
RAPPORT

SYNTES AV SEBRAPROGRAMMET 2013-2015

SEBRA - SAMVERKANSPROGRAMMET INOM BRÄNSLEBASERAD EL- OCH VÄRMEPRODUKTION



ENERGIMYNDIGHETEN

2016-09-16

Ronny Nilsson, Simon Dalili, Per-Axel Nilsson

Sammanfattning

Samverkansprogrammet inom bränslebaserad el- och värmeproduktion (SEBRA) drivs i samverkan mellan Energimyndigheten och Energiforsk och bygger till stor del vidare på Värmeforsks basprogram som har varit kontinuerligt pågående i etapper sedan 1968. Samverkansprogrammets övergripande mål är att bidra till långsiktig utveckling av effektiva miljövänliga energisystemlösningar genom att bedriva tillämpningsnära och problemorienterad forskning med ett perspektiv till tillämpning på omkring fem år.

Under programperioden 2013-2015 har sammanlagt 51 projekt genomförts inom ramen för programmet, varav 15 enskilda projekt som godkändes för genomförande innan programperioden formellt startade den 15 mars 2013.

Denna syntesrapport har som syfte att klarlägga vilka slutsatser som kan dras från genomförandet av programmet och att identifiera eventuella aspekter som kan hindra forskningsområdets fortsatta utveckling ur ett framåtsyftande perspektiv med hänsyn till utveckling som skett inom forskningsområdet utanför och parallellt med genomförandet av programmet.

I rapporten konstateras att forskningen som bedrivs inom samverkansprogrammet har anknytning till andra statligt stödda forskningsinsatser som syftar till utveckling av effektivare och miljövänligare förbränningsanläggningar för produktion av el och värme. Det är i detta sammanhang viktigt att beakta samverkansprogrammets tillämpningsnära inriktning för att undvika överlapp och ta vara på möjligheterna till synergier med dessa andra forskningsprogram som generellt har längre perspektiv till tillämpning.

Bland de aspekter som bedöms ha påverkat och som även fortsatt förväntas påverka forskningsprogrammets inriktning framhålls i första hand de marknadsmässiga förutsättningarna för produktion av elkraft. Programperioden präglas av ett långvarigt relativt sett lågt elpris och de prognoser som upprättas förutser att elpriset inte kommer att öka inom överskådlig tid och motivera utbyggnad av ny bränslebaserad elproduktionskapacitet. Det bedöms därför som rimligt att programmets inriktning mot ökat inslag av forskningsinsatser för förbättrad tillgänglighet, bränsleflexibilitet och driftsflexibilitet i befintliga anläggningar fortsätter, i viss mån på bekostnad av att aktiviteten kring verkningsgradsförbättringar i nya anläggningar minskar. Allmänt sett för den materialtekniska forskningen är en anpassning till mer cyklisk drift i befintliga anläggningar angelägen.

Andra viktiga aspekter att ta hänsyn till vid planering av fortsatta forskningsinsatser är strukturförändringar till följd av ändrade produktionsförutsättningar i skogs-, pappers- och massaindustrin och ändrade kundkrav som i allt högre utsträckning förväntas innebära ökad efterfrågan på fossilfria leveranser av el och fjärrvärme. Utvecklingen mot ökad materialåtervinning inom avfallshanteringen förväntas även påverka de framtida möjligheterna till energiåtervinning för produktion av el och värme.

Samverkansprogrammet täcker ett brett teknikområde med indelning i programområden som anläggnings- och förbränningsteknik, material- och kemiteknik, processtyrning och systemteknik. Styrkan i programmet ligger främst i problemställningarnas koppling till verkligheten och möjligheterna att resultaten ska komma till direkt nytta i branschen. Kopplingen till verkliga behov och projektens relevans säkerställs genom det inflytande som branschen har på programmets innehåll, genom medverkan i de fyra forskningsråden och det programövergripande programrådet som lämnar rekommendation om godkännande av projektförslag till Energimyndigheten.

Projekt som genomförs inom programmet får normalt en direkt tillämpning i de specifika anläggningar där försök och prov genomförs med lyckat resultat. I princip regelmässigt återstår då ett arbete för generalisering och anpassning av resultaten för en bredare tillämpning i branschen, vilket kan kräva ytterligare insatser. Generellt visar syntesen att projektgenomförande och projektresultat bidrar till en omfattande kunskapsutbyggnad som historiskt sett i stor utsträckning har medverkat till att sänka ribban mellan forskningen och den praktiska tillämpningen i branschen.

Summary

Fuel Based Combined Heat and Power Generation is one of the leading research areas for the Swedish Energy Research Centre (Energiforsk). The SEBRA-program, although under a different name, was initiated in and has been running since 1968. The program is supported by the Swedish Energy Agency. The main objective of the program is to contribute to the long term development of efficient energy system solutions with high environmental profile. This objective is planned to be realized by conducting solution-oriented research ready to be applied in the field within a five year perspective.

During the current program duration, 2013-2015, 51 different projects were initiated and carried out, including 15 projects that were already approved before the formal program started on March 15, 2013.

The aim of this synthesis report is to give an overview of the current program and its results; analyze the overall trends and conditions within the research field and identify any barriers for further development.

This report concludes that the SEBRA-program is connected to, and has a bearing for, several other state-funded research programs. The common denominator for these programs is the goal of making fuel-based heat and power generation plants technically and economically more efficient; and/or lowering the environmental impact. The short realization perspective for the SEBRA-research is an important factor that has to be taken into account in the efforts to seize opportunities for synergies and avoid overlap between programs.

The electricity market price is one of most important factors that continues to impact the orientation of the SEBRA-program. The current low electricity prices are expected for the foreseeable future and will continue to significantly hamper willingness to invest in new fuel-based power plants. Therefore, it is reasonable that the research activities are focused on higher availability; lower production costs; and fuel and operation flexibility. One obvious consequence is that less attention will be paid to improved electricity efficiency in existing plants for now and in the near future. Increasing wind power production in the overall mix creates an opportunity for heat and power plants (CHP) to provide regulating electricity for a higher price. Hence, there is a general trend to adapt CHPs to cyclic operation mode.

Other important factors that should be considered in the planning of a new program phase are: structural changes instigated by changes in production in the forestry, pulp and paper sector; changes in district heating demand and pattern; and increasing demand for fossil free energy services. Increased recycling of waste fractions will inevitably affect access to waste for energy purposes.

The SEBRA-program covers a broad technical area which can be divided in the following four groups: plant and combustion technology; material technology and chemical engineering; process control; and systems engineering. The main strength of the program is its practical relevance, guaranteed by the active participation of suppliers and utilities in all stages of the program, and the short time perspective for the implementation of the results in practical operation.

Most projects include an element of testing of components; material; and methods in a specific or a group of plants. The successful campaigns are expected to result in

implementation in the same plants. In most cases the results are already generic or can become generic through employing the components, material and methods tested.

This synthesis shows that the SEBRA-program contributes significantly to accumulating and developing a knowledge bank for the utilities and bridges relevant research with practical implementation.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Samverkansprogrammet 2013-2015	1
1.3	Syntesens mål och omfattning	1
1.4	Programområden	2
1.5	Tidigare forskning inom Värmeforsks basprogram	4
2	Utveckling inom forskningsområdet som skett utanför och parallellt med genomförandet av programmet	5
2.1	Samverkansprogrammets anknytning till andra svenska forskningsprogram	5
2.1.1	Översikt	6
2.1.2	Materialteknik	7
2.1.3	Förbränningsteknik	8
2.1.4	Bränsleberedning	8
2.1.5	Processtyrning	9
2.1.6	Systemteknik	9
2.2	Internationell forskning inom området	9
2.2.1	IEA Bioenergy	9
2.2.2	ERA-NET Bioenergy	11
2.3	Marknadsförändringar	12
2.4	Strukturförändringar	13
2.5	Lagstiftning och styrmedel	14
2.6	Bedömning av kunskapsluckor	15
3	Programområdet Anläggnings- och förbränningsteknik	16
3.1	Programområdets inriktning	16
3.2	Effektivt anläggningsutnyttjande	17
3.2.1	Genomförda projekt	17
3.2.2	Resultatsyntes och kunskapsluckor	18
3.3	Optimal bränslebas	19
3.3.1	Genomförda projekt	19
3.3.1	Resultatsyntes och kunskapsluckor	20
3.4	Minimerad miljöpåverkan	21
3.4.1	Genomförda projekt	21
3.4.2	Resultatsyntes och kunskapsluckor	23
4	Programområdet Material- och kemiteknik	25
4.1	Programområdets inriktning	25

4.2	Verkningsgrads- och bränslerelaterade material- och kemifrågor	26
4.2.1	Genomförda projekt	26
4.2.2	Resultatsyntes och kunskapsluckor	27
4.3	Miljörelaterade material- och kemifrågor	28
4.3.1	Genomförda projekt	28
4.3.2	Resultatsyntes och kunskapsluckor	29
4.4	Tillgänglighets- och livslängdsfrågor	30
4.4.1	Genomförda projekt	30
4.4.2	Resultatsyntes och kunskapsluckor	33
4.5	Material- och kemifrågor relaterade till ny teknik	34
5	Programområdet Processtyrning	35
5.1	Programrådets inriktning	35
5.2	Reglerteknik och optimering	35
5.2.1	Genomförda projekt	35
5.2.2	Resultatsyntes och kunskapsluckor	36
5.3	Mätteknik	37
5.3.1	Genomförda projekt	37
5.3.1	Resultatsyntes och kunskapsluckor	37
5.4	Säkra gränssnitt - kvalitativa beslutsstöd	37
5.4.1	Genomförda projekt	38
5.4.2	Resultatsyntes och kunskapsluckor	39
6	Programområdet Systemteknik	40
6.1	Programrådets inriktning	40
6.2	Utveckling av befintliga anläggningar	40
6.2.1	Genomförda projekt	40
6.2.1	Resultatsyntes och kunskapsluckor	41
6.3	Utvärdering av nya koncept	41
6.3.1	Genomförda projekt	41
6.3.1	Resultatsyntes och kunskapsluckor	42
6.4	Tryggad bränsleförsörjning	42
6.4.1	Genomförda projekt	42
6.4.1	Resultatsyntes och kunskapsluckor	43
7	Resultatsyntes	44
8	Kunskapsluckor och fortsatta forskningsinsatser	47

Bilagor

Bilaga 1 Förteckning över genomförda projekt under programperioden 2013-2015

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Samverkansprogrammet inom bränslebaserad el- och värmeproduktion (SEBRA) har som syfte att genomföra branschgemensam tillämpad forskning och utveckling inom bränslebaserad kraft- och värmeproduktion med ett perspektiv till tillämpning på omkring fem år. Samverkansprogrammet 2013-2015 bedrivs i samverkan mellan Energimyndigheten och Energiforsk (tidigare Värmeforsk) och bygger vidare på Värmeforsks basprogram som har varit kontinuerligt pågående, i programetapper om 2-4 år, sedan 1968. Programmets inriktning har utvecklats efterhand som en följd av och anpassning till omvärldens förändringar.

Samverkansprogrammets övergripande mål är att bidra till långsiktig utveckling av effektiva miljövänliga energisystemlösningar genom att bedriva tillämpningsnära och problemrelaterad forskning.

1.2 Samverkansprogrammet 2013-2015

Samverkansprogrammets etapp 2013-2015 pågår från 2013-03-15 till 2015-12-31 och har en budgetram på totalt 60 miljoner kronor, varav Energimyndighetens andel uppgår till 24 miljoner kronor. Industrin står för övrig finansiering av programmet via Energiforsk. Samverkansprogrammet är organiserat i fyra programområden

- Anläggnings- och förbränningsteknik
- Material- och kemiteknik
- Processtyrning
- Systemteknik.

Inom varje programområde finns ett forskningsråd, som rekommenderar projekt för genomförande till ett programövergripande programråd som lämnar rekommendationer om godkännande av projekt till Energimyndigheten. Projektförslag inkommer till programmet i samband med utlysningar. Under programperioden 2013-2015 har utlysningar om möjligheten att söka forskningsmedel från samverkansprogrammet skett vid fyra tillfällen.

Under programperioden har sammanlagt 51 projekt genomförts, varav 15 enskilda projekt som godkändes för genomförande innan samverkansprogrammet inleddes.

1.3 Syntesens mål och omfattning

Syftet med syntesarbetet är att klarlägga vilka slutsatser som kan dras från genomförandet av programmet och att identifiera eventuella aspekter som kan hindra forskningsområdets fortsatta utveckling. Syntesrapporten ska vara framåtblickande och beakta utveckling inom forskningsområdet som skett utanför och parallellt med genomförandet av programmet, som kan ha betydelse för inriktning och omfattning av

fortsatta forskningsinsatser inom området. Syntesrapporten avses kunna användas för spridning av kunskapsläget inom forskningsområdet och som underlag för planering av fortsatt verksamhet inom området.

1.4 Programområden

De fyra programområdena som ingår i samverkansprogrammet utgör en kontinuitet från tidigare Värmeforsks basprogram. Respektive programområdes inriktning och omfattning beskrivs översiktligt i det följande.

Anläggnings- och förbränningsteknik

Programområdet Anläggnings- och förbränningsteknik syftar till att ur miljömässiga och tekniska aspekter effektivisera och förbättra kraft- och värmeproduktionen vid användning av olika typer av bränslen och bidra till att emissioner till luft kan minimeras samt att ny teknik för analys- och emissionsmätningar vidareutvecklas.

Material- och kemiteknik

Det material- och kemitekniska programområdet avser att bidra till ökad tillgänglighet och prestanda samt anpassning till hårdare miljökrav i kraft- och värmeproducerande anläggningar genom utveckling av material, metoder och processer.

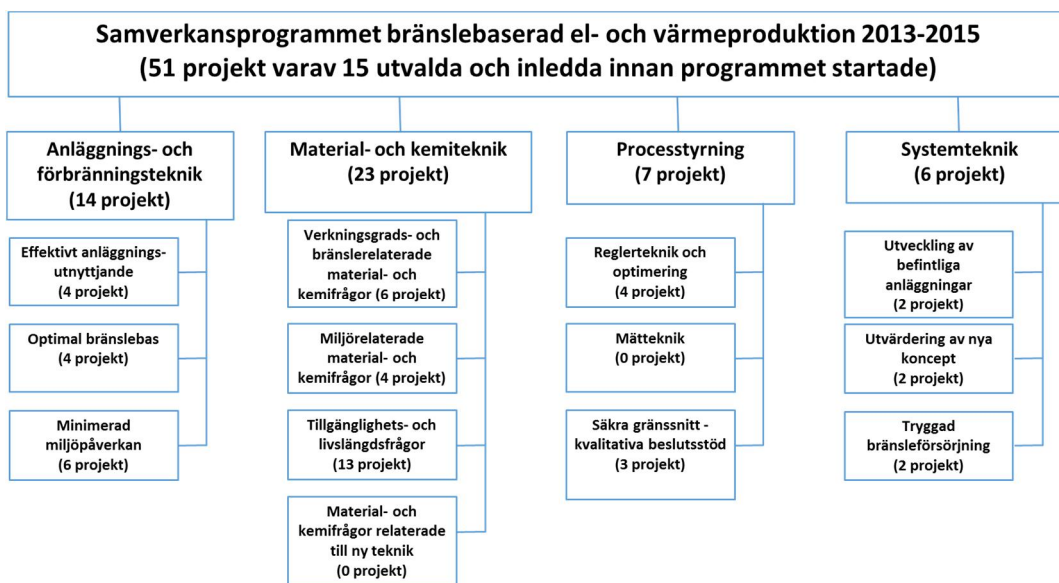
Processtyrning

Programområdet Processtyrning syftar till att ta fram lösningar som leder till anläggningar med väl integrerade styr-, optimerings- och övervakningssystem som möjliggör ekonomisk och säker drift under varierande förhållanden med minimal miljöpåverkan.

Systemteknik

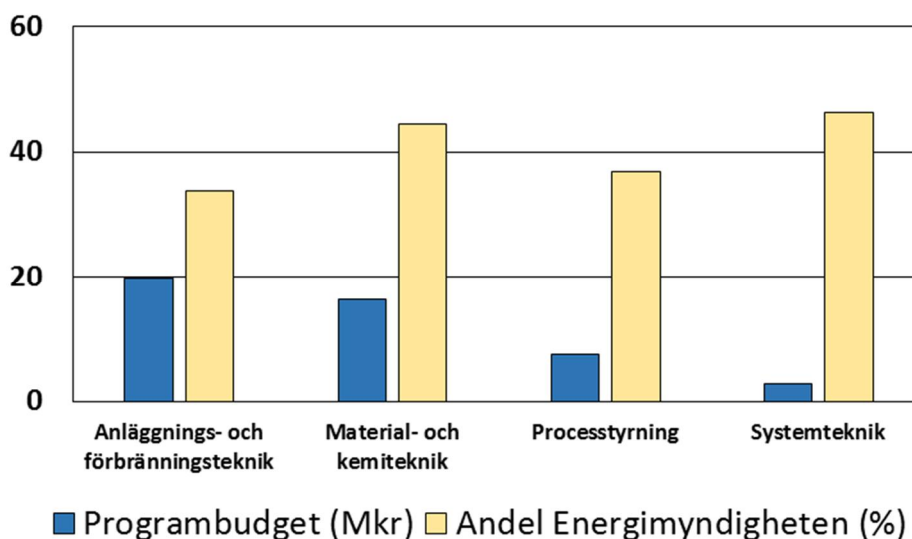
Det systemtekniska programområdet bedrivs i syfte att, med hjälp av systemanalys av olika anpassningsmöjligheter med hänsyn till förändrade förutsättningar på energimarknaden, bidra till anpassningar för bibehållen eller förbättrad lönsamhet i biobränsleeldade kraftvärmeanläggningar.

