

Programbeskrivning för programmet

**TURBOKRAFT –
Elproduktion från
termiska turbomaskiner
och processer**

Etapp 2: 2012-01-01 – 2015-12-31

Beslutsdatum
2011-12-01

Innehåll

1	Sammanfattning	4
2	Programmets inriktning	5
2.1	Vision.....	5
2.2	Syfte.....	5
2.3	Mål.....	5
2.4	Framgångskriterier.....	6
2.5	Forsknings, utvecklings- och teknikområden.....	7
2.6	Energirelevans.....	11
2.7	Samhälls- och näringslivsrelevans.....	12
2.8	Miljöaspekter.....	13
2.9	Projektgenomförare/projektdeltagare.....	14
2.10	Avnämare/intressenter.....	15
2.11	Arbetsätt.....	15
3	Bakgrund	16
3.1	Utvärdering av TURBOKRAFT Etapp 1.....	17
3.1.1	Extern internationell utvärdering av Etapp 1.....	17
3.1.2	Deltagande partners utvärdering av Etapp 1.....	19
3.1.3	Synpunkter från Energimyndigheten inför Etapp 2.....	19
3.2	Förändring av TURBOKRAFT inför Etapp 2.....	20
4	Genomförande	23
4.1	Tidplan.....	23
4.2	Budget och kostnadsplan.....	23
4.2.1	Intäkter.....	23
4.2.2	Kostnader.....	24
4.3	Ansökningskriterier och hantering av ansökningar.....	24
4.4	Programråd/programstyrelse.....	25
4.5	Kommunikationsplan och resultatspridning.....	26
4.6	Syntes.....	27
4.7	Utvärdering.....	27
5	Avgränsningar	28
5.1	Forsknings-, utvecklings- och teknikområden.....	28
5.2	Andra anknyttande program inom Energimyndigheten.....	28
5.3	Internationell samverkan.....	28
6	Ytterligare information	29

1 Sammanfattning

Denna programbeskrivning avser Etapp 2 av forskningsprogrammet TURBOKRAFT - Elproduktion från termiska turbomaskiner och processer, ursprungligen indelat i tre fyraårsetapper. Etapp 2 bygger på resultat från Etapp 1 (2007-2011), men med delvis förändrad inriktning utgående från den internationella utvärderingen av Etapp 1, egna slutsatser och Energimyndighetens önskemål om innehåll och fokus i nästa etapp.

I forskningsprogrammet deltar såväl industri som universitet/högskolor. Industriparter är svenska tillverkare av termiska turbomaskiner. Dessutom kommer företag från svensk kraftindustri att ingå som observatörer i styrelse och delta i styrgrupperna för programmets olika teknikområden.

Etapp 2 startar 2012-01-01 och sträcker sig över fyra år till 2015-12-31. Total budget för etappen är 121,3 MSEK. Energimyndigheten finansierar programmet med 60 MSEK. Siemens Industrial Turbomachinery AB (SIT) och Volvo Aero Corporation (VAC) medfinansierar, i huvudsak genom egna insatser, med vardera 28,7 MSEK. Administrationskostnaden finansieras med vardera 1,3 MSEK av SIT, VAC samt KTH, som är programmets administrativa hemvist. Övriga medverkande universitet är Chalmers, LTH och LiTH.

Programmets vision är att utveckla avancerad process- och turbomaskinteknologi, kompetenta människor och industri, som kan medverka till att ställa om Sverige till ett långsiktigt hållbart energisamhälle och bidra till global miljönytta och internationell konkurrenskraft för svensk industri.

Programmets mål relateras till tre huvudområden: hållbart energisystem, kommersialisering samt kompetens och teknologiförsörjning. Två huvudforskningsområden har identifierats: (1) Termiska turbomaskiner och (2) Termiska turbomaskinprocesser. Programmet ska bygga upp teknik och kompetens för industri, universitet och högskolor. Forskningen är tillämpad och behovsstyrd och omfattar termiska kraftverk och däri ingående energiomvandlande turbomaskiner, såsom gasturbiner och ångturbiner. Sådana turbiner utgör nyckelkomponenter både för ett uthålligt elproduktionssystem och för ett uthålligt transportsystem. Det senare gäller framförallt för kommersiellt transportflyg.

Avnämare är turbomaskintillverkare, kraftverksindustrin, energibolag, materialproducenter, entreprenörföretag, konsultföretag, forskarvärlden, myndigheter m fl.

2 Programmets inriktning

2.1 Vision

TURBOKRAFT utvecklar avancerad process- och turbomaskinteknologi, kompetenta människor samt industri, som kan medverka till att ställa om Sverige till ett långsiktigt hållbart energisamhälle och bidra till global miljönytta och internationell konkurrenskraft för svensk industri.

2.2 Syfte

Det övergripande syftet med programmet är att bidra till övergången till ett hållbart och effektivt globalt energisystem och transportsystem på medellång och lång sikt. Detta ska bland annat ske genom att inom området termiska turbomaskiner och processer, bygga upp teknik och kompetens för att utveckla kunskap avseende klimatsmarta teknologier till gagn för samhället och till kommersiell nytta för tillverkande industri och kraftbolag.

Syftet med programmet är dessutom att:

- utveckla process-, system-, modul- och komponentteknologier för turbomaskiner,
- säkerställa en långsiktig kompetensförsörjning inom näringsliv, akademi och myndigheter genom att säkra och stärka de relevanta forskargrupperna inom universitet/högskolor samt att öka samarbetet med tillverkare och användare av termiska turbomaskiner samt
- utgöra ett centrum för samverkan mellan näringsliv, akademi och myndigheter samt utgöra ett centrum för spridning av kunskap.

2.3 Mål

Under TURBOKRAFT Etapp 2 kommer programmet att fokusera på två teknikområden: 1) Termiska turbomaskiner samt 2) Termiska turbomaskinprocesser. Inom varje område kommer beräkningsverktyg att utvecklas som verifieras med experiment och som efterfrågas av medverkande industrier.

Forskargrupper med hög internationell vetenskaplig kvalitet (excellens) kommer att byggas upp inom akademien på den bas som finansierats under den första etappen av programmet. TURBOKRAFTs mål för Etapp 2 är kopplade till programmets syfte enligt ovan.

Målen är identifierade inom följande huvudområden:

1. Hållbart energisystem
 - a. CO₂-fria processer: En ny koldioxidfri process som innehåller turbomaskinkomponenter föreslås som ett pilot/demonstrationsprojekt före 2015.
 - b. Effektivisering: Minst ackumulerat 0,4% ökad verkningsgrad jämfört med 2011 på de termiska turbomaskiner, som använder den teknologi, som tagits fram under Etapp 2. Detta motsvarar ett minskat utsläpp på 5 ton CO₂ för varje producerad GWh innehållande denna teknologi 2016.
 - c. Förnybara bränslen: Koncept framtaget för möjlighet till intern förbränning med bränsle med ett WI (Wobbe Index) under 20 MJ/Nm³. Detta möjliggör ökat utnyttjande av förnybara bränslen i termiska turbomaskiner med denna teknologi 2016.
2. Kommersialisering
Minst två nya visionära teknologier från Etapp 1 och 2 ska nå pilot/demonstrationsstadiet (beslut att köras eller faktiskt körts) inom eller utanför TURBOKRAFT senast 2015.
3. Kompetens och teknologiförsörjning
Minst åtta bidrag från TURBOKRAFT ska bli accepterade för publicering i internationellt välrenommerade vetenskapliga tidskrifter under Etapp 2.

