

Utvärdering, analys och syntes för forskningsprogrammet Energirelaterad strömningsmekanik (ESM)

©Svenskt Gastekniskt Center – Januari 2008



Foto: Vindtunnel, KTH

Jörgen Held, SGC
Rikard Gebart, ETC Piteå

FÖRORD

Denna rapport är gjord av Svenskt Gastekniskt Center AB på uppdrag av Statens energimyndighet. I korthet består uppdraget av

- utvärdering av forskningsprogrammet Energirelaterad strömningsmekanik,
- analys och syntes avseende den verksamhet som bedrivits inom forskningsprogrammet Energirelaterad strömningsmekanik och
- rekommendation avseende omfattning, prioritering och arbetsform för fortsatt verksamhet.

Uppdraget har utförts av Jörgen Held, SGC och Rikard Gebart, ETC Piteå. Jörgen Held har varit projektledare och ansvarig för projektet. Arbetet har genomförts under perioden maj-december 2007.

Malmö, den 25 januari 2008

.....
Jörgen Held, Tekn.Dr.
VD, Svenskt Gastekniskt Center AB

SAMMANFATTNING

Bakgrund

Energirelaterad strömningsmekanik är ett forskningsprogram, finansierat av Statens energimyndighet, som har löpt i två etapper från 2000 till 2006. Den första etappen inriktad mot *Turbulens*, *Värmeöveföring* och *Fluid-struktur interaktion* utvärderades 2003 av professor Anestis Kalfas, ETH, Zürich, professor Rolf Karlsson, Vattenfall Utveckling AB och professor Rikard Gebart, ETC Piteå. Utvärderarna konstaterade att programmet fungerat mycket bra och att målen i programbeskrivningen var uppfyllda utom vad det gäller antalet examina. Något som dock förväntades uppfyllas inom något halvår efter etappens utgång.

Under andra etappen utökades programmet med området flerfasströmning. Budgeten för perioden 2003-2006 var på totalt 55 mnkr varav 15,4 mnkr var avsatta för tre projekt inom området flerfasströmning. Inom områdena *Turbulens*, *Värmeöveföring* och *Fluid-struktur interaktion* prioriterades de pågående projekten från föregående programetapp. Ett nytt projekt, P21715-1¹ kompletterade verksamheterna inom projekten P12113-2² och P13268-2³. Inom det nya området flerfasströmning bestod ansökningsomgången av ett tvåstegsförfarande med intresseanmälan och, efter en utgallringsprocess, formell ansökan. Tre delområden identifierades som intressanta, *Kavitation*, *Sprayformation* och *Gas-solida partiklar interaktion*. På grund av Energimyndighetens drastiskt nedskurna anslag var det endast inom det sistnämnda delområdet som ett projekt kom till stånd. Av den ursprungliga budgeten på 55 mnkr startades projekt motsvarande 39,01 mnkr upp under etapp 2.

Mål och måluppfyllelse

I samband med starten av den andra etappen formulerades 4 huvudmål för verksamheten.

- Stärka och vidmakthålla den strömningstekniska kompetensen i landet
- Bidra med ny kunskap inom området till gagn för svensk industri
- Under fyraårsperioden utexaminera minst 10 licentiater och 10 doktorer.
- Upprätta databaser med kvalitetssäkrade experimentella och numeriska data för validering av modeller och mätmetoder

Denna utvärdering visar att programmet har bidragit positivt till de två första målen och att det tredje målet uppfyllts med råge trots att programmet bantades ned kraftigt. Det sista målet är hittills endast delvis uppfyllt men här får Energimyndigheten ta på sig en del av ansvaret då det krävs en aktiv styrning och uppföljning för de mål som ligger på en övergripande programnivå. Vidare återstår två pågående projekt, P12113-2² och P12126-2⁴, där databaser med både experimentella och numeriska data kommer att genereras.

Programmet har varit en basresurs för de mer tillämpade programmen och bidragit till kunskapsuppbyggnad och stärkta forskningsmiljöer. Detta i sin tur har lett till att forskargrupperna attraherat såväl EU-projekt som nationella projekt, varav många av tillämpad karaktär.

¹ P21715-1 Tillämpning av POD på transonisk strömning i ett munstycke, William K George, CTH.

² P12113-2 3-D munstycke: Kompressibel instationär strömning med stötvåg, transition och turbulens, Torsten Fransson, KTH.

³ P13268-2 LES och V-LES för instationär strömning med separation i ett munstycke, Lars Davidson, CTH.

⁴ P12126-2 Generiska studier av fluid-struktur interaktion i energikomponenter, Torsten Fransson, KTH.

Samtliga projektledare har framhållit det positiva med att Energimyndigheten genom Energirelaterad strömningsmekanik fått till stånd ett sammanhållet program inom området strömningsmekanik och en strukturerad växelverkan mellan deltagarna. De synergieffekter och de kopplingar som uppstått har setts som mycket positiva och arbetsformen med kluster och samverkan mellan olika forskargrupper är unikt inom området.

Projekten inom programmet har varit av grundläggande karaktär med bäring på ett stort antal tillämpningar. Genom att fokusera på problem av generisk karaktär angrips det underliggande problemet istället för ett specifikt problem i en tillämpning. Den förståelse och kunskap som byggs upp och de verktyg som utvecklas gör att man kan angripa alla tillämpade problem som baseras på samma underliggande problemställning. Typiskt för generisk forskning är att nya industriella applikationer som inte var påtänkta när projekten startades upp blivit centrala under projektens gång. Så har t.ex. Airbus gått in och finansierat en heltidsdoktorand på KTH som ett resultat av den verksamhet som bedrevs inom projekt P12118¹, det projekt som utåt sett ansågs ha lägst industrirelevans. Det finns ytterligare exempel där industrin visat intresse först när projektresultaten väl synliggjorts.

Den kunskapsuppbyggnad som programmet bidragit till har lett till att projektdeltagarna har setts som attraktiva partners till ett stort antal EU-projekt och nationella projekt av tillämpad karaktär. De modeller och experimentella metoder som utvecklats inom ramen för det här programmet ingår nu som centrala delar i projekt inom olika kompetenscentran och andra aktiviteter av tillämpad karaktär, såsom Turbokraft och CeCOST.

Företrädare för Siemens Industrial Turbomachinery AB, Volvo Aero Corporation och Vattenfall AB har i en särskild skrivelse till Energimyndigheten uttalat sig om vikten av grundläggande forskning inom området strömningsmekanik som ett sätt att stärka svensk forskning och utveckling och i förlängningen svensk industri (bilaga D). Även ledamöter från programmets referensgrupp med i huvudsak industriella företrädare påtalar vikten av grundläggande forskning inom området strömningsmekanik (bilaga C).

Analys och syntes

Förutom utvärdering av programmet bestod uppdraget i att göra en analys och syntes som ska ligga till grund för en rekommendation till Energimyndigheten avseende behov av fortsatta aktiviteter, omfattning, vilka områden som bör prioriteras och förslag till arbetsformer och styrning.

Under analysavsnittet berörs de vetenskapliga resultaten och programmets arbetsform. Vidare görs en genomgång av vart de utexaminerade forskarna tagit vägen (bilaga A) och hur resultat från projekten kommit de tillämpade programmen till godo. Avsnittet avslutas med en genomgång av andra närliggande satsningar.

Under syntesavsnittet diskuteras behovet av grundläggande forskning inom området och den direkta och indirekta nyttan för energirelaterad industri går igenom. Vidare diskuteras vertikalt integrerat program kontra horisontellt program. Här visas även hur kopplingarna till industrin och de tillämpade programmen ser ut. Denna information används sedan som utgångspunkt för vår rekommendation i syfte att uppnå en bättre styrning av forskningen, öka antalet kontaktytor och därmed utbytet med andra forskargrupper samt säkerställa projektens industri- och energirelevans.

¹ P12118-2 Dynamiska processer för mass- och värmeöverföring i väggskevströmningar – mekanismer, modellering och kontroll, Håkan Gustavsson, LTU

Rekommendation

Baserat på utvärderingen och analysen/syntesen rekommenderar undertecknade ett fortsatt sammanhållet program av grundläggande karaktär inom området energirelaterad strömningsmekanik. Projekten bör bedrivas i klusterform centrerade kring frågeställningar formulerade i samverkan med de mer tillämpade satsningarna. Stor vikt bör läggas på att få till stånd väl integrerade projekt där de som bedriver numeriskt och experimentellt utvecklingsarbete blir beroende av varandras resultat. Vidare bör ansträngningar göras för att säkerställa att numeriska och experimentella data kan användas för valideringssyfte i de mer tillämpade satsningarna. Ett förslag är att försöka inkorporera en eller flera databaser inom ramen för ERCOFTAC, European Research Community on Flow, Turbulence and Combustion. Vidare är det av stor vikt med kontinuitet och aktiv styrning av programmet oavsett om det är Energimyndigheten eller någon externt engagerad person som är programansvarig.

Företrädare för de tillämpade satsningarna föreslås vara med och formulera frågeställningarna av generisk natur med bäring på de behov som tydliggjorts inom de tillämpade satsningarna. På så sätt säkerställs projektens industri- och energirelevans samtidigt som kopplingen till de tillämpade satsningarna stärks. När väl dessa frågeställningar är formulerade bör projektförslagens (ansökningarnas) vetenskapliga kvalité och nyhetsvärde bedömas av utomstående experter, gärna internationella, medan energirelevans och industriell nytta bedöms av en referensgrupp med företrädare för de tillämpade satsningar och den industri som programmet förväntas stödja. Detta är ett sätt att kringgå risk för jäv och egenintresse i bedömningen av ansökningarnas vetenskapliga kvalité men även ett kvitto på att projekten håller en hög internationell standard.