Antalet projekt inom respektive programområde under programperioden 2013-2015 framgår av figur 1. Respektive programområde är, som framgår av figuren, indelat i underliggande delområden för prioriterade forskningsinsatser.



Figur 1 Samverkansprogrammets indelning i programområden och underliggande delområden

Respektive programområdes del av programbudgeten samt andel inom respektive programområdes forskning som finansierats av Energimyndigheten framgår av figur 2.



Figur 2 Budgetfördelning och Energimyndighetens andel av finansieringen för respektive programområde

I Bilaga 1 ges en förteckning över alla genomförda projekt inom programperioden 2013-2015.

1.5 Tidigare forskning inom Värmeforsks basprogram

Rapporter från projekt som genomförts inom området bibränsleeldad el- och värmeproduktion inom Värmeforsks basprogram finns samlade i Värmeforsks rapportdatabas. Rapportdatabasen innehåller rapporter från alla forskningsprojekt som genomförts inom Värmeforsk sedan 1972 till och med 2014. Rapporter som färdigställts under 2015 och framåt finns bland rapporter från andra forskningsprogram som bedrivs inom Energiforsk på Energiforsks hemsidas Rapportsök.

Det är väl känt att många av de rapporter från projekt som genomförts i tidigare programperioder används som referenslitteratur i branschen. De handböcker som tagits fram och som regelbundet uppdaterats i Värmeforsks regi är tydliga exempel på detta, såsom Bränslehandboken som publicerades 2005 och uppdaterades 2012, Mäthandboken från 1996 som uppdaterats 2000 och 2005, Miljöfaktaboken som togs fram 2011 samt handböcker för vattenkemi (2001) och för livslängdsarbete i energianläggningar (2004). Dessa handböcker är omvitnat mycket använda i branschen och refereras till flitigt i andra projektrapporter.

Projekt som lett till omfattande generell tillämpning i branschen är bland annat projekt som belyst åtgärder för att minska alkalirelaterade driftproblem, det så kallade ramprogrammet Agglobelägg som genomfördes under tre etapper 2004-2011. Andra liknande projekt som genomförts i på varandra följande etapper är projekten om behandling och återvinning av rökgaskondensat vilket bedöms ha bidragit till och underlättat den omfattande utbyggnaden av rökgaskondensering vid bibränsle- och avfallseldade anläggningar i Sverige. Som ett annat exempel där forskningen inom Värmeforsk bidragit till utvecklingen på ett positivt sätt är de projekt som genomfördes främst kring millennieskiftet kring olika frågeställningar kring användningen av returträ för storskalig förbränning. Projekt rörande uppföljning och drifterfarenheter av SCR-teknik för rökgasrening bedöms ha haft stor betydelse för den fortsatta utvecklingen och förfiningen av tekniken.

Generellt bedöms den samverkan som sker mellan beställare, leverantörer och högskola som kommer till stånd i forskningsprogrammen vara enastående och värdefull för utvecklingen i branschen, särskilt genom att bidra till att sänka tröskeln till tillämpning av forskningsresultat i praktisk drift.

2 Utveckling inom forskningsområdet som skett utanför och parallellt med genomförandet av programmet

Samverkansprogrammets mål är att bidra till långsiktig utveckling av effektiva miljövänliga energisystemlösningar genom att medverka till utveckling av flexibla kraft- och värmeproduktionsanläggningar¹ som kan anpassas till framtida krav och behov.

Energimyndighetens uppdrag att främja omställningen av energisystemet i en mer uthållig riktning utförs bland annat genom att stödja utvecklingen av förnybara energikällor. Detta sker i stor utsträckning genom stöd till forsknings- och utvecklingsprogram som syftar till att ge svenskt näringsliv möjlighet till tillväxt genom förverkliga innovationer och nya affärsidéer. Stöd ges till ett antal olika forskningsprogram som bedrivs i samarbete med olika industriella och offentliga parter.

Förutsättningarna för industrins forsknings- och utvecklingsinsatser fastställs i stor utsträckning av marknadens krav och behov, vilka i sin tur beror på marknadspriser för el och värme men också till stor del av styrmedel och lagstiftning som regleras genom politiska beslut på såväl nationell som på EU-nivå. Styrmedel på energiområdet bör, för att ha en verklig påverkan, vara långsiktigt förutsägbara under en betydande del av den ekonomiska livslängden för de åtgärder som genomförs, vilket även har en betydelse för prioriterade områden och insatser för forskning och utveckling.

Energimyndigheten och den samverkande industrin kan således ha olika perspektiv på den forskning som bedrivs. Spridning och generalisering av lyckade resultat är viktigt för Energimyndigheten, som har ett övergripande ansvar för omställning av energisystemet, medan de finansierande företagen möjligen ser förbättring av den egna verksamheten som den största nyttan i de projekt man medverkar i. I det följande beskrivs ett antal aspekter som kan bedömas ha betydelse för inriktning och omfattning av fortsatta forsknings- och utvecklingsinsatser med relevans för samverkansprogrammets forskningsområde.

2.1 Samverkansprogrammets anknnytning till andra svenska forskningsprogram

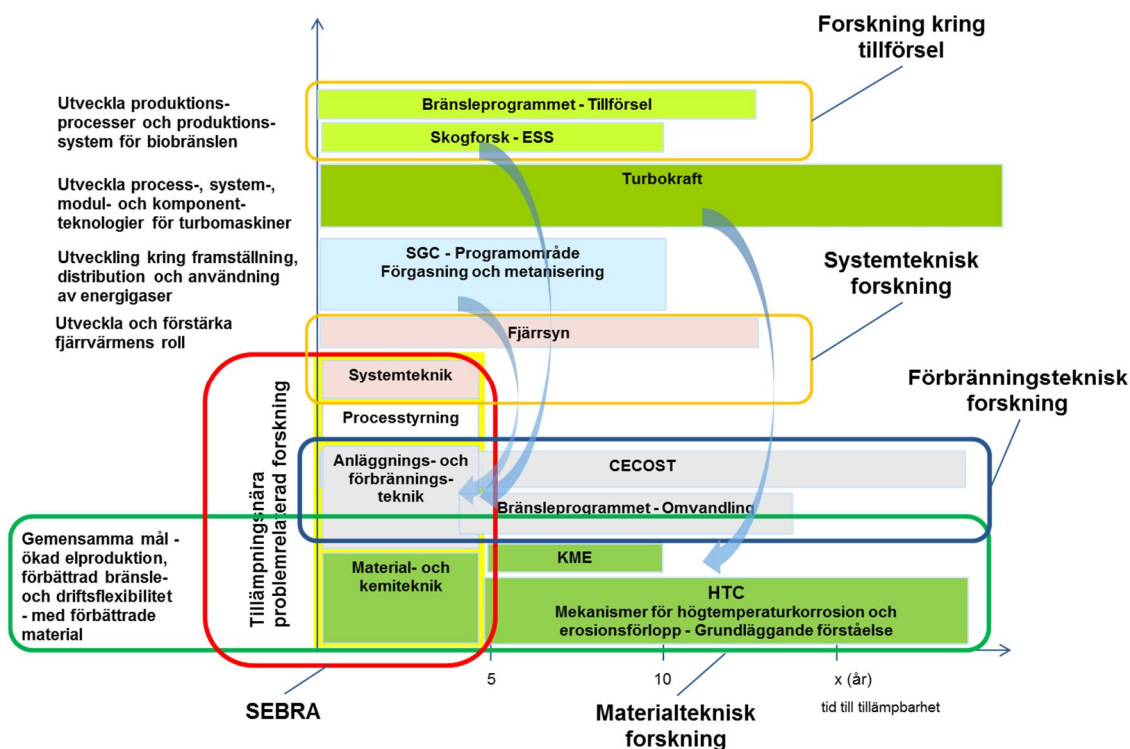
Samverkansprogrammets inriktning mot tillämpningsnära och problemrelaterad forskning med ett perspektiv till tillämpning på fem år gör det relevant att beakta genomförda och pågående forskningsinsatser inom andra forskningsprogram med längre tidshorisont och med forskningsprogram med närliggande applikationsområden.

Förutom att samverkansprogrammet utmärker sig genom sin inriktning på tillämpningsnära och problemrelaterad forskning kan det konstateras att programmet spänner över ett brett område, alltifrån relativt grundläggande materialteknik till forskning kring långsiktigt hållbara energisystemlösningar, uppdelat på fyra programområden med ett gemensamt programråd.

¹ I begreppet kraft- och värmeproduktionsanläggningar inkluderas skogsindustriella lut- och biobränslepannor

2.1.1 Översikt

Figur 3 nedan syftar till att ge en översikt över forskningsprogram med inriktning på utveckling av el- och värmeproduktion från förnybara bränslen och dess anknnytning till andra forskningsprogram som i någon mån bedriver forskning som har anknnytning till området. Samtliga redovisade program genomförs med stöd från Energimyndigheten. Utöver de redovisade programmen pågår utveckling med anknytande inriktning i Avfall Sveriges regi. Avfall Sverige samordnar och bedriver tillämpningsnära forskning och utveckling inom i princip hela området som täcks av SEBRA-programmet men koncentrerat till energiåtervinning ur avfall. Bland senare rapporter kan nämnas årliga kapacitetsutredningar för förbränningskapacitet och avfallsmängder, samt om provtagning, mätmetoder och kartläggning av egenskaper för olika avfallsbränslen. Forskningen och utvecklingen i Avfall Sveriges regi bedrivs på uppdrag av och bekostas i huvudsak av medlemmarna. Det förekommer att enskilda projekt har delfinansiering med statliga medel som söks av enskilda medlemmar. Forsknings- och utvecklingsprogrammet Waste Refinery, med syfte att möjliggöra en effektivare resurshantering och energianvändning av avfall i samhället, bedrevs med stöd från Energimyndigheten i två etapper 2007-2015. Sedan januari 2015 drivs Waste Refinery vidare som ett strategiskt nätverk av SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut.



Figur 3 Översikt svenska forskningsprogram inom och med anknytning till området bibränslebaserad el- och värmeproduktion med stöd från Energimyndigheten

Som framgår av figuren kan en kan en indelning i materialteknisk, förbränningsteknisk och systemteknisk forskning göras med anknytning till flera olika forskningsprogram. Det finns tydliga kopplingar mellan SEBRA och andra forsknings- och utvecklingsprogram som bedrivs med statligt stöd inom områden som materialteknik, förbränningsteknik, bränsleberedning och systemteknik med olika tidsperspektiv till tillämpning.

2.1.2 Materialteknik

Materialteknikforskning för termiska processer bedrivs inom tre olika program med finansiellt stöd från Energimyndigheten. Den grundläggande inriktningen på forskningen har till stor del varit mot att minska risken för högttemperaturkorrosion genom att ta fram förbättrade material, ytbeläggningar, mm som gör det möjligt att uppnå högre överhettar-temperaturer och högre ångtryck och härmed högre elverkningsgrad och större andel elproduktion från insatt biobränsle. Inriktningen har efterhand breddats till att även omfatta forskning med inriktning mot att minska risken för eldstadskorrosion vid eldning med svårare bränslen såsom avfallsbränslen.

Grundläggande forskning för förståelse av mekanismer för högttemperaturkorrosion bedrivs inom Kompetenscentrum Högttemperaturkorrosion (HTC) i syfte att utgöra kunskapsbas för mer processrelaterad forskning i Samverkansprogrammet Materialteknik för termiska energiprocesser (tidigare under perioden 1997-2014 Konsortium materialteknik för termiska energiprocesser (KME)) och den mer tillämpningsnära forskningen i SEBRA-programmet, främst inom programområdet Material- och kemiteknik men även med anknytning till programområdet Anläggnings- och förbränningsteknik. Den avgränsning som finns mellan samverkansprogrammen, Materialteknik för termiska processer respektive SEBRA, är att Materialteknik för termiska processer ska bedriva forskning med tillämpbarhet mellan fem och tio år medan SEBRA ska bedriva mer kortsiktig forskning med tillämpbarhet inom fem år.

Det är uppenbart att det finns såväl risk för överlapp mellan forskningsprogrammen som stora möjligheter till samverkan och synergier mellan dem. Det kan konstateras att flera personer är verksamma i båda programmen, såväl i styrgrupper och programråd som i forskningsprojekt, vilket bör ge möjligheter till ett värdefullt utbyte av forskningsresultat.

Ett visst överlapp bör kunna accepteras och kan sannolikt vara till godo både för att undvika glapp och för kunskapsöverföring mellan näraliggande områden. Det kan även vara fruktbart att liknande forskning bedrivs i olika forskningsmiljöer med olika intressenter och utförare, förutsatt att resultaten görs tillgängliga som utgångspunkt för fortsatt forskning.

Ett exempel på både överlapp och synergi är KME:s tidigare program för effektivare elproduktion från förnybara bränslen – Reference Power Plant (RPP) med målet på att ta fram ett koncept för demonstration av avancerade ångdata för biobränsleeldade kraftvärmeverk med 3-4%-enheter högre verkningsgrad och fullgod tillgänglighet. Detta projekt kan anses överlappa både programområdena Anläggnings- och förbränningsteknik och Material- och kemiteknik. Projektet berörde utvecklingsbehov i både kortare och ett längre perspektiv. Synergien utgjordes här av att den omfattande

kunskapsuppbyggnaden som gjorts inom Värmeforsk rörande förbränning av biobränslen, speciellt vad gäller material, överhettar- och eldstadskorrosion, bäddmaterialkemi, etc. kunde användas i nämnda KME-projekt. I KME-projektet kunde samlade kunskaper från Värmeforsk, KME och industrin appliceras på ett nytt totalt koncept.

Forskningen inom alla tre programmen behandlar korrosionsaspekter och andra materialfrågor både i pannor och i turbiner. Utveckling av turbomaskinteknik och relaterade processer bedrivs även med stöd från Energimyndigheten, sedan 2007, inom forskningsprogrammet Turbokraft, som behandlar liknande frågeställningar med liknande forskningsperspektiv som främst Samverkansprogrammet Materialteknik för termiska processer, men riktade enbart mot turbinteknik och turbinprocesser. Turbokrafts inriktning på process- och komponentutveckling skiljer sig därmed från den rent materialtekniska forskningen med inriktning främst på gasturbiner som bedrivs inom Samverkansprogrammet Materialteknik för termiska processer. Därmed synes det inte finnas någon risk för överlapp mellan forskningsprogrammen och möjligheterna till synergier bedöms vara höga genom att flera institutioner och företaget är verksamma i båda programmen.

2.1.3 Förbränningsteknik

Inom förbränningsteknik finns en liknande centrubildning som HTC för högttemperaturkorrosion, Centre for Combustion Science and Technology (CECOST), som bedriver grundläggande forskning i syfte att bland annat förbättra förbränningsprocesser med avseende på bränsleeffektivitet och miljöpåverkan. Främst programområdet Anläggnings- och förbränningsteknik inom SEBRA-programmet arbetar med frågeställningar som kan innebära en tillämpning av mer grundläggande forskning inom CECOST.

Det har genomförts flera omfattande forskningsprojekt med inriktning på förbränning av biobränslen och avfall inom ramen för CECOST. Under programperioden 2010-2013 har bland annat projekt inriktade på laserdiagnostik av förbränningsprocesser för fast biobränslen projekt för modellering av eldstäder och förbränningsrum för biobränslen genomförts. Resultaten från dessa grundläggande projekt bedöms vara intressanta för mer tillämpade studier inom SEBRA i framtida program.

2.1.4 Bränsleberedning

Forskning och utveckling kring framställning, distribution och användning av energigaser har bedrivits av Svenskt Gastekniskt Center (SGC) med stöd från Energimyndigheten. SGCs forskningsområde Förgasning och metanisering hade länge sitt fokus mot effektiv kraftvärmeproduktion men har under senare år främst inriktats mot forskning kring produktion av förnybara fordonsbränslen.

Förgasning har under senare programperioder även haft en betydande inverkan på programformulering och projektgenomförande inom SEBRA och föregångaren Värmeforsks basprogram.

Bränsleprogrammet omvandling, som bedrivs med stöd från Energimyndigheten sedan 2011, är inriktat mot ökad kunskap om och utveckling av teknik för förädling av bränsleråvara, samt för omvandling till värme och el i anläggningar upp till ca 10 MW. Programmet har en likartad inriktning som SEBRA men med en inriktning på mindre anläggningar. Tyngdpunkten när det gäller bränsleberedning ligger på densifiering av bränslen, till exempel pellets- och briketttillverkning, men forskning bedrivs även med inriktning på andra bränsleberednings- och bränsleförädlingstekniker, bland annat torkning. Möjligheterna till synergier mellan Bränsleprogrammet och SEBRA bedöms som betydande och riskerna för överlapp som mindre med den tydliga avgränsningen till mindre förbränningsanläggningar.

