

Programbeskrivning för Samverkansprogrammet

# Materialteknik för termiska energiprocesser

**2014-2017**

## Innehåll

<b>1</b>	<b>Sammanfattning</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Programmets inriktning</b>	<b>4</b>
2.1	Vision.....	4
2.2	Syfte.....	4
2.3	Omfattning.....	4
2.4	Mål.....	5
2.5	Framgångskriterier.....	6
2.6	Forsknings-, utvecklings- och teknikområden.....	7
	2.6.1 Process- och anläggningsteknisk utveckling .....	7
	2.6.2 Materialteknisk utveckling.....	8
2.7	Energirelevans .....	9
2.8	Samhälls- och näringslivsrelevans.....	10
2.9	Miljöaspekter .....	11
2.10	Projektgenomförare/projektdeltagare .....	11
2.11	Avnämare/intressenter .....	12
<b>3</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>Genomförande</b>	<b>16</b>
4.1	Arbetsätt .....	16
4.2	Resultat och resultatspridning .....	16
4.3	Utvärdering .....	17
<b>5</b>	<b>Avgränsningar</b>	<b>18</b>
5.1	Forsknings-, utvecklings- och teknikområden.....	18
5.2	Andra anknytande program inom Energimyndigheten.....	19
5.3	Internationell samverkan .....	19
<b>6</b>	<b>Ytterligare information</b>	<b>20</b>

# 1 Sammanfattning

Samverkansprogrammet Materialteknik för termiska energiprocesser har som syfte att genom material- och processteknisk utveckling bidra till att förnybara bränslen och avfall effektivt kan användas för el- och värmeproduktion i termiska processer med hög bränsleflexibilitet, bra dellastegenskaper och minimal miljöpåverkan. Programmet ska bygga upp kunskaper och kompetens för utformning av termiska processer, såväl processtekniskt som materialtekniskt. Resultaten från programmet ska kunna vara implementerbart på fem till tio års sikt.

Insatserna i programmets ska bidra till följande vad gäller de termiska energiprocesserna:

- Ökad andel elproduktion, genom ökad elverkningsgrad, förbättrad tillgänglighet och effektiviserad el- och värmeproduktion från förnybara bränslen och avfall i termiska energiomvandlingsprocesser.
- Förbättrad bränsleflexibilitet genom ökad möjlighet att använda förbränningstekniskt svåra bränsle med bibehållen elverkningsgrad i ångturbinprocesser och möjlighet att använda förnybara bränslen i gasturbinprocesser.
- Förbättrad driftflexibilitet, och möjlighet för cyklisk drift av termiska energiprocesser.

Materialen i en anläggning är oftast den dimensionerande faktorn för vad anläggningen klarar. För att uppnå ovanstående målsättning krävs forskning inom materialteknik för att uppnå material som är hållbara, erosions- och korrosionsbeständiga och svetsbara i olika miljöer.

Inom programmet ska forskningsinstitutioner (universitet, högskolor och forskningsinstitut) i samverkan med industrin formulera och lösa forskningsuppgifter som svarar mot industrins problemställningar och som samtidigt leder till utbildning av forskarstuderande samt seniorforskning vid högskola/universitet. Projekten inom programmet ska ha hög industrirelevans och minst 60 procent industriell medfinansiering. Programmet omfattar en total forskningsbudget på 115 000 000 kronor. Energimyndighetens andel i programmet är 46 000 000 kronor vilket motsvarar 40 procent av programmets omfattning.

Avnämare för programmet är energibolag, pannstillverkare, gas- och ångturbinstillverkare, materialproducenter, entreprenörer, konsulter, forskare m.fl.

## 2 Programmets inriktning

### 2.1 Vision

Med materialteknisk utveckling som bas ska programmet bidra till

- att ställa om Sverige och EU till ett långsiktigt hållbart energisamhälle och bidra till global miljönytta och internationell konkurrenskraft för svensk industri genom att utveckla mer effektiva och flexibla termiska energiomvandlingsprocesser med förnybara bränslen och avfallsbränslen.
- att el baserade på förnybara bränslen och avfallsbränslen ska kunna produceras med mellan 3-4 procentenheter högre elverkningsgrad jämfört med dagens gällande nivå<sup>1</sup> för kommersiellt gångbara anläggningar.

### 2.2 Syfte

Syftet med samverkansprogrammet *Materialteknik för termiska energiprocesser* är att genom materialteknisk utveckling bidra till att förnybara bränslen och avfall effektivt kan användas för att producera el och värme i termiska processer med hög bränsleflexibilitet, bra dellastegenskaper och minimal miljöpåverkan. Tillämpningarna finns på både fastbränslepannor med ångturbiner samt gasturbiner.