INNEHÅLL

Förord	i
Sammanfattning	iii
Innehållsförteckning	vii
1. Inledning.....	1
1.1 Bakgrund strömningsmekanik.....	1
1.2 Metod.....	1
1.3 Genomförande.....	1
1.4 Begrepp.....	1
2. Utvärdering.....	3
2.1 Utvärderade projekt.....	3
2.2 Måluppfyllelse.....	4
2.3 Sammanfattning av utvärdering.....	8
3. Analys	9
3.1 Vetenskapliga resultat.....	9
3.2 Arbetsform.....	9
3.3 Ansökningsförfarande - flerfasströmning.....	10
3.4 Industrifaddrar.....	10
3.5 Utexaminerade forskare.....	11
3.6 Närliggande aktiviteter.....	11
4. Syntes.....	15
4.1 Vetenskaplig kvalitet.....	15
4.2 Behov av grundläggande forskning inom energirelaterad strömningsmekanik.....	15
4.3 Vertikalt integrerat program versus horisontellt program.....	16
4.4 Kopplingar till närliggande aktiviteter.....	18
4.5 Prioriterade arbetsområden.....	19
4.6 Aktiv styrning av programmet.....	20
5. Slutsatser och rekommendation.....	21
Bilagor	
A Översikt utexaminerade doktorander	
B Enkät svar projekt- och delprojektledare	
C Enkät svar referensgrupp	
D Inlaga – Turbokraft	

1. INLEDNING

Den här rapporten innehåller dels en utvärdering av forskningsprogrammet Energirelaterad strömningsmekanik etapp 2, dels en analys, syntes och rekommendation avseende fortsatt verksamhet, omfattning, prioriterade områden och arbetsform.

1.1 Bakgrund strömningsmekanik

Strömningsmekanik är av fundamental betydelse för energiomvandling och har en direkt påverkan på verkningsgrad och förbränningskvalitet i gasturbiner, motorer, bränsleceller, pannor och ugnar. Andra områden där strömningsmekaniken är avgörande är vid olika blandningsprocesser, värmeöverföring, utformning av vingar, turbinblad, ledskenor, bilarosser, båtskrov, ventilationssystem, ångturbiner, fläktar, pumpar, fjärrvärme, hantering av smältor inom stålindustri, fibersuspensioner inom pappersmassaindustrin m.m.

1.2 Metod

Utvärderingen har genomförts via genomgång av projektens slutrapporter och enkätutskick till projektdeltagarna (Bilaga B) och programmets referensgrupp (bilaga C). Uppföljande intervjuer med projektledare och delprojektledare har genomförts. Utfallet har sedan jämförts med de mål som formulerats för programmet. Fokus ligger mer på vad programmet som helhet åstadkommit än vad som presterats inom enskilda projekt.

För analys och syntes har även kontakter tagits med företrädare för angränsande forskningsaktiviteter och för svensk industri. Vidare har en uppföljning gjorts av de forskare som examinerats inom ramen för programmet. Syntesen innefattar även en beskrivning av den struktur och de kanaler som legat till grund för att, de inom programmet genererade, ”nyttigheterna” kommit industrin till gagn.

1.3 Genomförande

Utvärderingen har genomförts av Jörgen Held, Svenskt Gastekniskt Center AB och Rikard Gebart, ETC Piteå under perioden maj-december 2007.

1.4 Begrepp

Nedan ges en kort genomgång av vilken innebörd vi, som utvärderare, lagt i vissa begrepp.

Grundläggande forskning: Med grundläggande forskning avses, i denna rapport, projekt där teoribildning, modeller och metoder utvecklas. Ett bra exempel är forskning kring olika lasrars bandbredd och våglängdsspektrum.

Tillämpad forskning: Med tillämpad forskning avses, i denna rapport, projekt där modeller och metoder används. Ett bra exempel är de lasrar som nämns under grundläggande forskning. Dessa kan skräddarsys för mätning av strömningsfält och olika emissioner i en given tillämpning, t.ex. en motors förbränningsutrymme. Information som möjliggör utveckling av motorer med lägre emissionsnivåer och högre verkningsgrad.

Generisk: Allmän eller generell, i motsats till specifik. Många av de industriellt relevanta problemen baseras på underliggande problemställningar av generisk karaktär. Genom att

attackera det generiska problemet skapas förståelse och kunskap för att lösa alla problem som bygger på samma underliggande frågeställning.

Analys: (av grekiska: *analysis*, upplösning) att dela upp något i mindre delar och undersöka varje del för sig. I denna rapport används begreppet i betydelsen; undersökning av varje del för sig. T.ex. hur många har examinerats inom programmet och vart har de tagit vägen?

Syntes: (av grekiska: att *sätta ihop*) att kombinera separata element eller substanser för att forma en sammanhängande helhet. I denna rapport används begreppet syntes i betydelsen att utifrån analys forma en slutsats. I syntesarbetet ingår även att utifrån analysen komma med nya idéer, t.ex. förslag till nytt arbetssätt, programform etc.

Vertikalt integrerade projekt/program: här avses projekt/program som innehåller grundläggande såväl som fenomenologiska och tillämpade delar, t.ex. CeCOST. I projekt av det här slaget har aktiviteten fokus på en eller flera specifika tillämpningar och industrin deltar aktivt.

Horisontellt program: här avses program av samma karaktär som Energi relaterad strömningsmekanik. Programmet är inte inriktat mot en speciell tillämpning utan den grundläggande forskningen är av generell karaktär och har bäring på många tillämpningar. Utveckling av beräkningsverktyg och mätmetodik är normalt sett inte tillämpnings- eller apparatspecifik utan kan appliceras inom många områden och olika tillämpningar.

2. UTVÄRDERING

Utvärderingen baseras på i programplanen uppsatta resultat- och effektmål och hur väl de inom programmet bedrivna projekten bidragit till måluppfyllelsen.

2.1 Utvärderade projekt

P12113-2: 3-D munstycke: Kompressibel instationär strömning med stötvåg, transition och turbulens.

Projektledare: Henrik Alfredsson, till juni 2003, därefter Torsten Fransson, KTH.
Projektets varaktighet: 2003-01-01 till 2006-06-30 (förlängt t o m 2008-06-30)
Beviljade medel: 6 000 000 kr
Referensgrupp: Niklas Dahlbäck, Vattenfall AB och Jonas Larsson, Volvo Aero Corporation.

P12118-2: Dynamiska processer för mass- och värmeöverföring i väggsbjuvströmningar-mekanismer, modellering och kontroll.

Projektledare: Håkan Gustavsson, LTU.
Projektets varaktighet: 2003-01-01 till 2006-12-31
Beviljade medel: 9 600 000 kr
Referensgrupp: Magnus Olsson, Volvo Personvagnar AB.

P12123-2: Instationär och turbulent blandning vid värme- och masstransport i förbränningsprocesser.

Projektledare: Bengt Sundén, LTH
Projektets varaktighet: 2003-01-01 till 2006-12-31
Beviljade medel: 6 400 000 kr
Referensgrupp: Torsten Strand, Siemens Industrial Turbomachinery AB och Pontus Eriksson, Volvo Aero Corporation, Malmö.

P12126-2: Generiska studier av fluid-struktur interaktion i energikomponenter.

Projektledare: Torsten Fransson, KTH.
Projektets varaktighet: 2003-01-01 till 2006-12-31 (förlängt t o m 2008-06-30)
Beviljade medel: 7 360 000 kr
Referensgrupp: Said Zahrai, ABB Corporate Research AB och Ronnie Bladh, Siemens Industrial Turbomachinery AB.

P13268-2: LES och V-LES för instationär strömning med separation i ett munstycke.

Projektledare: Lars Davidson, CTH
Projektets varaktighet: 2003-01-01 till 2006-12-31
Beviljade medel: 3 200 000 kr
Referensgrupp: Torsten Fransson och Henrik Alfredsson, KTH, W.K. George, CTH och Rolf Karlsson, Vattenfall Utveckling AB.

P21715-1: Tillämpning av POD på transonisk strömning i ett munstycke.

Projektledare: William K. George.
Projektets varaktighet: 2004-01-01 till 2006-12-31
Beviljade medel: 2 400 000 kr
Referensgrupp: Torsten Fransson och Henrik Alfredsson, KTH, Lars Davidson, CTH och Rolf Karlsson, Vattenfall Utveckling AB.

P21716-1: Modellering av turbulent gas-partikelströmning

Projektledare: Initialt Alf-Erik Almstedt, därefter Berend van Wachem, CTH.

Projektets varaktighet: 2004-07-01 till 2006-12-31

Beviljade medel: 4 050 000 kr

Referensgrupp: -

2.2 Måluppfyllelse

Programmet har fyra huvudmål

- Stärka och vidmakthålla den strömningstekniska kompetensen i landet.
- Bidra med ny kunskap inom området till gagn för svensk industri.
- Upprätta databaser med kvalitetssäkrade experimentella och numeriska data för validering av modeller och mätmetoder.
- Under fyraårsperioden utexaminera minst 10 licentiater och 10 doktorer.

Har programmet bidragit till att stärka och vidmakthålla den strömningstekniska kompetensen i landet?

Svaret blir ett kraftfullt JA! Flertalet av projektdeltagarna framhåller hur viktig ESM-programmet varit för kunskapsuppbyggnaden inom grundläggande strömningsmekanik som i sin tur bidragit till att forskargrupperna attraherat ett stort antal nationella projekt av tillämpad karaktär och EU-projekt.

ESM-programmets betydelse förstås kanske bäst när företrädare för Mek/KTH, EGI/KTH och LTH berättar att respektive verksamhet blev kännbart lidande när ESM-programmet bantades ned. Speciellt som det inte var möjligt att ansöka om medel för nya doktorander när forskare utexaminerades och lämnade programmet.

Har programmet bidragit till ny kunskap inom området till gagn för svensk industri?

Även här blir svaret ett tydligt JA! Mycket av den kunskapsuppbyggnad och förståelse för de generiska problemställningarna som genererats inom programmet har resulterat i ett stort antal tillämpade projekt inom framförallt Turbokraft och de olika kompetenscentran. Nya modeller och mätmetoder ger den tillämpade forskningen arbetsverktyg att förbättra designen, ge ökad driftlivslängd och höjd verkningsgrad. I alla applikationer där ett bränsle används (motorer, gasturbiner, pannor, ugnar etc) innebär detta bättre bränsleutnyttjande, minskade emissioner och, om el produceras, en ökad elverkningsgrad.

Programmet har också genererat ett antal kunskapsbärare som kommit industri verksam i Sverige tillgodo. Bland de företag som rekryterat forskare från programmet kan nämnas; Siemens Industrial Turbomachinery AB, Volvo Aero Corporation, Bombardier i Västerås, Vattenfall Power Consultant, ÅF Konsult, Alfa Laval och Comsol.

