

Programbeskrivning för programmet

Turbiner för framtidens energisystem

2016-2020

Beslutsdatum
2016-10-20

Förord

Detta dokument riktar sig internt samt till utvärderare. Internt är syftet att vi ska komma ihåg programmets mål och syfte samt hur det fungerar för att kunna driva programmet under dess löptid. För utvärderare är syftet att få reda på hur programmet var tänkt att fungera när det startade. Dokumentet ska innehålla den praktiska information som mottagarna behöver. Det innebär administrativa uppgifter om programmet och avgränsningar gentemot Energimyndighetens övriga satsningar.

Innehåll

1	Sammanfattning	4
2	Programmets inriktning	5
2.1	Vision.....	5
2.2	Mål.....	5
2.3	Framgångskriterier.....	6
2.4	Forsknings, utvecklings- och teknikområden.....	7
2.4.1	Exempel på forskningsområden:.....	8
2.5	Skäl för beslut.....	9
3	Bakgrund	10
3.1	Forsknings-, utvecklings- och teknikområden som inte omfattas av programmet.....	12
3.2	Andra anknyttande satsningar.....	12
4	Genomförande	13
4.1	Tidplan.....	13
4.2	Budget och kostnadsplan.....	13
4.4	Programråd.....	15
4.5	Kommunikationsplan och resultatspridning.....	15
4.6	Syntes.....	16
4.7	Utvärdering.....	16
4.8	Internationell samverkan.....	16
5	Ytterligare information	17

1 Sammanfattning

Inom programmet utvecklas såväl stationära kraftproducerande turbomaskinkomponenter med bibränslen och sol som energiresurs som gasturbiner för kommersiell flygtransport. Programmet ska bygga upp avancerad process- och turbomaskinteknologi och nyttiggöra och kommersialisera denna samt bygga upp kompetens för industrin och lärosäten. Syftet med forskningsprogrammet Turbiner för framtidens energisystem är att stödja:

- Forskning och demonstration för anpassning av stationära och mobila termiska turbomaskiner mot ett 100 % förnybart energisystem
- Kommersialisering av svenska tekniker samt stärkning av svensk verksamhet.
- Långsiktig kompetensförsörjning inom näringsliv och akademi

Programmet drivs som ett internt program och löper över 4 år med start 2016-10-20. Energimyndighetens avsätter 10 MSEK per år till programmet. Arbetet inom programmet följs upp med hjälp av programmets mål och uppdateras kontinuerligt i samband med programmets löpande utvärderingar och uppföljningar som avspeglar innehållet i Energimyndighetens strategier för de områden som berörs.

2 Programmetts inriktning

2.1 Vision

I ett framtida 100 % förnybart energisystem med hög andel variabel elproduktion från sol- och vindkraft samt avvecklad kärnkraft bidrar termiska turbomaskiner till att skapa balans i energisystemet. Det kommersiella transportflyget går mot allt högre inblandning av förnybara bränslen samt ökad energieffektivitet som ett steg mot en klimatneutral transportsektor år 2050.

Genom att bygga upp avancerad process- och turbomaskinteknologi och nyttiggöra och kommersialisera denna samt bygga upp kompetens för industrin och lärosäten bidrar programmet till global miljönytta och skapar internationell konkurrenskraft för svensk industri.

2.2 Mål

Akademiska mål

- Minst 20 bidrag från programmet ska bli accepterade för publicering i internationellt välrenommerade vetenskapliga tidskrifter.

Kommersialisering

- Minst två visionära teknologier ska nå pilot/demonstrationsstadiet inom eller utanför programmet innan 2020.

Termiska kraftproducerande turbomaskiner

- Stärka turbomaskiners kapacitet som balanskraft till förnybara energikällor genom förbättrad cyklisk kapacitet för gasturbiner med en faktor två i form av antal cykler och/eller reducerad starttid, i jämförelse med kapacitet på industriella produkter 2015.
- Nå demonstrationsstadiet för 50 % vätgasinblandning vid förbränning i en gasturbin.
- Väsentligt förbättrad verkningsgrad samt lägre emissioner för gasturbiner vid dellast.
- Utveckling av termiska processer och cykler med högre bränsleflexibilitet med avseende på förnybara bränslen.
- Utvecklad teknik som leder till ökad verkningsgrad och konkurrenskraft för småskaliga ångturbiner med < 10 MW eleffekt.

