergin.

En representant för SIS berättade även att forskningen från Energimyndigheten har varit viktig för ISO-arbetet.

Just när vi jobbade med den globala ISO-standarden använde vi mycket av forskningen som kom från Energimyndigheten.

4.5 Betydelsen av kunskapsbasen

I förhandlingarna om det nya direktivet ifrågasattes möjligheten att svensk skog ska kunna räknas som förnybar när den används. Att inkludera fasta trädbränslen har varit viktigt eftersom om hållbarhetskriterierna inte uppfylls kan inte Sverige tillgodoräkna sig denna typ av bioenergi i uppfyllandet av målet om andelen förnybar energi. Särskilt ISO13065 Hållbarhetskriterier för bioenergi bedöms ha fått betydelse för hur hållbarhetskriterierna inom RED II slutligen utformades.

⁷⁵ Åtgärder för att öka användningen i form av framtagandet av en handbok är initierat av SIS och pågående i skrivande stund

⁷⁶ <https://www.sis.se/standardutveckling/tksidor/tk500599/sistk526/>, <https://www.sis.se/produkter/miljo-och-halsoskydd-sakerhet/miljoskydd/ovrigt/ssiso130652015/>

Energimyndighetens forskningsfinansiering har bidragit till att bygga upp en stor kunskapsbas vilket visade sig ha stor betydelse i fallet Förnybarhetsdirektivet. Det har framförallt varit fördelaktigt som vetenskapligt underlag för att få gehör för olika synsätt på den internationella arenan. Utformningen av de CEN- och ISO-standarder som behandlar bioenergens hållbarhetsfrågor har i hög grad byggt på kunskap som genererats genom Energimyndighetens forskning om bioenergi och som har höjt kompetensen hos forskare och experter.

I en intervju beskrev en tidigare anställd vid Energimyndigheten de dilemman som det svenska skogsbruket stod inför gällande RED II (och de föreliggande standarderna) såhär:

I RED II som nu även gäller fasta och gasformiga biobränslen, där är hållbarhetskriterierna i ganska hög utsträckning förenliga med svenskt kunnande och perspektiv, inte minst gäller det hur frågan om skogens långa omloppstid ska hanteras vid klimatbedömningar.

Följande citat kommer från en representant för Regeringskansliet som i intervjun belyst kunskapsbasens betydelse för svensk framgång i förhandlingarna.

Vi har en hög professionaliseringsgrad – att vi satsar mycket på forskning bidrar till att vi uppfattas som och är professionella, och att vi har bra kunskap i frågorna. Det är viktigt i förhandlingarna.

Att energimyndigheten genom forskningsfinansieringen har kunnat etablera en inhemsk forskarbas med expertkunskap på bioenergiområdet har även det varit viktigt i det internationella arbetet. Det har exempelvis bidragit till att mobilisera delar av den internationella forskarbasen.

Representanten för SIS som var involverad i arbetet med ISO-förhandlingarna påpekade följande som svar på två olika intervjufrågor:

Ja jag skulle säga att forskningen har haft betydelse för hur internationella regelverk skrevs. Dels i och med att vi haft med många av de här forskarna via Energimyndigheten med i arbetet och i förhandlingar. Det har påverkat både standarder och den nya varianten av RED (RED II).

Det har gett återverkan i alla riktningar. Exempelvis tänket om rotationsperiod och risk-based approach inom ISO, när vi fick gehör för det var det viktigt. Då fick vi till och med citera en draft (tidigare än normalt) för att visa på att det är global konsensus om hur man ska räkna på detta. Själva tänket fick vi med i en grupp på 100–150 experter, och det var en viktig pusselbit. Det har sedan tagits med in i det nya förnybarhetsdirektiven.

Det var viktigt att vi innan RED II fick gehör för vårt synsätt inom den globala standarden. Vi fick gehör för hur man ska räkna på klimatavtrycket inom ISO, att man tex. ska räkna på biomassans rotationstid över en längre period, det var viktigt för svenskt perspektiv eftersom det tar längre tid här.

Möjligheten att placera svenska experter i olika internationella tekniska kommittéer kan man förstå som en tidig effekt av Energimyndighetens forskningsstöd inom detta område. En tydlig samhällelig effekt är att Sverige kan tillgodoräkna sig bioenergi från fasta och gasformiga biobränslen för att nå det nationella målet för förnybar energi. Detta gör det också möjligt att exportera denna typ av biobränsle inom EU.

Forskningen har hjälpt till att skapa en internationell konsensus bland experter, om att svenskt skogsbruk är hållbart, vilket har visat sig varit ovärderlig i utformningen av standarder och sedermera även regelverk. Här har energimyndighetens arbete inom CEN och ISO-sekretariaten samt IEA-arbetet varit en stor bidragande faktor till det fördelaktiga utfallet.

Två intervjupersoner från olika organisationer som deltagit i de internationella förhandlingarna beskrev arbetets viktiga funktion som nedan.

Det som står i texterna, som man kan citera är viktigt. Det är också viktigt att kunna vara tidiga och vinna mark fort, för det är delvis överlappande experter i dessa sammanhangen och om man övertygat dem och skänkt dem förståelse tidigt för de med sig förståelsen in i nästa forum. På så vis blir det lättare även där. Många forskare återkommer i de här sammanhangen och då kan de i sin tur föra vår talan när det kommer en ny förhandling om ett nytt regelverk.

Sverige har ett hållbart skogsbruk, vi är bra på det och har ett etablerat regelverk för det, men man måste se till vilka mätinstrument man använder så att det inte slår ut fel när man tittar.

De flesta intervjupersonerna anser att den största förtjänsten med Energimyndighetens forskningssatsningar är långsiktigheten. En myndighetsrepresentant sa följande:

Det allra viktigaste Energimyndigheten gjort är att man etablerat en kunskapsbas inom akademien och att man sett till att den har byggts upp. Hade man inte haft dessa satsningar hade nog inte Sverige haft den kunskapsbas vi har. Forskarbasen hade nog inte funnits utan den här långsiktigheten som Energimyndighetens satsningar har stått för – akademien hade inte satsat på den här forskningen själva.

De personer som har intervjuats inom ramen för utvärderingen pekar på att detta har varit forskningens främsta bidrag, då forskningen troligen inte hade bedrivits i den höga utsträckning som den faktiskt har utan Energimyndighetens finansiering. Detta stämmer även överens med enkätsvaren Bränsleprogrammets projektdeltagare besvarat inom ramen för utvärderingen.

Forskningen har även varit viktig nationellt dels för att myndighetspersoner genom kunskapsbasen och att experterna kunnat lyfta fram Sveriges position. Vilket på sikt kan vara betydande för både den inhemska marknaden och exportmöjligheter. En myndighetsrepresentant och en representant från regeringskansliet beskrev detta i intervjun.

Det hade nog varit svårare för oss att få till den lagstiftning vi ville, framförallt på bränslesidan, där det är svårare att ligga i framkant. Marknadsutvecklingen för trädbränslen etc. hade nog inte sett ut som den gjorde utan kunskapsöversikten och det den åstadkommit.

Det har öppnat upp för fortsatta exportmöjligheter, i och med att svensk skogsproduktion kan profileras inom EU som hållbart och då kan efterfrågan förmodligen öka på sikt.

Framöver påpekas det att det är viktigt att Energimyndigheten fortsätter att arbeta med långsiktigheten och att få gehör för synen på svenskt skogsbruk som hållbart. Där skulle även den bredare miljörelsen och massan kunna nås bättre, för en starkare samsyn i dessa frågor. En intervjuutsaga beskrev just detta i nedanstående citat.

Svenskt skogsbruk är i sitt slag ganska ensamma på europainivå, och i många fall har skogsbruket setts som en bov. Så därför är det viktigt att se till att inte tappa bollen. Att påvisa styrkan i bioenergi och skogsbruk. Att se till att få gehör för vårt synsätt, så att det inte skrivs dokument grundade i andra synsätt. Det är otroligt viktigt. Vi har också många bra experter med i just vårt område och det är viktigt att vi fortsätter att underhålla dessa frågor. Det krävs en stor arbetsinsats och ett långtgående maratonlopp i de här frågorna, det finns ingen quick-fix – utan det gäller att ligga på.

4.6 Slutsats

Avsnittet visar att Energimyndighetens stöd har resulterat i flera viktiga tidiga effekter, inte minst utvecklingen av kompetens hos olika aktörer och förändrade arbetssätt som innebär att ökad representation av bioenergiexperter i internationella standardiseringsorgan. Denna kompetens och det förändrade arbetssättet har gjort det möjligt att förändra attityder och att påverka regler och lagar.

Kompetens både hos personer som arbetar i relevanta myndigheter samt hos den grupp forskare som arbetar med bioenergiforskning har byggts upp och utvecklats med hjälp av Energimyndighetens insatser. Denna kompetens har varit användbar för att utforma regler och avtal internationellt och nationellt på ett sätt som gynnat svenskt skogsbruk och den nationella bioenergimarknaden. Inom detta område kan man säga att satsningarna har bidragit till en ny kategori av experter, standardiseringsexperter. Detta fanns sedan tidigare i andra branscher men utvecklades för bioenergiområdet under denna tid.

Vidare har en effekt av bioenergisatsningarna också varit att myndigheten har etablerat nya metoder och arbetssätt för att strategiskt bygga internationell konsensus kring hållbarhetsfrågor kopplat till svenskt skogsbruk eftersom det har genomförts satsningar på sekretariats- och kommittéarbete, samt arbete inom den internationella energimyndigheten (IEA) för att få gehör för vetenskapligt grundat synsätt. Denna effekt har i sin tur lett till förändrade attityder bland internationella experter och forskare som därmed kunnat mobiliseras till att påverka utfallen av regler och avtal positivt. Sist men minst, utan Energimyndighetens insatser på hållbarhetsområdet hade Sverige idag kanske inte kunnat tillgodoräkna sig användningen av fasta biobränslen mot målet om andelen förnybar energi.

Även på nationell nivå har mobilisering av aktörer och förändrade attityder fått effekt i vissa avseenden. I fallet grot har Energimyndigheten kunnat skapa en samsyn på uttaget hos både skogsindustrin och miljörörelsen genom den evidens de fått till sig via forskningen.

5 Rökgaskondensering

5.1 Inledning

Vid förbränning av bibränslen kommer bränslets väteinnehåll att oxideras till vatten. Vattenången som uppstår innehåller kemiskt bunden energin som kan omvandlas till värme. Om bränslet innehåller stora mängder vatten kommer en del av den energi som frigörs vid förbränningen att förbrukas för att förångas bränslets fukt. För att kunna nyttiggöra energiinnehållet i vattenången måste ången kondenseras till vatten. I konventionella pannor har detta inte varit möjligt eftersom bland annat svavelsyra och väteklorid, som kan orsaka kraftiga korrosionsskador på panntuberna, kondenserar ut vid en högre temperatur än vattnet.

En av de stora tekniska landvinningarna inom värme- och energisektorn är nyttjandet av rökgaskondensering som innebär att man även tar tillvara värmen i vattenången som annars försvinner upp i skorstenen och ut i luften. Med ett system för rökgaskondensering går det att få ut uppemot 30 % mer energi vid förbränningen av trädbränslen, torv och hushållsavfall.

Vid förbränning av olja, naturgas och bibränslen kommer rökgaserna att innehålla olika mängd vattenånga beroende på bränslets sammansättning. Ju fuktigare och mer väterika bränslen man eldar med, desto mer vattenånga kommer rökgaserna att innehålla. Vattenången kan kylas ner och kondenseras genom att värmeväxla rökgasen mot fjärrvärmereturen, vilket gör det möjligt att utnyttja ångbildningsvärmen.

I ett fjärrvärmenät är den lägsta temperaturen på returvattnet från nätet mellan 40 och 50 °C. Vid rökgaskondensering värmeväxlas de varma rökgaserna mot returvattnet. Fjärrvärmevattnet värms upp och de varma rökgaserna och vattenången i rökgaserna kyls ner och kondenseras. Genom att använda sig av rökgaskondensering kan fjärrvärmeverk tillgodogöra sig ännu mer värmeenergi från förbränning av bränslen.

Vid förbränning av bibränslen är rökgaskondensering ännu effektivare än vid förbränning av fossila bränslen. Bibränslen innehåller ofta hög fukthalt vilket gynnar kondenseringsprocessen. Tekniken är å andra sidan inte problemfri med tanke på att kondensat måste hanteras och att det kan vara korrosivt. Vattnet måste renas och antingen återanvändas eller dumpas.

Utöver den extra värmeenergi som kan utvinnas med hjälp av rökgaskondensering, kan tekniken vara ett effektivt verktyg för att rena rökgasen från föroreningar. Innan rökgaskondensering blev en standardteknik, släpptes rökgaserna från bibränsleeldning direkt ut till luften efter partikelrening. Med kondensering av vattenången i rökgasen kommer också en stor del av de vattenlösliga föroreningarna att fångas in. Även en del av askpartiklarna och föroreningar (metaller och kolväten) kommer att fångas in med kondensatet.