2.1.5 Processtyrning

Programområdet Processtyrning har ingen känd angränsande motsvarande anknytning till andra forskningsprogram som stöds av Energimyndigheten. Styr- och reglertekniska frågeställningar torde emellertid komma upp i de flesta av de program som genomförs på området.

2.1.6 Systemteknik

Programområdet Systemteknik inom SEBRA behandlar branschgemensamma systemteknikfrågor i kraft- och värmeanläggningar med fokus på samverkan mellan anläggningen och dess omgivning i form av flöden av bränslen, restprodukter, energi och andra resurser. Liknande frågeställningar som inom programområdet behandlas inom forskningsprogrammet Fjärrsyn, dock inom ett vidare teknikområde med fokus på de områden som inte omfattar själva el- och värmeproduktionsanläggningen (utan istället områden såsom bränsletillförsel, energieffektivisering och hushållning med primäre energi). Effekter av nuvarande och framtida styrmedel i energi- och klimatpolitiken innefattas och studeras också inom både Fjärrsyn och SEBRAs systemtekniska programområde.

2.2 Internationell forskning inom området

En sammanställning av utvecklingen inom forskningsområdet som skett utanför och parallellt med SEBRA-programmet bör även omfatta en internationell utblick. Det pågår forskning inom det aktuella området på många håll i världen. Forskning som är mer eller mindre relevant för svensk del. Sammanställningen begränsas av relevans- och resursskäl till de båda internationella samarbeten som Energimyndigheten medverkar i och stödjer - IEA Bioenergy och ERA-NET Bioenergy.

2.2.1 IEA Bioenergy

IEA Bioenergy är ett av de ca 40 Technology Collaboration Programmes (TCP) som pågår i IEAs regi med medverkan från IEAs 29 medlemmar (länder och EU). IEA Bioenergy bildades 1978 med syfte att förbättra samarbete och informationsutbyte mellan länder som har nationella program forsknings- och utvecklingsprogram inom bioenergi. För närvarande är 23 medlemmar registrerade som deltagare i IEA Bioenergy, förutom

EU och de flesta europeiska länder även USA, Australien, Nya Zeeland, Brasilien, Japan och Korea.

De projekt som genomförs inom ett TCP finansieras genom att alla deltagare skjuter till resurser antingen finansiellt (cost-sharing) eller med arbetstid (task-sharing). Vanligen finns inslag av båda formerna men en förskjutning har skett senare år mot ökad "task-sharing". Ofta, men inte alltid, sker kostnadsfördelningen i förhållande till ländernas storlek så att stora länder betalar mer. Sverige representeras av Energimyndigheten som anslår pengar till verksamheten.

TCP bedrivs i särskilda programområden (Tasks) normalt i 3-årsperioder. Under perioden 2013-2015 har 10 Tasks varit verksamma inom IEA Bioenergy med inriktning på olika forskningsområden enligt Tabell 1.

Tabell 1 IEA Bioenergy programområden 2013-2015

Task	Task
32 Biomass Combustion and Co-firing	38 Climate Change Effects of Biomass and Bioenergy Systems
33 Gasification of Biomass and Waste	39 Commercialising Conventional and Advanced Liquid Biofuels from Biomass
34 Direct Thermochemical Liquefaction	40 Sustainable biomass markets and international bioenergy trade to support the biobased economy
36 Integrating Energy Recovery into Solid Waste Management	42 Biorefining in a future BioEconomy
37 Energy from Biogas	43 Biomass Feedstocks for Energy Markets

Sverige är mycket aktivt i IEA Bioenergy och medverkar i samtliga programområden utom Task 42. Samtliga programområden fortsätter sin verksamhet under perioden 2016-2018.

Inom de flesta programområden publiceras statusrapporter som sammanfattar teknikstatus och pekar på angelägna områden för fortsatta insatser baserat på rapportering och bidrag från de nationella programmen i flera länder. Svenska forskningsinstitutioner och företag är mycket aktiva då det gäller att presentera forskningsresultat på de konferenser som anordnas inom respektive programområde. Inom de områden med inriktning på bränslebaserad produktion av el och värme, vilka bedöms som mest relevanta att jämföra med SEBRA-programmet, Task 32, 33, och 43, medverkar en stor andel svenska forskare. De rapporter som presenteras har betydande relevans för SEBRA-programmet och i flera fall redovisas resultat som tagits fram inom SEBRA och Värmeforsks basprogram, exempelvis avseende överhettarkorrosion. Det kan emellertid konstateras

att stort utrymme ges åt teknik som är mindre använd i Sverige och Norden generellt. De mest tydliga är ett stort fokus på sameldning av kol och biobränslen och på ORC-teknik.

Utifrån en genomgång av rapporter och konferensbidrag från Task 32, 33 och 43 kan det noteras att materialet har en stor potential som referens- och informationsmaterial men det är svårt att identifiera kunskapsluckor med relevans för svenska förhållanden och den tillämpningsnära forskningen inom SEBRA-programmet.

2.2.2 ERA-NET Bioenergy

EU-kommissionen har med ERA-NET skapat ett instrument för samverkan med forskningsfinansiärer i andra EU-länder. Syftet är att stärka europeisk forsknings- och utvecklingssamverkan och att på lång sikt öppna upp nationella program för deltagande av forskare från andra länder och därigenom bidra till rationalisering av FoU-insatser inom Europa.

Programmet ERA-NET Bioenergy har funnits sedan 2004. Till och med 2010 finansierades programmet av EUs sjätte ramprogram men sedan dess är ERA-NET självfinansierat på medlemsbasis. För närvarande finns åtta medlemmar² i ERA-NET Bioenergy och Sverige representeras av Energimyndigheten.

Forskningsprojekten inom ERA-NET Bioenergy tas fram genom öppna utlysningar som medlemsländerna kan besluta att delta i. Ett grundläggande krav är deltagande av minst två forskningsinstitutioner eller företag från olika länder i varje projekt. För närvarande löper den tionde utlysningen med deadline den 30 maj 2016. De utlysningar som genomförts framgår av Tabell 2.

Tabell 2 Utlysningar inom ERA-NET Bioenergy

	Rubrik	Utlysningsdatum		Rubrik	Utlysningsdatum
1	Small Scale Combustion	1 mars 2006	6	Biogas and Energy Crops	1 mars 2012
2	Gasification	1 juni 2007	7	Small-scale heat and power	1 mars 2013
3	Short rotation coppice	2 januari 2008	8	Integrated biorefinery	10 februari 2014
4	Clean Biomass combustion	9 februari 2009	9	Bioenergy concepts	11 november 2014
5	Sustainable forest	Februari 2010	10	Biobased Economy	12 oktober 2015

² Österrike, Tyskland, Irland, Nederländerna, Polen, Sverige, Schweiz och Storbritannien

Genomförandetid för projekten är normalt tre år. Hittills har projekten under utlysning 1-5 slutförts medan projekten under utlysning 6-8 pågår. Projekten under utlysning 9 är enligt ERA-NET Bioenergys webbplats fortfarande under utvärdering.

Svenska institutioner och företag finns representerade som projektgenomförare i sammanlagt 21 projekt under alla utlysningar utom under utlysning 8. Bland de svenska deltagarna kan nämnas SP, SLU, Umeå universitet, KTH m fl.

Den offentliga redovisningen av projektresultat är generellt knapphändig. Det är därför svårt att dra slutsatser i vad mån forskningen inom ERA-NET Bioenergy har beröringspunkter med den som genomförs inom SEBRA även om rubrikerna på utlysningarna antyder att så kan vara fallet. Flera av utlysningarna förefaller dock ha en inriktning på mer småskaliga system än vad som är aktuella i SEBRA.

I en utvärdering av utlysningar inom ERA-NET som utfördes på uppdrag av Energimyndigheten konstateras bland annat att "Genomförandet av gemensamma projekt har gett ökad insikt i hur internationellt samarbete bedrivs, och anses också ha bidragit till att höja kvaliteten på såväl verksamheten som på resultaten, även om det i enstaka fall beskrivs att dessa utlysningar inte tillför något, utan endast utgör ytterligare ett sätt för forskare att söka finansiering för de projekt de hade tänkt genomföra i alla fall. Kunskapsöverföringen till och från Sverige uppges emellertid också ha ökat, såväl mellan projektdeltagare som mellan forskningsfinansiärer."³

2.3 Marknadsförändringar

Elpriset har en betydande påverkan på utvecklingen av biobränslebaserad kraft- och värmeproduktion. De senaste åren präglas av ett långvarigt relativt sett lågt elpris. Orsakerna till de lägre elprisnivåerna är flera som samverkar; högre nivåer i vattenmagasinen, relativt sett hög tillgänglighet för kärnkraften, mildare väder, utbyggnad av vindkraft, låga priser på utsläppsätter och kol vilket bidrar till låga importpriser på el.

De relativt sett stabilt låga elpriserna under senare år har haft viss inverkan på forskningsinsatserna t ex inom KME och Samverkansprogrammet Materialteknik för termiska processer, genom en förskjutning från en ursprungligen mycket tydlig inriktning på materialförbättringar för ökad effektivitet och verkningsgrad mot kostnadsreduktioner genom förbättrad driftstillgänglighet och möjligheter att använda billigare bränslen (med bibehållen verkningsgrad), företrädesvis i befintliga anläggningar. Exempelvis har målet för KME diversifierats från att under programetappen 2006-2009 i princip enbart vara inriktat mot att möjliggöra kommersiell drift av elproducerande anläggningar vid förhöjda ångtemperaturer för att härigenom uppnå ökad verkningsgrad och ökad elproduktion till att i den nuvarande etappen ha som mål att bidra även till ökad elproduktion genom förbättrad tillgänglighet, bränsleflexibilitet och driftsflexibilitet. Möjligheterna att använda

^FFaugert Utvärdering AB, Utvärdering av gemensamma utlysningar inom ERA-NET Bioenergy, PV ERA-NET och Eracobuild

”svåra” förnybara bränslen med bibehållen verkningsgrad betonas i programbeskrivningen för Samverkansprogrammet Materialteknik för termiska processer.

Andra exempel på förskjutningar som skett i inriktning för de materialtekniska forskningsprogrammen är ett ökat fokus på effekter av cyklisk drift i biobränsleeldade kraftvärmelanläggningar. De förändrade driftsförhållanden som blir resultatet av högre andel intermittert tillgänglig elproduktion, främst vindkraft, leder till ökad andel cyklisk drift i anläggningarna. Den cykliska driften, med kortare och mer sporadiskt återkommande drifttider, ställer annorlunda och ur flera aspekter högre krav på material i pannor, brännkammare, överhettartytor, turbiner och andra delar i kraftverken.

Möjligheten att använda kraftvärmeverk för produktion av reglerkraft bedöms vara ekonomiskt intressant men ställer stora krav på lastföljning som innebär högre påfrestningar på material och komponenter. Flera av SEBRAs programområden tar upp frågeställningar kopplade till cyklisk drift och frågan betonas i programbeskrivningen för den pågående programperioden av Samverkansprogrammet Materialteknik för termiska processer och så även för SEBRA. Frågan bedöms få än större betydelse framöver i takt med att intermittert tillgängliga produktionsslag, i huvudsak vindkraft, fortsätter att byggas ut och stå för en allt större del av den svenska elproduktionen, särskilt i Syd- och Mellansverige. Projekt med inriktning mot att bedöma lämpligheten i att biobränsleeldade kraftvärmeverk deltar i frekvensreglering har genomförts i det pågående SEBRA-programmet⁴ och utmynnat i att de studerade anläggningarna bedöms ha goda förutsättningar för att bidra till frekvensreglering vid bortfall av intermittert tillgänglig produktion. Det konstateras emellertid att det finns flera aspekter som behöver studeras ytterligare och närmare, beträffande bland annat behov av mer noggranna simuleringsmodeller för att finna de mest kostnads- och verkningsgradseffektiva körstrategierna, förutom de rent tekniska frågorna som är kopplade till en mer cyklisk drift.

2.4 Strukturförändringar

Strukturförändringar inom branschen och industrin bidrar till behovet av forsknings- och utvecklingsinsatser. Flera projekt inom Värmeforsks basprogram och SEBRA-programmet har genomförts i syfte att utveckla nya bränslen och produkter från industriella processer och anläggningar.

Vid tiden för inledningen av den pågående programperioden i SEBRA-programmet planerades flera storskaliga energikombinat och förgasningsanläggningar i Sverige. EUs NER300-program sattes i verket med en första utlysning 2010-2012. Utlysningen lockade flera svenska projekt, såsom Pyrogrot (produktion av pyrolysolja vid Billerud Skärblacka), GoBiGas II (förgasning av biomassa, Göteborg Energi), Bio2G (förgasning av biomassa, E.ON) och flera projekt i SEBRA-programmet har en inriktning mot att utveckla koncept som stödjer dessa och andra projekt inom området energikombinat och förgasning. Trots att tre svenska projekt kvalificerades för stöd från NER300-programmet har inget av dem kommit till stånd, utan samtliga är idag nedlagda och förutsättningarna för att de ska

⁴ Rapport 1261

komma till stånd inom överskådlig tid förefaller inte finnas. Frågan om utveckling av energikombinat och storskalig förgasning av biomassa framstår fortsatt som relevant, bland annat med bakgrund i den strukturomvandling som pågår inom den svenska skogs-, pappers- och massaindustrin. Trenden går mot minskad tidningspappersproduktion och flera pappersbruk ändrar produktion till andra papperssortiment men söker även möjligheter till omställning av processerna till andra produkter baserad på skogsråvaror, till exempel förnybara råvaror till kemiindustrin eller för energiomvandling. Exempel på det senare kan exempelvis vara förnybara flygbränslen där projekt genomförts under de senare etapperna av Värmeforsks basprogram.⁵

Exempel på andra strukturförändringar som redan idag kan anses vara ett faktum och som kan förväntas få ytterligare ökad betydelse för branschen är krav från såväl el- som fjärrvärmekunder om fullständigt fossilfria leveranser och en ökad materialåtervinning inom avfallsbranschen.

Krav och önskemål om helt fossilfria leveranser av fjärrvärme och el kan innebära att finna lösningar för fossilfria alternativ som start- och stödbränsle i avfallseldade anläggningar. Idag används normalt eldningsolja och i vissa fall bioolja som startbränsle och som stödbränsle för att upprätthålla temperaturen till minst 850 °C enligt förbränningsdirektivet. Forskningsinsatser både för att minska behovet av start- och stödbränsle och för att finna metoder för att använda andra förnybara bränslen kan bli aktuella.

En ökad materialåtervinning kan förväntas förändra tillgången och sammansättningen av det avfall som går till förbränning i framtiden, både genom att de fraktioner som går till förbränning blir mer ensartade och homogena (monofraktioner) och genom att mängden avfall till förbränning förändras. Möjligen kan utvecklingen inom avfallsområdet även leda till att nya avfallsfraktioner uppstår, vars lämplighet som bränsle kan behöva utredas.

Inom området Processtyrning har ett särskilt behov av att förbättra datasäkerheten med hänsyn till de stora mängder data som genereras vid övervakning och fjärrstyrning av många mindre obemannade anläggningar identifierats.

2.5 Lagstiftning och styrmedel

Anpassning av anläggningar till nya och förändrade miljökrav till följd av EU-direktiv och nationella miljökrav bedöms vara en angelägen och lämplig uppgift för tillämpningsnära och problemrelaterad forskning till samordnad nytta för branschen. Till de direktiv som nämns i programbeskrivningen för den pågående programperioden, vattendirektiven 2000/60/EG och 2008/105/EG samt industriutsläppsdirektivet 2010/75/EU, kan läggas det så kallade MCP-direktivet som antogs av Europeiska rådet i november 2015. Direktivet syftar till begränsning av emissioner från medelstora förbränningsanläggningar 1-50 MW. Flera projekt har genomförts under den pågående programperioden i syfte att förbereda för införandet av direktivet som omfattar specifika emissionsgränser för svaveldioxid, kväveoxider och stoft samt regelverk för att kontrollera andra emissioner,

⁵ Rapport 1125

såsom CO. Ytterligare insatser för att bedöma behovet av anpassning av aktuella anläggningar till direktivets krav kan förväntas uppstå, trots en relativt sett generös tidplan för nationell implementering av direktivet.

2.6 Bedömning av kunskapsluckor

Syntesens huvudmål är att klargöra vilka slutsatser som kan dras av programmet och att identifiera kunskapsluckor som hindrar områdets utveckling. Detta i syfte att sprida kunskapsläget inom forskningsområdet och som underlag för planering av fortsatt verksamhet inom området.

Generellt bedöms programbeskrivningen⁶ för samverkansprogrammet ta upp angelägna forskningsområden och problemställningar. Inför varje programperiod görs en omfattande analys av programområdet av det tillsatta forskningsrådet som består av representanter för forskare, tillverkare och användare. Härigenom bedöms kopplingen till verkliga behov och problemställningarnas relevans vara säkerställd genom det inflytande som branschen har på programmets innehåll.

I de följande kapitlen redovisas de genomförda projekten. Behovet av fortsatt forskning analyseras och aspekter som bedöms som viktiga för den fortsatta utvecklingen identifieras. Analysen av kunskapsluckor görs i förhållande till programbeskrivningarna för respektive programområde och kopplat till de aspekter kring samverkan med och erfarenheter från andra forskningsprogram och de omvärldsfaktorer som beskrivits ovan.