- Minst 1 projekt har utvecklat teknik för ökad konkurrenskraft för fastbiomassadrivna kombikraftverk med trycksatt förgasning (IGCC, Integrated Gasification Combined Cycle).
- Minst 1 projekt har bidragit till ökad konkurrenskraft och/eller demonstration för externeldade gasturbiner med fast biomassa som bränsle, exempelvis genom utvecklad systemintegration eller ökad kunskap kring korrosion i högttemperaturvärmeväxlare.

Termisk solkraft

- Utveckla teknik för gas- och ångturbiner i soltillämpningar (CSP, Concentrated Solar Power) genom exempelvis förbättrad verkningsgrad, reducerad starttid och ökad cyklisk kapacitet.

Kommersiell flygtransport

- Uppnå verkningsgradförbättringar i flygmotorer på minst 1 procentenhet genom implementering av nya tekniker t.ex. värmeväxlare.
- Minst ett innovativt koncept som behandlar flygmotorkomponenter ska nå pilot/demonstrationsstadiet (beslut att köras eller faktiskt körts) inom eller utanför programmet senast 2020.

2.3 Framgångskriterier

Kriterier för en framgångsrik forskning och innovation inom programmet är att programmet:

- säkrar och stärker de relevanta forskargrupperna inom universitet/högskolor samt ökar samarbetet med industrin som utgörs av tillverkare av termiska turbomaskiner och processer eller viktiga komponenter till dessa.
- förnyar och utökar sin intressentkrets bland avnämare i Sverige.
- bidrar med internationellt konkurrenskraftig teknik och kompetens och förmår att anpassa och stärka den med hänsyn till intressenternas behov och den teknik- eller samhällsvetenskapliga utvecklingen
- attraherar aktiva insatser och medfinansiering från avnämarentressenter
- får internationell spridning av resultaten via vetenskapliga publikationer
- erbjuder näringslivet, myndigheter och andra avnämare en attraktiv och koncentrerad forskningsmiljö för samverkan, problemlösning och långsiktig kompetensutveckling.
- Minst 30 % av deltagarna på programkonferensen ska vara kvinnor.

2.4 Forsknings, utvecklings- och teknikområden

I termiska turbomaskiner omvandlas värme från olika källor som t.ex. förbränning av bränslen, sol- eller restvärme till mekanisk energi i en ång- eller gasturbin. Den mekaniska energin kan antingen omvandlas till elektricitet via en generator (kraftverk) eller för flygfart. Detta program behandlar forskning och demonstration som verkar för anpassning av dessa termiska turbomaskiner mot ett 100 % förnybart energisystem.

Med gasturbin menas generellt sett alla komponenter i den s.k. Braytoncykeln, dvs. kompressor, brännkammare samt turbin, vilka alla omfattas av detta program. Generellt sett är gasturbiner interneldade, dvs. med rökgaser i arbetsmediet vilket medför att gasturbiner är mer känsliga för vilket bränsle som används och är därför svårare att anpassa till förnybara bränslen. Ett undantag från detta är externeldade gasturbiner, där förbränningen sker externt och förbränningsvärmerna tillförs gasturbinen via en värmeväxlare.

I en ångturbin tillförs värmeenergin från bränslet externt via förbränning i en ångpanna alternativt från solen. Arbetsmediet är ånga och är alltså oberoende av värmeförseln, vilket medför betydligt större bränsleflexibilitet. Idag eldas allt från fossila bränslen till biobränslen och avfall i ångpannorna. I detta program behandlas även turbinutveckling som utnyttjar andra arbetsmedier än ånga som t.ex. Organic Rankine Cycle (ORC), där omvandling av spillvärme till el är möjlig.