När fasta bränslen med hög fukthalt började användas i allt större utsträckning tog utvecklingen fart, eftersom det var då tekniken kom till sin rätt. Idag finns det över 150 anläggningar för rökgaskondensering installerade vid svenska värme- och kraftvärmeanläggningar. Den samlade installerade effekten uppskattas till 1 000 MW. Kondensering av rökgaser beräknas ge 6 TWh värme per år enligt Energiföretagens statistik för 2017⁷⁷.

5.1.1 Teknikens utveckling och historia

Sverige var mycket beroende av importerad olja under 70-talet, vilket även i högsta grad gällde fjärrvärmesektorn. I och med den extrema prisökningen på olja under 70-talet, blev man tvungen att leta efter andra alternativ. Till en början såg man kol som ett substitut och flera stora koleldade fjärrvärme- och kraftvärmeanläggningar byggdes. Först vid införandet av CO₂-skatten tog användningen av förnybara bränslen ordentlig fart även i stora anläggningar.

Vid eldning av fuktiga biobränslen binds mycket av bränslets energiinnehåll i vattenånga, som måste kondenseras för att energin ska kunna nyttiggöras. Under tiden med olja var kondensering inte så intressant då oljeförbränning inte skapar mycket kondens. Tekniken användes dock vid oljeförbränning i USA varifrån kunskap om tekniken kom till Sverige under 60-talet. I och med det ökade intresset för biobränsle och framförallt ökat intresse för billiga restprodukter från skogsindustrin, blev rökgaskondensering attraktivt på grund av biobränslets höga fukthalt.

Den första rökgaskondensorn installerades av Fagersta Energetics i en oljeeldad panna 1981, men det var senare under 80-talet som biobränsleeldning tog fart på allvar. Den första större biobränsleeldade anläggningen (2 x 5 MW) med rökgaskondensor togs i drift 1983 i Enköping. Denna anläggning stötte snabbt på problem på grund av dålig droppavskiljning efter kondensorn. Rökgasen med vattendroppar med infångade askpartiklar bildade ett lokalt regn över anläggningen. Från intervjuer framgår att bilarna på parkeringen utanför anläggningen blev helt gråa av det förorenande regnet. Anläggningen hade också omfattande korrosionsproblem.

Övergången från att elda med olja till att elda med biobränslen innebar en omställning som Sverige var oförberett på. Under denna tid var expertisen i landet låg och branschen fick lära sig genom ”trial and error”. Ingenjörer inom industrin och forskare blev tvungna att lära sig från grunden. Även om de snabbt kunde sätta sig in i teknikens principer, fanns det inga tidigare erfarenheter av tekniken och hur den behövde anpassas för att fungera bra vid eldning av avfall och olika typer av biobränslen.

Med tiden lärde sig industrin hur den skulle handskas med rökgaskondenseringstekniken och utvecklingen tog fart. Genom att kyla ner rökgasen till lägre temperatur än fjärrvärmereturen kunde ytterligare vattenånga kondenseras och energin växlas över till fjärrvärmevattnet. För att nyttiggöra energin måste dess temperatur höjas över fjärrvärmevattnets, till exempel med en värmepump. 1986 installerades den första rökgaskondensorn med absorptionsvärmepump i Trollhättan. Värmepumpstekniken hämtades från företaget Sanyo i Japan där den hade utvecklats och användes flitigt, men inom andra områden. I en panna med installerad rökgaskondensor kan värmepumpen öka den totala verkningsgraden för anläggningen med 5–30 %. Genom att kyla ner fjärrvärme-

⁷⁷ Fjärrvärmestatistik, Tillförd Energi, Energiföretagen, 2017, <https://www.energiforetagen.se/statistik/fjarrvarmestatistik/tillford-energi/>

vattnet ytterligare kan ännu mer vattenånga kondenseras och växla över värme från rökgaserna till fjärrvärmevattnet. Flera fjärrvärmenät byggdes ut så att returvattnet kunde kylas ytterligare till exempel genom att värma gator eller höja temperaturen i lagerutrymmen och liknande.

Uppfuktning av förbränningsluften är en teknik som utnyttjas för att effektivisera processen ytterligare. Genom att göra rökgasen ännu fuktigare kan en större del av rökgasen kondenseras och på så sätt generera mer effekt än annars.

Under 80- och 90-talet testades kondenseringstekniken på flera fjärrvärmeverk och fortsatte sedan att spridas till landets anläggningar. Till en början installerades rökgaskondensorer till befintliga pannor, för att under senare år bli en standardlösning vid nybyggnationer av fjärrvärmeanläggningar. Mellan åren 1990–1994 byggdes det 20 nya rökgaskondensorer medan det mellan åren 1994–2007 byggdes 118 stycken. Det var nästan en fördubbling av antalet installationer av rökgaskondensorer som skedde på årlig basis från 1994 till 2007⁷⁸.

Karlstads Energi AB – Heden Etapp 3

2016 färdigställde Karlstads Energi AB sitt första fjärrvärmeverk med integrerad rökgasrening och rökgaskondensering. Radscan levererade rökgaskondensorn till Heden Etapp 3-anläggningen.

Anläggningens funktion: pannan eldar träflis och producerar ånga till ångturbinen där el och värme utvinns. Rökgaserna från pannan renas först från partiklar i en rökgasreningsutrustning. Därefter passerar rökgaserna vidare till rökgaskondenseringen där ytterligare energi utvinns från gaserna. De gaser som till slut släpps ut från skorstenen har en temperatur mellan 35 och 40 °C.

Mått: fjärrvärmeanläggningen är 81 meter lång, 25 meter bred och 43 meter hög.

Effekt: 32 MW el och 80 MW fjärrvärme. Av totalt 80 MW fjärrvärme som produceras står **rökgaskondensering för 28 %** i denna anläggning.

Någon direkt kausalitet mellan teknikens utveckling och Energimyndighetens satsningar är här svår att spåra, men troligtvis berodde denna utveckling dels på att industrin lärde sig att handskas med tekniken, dels att de första kartläggningarna av teknikens effekter släpptes och spreds inom industrin.^{79, 80, 81, 82, 83} Dessa kartläggningar som framförallt genomfördes genom Värmeforsk och TPS med finansiering från Energimyndigheten och industrin, var vitala för teknikens spridning. De som saknade rökgaskondensor kunde ta del av erfarenheterna om den effektvinning och de reningsmöjligheter anläggningar med

⁷⁸ Information hämtad från Raziye Khodayari på Energiföretagen

⁷⁹ Engblom, Per, et al. *System för rökgaskondensering vid panncentraler – Teknik, ekonomi, marknad. Förstudie*. Byggforskningsrådet, 1985:138

⁸⁰ Dahlén, Göran. Hägglund, Lars. *Rökgaskondensering – Beskrivning av installationer och driftfarenheter vid träbränsleeldade anläggningar*, 288

⁸¹ Brännlund, Rolf. *Erfarenheter från några svenska rökgaskondenseringsanläggningar*, Värmeforsk, 1992:457

⁸² Goldschmidt, Barbara. *Nyttiggörande av kondensat från rökgaskondensering*, Värmeforsk, 1996:568

⁸³ Strömberg, Birgitta. *Hantering av rökgaskondensat från biobränsleanläggningar*. TPS branschforskningsprogram för Energiverk, 2008.

installerade kondensorer hade. Kartläggningarna fungerade som bevis på att tekniken fungerade och att investeringar i tekniken var lönsamma. Fler anläggningsägare motiverades att installera en rökgaskondensor.

Energimyndighetens finansiering har bidragit till att dokumentera utvecklingen inom rökgaskondensering framförallt när det gäller vattenrening, korrosion och materialval och att leva upp till de utsläppskrav som har ställts.

Intresset för vattenreningsteknik blev stort då ett tillfälligt moratorium⁸⁴ för utbyggnad av avfallsförbränningsanläggningar trädde i kraft 1985. Detta byggstopp motiverades av de stora mängder dioxiner som släpptes ut från anläggningarna. Frågan fick medial uppmärksamhet och politikerna var tvungna att sätta ner foten. På grund av moratoriet tvingades industrin att snabbt hitta lösningar på emissionsproblemen. Flera metoder utvecklades och testades vilka sedan skulle komma att användas även vid förbränning och kondensering av rökgaser från biobränslen. Olika metoder utvecklades för att rena kondensatet från t.ex. tungmetaller, svavelföreningar och ammoniak. Dessa ämnen är restprodukter från förbränningen som helt eller delvis hamnar i kondensatet vid kondenseringen.

5.2 Forskningens inriktning

Energimyndighetens insatser för forskningen om rökgaskondensering har varit omfattande och har främst gjorts genom Värmeforsk. Totalt 25 rapporter har identifierats, den första från sent 80-tal (då från Energimyndighetens föregångare). Rapporterna har främst fokuserat på fyra huvudområden: materialval för att minska korrosionsproblem, rening av rökgaskondensatet, kartläggningar gällande användning, effektivitet och lönsamhet för anläggningar runt om i landet. Dessa fyra forskningsområden som Energimyndigheten har verkat inom är de som industrin, intervjupersoner och enkäter, har angett vara av störst betydelse för dem. Vi kommer i detta avsnitt gå igenom varje forskningsområde och beskriva resultaten från forskningen.

En konsensus i forskningen sedan 1980-talet är att rökgaskondensering har positiva effekter då det inte bara är ett sätt att effektivare ta tillvara bränslets energiinnehåll, utan också har positiva miljömässiga effekter och genererar en högre lönsamhet för biobränsleeldade anläggningar.

5.2.1 Korrosion och materialval

Korrosionsproblem kan uppstå i rökgaskondenseringsanläggningen beroende på vilken typ av bränsle som används vid förbränning samt vilket material anläggningen är konstruerad av. Detta innebär att materialvalet i rökgaskondenseringsanläggningen är mycket viktigt för att undvika slitage i form av korrosion.

I fallet gällande rökgaskondensering har korrosion varit vanligt förekommande framförallt i de tidigare anläggningarna. I en rapport från Värmeforsk⁸⁵ diskuteras materialvalen i rökgaskondensorer och vilket material som bäst motstår korrosion. Med litteraturstudier samt kontakt med anläggningsägare och leverantörer undersöktes vilka material

⁸⁴ Hedfors, Lars (S) et al. *Motion till riksdagen – 1985/86:Jo704*.

⁸⁵ Goldschmidt, Barbara. Nordling, Magnus. *Materialval vid rökgaskondensering*, Värmeforsk, 2003:800

som användes för olika förhållanden. Erfarenheten är att för att få en mer bränsleflexibel anläggning väljs ofta dyra material med bra korrosionsegenskaper. Utrustningen tillverkas nästan undantagslöst i syrafast material och polymerer. För att ytterligare minska risken för korrosion justeras kondensatets pH med lutillsats. Man har också kondensatets kloridhalt under uppsikt.

5.2.2 Vattenrening och stabilisering av aska

Vid rökgaskondensering fås kondensat och slam som restprodukter. För mindre biobränsleeldade anläggningar består vattenreningen huvudsakligen av partikelrening i sandfilter och pH-justering innan kondensatet släpps ut till avlopp. För askhanteringen används den så kallade Bamberg-metoden. Vid denna mixar man flyg- och bottenaska med slam från vattenreningen för att befukta och stabilisera askan för deponering. Vid biobränsleeldning är oftast ingen ytterligare askrening nödvändig.

Kondensat från större anläggningar kräver en mer omfattande rening vid återanvändning eller när vattnet är kraftigt nedsmutsat från avfallsanläggningar.

Som nämnts tidigare, infördes 1985/86 ett moratorium för avfallsförbränningsanläggningar⁸⁶. Dessa anläggningar ansågs släppa ut för stora mängder dioxiner, vilka är mycket skadliga för miljön. I och med byggstoppet för nya avfallsförbränningsanläggningar, blev industrin tvungen att utveckla nya vattenreningsmetoder. När nya vattenreningsmetoder hade utvecklats kunde moratoriet upphöra. Ur moratoriet drevs utvecklingen på och metoderna man utforskade rörande rening av avfallsförbrännings kondensat kom senare att även användas vid reningen av avfallsvatten från biobränsleeldade anläggningar.

5.3 Resultat och utfall

Energimyndigheten har fokuserat på korrosionsproblem och materialval, vattenrening, mätanordningar samt kartläggningar. Vi kommer i detta avsnitt gå igenom de olika resultaten för varje del.

5.3.1 Materialval

- Syrafast och rostfritt stål är de tåligaste materialen för att undvika korrosionsproblem.