2.4 Framgångskriterier

TURBOKRAFT har etablerat ett antal framgångskriterier utöver de mål som fastslagits i föregående avsnitt.

Hållbart energisystem

- Identifierat vägen till demonstrationsprojekt avseende både process- och komponentstudier för att möjliggöra att resultaten från TURBOKRAFT ges en möjlighet till verifiering i större system. Detta steg ses som nödvändigt för en storskalig användning av resultaten.

Kommersialisering:

- Intressentkretsen bland avnämare i Sverige för turbomaskinrelaterad förnyelsebar energi är förnyad och utökad.
- Projektportföljen har innehållit projekt på olika teknologimognadsnivåer så att några kan ge hög avkastning på lång sikt medan andra snart kan komma i ingrepp inom en femårsperiod (jfr kapitel 3, Figur 2).

- Har haft en genomtänkt strategi och beslutsprocess för publicering av resultat för akademisk meritering samtidigt som kommersiell konfidentialitet upprätthålls. Detta görs via konsortieavtal, projektavtal, personliga konfidentialitetsavtal.

Kompetens och teknologiförsörjning

- Etablerat långsiktiga, framgångsrika turbomaskinrelaterade forskarmiljöer (starka noder) på de deltagande universiteten.
- Etablerat bra relationer mellan industri och akademi genom att forskare periodvis utför sitt arbete på industrierna och att industripersoner deltar i akademins arbete som t.ex. adjungerad professor eller genom rekrytering av industridoktorander.
- Uppmuntrat till examensarbeten inom turbomaskinområdet på industri och universitet för att stimulera ingenjörer att vidareutbilda sig inom området eller söka jobb inom det.
- Verkat för etnisk mångfald och balanserad könsfördelning inom forskningsprogrammet genom att ställa krav i projektbeställningarna att dessa synpunkter ska beaktas vid rekrytering.

2.5 Forsknings, utvecklings- och teknikområden

Elproduktion med utgångspunkt från värme kallas med ett gemensamt namn värmekraft eller termisk kraft/termiska kraftverksprocesser. Värmen, som kan komma från olika källor t.ex. sol, förbränning av bränslen, spillvärme eller kärnenergi, omvandlas till mekanisk energi/elkraft i en termodynamisk process/termisk process, i vilken turbomaskiner utgör nyckelkomponenter. När förbränningsprocessen är integrerad i den termodynamiska processen så att arbetsmediet innehåller förbränningsgaser används begreppet intern förbränning (ex. gasturbiner, förbränningsmotorer). Vid extern förbränning är förbränningsprocessen helt skild från den termodynamiska processen (ex. processer baserade på ångturbiner).

Internt eldade processer baserade på turbomaskinteknologi används även för framdrivning av kommersiella transportflygplan och en övervägande del t.ex. konstruktionslösningar, materialval och komponentprestanda teknologier är gemensamma för flygmotorer och för elproducerande maskiner. Förutsättningarna för att generera innovationer på termodynamisk cykelnivå skiljer de två tillämpningsområdena åt medan kompetensen och metoderna för att analysera cykler i stort är gemensamma.

Eftersom internt eldade kraftverksprocesser har rökgaser i arbetsmediet och därmed i turbomaskinerna är denna typ av kraftverksprocesser svårare att anpassa

till biobränslen. Å andra sidan har internt eldade processer (gasturbiner, förbränningsmotorer) potential att producera mera el än processer baserade på enbart ångturbiner. Detta förhållande gäller i kombination med att spillvärmerna utnyttjas t.ex. för fjärrvärme eller energikombinat dvs. samtidig användning för att producera flera produkter som pellets, värmedriven kyla, rent vatten, etc.

Forskningsprogrammet 'Termiska turbomaskiner och processer' fokuserar på tekniker för omvandling av värme till mekanisk energi (roterande rörelse). I den mån den termiska processen kräver intern förbränning ingår även förbränningsprocessen i programmet. Programmet har en betoning på tillämpad forskning som omfattar termiska kraftverksprocesser för en framtida, uthållig elproduktion, där energiomvandlande maskiner som gasturbiner, ångturbiner, expandrar och kompressorer utgör nyckelkomponenter samt ett framtida uthålligt transportsystem, där termiska turbomaskiner är viktiga huvudkomponenter.

För att fullt ut kunna ta till vara den potential för koldioxidreduktion, som möjliggörs med införande av sol - och vindkraft, måste övriga kraftverk komplettera de flödande energikällorna på ett effektivt sätt. Dagens kraftverk är tröga, svårstartade och har dålig verkningsgrad vid dellast, vilket gör att den teoretiska koldioxidvinsten från introduktion av sol och vind kraftigt reduceras. Det är därför angeläget att effektiv kompletterande kraftverksteknik utvecklas.

Programmets syfte ska uppnås genom att studera och ta fram nya energieffektiva termiska processer som kan möta den ökande klimatförändringen och bidra till att uppnå miljö kvalitetsmålen.

Forskningsprogrammet är uppdelat två huvudforskningsområden:

Termiska turbomaskiner: Här ingår ångturbiner samt bränsleflexibla gasturbiner och flygmotorer med de ingående huvudkomponenterna kompressorer, brännkammare, turbiner (expandrar).

- Exempel på kritiska forskningsområden är förbränningsproblematik för bränsleflexibla system (processtyrd förbränning), stor- och småskaliga soldrivna turbomaskiner, aerodynamik (dvs. strömningens förlopp genom maskinen med så låga förluster som möjligt). Struktur dynamik (dvs. den mekaniska strukturen av maskinen) och aeromekanik (dvs. samverkan mellan vibrationer i den mekaniska strukturen och aerodynamiken). Värmeöverföring, metoder för kylning av heta turbomaskinkomponenter och livslängdsfrågor för turbomaskinmaterial. Struktur och livslängdsfrågor för turbomaskinmaterial är direkt miljörelaterat för flygmotorer eftersom bra metoder ger motorer med

lägre vikt, vilket innebär lägre energiförbrukning (man behöver transportera runt mindre strukturvikt för motorn).

- För ångturbiner är fokus på högre effektivitet (högre ångtemperaturer och lägre förluster), men också ångturbiner anpassade för nya värmekällor, till exempel ångturbiner med potential att generera el från spillvärme eller solenergi. Det finns i Sverige en stor potential att generera el i små kraftvärmeverk (< 2 MWe). Turbomaskiner för att göra detta saknas emellertid. Små turbomaskiner för att tillvarata solvärme saknas också på världsmarknaden. Temperaturintervall för de effektiva ångturbinerna kommer ge materialval som liknar de som används för effektiva flygande motorer, vilket kommer att ge synergier mellan de industrier som ingår i Turbokraft.

Termiska turbomaskinprocesser: Tre delområden har identifierats som viktiga.