Många av forskningsfrågorna och utvecklingsbehoven är desamma oavsett om det är fossila eller förnybara bränslen som används för att driva gasturbinen. I detta program ska forskning och innovation kring gasturbiner i den mån det är möjligt vara fokuserade på förbränning av förnybara bränslen, dvs. förmågan att förbränna vätgas, biogas och förgasade eller flytande biobränslen samt fasta biobränslen via förgasning eller via extern eldning. Gasturbiner kan även bidra i energilagringssystemet genom att återvinna energi från komprimerad luft eller vätgas genom elektrolys.

2.4.1 Huvudsakliga forskningsområden:

Termiska turbomaskiner i stationära och mobila tillämpningar:

Ett prioriterat forskningsområde inom programmet är anpassning till förnybara bränslen. Exempel är förbränningsproblematik som uppstår i gasturbinbrännkammaren vid förbränning av t.ex. vätgas, biogas, förgasade eller flytande biobränslen. Även förbättrad verkningsgrad i termiska turbomaskiner har en roll i programmet. Inkrementella förbättringar kring konventionella stationära gas- och ångturbiner har dock inte fokus i programmet.

Då de grundläggande principerna i turbomaskiner ofta är desamma oavsett om det gäller gas- eller ångturbiner samt om dessa är för kraftproduktion eller fordonsdrift är många av forskningsfrågorna gemensamma. På detta sätt kan synergier uppstå genom att samla forskning kring turbomaskiner i samma program. För att uppnå dessa synergieffekter eftersträvas god kommunikation, resultatspridning och sammanhållning mellan aktörer, något som behandlas mer ingående under avsnitt 4.5. Exempel på gemensamma forskningsfrågor är aerodynamik, strukturdynamik, aeromekanik, värmeöverföring, kylning av heta turbomaskinkomponenter samt livslängdsfrågor för turbomaskinmaterial.

Småskalig kraftvärme

Fokus är på högre effektivitet för småskaliga ångturbiner (<10 MW eleffekt). Demonstration och drifterfarenheter för nya koncept från svenska leverantörer behövs. Turbinutveckling med andra arbetsmedier, till exempel Organic Rankine Cycle (ORC), ingår även i programmet.

Termisk solkraft

I programmet ingår optimering av driftparametrar och komponentspecifikationer för gas- och ångturbiner i soltillämpning samt anpassning av turbomaskinkomponenter såsom kompressor och turbin för soldrift. Komponent- och systemutveckling är nödvändigt för att termisk solkraft ska bli konkurrenskraftigt. Eftersom tekniken fungerar bäst i länder med hög direkt solinstrålning syftar detta forskningsområde främst på teknikexport snarare än tillämpning i Sverige.

2.5 Skäl för beslut

Forskningsprogrammet Turbiner för framtidens energisystem utvecklar teknik och kompetens för industri, universitet/högskolor och myndigheter inom området termiska turbomaskiner genom forskning och demonstration som syftar till att uppnå högre energiutnyttjande samt större bränsleflexibilitet med fokus på förnybara bränslen.

Termiska turbomaskiner, i huvudsak gasturbiner och ångturbiner, står idag för en stor del av världens och Sveriges elproduktion. Termiska turbomaskiner utgör dessutom den dominerande tekniken för framdrift inom flygindustrin. På grund av de stora volymerna leder effektiviseringar, förbättrade processer och utveckling som möjliggör användning av fossilfria bränslen till stora miljö- och klimatmässiga vinster.

Programmet kommer att bidra till att säkra en långsiktigt hållbar, flexibel och försörjningstrygg elförsörjning i Sverige, bidra till målen om en fossilfri fordonsflotta 2050, säkra kompetensförsörjning för svensk exportindustri och övriga kunskapsföretag samt säkra Sveriges internationellt ledande position inom området.