I en Värmeforskrapport från 2003⁸⁷, utgår författarna från de två vanligaste rökgaskondensortyperna: tub- eller lamellkondensorer och skrubberkondensorer. I biobränsleeldade anläggningar används oftast de förstnämnda där värmeväxlaren har direktkontakt med rökgasen. Värmeväxlaren är då antingen en tubvärmeväxlare eller en platt(lamell)värmeväxlare där rökgasen passerar på ena sidan och fjärrvärmevattnet på den andra. Vanligen utformas den som en motströmsvärmeväxlare. För att hålla värmeväxlarytorna rena sprutas recirkulerat kondensat in i rökgasen så att ytorna ständigt är våta. Den recirkulerade kondensatsprayen kommer dessutom att ytterligare fukta upp rökgasen samtidigt som den kyls. Detta ger det bästa utnyttjandet av kondenseringsvärmen.

⁸⁶ Hedfors, Lars (S) et al. *Motion till riskdagen – 1985/86:Jo704*.

⁸⁷ Goldschmidt, Barbara. Nordling, Magnus. *Materialval vid rökgaskondensering*, Värmeforsk, 2003:800

I skrubberkondensorn kyls rökgasen genom att ett kraftigt flöde av kondensat kontinuerligt sprutas in i rökgasen. Kondensationen kommer då att ske i dropparna när rökgasen mätas. Det recirkulerade kondensatet kyls med fjärrvärmevattnet genom att pumpas via en konventionell värmexlaren. För att få en något bättre temperaturverkningsgrad utförs kondenseringen ofta i två eller flera steg.

I rapporten redogörs för vilka material som är bäst lämpade för användning i kondensorinlopp, värmexlaren samt i rökgaskanaler beroende på vilken typ av bränsle som används. Syrafast stål är vanligt förekommande och bland de leverantörer som kontaktats i rapporten råder det konsensus om att syrafast stål är det mest lämpade materialet för biobränsleeldade anläggningar.

I den andra etappen av projektet⁸⁸ undersöktes korrosionshårdigheten hos metalliska och polymera material i rökgaskondenseringsanläggningarna i Igelstaverket och Bristaverket. Pannorna i dessa verk eldar främst returträ och andra typer av biobränsle. De olika materialen exponerades i inloppsdelen till kylaren och i rökgaskanalen efter kylaren. Undersökningen fokuserade på korrosionshårdigheten hos stålmaterialet respektive polymera material. Stålmaterialet, specifikt rostfritt stål, visade sig att vara tåligare mot korrosion än de polymera materialen.

En kartläggning av driftrelaterade skador i relation till teknik och materialval i rökgaskondenseringsanläggningar med biobränsleeldning görs av Stenqvist⁸⁹. Ett delmål var att rapporten skulle kunna användas som underlag vid val av material och metoder för nya anläggningar samt vid reparation och förbättringar av befintliga anläggningar. I arbetet har båda grundtyperna av kondensorer undersökts. Resultatet visar att kondensorer med direkt värmeöverföring genomgående är tillverkade i rostfritt eller syrafast stål. Inga av dessa kondensorer har uppvisat skador i kondensordelen trots varierande bränslesammansättningar och kvaliteter. I rapporten finns även slutsatser kring vilka korrosionsskador som kan uppkomma och hur dessa kan förebyggas genom materialval, val av bränsle och teknik.

Den slutsats som kan dras från Värmeforskrapporterna är att rostfritt och syrafast stål är de mest effektiva materialen för att motverka korrosionsproblem.

5.3.2 Vatten- och rökgasrening

Vid användandet av rökgaskondensering är det viktigt att kondensatet renas för att skona miljön samt att möta de gränsvärden som är satta i EG-direktivet om förbränning av avfall (2000/76/EG). Olika vattenreningsmetoder, utsläppsgränsvärden från avloppsvatten och detaljerna i direktivet undersöks i en rapport från Värmeforsk⁹⁰. De olika reningsmetoder som tas upp i rapporten är: pH-justering, fällnings- och flockningskemikalier, sandfilter, lamellseparator, avsaltningstekniker och processlösning. Flera av de olika metoderna brukar användas parallellt i en och samma anläggning. Flockningskemikalier

⁸⁸ Nordling, Magnus et al. *Material vid rökgaskondensering – Etapp 2*, Värmeforsk 2004:902

⁸⁹ Stenqvist, Per-Åke. *Kartläggning av rökgaskondenseringsanläggningar med anseende på korrosionsrisker, biobränslekvaliteter, teknik och materialval*, Värmeforsk, 2012:1220

⁹⁰ Sundquist, Lena et al. *Rening av kondensat från rökgaskondenseringsanläggningar vid samförbränning av avfallsbränslen*, Värmeforsk, 2002.

brukar användas när ett sandfilter finns installerat för att flocka ihop partiklarna och göra filtreringen av dem lättare. Vattenprover togs vid anläggningar som samförbränner olika typer av avfalls- och returbränslen med biobränslen. Resultatet visar att utsläppsvärden vid samtliga anläggningar ligger under gränsvärdena och att endast ett fåtal metaller överstiger värdena, vilket varierar beroende på vilken förbränning som sker. Rapporten konstaterar dock att analysen av resultatet kräver en viss försiktighet eftersom provtagningen endast skett under en dag vid respektive anläggning. För ett mer säkerställt resultat behövs en längre provtagning.

I en studie från 1996⁹¹ utforskas rökgaskondenseringens konstruktion och drift för bästa möjliga rening av rökgaserna samt hur kondensatet ska renas på effektivaste sätt. Forskningen genomfördes mot bakgrund av ett förväntat ökat användande av rökgaskondensering i framtiden varvid behovet av utvecklade reningstekniker även skulle öka. Askpartiklar är den mest förekommande föroreningen i kondensat. Med askan kan också följa kondenserade förbränningsprodukter, tungmetaller mm. För att förenkla vattenreningen är det enklaste och effektivaste steget att avskilja askan innan kondenseringen.

Svavelsyra, saltsyra, ammoniak och tungmetaller är de vanligaste förekommande föroreningarna vilka följer med kondensatet från förbränningen. Enligt studien kan upp till 90–95 % av svaveldioxiden fångas upp med hjälp av dosering av natronlut till kondensatet. Svavelsyra och saltsyra neutraliseras effektivast med dosering av natronlut till kondensatet. Ammoniak kan renas genom flera olika metoder där kväverening, jonbyttar-teknik, omvänd osmos, destillation med ånga samt avdrivning med luft, har visat sig vara effektiv. Tungmetaller renas bäst med hjälp av elfilter och pH-justering, men uppkommer i mindre utsträckning vid eldning av biobränslen. I rapporten konstateras att rökgaskondensering ger miljöfördelar genom en minskad bränsleförbrukning samt genom infångning av svaveldioxid, saltsyra, tungmetaller, ammoniak och stoft.

År 2002 studerades fördelningen av emissioner mellan gas och kondensat av Värmeforsk⁹², till följd av att krav på att kunna mäta utsläpp till omgivningen i högre krav ställdes av myndigheter. Rapporten gav underlag till villkorsvärden och kunde användas som referens vid tillståndsansökan. Resultatet av projektet visar att avskiljningen av tungmetaller från rökgaserna i rökgaskondenseringen till stor grad följer avskiljningen av stoft vid höga stofthalter. Det fanns dock svårigheter med att hitta entydiga samband för fördelningen av emissioner mellan gas och kondensat. Liknande studier gjordes även av TPS.⁹³

⁹¹ Westermark, Mats. *Reningsteknik vid rökgaskondensering*. Värmeforsk, 1996:576

⁹² Axby, Fredrik. *Rökgaskondensering; Fördelning av emissioner mellan gas och kondensat*. Värmeforsk, 2002:767

⁹³ Strömberg, Birgitta. *Hantering av rökgaskondensat från biobränsleanläggningar*. TPS branschforskningsprogram för Energiverk, 2008.

I syntesrapporten för Värmeforsks basprogram under åren 1999–2003⁹⁴ presenteras två projekt⁹⁵ som direkt har haft med rökgaskondensering att göra. Det ena projektet⁹⁶ innehåller en kartläggning och inventering där nio rökgaskondensanläggningar beskrivs. Resultatet från rapporten, vilket även presenteras i syntesrapporten, är att drift- och underhållskostnaden är låg, tillgängligheten hög och återbetalningstiden har varit mellan två till fyra år. Elverkningsgraden sjönk i och med installationen av rökgaskondensorn, medan totalverkningsgraden ökade betydligt. Den totala värmeproduktionskostnaden är lägre i anläggningarna med installerad rökgaskondensor så länge priset på el håller sig under ca. 60 öre/kWh. Analyserna är gjorda år 2001 och förutsättningarna kan givetvis ha förändrats sedan dess.

Utöver resultaten inom de specifika områdena presenterade ovan, är det sammantagna resultatet av Energimyndighetens forskningsfinansiering kopplat till rökgaskondensering att tekniken fungerar som önskat. De kartläggningar Energimyndigheten har varit med om att finansiera har kunnat visa att det är en mycket lönsam teknik ur både ekonomiskt och miljömässigt perspektiv. Aktörer vilka driver fjärrvärmeverk har genom dessa insatser blivit varse om att tekniken existerar, fungerar, genererar ytterligare värmeenergi och förbättrar rökgasrening.

5.3.3 Mäthandbok

Värmeforsk har kontinuerligt sedan 1996 publicerat mäthandböcker med råd och anvisningar för hur emissionsmätningar på förbränningsanläggningar ska genomföras. Handboken har uppdaterats år 2000, 2005 och 2015 på grund av att nya metoder har utvecklats och nya EG-direktiv har tillkommit. Handboken ger omfattande allmänna råd för planering, förberedelser och genomförande av emissionsmätningar, samt metodbeskrivningar för mätning av ett tjugotal komponenter i rökgaserna och några fysikaliska parametrar. Metodbeskrivningarna bygger i huvudsak på gällande europeisk och internationell standard, men har kompletterats bland annat med erfarenheter från användning av dessa och är utformade på ett enhetligt sätt⁹⁷.

5.3.4 Kartläggningar

Flertalet kartläggningar av drifterfarenheter från anläggningar med rökgaskondensering har gjorts av Värmeforsk^{98,99}. I kartläggningarna har mestadels positiva resultat presenterats och Energimyndigheten, genom Värmeforsk, har visat att tekniken fungerar som önskat och är lönsam.

⁹⁴ Dejfors, Charlotte. Lindeberg, Åsa et al. *Syntesrapport för Värmeforsks basprogram 1999–2003*, Värmeforsk, 2003:843

⁹⁵ Axby, Fredrik. *Rökgaskondensering; Fördelning av emissioner mellan gas och kondensat*, Värmeforsk, 2002:792

⁹⁶ Axby, Fredrik et al. *Studie av rökgaskondensering för bibränsle-eldade kraftvärmeanläggningar*, Värmeforsk, 2000:719

⁹⁷ Gustavsson, Lennart. Nyquist, Gunnar. *Värmeforsks mäthandbok – Utgåva 3*, Värmeforsk, 2005

⁹⁸ Brännlund, Rolf. *Erfarenheter från några svenska rökgaskondenseringsanläggningar*, Värmeforsk, 1992:457

⁹⁹ Stenqvist, Per-Åke. *Kartläggning av rökgaskondenseringsanläggningar med anseende på korrosionsrisker, bibränslekvaliteter, teknik och materialval*, Värmeforsk, 2012:1220

I rapporten från 1992¹⁰⁰ sammanställs erfarenheter från 15 energiverk med rökgaskondensering, varav sju använder luftuppfuktning och fem använder värmepump. Energitillskottet från rökgaskondenseringen varierar mellan 20 och 30 % hos de 15 energiverken. Det fanns vid tiden för rapporten 50 anläggningar för rökgaskondensering i drift och dessa anläggningar var utformade på olika sätt beroende på bränsle, temperaturnivåer, miljökrav, ekonomiska förhållanden etc. Rapporten kan användas som underlag för beslut om investeringar samt för förändringar i befintliga anläggningar. Rapporten ägnar stort utrymme materialfrågor och miljökrav eftersom dessa är av stor betydelse för utformningen av en anläggning.

Här har Energimyndigheten, till stora delar genom Värmeforsk bidragit med att kartlägga praktiskt utnyttjande av tekniken.

5.4 Tidiga effekter

Många av de totalt 25 rapporter Energimyndigheten har bidragit till kartläggningar av de olika teknikområdena. Rapporterna jämför olika tekniker och material. Inriktningen har varit att kartlägga de tekniker som redan används och dra slutsatser från de erfarenheter som vunnits. Sammantaget har dessa kartläggningar av erfarenheterna från rökgaskondensering banat väg för att fler anläggningsägare ska våga ta steget att installera rökgaskondensorer. Osäkerhet om effekt, utformning och lönsamhet reduceras när det finns dokumenterat att tekniken fungerar i praktisk drift. Detta underlättar beslut om investering i rökgaskondensering.