Har programmet bidragit till att databaser med kvalitetssäkrade experimentella och numeriska data för validering av modeller och mätmetoder upprättats?

Detta mål är endast delvis uppfyllt men här får Energimyndigheten ta på sig en del av ansvaret då det krävs en aktiv styrning för mål som ligger på en övergripande programnivå. Två pågående projekt, P12113-2 och P12126-2, återstår inom vilka databaser med både experimentella och numeriska data kommer att genereras.

Data från flertalet av de avslutade projekten är sparade men det kommer att krävas en insats för att göra dem tillgängliga.

Har programmet resulterat i att minst 10 licentiater och 10 doktorer utexaminerats?

Ja, med råge! Vissa doktorander har varit delfinansierade och därför har examen räknats i förhållande till finansieringsgrad.

Programmet har genererat 12,3 Tekn.Lic. och 10 Tekn.Dr. trots att programmet bantades ner från 55 till 39 mnkr. Detta får ses som en stor framgång. Vidare har programmet även bidragit till seniora forskares meritering. Två seniora forskare har meriterat sig motsvarande en docentur (varav en blev utnämnd inom ramen för etapp 2). Ytterligare en senior forskare har tack vare programmet haft möjlighet att meritera sig för att bli biträdande professor.

Programmet har vidare haft till uppgift att:

- vara en basresurs för mera tillämpade program och industrier inom energiområdet.
- utveckla och förbättra experimentella, teoretiska och numeriska metoder inom utvalda forskningsområden.
- delta i och initiera internationella samarbeten inom energiområdet.
- utveckla livskraftiga akademiska miljöer på olika högsolor genom nätsamverkan.
- medverka i forskarutbildningen för licentiater och doktorer inom energiområdet.
- utgöra ett nationellt forum tillsammans med övrig närliggande verksamhet av grundläggande karaktär (CeCOST) och verka för att det ordnas gemensamma kurser och konferenser.
- förmedla industrikontakter och medverka till resultatens spridning.
- tillvarata starka nationella kompetenser inom såväl den experimentella som den teoretiska delen av forskningsområdena.

Har programmet varit en basresurs för mera tillämpade program och industrier inom energiområdet?

Programmet har otvetydigt varit en basresurs för de mer tillämpade programmen och bidragit till kunskapsuppbyggnad och stärkta forskningsmiljöer. Detta i sin tur har lett till att forskargrupperna attraherat såväl ett stort antal EU-projekt som nationella projekt, varav många av tillämpad karaktär. T.ex. har data framtagna inom P12113 använts för validering inom CICERO. Ytterligare två projekt inom CICERO utnyttjar kunskap som byggt upp inom P12113 avseende tryckkänslig färg och varmtrådsteknik för kompressibel strömning. Inom P12118 har kunskapsuppbyggnaden resulterat i att Airbus finansierar en heltidsdoktorand på KTH. P12123 har varit till nytta för Scania (kylning), P12126 har bidragit till förståelse för de fenomen avseende fluid-struktur interaktion som hanterades inom GTC och numera Turbokraft. Det har även lett till ett projekt med Volvo Aero Corporation inom NFFP, nationellt flygtekniskt forskningsprogram.

P21716 har bidragit till att tillämpade projekt med Astra Zeneca (dragering och torkning av läkemedel) och SCA (fibrer i flöden) kommit till stånd.

Vidare har programmet bidragit till att skapa en rekryteringsbas för energirelaterad industri. Från programmet har utexaminerade forskare bland annat gått till följande företag verka i Sverige; Siemens Industrial Turbomachinery AB i Finspång, Volvo Aero Corporation, Bombardier i Västerås, Inspecta, ÅF Konsult, Vattenfall Power Consultant och Comsol.

Ytterligare sex forskare har gått till utländska företag; Rolls Royce (2 st), FMC Technologies (Norge), Fluent i USA (2 st) och ett grekiskt energiföretag.

Har programmet bidragit till att utveckla och förbättra experimentella, teoretiska och numeriska metoder inom de utvalda forskningsområdena?

Även här blir svaret ett otvetydigt ja! Experimentellt måste utvecklingen av tryckkänslig färg och varmtrådsteknik för kompressibel strömning framhållas. Med tryckkänslig färg kan trycket på en yta bestämmas i både tid och rum. Detta är ovärderlig information när det gäller validering av numeriska modeller. Även numeriskt har ett stort antal modeller förbättrats och utvecklats. Nya koncept som POD (proper orthogonal decomposition) tillsammans med LES (Large Eddy Simulering) och EASFM (explicit algebraic scalar flux model) i kombination med reologi för partikelfasen är intressanta. Vidare har teoribildning avseende stabilitet/instabilitet och transition i gränsskikt utvecklats. Till detta ska observationer avseende numeriska modellers förmåga att hantera olika strömningsfenomen läggas. Inom P12123 har t.ex. mekanismen för varför en roterande jet mot en plan platta ger upphov till lägre värmeöverföring i stagnationspunkten jämfört med en icke-roterande jet tydliggjorts. En ny låg-Reynoldstalsmodell har föreslagits och testats med lovande resultat.

Har programmet bidragit till att projektdeltagarna kunnat delta i och initiera internationella samarbeten inom energiområdet?

Programmet har lett till osedvanligt många internationella samarbetsprojekt. Bland EU-projekt kan nämnas; ADTurbII, UTAT, DAIGTS, DITCAD, DESIDER och Wallturb. Nya EU-projekt som är på gång baserat på den kunskap som byggts upp via programmet är bland andra, MODEPP (modeling and designing of particle processes) och FUTURE. Inom projekten har utbytet med internationella forskargrupper varit framträdande vilket också speglats i att antalet utländska doktorander varit relativt stort, 12 utav 19. Inom programmet har ett 40-tal artiklar skrivits som "joint-papers" tillsammans internationella forskargrupper.

Inom P21716 är projektledaren en av tre internationella editors för ERCOFTAC:s *Best practice guideline* där en genomgång av flerfasströmningsmodeller och dess tillämpbarhet på olika problem av industriellt intresse görs. Kunskapsuppbyggnaden inom P21716 har även bidragit till att NASA visat intresse för forskargruppens arbete kring flerfasströmning. För NASA:s del handlar det om att kunna prediktera vad som händer när en jetstråle rör upp damm och partiklar i samband med en landning på t.ex. Mars. (Det finns risk att raketten gräver ner sig eller ramlar om jetstrålen gör ett djupt hål i ytan).

Har programmet bidragit till att utveckla livskraftiga akademiska miljöer på olika högskolor genom nätsamverkan?

Det är svårt att ge ett entydigt svar om det är just nätsamverkan som bidragit till att utveckla starka akademiska miljöer. Man ska ha i åtanke att samtliga ingående parter kommer från redan starka och livskraftiga akademiska miljöer (CTH, KTH, LTH och LTU) och att samarbetet fungerat olika väl i de olika projekten/klustren. Däremot är det uppenbart att programmet bidragit till att bibehålla/utveckla livskraftiga miljöer.

På MEK/KTH framhåller man att de projekt som drevs inom programmet bidragit till att man fick finansiering från VR (Vetenskapsrådet) för centrumbildningen Linné Flow Centre.

Det står tydligt att samtliga deltagare är positiva till samarbete och att det finns synergieffekter att uppnå. Det är även resurseffektivt att bedriva forskning i form av samarbetsprojekt. Framförallt de experimentella faciliteterna kan utnyttjas mer optimalt. Den tid då varje högskola/universitet enbart arbetade med egna experimentella uppställningar är

förbi. Genom samarbete kan befintliga faciliteter och den kompetens som byggts upp hos servicetekniker och driftspersonal utnyttjas även om de råkar finnas på en annan högskola/universitet. För de forskargrupper som sitter på experimentella faciliteter är det välkommet med fler projekt då kostnaden för att hålla igång den normalt sett kostnadskrävande experimentella verksamheten delas på fler händer.

Samtidigt som man är positiv till samarbete och att experimentalister, numeriker och teoretiker ingår i gemensamma kluster centrerade kring specifika frågeställningar är det viktigt att de olika delprojekten integreras väl. Annars är risken stor att det bara blir samarbete ”på pappret”. Här finns mer att göra och det kommer att krävas en tydlig och aktiv styrning på övergripande nivå för att säkerställa detta.

Har programmet medverkat till forskarutbildning för licentiater och doktorer inom energiområdet?

JA!!! Den framgångsrika examinationen talar sitt tydliga språk. Vidare har ett antal kurser anordnats inom ramen för programmet bland annat i Hydrodynamisk stabilitet (KTH), Varmtrådsanemometri (CTH) och Particle Image Velocimetry (KTH).

Här finns mer att göra och gemensamma kurser och workshops, gärna tillsammans med forskare från andra relaterade verksamheter (CeCOST, Kompetenscentran, Linné Flow Centre etc), bör kunna utvecklas på programövergripande nivå. Forskarskolor och upplägg med distansbaserade kurser är något som bör utnyttjas i en eventuell fortsättning av programmet.

Har programmet utgjort ett nationellt forum tillsammans med övrig närliggande verksamhet?

Programmet har utgjort ett nationellt forum inom strömningsmekaniken eller som några av projektledarna uttryckte det:

”Programmet är unikt och har byggt broar mellan ”öarna i den svenska strömningsforskningsarkipelagen”,

”Formen för programmet är unikt och Energimyndigheten bör försöka ta vara på och vidareutveckla denna.” och

”Programmet har fungerat bra, framförallt är det viktigt för doktoranderna att delta i en helhet...”.

Fram till och med 2004 anordnades programkonferenser där doktorander, seniora forskare och professorer fick ”frottera” sig med varandra. 2003 anordnades en gemensam programkonferens med CeCOST. Tyvärr dog dessa aktiviteter ut under senare delen av 2004 då Energimyndigheten av olika anledningar valde att prioritera ner den aktiva styrningen av programmet.

Har programmet bidragit till att förmedla industrikontakter och medverkat till resultatens spridning?