3 Bakgrund

Det svenska kraftsystemet förväntas stå inför stora förändringar vilket kommer att ställa nya krav på systemet jämfört med idag. Variabel elproduktion från sol och vind förutspås öka samtidigt som kärnkraftens andel förväntas minska. Detta ställer krav på vattenkraftens förmåga som reglerkraft och skapar osäkerhet om hur mycket variabel elproduktion som är möjligt att integrera i det svenska energisystemet. En ökning av de variabla energikällorna leder till ett ökat energilagringsbehov samt behov av bättre distribution och tillgänglighet i närheten av de variabla källorna. Värmeunderlaget förutspås stagnera eller minska, vilket ställer högre krav på elutbyte. Termiska kraftproducerande turbomaskiner har potentialen att spela en viktig roll i denna omställning genom sin förmåga att använda lagringsbara och förnybara bränslen för reglerkraft samt högre elutbyte för ett effektivare utnyttjande av värmeunderlaget. För att uppnå detta krävs dock forskning och demonstration kring ett antal identifierade områden som beskrivs mer ingående nedan.

Vid minskande eller stagnerande värmeunderlag och/eller behov av ökat elutbyte från bioeldad kraftvärme kan ett väsentligt högre elutbyte uppnås i kombikraftverk, där avgaserna från gasturbinen utnyttjas i en ångprocess för att uppnå elverkningsgrad på uppemot 60 % och totalverkningsgrad på 90 % om värmen sedan utvinns i processen. Detta kan jämföras med typiska elverkningsgrader på 30 och 45 % för kraftvärme- respektive kondensanläggningar. Det finns även en stor potential att konvertera befintliga hetvattenpannor till småskalig kraftvärme. I båda dessa scenarier kan turbinutveckling bidra till ökad resurseffektivitet och utnyttjande av värmeunderlaget.

Termiska turbomaskiner, i huvudsak gasturbiner och ångturbiner, står idag för över 90 procent av världens elproduktion. I Sverige kommer mer än 50 procent av elektriciteten från dessa maskiner. Bränslebaserad elproduktion står för ca 10 procent, där den största delen är storskaliga biobränsle- och avfallseldade ångturbinanläggningar. Ett undantag är fossileldade spetslastgasturbiner, där anpassning till förnybara bränslen samt forskning kring cyklisk kapacitet, verkningsgrad och emissioner vid dellast kan bidra till omställningen till 100 % förnybart energisystem. Utvecklingsbehovet för storskaliga konventionella ångturbiner är begränsat och inga svenska aktörer med teknikutveckling inom området finns kvar.

Ett möjligt sätt att utnyttja gasturbiner till elproduktion från biomassa är direkt förbränning av förgasad biomassa i gasturbiner eller kombicykler. En annan lösning är att förgasa biobränslet och sedan förbränna gasen i en gasturbin med

efterföljande ångcykel (IGCC, Integrated Gasification Combined Cycle). Här behövs teknikutveckling samt demonstration för att dessa anläggningar ska bli konkurrenskraftiga.

I dagens läge är tillgången på förgasade bibränslen och biogas begränsad; förgasning av biomassa för produktion av biometan är i utvecklingsstadiet. Biometan via förgasning av biomassa har en stor potential i Sverige då tillgången på skogsråvara är god. Enligt det av Energimyndigheten delfinansierade projektet ”Biomassaförgasning och pyrolys - Nycklar till fossilfrihet (2016)” dras slutsatsen att det finns tillräckligt med skogsråvara för att tillåta en storskalig introduktion av förgasnings- och pyrolysteknik för både produktion av biodrivmedel och för kraftvärme motsvarande ett utökat skogsbränsleuttag om ca 30 TWh per år.

Luftfartens koldioxidutsläpp motsvarar ungefär två procent av de totala globala koldioxidutsläppen och prognoser pekar på en årlig passagerartillväxt på cirka 5 procent¹. Under 2012 släppte luftfarten globalt ut 689 miljoner ton koldioxid. På global nivå fördelas koldioxidutsläppen på cirka 65 procent internationell luftfart och 35 procent nationell luftfart. Idag är i princip allt bränsle som används i flyget fossilt, men flygsektorn har tagit en rad initiativ på senare tid för att driva på utvecklingen av förnybara flygbränslen. Dessutom har en mängd testflygningar med förnybart flygbränsle utförts av olika flygbolag. I nuläget finns det ingen kontinuerlig produktion av förnybart flygbränsle utan det tillverkas endast på beställning.

Vid planering av programmet har förutom ovan nämnda underlag använts Profurapporten ”biobränslescenarier”, Energimyndighetens rapport ”Marknaderna för biodrivmedel” (ER:2015:31) samt Energimyndighetens interna strategiarbete.