5.4.1 Leverantörer

Utvecklingen av rökgaskondenstekniken har till stor del skett hos utrustningsleverantörerna. Dessa har fokuserat på tillverkning och installation av rökgaskondensorer och kondensorer levereras vanligtvis separat från förbränningspannan. Panntillverkare erbjuder vanligtvis inte denna produkt, utan specifika rökgaskondensortillverkare är och har varit den pådrivande aktören i utvecklingen och implementeringen av tekniken. Vi har därför valt att intervjua de största aktörerna på rökgaskondenseringsmarknaden.

Leverantörerna Radscan Intervex AB, Babcock & Wilcox Vølund AB och ITK Envifront AB har intervjuats under vår utvärdering. Dessa företag konstruerar, utvecklar, installerar och säljer rökgaskondensorer till kraftvärme- och fjärrvärmeanläggningar både i Sverige och i utlandet. Alla rapporterar att det är och har varit en lukrativ bransch. Två av dessa tre leverantörer rapporterar att de har tagit hjälp av Energimyndighetens (Värmeforsks) rapporter inom vattenrening, materialval, mätteknik samt kartläggningar av anläggningar samt behov av rökgaskondensering och fjärrvärme. Alla poängterar att de själva har stått för stora delar av den tekniska utvecklingen, men att Energimyndigheten har hjälpt rökgaskondenseringsmarknaden genom forskningsinsatserna.

¹⁰⁰ Brännlund, Rolf. *Erfarenheter från några svenska rökgaskondenseringsanläggningar*, Värmeforsk, 1992:457

5.4.2 Anläggningar

En enkät sändes till ett 50-tal anläggningsägare som använder sig av rökgaskondensering med frågor om deras rökgaskondensering och allmänna kännedom om de rapporter Energimyndigheten (Värmeforsk) har finansierat. Svarsfrekvensen var tyvärr låg och kom endast upp till 20 % vilket gör att vi inte kan dra några generella slutsatser rörande svenska intressenters erfarenheter.

Enkätsvaren visar att anläggningsägare har lagt stor vikt vid minskade kostnader och ökad kapacitet när beslut om installation har tagits. En majoritet av anläggningsägarna anger att de känner till och har tagit del av Värmeforsks och Energiforsks rapporter. De rapporter som har haft störst spridning är Materialval vid rökgaskondensering¹⁰¹ och Kostnadseffektiv minskning av kväveutsläpp i rökgaskondensat¹⁰². Alla anläggningsägare som svarat rapporterar en effektökning av deras värmeproduktion mellan 5–30 MW.

5.5 Slutsats

Baserat på dokumentstudier, enkäter och intervjuer kan vi slå fast att rökgaskondensering har inneburit att fjärrvärmeindustrin kan leverera en större värmeeffekt vid given bränsletillförsel, dvs nå en högre total verkningsgrad. Installationen av rökgaskondensering är enligt forskningsresultaten önskvärdt och även något ett stort antal fjärrvärmeverk i Sverige har gjort. Det har skapat både en nationell och internationell marknad för svenska utrustningsleverantörer.

Energimyndighetens insatser, som främst har skett genom Värmeforsk, har banat väg för denna marknad. Myndigheten har inte bidragit med väsentlig grundforskning, utan fokuserat mest på kartläggningar av erfarenheter av olika tekniska lösningar för rökgaskondensering samt på insamling av ångdata som ligger till grund för bättre förståelse för korrosionsproblem. Rapporter om vattenreningsteknik och materialval har varit viktiga för marknadsaktörerna. Både utrustningsleverantörer och anläggningsägare rapporterar att de har haft användning av denna forskning samt använder sig av rapporternas resultat. Energimyndighetens insatser, genom de kartläggningar som utförts, har bekräftat vilken metod som är mest effektiv och resultaten har spridits och använts.

Genom Energimyndighetens ansats, som för detta område till stor del bygger på finansiering av kartläggningar, har myndigheten bidragit till att underlätta investeringsbeslut för aktörer på Sveriges fjärrvärmemarknad. Vår åsikt är att detta har varit en mycket effektiv metod då Energimyndigheten omöjligen kunnat veta åt vilket håll den tekniska och marknadsutvecklingen går. I stället för att styra utvecklingen, har de banat väg för industrin att själva hitta lösningar på de tekniska problem de stött på genom att kartlägga erfarenheter från praktisk drift.

Vi kan även dra en slutsats gällande den generella attityden kring rökgaskondensering, framförallt från intervjuer och enkäter. Tack vare dessa kartläggningar har acceptansen för, och även användningen av, rökgaskondensering blivit allt mer utbredd och det hade troligtvis inte skett lika snabbt utan dessa rapporter.

¹⁰¹ Goldschmidt, Barbara. Nordling, Magnus. *Materialval vid rökgaskondensering*, Värmeforsk, 2003:800

¹⁰² Goldschmidt, Barbara. *Kostnadseffektiv minskning av kväveutsläpp i rökgaskondensat*, Energimyndigheten P38672-1, 2015

I stora drag har teknikutvecklingen mestadels skett inom industrin, och i flertalet intervjuer med leverantörer har de flesta antytt att de är måna om att hålla sina forskningsresultat inom företaget och inte sprida dem vidare. Värmeforsks krav på publicering av forskningsresultat har å ena sidan lett till en lyckad informationsspridning, men å andra sidan gjort det svårare för vissa företag att delta i forskningsprojekt.

Sammanfattningsvis har rökgaskondensering öppnat upp ytterligare möjligheter för bioenergisektorn att nå högre energieffektivitet och ökad lönsamhet samt utökade möjligheter att rena utsläppen. Idag finns över 150 anläggningar för rökgaskondensering installerade vid svenska värme- och kraftvärmeanläggningar och den samlade installerade effekten uppskattas till 1 000 MW. Kondensering av rökgaser beräknas ge 6 TWh värme per år enligt Energiföretagens statistik för 2017¹⁰³. Energimyndighetens satsning har bidragit till denna utveckling.

¹⁰³ Fjärrvärmestatistik, Tillförd Energi, Energiföretagen, 2017, <https://www.energiforetagen.se/statistik/fjarrvarmestatistik/tillford-energi/>

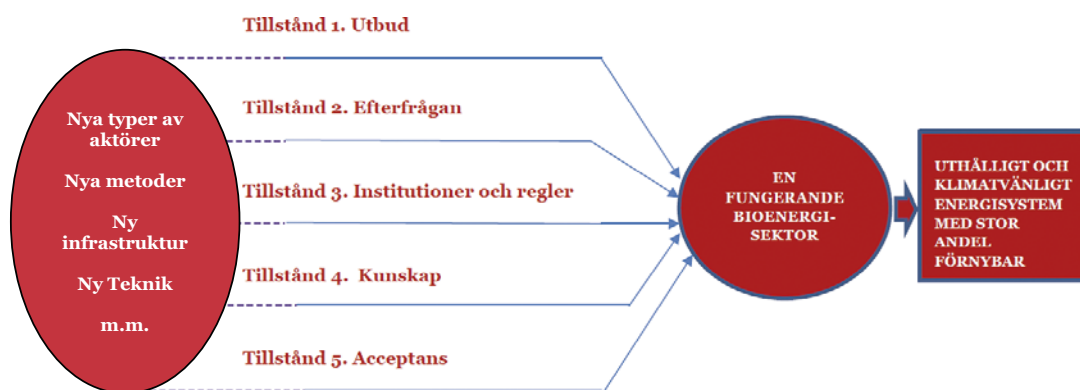
6 Slutsatser

6.1 Vad betyder de tidiga effekterna för systemet som helhet?

6.1.1 Insatsernas betydelse för att utveckla bioenergisektorn

I den effektlogik som presenterades inledningsvis arbetade vi oss bakåt från den övergripande långsiktiga visionen om ett hållbart energisystem. Vi antog att bioenergi behövs för att nå långsiktiga energipolitiska mål och att en del i detta är en marknad för bioenergi. Vidare antog vi att ett antal tillstånd som måste uppnås i systemet för att en fungerande bioenergisektor långsiktigt ska kunna bidra till energisystemet i Sverige (se Figur 7). Som tidigare påpekats gör modellen över effektlogik inte anspråk på att täcka alla tillstånd som måste uppnås, den utgör en förenkling som fyller ett pedagogiskt syfte: att visuellt illustrera det system Energimyndighetens insatser är tänkta att påverka.

Figur 7 Bioenergisektorns olika delar



Vi antog vidare att dessa tillstånd är beroende av (eller i alla fall stärks av) att det finns en mängd olika insatser, med konkreta resultat och utfall. Tidiga effekter av Energimyndighetens stöd till forskning och utveckling är exempel på denna typ av insatser som bidrar till att etablera ett tillstånd, säkerställa att en del i systemet fungerar. Mot bakgrund av de tidiga effekter vi har observerat är vår bedömning att Energimyndighetens långsiktiga och konsekventa satsning på bioenergiområdet har bidragit till att stärka de flesta om inte samtliga tillstånd som är viktiga för en fungerande bioenergisektor. Vi ser detta tydligast när det gäller ökad kompetens och utveckling av metoder och arbetssätt, men bidraget är även starkt i förhållande till etablering av regler och avtal, förändrade attityder och utveckling av tekniska lösningar.

6.1.2 Mobilisering av aktörer

Mobilisering av nya aktörer är en effekt som är svår att belysa och dokumentera eftersom det ofta handlar om en process under lång tid. Det är svårt mot bakgrund av den empiri som har samlats in för denna utvärdering att belägga att en ny typ av aktörer har mobiliserats. I ett fall är det dock ganska tydligt: Energimyndighetens stöd har möjliggjort en ökad representation av bioenergiexperter i internationella standardiseringsorgan. Inom

detta område kan man säga att satsningarna har bidragit till en ny kategori av experter, standardiseringsexperter. Man kan givetvis diskutera om det handlar om en ny typ av aktörer eller att existerande aktörer (experter) inom bioenergisektorn har förändrat sina roller. För en enskild forskare kan det handla om att gå ifrån en renodlad forskningsroll till att vara en expert på ett standardiseringssekretariat. Men på en systemnivå handlar det om en ny typ av aktör. Denna typ av experter fanns sedan tidigare i andra branscher men det skedde en utveckling på bioenergiområdet under denna tid. Med säkerhet kan man dock säga att myndighetens satsningar bidrog till att etablera svenska standardiseringsexperter inom bioenergiområdet.

I ett annat fall är det svårare tydligt visa Energimyndighetens bidrag till framväxten av en ny typ av aktör. Det är möjligt att Energimyndighetens satsning på hållbarhet har bidragit till att skapa aktörstypen hållbarhetschefer. Denna utveckling har dock påverkats av kontexten, dvs liknande utveckling har skett inom andra branscher och områden, och Energimyndighetens betydelse är svår att isolera i detta sammanhang. Energimyndighetens satsningar har inom sektorn troligen haft stor betydelse i samband med att hållbarhetscheferna har fått en större roll som omfattar fler hållbarhetsaspekter än tidigare, samt, vilket kanske har störst betydelse, att hållbarhetschefer har etablerats inom sektorn.

6.1.3 Metoder och arbetssätt

Spridandet av kunskap om hur uttag av grot och stubbar påverkar marken och vilken miljöhänsyn som måste tas, men också hur grot ska plockas ut och transporteras på det mest effektiva sättet har bidragit till att det finns personer med kompetens kan utföra sina uppgifter på ett bra sätt. Generellt handlar det om allmän kunskapsuppbyggnad där sammanfattningen av kunskap i syntesrapporter har bidragit till att göra kunskapen mer lättillgänglig. En viktig aspekt är hur kunskapen omsätts i nya metoder, arbetssätt och ny praxis.

Det finns flera exempel på hur metoder och arbetssätt har utvecklats, inte minst inom grot-området, där olika mjukvaror och handböcker som underlättar att ta ut grot på ett så effektivt sätt som möjligt är en del av de tidiga effekter vi kan se. Här har skogsbrukare förändrat sitt sätt att arbeta, t ex genom att använda planeringsverktyg för att ta ut trädbränsle från en större yta än tidigare. Figur 8 visar hur utbudet av trädbränslen förändras i samband med att kunskap omsätts på olika sätt.

Att kunskapen dessutom har implementerats i industrin och i rekommendationer som Skogsstyrelsen har publicerat indikerar att forskningen har inte bara bidragit till etableringen av marknaden för grot, utan även att den har förbättrats när det gäller hållbarhetsaspekterna. Trots detta lyder grot under marknadens spelregler och påverkas av andra faktorer som vädret och priset på alternativa bränslen och är därför något som är svårt att styra över. Med andra ord, hur relevanta och bra myndighetens insatser än är för att skapa ett utbud av grot, kan det ha liten betydelse på samhällsnivå eftersom marknaden styrs av marknadens regler.