Programmet ska bidra till att bygga upp kunskaper så att utformning av termiska processer, såväl processtekniskt som val av material, för olika energitillämpningar underlättas genom förbättrad kompetens, utvecklade metoder och nya verktyg. Programmet kommer att ha en fokusering på förbränning med en effektiv ångturbinprocess, men även omfatta gasturbinprocesser.

Programmet kommer även bidra till att stärka nätverken mellan forskningsinstitutioner (högskolor, universitet och forskningsinstitutioner) och industrin samt utveckla svenskt näringsliv med stärkt konkurrenskraft samtidigt som programmet bidrar till övergången till ett långsiktigt hållbart energisystem.

### 2.3 Omfattning

Programmet löper under fyra år mellan 2014-04-16 och 2018-04-15.

Administrationen av programmet pågår till 2018-07-15 för att samlat redovisa

---

<sup>1</sup> Referensnivå (2010) är ångdata 140 bar/540 °C med två högtrycksförvärmare, anläggningsstorlek 50 MW<sub>el</sub> och rena biobränslen (skogsbränslen, GROT) som bränsle.

avslutade projekt i en slutrapport och lämna ekonomisk slutredovisning till Energimyndigheten och deltagande industriintressenter. Programmets totala avsättning för forskning omfattar 115 000 000 kronor under perioden 2014-04-16 och 2018-04-15, varav Energimyndighetens andel är 40 % (46 000 000 kr) och näringslivets andel är 60 %. Kostnaderna för samordning och resultatspridning hanteras i ett separat samarbetsavtal mellan Elforsk, som är koordinator för programmet, och Energimyndigheten

## 2.4 Mål

Programmets övergripande mål är att bidra till omställningen till ett långsiktigt hållbart energisystem genom material- och processteknisk utveckling för termiska energiprocesser baserade på förnybara bränslen och avfall. Detta omfattar ångturbinprocessen (pannanläggning och ångturbin) samt gasturbinprocessen. Forskningen ska till dessa processer bidra till:

- Ökad andel elproduktion, genom ökad elverkningsgrad, förbättrad tillgänglighet och effektiviserad el- och värmeproduktion från förnybara bränslen och avfall i termiska energiomvandlingsprocesser.
- Förbättrad bränsleflexibilitet genom ökad möjlighet att använda förbränningstekniskt svåra bränsle med bibehållen elverkningsgrad i ångturbinprocesser och möjlighet att använda förnybara bränslen i gasturbinprocesser.
- Förbättrad driftflexibilitet, och möjlighet för cyklisk drift av termiska energiprocesser.

För att uppnå ovanstående målsättning krävs forskning inom materialtekniska processlösningar för att uppnå material som är hållbara, erosions- och korrosionsbeständiga och svetsbara i olika miljöer. Programmet har följande mål:

1. Undersökt möjligheter och hinder för hur anläggningar i Sverige kan nå högre ångdata motsvarande långsiktiga visionen om 3-4 procentenheter högre elverkningsgrad än bästa teknik för givet bränsle idag (se avsnitt 2.2 för referensvärde).
2. Vidareutvecklat verktyg och tekniker för hur nya materiallösningar kan appliceras i anläggningar.
3. Utvärderat exponeringar och applikationstester av olika solida och kompositmaterial och/eller belagda material i syfte att utveckla förbättrade materiallösningar som bidrar till en ökad bränsleflexibilitet och ökad elproduktion.

4. Utvärderat olika materials mekaniska egenskaper och livslängd i relation till nya krav på materialen för effektivare elproduktion (höjda tryck och temperaturer).
5. Förslag till åtgärder och lösningar för att minska överhettar- och eldstadskorrosion, erosionsrelaterade problem samt lågtemperaturkorrosion, ska ha tagits fram.
6. Förslag till nya konstruktionslösningar, driftparametrar och redskap för att bedöma vilka tekniska krav ett visst bränsle ställer på anläggningen ska ha tagits fram för kraftvärmeanläggningar, i syfte att bidra till ökad bränsleflexibilitet och tillgänglighet.
7. Förslag till materialtekniska eller konstruktionslösningar för ångturbiner ska tas fram, i syfte att bidra till att en ökad turbinstegeverkningsgrad med två procent möjliggörs.
8. Testat och validerat nya material och ytbeläggningar för framtida industriella gasturbiner för att möjliggöra hög bränsleflexibilitet, tillgänglighet och verkningsgrad samt möjlighet till cyklisk drift.
9. Utvecklat metoder för att kvantifiera processbarhet<sup>2</sup> för nya material, samt att ha skapat förståelse för mikrostrukturutveckling och mekaniska egenskaper, för effektivare energianläggningar.