¹ IATA, 2015.

3.1 Forsknings-, utvecklings- och teknikområden som inte omfattas av programmet

- Direkt omvandling av solljus till el (t.ex. solceller) samt övriga icke-turbinrelaterade komponenter till termisk solkraft t.ex. speglar, receiver i soltorn etc. behandlas i programmet El från solen.
- 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 Materialteknik från Termiska Energiprocesser.
- Tillämpad forskning och utveckling i kortare perspektiv bedrivs inom programmet Samverkansprogrammet inom bränslebaserad el- och värmeproduktion.
- Koldioxidavskiljning och –lagring.
- Bränsleförädling, torkning och förgasning bedrivs inom andra program. Samverkan sker i den utsträckning dessa tekniker förutsätter turbomaskiner.
- Övergripande systemstudier som berör kraftproduktion från biobränsle behandlas i det planerade programmet ”Fjärrvärme och biokraft i energisystemet”.

3.2 Andra anknytande satsningar

- Forskningsprojektet NEPP - North European Power Perspectives
- Kompetenscentrumet CCGEx
- Forskningsprogrammet SamspeI
- Forskningsprogrammet Energieffektivisering i transportsektorn
- Bränsleprogrammet omvandling
- Projektet FOI – plasmaassisterad förbränning
- ”Teknik för ångbaserade processer” – planerat program med start 2018
- ”Fjärrvärme och biokraft i energisystemet” – planerat program med start 2017.

4 Genomförande

4.1 Tidplan

Programmet Termiska Turbomaskiner löper över 4 år med start 2016-10-20. En halvtidsuppföljning initieras av Energimyndigheten efter två år med beslut om att eventuellt förlänga programmet ytterligare två år. Programmet fördelar huvuddelen av sina medel genom öppna utlysningar, varav den första planeras till hösten 2016. Inom programmet planeras konferenser vartannat år med start det andra året. I slutet av programperioden ska programmet utvärderas och vid behov kan programmets framsteg och resultat sammanfattas i en syntes över området. Syntes och utvärdering initieras av Energimyndigheten och finansieras utanför programbudgeten.

4.2 Budget och kostnadsplan

Energimyndighetens avsätter 10 MSEK per år. Stöd till högskolor/universitet sker med regleringsbrevet och kan uppgå till 100 %. Stöd till företag kan lämnas enligt förordning SFS 2008:761 om statligt stöd till forskning och utveckling samt innovation inom energiområdet. Grundforskning finansieras normalt till 100 % av Energimyndigheten. Stöd till större demonstrationsprojekt ingår inte i programmet. För tillämpad forskning och experimentell utveckling krävs normalt en extern samfinansiering från olika intressenter. Den totala budgeten för programmet är därför beroende av i vilken mån en extern samfinansiering från olika intressenter kan säkras.

4.3 Programspecifika anvisningar och hantering av ansökningar

Inom programmet tas ansökningar emot via öppna utlysningar. Inkomna ansökningar handläggs av ansvarig handläggare. Energimyndigheten utser ett programråd med externa deltagare kopplat till programmet. Programrådets uppgift är att genom ett skriftligt utlåtande värdera ansökningar utifrån nedan redovisade kriterier, eventuellt kompletterade med ytterligare kriterier som anges i samband med utlysningarna. Bedömningarna resulterar i rekommendationer till Energimyndigheten, som därefter fattar beslut. Energimyndigheten svarar för programmets administration, projektuppföljning och utvärdering.

Samtliga ansökningars mål och förväntade resultat prövas mot programmets mål. Ansökningar utvärderas och prioriteras utöver detta även mot allmänna kriterier enligt nedan:

- **Omställningspotential för energisystemet**
 - I vilken grad bidrar projektet till ett helt förnybart energisystem?
 - I vilken grad bidrar projektet till ett flexibelt och robust energisystem?
 - I vilken grad bidrar projektet till ett resurseffektivt samhälle?