Till varje projekt var initialt så kallade industrifaddrar knutna vilket var ett sätt att ge industrirepresentanter insyn i den grundläggande forskningen. Tanken var också att industrifaddrarna skulle få forskarna att förstå de industriella tillämpningarna och industrins behov. Industrifaddrarna rapporterade sedan via regelbundna referensgruppsmöten om projektens framåtskridande. Industrifaddrarnas engagemang och kunskap om strömningsteknik var mycket varierande och i somliga projekt fungerade det utmärkt men inte i andra. Fadderverksamheten dog också delvis ut när den övergripande styrningen från Energimyndighetens sida föll bort.

Många resultat från programmet har nu letat sig vidare upp i de tillämpade satsningarna. Detta verkar i första hand inte vara ett resultat av en aktiv styrning utan beror snarare på att många av projektdeltagarna ingår i forskargrupper som både utför grundläggande och tillämpad forskning.

Här finns betydligt mer att göra och framförallt kopplingarna mellan den grundläggande och den tillämpade forskningen, som är primär mottagare av resultaten, bör stärkas.

Har programmet medverkat till att tillvarata starka nationella kompetenser inom såväl den experimentella som den teoretiska delen av forskningsområdena?

Ja! Alla de ingående deltagarna kommer från mycket starka och internationellt erkända forskarmiljöer. Många mervärden har uppstått när experimentalister, numeriker och teoretiker har samarbetat och gemensamt attackerat problemställningar av generisk karaktär.

2.3 Sammanfattning av utvärderingen

Totalt sett har det varit ett mycket lyckat program som fyller ett tydligt och uttalat behov. De uppställda målen har uppfyllts i stort och inom programmet har ett stort antal nyttigheter genererats, förutom kunskapsuppbyggnad så har teoribildning, modeller och mätmetoder utvecklats. Dessa börjar nu tillsammans med valideringsdata att användas inom den tillämpade forskningen. Utexaminerade forskare har bidragit till att öka rekryteringsbasen för energirelaterad industri.

Det finns dock utrymme för förbättringar, framförallt avseende den övergripande styrningen, och ett mer aktivt och ökat utbyte med framförallt de tillämpade aktiviteterna.

3. ANALYS

Inom detta avsnitt analyseras de ”nyttigheter” som genererats inom programmet inklusive vart de utexaminerade forskarna tagit vägen och deras nuvarande hemvist. Vidare går andra närstående strömningsrelaterade verksamheter igenom.

3.1 Vetenskapliga resultat

Totalt har närmare 100 publikationer genererats inom etapp 2 av programmet. Merparten är publicerade i vetenskapliga tidskrifter av yttersta rang såsom Physics of Fluids, Journal of Fluid Mechanics, AIAA Journal, International Journal of Heat and Fluid Flow, International Journal Numerical Methods Fluids, International Journal Numerical Methods Heat and Fluid, ASME Journal Heat Transfer, Experiments in Fluids m.fl.

Ca 40 artiklar har skrivits tillsammans med internationella forskargrupper vilket är ett gott tecken på att projekten håller hög internationell klass.

Programmet har vidare genererat 12,3 Tekn.Lic.- och 10 Tekn.Dr-avhandlingar och bidragit till seniora forskares meritering. En senior forskare erhöll sin docentur under etapp 2. Ytterligare en har gjort sin meritering för att erhålla docentstatus inom ramen för programmet men väntar på själva utnämningen.

3.2 Arbetsform

Alla intervjuade projekt- och delprojektledare har varit positiva till klustersamverkan över avdelnings- och högskolegränser. I vissa av projekten har samverkan varit stark och synergieffekter uppstått i andra fall har delprojekten mer eller mindre körts var för sig och synergieffekterna har varit små eller rentutav helt uteblivit.

Några typiska uttalanden som speglar situationen ges här

- Arbetsformen är unik och Energimyndigheten ska ha en stor eloge för att man genom programmets utformning fått till stånd samarbete mellan starka forskningsgrupper.
- Det går inte att ”tvinga” ihop samarbete, det måste finnas en bra grund att stå på och personkemin ska stämma för att ett gott samarbete ska kunna utvecklas.
- Det är viktigt att delprojekten integreras så att de blir beroende av varandra då blir det också naturligt med täta kontakter och ett givande utbyte.

De orsaker som nämnts i samband med mindre väl fungerande samarbeten är

- Delprojekten har haft olika starttid beroende på att det tagit olika lång tid att rekrytera de i projektet ingående doktoranderna.
- I något fall var den experimentella riggen inte på plats vid projektstart och interaktionen mellan de som gör numeriska simuleringar och experiment blev lidande då det inte fanns några experimentella data att tillgå. Detta förbättrades dock så fort riggen började generera experimentella data.
- Personkemi, olika forskarkulturer och att delprojekten inte varit integrerade från början är andra orsaker som nämnts.
- I ett fall dog samarbetet ut pga av att den experimentella doktoranden slutade efter Tekn.Lic. och den numeriska doktoranden som fortsatte till Tekn.Dr. hade inte längre någon egentlig motpart att diskutera och jämföra data med.

I de projekt där samarbetet fungerat har följande orsaker nämnts

- Stark projektledare som aktivt arbetat för att integrera delprojekten.
- Gemensamma kurser för de inom klustret ingående doktoranderna.
- Täta kontakter pga geografisk närhet (t.ex. samarbetet mellan TRL¹ och TFD² på Chalmers samt MEK³ och EGI⁴ på KTH).

Även i de fall där samarbetet inte fungerat fullt ut så har förståelsen för varandras verksamheter ökat. Man ska även vara medveten om att det tar lång tid att etablera och bygga upp ett gott förtroende som ju är en förutsättning för ett bra samarbete. Totalt har 7 ”joint-paper” genererats inom etapp 2. Intressant att se är att inom två projekt har samarbetet fortsatt efter det att finansieringen från programmet upphörde och ”joint-papers” är nu på gång.

Det går att urskilja en ändrad attityd i inställningen till att samarbeta. Man är nu mer öppen för samarbete samtidigt som de flesta insett att det är resurseffektivt att utnyttja befintliga resurser, framförallt experimentella, även om de inte finns på den egna avdelningen eller högskolan. Om detta är ett resultat av programmet eller den allt tuffare ekonomiska verklighet forskarna och högskolorna befinner sig i är svårt att säga. Oavsett vilket så är det något att ta fasta på i en eventuell fortsättning av programmet.

3.3 Ansökningsförfarande - flerfasströmning

Inför etapp 2 utökades programmet med ett nytt område – flerfasströmning. Inom det nya området flerfasströmning bestod ansökningsomgången av ett tvåstegsförfarande med intresseanmälan och, efter en utgallringsprocess, formell ansökan.

Tre delområden inom området flerfasströmning identifierades som intressanta, *Kavitation*, *Sprayformation* och *Gas-solida partiklar interaktion*. På grund av Energimyndighetens drastiskt nedskurna anslag var det dock endast inom det sistnämnda delområdet som ett projekt kom till stånd.

Den nuvarande projektledaren är positiv till ansökningsförfarandet och tycker det var bra att de ingående forskargrupperna bjöds in till en dialog efter det att intresseanmälan skickats in och att Energimyndigheten var tydlig med vad man ville ha ut av projektet.

3.4 Industrifaddrar

Till varje projekt/kluster fanns det initialt industriella faddrar knutna. Tanken var att industrin skulle få en bra insyn i vad som görs inom det grundläggande området och att forskarna skulle få ett tydligare fokus på industriellt relevanta problemställningar och bättre förståelse för industrins behov. Industrifaddrarna presenterade sedan hur projekten förlöpte och utvecklades vid programmets regelbundna referensgruppsmöten. Tyvärr dog dessa aktiviteter mer eller mindre ut i samband med att Energimyndigheten i slutet av 2004 prioriterade bort den aktiva styrningen av programmet.

¹ TRL, Turbulence Research Laboratory, Chalmers.

² Termo- och fluiddynamik, Chalmers.

³ Mekanik, KTH.

⁴ Institutionen för energiteknik, KTH.

Industrifaddrarnas engagemang, kunskapsnivån och förståelse för den grundläggande forskningens möjligheter var mycket varierande vilket resulterade i att det i vissa fall fungerade mycket bra men i andra mindre bra. Bristande kontinuitet och att deltagande industrier skickade olika representanter från gång till gång är andra skäl till varför det inte alltid fungerade så väl.

3.5 Utexaminerade forskare

Av totalt 19 engagerade doktorander (varav 3 på deltid) och en senior forskare har
4 gått till gasturbinrelaterad industri (Rolls Royce, Siemens Industrial Turbomachinery AB i Finspång och Volvo Aero Corporation)
4 gått till annan energirelaterad industri (Alfa Laval, Bombardier i Västerås, FMC Technologies, Norge och ett grekiskt energiföretag)
3 gått till konsultföretag inom energiområdet (Inspecta, ÅF konsult och Vattenfall Power Consultant)
3 gått till företag som utvecklar programvara (Fluent och Comsol)
6 är kvar som forskare vid svenska högskolor eller har gått till utländska forskningsinstitut

Av de 12 doktorander som varit engagerade inom etapp 2 och ej är svenska medborgare, har 7 gått till utländska företag eller forskningsinstitut, 3 har gått till svenska företag och 2 är kvar som forskare på svenska högskolor.

Av de 7 doktorander som varit engagerade inom etapp 2 och är svenska medborgare, har 1 gått till ett utländskt energiföretag, 4 gått till svenska energiföretag och 2 är kvar som forskare på svenska högskolor.

3.6 Närliggande aktiviteter

CeCOST, Centre of Combustion Science and Technology, är ett nationellt program som spänner över grundläggande forskning, fenomen och förbränningsrelaterade tillämpningar. Programmet finansieras med 12 mnkr/år från Energimyndigheten, industrin skjuter till ca 7-8 mnkr/år, Stiftelsen för strategisk forskning 5 mnkr/år och LTH 1 mnkr/år. I och med att industrin inte medfinansierar hela programmet finns det "fria medel" för mer grundläggande forskning, dock med klar relevans för tillämpningarna.

Inom CeCOST bedrivs strömningsrelaterad grundläggande forskning centrerat kring två specialfall, en låg-swirlande brännare och en jet som strömmar parallellt med en platta för att fånga "nära-väggen"-fenomen. Experimentalister, numeriker och teoretiker arbetar sida vid sida.