- Process, cykel- och systemstudier för kraft- och kraftvärmegenerering samt energikombinat (vilket även innefattar produktion av värme/kyla, drivmedel, ånga, etc.) där turbomaskiner är nyckelkomponenter. Ett fokusområde är att anpassa turbomaskiner och termiska processer till klimatneutrala energikällor som biobaserade bränslen och sol. Som framgår ovan är ångturbiner lättare att anpassa till biobränslen och sol. Emellertid har gasturbinprocessen större potential att producera el, vilket utgör en utmaning. För flygande gasturbiner går utvecklingen mot allt effektivare termodynamiska processer och en medveten minimering av flygplanets energiförbrukning där hänsyn tas till de varierande tillstånden under ett flyguppdrag och flygplanets el, värme och kylproduktion i gasturbinerna.
- Verktyg för studier av turbomaskiner i nya tillämpningar. Studier av driftproblem (ex. rotordynamik, pumpning) ingår i programmet. Driftoptimering och -övervakning samt underhåll, för att uppnå ett mer robust och effektivt kraft- och kraftvärmesystem med hög tillgänglighet och god driftekonomi är också ett viktigt område i synnerhet när flödande energikällor ska utnyttjas optimalt. Eventuellt införande av TPA (tredjepartstillträde) inom fjärrvärmebranschen kommer att ställa högre krav på optimal drift av systemen. Angelägna områden är att utveckla turbomaskiner och termiska processer som effektivt kan samverka med sol- och vindkraft. Eftersom förnyelsebar el genereras när naturen så vill ställs stora krav på kompletterande kraftslag. Kraftverksparken som finns idag är inte utformad för att klara denna uppgift. Det måste till kraftverk med snabbare reglerbarhet och bättre lastegenskaper i kombination med andra åtgärder. Detta problem har identifierats som kritiskt för att uppnå ett hållbart energisystem i Europa (se

http://www.vgb.org/en/data_powergeneration.html, VGB Facts and Figure 2011, page 22-23). För att kunna optimera turbomaskinsystem för flygande tillämpningar behövs kraftfulla simuleringsmodeller för prestanda, vikt och volym samt en förmåga att kunna integrera modeller av t.ex. värmeväxlare, interaktion med elgeneratorer och motorer, samt instationära förbränningsfenomen.

- Bidra med kunskap och tillsammans med andra intressenter finna kopplingar till demonstrationsprojekt. Detta har införts i Etapp 2 för att programmet tydligare ska ge en väg för resultaten att komma till kommersiell och miljömässig nytta. Exempel på intressanta områden för demonstration är elproduktion i gasturbiner med solen som värmekälla, oxyfuel-teknik för koldioxidavskiljning i kombination med gasturbiner, turbomaskiner vid biogasframställning, avancerade flygmotorer, ångturbiner med extremt höga ångdata, ångturbiner för spillvärme, småskalig kraftvärme, gasturbiner med stökiometrisk förbränning vid höga tryck, biometan som bränsle i gasturbiner, etc. Själva demonstrationsprojekten avses inte att genomföras inom TURBOKRAFT:s ram.

I programmets båda huvudforskningsområden kommer experimentella och teoretiska studier att genomföras, både på komponenter och på kompletta system (i synnerhet relaterat till driftoptimeringsfrågor och demonstrationer). Kombinationen av experimentella försök och datorsimuleringar är viktiga eftersom experimentella data behövs för både validering och förbättring av datormodeller.

Komponentstudier är viktiga för att säkerställa att komponenterna i dessa nya system uppnår de myndighetskrav som kommer att ställas i framtiden som ett komplement till de tekniska och marknadsmässiga kraven. Förbränningsaspekter under praktiska tillämpningar är av stor vikt för ökad bränsleflexibilitet. De höga temperaturerna i komponenterna leder till materialproblem, som kan minskas med kylning. Livslängdsfrågor, strukturdynamik och aerodynamik är centrala områden för säkerhet och ekonomi och i förlängningen i kampen mot klimathotet.

Begreppet visionärt innefattar bl.a. en förhöjd teknisk och ekonomisk risk, vilket medför problem när krav finns på medfinansiering. Detta diskuteras närmare i kapitel 3. Ett bevingat uttalande från Albert Einstein stämmer till eftertanke: 'Elektriciteten uppfanns inte av dem som arbetade med stearinljus'. Programmet uppmuntrar tänkande utanför 'boxen' och har ambitionen att fånga upp nya idéer inom ramen för vad som är möjligt att medfinansiera. Programmet kommer att aktivt samverka med nationella och internationella forskningsprogram med relevant inriktning.

2.6 Energirelevans

Termiska turbomaskiner och processer står i dag för ca 90 procent av den el som produceras i världen, resten är i huvudsak vattenkraft och vindkraft. I Sverige kommer ca 50 procent av elen från termiska turbomaskiner och processer. Sannolikt kommer dessa siffror inte att ändras dramatiskt under kommande 30 år.

Kommersiell flygtransport genererar idag 2,6 procent av den antropogena koldioxiden samtidigt som resandet ökar med uppåt 5 procent per år. Det får till följd att flygets andel av världens koldioxidutsläpp förväntas öka. Europa och Sverige har antagit forskningsagendor (ref. <http://www.vinnova.se/PageFiles/5128/nraflyg2010.pdf>) som pekar ut forskningsinriktningen för att motverka denna trend.

För att minska klimatpåverkan från kraftprocesser kommer nya bränslen baserade på biomassa, men också energi från solen att utnyttjas. Fortfarande måste det till termiska turbomaskiner och processer för att omvandla den producerade värmen till elkraft. Nya tekniker som bygger på koldioxidinfångning eller tekniker som baseras på någon form av kärnkraft kommer kanske också, men även här behövs turbomaskiner och termiska processer för att omvandla värme till el. Gasturbinens motsvarighet inom flygindustrin, jetmotorn, är det helt dominerande motorkonceptet i världens alla kommersiella flygplansflottor och har i princip samma tekniska utmaningar och behov av FoU som de stationära gasturbinerna.

Ofta introduceras avancerad teknologi för kompressorer och turbiner först i jetmotorer varefter de tar sig till stationära tillämpningar. Biobränslen för flyg förväntas utvecklas och bidra till koldioxidreduktionen, men teknikutvecklingen för att möjliggöra detta ligger mer inom kemisk processteknik än i brännkammar-teknik för turbomaskiner. Turbokrafts bidrag till förbättrad miljöprestanda kommer främst från förbättrade termodynamiska processer, bättre modulverkningsgrader och lägre motorvikt genom bättre livslängdmodeller.

Ovan har konstaterats att området termiska turbomaskiner och processer är ett viktigt område vad gäller såväl FoU som kompetensförsörjning. Det framgår också att området turbomaskiner och termiska processer är nyckeln till en lyckad omställning till ett hållbart energisystem. Nya koldioxidneutrala bränslen/tekniker kräver att turbomaskinerna modifieras eller helt nykonstrueras. Sveriges befintliga elproduktionsapparat måste effektiviseras och underhållas för att vi ska kunna undvika elbrist med stora följder för samhället. Speciellt utsatt är vår svenska industristruktur med elintensiv basindustri som kommer att få svårt att överleva om elsystemet inte fungerar effektivt.

Programmet 'Termiska turbomaskiner och processer' med fokus på FoU och kompetensförsörjning involverar universitet, tillverkare och användare av termiska turbomaskiner och processer. Det är en förutsättning för att kunna genomföra en omställning av energisystemet, för att säkerställa konkurrenskraften inom svensk basindustri och för att behålla den svenska turbinindustrin. Programmet gör således skillnad både energipolitiskt och industripolitiskt.