- **Vetenskaplig excellens och innovationshöjd**
 - Bidrar projektet till att föra forskningsfronten framåt?
 - Bedöms projektet hålla hög vetenskaplig kvalitet?
 - Innefattar projektet en ny idé eller innovation?

- **Nyttiggörande och spridning**
 - I vilken mån kan projektet komma till nytta, t ex genom kunskapsuppbyggnad, publikationer, nya varor, tjänster eller processer, kommersialisering?
 - Finns en plan för hur resultaten ska nyttiggöras och spridas?
 - Finns det ett identifierat behov för projektets resultat, t ex en tydlig kunskapslucka eller marknadspotential?

- **Portföljrelevans**
 - Är projektet i enlighet med Energimyndighetens strategi och prioriteringar för det aktuella området?
 - Kompletterar projektet Energimyndighetens övriga satsningar vad gäller balans mellan forskningsområden, kort- och långsiktiga insatser, samt risk?

- **Genomförbarhet**
 - Är projektets mål mätbara, konkreta, väldefinierade och rimligt ambitiösa? Här kan SMART-begreppet vara till hjälp (Specifika, Mätbara, Accepterade, Realistiska, Tidssatta)
 - Är förslaget till arbetsplan konkret och tidsmässigt realistisk i förhållande till uppsatta mål?
 - Har aktörerna rätt kompetens och rätt resurser för att genomföra satsningen?
 - Är budgeten rimlig i förhållande till de tänkta insatserna och målen?

Samfinansiering av större samlade satsningar i aktiv samverkan mellan högskolor/universitet och företag eftersträvas, om de i övrigt svarar mot kriterierna ovan.

4.4 Programråd

Programrådets funktion är att värdera inkomna ansökningar utifrån de kriterier som specificeras i programbeskrivningen och i utlysningstexter samt bistå Energimyndigheten med expertutlåtande i såväl tekniska som övergripande frågor. Yttrandena kan avse både enskilda ansökningar och projektportföljens totala sammansättning och strategiska inriktning. Programrådet ska dessutom fungera som strategisk rådgivare åt Energimyndigheten i allmänna frågor som rör programmets ämnesområden och sprida information om programmet och ta fram förslag på informations- och kommunikationsplan för programmet.

Det programråd som utsetts av Energimyndigheten består av ledamöter med kompetens från alla sektorer och expertområden som programmets verksamhet spänner över, inklusive en mer energisystemövergripande funktion, samt representanter från Energimyndigheten. Programrådet ska ha en jämn könsfördelning i linje med Energimyndighetens målsättningar. Vid behov kan programrådet föreslå att yttrande inhämtas från andra än ledamöter i programrådet.

4.5 Kommunikationsplan och resultatspridning

Syftet med rapportering och resultatspridning är att se till att forskningsresultaten sprids vidare till industrin där de kan utnyttjas. Nedan följer några av de aktiviteter och krav som ska underlätta denna spridning.

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

En programkonferens ska anordnas vartannat år med rapportering av resultat till industrideltagarna, Energimyndigheten och övriga intressenter.

4.6 Syntes

En syntes inom valda delar av programmets område upphandlas av Energimyndigheten under programmets gång för att stödja kommunikation av programmets resultat samt ge information inför kommande programetapper/programförlängning.

4.7 Utvärdering

Uppföljning av programmet initieras av Energimyndigheten och planeras vartannat år och en mer omfattande utvärdering genomförs vart fjärde år. Uppföljningar och utvärdering ska utgöra underlagsmaterial för inriktning och nivå för eventuella fortsatta satsningar eller avslut av programmet. Projektutförarna är skyldiga att finnas tillgängliga under uppföljningen samt utvärderingen och att ta fram de underlag som begärs.

4.8 Internationell samverkan

Om det är praktiskt och finansiellt möjligt eftersträvas samverkan med internationella forskningsprojekt eller forskningsprogram. Sedan länge deltar de enskilda industrierna och universiteten i programmet i olika EU-projekt. Förhoppningen är att detta fortsätter även inom kommande EU-program.

5 Ytterligare information

För ytterligare information, kontakta handläggare Mattias Andersson.

Telefon: 016-542 06 31

E-post: mattias.andersson@energimyndigheten.se