Inom CeCOST:s forskarskola har ett koncept för distansbaserade doktorandkurser byggts upp. CeCOST:s ansökan om fortsatt finansiering för forskarskolan avlogs av Vetenskapsrådet den 21 november och forskarskolans verksamhet är begränsad till enstaka kurser såvida ingen annan extern finansiering tillkommer.

Linné Flow Centre är en centrumbildning på KTH med fokus på grundläggande strömningsrelaterad forskning. Centret finansieras med 5 mnkr/år från Vetenskapsrådet och 1 mnkr/år från KTH. Tillsammans med andra närliggande verksamheter på KTH spänner centret över en verksamhet som uppgår till ca 30 mnkr/år.

Den 21 november beviljades Linne Flow Centre medel av Vetenskapsrådet för att bedriva en forskarskola av mer nationell karaktär. Finansieringen är på 1,5 mnkr/år i fyra år, 2008-2012.

KCFP, kompetenscentrum förbränningsprocesser är ett av tre motorrelaterade kompetenscentran. KCFP finns på Lunds Tekniska Högskola och verksamheten är fokuserad på tillämpad forskning relaterad till förbränningsmotorer. Centret finansieras med 7 mnkr/år av Energimyndigheten och ytterligare 14 mnkr/år av industrideltagare och LTH.

CERC, Combustion Engines Research Centre på Chalmers är ett annat motorrelaterat kompetenscentrum. Aktiviteterna är fokuserade mot sprayförbränning i Dieselmotorer och direktinsprutade Ottomotorer. Centret finansieras med 7 mnkr/år av Energimyndigheten och ytterligare 14,4 mnkr/år av industrin och CTH.

CICERO, Centre for Internal Combustion Engine Research Opus på KTH är det tredje motorrelaterade kompetenscentrat. Här ligger forskningsfokus på gasväxling. Centret finansieras med ca 15,6mnkr år 2006 varav 4,5 mnkr från Energimyndigheten. För 2008 planeras en verksamhet som omsluter ca 23,5 mnkr varav 7 mnkr från Energimyndigheten. Resterande finansiering kommer från industrideltagare och KTH.

Turbokraft, är ett nationellt forskningsprogram inriktat mot elproduktion från termiska processer och turbomaskiner. Centret finansieras med 30 mnkr/år från Energimyndigheten och industrin.

Forskningsprogrammet Turbokraft inkluderar tre huvudforskningsområden med betoning på tillämpad forskning:

- Termiska processer och cykelstudier
- Termiska turbomaskiner
 - Aeroelasticitet/aerodynamik
 - Livslängdsfrågor
 - Tillämpad förbränningsteknik
 - Värmeöverföring och kylning av kritiska turbomaskinkomponenter
- Driftsäkerhet, -övervakning och underhåll.

Forskningsprogrammet kommer att utföras inom ramen för ett konsortium bestående av följande parter: KTH (administrativt nav för konsortiet), Chalmers, LTH, LiTH, Mälardalens Högskola, Siemens Industrial Turbomachinery AB och Volvo Aero Corporation.

Energisystem i vägfordon, är ett av Energimyndigheten helfinansierat forskningsprogram som omsluter totalt 82 mnkr under perioden 2007-2010. Prioriterade koncept är olika varianter av el- och hybridsystem där nya typer av förbränningsmotorer eller bränsleceller kan ingå. Verksamheten in indelad i

- El- och elhybridfordon
- Förbränningsmotorer
- Bränsleceller
- Energieffektiva hjälpsystem
- Fordonsrelaterad strömningsteknik
- Systemfrågor

SVC, Svenskt VattenkraftCentrum är ett nationellt forskningsprogram med finansiering från Energimyndigheten och industrin. Programmet löper från 2006-01-01 till 2008-12-31 och omsluter 99,4 mnkr varav 26,4 mnkr från Energimyndigheten.

Verksamheten är uppdelad i

- Vattenbyggnad (KTH och LTU)
- Vattenturbiner och generatorer (LTU, CTH och Uppsala Universitet)

Vindforsk, är ett samfinansierat program med en årlig omslutning på ca 15 mnkr. Programmet har en användarorienterad inriktning och är uppdelat på följande delområden.

- Tillstånd, miljö och acceptans
- Projektering, drift och underhåll av vindkraftverk
- Externa förutsättningar för produktion och dimensionering, standardisering
- Samverkan mellan vindkraft och elnätet
- Teknikbevakning och informationsspridning

Från år 2007 har programmet utökats med 2,5 mnkr för forskning kring ljud från vindkraftverk.

MEFOS, Metallurgical Research Institute AB har ett affärskoncept inriktat mot tillämpad forskning, utveckling och att erbjuda konsultservice inom följande områden

- Metallurgy and environment
- Process metallurgy
- Heating and metalworking

Inom Process metallurgy är fluiddynamik ett uttalat forskningsområde men av naturliga skäl ligger fokus på en tillämpad forskningsnivå. Det finns även andra strömningstekniska beröringspunkter avseende t.ex. värmeöverföring men även här pratar vi om tillämpad forskning och användning av kommersiella beräkningsverktyg (Phoenix och Fluent).

MEFOS finansieras av 39 medlemsföretag i Sverige, Danmark, Finland och Norge, 4 associerade medlemsföretag i andra länder, Jernkontoret, Energimyndigheten och VINNOVA.

Multiphase Flow, var ett forskningsprogram som finansierades av Stiftelsen för strategisk forskning. Programmet har avslutats och det finns inte längre någon sammanhållen nationell satsning på grundläggande forskning inom området trots att de flesta industriella tillämpningar baseras på flerfasströmning.

4. SYNTES

Inom detta avsnitt dras slutsatser från utvärderingen och analysen. Här görs även en ansats att principiellt visa upp strukturen för hur programmet i förhållande till annan närliggande aktivitet och industrins behov ser ut.

4.1 Vetenskaplig kvalitet

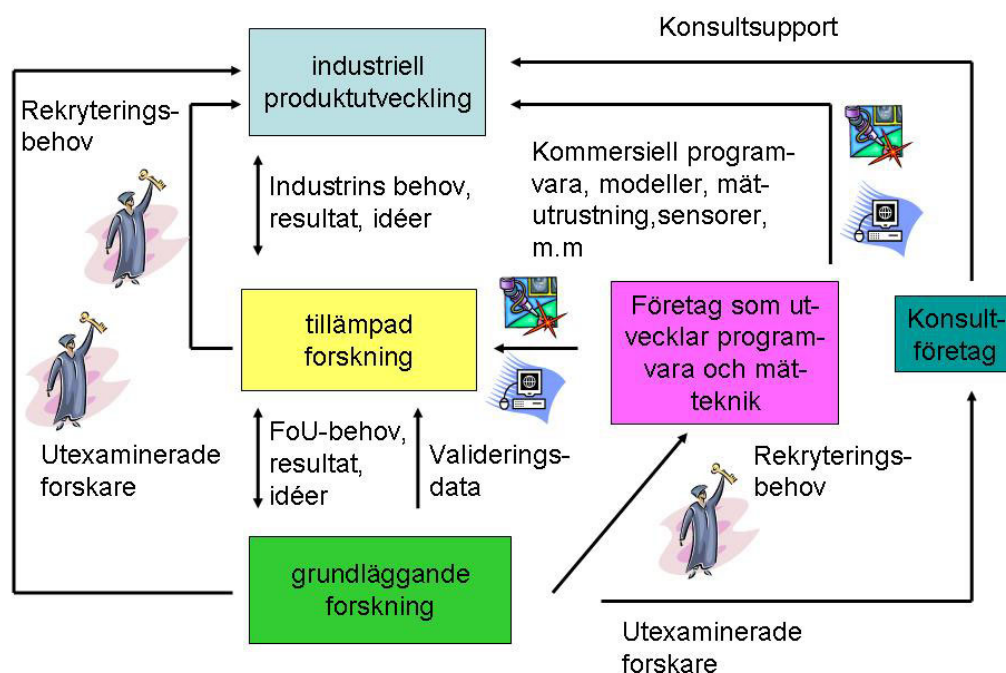
Analysen visar tydligt att forskarna lyckats bibehålla en mycket hög vetenskaplig kvalitet i kombination med energirelaterade problemställningar.

En av projektledarna framhåller att ”Kvaliteten på projekten sett från en inomvetenskaplig synvinkel är väl i klass med Vetenskapsrådets projekt”.

Faktum är att programmet öppnat upp en dörr för forskare från miljöer som i huvudsak arbetar med grundläggande forskning att formulera energirelevanta problemställningar. Något som inte är aktuellt när medel söks t.ex. från Vetenskapsrådet.

4.2 Behov av grundläggande forskning inom energirelaterad strömningsmekanik

Utvärderingen och analysen visar att det finns ett behov av grundläggande forskning inom energirelaterad strömningsmekanik. Extra påtagligt blir det när företrädare för svensk industri, Siemens Industrial Turbomachinery AB, Volvo Aero Corporation och Vattenfall AB, i en riktad skrivelse till Energimyndigheten påtalar detta (bilaga D). Även inom programmets referensgrupp påtalar de industriella företrädarna detta behov (Bilaga C).



Figur 1. Principiell skiss över hur den grundläggande forskningen inom energirelaterad strömningsmekanik stöttar den industriella produktutvecklingen.

Ovan visas en principiell skiss över hur den grundläggande forskningen inom energirelaterad strömningsmekanik stöttar den industriella produktutvecklingen, både direkt och indirekt.

Den direkta nyttan sker genom att företag som utvecklar kommersiella beräkningsprogram och mätsystem, konsultföretag och industri får tillgång till en rekryteringsbas av utexaminerade forskare. Rekrytering till den produktutvecklande industrin görs både från den tillämpade och den grundläggande forskningen. Från Energirelaterad strömningsmekanik gick 40 % av forskarna denna väg.

Det är strategiskt viktigt för industrin att det finns välutbildade forskare med kännedom om forskningsfronten och de modeller och metoder som utvecklas där idag och återfinns i kommersiella beräkningsprogram och mätsystem om 4-5 år. Den anställda forskaren är då inte bara en kunskapsbärare utan även en potentiell beställare/användare av de beräkningsverktyg och mätsystem som blir tillgängliga i takt med att dagens forskning kommersialiseras.