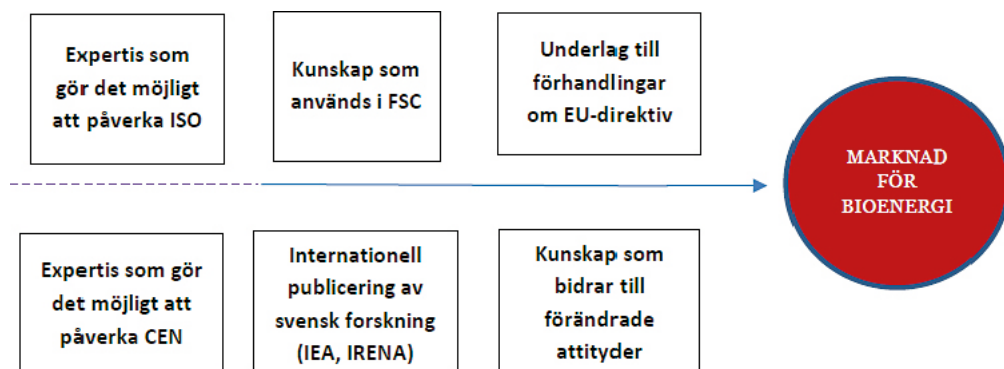
Figur 8 Tillståndet ett fungerande utbud av trädbränslen



Utvecklingen av standarder och regler, och sedermera antagandet av Förnybarhetsdirektivet är ett annat tydligt exempel på nya arbetssätt och nya roller för aktörer där Sverige har kunnat bidra till att skapa en internationell konsensus kring hållbarhetsfrågor kopplat till svenskt skogsbruk. I detta fall handlar det om satsningar på sekretariats- och kommittéarbete, samt arbete inom den internationella energimyndigheten (IEA) för att få gehör för vetenskapligt grundat synsätt. Detta har i sin tur lett till förändrade attityder bland internationella experter och forskare som därmed kunnat mobiliseras till att påverka utfallen av regler och avtal positivt.

Även på nationell nivå har mobilisering av aktörer och förändrade attityder fått effekt i vissa avseenden. I fallet grot har Energimyndigheten kunnat skapa en samsyn på uttaget hos både skogsindustrin och miljörörelsen genom den evidens de fått till sig via forskningen. Figur 9 visar hur kunskap och expertis har använts för att möjliggöra en acceptans för det svenska perspektivet på skogsbruk och bioenergi.

Figur 9 Utveckling av kunskap och kompetens som bidrar till en fungerande bioenergisektor



6.1.4 Ny teknik

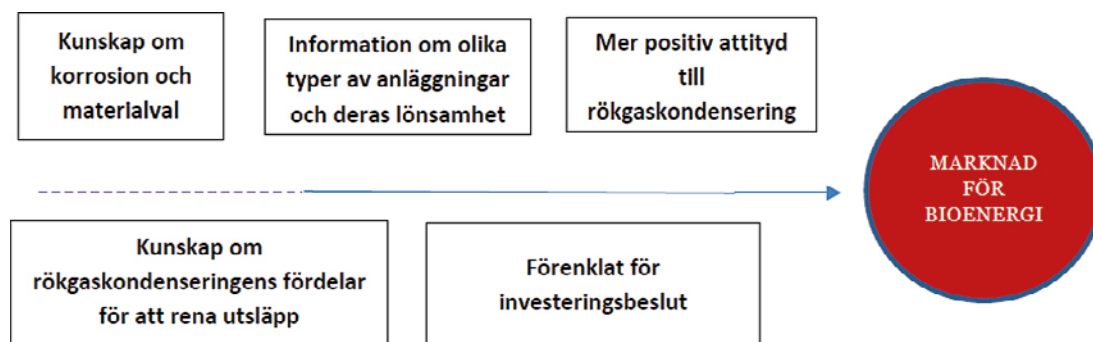
Liknande systemförstärkande insatser kan vi se när det gäller efterfrågan på trädbränslen. En fungerande efterfrågan handlar i detta fall om möjligheten att driva lönsamma fjärrvärmeanläggningar på ett hållbart sätt. Här har rökgaskondensering spelat en viktig roll i och med att tekniken gör det möjligt för fjärrvärmeverk att tillgodogöra sig mer värmeenergi från förbränning av bränslen. Det går att få ut uppemot 30 % mer energi vid förbränningen av trädbränslen, torv och hushållsavfall. Idag finns över 150 anläggningar för rökgaskondensering installerade vid svenska värme- och kraftvärmeanläggningar och den samlade installerade effekten uppskattas till 1 000 MW. Kondensering av rökgaser beräknas ge 6 TWh värme per år enligt Energiföretagens statistik för 2017¹⁰⁴. Detta är inget obetydligt bidrag till energisystemet i Sverige.

De kartläggningar Energimyndigheten har varit med om att finansiera har kunnat visa att det är en mycket bra teknik ur både ekonomiskt och miljömässigt perspektiv. De som driver fjärrvärmeverk har genom dessa kartläggningar blivit varse att tekniken existerar, fungerar och kan generera ytterligare värmeenergi och förbättrad rökgasrening.

Energimyndighetens insatser, som främst har skett genom Värmeforsk, har banat väg för tekniken. Myndigheten har inte bidragit med väsentlig grundforskning, utan framförallt fokuserat på kartläggningar av erfarenheter av de olika tekniska lösningarna för rökgaskondensering. Genom denna ansats har myndigheten bidragit till att underlätta investeringsbeslut för aktörer på Sveriges fjärrvärmemarknad. Detta har varit en mycket effektiv metod då Energimyndigheten omöjligen kunnat veta åt vilket håll den tekniska och marknadsutvecklingen går. I stället för att styra utvecklingen, har de banat väg för industrin att själva hitta lösningar på de tekniska problem de stött på och främjat dessa lösningar genom att kartlägga erfarenheter från praktisk drift. Osäkerhet om effekt, utformning och lönsamhet reduceras när det finns dokumenterat att tekniken fungerar i praktisk drift. Detta underlättar beslut om investering i rökgaskondensering.

Figur 10 visar hur Energimyndighetens insatser har bidragit till att stärka efterfrågan på trädbränslen. Det handlar in så mycket om att finansiera utvecklingen av ny teknik i sig, utan mer om att sprida kunskap om en teknik, vilket i sin tur leder till förändrade investeringsmönster.

Figur 10 Tillståndet en fungerande efterfrågan på trädbränslen



¹⁰⁴ Fjärrvärmestatistik, Tillförd Energi, Energiföretagen, 2017, <https://www.energiforetagen.se/statistik/fjarrvarmestatistik/tillford-energi/>

6.2 Slutsats

Utvärderingen visar hur det stora pusslet av aktiviteter som Energimyndigheten har finansierat har utvecklat och förstärkt bioenergisektorn. Den tidiga effekten av myndighetens insatser är generering av kunskap, men insatserna har inte stannat där. Myndigheten har på olika sätt bidragit att personer har stärkt sin kompetens och därmed kunna använda kunskapen i sitt yrkesutövande. Det är inte minst genom experter man har kunnat omsätta kunskapen i regler, standarder och processer som nu är en del bioenergisektorn, t ex i Skogsstyrelsens rekommendationer, internationella standarder och hållbarhetskriterier under Förnybarhetsdirektivet.

En viktig del i spridningen av kunskap och utvecklingen av kompetens är de syntesrapporter som har kopplat möjligt uttag av skogsbränsle till de nationella miljömålen. Men inte bara det. De eller de forskare som skriver syntesrapporten har getts en unik möjlighet att få en överblick över ett större forskningsområde och har kunnat lyfta fram det som är relevant för olika aktörer. Det är ingen slump att författare av syntesrapporter har anlitats som experter i utvecklingen av olika standarder och rekommendationer.

En annan viktig del är att Energimyndigheten på olika sätt har försäkrat sig om att kunskapen kommer att användas. Plattformarna Värmeforsk och Skogsforsk har varit centrala i det avseendet. Dessa har gjort det möjligt för forskare och avnämare från industrisektorer har kunnat samarbeta i projekt och på så sätt säkerställt att forskningsresultaten får direkt tillämpning.

Vi har sett i fallet rökgaskondensering att branschen (fjärrvärmeproducenter och leverantörer av teknik) själv står för en stor del av teknikutvecklingen och hur de plockar upp teknik från andra länder och från andra branscher, ibland i samarbete med universitet och högskolor. Detta betyder att Energimyndighetens roll ibland är lite större, ibland lite mindre.

Inom hållbarhetsområdet kanske myndighetens roll varit mest betydelsefull då en stor del av forskningen enbart har finansierats av myndigheten. Sist men minst, utan Energimyndighetens insatser på hållbarhetsområdet hade Sverige idag kanske inte kunnat tillgodoräkna sig användningen av fasta biobränslen mot målet om andelen förnybar energi.

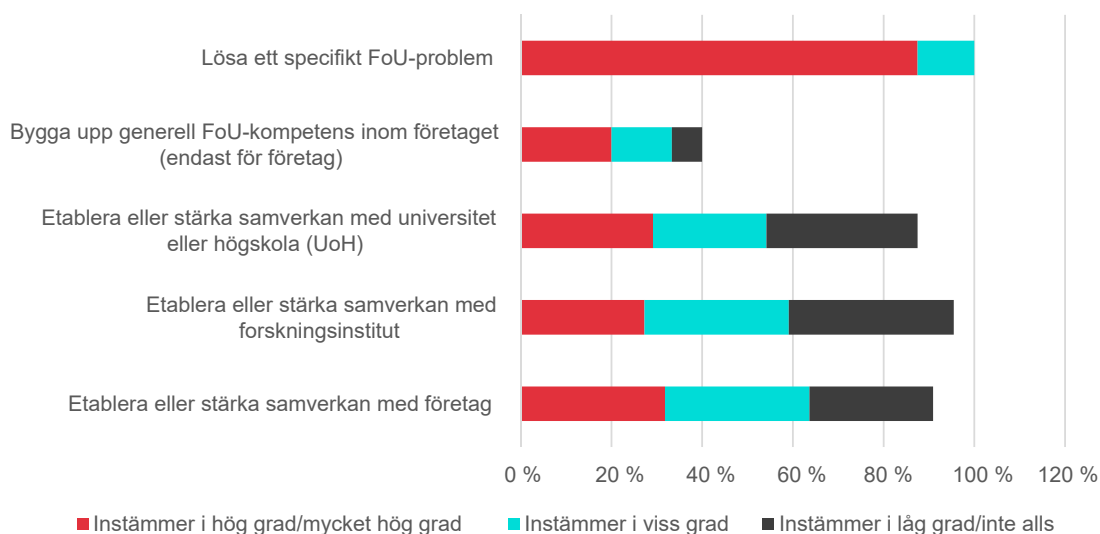
Bilaga A Enkät svar

Inom ramen för utvärdering distribuerades en enkät till 59 projektledare för projekt inom Bränsleprogrammen Hållbarhet och Tillförsel (2011–2017). Resultaten från denna enkät presenteras i denna bilaga. Vid läsning av svaren gällande resultat och effekter bör det ta i beaktande att enkäten enbart gått ut till projektledare inom de ovan nämnda programmen. Därav kan svaren rörande utveckling av tekniska lösningar förväntas vara undervärderande, då projekt inom ESS inte tilldelats enkäten. Enkät svaren representerar således bara ett begränsat antal av det totala antalet projekt som Energimyndigheten har finansierat.

Enkäten hade en svarsfrekvens på 42,4 % (25/59). Att urvalet innefattar projekt som genomfördes för upp till 8 år sedan kan ha en påverkan på svarsfrekvensen och för att öka svarsfrekvensen skickades även en extra påminnelse ut till respondenterna. Med det sagt så bör enkät svaren tolkas med försiktighet och främst ses som komplement till övrig insamlad empiri (intervjuer och dokument) och på så vis bidra till en helhetsbild av programmets resultat och effekter.