2.7 Samhälls- och näringslivsrelevans

För omställningen av det globala energi- och transportsystemet i världen måste flera olika tekniker samverka, effektiviseras och utvecklas i konkurrens med varandra. Nyckelspelare i denna omställning är dels de högteknologiska företag som utvecklar dessa nya tekniker, dels de kraftproducerande företagen som tar till sig nya tekniker för att behålla sin konkurrenskraft.

Siemens Industrial Turbomachinery AB (SIT) och Volvo Aero Corporation (VAC) är två av få internationellt konkurrenskraftiga turbomaskintillverkare inom energisektorn, som idag har både FoU och tillverkning i Sverige. Detta är unikt med tanke på att cirka 90 procent av dessa företags produkter och tjänster går på export. De står för en betydande del av Sveriges export, vilket innebär att denna sektor sysselsätter ett stort antal personer på olika nivåer. SIT och VAC har cirka 5 000 anställda i Sverige och sysselsätter indirekt betydligt fler genom sina underleverantörer. SIT och VAC kompletterar varandra inom programmet då SIT framförallt har sin affär i hela turbomaskinsystem för värme och kraftproduktion medan VAC utvecklar och säljer avancerade moduler och komponenter som ingår i flygande gasturbiner, men även i stationära gasturbiner och raketmotorer. På detta sätt får TURBOKRAFTs problemställningar och erfarenheter från många relevanta branscher och tillämpningar och kan leverera forskningsresultat som kan spridas till ett flertal branscher. Hittills har svenska högskolor och universitet kunnat förse Sveriges turbomaskinindustri med högkvalificerad personal, vilket har varit en betydelsefull konkurrensfördel i ett internationellt perspektiv.

De stora globala koncernerna EON och Vattenfall som kommer att delta i programmet som observatörer, har cirka 15 000 anställda i Sverige med både FoU och produktion i Sverige. Behovet av kompetens för att behålla sin konkurrenskraft och förmågan att ta till sig nya tekniker och ny kunskap för att nå uppsatta mål är uppenbara.

Forskningsprogrammet 'Termiska turbomaskiner och processer' har bland annat som mål att bygga vidare på det nödvändiga kunskaps- och kompetensunderlag som idag existerar. Forskningsresultaten från programmet är av direkt nytta för industri och kraftproducerande företag, då forskningen är företags- och behovsstyrd.

Samhälls- och näringslivsrelevansen för programmet 'Termiska turbomaskiner och processer' är stark. Som exempel kan nämnas att SIT idag har 80 procent av den globala marknaden för soldrivna ångturbiner, där kompetensuppbyggnad är av yttersta vikt för att vara världsledande.

2.8 Miljöaspekter

Som beskrivits under avsnitt 2.6 Energirelevans dominerar termiska turbomaskiner elproduktionen i världen. Därmed är även små energieffektiviseringar och bränsleutbyten av stor betydelse för framförallt utsläpp av koldioxid, men även andra utsläpp såsom kväveoxider, svaveloxider och partiklar. Den globala uppvärmningen är en global fråga. I stora delar av världen innebär ett skifte från kolbaserad till naturgasbaserad kraftproduktion, vilket är en klar förbättring i närmiljön samtidigt som koldioxidutsläppen kan minska med uppemot 50 procent.

I Sverige sker idag en satsning på förgasade biobränslen och biogas samt vätskeformiga biobränslen. Dessa bränslen ställer stora krav på utveckling av nya termiska turbomaskiner. Forskningsprogrammet 'Termiska turbomaskiner och processer' bidrar både till en effektivisering av befintliga turbomaskiner, som är traditionellt eldade med naturgas eller fossila vätskeformiga bränslen samt till att möjliggöra modifiering och utveckling av turbomaskiner, som är anpassade till förnybara bränslen.

Forskningsprogrammet har direkt relevans för följande miljökvalitetsmål:

- Frisk luft,
- Bara naturlig försurning, och
- Begränsad klimatpåverkan.

Kraftgenereringskoncept för CO₂-infångning där termiska turbomaskiner ingår är också ett viktigt alternativ för att minska miljöpåverkan från fossileldade kraftverk.

För omställningen till ett uthålligt energisystem utgör de kraftproducerande bolagen en viktig länk och den teknologi och kompetens som tas fram i detta forskningsprogram är tänkt att utgöra grunden för pilot- eller demonstrationsprojekt av ny teknik.

2.9 Projektgenomförare/projektdeltagare

I forskningsprogrammet deltar såväl svensk industri som universitet/högskolor. Industriparter är tillverkare av termiska turbomaskiner. Dessutom kommer företag från svensk kraftindustri att ingå som 'observatörer' i styrelse och delta i styrgrupperna för programmets olika teknikområden. Universiteten/högskolorna är i första hand ansvariga för utförandet av forskningsprojekten. För att koncentrera insatserna och stärka spetskompetensen har ett antal universitet/högskolor identifierats.

Förutom Energimyndigheten ingår följande parter i programmet:

- **Tillverkande industri:** Siemens Industrial Turbomachinery AB och Volvo Aero Corporation.
- **Universitet/högskolor:** Den internationella utvärderingen liksom Energimyndigheten har betonat vikten av starka noder och excellens. Programmet kommer därför i Etapp 2 fortsätta att stärka och bygga vidare på de starka noder som byggts upp under Etapp 1 på Chalmers Tekniska Högskola, Kungliga Tekniska Högskolan (KTH), Lunds Tekniska Högskola (LTH) och Linköpings Tekniska Högskola (LiTH).
- **Kraftproducerande företag:** Etapp 2 öppnar upp för medverkan av kraftproducerande företag genom skapandet av en roll som 'observatörer'. Möjligheten ska vara att få full insyn i projekten inom TURBOKRAFT och därigenom få möjlighet att se hur 'observatörsföretaget' skulle kunna dra nytta av den kompetens som finns inom TURBOKRAFT samt aktivt kunna bidra till programmets utveckling. Projekt ska därefter kunna vara möjliga att starta upp inom forskningsprogrammet som stödjer sådana pågående pilot- eller demonstrationsprojekt. Vattenfall och EON är exempel på företag, som ställt sig positiva till att gå in som 'observatörer' i forskningsprogrammet.

Deltagande i enskilda forskningsprojekt är möjligt även för andra företag inom programmets områden som är villiga att medfinansiera just de berörda projekten. Beslut i sådana fall fattas av styrelsen.

Forskningsprojekt på högskolorna ska kunna utföras av doktorander men även av seniorforskare, där så anses lämpligt. Deltagande universitet/högskolor har kompetens inom energi- och turbomaskinområdet eller särskild kompetens inom ett för en termisk turbomaskin kritiskt område.

Forskningsområdet är mansdominerat, speciellt på högre nivåer. Ambitionen är att uppnå en mera representativ könsfördelning i forskargrupper, i styrelsen och i styrgrupper.

2.10 Avnämare/intressenter

Utöver ovannämnda parter finns andra intressenter inom svensk industri, som andra kraftbolag och energibolag, konsultföretag samt universitet/högskolor och myndigheter, där kunskap som skapats inom detta program kan tas om hand och kommersialiseras.

2.11 Arbetssätt

Inom programmet uppdelas verksamheten i teknikområden med egna styrgrupper. Sammansättningen av dessa styrgrupper föreslås av medverkande företag och forskargrupper och godkänns av styrelsen. Varje styrgrupp leds av en ordförande. Styrgruppernas uppgift är att stödja de enskilda projekten och att vara rådgivande till styrelsen. De rapporterar till programmets föreståndare.