Akademiska/industriella mål:

- Minst sex licentiater och sex doktorer ska ha utexaminerats under programperioden.
- Minst 50 artiklar i vetenskapliga tidskrifter och granskade (peer review) konferensbidrag.
- Minst fyra projekt under etappen som lett till kommersiella produkter och patent.

## 2.5 Framgångskriterier

Kriterier för framgång för programmet är:

- Deltagande industriföretag deltar aktivt i projekten, där olika kompetenser tillsammans med akademien gemensamt löser forskningsuppgifter med relevans för industrin och programmets målsättning.

---

<sup>2</sup> Med processbarhet avses exempelvis svetsning och formning.

- Ömsesidig personrörlighet mellan industri och akademi genom att forskare periodvis utför sitt arbete på industrierna och att industripersoner deltar i akademins arbete eller genom rekrytering av industridoktorander.
- Forskningen åstadkommer resultat som industrin kan nyttiggöra och som samtidigt leder till vetenskaplig meritering (doktors-/licentiatexamina) och långsiktig kompetensuppbyggnad inom högskolan.
- Programmet samverkar och har utbyte när så är lämpligt med andra forskningsprogram som HTC (Kompetenscentrum Högtemperaturkorrosion) och SEBRA (Samverkansprogram inom bränslebaserad el- och värmeproduktion).

## 2.6 Forsknings-, utvecklings- och teknikområden

Programmet är indelat i två verksamhetsområden, *process- och anläggningsteknisk utveckling* och *materialteknisk utveckling*. Den gemensamma utgångspunkten för de båda områdena är att den materialtekniska processutvecklingen ska bidra till att förnybara bränslen och avfall effektivt kan användas för att producera el och värme i termiska energiprocesser. Detta innefattar hög bränsleflexibilitet, goda dellastegenskaper och minimal miljöpåverkan. I den processtekniska delen ska kunskapen som tagits fram i den materialtekniska delen utgöra en kunskapsbas för demonstration och implementering av nya lösningar. Projektens resultat ska vara tillämpbara inom ca fem till tio års sikt.

### 2.6.1 Process- och anläggningsteknisk utveckling

Fokus på detta område är att kunna demonstrera och implementera mer effektiva och lönsamma termiska processer för el- och värmeproduktion i både befintliga och nya anläggningar. Området innefattar processtekniska lösningar, anläggningsteknik och ekonomiska analyser och kan avse:

- Via modell- och referensanläggningskoncept visa hur programmets resultat kan vara till nytta och relevans för anläggningar, samt identifiera ytterligare forskning- och utvecklingsbehov för frågeställningar som bränsleflexibilitet och driftflexibilitet.
- Föreslå och verifiera kostnadseffektiva lösningar vad gäller drift och materialval som minskar korrosion och erosion.
- Verifiera att ångtemperaturen kan höjas med minst 40°C, från ca 540 till 580°C med rena biobränslen (skogsbränslen, GROT) och från ca 450 till 500°C med avfallsfraktioner (RDF) som bränsle genom materialtester i pilotskala med konventionella överhettarmaterial i befintliga pannor.

- Ta fram arbetsprocesser och riktlinjer för hur nya material kan användas i anläggningar, inkl. kontroll- och uppföljningssystem.
- Presentera färdväg för hur anläggningar i Sverige kan nå högre ångdata motsvarande långsiktiga visionen om 3-4 procentenheter högre elverkningsgrad än bästa teknik för givet bränsle idag.
- Stödja projekt för demonstration av kraftvärmeanläggningar, eller delsystem i befintliga anläggningar, med högre ångdata.

### 2.6.2 Materialteknisk utveckling

Inom området materialteknisk utveckling inriktas insatserna till att utveckla materialtekniska lösningar för pannor respektive prestandaförbättrande materialfrågor för gasturbiner och ångturbiner. Detta område innebär att mer grundläggande materialkunskap tas fram som kan tillämpas och demonstreras i nya avancerade processer och applikationer för energiomvandling.

Insatser inom området *materialtekniska lösningar för pannor* kan avse:

- Lösningar för att minimera problem med högttemperaturkorrosion och erosion i pannanläggningar och ökad förståelse för under vilka förhållanden problemen uppstår.
- Åtgärder för att förhindra problem med lågttemperaturkorrosion i t.ex. economiser och luftförvärmare och ökad kunskap om under vilka förhållanden problem uppstår.
- Testa och utvärdera olika materialgrupper (aluminiumoxidbildande legeringar, NiCrFe-material, m.fl.) för solida komponenter, kompositmaterial och/eller ytbeläggningar i olika miljöer, driftförhållanden och temperaturområden med syfte att utveckla material med förbättrade egenskaper.
- Applikationstester av ångslinga i överhettare i syfte att undersöka förutsättningar för högre ångdata (600°C ångtemperatur för rena biobränslen).
- Genomföra studier i labbskala för att utvärdera mekanismer som har största påverkan på materialens mekaniska livslängd i relation till nya krav på materialen vid högre ångtryck och ångtemperaturer.
- Utöka kunskaperna om de tekniska problem och risker relaterade till ökad bränsleflexibilitet. Förståelse om under vilka förhållanden problem uppstår, analysera dynamiska korrosionsförlopp (exempelvis



korrosionminneseffekter<sup>3</sup>) och möjliga åtgärder för att förhindra problem, exempelvis genom materialval och additiver.