A.1 Motiv

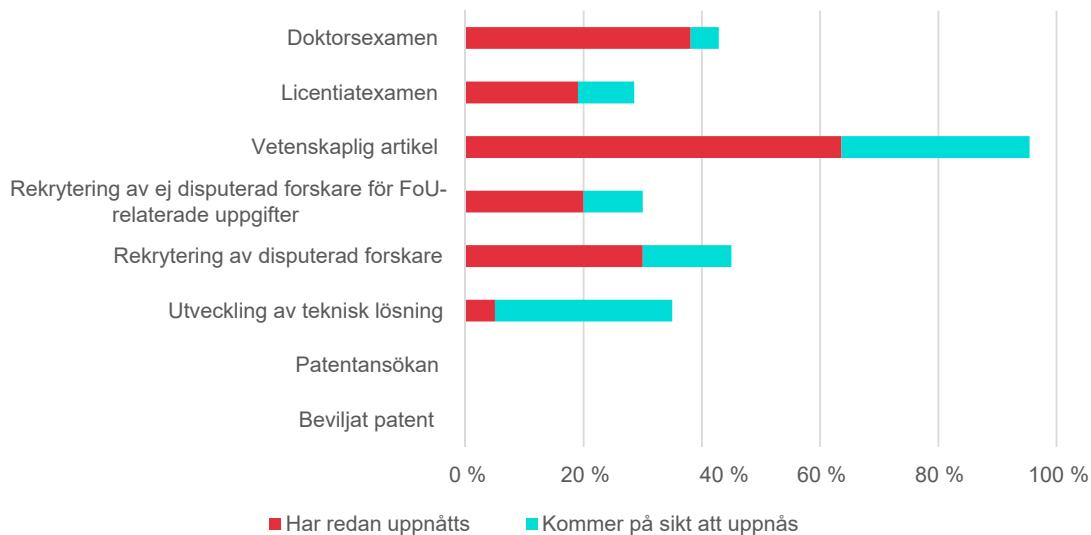
Figur 11 Vänligen värdera om följande motiv var viktiga för ditt/din organisations deltagande i projektet (n = 24)



A.2 Resultat och effekter

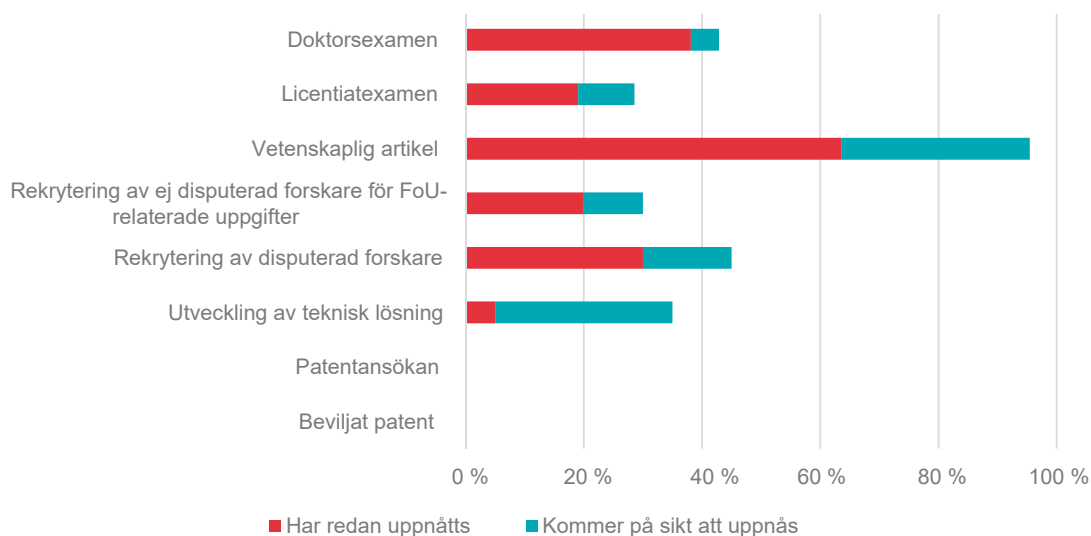
A.2.1 Resultat och effekter för den egna organisationen

Figur 12 Vilka av följande resultat och effekter har projektet bidragit till för din organisation?
(n = 23)



Källa: Webbenkät

Figur 13 Vilka av följande resultat och effekter har projektet bidragit till för din organisation?
(n = 23)



Källa: Webbenkät

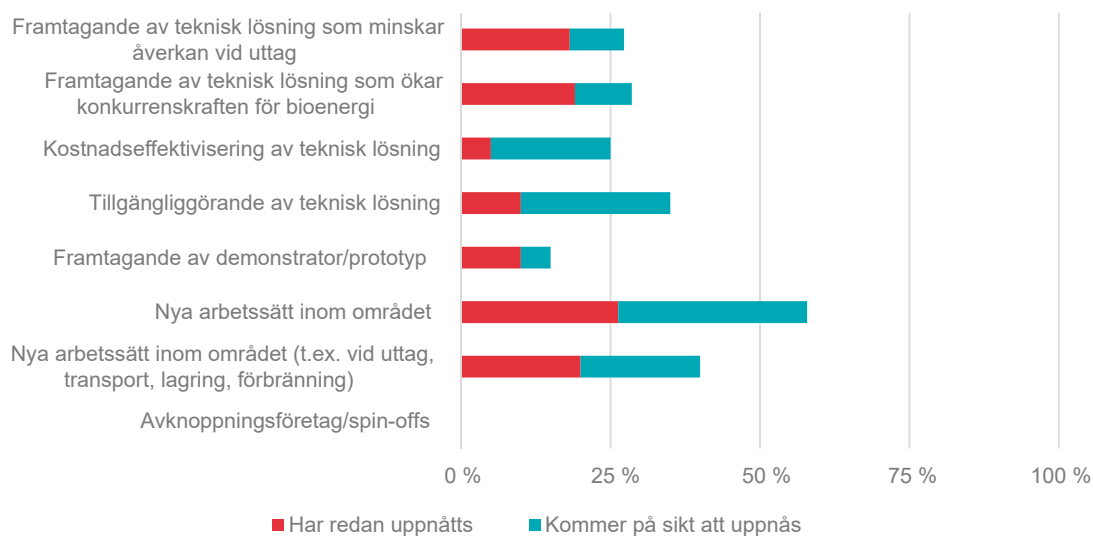
Fritextsvar:

Resultaten bidrar till långsiktig kompetenshöjning om en skogsbruksåtgärd och, på sikt, underlag till utformning av praktiska rekommendationer till skogsbruk och myndigheter.

Jag arbetar bara 20 % som forskare numera. Mina svar 'kommer ej att uppnås' grundas på att jag därmed ligger lågt i forskningsansökningar och annat just nu.

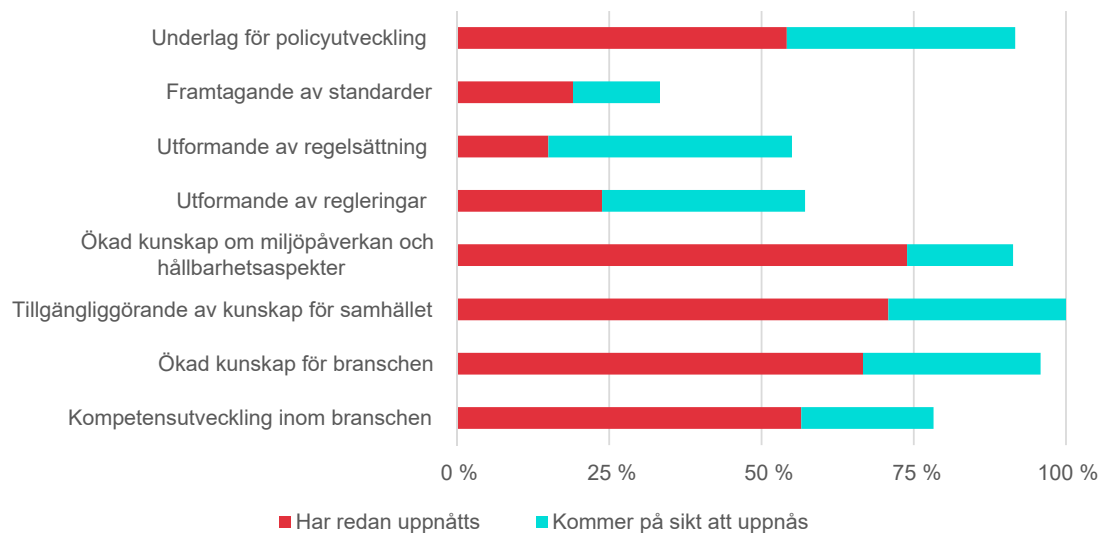
A.2.2 Resultat och effekter utanför den egna organisationen

Figur 14 Vilka av följande resultat och effekter har projektet bidragit till för samhället?
(n = 24)

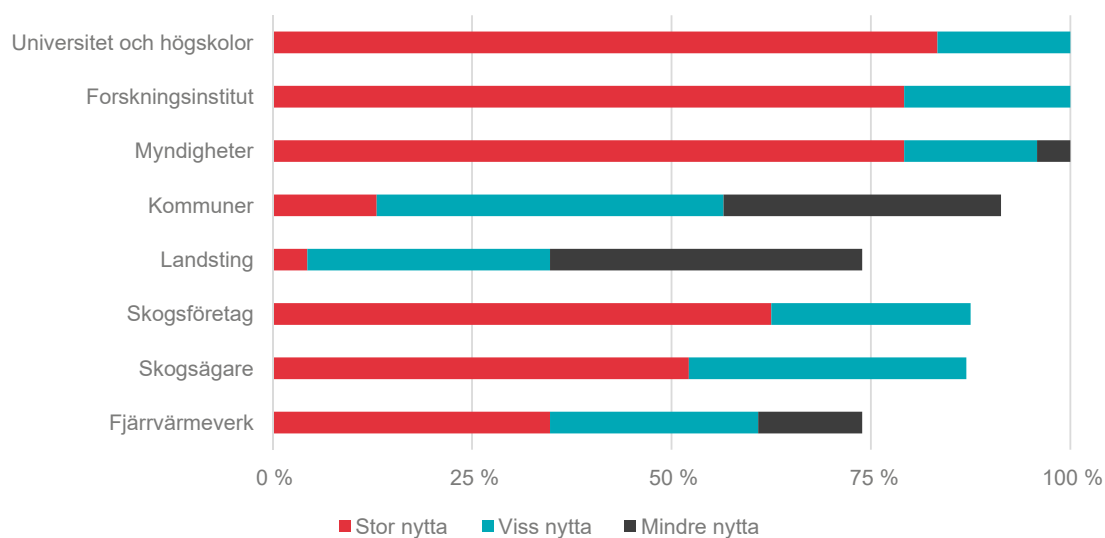


Källa: Webbenkät

Figur 15 Vilka av följande resultat och effekter har projektet bidragit till för samhället?
(n = 24)



Figur 16 För vem/vilka uppfattar du att projektets/projektens resultat är till nytta? (n = 24)



Annat, nämligen:

”Miljöorganisationer”

”Biodrivmedelsproducenter”

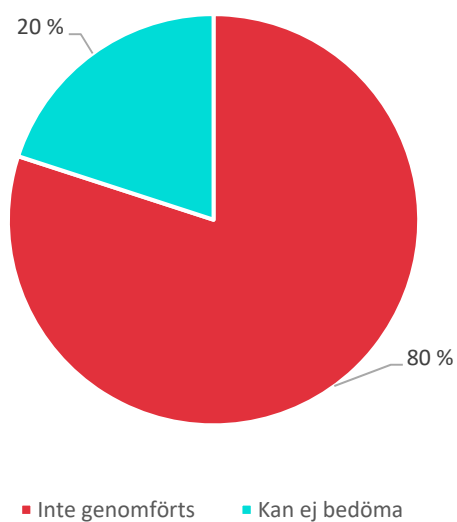
”Massa och pappersindustrin”

”Lantbrukare, även jordbruk är inkluderat i bränsleprogrammet, inte bara skog!”

”NGO (FSC)”

A.3 Mervärde

Figur 17 Vad hade hänt om projektet inte hade fått finansiering från Energimyndigheten? Projektet hade... (n = 25)



Bilaga B Intervjupersoner och deltagare på tolkningsseminarium

B.1 Intervjupersoner

Intervjuperson	Organisation
Anna Lundborg	Energimyndigheten
Svante Söderholm	Energimyndigheten
Åsa Forsum	Energimyndigheten
Emmi Jozsa	Energimyndigheten
Björn Telenius	Regeringskansliet
Emelie Molin	Regeringskansliet
Bengt Boström	Tidigare Energimyndigheten och NUTEK
Hans Nordström	HN Enspire AB
Gustaf Egnell	SLU
Göran Berndes	Chalmers Tekniska Högskola
Maria Gustafsson	SIS
Hillevi Eriksson	Skogsstyrelsen
Mia Iwarsson Wide	Skogforsk
Magnus Enell	Enell Sustainable Business AB
Josefine Rasmussen	Linköpings universitet
Louise Karlberg	Naturskyddsföreningen
Erik Eriksson	Formas
Henrik von Stedingk	FSC Sverige
Raziyeh Khodayari	Energiföretagen
Eva-Katrin Lindman	Stockholm Exergi
Patrik Swedenborg	AB GF Swedenborg
Fredrik Axby	Sweco Energy AB
Jonas Bergman	Radscan Intervex AB
Fredrik Albertson	ITK Envifront
Mats Westermark	KTH
Sven Andersson	Babcock & Willcox Völund AB/ Chalmers Tekniska Högskola
Isabelle Bergkvist	Skogforsk
Lars Eliasson	Skogforsk
Karin Tormalm	Skogsindustrierna
Ulf Sikström	Skogforsk
Gustav Friberg	Skogforsk/Metria
Håkan Edh	Södra skogsägarna
Monika Strömgren	SLU
Roger Johansson	Sveaskog
Joakim Lindqvist	Trehörningsjö – skogsägare
Kjell Holmlund	Vännäs – skogsägare
Örjan Grönlund	Skogforsk