⁶ Programbeskrivning Samverkansprogrammet bränslebaserad el- och värmeproduktion 2013-2015, Energimyndighetens diarienummer 2012-000986, daterad 2013-02-21

3 Programområdet Anläggnings- och förbränningsteknik

3.1 Programområdets inriktning

Den övergripande målsättningen med forskningen inom programområdet Anläggnings- och förbränningsteknik är att ta fram kunskap som bidrar till att öka effektiviteten för befintliga och nya energianläggningar. Syftet är att produktionen skall effektiviseras ur miljömässiga, tekniska och ekonomiska aspekter.

Målet är härmed att kunskap skall tas fram för att kunna utforma delsystem och hela anläggningar med ambitionen att öka tillgängligheten, optimera drifttiden under året, optimera elproduktion, minimera miljöpåverkan samt skapa förutsättningar för att elda olika typer av bränslen.

Programmet för 2013-2015 är indelat i tre huvudområden:

- Effektivt anläggningsutnyttjande
- Optimal bränslebas
- Minimerad miljöpåverkan

Förbättrad effektivitet innebär att hushålla med resurser, ökad potentiell produktion, minskad miljöpåverkan och reducerade produktionskostnader. En förbättring av elverkningsgraden i ett kraftvärmeverk ger en ökad elproduktion, med hög bränsleeffektivitet, baserat på ett givet värmeunderlag. Drivkraften för att förbättra elverkningsgraden i det korta perspektivet är naturligtvis starkt kopplat till prognoser på elpris, pris på elcertifikat mm, vilka har förändrats under programperioden. Även om de ekonomiska faktorerna, som avgör lönsamheten för effektivisering av anläggningar, kommer att variera i det korta perspektivet är detta huvudområdet långsiktigt av stort intresse.

Ökad konkurrens om bibränslen och avfallsbränslen samt en strävan att reducera produktionskostnader medför att nya och svårare bränslen introduceras i befintliga anläggningar och att bränsleflexibilitet eftersträvas i nya anläggningar. En breddning av bränslebasen innebär risk för ökade drift- och underhållskostnader och försämrad tillgänglighet. Kunskaper om åtgärder och anläggningsutformning för att bredda bränslebasen är fortsatt av stort intresse.

Att minimera miljöpåverkan är ett angeläget huvudområde. Successivt ställs allt hårdare miljökrav på el- och värmeproducerande anläggningar baserat på EU-direktiv, nationella mål och lokala myndigheter. IED (Industriutsläppsdirektivet)⁷ med tillämpning inom svensk lagstiftning skall uppfyllas. BAT (Best Available Technology) introduceras med rörliga mål för emissioner. Även arbetsmiljö bör vara i fokus i samband med hantering och lagring av nya och svåra bränsletyper.

⁷ DIRECTIVE 2010/75/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control)

3.2 Effektivt anläggningsutnyttjande

Forskningsområdet syftar till "optimera och effektivisera driften vid energiomvandling i befintliga och nya anläggningar". Härmed avses förbättrade verkningsgrader, ökad tillgänglighet och ökad utnyttjande av anläggningar i givna system.

3.2.1 Genomförda projekt

De projekt som genomförts inom forskningsområdet framgår av Tabell 3.

Tabell 3 Projekt inom Effektiv anläggningsutnyttjande

Rapportnr	Titel	Sammanfattning
1257	Sotningsmetoder för anläggningar som använder besvärliga bränslen	Projektet omfattar genomgång och dokumentation av sotningsutrustning i ett 30-tal avfalls- och biobränsleeldade anläggningar. Slutsatserna av studien är att det inte finns något enkelt svar på vilken sotningsmetod som är drifts- och kostnadsmässigt effektivast för varje enskilt fall. Men då kostnaderna för sotning kan vara betydande är det en viktig slutsats att de bör mätas och följas upp. Resultaten av studien bedöms vara direkt tillämpbara i praktiken då det gäller att ge erfarenhetsåterföring och underlag för investeringsbeslut.
2015:188	On-line övervakningsteknik för fluidiserade bädd i BFB pannor	Projektet syftar till att utveckling av en ny metod för mätning av fluidisering av sandbädden i BFB-pannor. Man vill tidigt kunna upptäcka försämringar i fluidiseringar genom att kontinuerligt mäta fluidiseringshöjden och hur höjden varierar över tiden i olika zoner i pannan. Resultaten visar att mikrovågsradarsensorn SITRANS LR560 har god potential för detta ändamål. Vidareutveckling av tekniken genom längre testperioder och i fler bäddzoner rekommenderas.
2015:213	Avancerad temperaturmätning på/i/under ytbeläggningar syftande till optimering av förbränningsystem	Projektet har som mål att förbättra möjligheterna till beröringsfri temperaturmätning i miljöer med mycket hög temperatur, främst i gasturbiners brännkammare, med syfte att bättre kunna kontrollera temperaturfördelningen särskilt vid drift med gas med varierande sammansättning som ofta är fallet med biogas. Resultaten visar att två lämpliga sensorer kunde identifieras: DySZ och Y2O3:Eu. Testförsöken visar på positiva resultat, dock finns det avvikelser mellan de uppmätta och de beräknade temperaturerna som borde undersökas vidare.

2015:168, 169	Snabb fuktighetsbestämning av biobränsle med radarteknik – SNABB	Projektets syfte är att visa på en metod, baserat på radarsystem, för snabbare och tillförlitlig fukthaltmätning. Detta bedöms kunna leda till effektivare logistik och bränslehantering och därmed kostnadsbesparingar. Resultaten visar att om noggrannheten ökar med en procentenhet, kan mätning med radar kunna matcha kraven i den nya virkemätninglagen. Det finns fortfarande oklarheter kring hur temperatur och densitet ska kunna modelleras för att öka noggrannheten i fukthaltbestämningen.
------------------	---	---

3.2.2 Resultatsyntes och kunskapsluckor

Fokus för de genomförda projekten ligger i huvudsak på att ta fram metoder och teknik för att minska driftstörningar och öka tillgänglighet. De två mätningsprojekten är teknikutvecklingsprojekt i ett relativt sett tidigt stadium och ytterligare utvecklingsarbete återstår innan respektive teknik är tillämpbar i praktisk drift.

Forskningsprogram som behandlar frågeställningar likande de som behandlas inom programområdet Anläggnings- och förbränningsteknik i SEBRA-programmet, men på en väsentligt mer grundläggande forskningsnivå, är enligt figur (i kap 2.1.1) kompetenscentret CECOST.

De två projekt som behandlar nya applikationsområden för radarteknik för bestämning av fluidiseringsstatus i BFB-pannor och fukthalt i träflis, liksom projektet avseende beröringsfri temperaturmätning bedöms ha viss anknytning till liknande mättekniska frågeställningar som studeras inom ett CECOST-projekt avseende avancerad laserdiagnostik. För beröringsfri temperaturmätning bör samverkansmöjligheter finnas med HTC. Bedömningar av erforderlig tid till kommersiell användning bör bedömas i respektive fall. Erfarenhets- och kompetensutbyte samt eventuell samordning av forskningsinsatser kan bidra till att minska kunskapsluckorna inom detta område.

I projektet avseende sotningsmetoder har en kartläggning gjorts som visar att det är svårt att dra generella slutsatser. Det bedöms angeläget att bedöma i vad mån ytterligare insatser kan skapa förutsättningar för att skapa en mer tydlig bild, möjligen en "sotningshandbok" som är till nytta för en övervägande del av branschen.

Bland de intressanta områden där det finns potential att genomföra studier och tester kan nämnas förbättrad processutformning, ångcykeloptimering och energikombinatlösningar samt mer fokus på ökad elproduktion. Även projekt inriktade på förbättrade dellastegenskaper, driftsätt och askhanteringssystem samt ökad utnyttjandetid är önskvärda.

3.3 Optimal bränslebas

Området syftar till att kunna utöka bränslebasen för energiomvandling, i befintliga och nya anläggningar, via förbättrade förbränningstekniska lösningar, additiv, ny mätteknik samt bättre hantering, beredning och karakterisering av bränsle.

Bakgrunden är att en ökad efterfrågan på biobränsle och framförallt på billigare biobränslen när konkurrensen ökar. En strävan mot lägre produktionskostnader leder till att anläggningsägare önskar använda billigare bränslen som normalt är svårare att hantera och förbränna. Utrustning riskerar att utsättas för högre slitage, beläggningsbildning, ökad korrosion och sintring. Ofta ställer användning av sämre bränslen större krav på bränsleberedningen. Totalt sett innebär detta ökad risk för lägre tillgänglighet och ökade underhållskostnader.

3.3.1 Genomförda projekt

Fokus för forskningen är att minska dessa risker genom ökad kunskap om metoder att minimera driftsproblem bland annat genom att göra ett aktivt bränsleval och via kombination med tillsats av additiv skapa en optimal bränsleblandning. I Tabell 4 nedan ges en lista med kortfattade sammanfattningar på projekten.

Tabell 4 Projekt inom Optimal bränslebas

Rapportnr	Titel	Sammanfattning
1254	Förutsättningar för branschgemensamma specifikationer för flytande biobränslen	Studien avseende förutsättningar för branschgemensamma specifikationer av flytande biobränslen kan vara av nytta för nya användare av dessa bränslen men även som underlag för vidare klassificering och standardisering. Studien förmedlar emellertid inte en klar bild över om det finns ett behov av specifik klassificering och standardisering av flytande biobränslen.
1259	Bränslehanterings betydelse för homogenisering och segregering av mixade biobränslen	Homogenisering av biobränslen är viktigt för att undvika variationer i bäddtemperatur, förskjutning av förbränningen i eldstaden, slaggningshalten, halten oförbränt och bildning av CO och NOx. Studien visar att det är komplexa processer och att modelleringar och simuleringar för att öka kunskapen om fenomenen är komplicerade. De råd som ges i studien bedöms som värdefulla för drift av befintliga bränslehanteringsanläggningar och för projektering av nya anläggningar.

2015:191	Provedning av pyrolysolja för kraftvärmeproduktion	Pyrolysolja har bedömts kunna ha stor potential som alternativ till andra flytande biobränslen och naturligtvis som alternativ till fossila flytande bränslen. Förbränningstest vid block 3 på Karlshamnsverket visar på mycket god förbränning med befintlig tändbrännare. En marginell ökning av rökgasvolymen vid samma tillförda termiska effekt har detekterats. Pyrolysoljan halverade NOx-halten jämfört med HD-olja och elfiltret gav en högre avskiljningsgrad för stoft.
2015:149	Färdig bränslemix: Bränsleblandningar av halm, flis och additiv från terminal till värme-, kraftvärmeverk	Studien tar sin utgångspunkt i att utveckla möjligheterna att utnyttja halm som bränsle i biobränsleeldade pannor. Ett sätt att minska askrelaterade driftproblem är att tillsätta lämpliga additiv. Svavel och olika lermineral, bl.a. kaolin har visat sig kunna användas för att omvandla alkaliklorider till mindre korrosiva alkalisulfater, respektive fånga in kalium och/eller höja smältpunkten hos den bildade askan vid biobränsleförbränning och därmed minska såväl beläggnings- som korrosionsproblematiken. I studien görs försök med svavel respektive gips med resultat att gips kan uppnå samma effekt som svavel vid användning som additiv.

3.3.1 Resultatsyntes och kunskapsluckor

Två av projekten behandlar fasta biobränslen medan de två övriga behandlar flytande biobränslen. De båda studierna av fasta biobränslen tar sikte på förbättringsmöjligheter i bränslehanteringen.

Det projekt som behandlar bränslehanteringsens betydelse för homogenisering och segregering av mixade biobränslen visar att det är svårt att dra generella slutsatser. Det bedöms angeläget att bedöma i vad mån ytterligare insatser kan skapa förutsättningar för att skapa en mer tydlig bild, möjligen en "bränslehanteringshandbok" som är till nytta för en övervägande del av branschen. Liknande överväganden bör göras beträffande studien avseende förutsättningar för branschgemensamma specifikationer för flytande biobränslen. Behovet av specifik klassificering och standardisering bör i första hand övervägas varefter behovet av ytterligare insatser kan klarläggas.

Beträffande projektet som behandlar färdig bränslemix av halm, flis och additiv baseras resultatet bland annat på förbränningsförsök i enbart en typ av pannor, planrostpannor, under en begränsad tid. Längre försök i olika typer av pannor med olika förutsättningar för inblandning av additiv torde behövas för att resultaten ska kunna få en mer generaliserad tillämpning. Samtidigt bör det övervägas en studie av de ekonomiska förutsättningarna för användning av återvunnet gips som bränsleadditiv.

Projektet som avser provedning av pyrolysolja har viss koppling till storskalig produktion av pyrolysolja. Möjligen kan projektets relevans ha minskat genom att det under projekttiden klarlagts att den storskaliga kommersiella anläggning för produktion av

pyrolysolja⁸ som var i planeringsstadiet i programperiodens början inte kommer att byggas.⁹

Projekt med inriktning på hur heterogena bränslen med snabba fukthaltförändringar påverkar förbränningsmiljön i en rosterpanna är intressant. Vidare önskas fler projekt som syftar till att karaktärisera och standardisera bränslen.

3.4 Minimerad miljöpåverkan

Syftet med forskning och utveckling inom området "Minimerad miljöpåverkan" är att sprida kunskap om metoder och angreppssätt för att minska utsläpp av emissioner till luft samt för restprodukter som bildas vid förbränning och rökgasrening.

Breddning av bränslebasen i både befintliga och nya anläggningar innebär nya utmaningar att klara befintliga och kommande utsläppskrav. Både miljökrav och miljörapportering för förbränningsanläggningar påverkas av olika EU-direktiv och deras tillämpning inom svensk lagstiftning.

För mindre anläggningar kan det ofta vara svårt att på ett kostnadseffektivt sätt efterleva uppsatta emissionskrav. Med dagens ökande utsläppskrav behöver teknik vidareutvecklas för detta område.

3.4.1 Genomförda projekt

De projekt som genomförts inom forskningsområdet framgår av Tabell 5.

Tabell 5 Projekt inom Minimerad miljöpåverkan

Rapportnr	Titel	Sammanfattning
1244	Miljöprestanda i små förbränningsanläggningar, 2-10 MW	Studien redovisar ett antal koncept för primäråtgärder, d.v.s. åtgärder för att minska bildning av emissioner, som alternativ till konventionell rökgasrening baserat på intervjuer med forskningsaktörer och leverantörer av pannor och rökgasreningsutrustning. Det konstateras att, för att nå lägre emissioner av stoft, behövs mer tillämpad forskning och utveckling av ombyggnadskoncept för minimering av bildning av stoft och nya pannor med låga stoftutsläpp.

⁸ Projektet Pyrogrot som var planerat att genomföras vid BillerudKorsnäs AB i Skärblacka

⁹ <http://www.ner300.com/?p=328>

Projekt-tiden förlängd	Aerosolkatalysatorer för kväveoxidreduktion	Projektet har inriktning på att lösa problematiken kring att klara emissionsgränsvärden i mindre anläggningar. Försök görs i mikroskala i laboratorium med olika preparationsmetoder för katalytiskt aktiva aerosoler. För att resultaten av projektet ska bli allmänt tillämpliga återstår forsknings- och utvecklingsinsatser för att skala upp tekniken/processen. Vid tidpunkten för denna syntesrapport fanns inga resultat från projektet tillgängliga.
2015:142	Emissionsmätningar i förbränningsanläggningar - state-of-the-art 2014	Mäthandboken (Värmeforsks mäthandbok) har sedan den första utgåvan 1996 tidigare uppdaterats vid två tillfällen, 2000 och 2005. Den uppdatering av mäthandboken som gjorts inom programperioden bedöms ha stor relevans och en omedelbar generell tillämpning inom branschen.
2015:190	Integrerad mätmetod för hygieniska gränsvärden för damning vid värme- och elproduktion	Damning vid el- och värmeproduktion är ett problem och projektet föranleds av att nya föreskrifter och allmänna råd för hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar infördes vid halvårsskiftet 2012. ¹⁰ Inom projektet genomfördes luftkvalitetsmätningar vid fyra anläggningar under normal drift. Projektet har tagit fram en strategi och mätplan som säkerställer Arbetsmiljöverkets krav på mätdata och underlättar spårning av utsläppskällor. Även en åtgärdslista för att minska exponeringsriskerna har tagits fram.
Projekt-tiden förlängd	Miljövänligare och effektivare förbränning i fluidbädd med manganmalm som bäddmaterial	Projektet utfördes inledningsvis i labbskala men innehåller även försök som utförts i testanläggningen vid Chalmers panncentral. Projektet avser att visa att minskade utsläpp av emissioner såsom CO och NO kan uppnås genom att helt eller delvis byta ut den inerta sandbädd som normalt används vid fluidiserad bäddförbränning mot ett högeffektivt aktivt syrebärrmaterial i form av manganmalm. Vid tidpunkten för denna syntesrapport fanns inga resultat från projektet tillgängliga.