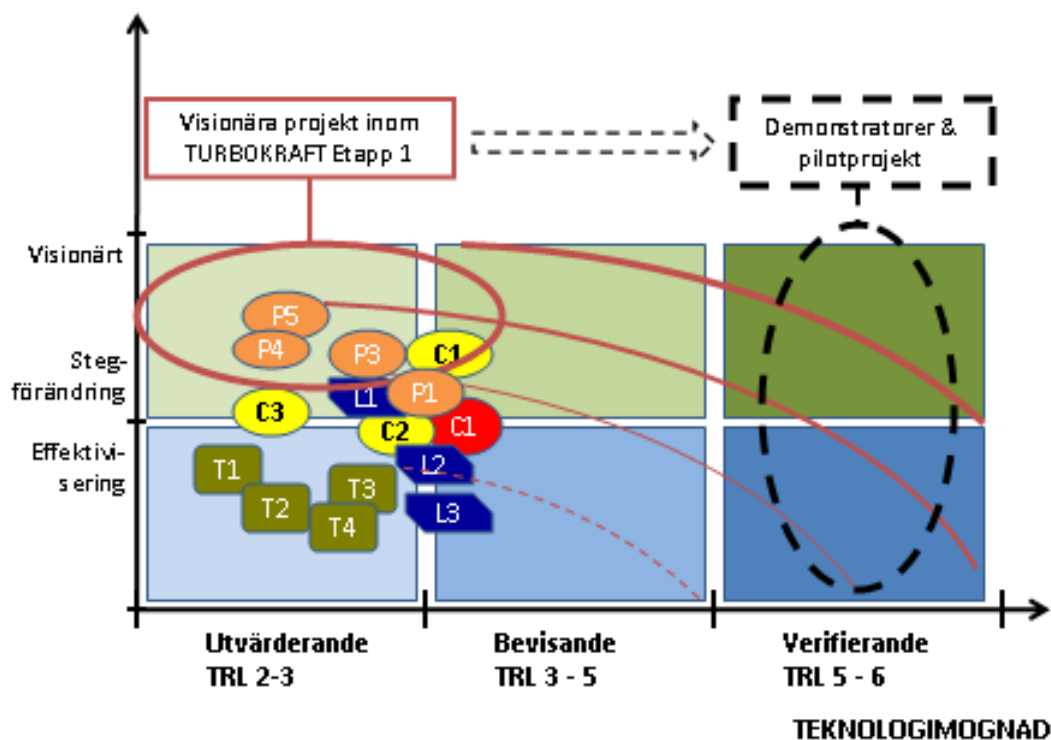
Respektive företag förbinder sig att medverka till gemensamma kostnader, men projektkostnaderna binds upp först vid projektstart. Detta innebär att nya projekt kan startas när lämpliga förutsättningar föreligger. Projekten ska inriktas på kraftverksprocesser samt transportsystem för termiska turbomaskiner samt framförallt på de identifierade kritiska komponenter och kompetenser som utgör de prioriterade teknikområdena.

3 Bakgrund

TURBOKRAFT lanserades 2007 som ett forskningsprogram för tre tillämpade forskningsområden 'Termiska turbomaskiner', 'Driftoptimering, -övervakning samt underhåll av turbomaskinkomponenter', samt 'Process-, cykel- och systemstudier'. Programmet avsågs ha en total längd på tolv år för att skapa kontinuitet och effektivitet i forskningsfrågor, kompetensuppbyggnad och relationer mellan forskningsutförare och industri. Programmet delades in i tre etapper à fyra år, varav den första (förlängd till fem år) avslutas 2011-12-31. Femton forskningsprojekt genomfördes under Etapp 1 ledda av styrgrupper inom fem olika teknikområden: kompressortechnologi, brännkammartechnologi, turbin-teknologi, livslängder för heta komponenter samt termiska processer (inklusive diagnostik).

För att beskriva de genomförda projektens karaktär i förhållande till ambitionen att bidra till ett hållbart energisamhälle har projekten kategoriserats i två dimensioner. Den första dimensionen (se Figur 1, 2) relaterar projekten från effektiviseringsprojekt till visionära projekt (studerar en helt ny funktion eller process som möjliggör användning av biobränslen eller på annat sätt ger koldioxidneutral energiframställning). Den andra dimensionen relaterar projekten mot teknologimognad, från teoretisk utvärdering till verifiering i pilot- eller större demonstrationsanläggningar. Denna dimension är viktig eftersom storskalig implementering för miljönytta eller start av kommersiell produktutveckling startar först efter denna nivå. Denna axel ger alltså en indikation om tidshorisonten för nyttiggörande.

PROJEKTOMRÅDE	PROJEKT-ID/ UNIVERSITET/ TITEL
KOMPRESSORTEKNOLOGI	
	K1/ KTH/ Development and validation of prediction models for assessing the life of turbomachinery components with respect to vibration
BRÄNNKAMMARTEKNOLOGI	
	B1/ LTH/ Experimental investigation of syngas combustion at high pressure
	B2/ CTH/ Analysis of thermo-acoustic properties of combustors including liner wall modeling
	B3/ CTH/ CFD modeling of syngas combustion in gas turbine conditions
TURBINTEKNOLOGI	
	T1/ KTH/ Efficiency improvements of high pressure turbine stages
	T2/ LITH/ Opportunities in film cooling
	T3/ LTH/ Tip and hub cooling
	T4/ LTH/ Internal cooling of hot turbine structures
LIVSLÄNGDSPREDIKTERING	
	L1/ LITH/ Fatigue life of thermal barrier coatings: physically based modeling
	L2/ LITH/ Influence of high temperature hold times on the fatigue life of nickel-based superalloys
	L3/ CTH/ Quantification of the reliability of flaw detection for non-destructive techniques using probability of detection (POD) based on synthetic data
TERMISKA PROCESSER/ DIAGNOSTIK	
	P1/ LITH/ Diagnosis and supervision of industrial gas turbines
	P3/ KTH/ Steam turbine optimization for solar thermal power plant operation
	P4/ KTH/ Turbomachinery in biofuel production
	P5/ CTH+LTH/ Conceptual gas turbine modelling for oxy-fuel power cycles

Figur 1: Projektsammansättning för TURBOKRAFT Etapp 1.**Figur 2:** Positionering av projekt under TURBOKRAFT Etapp 1.

3.1 Utvärdering av TURBOKRAFT Etapp 1

Etapp 1 av TURBOKRAFT har utvärderats av en internationell utvärderingsgrupp, av deltagande parter i forskningsprogrammet och av Energimyndigheten. De synpunkter som framkommit ligger till grund för utformningen av programmets andra etapp.

3.1.1 Extern internationell utvärdering av Etapp 1

En oberoende utvärdering av TURBOKRAFT Etapp 1 har gjorts i mars 2011. Följande citat sammanfattar utvärderarnas synpunkter och rekommendationer.