Indirekt nytta uppstår bland annat genom att 15 % av forskarna gick till företag som utvecklar kommersiella beräkningsprogram. Program som sedan används både av industrin och den tillämpade forskningen. 15 % gick till konsultföretag som tillhandahåller support till industrin.

15 % är engagerade i de pågående projekten och resterande 15 % finns kvar inom forskarvärlden i Sverige och internationellt.

Inom den grundläggande forskningen måste ofta de fall som ska studeras renodlas och utomordentliga möjligheter för framtagning av valideringsdata för den tillämpade forskningen skapas. Inom programmet finns det bra exempel på detta. T.ex. har data framtagna inom P12113 använts för validering av de beräkningsmodeller som används inom CICERO. Detta ger upphov till ett värde som består långt efter det att projektet, där valideringsdata togs fram, har avslutats.

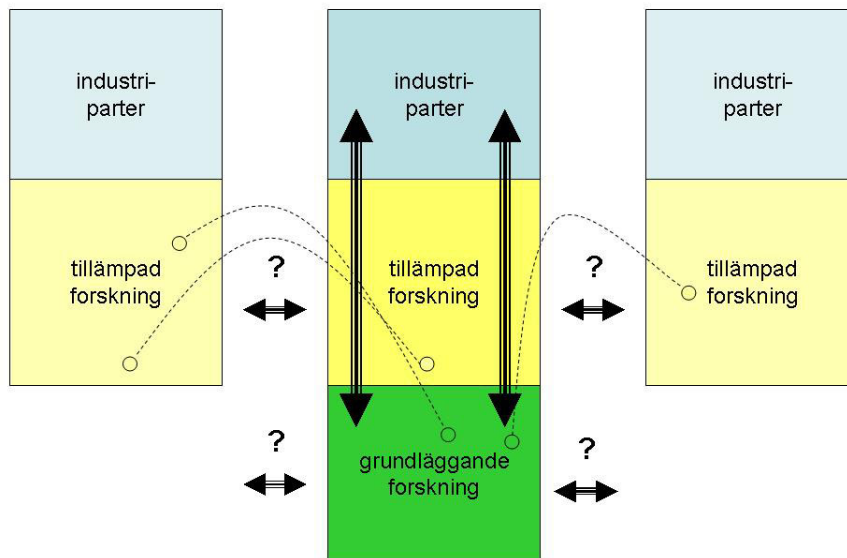
De centrum bildningar med tillämpad forskning som skapats i Sverige är sprunget ur industrins behov. Där översätts industriella problem till forskningsprojekt. De tillämpade forskarna använder sedan normalt kommersiella beräkningsverktyg och mätmetoder för att försöka lösa det industriella problemet istället för att attackera det underliggande och ofta generiska problemet. Här kan den grundläggande forskningen bidra på två nivåer dels skapa en större förståelse för de underliggande problemen, dels tillhandahålla bättre och nyutvecklade beräkningsmodeller och mätmetoder. Det finns ett stort antal exempel från programmet där nya modeller och mätmetoder nu letat sig upp i tillämpningarna, bland andra tryckkänslig färg och varmtrådsteknik för kompressibel strömning för att nämna några.

4.3 Vertikalt integrerat program versus horisontellt program

Det finns ett uttalat behov av grundläggande energirelaterad strömningsmekanik men frågan är hur en eventuell fortsättning kan se ut. Två tänkbara möjligheter är att antingen förstärka befintliga tillämpade aktiviteter genom vertikal integrering eller att satsa på ett horisontellt program. Det finns för- och nackdelar med båda alternativen. På följande sida visas principskisser på vad som avses med vertikalt integrerat respektive horisontellt program.

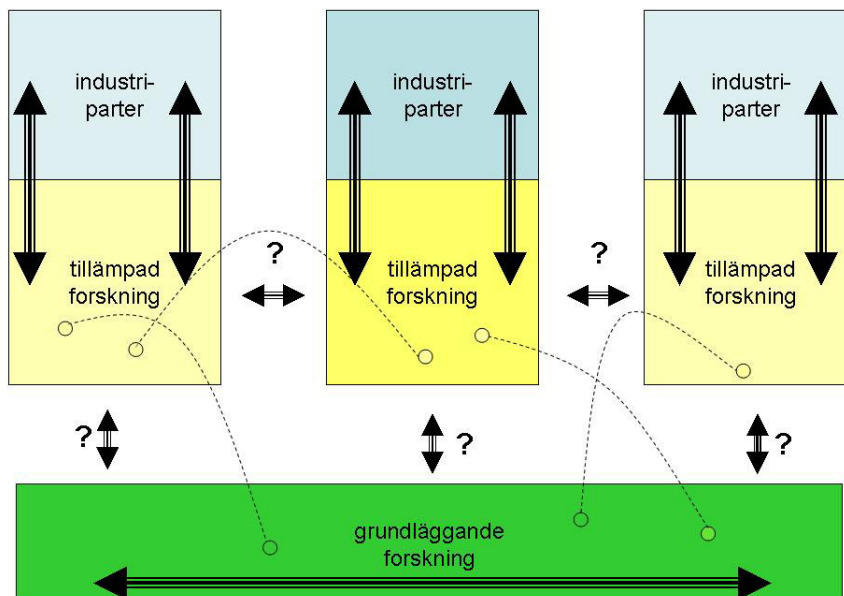
I ett vertikalt integrerat program finns starka kopplingar inom programmet och den grundläggande forskningen är styrd mot de aktuella tillämpningarna. Kopplingen mot annan grundläggande forskning är dock svag. Det finns heller ingen naturlig koppling mot andra tillämpade satsningar. Viss interaktion erhålls om samma forskare är aktiv inom ett flertal program/centrumbildningar (illustrerat med streckade linjer i principskisserna). En annan risk med att integrera grundläggande forskning med denna typ av program eller centrumbildningar

är att industrin normalt är den part som styr vilka forskningsprojekt som ska genomföras, ofta finansierade via en motprestation från deltagande industri. Detta är direkt olämpligt om den grundläggande forskningen ska få nödvändigt djup.



Figur 2. Principskiss över vertikalt integrerade program och hur dessa är kopplade till varandra.

Typexempel på vertikalt integrerade program är Svenskt Vattenkraftcentrum, Turbokraft, och de tre motorrelaterade Kompetenscentran. I dessa ligger fokus av naturliga skäl på tillämpningarna och det är normalt industrin som styr vilka projekt som ska genomföras.



Figur 3. Principskiss över ett horisontellt program med grundläggande forskning och hur de inbördes kopplingarna ser ut.

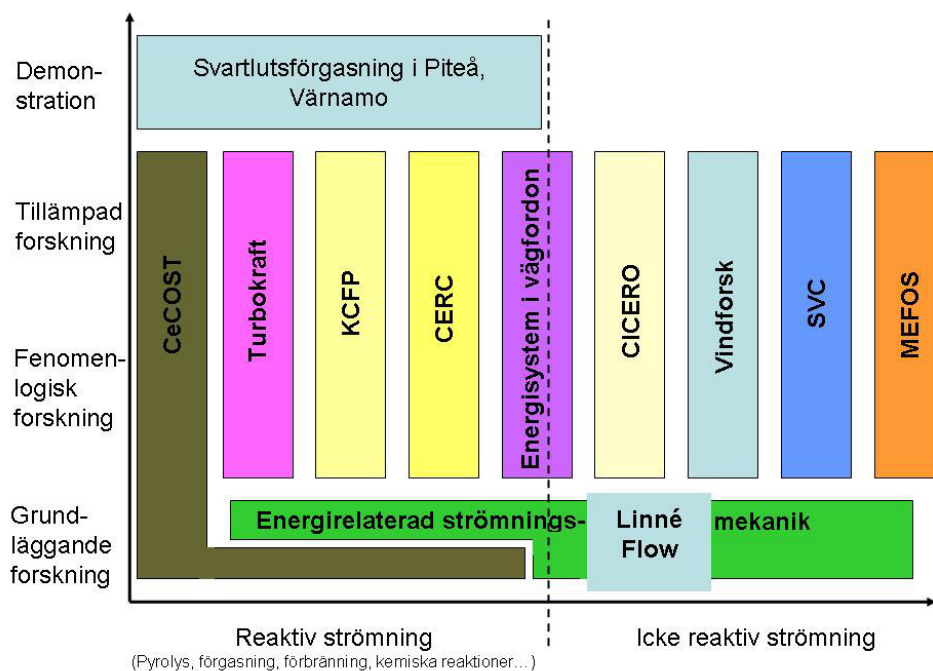
Energirelaterad strömningsmekanik är ett horisontellt program med starka kopplingar inom den grundläggande forskningen. Projektdeltagarna har tydligt pekat ut detta som något positivt och att programmet band ihop isolerade ”öar”. Nackdelen är att kopplingarna till tillämpningarna är svaga om inga speciella åtgärder vidtas. Viss koppling finns dock genom att forskare inom programmet även deltar i de tillämpade programmen/centrumbildningarna. Ett horisontellt program har den fördelen att forskningen inte dikteras av industrins kortsiktiga behov utan insatserna kan koncentreras på problemställningar av generisk natur och en djupare förståelse för de fenomen som uppträder. På så sätt angrips inte enbart ett enstaka industriellt problem utan alla problem som har sitt ursprung i samma underliggande frågeställning.

Hur kan man då stärka kopplingarna mellan ett horisontellt grundläggande program och de tillämpade satsningarna?

Ett sätt är att låta företrädare för de tillämpade satsningarna i samråd med de grundläggande forskarna formulera de frågeställningar av generisk natur som är till gagn för den forskning som bedrivs inom t.ex. kompetenscentrum KCFP, CERC och CICERO, Turbokraft, Vindforsk, Svenskt Vattenkraftcentrum osv. Av naturliga skäl är industrin bäst på att formulera industrins behov men det är inom de tillämpade satsningarna som man ser behoven av bättre beräkningsverktyg, mätmetoder, teoribildning och ökad förståelse. Det är strategiskt fördelaktigt om ett grundläggande program formuleras för att svara upp mot detta behov. På så sätt säkerställs projektens industri- och energirelevans samtidigt som kopplingen till de tillämpade satsningarna stärks.