B.2 Deltagare tolkningsseminarium

Deltagare	Organisation
Svante Söderholm	Energimyndigheten
Peter Stern	Energimyndigheten
Anna Malmström	Energimyndigheten
Sofia Andersson	Energimyndigheten
Johan Nylander	Faugert & Co Utvärdering
Amanda Bengtsson Jallow	Faugert & Co Utvärdering
Sebastian Berggren	Faugert & Co Utvärdering
Jonatan Ryd	Faugert & Co Utvärdering
Sam Kuritzén	Faugert & Co Utvärdering
Vera Stafström	Faugert & Co Utvärdering

Bilaga C Översikt – syntesrapporter och övriga rapporter som behandlas i hållbarhetsavsnittet

C.1 Allmänna hållbarhets- och miljöfrågor

- Rapportserien *Planering för bioenergi* var resultatet av ett FoU-projekt, som utfördes vid Luleå tekniska universitet och avslutades år 2004.¹⁰⁵ Syftet med Planering för Bioenergi var att ta fram beslutsunderlag för fysisk planering och samhällsbyggnad samt att bistå arbetet med det nationella miljö kvalitetsmålet God bebyggd miljö¹⁰⁶. Rapporten bestod av tre delar: Bioenergifrågor i kommunal översiktlig planering, Regionala och kommunala planeringsstrategier, och Generella förutsättningar. Den tredje rapporten i serien, ”Generella förutsättningar”, behandlade förutsättningarna för bioenergi på systemnivå. I denna beskrevs biobränslebaserade uppvärmningssystem, inklusive lagstiftning och hälso- och miljöeffekter och en slutsats var att användningen och förbränningen av biobränsle skulle kunna generera både negativa och positiva miljöeffekter.
- Det framkommer även av rapportserien Planering för bioenergi att bioenergiforskningen kopplad till hållbarhet och miljöeffekter fortfarande var i sin linda när den skrevs – men den hänvisar ändå till tidigare forskning. Denna forskning bedrevs under perioden 1999–2003 av paraplyorganisationen Biobränsle-Hälsa-Miljö (BHM). Denna paraplyorganisation bestod av forskare och doktorander verksamma inom Energimyndighetens forskningsprogram ”Utsläpp och luftkvalitet” samt ”Småskalig förbränning av biobränsle” och de forskade kring hälsoeffekter av biobränsleanvändning.
- Under perioden 2007–2011 finansierade Energimyndigheten programmet ”Uthållig tillförsel och förädling av biobränsle” (Bränsleprogrammet). Programmet resulterade i flertalet publicerade syntesrapporter som berörde programmets tre temaområden; Strategisk forskning, Jordbruksbränslen (lantbruk) och Bränsleförädling (skog).¹⁰⁷
- Ur Bränsleprogrammets forskning kom även syntesrapporten *Konsekvenser av ett ökat uttag av skogsbränsle*, och är en syntes av Energimyndighetens Bränsleprogram 2007–2011. Rapporten belyser kopplingen mellan forskningsresultat och nationella mål och riktlinjer, som miljö kvalitetsmålen och Skogsstyrelsens rekommendationer samt EU-direktiv som RED. Resultatet visar att ett ökat uttag av skogsbränslen är

¹⁰⁵ Ekelund, B. & Ranhagen, U. Planering för bioenergi – 3 generella förutsättningar. Energimyndigheten, 2004

¹⁰⁶ <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Sveriges-miljomal/Miljokvalitetsmalen/God-bebyggd-miljo/>

¹⁰⁷ Gustavsson, L. & Rönnbäck, M. Syntes av Energimyndighetens program ”Uthållig tillförsel och förädling av biobränsle” delen Bränsleförädling och Jordbruksbränslen. 2011, Energimyndigheten.

möjligt utan att försvåra möjligheten att nå miljö- och produktionsmål förutsatt att vissa kriterier som askåterföring, näringskompensation, bra generell miljöhänsyn samt förhindrade av markskador tas i beaktning. (se kapitel 3).¹⁰⁸

- Efter Bränsleprogrammets första etapp (2007–2011) beskrevs forskningsläget publicerades *Strategisk bioenergiforskning*.¹⁰⁹ Denna syntesrapport behandlade biobränslefrågor ur ett policy- och systemperspektiv samt ur handels- och marknadssynpunkt, och kom fram till att studier kring bioenergifrågor i fortsättningen behöver ta ett större helhetsgrepp och studera allt från uttag till produktion. Rapporten beskriver även att det finns ett fortsatt behov av konsekvensanalyser av efterfrågan av svenska biobränslen kan påverkas av implementering av Förnybarhetsdirektivet (RED I).
- Utöver detta stöttade även Bränsleprogrammet Sveriges lantbruksuniversitets medverkande i ett IEE-projekt som syftade till att utveckla en befintlig databas (PHYLLIS) över olika bränsletyper till en ny databas, BIODAT, som innehåller medelvärden och spridningsintervall för bränslen och askor.¹¹⁰
- Energimyndigheten deltog under 2017 i ett projekt initierat av Miljömålsrådet med syfte att skapa en översikt av kunskapen om bioenergi i Sverige och inom EU.¹¹¹ Projektet initierades då hållbara åtgärder ansågs vara nödvändiga för att minska utsläppen av växthusgasen i enlighet med Parisavtalet samt för att hållbarhetsfrågorna spänner över flera olika myndigheters ansvarsområden. Ur projektet kom rapporten *Bioenergi på rätt sätt* och den kartlägger befintliga system för hållbarhet samt vilka system som behöver utvecklas när användningen av bioenergi ökar. Syftet med rapporten var att utgöra ett underlag för fortsatt utveckling av riktlinjer för hållbar bioenergi.¹¹²
- I rapporten beskrivs två centrala kriterier för att ett bioenergisystem ska anses klimatomfattigt hållbart 1) den samlade klimatpåverkan från utvinning till produktion, transport och energiomvandling ska vara låg i jämförelse med klimatpåverkan vid användandet av fossila bränslen och 2) att kolförluster till följd av ett förändrat brukande i ett långsiktigt perspektiv ska vara små i förhållande till innehållet av kol i fossila bränslen.

¹⁰⁸ de Jong, J., Akselsson, C., Berglund, H., Egnell, G., Gerhardt, K., Lönnberg, L., Olsson, B & von Stedingk, H. Konsekvenser av ett ökat uttag av skogsbränsle – En syntes från Energimyndighetens bränsleprogram 2007–2011. Sammanfattning av syntesrapporten. ER 2013:16. Energimyndigheten, Eskilstuna.

¹⁰⁹ Gode, J., Gustavsson, M., Hellsten, S., Höglund, J., Martinsson, F. & Stadmark, J. Strategisk bioenergiforskning – En kunskapssammanställning och syntes av forskningsprojekt finansierade av Energimyndighetens bränsleprogram 2007–2011. ER 2011:21. Energimyndigheten, 2011.

¹¹⁰ Gustavsson, L. & Rönnbäck, M. Syntes av Energimyndighetens program ”Uthållig tillförsel och förädling av biobränsle” delen Bränsleförädling och Jordbruksbränslen. 2011, Energimyndigheten.

¹¹¹ Balck-Samuelsson, S., Eriksson, H., Henning, D., Janse, G., Kaneryd, L., Lundborg, A & Niemi Hjulfors, L. 2017. Bioenergi på rätt sätt – om hållbar bioenergi i Sverige och andra länder. Rapport av Skogsstyrelsen, Energimyndigheten, Jordbruksverket och Naturvårdsverket. Rapport 10. Skogsstyrelsen, 2017.

¹¹² Gustavsson, L. & Rönnbäck, M. Syntes av Energimyndighetens program ”Uthållig tillförsel och förädling av biobränsle” delen Bränsleförädling och Jordbruksbränslen. 2011, Energimyndigheten.

C.2 Kolbalanser

- Studier inom Bränsleprogrammet 2007–2011 behandlar skörden och användningen av biobränslen (grot och stubbars) påverkan på kolbalansen i skogsmarker samt koldioxidutsläpp vid förbränning. Uttag av näringsrik biomassa kan påverka skogsproduktionen i framtida skogsgenerationer negativt, vilket kan ha en påverkan på kolbalansen. Om markstörning efter uttag av grot och stubbar genererar ökad koldioxidomsättning rådde det, vid tiden av syntesrapportens skrivande, osäkerhet kring. Detta för att markstörning kan påverka nedbrytningshastigheten vilket påverkar koldioxidavgången från marken samtidigt som en ökad nedbrytning ger en högre tillgång på näring vilket kan stimulera tillväxten i det nya beståndet.¹¹³ En vetenskaplig artikel¹¹⁴ (från en studie finansierad av Energimyndigheten) visar dock baserat, på två långliggande försök, att medan markens kol och kväveförrådet var mindre 22–24 år efter åtgärder, var kol- och kvävemängden i trädbiomassa större. Slutsatsen var att bedömningen om påverkan av skogliga åtgärder på kol- och kvävebalanser måste vara baserade på förändringar i hela kol- och kväveförråden i både mark och vegetation.
- Studier inom Bränsleprogrammets andra etapp (2011–2016) ger inte heller stöd för den uppfattning som ofta framförs, att omrörning av skogbevuxna fastmarker (markberedning, stubbskörd) leder till ökad kolomsättning och därmed CO₂-avgång till atmosfären. Andra studier visar att markkolsförluster på kort (10 år) till medellång (30–50 år) sikt orsakade av skogsbränsleuttag (grot, stubbar, klena stammar) i samband med avverkning inte kan användas som grund för slutgiltiga slutsatser om effekten på det framtida klimatet. Den slutgiltiga klimateffekten beror istället på den långsiktiga förändringen av markens kolförråd. Detta beskrivs i syntesen *Bioenergy Systems in Sweden – Climate impacts, market implications, and overall sustainability*, vilken kom att ha stor betydelse för det internationella klimatarbetet.¹¹⁵
- Modelleringsansatser inom Bränsleprogrammet indikerar att den långsiktiga effekten av skogsbränsleskörd på markens kolförråd är måttlig och att liknade resultat erhålls oavsett vilken markkolmodell som används (t ex Q-modellen, Yasso modellen). Metoderna för att mäta markkolets beskrivs också vara komplexa då de fångar koldynamiken på varierande sätt. Det är därmed viktigt att välja rätt metod baserat på undersöknings syfte samt att resultaten analyseras med en viss försiktighet. Men fortfarande saknas fullständig kunskap om hur mer stabila och långsiktiga markkolförråd uppstår. Därför behövs mer processförståelse som förklarar markkoldynamiken och som därmed kan användas för att förbättra markkolsmodellerna.¹¹⁶

¹¹³ de Jong, J., Akselsson, C., Berglund, H., Egnell, G., Gerhardt, K., Lönnberg, L., Olsson, B & von Stedingk, H. Konsekvenser av ett ökat uttag av skogsbränsle – En syntes från Energimyndighetens bränsleprogram 2007–2011. Sammanfattning av syntesrapporten. ER 2013:16. Energimyndigheten, Eskilstuna.

¹¹⁴ Egnell et al. 2015. Negative effects of stem and stump harvest and deep soil cultivation on the soil carbon and nitrogen pools are mitigated by enhanced tree growth. *Forest Ecology and Management* 338: 57–67).

¹¹⁵ Egnell, G., Ahlgren, S & Berndes, G. 2018. *Bioenergy Systems in Sweden – Climate impacts, market implications, and overall sustainability*. ER 2018:23. Energimyndigheten, Eskilstuna.

¹¹⁶ Egnell, G., Ahlgren, S & Berndes, G. 2018. *Bioenergy Systems in Sweden – Climate impacts, market implications, and overall sustainability*. ER 2018:23. Energimyndigheten, Eskilstuna.

C.3 Biologisk mångfald

- Miljökvalitetsmålet Levande skogar innebär att fauna och flora inte får påverkas/försämrans av uttag av biobränsle. Detta behandlas både i syntesrapporter av Bränsleprogrammets första och andra etapp (2007–2011 och 2011–2016). Enligt Förnybarhetsdirektivet får inte biobränslen skördas från områden med hög biodiversitet, för att anses vara ett hållbart bränsle.
- Studier inom Biobränsleprogrammet (2007–2011) behandlar uttagen och grot och stubbars effekt på skogars biodiversitet. Forskningen visar att uttag av klenved, grot och stubbar från lövträd bör ske under restriktiva former eftersom de utgör substrat och är livsmiljöer åt olika skogsarter, varav flertalet rödlistade. Uttag av grot och stubbar av barrträd påverkar arter och biodiversiteten i mindre grad. I barrdominerade områden bör därför endast grot och stubbar från barrträd tas ut, och i lövdominerade bestånd bör endast grot av det mest dominerade trädslaget tas ut. Förutsatt att detta sker, tillsammans med askåterföring, näringskompensationen och en bra generell miljöhänsyn visar forskningen att det finns potential att öka uttaget av skogsbränslen.¹¹⁷
- Inom Bränsleprogrammets andra etapp (2011–2016) bedrevs fortsatt forskning kring hur mycket skogsbränsle som kan tas ut utan att försämrans möjligheten att nå miljökvalitetsmålen. En sammanvägning av alla projektresultat visar att vid ett uttag av 50 % grot av alla avverkningsobjekt i landskapet är förenligt med en uthållig skogsproduktion samt med att nå miljökvalitetsmålen, Levande skogar inkluderat. Vid högre nivåer minskar möjligheten att ha en tillräcklig asktillgång för att kompensera uttaget samt att uttaget kan resultera i negativa effekter på miljökvalitetsmålet Bara naturlig försurning. Stubbar visas också vara av större betydelse för biodiversiteten än grot, då stubbar utgör död ved.¹¹⁸ Grenar i grot ger också död ved men i mycket mindre skala, bryts ner snabbare och ger levnadsplats för färre rödlistade arter.