- We have concluded that the stated aims of the programme should be achievable in most part by the end of the funded period and that it has been successful in that regard. (*Utvärderarna anser att programmets mål i de flesta avseenden kommer att uppnås under etappen*)

- All of the projects, with one exception, selected for funding in this first phase have well demonstrated how they individually and collectively address the technical and societal goals set by the Swedish Energy Agency at the beginning of the programme. *(Alla projekt, med ett undantag, som finansierats inom Etapp 1 har på ett bra sätt visat att de individuellt och kollektivt har löst de tekniska och samhälliga målen för programmet)*
- The societal usefulness of the TURBO POWER programme and the results achieved is obvious as thermal turbo machines are and will remain the backbone of the global supply with electricity ... Hence, improving effectiveness and environmental friendliness of turbo machinery will have a direct impact on society. *(Nytan av programmet och dess resultat är stor för samhället)*
- Environmental aspects have been successfully addressed in several projects. *(Miljöaspekter har beaktats framgångsrikt i flera projekt.)*
- The evaluation team was very impressed with the close ties evident between the OEM specialists and their counterparts at the universities. *(Utvärderarna uppskattade det omfattande och framgångsrika samarbetet mellan företagens specialister och deras motsvarigheter inom universiteten)*

RECOMMENDATIONS

- The evaluation team strongly recommends that the Swedish Energy Agency consider supporting a second continuation phase of this programme to begin, if possible, with minimal delay after the end of this first phase. *(Utvärderarna rekommenderar starkt att Energimyndigheten skapar förutsättningar för en andra etapp av programmet med minimal fördröjning efter första etappens avslutning)*
- Introduce a Steering Committee Chairman meeting that could report directly to the Board. *(Skapa mötestillfällen med styrgruppsordförandena så att de kan rapportera direkt till styrelsen)*
- Increase publication in high ranking journals. *(Öka antalet artiklar i högt rankade vetenskapliga tidskrifter för att nå en bredare krets)*
- The lack of utility companies as part of the programme consortium may in the long term have a negative influence on the overall goals of the programme and the evaluation team recommends that the Swedish Energy Agency supports any effort to involve utility companies in the programme. *(Avsaknaden av användare i programmet kan i en förlängning ha negativa konsekvenser för de övergripande målen med programmet och utvärderarna rekommenderar att Energimyndigheten stödjer arbetet att få med användare i programmet)*
- Take positive action to increase the proportion of women in the programme. *(Öka ansträngningarna för att få en jämnare könsfördelning i programmet)*

3.1.2 Deltagande partners utvärdering av Etapp 1

- Projekten har efter en trög start gett industrin viktig teknologi, kompetens och metodbidrag som redan nu stärker konkurrenskraften. Det är viktigt med kontinuitet i finansiering, kompetens- och teknologiriktning in i Etapp 2 för att behålla och förbättra effektiviteten och till slut nå en hög internationell forskningsnivå.
- Programmets omfattning och fokus täcker inte hela teknologimognadskedjan till demonstration av nya teknologier i relevant miljö. TURBOKRAFT har inte varit i ingrepp i demonstrationsverksamhet under Etapp 1. I Etapp 2 behöver forskningsprogrammet hitta kopplingar till pilotprojekt och större demonstrationsprojekt.
- Industrins forskningsbidrag till TURBOKRAFT behöver bedrivas inom samma områden som universitetens forskning, men bör/kan vara överlappande med avseende på tid till kommersialisering (eller teknologimognad, se Figur 2).
- TURBOKRAFT Etapp 1 har haft som mål att skapa starka forskningsnoder inom de olika teknikområdena. Fortsatt fokus på denna aspekt kommer att krävas i Etapp 2 för att nå målet inom alla områden.
- Industrin ser gärna att TURBOKRAFT direkt, genom examinerade forskare, och indirekt via utbildning på civilingenjörsnivå skapar rekryterbar personal. Det är av stor vikt för industrins koppling till Sverige att rekryteringsbara, högkompetenta personer utbildas inom landets gränser.
- De akademiska partnerna har varit blandat positiva till att TURBOKRAFT beställer projekt (resultat till bestämd tid och kostnad) och inte doktorandprojekt (examina). Projektbeställning ger en möjlighet att finansiera seniorforskare, men samtidigt kan det innebära att forskarstuderande inte har garanterad finansiering under hela studerandetiden. Under Etapp 1 har detta skapat vissa problem vid anställning och vid projektslut, som inte avslutas med en examen.

3.1.3 Synpunkter från Energimyndigheten inför Etapp 2

Energimyndigheten har på olika sätt gett uttryck för inriktning och förändringar inför Etapp 2 av TURBOKRAFT. En övergripande inriktning är att TURBOKRAFT ska bidra till omställningen till ett långsiktigt hållbart energisystem och stimulera svenskt näringsliv. Det är viktigt att styra ett kommande program som gagnar båda syftena. TURBOKRAFTs vision bör dessutom förtydligas för att vara mer framåtblickande.

Energimyndigheten anser att forskningen inom programmet inte ska ligga för nära deltagande företags egna FoU utan vara mer långsiktig. Energimyndighetens roll är bl.a. att stödja verksamhet med en högre riskprofil än företagen själva är redo

att finansiera. För att uppnå tekniksteg krävs sannolikt ett samarbete med kraftindustrin för att dela på risker och höga utvecklingskostnader.

Programmet måste få en tydligare inriktning på förnybara bränslen och bränsleflexibilitet. Ångturbiner är viktiga för svensk elproduktion och ska tydligare ingå programmets verksamhet. Många frågeställningar som berör gasturbiner är också gemensamma med ångturbiner. Detta faktum bör belysas och kommuniceras tydligare. Kompetensuppbyggnad inom ångturbiner är extra angeläget i samband med uppgradering av kärnkraften. Det bör även finnas en koppling till KME på ångturbinområdet. Effektivisering av energisystemet och dess komponenter är viktigt för programmet.

Det är viktigt att skapa förutsättningar för excellenta forskargrupper inom programmets forskningsområden för att vara konkurrenskraftiga. En utökning av antalet aktörer inom programmet är önskvärt i form av användare, men även att intressera andra turbomaskinföretag. Nya aktörer ska tillföra programmet ny kunskap och öka förutsättningarna för lyckade projekt. De projekt som genomförs ska ha kvantifierade målsättningar med avseende på den egenskap de siktar på, t.ex. verkningsgrad, CO₂-emission per kWh, vikt, kostnadseffektivitet, tillgänglighet.

3.2 Förändring av TURBOKRAFT inför Etapp 2

För att utveckla TURBOKRAFT enligt Energimyndighetens och de deltagande industriens önskemål samt för att tillvarata de rekommendationer som framkommit vid utvärderingen inför Etapp 2 kommer följande förändringar att genomföras relativt Etapp 1:

1. Forskningsprojekten kommer att väljas ut för att sträva mot en ny, förädlad vision för TURBOKRAFT. Realistiska steg i denna strävan kommer att vara:
 - a. Förändra urvalskriterierna för projekt för att de mer ska premiera visionära projekt och bidra till att uppfylla de konkreta målen i kapitel 2.3.
 - b. Tydliggöra och kvantifiera projektkopplingar för gasturbiner och ångturbiner gällande effektivisering, bränsleflexibilitet och förnybara bränslen.
 - c. För att få en tydligare väg till att nå effektmålen 'uthålligt energisamhälle' och 'kommersiell framgång för svenskt näringsliv' kommer 10 % av budgeten/verksamheten att dedicerats för initiering av, och samverkan med pågående demonstrationsprojekt utanför TURBOKRAFT (t ex KME). Denna verksamhet förväntas ske med riktade kortare insatser ledda av seniorforskare.