¹⁰ Arbetsmiljöverket, Föreskrifter och allmänna råd om hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar (AFS 2011:18)

2015:189	Salix som bränsle från kadmiumbelastad åkermark	Projektet syftar till att identifiera eventuella problem som förbränningsanläggningar måste handskas med vid användning av salix med höga kadmiumhalter. Tester and analyser utfördes vid Ystads värmeverk. Upp till 50 volym% salix användes i bränslmixen utan att påverka anläggningens prestanda. Huvuddelen av kadmiumet fångades i flygaskan i cyklonen samtidigt som en marginell haltökning noterades i kondensatet. Det rekommenderas att andelen flygaska i askan (blandning av flyg- och bottenaska) som återförs till skogen hålls under 30 % för att klara av riktvärdet på 30 mg/kg DM. Det konstateras även att hanteringen av flygaskan medför extra kostnader.
----------	---	---

3.4.2 Resultatsyntes och kunskapsluckor

Projektet avseende miljöprestanda i små anläggningar som föranleds av det kommande EU-direktivet får betraktas som en inledande kartläggning av möjliga metoder för att på ett ekonomiskt rimligt sätt anpassa befintliga och nya mindre anläggningar till de kommande kraven. I rapporten framhålls särskilt de förväntade kraven för stoftutsläpp som särskilt utmanande. Flera forskningsarbeten kring bildning och emissioner av stoftpartiklar vid förbränning av biobränsle finns tillgängliga, så kunskapsläget är relativt gott. Tillgången till färdiga lösningar för kostnadseffektiv reduktion av bildning av stoftpartiklar vid förbränning av biobränsle är emellertid begränsat. För att nå lägre emissioner av stoft behövs mer tillämpad forskning och utveckling av ombyggnadskoncept för minimering av stoftbildning och nya pannor med låga stoftutsläpp. Alternativet är att reducera stoftutsläppen med högeffektiv stoftreningsutrustning (spärrfilter, elfilter), vilket är förhållandevis dyrt med dagens teknik för pannor under 10 MW.

Projektet avseende användning av manganmalm som bäddmaterial omfattar i första hand försök i lab-miljö med kompletterande provledning i pilotanläggning. Projektet är i huvudsak av grundläggande karaktär och praktisk tillämpning av resultaten bedöms inte vara möjlig innan förbränningsförsök i större skala kunnat genomföras. Det går inte att ta ställning till eventuella kunskapsluckor förrän rapporten är tillgänglig.

Studien kring användning av salix med höga kadmiumhalter genomförs som förbränningsförsök i full skala i syfte att, utifrån analysresultat och erfarenheter från tidigare och pågående projekt, föreslå åtgärder som kan minska miljöproblem vid hantering av aska och kondensat med förhöjda kadmiumhalter vid förbränning av salix. Projektets relevans ligger främst i att salix används som fånggröda för att bryta kretsloppet för tungmetaller i naturen, främst kadmium.

Frågeställningen om hygieniska gränsvärden kopplade till damning vid el- och värmeproduktion och anpassning till nya föreskrifter bedöms vara generellt intressant för branschen. SEBRA-programmet (eller tidigare Värmeforsks basprogram) har hittills inte haft fokus på arbetsmiljöfrågor. En öppning mot dessa frågeställningar kan innebära att

andra arbetsmiljöfrågor av allmänt intresse för branschen får en större uppmärksamhet och att generella åtgärder och hjälpmedel kan tas fram.

Projekt med inriktning på optimering av driftstrategier, inkluderande last och bränslesammansättning, för att minska utsläpp även i stora förbränningsanläggningar är efterfrågade. Området förbränningsteknik och relaterade åtgärder för minska emissioner samt kostnadseffektiv reningsteknik har identifierats som prioriterade områden.

4 Programområdet Material- och kemiteknik

4.1 Programområdets inriktning

Ökad tillgänglighet, livslängd och prestanda är mål som programområdet ska bidra till. Detta avses åstadkommas genom att studera hur bränsleval och konstruktionslösningarna påverkar material vid användningen av heterogena bränslen såsom bio- och avfallsbränslen samt kombinationer med fossila bränslen i låg inblandning. Vidare undersöks hur olika bränslen i kombination med ökad prestanda påverkar anläggningars tillgänglighet och livslängd.

Programmet för 2013-2015 är indelat i fyra huvudområden:

- Verkningsgrad- och bränslerelaterade material- och kemifrågor
- Miljörelaterade material- och kemifrågor
- Tillgänglighets- och livslängdsfrågor
- Material- och kemifrågor relaterade till ny teknik

Högre ångdata i pannor och förbränningstemperaturer i gasturbiner har direkt samband med högre elverkningsgrader. Genom att testa och utvärdera material och ytbeläggningar och beläggningstekniker för olika bränslen kan man lösa problemen som oftast uppstår när högre temperaturer införs. Utvärdering genom labb- och fälttester och rekommendation av nya material för högtemperaturkomponenter såsom överhettare lika väl som för lågtemperaturytor såsom ekonomiser och luftförvärmare är ett prioriterat område.

Ökande miljökrav i kombination med ekonomiska incitament ställer högre krav på återvinning av vatten samt vatten- och rökgasrening. Besvärligare bränslen kan dessutom ge upphov till ökande föroreningar i vatten som kräver en mer omfattande rening eller nya angreppssätt.

Tillgänglighet är förmodligen den viktigaste parametern för en produktionsanläggning och dess lönsamhet. Nya bränslen och driftparametrar, till exempel cyklisk drift, ställer hårdare krav på material under både drift och stillestånd. Det gäller att hitta optimal ekonomisk balans mellan låg kostnad och lång livslängd.

Materialfrågor är ofta av avgörande betydelse för utveckling av ny och outvecklad teknik. Förgasning av fasta biobränslen och gasturbiner som eldas med förnybara gaser är exempel på tekniker som har utvecklats under en relativt lång tid men inte har haft ett kommersiellt genombrott bland annat på grund av höga kostnader jämfört med konkurrerande tekniker.

Den forskning som bedrivs inom HTC och KME har direkt relevans till detta område.

4.2 Verkningsgrads- och bränslerelaterade material- och kemifrågor

Områdets mål är att bidra till att höja produktionsanläggningars el- och totalverkningsgrad som är direkt kopplade till dess lönsamhet. Vidare vill man bidra till att öka anläggningars bränsleflexibilitet så även billigare men besvärligare bränslen, såsom avfallsfraktioner, kan användas och på så sätt sänka produktionskostnaderna.

4.2.1 Genomförda projekt

Totalt genomfördes sex projekt inom detta område. En kort sammanfattning av projekten ges i Tabell 6 nedan.

Tabell 6 *Projekt inom Verknings- och bränslebaserade material- och kemifrågor under programperioden 2013-2015*

Rapportnr	Titel	Sammanfattning
1255	Rökgassidig stillestånds-korrosion vid bio- och avfallseldning	Syftet med projektet är att belysa hur val av bränsletyp och materialkvalitet påverkar korrosionshastighet och -förlopp samt ge svar på vilka material som är mest respektive minst lämpade under dessa betingelser. Vidare undersöks hur snabbt eldstadsväggar, överhettare och ekonomiser måste rengöras för att minimera stillestånds-korrosion. Fyra olika legeringsmaterial: ST45.8, P91, 304L och Alloy 625 undersöktes. Resultat visar att korrosions-hastigheten ökar snabbt allteftersom fukthalten stiger i beläggningarna. ST45.8 uppvisar den klart högsta korrosionshastigheten följt av P91 och 304L. Alloy 625 uppvisade mycket låga korrosionshastigheter. Hög kloridhalt ökar risken för stillestånds-korrosion. Ytor med ST45.8 bör snarast rengöras vid stillestånd.
2015:214	Termisk sprutning av HVOF (High Velocity Air Fuel) för korrosions- och erosionsskydd av pannor	Projektet syftar till att utvärdera potentialen för att använda HVOF-processen i korrosiva miljöer. Resultaten visar på en betydande förbättring av korrosionsmotståndet hos sprutade skikt som tätats, t.o.m. för skikt sprutade med ljusbåge (Arc). Dock har både laboratorie- och fältprover visat en klar skillnad mellan referensmaterialet kolstål (tydlig korrosion) och de sprutade och svetsade skikten. HVOF uppvisade därtill en mindre benägenhet till delaminering under fältexponering än HVOF och ljusbåge. Det kan dock konstateras att en fältexponeringstid på en driftsäsong är för kort för att besvara skillnader mellan de olika sprutprocesserna samt prestanda för påläggssvetsat Alloy 625.

2015:197	Korrosion och beläggingsbildning vid förbränning av SLF (Shredded Light Fraction)	Projektets syfte är att öka kunskapen om de problem med korrosion och beläggingsbildning som uppstår vid förbränning av SLF. Resultaten visar att SLF (9 vikt%) gav en kraftig ökning av korrosionstakten, men från en mycket låg nivå. Sammansättning hos avlagringar och flygaska gav ingen tydlig indikation på ökad korrosivitet med ökad inblandning av SLF. Däremot kunde antydans att korrosionsproblem skjuts framåt (i rökgasriktningen) i pannan. Rent processtekniskt kommer en ökad andel SLF inte att innebära några betydande begränsningar på pannans drift och eventuella skillnader anses kunna kompenseras med t ex ändrad mängd rökgasrecirkulation. Rapporten drar slutsatsen att andelen SLF kan ökas utan att de förväntade problemen kommer att uppstå.
2015:186	Online-analys av heta påslag vid förbränning	Syftet med projektet är att demonstrera en metod som med tillräcklig tidsupplösning följer påslag på värmewäxlarytor samt mekanismer för minskad bildning av påslag. En sond konstruerades för att möjliggöra mätning med röntgenfluorescens. Alla detekterade element visade sig tillväxa i påslaget från början av exponeringen, men resultaten visar att kalium och klor, i de fall de finns närvarande, kan bilda en kläbbig yta som partiklar innehållande t.ex. kalcium sedan kan fastna i.
2015:198	Gjuterisand som bäddmaterial i FB-pannor vid förbränning av RT-flis	Syftet med projektet är att utreda eventuella konsekvenser av att använda gjuterisand i FB-pannor eldade med flisat returträ. Resultaten tyder på att gjuterisand kan reducera överhettarkorrosion i viss mån, medan bäddens sintringstemperatur tenderar att sjunka. Slutsatsen är att de flesta av de provade fraktionerna av gjuterisand förefaller fungera bra som bäddmaterial, möjligtvis undantaget en furansand som uppvisade både relativt låg sintringstemperatur och ökad beläggingsbildning. Resultaten bör emellertid inte ses som generiska.
2015:215	Korrosionsreducerande additivs inverkan på syradagpunkten och lågtemperaturkorrosion	Målet med projektet är att experimentellt bestämma i vilken omfattning dosering av olika halter av svavel och svavelföreningar påverkar lågtemperaturkorrosion med två olika bränsletyper, träflis och RT-flis. Resultaten visar att både den temperatur vid vilken korrosionsaktivitet initieras och syradagpunkten stiger signifikant vid inblandning av additiv. Korrosionshastigheten är dock mycket låg.

4.2.2 Resultatsyntes och kunskapsluckor

Alla genomförda projekt är inriktade, direkt eller indirekt, på korrosion, kartläggning av mekanismer och eventuella åtgärder. Huvuddelen av aktiviteterna är fokuserade på ökad

förståelse för och problemlösning vid stillestånds- och lågtemperaturkorrosion. Användning av gjuterisand som bäddmaterial däremot kan ha en dämpande effekt på överhettarkorrosionen, d.v.s. korrosion vid höga temperaturer.

I programbeskrivningen identifieras följande två prioriterade områden; (1) utvärdering och rekommendation av material för t.ex. överhettare och lågtemperaturytor såsom ekonomiser och luftförvärmare, (2) provning och värdering av nya material och ytbeläggningar i olika förbränningsmiljöer för olika typer och kombinationer av bränslen. De sex genomförda projekten adresserar dessa två områden i olika grader, emellertid verkar högre ångdata och nya material för överhettare vara ett nedprioriterat område under denna programperiod. En möjlig anledning kan vara de rådande låga elpriserna som främjar tillgänglighets- och livslängdsfrågor i prioriteringsordningen.

Med en eventuell avveckling av flera kärnkraftreaktorer och ökande elpriser i framtiden kommer förmodligen högre ångdata återigen att premieras. För att skapa kontinuitet och bevara den uppbyggda kunskapen om korrosion i och nya material för överhettare är fler projekt inom detta område önskvärda. Ett annat identifierat område där fler projekt efterfrågas är material för bränslehanteringsutrustning och material och ytbeläggningar i ångturbiner med högre ångdata.

Uppnådda resultat bidrar generellt till ökad kunskap och förståelse för material- och kemifrågorna, vilket är en förutsättning för vidare studier, däremot förekommer få skarpa rekommendationer i rapporterna.

4.3 Miljörelaterade material- och kemifrågor

Områdets mål är främst att bidra till att höja produktionsanläggningarnas miljö- och klimatprofil genom återanvändning av vatten och effektivare vatten- och rökgasrening.

4.3.1 Genomförda projekt

Det genomfördes fyra projekt som berör miljörelaterade material- och kemifrågor. En kortfattad sammanfattning av projekten ges i Tabell 7.

Tabell 7 *Projekt inom Miljörelaterade material- och kemifrågor under programperioden 2013-2015*

Rapportnr	Titel	Sammanfattning
2015:113	Uppdatering av "Handbok i vattenkemi för energianläggningar"	Syftet med denna omfattande handbok i vattenkemi för energianläggningar är att fylla energibranschens och industrins behov av dels en uppdaterad introduktion till vattenbehandlingspraxis och till vattenkemin, dels ett uppslagsverk som ger ett första svar till de frågor som uppstår i den dagliga verksamheten. Handboken riktar sig till driftpersonal, kemister, driftansvariga och alla andra som kommer i kontakt med vattenfrågor.

2015:148	Tungmetalljonbytare för rening av rökgas-kondensat	Projektet omfattar en genomgång av erfarenheter från befintliga anläggningar (både biobränsle- och avfallseldade) med tungmetallselektiva jonbytare samt försök med rökgaskondensat i pilotskala. Pilotförsöken visade att både As-jonbytare och Hg-jonbytare tar upp mer än bara As respektive Hg. Avskiljningen av övriga tungmetaller är ibland lika bra som med 2+-jonbytare. Dessutom visade pilotförsöken att höga salthalter, som t ex i klorid- och sulfathaltigt vatten från quench- eller surskrubbersteg, kan inverka störande på tungmetalljonbytarens funktion.
2015:194	Kostnadseffektiv minskning av kväve-utsläpp i rökgas-kondensat	Projektet samlar erfarenheter från biobränsle- och avfallseldade anläggningar som använder sig av en eller flera tekniker för att begränsa utsläppen av ammonium till vatten. SCR-alternativet har en mycket högre beräknad totalkostnad än RO (Reverse Osmosis). Med SCR når man dock en lägre NOx-emission än med SNCR, vilket ger en lägre årlig kostnad i NOx-avgiftssystemet. Om denna kostnadsbesparing räknas in blir årskostnaden för SCR-alternativet inte högre än årskostnaden för stripper eller kontaktmembran. I vissa fall skulle SCR-alternativet till och med kunna konkurrera med quench/survattenåterföring eller RO-rejektåterföring till pannan.
2015:196	Säkrare och pålitligare användning av PP-material i rökgasreningsanläggningar	Projektet syftar till att utveckla metoder och metodik för att kunna kvalitetssäkra PP-material för en viss önskad livslängd, och för att kunna bedöma status och kvarvarande livslängd hos PP-material i anläggningar för rening och kondensering av rökgaser. Man har försökt att minska problemen med skevning, deformation och spruckna svetsar med hjälp av addition av fyllmedel till PP-material men effekten av åtgärden har varit begränsad. Vidare har ett antal tekniker för bestämning av materiellivslängden utvärderats. Projektet har tydligt bidragit till att öka kunskapen vid användning av PP-material.

4.3.2 Resultatsyntes och kunskapsluckor

I och med att kraven på miljöprestanda ökar stadigt blir kostnadseffektiva reningsprocesser och återanvändning allt viktigare.

Energiforsks handbok om vattenkemi för energianläggningar är ett uppskattat uppslagsverk och ett flertal intressenter kommer att ha nytta av denna nya upplaga.

Resten av projekten är inriktade på rökgas- och kondensatrening. Projekten har generellt potential att bidra till bättre tillgänglighet och lägre produktionskostnader.

I programbeskrivningen pekas även kartläggning av utsläpp som funktion av bränsle och reningsteknik, utvärdering och rekommendation av befintlig och ny teknik samt processer för att minimera utsläppsmängden till vatten som viktiga huvudområden.

De genomförda projekten fokuserar (tre av fyra projekt) på vattenrening, varav ett projekt är en omfattande handbok. Därmed har rökgasrening fått ett mindre utrymme. Projekten adresserar de identifierade huvudområden med undantag för vattenrecirkulation och minskad vattenanvändning.

Intressanta frågeställningar som identifierades i programbeskrivningen men som inte har realiserats i något konkret projekt inom ramen för den aktuella programperioden är tillgänglighet i reningssystem, konsekvenser av ökande miljökrav på små bioeldade anläggningar, och materialfrågor vid småskalig kraftvärmeproduktion.

4.4 Tillgänglighets- och livslängdsfrågor

Områdets mål är att bidra till en ökad tillgänglighet och livslängd på ett ekonomiskt och miljömässigt hållbart sätt.

4.4.1 Genomförda projekt

Detta område är med avseende på antal projekt dominerade inom Material- och kemiteknik. Totalt har 13 projekt genomförts, varav fyra inte har hunnit rapporteras vid tidpunkten för färdigställandet av denna syntesrapport, se Tabell 8 nedan.