- Materialteknisk utveckling för konvertering av pannor från fossil- till biobränsleeldade anläggningar, inkl. inblandning av förnybara bränslen.
- Materialteknisk utveckling för förgasningsprocesser

Insatser inom området *materialfrågor för gasturbiner och ångturbiner* kan avse:

- Testa och utvärdera material och ytbeläggningar för effektiva gasturbiner optimerade för cyklisk drift för att balansera elproduktion från sol- och vindkraft.
- Utveckla förbättrade skovelprofiler och avancerad teknik för industriella ångturbiner i syfte att förbättra turbinverkningsgraden.
- Utveckla metoder för att kvantifiera svetsbarhet och formning, d.v.s. hur nya avancerade material hopfogas med mer konventionella material för att uppnå kostnadseffektiva lösningar för effektivare energianläggningar.
- Kartlägga och skapa förståelse för hur materialens mikrostruktur utvecklas med tid och temperatur för nickelbaslegeringar och under vilka förhållanden duktilitetsproblematik<sup>4</sup> uppstår och möjliga åtgärder för att förhindra problem.
- Utvärdera påverkan av långtidsexponering på mekaniska egenskaper av nickelbaslegeringar samt utvärdera applicerbarhet av partikeltillväxtlagar för att prediktera mikrostrukturen under exponering.
- Driftflexibilitet, samt användning av förnybara bränslen (biogas, vätgas och flytande biobränslen) och bränsleflexibilitet i gasturbiner

## 2.7 Energirelevans

Ökad användning av förnybara bränslen är en viktig del i EU:s energi- och klimatmål. Programmet är inriktat på att öka kunskapen kring hur energianläggningar ska utformas för att bättre och mer problemfritt kunna använda förnybara bränslen och avfall med högre elverkningsgrad och tillgänglighet.

<sup>3</sup> Med korrosionsminne menas att historisk drift påverkar korrosionsprodukter och avlagringar i pannor

<sup>4</sup>Duktilitet är ett mått på ett materials förmåga att genomgå formförändring utan att sprickbildning uppstår.

Programmets mål att bidra till att mer el produceras genom högre elverkningsgrad, eller bibehållen verkningsgrad med svårare och varierande bränslefraktioner, samt bättre tillgänglighet, bedöms ha hög energirelevans.

Materialfrågor förekommer i alla processer och produkter.

Konstruktionsmaterialens prestanda och beständighet är ofta den dimensionerande faktorn och grunden för termiska energiprocessers effektivitet. Högre temperaturer och mer komplexa miljöer genom svårare bränsletyper och högre miljökrav i dessa processer, ställer nya höga krav på materialvalen.

Anläggningsrelaterad anpassning och processutveckling för att kunna bygga kostnadseffektiva anläggningar med hög bränsleflexibilitet krävs och bedöms ha en hög energirelevans eftersom nya högeffektiva termiska processer kommer närmare kommersialisering.

Internationellt, och på sikt även i Sverige, får ökad lastflexibilitet för att balansera elproduktion från sol och vind en ökad betydelse. Därför finns det ett behov av att forska på och utveckla material och processer för krav för cyklisk drift. Detta förbättrar möjligheterna för annan förnybar elproduktion som sol och vind.

## 2.8 Samhälls- och näringslivsrelevans

Resultat från detta och andra närliggande forskningsprogram inom området kan omsättas och nyttiggöras genom successiva demonstrationer och tester av olika konstruktionslösningar. Resultat kan även omsättas och nyttiggöras genom implementering i en demonstrationsanläggning, och i efterföljande utvecklingssteg kan resultat implementeras i kommersiella produkter och tjänster. Resultaten kommer programmets intressenter (exempelvis leverantörsföretag av utrustning och material) tillgodo och de kan implementera konkurrenskraftiga lösningar i egna koncept som de kan sälja såväl inom Sverige som på en exportmarknad.