4.4 Kopplingar till närliggande aktiviteter

Grundläggande energirelaterad strömningsmekanik har bäring på ett stort antal tillämpade aktiviteter vilket illustreras i bilden nedan.



Figur 4. Principskiss över hur olika, mer eller mindre, strömningsrelaterade aktiviteter förhåller sig till varandra.

CeCOST är en centrumbildning med industriell medfinansiering som lyckats kombinera grundläggande, fenomenologisk och tillämpad forskning. Den grundläggande forskningens långsiktighet säkerställs tack vare de ”fria medel” som Stiftelsen för strategisk forskningsfinansiering ger upphov till.

Inom Linné Flow Centre kommer verksamheten att vara helt inriktad på grundläggande forskning men centret är begränsat till KTH och den övriga nationella forskningen har ingen naturlig hemvist utöver Energirelaterad strömningsmekanik. Samtliga projektdeltagare har framfört att Energimyndigheten genom Energirelaterad strömningsmekanik lyckades samla starka akademiska miljöer och skapa ett nationellt forum för strömningsmekanik. Det finns ingen annan organisation som tar ansvar för att så sker.

I Figur 4 är Energirelaterad strömningsmekanik inritat även på den sida som representerar reaktiv strömning och förbränning. Avsikten här är inte att propagera för att förbränning ska införlivas som ett nytt delområde i ett eventuellt nytt program utan mer för att visa att det finns ett behov av att behandla ett stort antal strömningsrelaterade fenomen som är viktiga för den reaktiva strömningen, såsom spraybildning (t.ex. gasturbiner, Dieselmotorer, direktinsprutade Ottomotorer), flerfasströmning (t.ex. BFB- och CFB-pannor, förgasare), turbulensmodeller som tar hänsyn till den strömning som uppträder i komplexa geometrier, t.ex. brännkammare, motorer, pannor, ugnar m.m.

4.5 Prioriterade områden

Inom Energirelaterad strömningsmekanik var fyra forskningsområden identifierade som särskilt angelägna då de inte beaktas, från energiteknisk utgångspunkt, på ett tillfredsställande sätt inom de befintliga forskningsprogrammen. Dessa forskningsområden är struktur-fluid interaktion, värmeöverföring, flerfasströmning och turbulenta processer. Nedan går respektive forskningsområde igenom samt de förändringar som skett de senaste åren.

- Struktur - fluid interaktion. Kunskap och förståelse har byggts upp tack vare att fluid-struktur interaktion var ett eget delområde inom Energirelaterad strömningsmekanik. Kunskapen har överförts till tillämpade projekt inom Turbokraft och NFFP men också bidragit till att Sverige kunnat delta i ett stort antal EU-projekt, ADTurbII, UTAT, DITCAD och DAIGTS. Det finns ingen annan satsning där det ges utrymme för grundläggande forskning inom området. Området är av strategisk vikt för Siemens Industrial Turbomachinery AB och Volvo Aero Corporation.
- Värmeöverföring. Området har bäring på ett stort antal industriellt viktiga energikomponenter, radiatorer, oljekylare, kylning av brännkammare, rekuperatorer, intercoolers, bränsleceller, värmeväxlare i gasturbinsystem, värmepumpar, värmeöverföring i pannor, ugnar m.m. Området kan bli ett strategiskt stöd för aktiviteter inom KCFP, CERC, CICERO, Turbokraft och MEFOS.
- Flerfasströmning. Området identifierades som strategiskt viktigt inför uppstarten av etapp 2 av Energirelaterad strömningsmekanik. På grund av Energimyndighetens drastiskt nedskurna anslag realiserades dock enbart ett projekt. Under tiden har Stiftelsen för strategisk forskning hunnit avsluta sitt Multiphase Flow-program. Flerfasströmning är ett brett område och det finns många olika delområden som kan vara av intresse.
 - Spraybildning. Av strategiskt intresse för industri relaterad till Diesel- och direktinsprutade Ottomotorer, gasturbiner, svartlutsförgasning m.m. Området kan bli ett viktigt stöd för aktiviteter inom framförallt KCFP, CERC, Turbokraft och CeCOST.

- Kavitation. Av strategiskt intresse för vattenkraftsindustrin. Området kan bli ett viktigt stöd för aktiviteterna inom SVC.
- Turbulens. Det finns ett generellt behov av förbättrad turbulensmodellering vid höga Reynoldstal och komplexa geometrier, dvs de förhållanden som normalt förekommer i industriella tillämpningar. Området har bäring på ett stort antal tillämpade satsningar, KCFP, CERC, CICERO, Turbokraft, CeCOST, SVC, Vindforsk, Energisystem i vägfordon, MEFOS m.fl.
Här har dock en ny satsning kommit till stånd, Linné Flow Centre, KTH. De planerade aktiviteterna är helt och hållet inriktat på grundläggande forskning och det finns i dagsläget, enligt föreståndaren för Linné Flow Centre, ingen strategi för hur resultaten aktivt ska överföras till de tillämpade satsningarna. Inom centret ligger fokus på följande 5 delområden
 - Stability and transition
 - Flow control and optimization
 - High Reynolds-number flow turbulence including geophysical flows
 - Aero-acoustics
 - Micro- and complex fluids

Sammanfattningsvis kan man säga att de tidigare identifierade områdena är strategiskt viktiga för svensk forskning, utveckling och industri. Behovet av stöd till området flerfasströmning har ökat i och med att SSF:s program Multiphase Flow har avslutats medan behovet av insatser kopplade stabilitet, transition, kontroll och turbulensmodellering har minskat beroende på det nystartade Linné Flow Centre på KTH. Här finns dock ett behov av en nationell samling inom området och stärkta kopplingar till de tillämpade aktiviteterna.

Inom en eventuell fortsättning av Energirelaterad strömningsmekanik bör intresset från de tillämpade programmen och associerad industri i någon mening styra vilka delområden som prioriteras eftersom det kommer att krävas en aktiv dialog mellan programmet och de tillämpade satsningar som programmet förväntas stödja.

4.6 Aktiv styrning av programmet

Brist på kontinuitet, kommunikation och aktiv styrning är något som påtalats i intervjuerna med projekt- och delprojektledare samt med programmets referensgrupp. Det krävs en övergripande styrning för att få till stånd ökat utbyte mellan projekten/klustren. Anordnande av programkonferenser är i detta sammanhang ett bra exempel på vad som bör ingå i en aktiv styrning. Andra aktiviteter kan vara att tydliggöra resultaten för industrin och de tillämpade satsningarna genom workshops eller föredrag t.ex. vid KC-möten, CeCOST-dagen etc, att verka för att det kommer till stånd gemensamma kurser inom området. Framförallt utbytet med de tillämpade satsningarna är av stor vikt men även med annan grundläggande forskning, t.ex. inom Linné Flow Centre. Insatser kan även göras för att stimulera till att databaser med valideringsdata skapas, antingen nationellt eller internationellt t.ex. i ERCOFTAC:s regi.

En aktiv styrning innebär också att verksamheten styrs så att fokus hamnar rätt, dvs en balansgång mellan vad industrin och den akademiska världen ser som viktigast. Nya spännande angreppssätt och idéer som kan innebära att forskningen tar ett språng framåt bör också få en chans. Här är det viktigt med en aktiv styrning och att de som deltar i bedömningen av ansökningarna inte har egenintresse eller egna projekt inom programmet.

5. SLUTSATSER OCH REKOMMENDATION

Om man bortser från de 3 forskare som är engagerade i de pågående projekten så har 14 utexaminerade forskare utav totalt 17 anställts inom den typ av industri som programmet förväntades stödja. Företrädare för Siemens Turbomachinery AB, Volvo Aero Corporation och Vattenfall AB har tydligt påtalat behovet av grundläggande forskning inom området strömningsmekanik (Bilaga D). Programmets referensgrupp med företrädare för SINTEF Energy Research, Siemens Industrial Turbomachinery AB, Volvo Cars AB och ABB Corporate Research AB påtalar samma behov (Bilaga C). Detta stärker oss i vår uppfattning att det finns ett uttalat behov av grundläggande strömningsteknisk forskning med utveckling av beräkningsmodeller och mätmetodik som stöd till den tillämpade energiforskningen och i förlängningen svenskbaserad industri verksam inom energiområdet. Av denna anledning väljer vi att rekommendera en fortsättning på programmet.

Rekommendationen bygger på att ta till vara det som upplevdes som positivt inom programmet och försöka förbättra det som upplevdes som mindre bra. Vidare är det vår ambition att föreslå åtgärder för att stärka kopplingarna till de tillämpade aktiviteterna och därmed, i förlängningen, gagna industri verksam inom energiområdet och utveckling av effektivare och mer miljövänlig omvandlingsteknik.

Prioriterade områden

Flerfasströmning, struktur-fluid interaktion, värmeöverföring och turbulens är strategiskt viktiga områden som stöd för de mer tillämpade och industriellt anpassade satsningarna. Här är det viktigt att renodlade fall, som representerar centrala frågeställningar av generisk karaktär, väljs ut i samråd med de tillämpade satsningar som programmet förväntas stödja.

Arbetsform

Klustersamverkan och sammanhållna projekt där experimentalister, numeriker och teoretiker interagerar är ett effektivt sätt att utnyttja befintliga resurser och skapa mervärden. Samarbetsprojekt bör därför premieras precis som i det tidigare programmet. Samarbete över avdelningsgränser inom en och samma högskola och samarbete över högskolegränserna bör bedömas utifrån kompetens och hur väl delprojekten integreras. Man ska så att säga inte behöva gå över ån efter vatten om den i någon mening "bästa kompetensen" finns inom den egna högskolan. Å andra sidan finns det ett nationellt strategiskt intresse av att inte koncentrera all kompetens inom strömningsmekanik till ett och samma lärosäte. I en valsituation mellan två goda projekt bör man därför prioritera det projekt som inbegriper samarbeten över lärosätesgränserna före det som bara innebär samarbete inom ett och samma lärosäte. Samarbete på "pappret" är inte till gagn för någon part och det är därför viktigt att delprojekten integreras väl och att projektledaren tillsammans med delprojektledarna tydligt visar vilka åtgärder som planeras för att åstadkomma detta.