Tabell 8 *Projekt inom Tillgänglighet och livslängdsfrågor under programperioden 2013-2015*

Rapportnr	Titel	Sammanfattning
Projekttiden förlängt	Livslängd och integritet hos svetsar under kryp	Syftet med projektet är att öka förståelsen kring fenomenet LTCCG (lågtemperatur krypspricks-tillväxt) i svetsar, samt att undersöka och utvärdera långsiktiga krypegenskaper hos svetsreparerade blandsvetsar. LTCCG kan orsaka allvarliga olyckor i ångsystem, där krypsprickan påbörjas i en svetsdefekt. Den experimentella delen av projektet är försenad och projekttiden har förlängts till mitten av 2016. Vid tidpunkten för denna syntesrapport fanns således ingen slutrapport tillgänglig.

2015:173	Robustare GAP-skorstenar/kanaler som klarar driftstörningar och bypass-körning	Målet med projektet är att förstå de bakomliggande mekanismerna för kritisk delaminering i skorstenar och rökgaskanaler av GAP. Endast en av de laminattyper som tillverkades och sedan ensidigt utsattes för fukt och hög temperatur uppvisade delaminerings-skador under projektets gång. De laminat som däremot utsattes för dubbelsidig fukt och hög temperatur uppvisade alla delaminerings-skador redan efter mycket kort tid. Detta visar att fukt är en bidragande faktor till delamineringar, dock inte den enda orsaken till att dessa skador uppstår. De data som används generellt är mycket svåra att uppnå vid tillverkning av GAP-utrustning. Dessa data bör därför ses som teoretiska maxvärden.
1253	Val av dimensioneringskriterier för anläggningsdelar utsatta för krypning	Syftet med projektet är att verifiera om misstanken att den europeiska rörnormen (EN13480), för val av godstjocklek vid design av anläggningsdelar, kan vara felutformad samt ta fram en rimlig omformulering. Resultaten visar att, enligt normen, för flertalet material kan en situation uppstå då godset blir tunnare för en längre designad livslängd än för designlivslängden 100 000 timmar. Tunnare gods och högre utnyttjandegrad ger en snabbare kryptöjning och snabbare uppkomst av skador. Rapporten rekommenderar användning av högre krypsäkerhetsfaktor vid design av anläggningsdelar utsatta för kryp-risk.
2015:151	Korrosionskontroll genom analys av flygaska och avlagringar	Projektet syftar till att utvärdera metoder för provtagning och analys av flygaska och avlagringar med målsättningen att utveckla snabba, enkla och kostnadseffektiva sätt att utvärdera risken för korrosion i bio- och avfallseldade pannor. Resultaten visar att avlagringssond i kombination med analys med handhållet XRF-instrument är en metod som ger möjlighet till relativt snabb utvärdering (<4 h) av risken för korrosion. Resultaten har betydelse för att underlätta större bränsleflexibilitet och justering av användningen av korrosionshämmande additiv.
2015:187	Livslängdsbedömning av ångledningssystem med hjälp av spänningsanalys och provning	Projektets mål är att utveckla bättre metoder och modeller för livslängdsbedömningar av ångledningssystem med drifttemperaturer i krypområdet. Effekterna av krypning har kartlagts i detalj vilket har lett till att kritiska positioner för oförstörande provning har kunnat identifieras.

2015:195	Reparation av skyddande ytbeläggningar som skadats under drift	Projektet syftar till att klargöra hur reparationer av skyddande ytskikt genomförs och hur de påverkar egenskaperna hos de reparerade tuberna. Målet är att ta fram tydliga riktlinjer och rekommendationer. Resultaten pekar på att en gräns för största tillåten utbredningen av en svetsreparation bör finnas liksom en rekommendation om efterbearbetning vid förekomst av spänningskorrosion. Svetsreparation bör ses som en temporär åtgärd i väntan på byte av den skadade tubdelen.
2015:180, 181	Inspektion och OFP av processutrustning i glasfiberarmerad plast (GAP)	Inom projektet har en handbok för inspektion och oförstörande provning av GAP-material tagits fram. Handboken består av en introduktion till de grundläggande begreppen inom GAP-området med ett sammanfattande avsnitt om gällande standarder och normer, metoder för oförstörande provning som inspektionsmetod för statusbedömning, ett avsnitt om olika typer av skador i GAP samt ett avsnitt om reparationer och åtgärder. Handboken avslutas med ett kapitel som beskriver beräkning och datormodellering av defekter.
2015:192	Konsekvenser av cyklisk drift - Töjningsinducerad korrosionssprickning	Projektet behandlar initiering och tillväxt av töjningsinducerad korrosionssprickning, SICC, hos vattenberörda komponenter i pannor. Resultaten visar att spänningsintensitet och antal cykler är avgörande för spricktillväxten. Man har kunnat visa att spänningsintensiteten ökar logaritmiskt med ökande spricklängd/djupfaktor. Projektet har ökat förståelsen för initieringsmekanismerna.
2015:193	Utveckling av provmetod för utvärdering av cyklisk drift	Projektet syftar till att ta fram en provmetod (Code-of-Practice) för spänningsstyrd termodynamisk provning (TMF). Provmetoden ska kunna användas vid standardisering av provmetoder. Slutsatser som dragits är bland annat att provmetoden gör det möjligt att studera spricktillväxt under TMF förhållanden. Ingen signifikant spridning mellan resultaten från de två laboratorier som användes i studien, dock konstaterades stor spridning mellan tester utförda i samma labb under identiska testförhållanden trots att det inte fanns någon signifikant spridning mellan resultaten. Orsaken till detta är antagligen den stora korntorleken i testmaterialet.

2015:150	Handbok för livslängdsarbete med energi-anläggningar, utgåva 3	Inom projektet har det tagits fram en uppdaterad handbok för livslängdsbedömning som omfattar kraftvärmeanläggningar både ur ett brett och ett detaljerat perspektiv. Syftet är att möjliggöra för anläggningsägare att genomföra livslängdsarbete både för separata komponenter och för hela anläggningen. Inom det breda perspektivet sammankopplas teknisk livslängd, strategier och i några fall ekonomiska analyser för att möjliggöra en bedömning av den kvarvarande livslängden.
Projektiden förlängd	Förbättrad livslängds-prediktering genom TMF-provning i korrosiv miljö	Projektet avser att utveckla och verifiera en metod för TMF-provning (termomekanisk utmattning) i korrosiv miljö representativ för i första hand gasturbiner. Syftet är att ge rekommendationer för vilka materialtyper. TMF-provning i korrosiv miljö bör utföras som komplement till traditionell TMF-provning. Vid tidpunkten för denna syntesrapport fanns ingen slutrapport tillgänglig.
2015:217	Begränsad eldstads-korrosion genom reglerad blyhalt	Projektet har undersökt, experimentellt, hur halten bly i bränslet inverkar på eldstadskorrosion. Resultaten visar att det kan bli avsevärt högre korrosionshastighet vid ett tryck av ca 140 bar jämfört med ca 100 bar. Korrosionsangrepp kan med tiden bli allvarliga även vid så låga temperaturer som 350°C. De höglegerade materialen 304 och 625 korroderar betydligt långsammare än 15Mo3 vid materialtemperaturen 400°C. Detta bedöms innebära att de har potential att användas som korrosionsskyddande ytbeläggningar på ett effektivt sätt även vid höga blyhalter i bränslet. Korrosionshastigheten för 15Mo3 vid 400 °C ökar markant, över 60 %, när blyhalten i bränslet höjs från 10 till 100 mg/kg. Vid ytterligare höjning till 1000 mg/kg förblir den däremot konstant, vilket innebär att ett tröskelvärde förekommer vid 100 mg/kg eller strax därunder.
Projektiden förlängd	Inverkan av spännings-relaxation på krypning av ångledningssystem	Projektet syftar till att ta fram data för spänningsrelaxation eller kryprelaxation för två vanliga material som används i ångledningssystem i kraftvärmeverk samt verifiera data genom att utföra töjningsprovning som efterliknar verkliga förhållanden. Vid tidpunkten för denna syntesrapport fanns ingen slutrapport tillgänglig.

4.4.2 Resultatsyntes och kunskapsluckor

Inom detta område har två uppslagsverk, handbok för livslängdsbedömning samt skadehandbok för GAP-material, tagits fram. Handböcker av denna typ är mycket

användbara för energianläggningar i dagliga arbetet men har också ett värde i form av sammanställning och bevarande av aktuell kunskap och kompetens.

Projekten som studerar cyklisk drift är aktuella med tanke på det växande intresset för området. Det är viktigt att i detalj studera sambanden mellan driftförhållandena och de eventuella problemen som kan uppkomma. Det vore önskvärt att kartlägga fler problemställningarna och ta fram en strategi.

Resten av projekten är också av stor relevans för livslängdsbedömning, skadehantering och ökad tillgänglighet i anläggningarna.

Tillgänglighet är och förblir en av de viktigaste parametrarna i en produktionsanläggnings lönsamhet. Elpriserna har varit låga de senaste åren och prognoser pekar på fortsatt låga priser till 2030 och även längre. Därför prioriterar el- och värmeproducenter kostnadsänkningar och förvaltning av befintliga anläggningar på bekostnad av investeringar på dyrare teknik (t.ex. högre ångdata) och ny produktion. Detta har lett till ett större fokus på drift-, underhålls- och livslängdsfrågor som även lyser igenom i detta program.

Eftersom tillgänglighets- och livslängdsområdet omfattar ett relativt stort antal projekt så adresseras de prioriterade frågorna bredare jämfört med de andra områdena. Resultaten från projekten leder till en ökad och fördjupad kunskap inom området samtidigt som en del av resultaten kan implementeras i anläggningarna för bättre övervakning, bedömning och reparationer.

Aktiviteter inom följande områden bedöms som relevanta och önskvärda; material och korrosion i anläggningar med SCR och SNCR samt utvärdering av metoder för avgasning av vatten utan ånga då detta inte är undersökt och orsakar problem i anläggningar.

4.5 Material- och kemifrågor relaterade till ny teknik

Områdets mål är att bidra till att avlägsna material- och kemirelaterade hinder speciella för anläggningar med ny och outvecklad teknik. Inga projekt har startats upp inom delområdet under den aktuella perioden. Anledningen är att det inte har inkommit några projektförslag som kunde anknytas direkt till ny teknik. Dock har projekt med relevans för ny teknik genomförts inom andra programområden.

5 Programområdet Processtyrning

5.1 Programområdets inriktning

Aktiviteterna inom programområdet Processtyrning syftar till att tillvarata och vidareutveckla nya tekniker och metoder inom mätteknik, kommunikation, optimering och reglerteknik för kraft- och värmeproduktionsanläggningar. Anläggningar med väl integrerade styr-, optimerings- och övervakningssystem förbättrar driftsekonomi, säkerhet och miljöprestanda under varierande driftförhållanden.

Programområdet är indelat i tre delområden:

- Reglerteknik och optimering
- Mätteknik
- Säkra gränssnitt – kvalitativa beslutsstöd

Huvudprincipen för programområdet är, liksom för hela samverkansprogrammet, att de projekt som bedrivs ska kunna tillämpas i praktisk drift inom en tidshorisont på fem år.

5.2 Reglerteknik och optimering

Reglerteknik och optimering har existerat som ett delområde inom programområdet Processtyrning under ett flertal programperioder med målet att prova teknik och utveckla metoder för reglering och optimering av anläggningar för förbättrad driftsekonomi och miljöprestanda. Fokus under den senaste programperioden 2013-2015 har legat på förbättrad reglering, produktionsplanering och på att klarlägga möjligheterna att utnyttja kraftvärmeverk för intäktshöjande nättjänster som reglerkraft i det svenska elsystemet.

5.2.1 Genomförda projekt

Tre projekt har genomförts inom delområdet Reglerteknik och optimering. Projekten beskrivs kortfattat i Tabell 9.

Tabell 9 Projekt inom Reglerteknik och optimering under programperioden 2013-2015

Rapportnr	Titel	Sammanfattning
1243	Icke-linjär och dynamisk optimering av kortsiktig produktionsplanering	Projektets huvudmål är att visa på potentialerna för att använda icke-linjär programmering för att lösa problem i den kortsiktiga produktionsplaneringen. Resultaten visar att de testade metoderna har en stor potential för förbättring av driftsekonomin i produktionsanläggningar och fjärrvärmesystem. En fortsättning av projektet beslutades under programperioden i syfte att förbättra planeringsmetoden med avseende på bland annat förbättrad generalitet och mer utvecklade prediktionsmetoder. Detta projekt redovisas i rapport 1262 som beskrivs nedan.

1261	Undersökning av möjligheterna för svenska kraftvärmeverk att leverera reglerkrafttjänster	Målet med studien är att undersöka tekniska och ekonomiska möjligheter för svenska kraftvärmeverk att leverera reglerkrafttjänster i form av primär frekvensreglering. Härigenom ges större möjligheter att kunna balansera framtidens varierande elproduktion som följer med ökad andel vindkraft. Resultaten av studien visar att alla de studerade anläggningarna tekniskt sett kan bidra med reglerkraft inom primär frekvensreglering. Kostnaderna för det, både investeringskostnad och tillkommande driftskostnader, bland annat genom att driftsmönster ändras till att omfatta mer cyklisk drift, kommer emellertid att vara avgörande för om deltagande som leverantör av reglerkraft är intressant och möjligt.
1262	Beslutstöd för produktionsplanering av fjärrvärme med hjälp av olinjär programmering	Projektet syftar till att utveckla en förbättrad metod för produktionsplanering i fjärrvärmesystem genom att integrera en fysikalisk modell för produktionsanläggningar med dynamisk optimering. Projektet är en vidareutveckling av den metod som redovisats i rapport 1243. Resultaten pekar på att metoden kan användas för optimerad produktionsplanering som minskar kostsam spetslastproduktion och minskar värmeförluster och värmelagring i nätet. Optimeringshorisonten har kunnat ökas betydligt i förhållande till det tidigare genomförda projektet.
2015:220	Förbättrad överhettarreglering med framkoppling från fysikaliska processmodeller	Projektets mål är att implementera en modellbaserad framkoppling vid överhettarreglering utifrån dynamiska fysikaliska modeller av termodynamiska system. Implementering sker i en gaseldad panna vid Heleneholmsverket i Malmö. Genom implementeringen i en gaseldad panna istället för en bio- eller avfallseldad panna kan resultat erhållas snabbare då pannan ger snabbare respons för parameterförändringar och är mer stabil i drift. Det ingår i projektet att beskriva hur resultaten kan överföras till en bio- eller avfallseldad panna och hänvisa till redan genomförda modeller för fastbränslepannor.

5.2.2 Resultatsyntes och kunskapsluckor

Genom de tre genomförda projekten adresseras de tre huvudområden som anges i programbeskrivningen; förbättrad reglering, produktionsplanering och klarläggande av möjligheter att utnyttja de svenska kraftvärmeverken för nättjänster som reglerkraft.

Modellbaserad reglering som metod i syfte att nå mer robusta styrningar inom större driftområden har utvärderats i flera projekt under tidigare programperioder. Modellutveckling kommer sannolikt att behövas även framöver för att förfina dynamiska modeller. Med tanke på forskningens tillämpningsnära syfte bör projekten även omfatta implementering och demonstration av metoderna i praktiken.

Produktionsplanering är ett område med stor potential för förbättrat såväl ekonomiskt som miljömässigt utfall och är därför ett angeläget område för fortsatta forskningsinsatser.

Insatserna kan både vara inriktade på förbättring av modeller och optimeringsverktyg och på system som stödjer val av produktionsalternativ i olika driftsituationer. Ett brett angreppssätt som omfattar analys och utveckling av planeringsstrategier för både produktionsresurser och distributionssystem är önskvärt.

Att utnyttja biobränsleeldade kraftvärmeverk för att tillhandahålla nättjänster för reglerkraft är en relativt ny företeelse som aktualiseras genom en ökad andel intermitterent förnybar elproduktion i elsystemet, huvudsakligen vindkraft. I Danmark utgör nättjänster som reglerkraft en stor del av intäkten för kraftvärmeverken. Situationen har hittills varit annorlunda i Sverige med dess stora andel vattenkraft. Behovet av reglerkraft från andra produktionskällor kan dock förväntas öka i takt med att andelen vindkraft ökar, särskilt om transmissions- och distributionsnäten inte byggs ut i motsvarande takt. Det genomförda projektet bidrar till att klarlägga möjligheterna för olika typer av produktionsanläggningar att producera reglerkraft medan de ekonomiska och långsiktiga driftsmässiga konsekvenserna fortfarande behöver analyseras vidare.

5.3 Mätteknik

Delområdet Mätteknik har som mål att förbättra mätmetoder för olika parametrar i förbränningsprocessen och därtill kopplade processer samt att öka kunskapen om hur mätsignaler kan utnyttjas för styrning av värmeproduktionsanläggningar.