C.4 Syntesrapporter

- Rapporten *Planering för Bioenergi – 3 generella förutsättningar* behandlar användningsområdena för biobränslen och den potential som finns för att öka användandet. Rapporten ska kunna tjäna som ett hjälpmedel och beslutsunderlag i fysisk planering och samhällsbyggande, bland annat kring vilka effekter på hälsa och miljö, främst effekter på luftkvalitet, som användningen av biobränslen har, samt hur biobränslen förhåller sig till regeringens miljökvalitetsmål.

¹¹⁷ de Jong, J., Akselsson, C., Berglund, H., Egnell, G., Gerhardt, K., Lönnberg, L., Olsson, B & von Stedingk, H. Konsekvenser av ett ökat uttag av skogsbränsle – En syntes från Energimyndighetens bränsleprogram 2007–2011. Sammanfattning av syntesrapporten. ER 2013:16. Energimyndigheten, Eskilstuna.

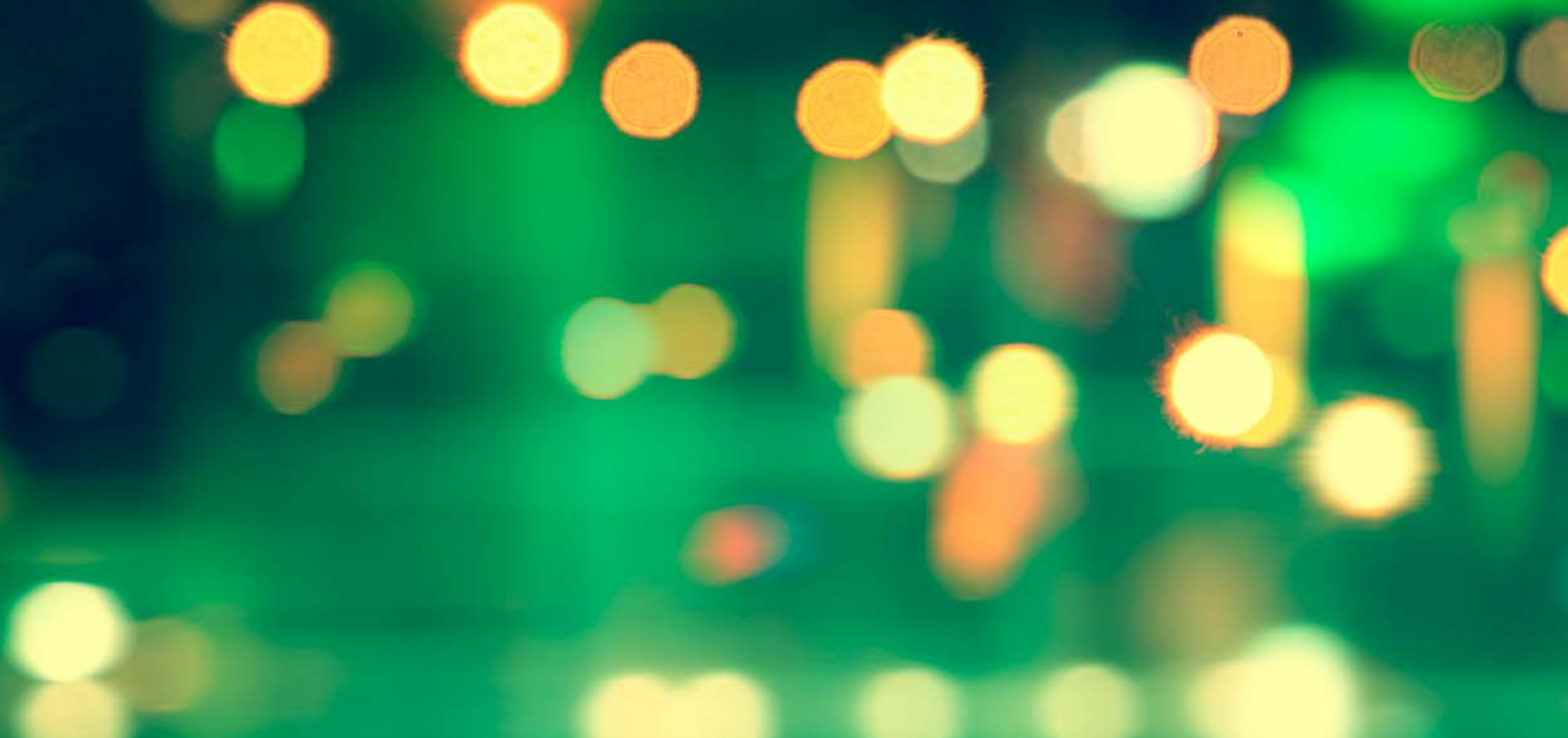
¹¹⁸ de Jong, J., Akselsson, C., Egnell, G., Löfgren, S & Olsson, B.A. 2018. Miljöpåverkan av skogsbränsleuttag – En syntes av forskningsläget baserat på Bränsleprogrammet hållbarhet 2011–2016. ER 2018:02. Energimyndigheten, Eskilstuna.

- *Strategisk bioenergiforskning* är en kunskapssammanställning och syntes av forskningsprojekt finansierade av Energimyndighetens Bränsleprogram 2007–2011 och belyser områden där det fortfarande finns kunskapsluckor och därmed behov av fortsatt forskning. Resultatet påvisar ett behov av strategisk forskning inom ett antal viktiga frågor, däribland gällande miljöeffekter, bioenergisystem, biodrivmedel samt standardisering och certifiering.
- Syntesrapporten *Syntes av Energimyndighetens program "Uthållig tillförsel och förädling av biobränsle" delen Bränsleförädling och Jordbruksbränslen*. Rapporten behandlar programmens områden Bränsleförädling, Jordbruksbränslen och Strategisk kunskap (främst delområdet Standarder inom denna del). Syftet med rapporten var att sammanställa kunskap ur programmet och dra slutsatser om en lämplig utformning av biobränslesystemet samt generera underlag inför framtida FoU-insatser. Totalt finansierades 23 projekt eller program under perioden. Inom jordbruk har Salix varit viktigt och satsningar inom programmet har bland annat lett till ett stimulerat intresset för Salixodling – som har vänt den negativa trenden av en stagnerad salixodling. Inom förädling har studier gällande att vidga råvarubasen (för pellets) genomförts vilket genererat flera nya "recept" för råvarublandningar som sedan börjat användas. Värmeforsks fukthaltmättningsprogram, som delfinansierats genom Bränsleprogrammet resulterade i ny teknik gällande styrning av pannor samt en prototyp för mätning av fukthalt vid bränsleleveranser.
- *Konsekvenser av ett ökat uttag av skogsbränsle* är en syntes av Energimyndighetens bränsleprogram 2007–2011. Rapporten är begränsad till skogsbränsle (biobränsle) och syftar till att sammanställa nya kunskaper som uppkommit inom Bränsleprogrammet samt belysa kopplingen mellan forskningsresultaten och nationella mål och riktlinjer, som miljö kvalitetsmålen och Skogsstyrelsens rekommendationer samt EU-direktiv som RED. Resultatet visar att ett ökat uttag av skogsbränslen är möjligt utan att försvåra möjligheten att nå miljö- och produktionsmål förutsatt att vissa kriterier som askåterföring, näringskompensation, bra generell miljöhänsyn samt förhindrade av markskador tas i beaktning.
- *Miljöpåverkan av skogsbränsleuttag* är en kartläggning av forskningsläget baserat på Bränsleprogrammet hållbarhet under perioden 2011–2016. Syntesrapporten sammanställer kunskap från programmet och identifierar kunskapsluckor för vidare forskning samt diskuterar de sammanvägda forskningsresultaten i ett större energi- och samhällsperspektiv. Syftet var att utröna hur stort uttag av skogsbränsle som är möjligt utan att ha en negativ effekt på miljön. Resultatet beträffande uttag av grot och stubbar visar bland annat att ett uttag av grot på 50 % och ett uttag av stubbar om 20 % inte påverkar målet om uthållig skogsproduktion eller miljö kvalitetsmålen negativt. Vidare visar resultatet att uttag av grot från gran inte påverkar biodiversiteten i lika stor utsträckning som grot från lövträd samt stubbar. Sammantaget visar resultatet att det finns en potential att öka skogsbränsleuttaget förutsatt att det finns en tydlig styrning av uttaget i områden med begränsad biologisk mångfald samt att det sker kompensation genom effektivare och mer omfattande generell miljöhänsyn.
- Rapporten *Bioenergy Systems in Sweden – Climate impacts, market implications, and overall sustainability* syntetiserar forskningsresultat från Bränsleprogrammets andra etapp (2011–2017) som berör klimatpåverkan av bioenergisystem i Norden och vilka metoder som finns för att utvärdera dessa effekter. Rapporten behandlar bland annat studier kring hur kolhalten i skogsmarker påverkas av skogsbränsleut-

tag där resultatet visar att omrörning av skogbevuxna marker inte leder till en ökad kolomsättning och därmed en ökad avgång av koldioxid till atmosfären. Resultatet visar att den långsiktiga effekten av skogsbränsleskörd på markens kolförråd istället endast är måttlig och att förutsättningen för att öka mängden markkol i jordbruksmarker är god. Resultaten föranleder också rapportens slutsats att generella policys över stora områden inte är optimalt utan att istället krävs ett bredare, generellt landskapsperspektiv där beslutsfattare måste ta regionala och lokala förhållanden i beaktning beträffande produktion av biobränslen och energiomvandling.

C.5 Övriga rapporter

- Miljökonsekvensbeskrivningen *Miljökonsekvensbeskrivning (MKB) av skogsbränsleuttag, asktillförsel och övrig näringskompensation* kom 1998 och är den av Skogsstyrelsen publicerade Miljökonsekvensbeskrivning som syftade till att kartlägga vilken kunskap som fanns kring produktion av skogsbränslen samt dess effekter på miljön. Arbetet initierades eftersom det fanns ett behov av att uppdatera myndighetens allmänna råd om grot-uttag utifrån 90-talets forskning, askåterföring ingick även här. MKB:n delfinansierades av Energimyndighetens föregångare, NUTEK, tillsammans med bland annat Elforsk, Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen själva.
- Rapporten *Bioenergi på rätt sätt – Om hållbar bioenergi i Sverige och andra länder* är resultatet av ett projekt initierat av Miljömålsrådet med syfte att öka kunskapen om bioenergi i Sverige och inom EU. Energimyndigheten fick tillsammans med Skogsstyrelsen, Jordbruksverket, Naturvårdsverket och länsstyrelserna uppdraget att ta fram underlag över läget och möjligheterna för bioenergin. Målet med projektet var att visa hur bioenergi kan bli hållbar så att biobränslen kan användas för att nå både nationella och internationella klimatmål på ett hållbart sätt. Slutsatser av projektet visar bland annat att för att fasa ut fossila bränslen krävs tillräckliga styrmedel, exempelvis i form av kännbara koldioxidskatter.
- Rapporten *Consequences of an increased extraction of forest biofuel in Sweden* är den förkortade engelska versionen av rapporten *Konsekvenser av ett ökat uttag av skogsbränsle* listad ovan. Rapporten kortlistades av IEA Bioenergy vilket var betydelsefullt för den internationella samsynen på svenskt skogsbruk och bioenergi som hållbart. Då det i den engelska versionen av rapporten lades till en del kompletteringar för att förklara Sveriges skogsbruk och energisystem för att på så vis nå ut till internationella aktörer.



Energimyndigheten leder energiomställningen in i ett modernt och hållbart fossilfritt välfärdssamhälle – med hjälp av trovärdighet, helhetssyn och mod.

Vi bidrar med fakta, kunskap och analyser om tillförsel och användning av energi i samhället, och arbetar för en trygg energiförsörjning.

Denna rapport är framtagen av Faugert & Co på uppdrag av Energimyndigheten.

technopolis |group|



Energimyndigheten, Box 310, 631 04 Eskilstuna
Telefon 016-544 20 00, Fax 016-544 20 99
E-post registrator@energimyndigheten.se
www.energimyndigheten.se