Genom programmets långsiktigt inriktade forskning uppnås också successiv kompetensuppbyggnad, både bland seniora forskare och hos nyutexaminerade doktorer men också kunskaper som kommer industriföretag till nytta. Programmet kommer således att bidra till långsiktig kompetensuppbyggnad inom processförbrännings- och materialteknikområdet kopplat till energitillämpningar.

Näringslivsrelevansen är stor för materialforskningen. Materialfrågor är ständigt aktuella i alla termiska processer, alltifrån stora biobränslepannor och högeffektiva gasturbiner till förbränningsmotorer i fordon och småskaliga tillämpningar. Bland programmets företagsintressenter finns nationella och multinationella tillverkande industrier och för Sverige viktiga företag med en betydande del av produktionen på export. Företagens verksamhet i Sverige har en betydelse för arbetstillfällena i Sverige. Företagen har även betydelsefull forskning

och utveckling förlagd i Sverige. Det är alltså av strategisk betydelse för svenskt näringsliv med en stark och konkurrenskraftig forskning inom Sverige. Konkurrenskraften hos dessa företag stärks av en framstående svensk materialforskning, samtidigt som svensk forskning på forskningsinstitutioner kan fortsätta hålla internationell toppklass.

Samhällsrelevansen är också stor när det gäller materialforskning. För omställningen av energisystemet, är utveckling av nya material för nya effektivare och miljövänligare termiska processer en viktig pusselbit.

## 2.9 Miljöaspekter

Biobränslen utgör en viktig resurs för arbetet med att klara miljökvalitetsmålet *begränsad klimatpåverkan*. Ökad efterfrågan på förnybara bränslen har gett upphov till ökad konkurrens och högre priser. Efterfrågan på billigare och mera komplexa bränslen har därför ökat. Gemensamt för dessa bränslen är att de ger upphov till materialtekniska problem i anläggningarna som behöver lösas för en effektiv elproduktion. Programmet utvecklar nya material för framtidens nyutvecklade termiska processer vilket inkluderar förgasning av biomassa, gasturbiner för syntetgas etc. Ökad elproduktion från biobränslen kan ersätta användningen av fossila bränslen.

De övriga miljökvalitetsmål som berörs av programmet är *frisk luft*, *ingen övergödning* och *bara naturlig försurning*. I framförallt tätorter förekommer förhöjda halter av luftföroreningar som kan ge negativa effekter på hälsa och miljö. Kraftvärmens centraliserade produktion av el och värme med god rökgasrening kan ersätta mindre anläggningar med sämre rening.

## 2.10 Projektgenomförare/projektdeltagare

Projektgenomförare kan vara forskare på forskningsinstitutioner (universitet, högskolor och forskningsinstitut) samt relevanta industriföretag.

Det är av särskild vikt att resultaten kommer till användning och att den forskning och utveckling som genomförs vid forskningsinstitutioner möter behov och krav som formuleras tillsammans med avnämare eller aktuell bransch. Ett aktivt deltagande från näringslivet är viktigt både av dessa skäl och för att bidra med tillgängliga resurser för att genomföra programmet.

## 2.11 Avnämare/intressenter

Avnämare till programmets resultat är energiföretag, panntillverkare, gas- och ångturbintillverkare, materialproducenter, konsulter och forskare.

Avnämare i varje enskilt projekt beror på dess resultat och inriktning. Forskare kan främst dra nytta av generellt utvecklingsarbete medan industrins intressen snarare är lösningar för effektivare processer och resultat som kan utgöra beslutsstöd för investeringar. Den generella kompetenshöjning som forskningen leder till inom industrin, i konsult- och leverantörsled och på universitet och högskolor säkrar den långsiktiga utvecklingen av verksamheten. Därmed förväntas en stor del av resultaten ge branschövergripande effekter.

### 3 Bakgrund

I Energimyndighetens prioriterade insatser för Forskning och innovation för ett långsiktigt hållbart energisystem<sup>5</sup> anges ökad användning av bioenergi. Samtidigt anges att ett tredje ben för elförsörjningen bör utvecklas, förutom vattenkraft och kärnkraft, för att minska sårbarheten och öka försörjningstryggheten. För att åstadkomma detta måste kraftvärme och övrig förnybar kraftproduktion tillsammans svara för en betydande del av elproduktionen. Detta gör forskning och innovation för att utveckla förnybar elproduktion angelägen. En långsiktigt hållbar försörjning av biomassa är av stor betydelse för det svenska energisystemet och den svenska ekonomin.