5.3.1 Genomförda projekt

Under programperioden har inget projekt genomförts inom delområdet. Dock har inom andra delområden genomförts projekt som har viss mätteknisk inriktning eller som bygger på tidigare projekt inom området Mätteknik. Exempel på det förstnämnda är projektet Snabb fuktighetsbestämning av biobränsle med radar teknik (rapport 2015:168, 169) och den uppdatering av Värmeforsks mätthandbok som gjorts under programperioden (rapport 2015:142) medan exempel på det sistnämnda är Sotningsmetoder för anläggningar som använder besvärliga bränslen (rapport 1257) som till viss del bygger på erfarenheter från mättekniska projekt i tidigare programperioder.¹¹

5.3.1 Resultatsyntes och kunskapsluckor

Som orsak till att inga projekt genomförts inom delområdet under programperioden anges av forskningsrådet att ett flertal mättekniska projekt genomförts under närmast föregående programperioder.

5.4 Säkra gränssnitt - kvalitativa beslutsstöd

Delområdet Säkra gränssnitt – kvalitativa beslutsstöd har som huvudinriktning att förbättra driftledningars och operatörers möjligheter att fatta korrekta beslut baserade på den driftsinformation som finns tillgänglig i varje ögonblick. Frågeställningar som

¹¹ T ex rapport 1018 och 1193

innefattas i forskningsområdet är bland annat utveckling av användargränssnitt, interaktiva utbildningsverktyg, minimering av kvalitetsbrister i fjärrstyrda anläggningar etc.

5.4.1 Genomförda projekt

De projekt som genomförts inom delområdet under programperioden framgår av Tabell 10.

Tabell 10 Projekt inom Säkra gränssnitt – kvalitativa beslutsstöd under programperioden 2013-2015

Rapportnr	Titel	Sammanfattning
2015:199	Utveckling av metod för att finna dold kunskap/ expertkunskap hos äldre erfarna processoperatörer och återföra denna till organisationen	Syftet med projektet är att utveckla och testa en lämplig metod för att fånga upp kunskap hos erfarna processoperatörer. Kunskapen kan användas i samband med introduktion till nyanställda processoperatörer samt vid utbildning och kunskapsöverföring till övrig personal och därmed bidra till ökad effektivitet och säkrare drift i dagens och framtidens processanläggningar. Inom projektet har olika metoder och idéer utvecklats och analyserats kring hur man skulle kunna ta till vara kompetens och överföra den till övriga medarbetare i organisationen och dessa har testats på fallföretaget Göteborg Energi. Resultaten är delvis förväntade sett ur ett större perspektiv men givetvis också till viss del företagsspecifika. Resultaten pekar på den problembild som man från teori och tidigare forskning vet finns kring problematiken med tyst kunskap i organisationer. Det finns ett antal metoder och idéer för hur man ska kunna överföra tyst kunskap inom organisationer, men mycket lite har gjorts för processindustri och kontrollrumsövervakning.
2015:164, 165	Guide för att säkerställa erforderlig säkerhet och kvalitet	Projektet är inriktat på att ta fram en guide för att säkerställa kvalitet och säkerhet vid förändringar i styr- och övervakningssystem, baserat på erfarenheter från kärnkraftsindustrin. Metodiken är generellt tillämpbar men behöver anpassas och vidareutvecklas för de behov som finns i kraftvärmebranschen. Intervjuer har genomförts för att identifiera och undersöka områden där man upplevt problem eller sett att det finns möjligheter samt att få en övergripande bild över hur ändringar styrs och genomförs. Baserat på dessa intervjuer har metodiken anpassats och testats vid tre genomförda workshops varefter en uppdatering och slutlig justering av metodiken genomförs. Det har varit utmanande att finna en form för metodiken som är användbar för den breda målgrupp som det är fråga om. I ett fortsatt projekt kan det undersökas hur metodiken kan tillämpas i praktiken i aktuella förändringsprojekt.

2015:176	Primära fel i larmskurar	Larmkaskader, till följd av att ett larm orsakar ett stort antal följdfel i komplexa felsituationer, gör att felsituationen kan bli oförståelig för operatörerna under en viss tid. Projektet syftar till att testa och utvärdera en teknik för att sortera och analysera larmkaskader i en kraftvärmeanläggning i realtid. Implementering av tekniken har skett på avfallspanna 14 i Händelöverket. Implementeringen har gått bättre än förväntat. Utvärderingen baseras på ett år av sparade anläggningsdata och visar att en kombination av dynamisk larmundertryckning och rotfelsanalys av larmkaskader kan reducera antalet larm till en grad som inte kan uppnås med enbart larmsanering.
----------	--------------------------	--

5.4.2 Resultatsyntes och kunskapsluckor

Forskningsprogrammet har uppmärksammat interaktionen mellan process och användare som en viktig faktor för hög driftstillgänglighet och undvikande av kvalitetsbrister i driften av kraftvärmeanläggningar. De projekt som genomförts under programperioden har en samlad inriktning på teknik och metoder som stödjer och förbättrar driftspersonalens möjligheter att fatta riktiga och korrekta beslut baserade på den information som förmedlas via styr- och övervakningssystem. Felaktiga beslut från driftspersonal riskerar att leda till onödiga ökade kostnader, minskad resurseffektivitet och ökad miljöpåverkan.

Projekten hämtar i stor utsträckning kunskap och erfarenheter från andra branscher med höga krav på förståelse kring interaktionen mellan process och användare, i första hand kärnkraftsindustrin, i avsikt att på lämpligt sätt anpassa metoderna till driften av biobränsleeldade kraftvärmeverk. De metoder och tekniker som tagits fram och testats inom ramen för projekten är i viss mån unika för de företag som medverkat och de fall som studerats i projekten. För att göra resultaten mer allmängiltiga och generella krävs fortsatta insatser för validering och generalisering.

6 Programområdet Systemteknik

6.1 Programområdets inriktning

Programmet för Systemteknik är inriktat mot att bidra till långsiktig utveckling av effektiva miljövänliga energisystemlösningar och att medverka till utveckling av flexibla anläggningar som kan anpassas till framtida krav och behov.

Systemteknikområdet har en speciell roll inom samverkansprogrammet, då verksamheten i detta område avser att ge en samlad bild av konsekvenserna av forskningsinsatser inom andra programområden. Tvärvetenskapliga projekt avses samordnas i programmet för Systemteknik med stöd från övriga teknikprogram i samverkansprogrammet.

Verksamheten inom samverkansprogrammets systemteknikprogram under perioden 2013-2015 har varit indelad i tre huvudområden:

- Utveckling av befintliga anläggningar
- Utvärdering av nya koncept
- Tryggad bränsleförsörjning

6.2 Utveckling av befintliga anläggningar

En väsentlig del av energiföretags verksamhet är strävan att ständigt effektivisera och optimera befintliga produktionsanläggningar genom rationaliseringar, utnyttjande av billigare bränslen, förbättrad tillgänglighet och kapacitetsutnyttjande, med beaktande av nya myndighetskrav eller nya marknadsförutsättningar.

6.2.1 Genomförda projekt

De projekt som genomförts inom delområdet under programperioden framgår av Tabell 11.

Tabell 11 Projekt inom Utveckling av befintliga anläggningar under programperioden 2013-2015

Rapportnr	Titel	Sammanfattning
1256	Status och erfarenheter från befintliga och planerade bioenergi-kombinat 2013	Målet med projektet är att beskriva status för och erfarenheter från befintliga, planerade och inte fullföljda bioenergi-kombinat i Sverige, med fokus på att identifiera hinder och drivkrafter för utvecklingen och utbyggnaden av bioenergi-kombinat samt att ge en bild över förutsättningarna för att bioenergi-kombinat ska komma till stånd. I studien konstateras att bioenergi-kombinat har stora potentiella fördelar men att planering och utbyggnad av bioenergi-kombinat utvecklas relativt långsamt. En viss osäkerhet upplevs, främst relaterat till nuvarande och framtida skatte- och styrmedelsstruktur. Resultaten av studien indikerar att långsiktigt stabila ekonomiska förutsättningar är den viktigaste faktorn för att bioenergi-kombinat ska komma till stånd.

1260	Drifterfarenheter från förgasningsanläggningar av biobränslen för kraftvärmeproduktion och industriella tillämpningar	Projektet omfattar en sammanställning och analys av drifterfarenheter från befintliga förgasningsanläggningar med målet att bredda kunskapsbasen och ge ett bättre underlag för att bedöma olika förgasningsteknikers konkurrenskraft. I studien konstateras att det intensiva forsknings- och utvecklingsarbete som genomfördes under främst 1970-80-talen lett till att det finns ett antal förgasningsanläggningar i världen, varav majoriteten är byggda för förgasning av kol. Anläggningar för förgasning av biomassa har bara funnits kommersiellt tillgängliga under de senaste fem åren och någon storskalig anläggning för drivmedelsproduktion finns ännu inte. Det slutliga kommersiella steget för omvandling av biomassa till flytande drivmedel återstår. Det rör sig om mycket storskaliga flerstegsprocesser med osäker ekonomi på kort sikt. Den långsiktiga ekonomin är till stor del avhängig insatser för att bekämpa klimatförändringar. Det konstateras att värdefulla erfarenheter har vunnits och att koncepten blir mer och mer förfinade och kostnadseffektiva.
------	---	--

6.2.1 Resultatsyntes och kunskapsluckor

Båda de arbeten som gjorts har karaktären av kunskapssammanställningar med jämförelser av olika teknikers ekonomiska förutsättningar och konkurrenskraft. De har naturligtvis ett värde som sådana men leder i sig inte till en utveckling av befintliga anläggningar i enlighet med de mål som ställts upp.

6.3 Utvärdering av nya koncept

Projektområdet har som målsättning att klarlägga förutsättningarna för hur nuvarande produktion av värme och el i kraftvärmeverk kan koordineras med produktion av ytterligare produkter och härigenom utnyttja bränsleråvaran mer optimalt.

6.3.1 Genomförda projekt

De projekt som genomförts inom delområdet under programperioden framgår av Tabell 12.

Tabell 12 Projekt inom Utvärdering av nya koncept under programperioden 2013-2015

Rapportnr	Titel	Sammanfattning
2015:111	Integrering av termokemiska tillverkningsprocesser med kraftvärmeproduktion	Projektet syftar till att klarlägga synergieffekter vid samlokalisering och integrering av anläggningar för produktion av pyrolysolja (snabb pyrolysis) respektive för torrefiering med kraftvärmeproduktion. Resultaten visar att det i första hand finns stora energimässiga vinster med att integrera anläggningar för snabb pyrolysis med befintliga kraftvärmeverk. Samlokalisering av torrefiering och snabb pyrolysis ger betydligt mer marginella energivinster.

2015:219	Teknisk och ekonomisk potential för kombinerad värme, kraft och bioolja-produktion vid kraftvärmeverk-CHPO	Projektet syftar till att undersöka möjligheterna att producera pyrolysolja från biomassa som komplement till el-och värmeproduktion i ett kraftvärmeverk. Preliminära resultat från projektet indikerar att det är tekniskt möjligt att tillföra en pyrolysoaktor för produktion av bioolja till en existerande kraftvärmeanläggning utan att ändra konceptet i övrigt.
----------	--	--

6.3.1 Resultatsyntes och kunskapsluckor

Båda de projekt som genomförts inom delområdet under programperioden behandlar möjligheterna att producera pyrolysolja. Pyrolysolja har bedömts kunna ha stor potential som alternativ till andra flytande biobränslen och naturligtvis som alternativ till fossila flytande bränslen. Möjligen kan projektets relevans ha minskat genom att det under projektiden klarlagts att den storskaliga kommersiella anläggning för produktion av pyrolysolja¹² som var i planeringsstadiet i programperiodens början inte kommer att byggas.¹³

6.4 Tryggad bränsleförsörjning

Programområdet syftar till att öka bränsleflexibiliteten i energiföretagens och skogsindustrins anläggningar.

Den uthålliga försörjningen med skogsbränslen är begränsad och den ökade efterfrågan innebär att andra bränslesortiment får större betydelse. Nya bränslen skapar ett behov av teknikutveckling i hela kedjan där logistiken är en viktig del för att utveckla effektiva system med god ekonomi.

6.4.1 Genomförda projekt

De projekt som genomförts inom delområdet under programperioden framgår av

Tabell 13

¹² Projektet Pyrogrot som var planerat att genomföras vid BillerudKorsnäs AB i Skärblacka

¹³ <http://www.ner300.com/?p=328>

Tabell 13 Projekt inom Tryggad bränsleförsörjning under programperioden 2013-2015

Rapportnr	Titel	Sammanfattning
2015:143	Effektiv transport av bioenergi för kraft- värmeproduktion	Syftet med projektet är undersöka möjligheterna för ökad resurseffektivitet vid förädling, transport och slutanvändning av biobränslen för el- och värmeproduktion i Sverige. I studien jämförs ur energiperspektiv olika distributionsformer för transport av bioenergi för bästa resurseffektivitet; i primärform (fuktig flis) eller i förädlad form som torkad eller torrefierad flis, pellets, pyrolysolja eller som el. Studien visar att det inte lönar sig att förädla biobränsle enbart baserat på att transporten blir effektivare då energiförlusten vid förädling är större än den minskade energiförbrukningen vid transport av förädlad biobränsle. Studien visar dock att det är ekonomiskt lönsamt ur transportsynpunkt att förädla biobränsle innan långväga transport. Om hög totalverkningsgrad är målet ska biobränslet inte förädlas, högst sammanlagd värme- och elproduktion på systembasis på givet bränsleunderlag ges genom förbränning av fuktig flis.
Projektiden förlängd	Bioslam till Biokol - Pilotförsök	Projektet syftar till att genomföra ett pilotförsök för att producera biokol från bioslam och en blandning av bioslam och fiberslam från ett svenskt massabruk med hjälp av hydrotermisk karbonisering (HTC). Integrationsmöjligheterna av biokolproduktion med ett massabruk studeras och det producerade bränslets egenskaper undersöks. Projektet bygger vidare på en teknisk förstudie som genomfördes inom ramen för det Skogsindustriella programmet 2014.14 Pilotförsöken är ännu inte genomförda och någon slutrapport föreligger inte vid syntesrapportens färdigställande.

6.4.1 Resultatsyntes och kunskapsluckor

Studien avseende effektiv transport av biobränsle belyser energiförluster och transportkostnader för biobränsle och projektet tillhandahåller även en öppen modell för analys av dessa parametrar utifrån verkliga transportavstånd och kostnader för olika transportvarianter, lastbil, järnväg och båt. Rapportens resultat och den kompletterande beräkningsapplikationen kan användas som underlag till strategiska beslut av intressenter inom skogsnäringen, kraftvärmesbranschen och övriga branscher som pappers- och massaindustrin.

För att göra resultaten generellt användbara bör emellertid även kostnader för förädling och lagring av biobränsle omfattas av modellen.

¹⁴ Värmeforsk; Rapport 1252 - Öhman, F och Fougner, K, Teknisk förstudie - Biokol från bioslam

7 Resultatsyntes

Samverkansprogrammet täcker ett brett teknikområde. Styrkan i programmet ligger främst i problemställningarnas koppling till verkligheten och möjligheterna att resultaten ska komma till nytta utan ytterligare tids- och resurskrävande forsknings- och utvecklingsarbete. Kopplingen till verkliga behov och projektens relevans säkerställs genom det inflytande som branschen har på programmets innehåll.

Värdet av forskningen och de resultat som uppnås i projekten beror till stor del på vilket perspektiv som används. Spridning och generalisering av lyckade resultat är viktigt för Energimyndigheten, som har ett övergripande ansvar för omställning av energisystemet, medan de finansierande företagen möjligen ser förbättring av den egna verksamheten som den största nyttan i de projekt man medverkar i.

Möjligheterna till snabb tillämpning av forskningsresultaten varierar naturligtvis mellan olika projekt. De projekt som har som syfte att sammanfatta teknikläge och status eller de handböcker som regelbundet tagits fram i Samverkansprogrammet och i tidigare Värmeforsk-program kan utan tvekan anses komma till nytta direkt genom att de kan användas som allmänna arbetsredskap i branschen och som vägledning och bidra till värdefull kunskapsuppbyggnad inför investerings- eller reinvesteringsbeslut.

Projekt som genomförs inom programmet får normalt en direkt tillämpning i de specifika anläggningar där försök och prov genomförs med lyckat resultat. I princip regelmässigt återstår då ett arbete för generalisering och anpassning av resultaten för en bredare tillämpning i branschen, vilket kan kräva ytterligare insatser.

Identifierade fortsatta utvecklingsbehov kan ligga till grund för formulering av fortsättningsprojekt men kan också användas som beslutsunderlag för att avstå från fortsatta forskningsinsatser.

En del projekt är i ett mycket tidigt skede med försök i lab-skala där tiden till direkt tillämpning sannolikt är längre än fem år. Med beaktande av den forskningsstruktur som framgår av figur i avsnitt 2.1.1 kan det ifrågasättas om det bör finnas utrymme för projekt på relativt sett grundforskningsnivå med syfte att klargöra de bakomliggande fysikaliska mekanismerna i ett forskningsprogram med SEBRAs tillämpade inriktning.

Värmeforsk har pågått i flera etapper under ett flertal år och det finns tydliga exempel på områden där forskningen som bedrivits bidragit till eller varit avgörande för tekniska genombrott och utveckling inom branschen. I bakgrundsbeskrivningen, kapitel 1.5, anges ett antal sådana områden, som bland annat bidragit till att metoder utvecklats och åtgärder genomförts som har gjort det möjligt att minska risken för alkalirelaterade driftproblem, öka användningen av returträ med bibehållna och förbättrade miljöegenskaper och öka andelen rökgaskondensering på ett sätt som är unikt i världen. Den sammanställda kunskap som finns inom ramen för Värmeforsk och SEBRA bidrar otvetydigt till att sänka tröskeln för tillämpning av vidareutvecklade och nya metoder och tekniker generellt i branschen.