- d. Balansera projektportföljen mellan komponentteknologier och systemstudier med vetskapen om att hela system byggs och blir effektiva av en mängd delteknologier. Det är dessutom inom dessa som SIT och VAC har stora teknologi- och kompetensbehov och därmed har möjlighet att motfinansiera och därmed kommersialisera projektresultaten. I budgeten ska avsättas 15% till 'processrelaterade projekt' medan 75 % ska avsättas till projekt på 'turbomaskinnivå'.

2. Implementera förändringar i verksamhetsstrukturen:

- a. För att ge en flexibilitet till Etapp 2 kommer medel att reserveras inom ramen för den totala budgeten för mindre utredningar, förstudier eller kompletteringar till tidigt initierade projekt som blivit färdiga i förtid och/eller förutser ökad omfattning pga. framkomna rön under utförandet.
- b. För att sträva mot excellent forskningsnivå och för att skapa rekryteringsbara personer ska varje teknikområde ges målsättningar för antal forskarexamina, publikationer i vetenskapliga tidskrifter och konferensbidrag. Erfarenheter från andra forskningsprogram ska tillvaratas för att öka antalet publicerade artiklar i högt rankade vetenskapliga tidskrifter för att nå en bredare krets.
- c. Respektive styrgruppsordförande bjuds regelbundet in till styrelsens möten för att rapportera om styrgruppens pågående projekt och verksamhet.
- d. Styrelsen kommer att arbeta aktivt för att uppnå en jämn könsfördelning och etnisk mångfald inom programmet.

3. Implementera förändringar i styrstrukturen: Efter rekommendation från utvärderingen av Etapp 1 har forskningsprogrammet 'Turbomaskiner och termiska processer' arbetat aktivt för att ta in intressenter från användarsidan i Etapp 2. Användarna av kraftverken har tätare koppling till elkunder och den svenska energimarknaden, vilket bidrar till att stärka programmets fokus på Sveriges energipolitiska mål. Kontakten med användarna underlättar också för programmet att bidra med kunskap i mer framtidsinriktade (visionära) demonstrationsprojekt. TURBOKRAFT kommer därför att komplettera styrstrukturen med företag som representerar kraftindustrin. Dessa kan inkluderas i programmet på två sätt:

- a. Som jämlik finansierande partner.
- b. Roll som 'observatör'. Möjligheten ska vara att få full insyn i projekten inom TURBOKRAFT utan att bidra med finansiering. Detta förutsätter att 'observatören' är beredd att signera konsortieavtalet samt att 'observatören' blivit godkänd av en enhällig styrelse. Detta ger en plats i styrgrupperna för alla teknikområden samt en observationsplats i styrelsen.

Avsikten är att stärka forskningsprogrammet genom att användarsidan av den teknologi, som utvecklas i programmet, kan bidra med värdefull erfarenhet och kunskap.

4 Genomförande

4.1 Tidplan

Som framgår av Programbeskrivningen för Etapp 1 avsågs programmet ursprungligen ha en total längd på tolv år med en indelning i tre fyraårsetapper med avstämningar av programmet mellan varje etapp. Etapp 2, som denna beskrivning avser, avses starta 2012-01-01, dvs. i direkt anslutning till Etapp 1, och sträcker sig över fyra år till 2015-12-31. En årlig programkonferens kommer att anordnas varje vår och en internationell utvärdering av programmet planeras till våren 2015.

4.2 Budget och kostnadsplan

4.2.1 Intäkter

Budgeten för programmets Etapp 2 är MSEK 121,3 under fyra år (2012-2015) med lika fördelning mellan varje år. Energimyndighetens medel (MSEK 60) ska täcka de delar av projekten som utförs av universitet/högskola samt utvärdering, resultatspridning och kommunikation. Industriparterna (SIT, VAC) finansierar sin del i huvudsak genom egeninsatser i projekten (vardera MSEK 28,7). Utöver detta bidrar industrin med kontanta medel för att täcka programmets administrationskostnader (vardera MSEK 1,3). Resterande administrationskostnad finansieras av KTH (MSEK 1,3). Företagens naturainsatser beräknas i enlighet med Energimyndighetens riktlinjer.

En sammanställning av intäkterna totalt under 2012-2015 visas i nedanstående tabell.

INTÄKTER TOTALT UNDER ETAPP 2 (2012-2015)

<i>Partner</i>	<i>Finansiering (MSEK)</i>
Energimyndigheten	60
SIT	30
VAC	30
Totalt	120
KTH	1,3
Totalt	121,3

4.2.2 Kostnader

I tabellen nedan redovisas fördelning av totala kostnader mellan de två huvudforskningsområdena samt för administrationskostnader. Av budgeten avses 75% att gå till forskningsområdet 'Termiska turbomaskiner' och resterande 25% till forskningsområdet 'Termiska turbomaskinprocesser'. Möjliga delområden inom dessa huvudområden framgår nedan.

FÖRDELNING AV KOSTNADER

<i>Områden</i>	<i>Kostnader (MSEK)</i>
Huvudforskningsområde Termiska turbomaskiner (metoder, applikationer, komponenter och moduler; t ex livslängdsfrågor, aerodynamik/ aeromekanik, tillämpad gasturbinförbränning (bränsleflexibilitet etc), värmeöverföring/ kylning av kritiska turbinkomponenter)	88,05
- universitetsprojekt samt utvärdering, kommunikation, resultatspridning	(45,0)
- industriprojekt	(43,05)
Huvudforskningsområde Termiska turbomaskinprocesser (t ex process-, cykel- och systemstudier, driftsäkerhet, -övervakning och underhåll, samt förberedelser för framtida demonstrationsprojekt och/ eller bidrag till pågående pilot- eller demonstrationsprojekt inkluderande CO ₂ , oxyfuel, sol, integrerade cykler (biobränsleproduktion)	29,35
- universitetsprojekt samt utvärdering, kommunikation, resultatspridning	(15,0)
- industriprojekt	(14,35)
Administration (föreståndare, controller, annan adm support mm)	3,9
Totalt	121,3

En budget på kSEK 600 avses för kommunikation och resultatspridning. I budgeten ska reserveras kSEK 350 för en internationell utvärdering under etappens fjärde år.

Den totala administrationskostnaden MSEK 3,9 delas lika mellan industriföretagen (SIT, VAC) och KTH.

Medverkande industrier undersöker möjligheten att engagera en industridoktorand och /eller adjungerad professor vardera i programmet.

4.3 Ansökningskriterier och hantering av ansökningar

Godkännande och start av nya projekt beslutas av styrelsen baserat på urvalskriterier. Utlysningar kommer att göras men ansökningar kan också tas in löpande och projekt kan starta när behov föreligger och ekonomin tillåter.

Urvalskriterierna med poängskala 3 till 1 har en stark koppling till målen för TURBOKRAFT inom Hållbart energisystem, Kommersialisering och Kompetens och teknologiförsörjning, som finns beskrivna i avsnitt 2.3 Mål.

Inom målet Hållbart energisystem är energieffektivisering och förnybar energi nyckelfrågor som alla projekt inom programmet ska bidra till att uppnå.