2010 producerades 12,5 TWh kraftvärmeel från fjärrvärmesystemet och 6,4 TWh från industriellt mottryck, och utbyggnaden fortsätter. Forskningen har haft stor betydelse för konverteringen till förnybara bränslen och har starkt bidragit till att Sverige är internationellt ledande inom området biobränslebaserad el- och värmeproduktion. Fokus framöver är att öka elutbytet genom högre ångdata, eller bibehållen verkningsgrad för svårare bränslen. Det kräver nya material och konstruktionslösningar. Vid högre priser på konventionella biobränslen ökar behovet av större bränsleflexibilitet i anläggningarna. Idag råder viss konflikt mellan elutbyte och bränsleflexibilitet, och en av utmaningarna är att kunna elda mer avfallsliknande och askrika bränslen med bibehållen tillgänglighet och hög elverkningsgrad samtidigt som värmesänkan utnyttjas effektivt.<sup>6</sup>

#### Tidigare forskning

Tidigare forskning inom området har med stöd från Energimyndigheten bedrivits inom KME, Konsortium materialteknik för termiska energiprocesser, under fyra etapper mellan 1997 och 2014. Konsortieföretagen har i samarbete med forskningsinstitutioner bedrivit industrirelevant forskning. Under denna programetapp kommer programmet vara öppet för alla aktörer.

KME utvärderades under 2013 och utvärderingsgruppens sammanfattande slutsats är att programmet varit framgångsrikt och att det har fokuserat på industrirelevanta områden och med utmärkt vetenskaplig nivå. KME beskrivs bidra till integration mellan näringslivet och universitet och forskningsinstitut på ett positivt sätt. Programmet har bidragit till betydande kunskaps- och tekniksprång inom materialteknikområdet, exempelvis:

- Design av slutöverhettare placerad i cyklonlåset i CFB-pannor.

<sup>5</sup> Regeringens proposition 2012/13:21 Forskning och innovation för ett långsiktigt hållbart energisystem

<sup>6</sup> UP-rapport Bränslebaserade energisystem ER 2012:09

- Bidragit till Vattenfalls arbete med sin patenterade produkt ChlorOut, ett additiv som tillsätts i rökgaserna för att minska korrosion och påslag på överhettare.
- Validering av korrelationer och modeller för prediktering av korrosionshastigheten, vilket har lett till utveckling av en avancerad beräkningsmodell, baserad på kemisk jämviktsberäkning för materialval i pannor.
- Minskning av eldstadskorrosion med ytbeläggningar av nya legeringar.
- Effekten av tillsatser (additiver, ex rötat avloppsslam) till biobränsle för att minska korrosion.
- Visa möjligheter och utmaningar i att konstruera bioeldade kraftvärmeverk för 600°C ånga.
- Nya korrosionsbeständiga 9-12 % Cr-stål kommit fram och som designas in i Siemens superkritiska ångturbin för 620°C ångdata.

### Utveckling av pannanläggningar

En förbättrad verkningsgrad för givet bränsle i energianläggningarna innebär en ökad resurseffektivitet. För att möjliggöra detta behöver temperaturerna höjas i anläggningarna vilket i sin tur ökar kraven på temperaturhållfastheten hos de material som används.

Överhettarunderhåll, reparation och byte, är en av de största posterna i anläggningarnas drift- och underhållskostnader. Det behövs därmed beslutsunderlag för att välja det mest kostnadseffektiva materialet till primär-, sekundär- och tertiäröverhettare. Bättre materialval och processlösningar förbättrar även anläggningens tillgänglighet. Kraven på bränsleflexibilitet och övergång till mer besvärliga bränsletyper för ökat resursutnyttjande kommer att öka kraven på materialen och medföra nya problemställningar. En effektivisering av elproduktionen kommer också att ställa högre krav på materialen som beskrivits ovan, i flera delar av pannan vad gäller korrosionsmotstånd men även andra egenskaper. För att nya material ska kunna godkännas för användning i tryckbärande delar krävs kännedom om mekaniska egenskaper som t.ex. kryphållfasthet. Tillverkning kräver kunskap om materialens svetsegenskaper.

Hybridlösningar kan vara en del av lösningen. Ett enklare tryckbärande material används i kombination med kompositteknik (compound) eller ytbeläggningar (baserat på olika tillverkningstekniker) med avancerade material som kan stå emot både korrosion och erosion.

Goda dellastegenskaper kommer in som en naturlig del i arbetet med att effektivisera anläggningar. Utan tillräckliga dellastegenskaper finns det en begränsad användning av resultat.

## Utveckling av turbiner

Material som används i gasturbiner har av tradition varit av en helt annan typ än för pannanläggningar, så kallade nickelbasmaterial, som klarar betydligt högre förbränningstemperaturer – i vissa fall över 900°C. Trots det höga priset och de stora tekniska utmaningarna att införa nickelbasmaterial har de redan börjat användas i de mest högpresterande anläggningarna av denna typ. Detta är bara början på en långsiktig utveckling som kommer att kunna förbättra verkningsgraderna och samtidigt minska miljöpåverkan från energianläggningarna.