Samverkansprogrammets huvudsakliga mål kan indelas i mål som stödjer

- Högre elproduktion från insatt bränsle (förbättrad verkningsgrad)
- Användning av nya bränslen för att bredda bränslebasen för förnybar kraft- och värmeproduktion
- Förbättrad tillgänglighet och driftsekonomi
- Förbättrade miljöprestanda

En av programmets styrkor är att kunna kombinera olika teknikområden för att uppnå resultat som bidrar till dessa mål.

Olika program- och forskningsområden bidrar i olika hög grad till målen. Högre elproduktion från el- och värmeproduktion med förnybara bränslen och avfall uppnås i första hand genom förbättrad elverkningsgrad. Materialen i anläggningen är oftast den dimensionerande faktorn för vilka ångdata, och därmed vilken elverkningsgrad, som kan uppnås. Forskning kring materialteknik i termiska processer har bedrivits sedan den senare delen av 1990-talet inom HTC och KME (numera Samverkansprogrammet Materialteknik för termiska energiprocesser) och inom Värmeforsks basprogram (som sedan 2013 utgörs i princip av Samverkansprogrammet bränslebaserad el- och värmeproduktion).

Det övergripande målet för forskningsinsatser för ökad elverkningsgrad har länge varit att ta fram material som möjliggör kommersiell användning av ångöverhettare för 600 °C i biobränsleeldade pannor. Det finns redan idag stora fossileldade pannor med överkritiska ångtryck och ångtemperatur på 600 °C. Sammanställningar gjorda i den femte etappen av KME-programmet (2010-2013)¹⁵ visar att ångdata på 175 bar/585 °C idag är möjliga att tillämpa i kommersiell drift med biobränslen. Material för ångtemperatur på 600 °C testas men ett antal tekniska begränsningar finns kvar för att materialen kan anses vara långsiktigt användbara i biobränsleeldade kraftvärmearläggningar. Båda dessa fall är tillämpbara för CFB då de förutsätter att slutöverhettning sker i sandlåset, en teknik som utvecklats till stor del inom KME-programmet.

Jämförelse av ångdata för anläggningar som byggts i Sverige mellan 1994 och 2014¹⁶ visar att samtliga med få undantag har dimensionerats för 140 bar/540 °C. De undantag som förekommer är av specifika skäl dimensionerade för lägre ångdata.

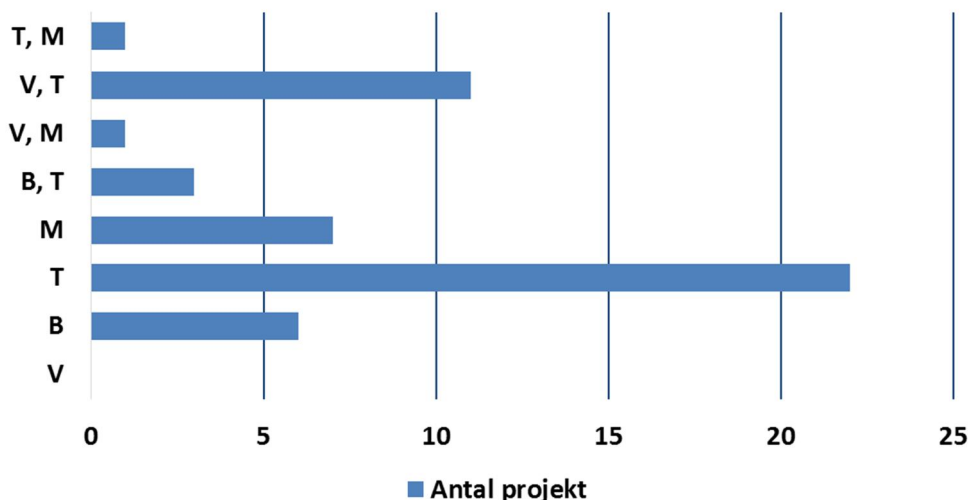
Orsakerna till att ökade ångdata har svårt att få genomslag kan vara flera men i övervägande grad ekonomiska. De senaste årens lägre elpriser bidrar inte till att förbättra förutsättningarna. Den möjliga ökade verkningsgraden, i storleksordningen 2,5-3 %, förefaller inte motivera till att någon beställare eller leverantör är benägen att ta de risker som är förknippade med tekniksprånget upp till ångtemperaturer på 585 respektive 600 °C. Långsiktigt är det dock viktigt att utvecklingen mot förbättrad effektivitet fortsätter och

¹⁵ Nilsson P-A, Larsson L, Skog E "Efficient Power Generation from Renewable Fuels", KME 601 – Reference Power Plant Project, 2013

¹⁶ Nilsson P-A, Larsson L, Skog E "Efficient Power Generation from Renewable Fuels", KME 601 – Reference Power Plant Project, 2013

insatser för demonstration av material och tekniska lösningar bedöms som viktiga för att forskningsresultaten ska komma till implementering i praktisk drift.

En analys av de genomförda projektens huvudsakliga inriktning visar främst på en koncentration kring projekt med huvudsyfte att förbättra tillgänglighet och driftsekonomi. Inget projekt med en renodlad inriktning på verkningsgradsförbättring genom materialutveckling skett har genomförts. Verkningsgradsförbättring bedöms uppstå i kombination med, eller som sekundär effekt till, andra effekter såsom tillgänglighetsförbättring¹⁷ respektive förbättrade miljöprestanda¹⁸.



V = Förbättrad verkningsgrad T= Förbättrad tillgänglighet och driftsekonomi
M= Förbättrad miljöprestanda B = Nya bränslen och ökad bränsleflexibilitet

Figur 4 Sammanställning av analys av genomförda projekts huvudinriktning och sekundära effekter

Det är naturligt att programmet med sin tillämpningsnära och problemrelaterade inriktning har ett fokus på insatser i syfte att förbättra driften i befintliga anläggningar. Det är angeläget att upplevda driftproblem identifieras. Samverkansprogrammets forskningsråd har en viktig roll som "känslspröt" i branschen för att undersöka och verifiera driftsproblem som är frekvent förekommande och som kan betraktas som generella för att initiera studier i frågan. Som exempel på frågeställningar som behandlats på detta sätt i det pågående samverkansprogrammet är bland annat projekten som handlar om att säkra gränssnitt och utveckla beslutsstöd mellan styrsystem och driftpersonal. Problemen med överföring av kunskap mellan personal om förståelse av befintliga styrsystem och säkring av funktioner vid byte av styrsystem har identifierats i några olika anläggningar och de resultat som tagits fram bedöms som generellt tillämpliga inom branschen.

¹⁷ T ex P38743-1, P39185-1, P39216-1 m fl.

¹⁸ P38758-1

8 Kunskapsluckor och fortsatta forskningsinsatser

En sammanställning av de kunskapsluckor som identifierats på projektnivå och som redovisas i kapitel 3-6 visar på att analyser av projektresultatens effekter, ofta i form av påverkan på drifts- och underhållskostnader, och i vad mån projektresultaten är generellt tillämpbara inte genomförs inom ramen för projekten.

Kunskapsluckor måste bedömas i relation till forskningsbehoven som i sin tur är i hög grad beroende av utvecklingen i omvärlden. I den analys av utvecklingen i omvärlden som görs i kapitel 2 av syntesrapporten identifieras ett antal utvecklingstendenser som bedöms ha betydelse för en bedömning om nuvarande kunskapsluckor och fokus för fortsatta forskningsinsatser. I historiskt perspektiv har forskningsinsatser för utveckling av biobränsleeldade kraft- och värmearläggningar haft en inriktning på förbättrad effektivitet i syfte att uppnå högre elproduktion från förnybara bränslen. Resultatsyntesen som redovisas i kapitel 7 visar att det idag finns material tillgängliga som möjliggör drift vid förhöjd ångtemperatur i biobränsleeldade anläggningar. Detta till trots har ännu ingen anläggning byggts med de ångdata som enligt forskningsresultaten bedöms vara möjliga.

Det finns i dagsläget inget som tyder på att situationen med relativt låga elpriser kommer att förändras i betydande grad. Minskade produktionskostnader kommer därför även framdeles att vara ett väsentligt mål för att behålla branschens konkurrenskraft. En väg att gå kommer även fortsättningsvis att vara beroende av möjligheterna att använda så billiga bränslen som möjligt och att dessa billigare bränslen kan eldas med bibehållen verkningsgrad jämfört med de rena biobränslena och med konkurrenskraftiga drifts- och underhållskostnader. Fortsatta insatser för att identifiera lämpliga bränslen och utveckla teknik för beredning och förbränning med minimal miljöpåverkan bedöms vara viktiga.

Den låga elprisnivån är till viss del orsakad av att tillgången på elkraft från intermittent tillgängliga produktionskällor i elsystemet, främst vindkraft, ökar. Den ökade tillgången av intermittent kraftproduktion kan få betydelse för bränslebaserad kraftvärmeproduktion genom att elproduktionsbehovet tidvis kommer att minska samtidigt som behovet av elproduktion kan öka kraftigt i lägen då främst vindkraften inte producerar. Ett sådant driftsätt kan förväntas leda till ökade tekniska påfrestningar på de biobränsleeldade anläggningarna, till följd av ökad cyklisk drift, samtidigt som det kan innebära ökade intäktsmöjligheter. Det bedöms som väsentligt för branschen att det framtida produktionsmönstret för biobränsleeldade kraftvärmearläggningar med hänsyn till dessa förväntade förändringar klarläggs.

Utöver dessa marknadsmässiga förhållanden som styr de fortsatta forskningsbehoven ges i kapitel 2.3 exempel på strukturellt betingade förändringar med inverkan på fortsatt forskning, såsom pågående strukturomvandling inom skogsindustrin och ytterligare kundtryck för fullständigt fossilfria leveranser av el och fjärrvärme. Pågående och planerade insatser för ökad materialåtervinning kan även förväntas få betydelse för fortsatta forskningsbehov i syfte att åstadkomma förändringar i bränslebasen för produktion av el och värme från förnybara källor. Det är i sammanhanget uppenbart att det finns kunskapsluckor som gör att tillämpningsnära forskningsinsatser även

fortsättningsvis kommer att behövas. Forskning inom dessa områden bedöms ha både energirelevans och industrirelevans i sådan grad att statligt stödda forskningsinsatser kommer att vara motiverade under överskådlig tid framöver.

Forskningsinsatser med målet att bidra till utveckling av anläggningar med hög effektivitet och tillgänglighet, hög bränsleflexibilitet, goda dellastegenskaper och minimal miljöpåverkan bör således bedrivas även fortsättningsvis. Ett forskningsprogram för tillämpningsnära och problemrelaterade frågeställningar är angeläget ur flera synpunkter, t ex för att testa och prova driftsätt och bränslen och härigenom öka kunskapsnivån för att bland annat ge möjlighet till tillämpning för att åstadkomma bättre driftsekonomi men även för att till exempel stärka anläggningsägarnas position vid uppförande av nya anläggningar.

Med beaktande av den indelning i forskningsprogram som existerar inom materialområdet bör samordning mellan samverkansprogrammen Materialteknik för termiska energiprocesser (tidigare KME) och Bränslebaserad el- och värmeproduktion (SEBRA) eftersträvas. En möjlig övergripande inriktning kan vara att sträva efter ett ökat fokus på forskning och utveckling inom KME medan demonstrationsinsatser styrs mot SEBRA-programmet, med sitt kortare tidsperspektiv till tillämpning. Studierna bör omfatta även insatser för generalisering och anpassning av resultaten för en bredare tillämpning än enbart i den anläggning där prov och försök genomförs.

Även när det gäller forskningsprojekt med inriktning på förbättrade miljöprestanda är det viktigt att projekten är generella för branschen, t ex kring konsekvenser av och anpassning till ny EU-lagstiftning eller nationell lagstiftning på området. Forskningen som berör emissioner till luft och vatten har en stark koppling till användning av de bränslen som anses som svåra ur miljösynpunkt men även för att effektivisera drift och underhåll av befintliga anläggningar.

Bilaga 1 Förteckning över alla genomförda projekt 2013-2015

Energiforsk rapport nr	Energi-myndighetens projektnr	Projekttitel
2016:315	36366	Aerosolkatalysatorer för kväveoxidreduktion
1255	36368	Rökgassidig stilleståndskorrosion vid bio- och avfallseldning
1243	36382	Icke-linjär och dynamisk optimering av kortsiktig produktionsplanering
1254	36383	Förutsättningar för branschgemensamma specifikationer av flytande biobränslen
1257	36881	Sotningsmetoder för anläggningar som använder besvärliga bränslen
2015:173	36929	Robustare GAP-skorstenar/kanaler som klarar driftstörningar och bypass-körning
1253	36985	Val av dimensioneringskriterier för anläggningsdelar utsatta för krypning
2015:151	36986	Korrosionskontroll genom analys av flygaska och avlagringar
2015:187	36987	Livslängdsbedömning av ångledningssystem med hjälp av spänningsanalys och provning
2016:314	36996	Livslängd och integritet hos svetsar under kryp
2015:113	37044	Uppdatering av "Handbok i vattenkemi för energianläggningar"
2015:111	37110	Integrering av termokemiska tillverkningsprocesser med kraftvärmeproduktion
1244	37111	Miljöprestanda i små förbränningsanläggningar, 2-10 MW
1256	37165	Status och erfarenheter från befintliga och planerade bioenergikombinat 2013
1259	37186	Bränslehanteringsens betydelse för homogenisering och segregering av mixade biobränslen

1260	37753	Drifterfarenheter från förgasningsanläggningar av biobränslen för kraftvärmeproduktion och industriella tillämpningar
1261	37771	Undersökning av möjligheterna för svenska kraftvärmeverk att leverera reglerkrafttjänster
2015:214	37774	Termisk sprutning av HVAF (High Velocity Air Fuel) för korrosions- och erosionskydd av pannor
2015:180, 181	37775	Inspektion och OFP av processutrustning i glasfiberarmerad plast (GAP)
2015:188	37778	On-line övervakningsteknik för fluidiserade bädd i BFB pannor
2015:142	37786	Emissionsmätningar i förbränningsanläggningar - state-of-the-art 2014
2015:150	37787	Handbok för livslängdsarbete med energianläggningar, utgåva 3
2015:199	37790	Utveckling av metod för att finna dold kunskap/expertkunskap hos äldre erfarna processoperatörer och återföra denna till organisationen
2015:148	37792	Tungmetalljonbytare för rening av rökgaskondensat
2015:192	38064	Konsekvenser av cyklisk drift - Töjningsinducerad korrosionssprickning
1262	38155	Beslutstöd för produktionsplanering av fjärrvärme med hjälp av olinjär programmering
2015:190	38158	Integrerad mätmetod för hygieniska gränsvärden för damning vid värme- och elproduktion
2015:191	38159	Proveldning av pyrolysolja för kraftvärmeproduktion
2015:193	38160	Utveckling av provmetod för utvärdering av cyklisk drift
2015:194	38672	Kostnadseffektiv minskning av kväveutsläpp i rökgaskondensat
2015:195	38723	Reparation av skyddande ytbeläggningar som skadats under drift
2015:149	38728	Färdig bränslemix: Bränsleblandningar av halm, flis och additiv från terminal till värme-, kraftvärmeverk
2015:196	38735	Säkrare och pålitligare användning av PP-material i rökgasreningsanläggningar

2015:143	38740	Effektiv transport av bioenergi för kraftvärmeproduktion
2015:213	38742	Avancerad temperaturmätning på/i/under ytbeläggningar syftande till optimering av förbränningssystem
2015:217	38743	Begränsad eldstadskorrosion genom reglerad blyhalt
2015:164, 165	38745	Guide för att säkerställa erforderlig säkerhet och kvalitet
2016:248	38746	Förbättrad livslängdsbedömning genom TMF- provning i korrosiv miljö
2016:247	38758	Miljövänligare och effektivare förbränning i fluidbädd med manganmalm som bäddmaterial
2015:168, 169	39114	Snabb fuktighetsbestämning av biobränsle med radarteknik – SNABB
2015:197	39182	Korrosion och beläggningssbildning vid förbränning av SLF
2015:186	39185	Online-analys av heta påslag vid förbränning
2015:198	39195	Gjuterisand som bäddmaterial i FB-pannor vid förbränning av RT-flis
2015:176	39196	Primära fel i larmskurar
2016:237	39197	Inverkan av spänningsrelaxation på krypning av ångledningssystem
2015:189	39202	Hantering av kadmium vid värmeverket vid användning av Salix som fånggröda
2015:215	39203	Korrosionsreducerande additivs inverkan på syradagpunkten och lågtemperaturkorrosion
2016:218	39204	Bioslam till Biokol -Pilotförsök
2015:187	39205	Livslängdsbedömning av ångledningssystem - kompletterande provning och analys
2015:219	39206	Teknisk och ekonomisk potential för kombinerad värme, kraft och biooljaproduktion vid kraftvärmeverk-CHPO
2015:220	39216	Förbättrad överhettarreglering med framkoppling från fysikaliska processmodeller