1. **Uthålligt energisamhälle (Mål 1):** Poäng: Projektinnehåll som syftar till ett CO₂-neutralt energisystem (3), stegförändring i effektivitet på system eller komponentnivå (2) eller ökad effektivisering eller tillgänglighet (1).
2. **Industriell konkurrenskraft (Mål 2):** Projektet bidrar till industriell konkurrenskraft genom utveckling av nya nyckelteknologier för alla industripartners (3), utveckling av nyckelteknologi för en industripartner eller förbättring av befintlig teknologi för flera partners (2), förbättring av teknologi för en partner samt utveckling av personer inom ett kompetensområde som är viktigt för flera industripartners (1).
3. **Visionärt/Nyttofaktor (Mål 2) :** Tid till implementering av projektresultat samt grad av förändring. Dessutom beaktas om projektet uttalar en tydlig väg för vidare utveckling i demonstrations- eller pilotanläggning.
4. **Vetenskaplig nivå (Mål 3):** Projektet förutses ge resultat som är nyskapande och antas nå internationell toppklass inom sin disciplin (3), förutsett resultat är nyskapande eller antas nå internationell toppklass (2), resultatet förutses ge förutsättningar att nå toppnivå i Sverige med ambitionen att förbereda för internationell klass i en fortsättning efter detta projekt (1).
5. **Starka forskargrupper (Mål 3):** Projektet bidrar till att skapa starka forskargrupper med turbomaskinprofil i Sverige samt etablerar en stark grupp med tvärdisciplinära kopplingar (3), projektet stöder en stark forskargrupp inom ett område (2), projektet är en del i en ambition att bygga en stark forskargrupp (1).

Kommentarer: Kriterierna kan viktas relativt varandra. Vid beslut om projekt kommer TURBOKRAFT att verka för att forskningsprogrammet ska få en etnisk mångfald och balanserad könsfördelning genom att ställa krav i projektbeställningarna att dessa synpunkter ska beaktas vid rekrytering.

4.4 Programråd/programstyrelse

Programmet kommer att ha sin administrativa hemvist på Kungliga Tekniska Högskolan (KTH). Rektor på KTH, i samråd med Energimyndigheten, utser programmets styrelse. Styrelsen består av en ledamot från vardera finansierande industri (SIT och VAC), medverkande universitet/högskolor, en oberoende representant samt en person från Energimyndigheten. För varje ledamot finns en

personlig suppleant. Styrelsen väljer en ordförande från någon av industriparterna. Ordföranden har utslagsröst vid lika röstetal. Styrelsen har rätt att adjungera ytterligare ledamöter till styrelsen som observatörer, dock utan rösträtt.

Styrelsen utser en föreståndare som ska leda konsortiet. Föreståndaren rapporterar till styrelsen. Styrelsen ansvarar för programmets genomförande och att det drivs mot uppsatta mål. Styrelsen fattar alla beslut om vilka projekt som ska få finansiering inom programmet. Uppföljning av pågående projekt, eventuella korrigeringar eller avslut av pågående projekt beslutas av styrelsen. Vid frågeställningar och beslut som rör någon part som är representerad i styrelsen ska frågan om jäv hanteras.

Styrelsen utser en styrgruppsordförande för varje teknikområde. I styrgrupperna sker mycket av det operativa arbetet och koordineringen av beslutade projekt. Styrgrupperna består av representanter från medverkande industrier, universitet/högskolor samt observatörer som godkänts av styrelsen. Styrgruppsordförandena rapporterar till föreståndaren.

4.5 Kommunikationsplan och resultatspridning

Forskningsresultaten kommer att publiceras i välrenommerade tekniska tidskrifter och presenteras på internationella konferenser.

Publicerbar information kommer att fortlöpande läggas in på TURBOKRAFTs hemsida www.turbokraft.se. Denna underhålls tekniskt under Etapp 1 av IT-stöd på KTH, ett samarbete som avses fortsätta på vanligt sätt.

Minst en gång per år besöks företagen av programmets seniorer/doktorander och erbjuds ett flertal specialiserade presentationer samt diskussionstid om pågående projekt och resultat.

En årlig programkonferens ska anordnas med rapportering av årets resultat till industrideltagarna, Energimyndigheten och övriga intressenter i föredragsform.

En årlig kortfattad lägesrapport samt en slutrapport sammanställs till programmets intressenter och Energimyndigheten. Programmets verksamhet och resultat ska redovisas i en sammanfattande rapport över de områden som täcks av programmet. Störst vikt läggs vid resultat från programmet och tolkningar av dessa. Eventuella resultat från annan relevant forskning ska också beaktas som konsortiet kommit i kontakt med.

4.6 Syntes

En syntesrapport av uppnådda resultat ska göras i samband med slutrapporten.

4.7 Utvärdering

En internationell utvärdering av programmet (uppfyllelse av uppsatta mål, framgångskriterier, mm) planeras till våren 2015. Sammansättning av utvärderingsgruppen beslutas av programstyrelsen (i samråd med finansiärerna av programmet). Utvärderingsgruppen bör ha god kompetens inom programmets delområden och den forskning som sker internationellt samt ha kännedom om förutsättningar för svenska forskningsprogram. Utvärderingen administreras av stödmottagaren och bekostas helt inom programbudgeten.

5 Avgränsningar

5.1 Forsknings-, utvecklings- och teknikområden

Följande avgränsningar föreslås för de olika processerna:

- Ångcykeln avgränsas mot ångpannan och den atmosfäriska förbränningen, vilka ligger utanför programmet. Samverkan ska ordnas med program som fokuserar på förbränning och pannor.
- Värmeväxlardesign och -utveckling ingår inte i programmet.
- Bränsleförädling ingår inte i programmet förutom i de fall där turbomaskiner ingår som en nyckelkomponent, till exempel i kombinat.

5.2 Andra anknytande program inom Energimyndigheten

Följande avgränsningar föreslås mot andra forskningsprogram:

- Grundläggande förbränningsteknik inklusive laserdiagnostik för gasturbintillämpningar bedrivs i första hand inom CeCOST-programmet.
- Grundläggande materialteknik bedrivs tillsammans med industri och universitet/högskola i HTC och KME.
- Tillämpad forskning och utveckling i kortare perspektiv bedrivs inom Värmeforsks basprogram.
- Bränsleförädling, torkning, förgasning etc bedrivs inom andra program. Samverkan sker i den utsträckning dessa tekniker förutsätter turbomaskiner.

5.3 Internationell samverkan

Om det är förenligt med TURBOKRAFTs strategi och är praktiskt och finansiellt möjligt, är programmet positivt till att samverka med internationella forskningsprojekt eller forskningsprogram. Sedan länge deltar de enskilda industrierna och universiteten i forskningsprogrammet i olika EU-projekt. Förhoppningen är att detta fortsätter även inom kommande EU-program.

6 Ytterligare information

För mer information kan följande personer kontaktas:

Ulf Rådeklint
Ordförande TURBOKRAFT
Siemens Industrial Turbomachinery AB, Finspång
Emailadress: ulf.radeklint@siemens.com
Tel. 0122-81322
Mob. 070-200 16 94

Torsten Fransson
Professor Inst. för Energiteknik
Kungliga Tekniska Högskolan
Emailadress: fransson@energy.kth.se
Tel. 08-790 74 75

Anders Johansson
Handläggare Energimyndigheten, Eskilstuna
Emailadress: anders.johansson@energimyndigheten.se
Tel. 016-544 22 86
Mob. 073-660 20 05