Mycket långa drifttider är verklighet för både gas- och ångturbiner. En gasturbinkompressor har en förväntad livslängd på minst 120 000 timmar och en ångturbin minst 200 000 timmar. Kunskap om stålen, inverkan av långa tider vid höga temperaturer på mikrostrukturen och resulterande mekaniska egenskaper som krypning, är nödvändigt för en säker drift med minimal risk för stillestånd. De ingående materialen i gasturbinkompressorn och ångturbinen är likartade, liksom temperaturer och laster. En samordning av gas- och ångturbinens behov vid utveckling av nya material är därför gynnsam.

Inom gasturbinutvecklingen är hög verkningsgrad, garanterad driftssäkerhet över långa driftsperioder och låga emissioner de mest betydelsefulla utmaningarna för ett effektivt bränsleutnyttjande. I ett energiförsörjningssystem som förutsätter övergång från fossila bränslen till förnybara bränslen kommer dessa krav dessutom att ställas samtidigt som mer aggressiv miljö införs i turbinerna och krav på att hantera flexibla bränslen och flexibla cykliska körsätt. Det är därför en förutsättning för teknikens utveckling att framsteg görs på materialområdet, både genom att nya material med förbättrade egenskaper tas fram och genom förbättrad kunskap om hur materialen kan utnyttjas optimalt.

Nickelbasmaterialen finner sin huvudsakliga tillämpning i gasturbiner, men en fortsatt utveckling av biobränsleeldade ångprocesser leder till temperaturer där nickelbasmaterialen finner användning även i ångturbiner, som hittills uteslutande använt stål. Även ytbeläggningar i ångturbiner kommer att bli aktuellt och utvecklingen ligger nära kommersialisering.

Driftförhållandena i ång- och gasturbiner är sådana att materialen utsätts för många cykler, ofta i kombination med aggressiv miljö. Förbättringar av material till gas- och ångturbiner förutsätter en allt mer detaljerad kunskap om materialens egenskaper och degradering under cyklisk drift vid höga temperaturer. Kunskapen om materialen sträcker sig från konventionella stål över nickelbasmaterial till metalliska och keramiska ytbeläggningar.

## 4 Genomförande

### 4.1 Arbetsätt

Inför programstart hålls en gemensam utlysning omfattande programmets alla verksamhetsområden. Därefter planeras preliminärt ytterligare en ansökningsomgång programmets första år. Det totala antalet utlysningar för programmet är inte begränsat.

Insatserna inom programmet bygger på stark samverkan mellan forskningsinstitutioner (universitet, högskolor och forskningsinstitut) och industri. Ansökan bör klargöra hur samverkan mellan olika forskningsinstitutioner och med berörd industri ska ske. Projekt som genomförs i en aktiv samverkan mellan ett eller flera industriföretag med forskningsinstitutioner prioriteras. Energimyndighetens medel går företrädesvis till forskningsinstitutionerna. I undantagsfall då det inte är möjligt/lämpligt med forskningsinstitutioner som utförare, kan konsult/industripart vara utförare och ta del av Energimyndighetens medel. Det ställs krav på att det i projekten ska finnas medfinansiering med minst 60 % från industrin. Industriell medfinansiering till projekten sker genom kontant- eller naturafinansiering. Företagens naturafinansiering beräknas i enlighet med Energimyndighetens riktlinjer.

Inom programmet kommer ett programråd att tillsättas som granskar ansökningar och lämnar rekommendationer till Energimyndigheten för beslut om den statliga medfinansieringen. Programrådet ska verka för att programmet genomförs i enlighet med programbeskrivningen och att målen nås.

Elforsk är koordinator för programmet och som samordnar verksamheten och ansvarar för programmets genomförande vilket omfattar programhantering, uppföljning och resultatspridning.

### 4.2 Resultat och resultatspridning

Programinformation lämnas på Energimyndighetens och Elforsks externa webb, [www.energimyndigheten.se](http://www.energimyndigheten.se) respektive [www.elforsk.se](http://www.elforsk.se). Information om programmets beviljade projekt lämnas på Energimyndighetens projektdatabas på hemsidan.

En kommunikationsplan ska tas fram till programmet, som även ska ange hur resultaten ska spridas.



### **4.3 Utvärdering**

Programmet kommer att utvärderas mot slutet av programperioden. Utvärderingen ska göras mot programbeskrivningen och i första hand utvärdera om programmets syften och mål har uppnåtts samt hur samverkan mellan Energimyndigheten och Elforsk har fungerat organisatoriskt och resultatmässigt. Utvärderingen sker på Energimyndighetens initiativ och bekostas utanför programbudgeten.

## 5 Avgränsningar

### 5.1 Forsknings-, utvecklings- och teknikområden

Materialforskning för termiska processer bedrivs inom tre olika program med finansiellt stöd av Energimyndigheten. Dessa utgörs förutom av samverkansprogrammet *Materialteknik för termiska energiprocesser*, även av *HTC* (Kompetenscentrum Högtemperaturkorrosion) och *SEBRA* (Samverkansprogrammet för bränslebaserad el- och värmeproduktion).

Inom HTC tas grundläggande kunskap fram för förståelse om mekanismer för högtemperaturkorrosion. Forskningen utgör en kunskapsbas som kan nyttjas av programmet *Materialteknik för termiska energiprocesser* som innefattar problemorienterade forskningsprojekt med tillämpbarhet på fem till tio år.

Inom SEBRA finansierar problemorienterad forskning inriktad på produktionsanläggningarna med snar tillämpning, d.v.s. inom 5 år.

De olika programmen stämmer kontinuerligt av den forskning som bedrivs inom respektive program, för att dels undvika överlapp, och dels försöka hitta synergier och samverkansmöjligheter.

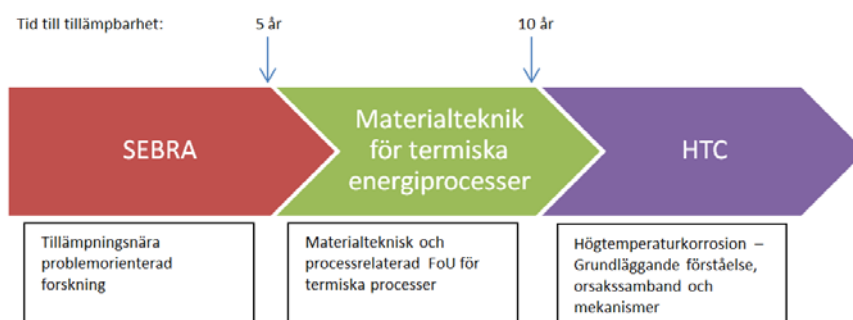
Forskning som ingår i *Materialteknik för termiska energiprocesser* kan sammanfattas enligt:

- forskning med tillämpbarhet mellan fem och tio år
- materialteknisk och processrelaterad tillämpad FoU för termiska processer.

Forskning som *inte* ingår i *Materialteknik för termiska energiprocesser* kan sammanfattas enligt:

- kortsiktig forskning med tillämpbarhet under fem år
- grundläggande forskning (förståelse, orsakssamband, mekanismer) kring korrosion och erosionkorrosion vid höga temperaturer.

Forskningsprogrammen förhåller sig till varandra gällande forskningsområde och tidshorisont enligt figur nedan.



## 5.2 Andra anknyttande program inom Energimyndigheten

Vid Energimyndigheten finns följande program som har koppling till Samverkansprogrammet Materialteknik för termiska energiprocesser:

- Samverkansprogrammet för bränslebaserad el- och värmeproduktion (SEBRA)
- Kompetenscentrum för högtemperaturkorrosion (HTC)
- Turbokraft – utveckling av process- och turbomaskinteknik
- CECOST (Centre for Combustion Science and Technology)

## 5.3 Internationell samverkan

Programmet har inte en övergripande uppgift att samverka internationellt, men det finns en strävan att ha samverkan med internationella företag i projekten.

Internationell samverkan och påverkan finns med i utformningen av programmets innehåll då kraftvärme baserad på biobränslen och avfall är områden med stora svenska intressen och styrkepositioner. Programmets innehåll återspeglar den svenska klimat- och energipolitiken som är en del av EU:s.

Genom medverkan av leverantörer och energibolag med internationell marknad kan ett internationellt kundperspektiv beaktas. Synergier från företagens medverkan i och erfarenheter från andra internationella utvecklingsprojekt ska eftersträvas.

## 6 Ytterligare information

Information om programmet finns tillgänglig på Energimyndighetens och Elforsks webbplatser:

- <http://www.energimyndigheten.se>
- <http://www.elforsk.se/>

För ytterligare information kontakta:

Bertil Wahlund  
Elforsk AB  
Telefon: 08 - 677 27 52  
E-post: [bertil.wahlund@elforsk.se](mailto:bertil.wahlund@elforsk.se)

Sofia Andersson  
Energimyndigheten  
Telefon: 016-544 24 45  
E-post: [sofia.andersson@energimyndigheten.se](mailto:sofia.andersson@energimyndigheten.se)

Mattias Andersson  
Energimyndigheten  
Telefon: 016-542 06 31  
E-post: [mattias.andersson@energimyndigheten.se](mailto:mattias.andersson@energimyndigheten.se)

|