Omfattning

Vi rekommenderar kluster med 3-4 doktorander, innefattande experimentalister, numeriker och teoretiker, i varje. Programmets totala omfattning är naturligtvis beroende på hur många områden Energimyndigheten väljer att prioritera men om de områden som pekats ut som strategiskt viktiga (se prioriterade områden ovan) beaktas, handlar det om i storleksordningen 12-16 doktorander. Vi rekommenderar även att medel avsätts för en aktiv styrning med externa aktiviteter. Programperioder på 4 år är att föredra då arbetet i huvudsak utförs av doktorander. Det är viktigt att de olika projekten och delprojekten blir fullfinansierade och att medel avsätts både för handledning via seniora forskare och projektledning.

Styrning

Vi rekommenderar att en programdirektör/ansvarig engageras för att bidra till en aktiv styrning av programmet. Den första arbetsuppgiften blir att engagera en referensgrupp och fånga upp vilka centrala frågeställningar av generisk karaktär som är strategiskt viktiga för de tillämpade satsningarna. Detta kan göras antingen via en workshop/hearing med företrädare för de tillämpade satsningarna eller via individuella besök. Frågeställningar som återfinns i mer än ett pågående tillämpat forskningsprogram bör prioriteras.

Programdirektören/ansvarig bör aktivt verka för att resultat från programmet kommer de tillämpade satsningarna och industrin till gagn genom att arrangera årliga programkonferenser gärna i samverkan med andra närliggande aktiviteter såsom Linné Flow Centre och CeCOST. Anordnande av workshops, delta och ge presentationer om programmets verksamhet vid KC-dagar, CeCOST-dag och liknande är andra aktiviteter som bidrar till att verksamheten tydliggörs. Programdirektören/ansvarig bör även verka för att gemensamma kurser, öppna för doktorander från hela landet, kommer till stånd gärna i samverkan med andra satsningar såsom CeCOST (distansbaserade kurser) och Linné Flow Centre.

Programdirektören/ansvarig bör även följa upp att de experimentella och numeriska data som genereras inom respektive kluster och delprojekt görs tillgängliga via databaser.

Ansökningsförfarande

Vi rekommenderar att de sökande skickar in ”expression of interest” för de renodlade fall som diskuterats fram i samverkan med de tillämpade satsningarna. Vidare rekommenderar vi att en eller flera utomstående experter, gärna internationella, engageras för att bedöma den vetenskapliga kvalitén och nyhetsvärdet medan referensgruppen med i huvudsak företrädare för industri och de tillämpade satsningarna bedömer energirelevans och industriell nytta. I urvalet av ledamöter till referensgruppen bör stor vikt läggas på kompetens inom strömningsmekanik. Nya koncept och idéer som kan medföra ett ”tekniksprång” bör ges utrymme inom ramen för programmet.

De forskare som skickat in de ”expression of interest” som rankats högst ombeds sedan att komma in med fullständiga ansökningar eventuellt med kompletteringar utifrån de synpunkter experterna och referensgruppen förmedlat.

Till varje kluster knyts sedan en referensgrupp med företrädare från de tillämpade satsningar som berörs av den frågeställning klustret centrerats kring.

Skilnaderna gentemot tidigare program kan sammanfattas enligt:

- Företrädare för de tillämpade satsningarna inom energiområdet är med och formulerar de frågeställningar av generisk karaktär som klustren centreras kring. Härigenom säkerställs energirelevansen och den industriella nyttan samtidigt som det inte blir industrins kortsiktiga behov som dikterar vilka frågeställningar som ska behandlas. Vidare skapar det en naturlig brygga mellan den grundläggande och tillämpade forskningen.

Tidigare låg fokus mot att få en direkt koppling mellan industriellt behov och den grundläggande forskningen och på sätt och vis blev den tillämpade forskningen, där mottagarna av resultaten primärt sitter, ”by-passad”. Detta skapade en onödig spänning pga av i vissa fall motstridiga intressen. Industrins kortsiktiga behov kontra den akademiska världens krav på vetenskaplig kvalitet.

- Den vetenskapliga kvaliteten bör bedöms av utomstående experter, gärna internationella. Då minimeras risken för egenintresse samtidigt som ett kvitto på att projekten står sig internationellt erhålls.

I etapp 1 av det tidigare programmet fanns en av projektdeltagarna med i den referensgrupp som bedömde projekten. Detta åtgärdades dock under etapp 2. I samtalen med projektledarna har det vid ett flertal tillfällen nämnts att man gärna ser att projekten bedöms av experter som inte har något eget engagemang inom programmet.

- Tvåstegsförfarande vid ansökningstillfället som ger större möjligheter att säkerställa en god integrering av delprojekten. Här finns också en möjlighet för referensgruppen och de internationella experterna att komma med konstruktiva förslag till förbättringar som sedan kan bakas in i den fullständiga ansökan.

Tidigare var det bara inom flerfasområdet som tvåstegsförfarandet utnyttjades. Projektledaren för det flerfasströmningsprojekt som kom till stånd under det tidigare programmet var enbart positiv till förfarandet.

- Samarbetspartners bedöms utifrån kompetens och inte geografisk hemvist. Det innebär att samarbeten över avdelningsgränser där det är naturligt med de täta kontakter som krävs för ett givande samarbete kan premieras likaväl som givande samarbeten över högskolegränserna. Vi anser dock av strategiska skäl att samarbeten över högskolegränserna är att föredra men att undantag kan göras när det är väl motiverat.

I det tidigare programmet premierades enbart projektförslag som samarbetade över högskolegränserna.

- Genom att en programdirektör/ansvarig engageras gynnas en aktiv styrning av programmet och externa aktiviteter såsom anordnande av workshops, presentation av programmets verksamhet i olika sammanhang (exempelvis KC-dagen, CeCOST-dagen, Energitinget m.m.). Vidare bör ett aktivt engagemang tas i frågor rörande gemensamma kurser och skapande av databaser med valideringsdata. Här bör möjligheten att inkorporera databaser inom ramen för ERCOFTAC undersökas. Därför anser vi att det är av stor vikt att medel avsätts inom programmet för att säkerställa en aktiv och övergripande styrning.

I det tidigare programmet dog den övergripande styrningen ut i slutet av 2004 då Energi-myndigheten av olika anledningar valde att prioritera bort den.

Bilagor

Bilaga A – Översikt utexaminerade doktorander

Bilaga B – Enkät svar projekt- och delprojektledare

Bilaga C – Enkät svar referensgrupp

Bilaga D – Inlägga - Turbokraft

Översikt – examina och nuvarande arbetsställe

Nedan ges en översikt över examina och vart utexaminerade forskare tagit vägen, uppdelat per projekt. Notera att tre doktorander varit delfinansierade via programmet och examina har därför räknats i förhållande till finansieringsgrad.

Inom ramen för etapp 2 av programmet har 12,3 Tekn.Lic- och 10 Tekn.Dr.-examen avlagts. Vilket är bättre än programmets målsättning om 10 Tekn. Lic- och 10 Tekn.Dr.-examen. Detta ska även ses i ljuset av att programmet bantades i samband med att Energimyndighetens anslag skars ned. Ur denna aspekt har programmet varit mycket framgångsrikt. Programmet har även varit viktigt för de seniora forskarna och starkt bidragit till deras meritering. Två seniora forskare har inom ramen för etapp 2 meriterat sig motsvarande en docentur och ytterligare en som biträdande professor.

Av totalt 19 engagerade doktorander (varav 3 på deltid) och en senior forskare har 4 gått till gasturbinrelaterad industri (Rolls Royce, Siemens i Finspång och Volvo Aero Corporation)

4 gått till annan energirelaterad industri (Alfa Laval, Bombardier i Västerås, FMC Technologies i Norge och ett grekiskt energiföretag)

3 gått till konsultföretag (Inspecta, ÅF konsult och Vattenfall Power Consultant)

3 gått till företag som utvecklar programvara (Fluent och Comsol)

6 är kvar som forskare vid svenska högskolor eller har gått till utländska forskningsinstitut

Av de 12 doktorander som varit engagerade inom etapp 2 och ej är svenska medborgare, har 7 gått till utländska företag eller forskningsinstitut, 3 har gått till svenska företag och 2 är kvar som forskare på svenska högskolor.

Av de 7 doktorander som varit engagerade inom etapp 2 och är svenska medborgare, har 1 gått till ett utländskt företag, 4 gått till svenska företag och 2 är kvar som forskare på svenska högskolor.

P12113 3-D munstycke kompressibel instationär strömning med stötvåg, transition och turbulens

Projektledare: Henrik Alfredsson MEK/KTH (t o m juni 2003) Torsten Fransson EGI/KTH(fr o m juli 2003). Projektet har kopplingar till P13268 och P21715.

Doktorander:

Timmy Sigfrids, MEK/KTH	Tekn.Lic.	Maj 03	Tillbaka på KTH
Olivier Bron, EGI/KTH	Tekn.Dr.	Jan 04	Rolls Royce i England
Alexandros Kessar, EGI/KTH	Tekn.Lic.	Maj 05	Grekiskt energiföretag

P13268 LES och V-LES för instationär strömning med separation i ett munstycke

Projektledare: Lars Davidson, TFD/CTH. Projektet har kopplingar till P12113 och P21715.

Doktorand:

Christian Wollblad, TFD/CTH	Tekn.Lic.	04	
	Tekn.Dr.	06	Comsol

P21715 Tillämpning av POD på transonisk strömning i ett munstycke

Projektledare: William K George, TRC/CTH. Projektet har kopplingar till P13268 och P12113.

Senior forskare:

Peter Johansson, TRC/CTH	Tekn.Dr*	Volvo Aero
--------------------------	----------	------------

* examen ej avlagts inom ramen för Energirelaterad strömningsmekanik. Däremot har programmet gett forskaren möjlighet att delta som senior forskare och utveckla en modell baserad på Proper Orthogonal Decomposition (POD) till stöd för projekt P13268.

P12118 Dynamiska processer för mass- och värmeöverföring i väggskjuvströmning – mekanismer, modellering och kontroll

Projektledare: Håkan Gustavsson, LTU

Delprojektledare: Lennart Löfdahl, TFD/CTH, Arne Johansson MEK/KTH

Doktorander:

Niklas Davidsson, LTU	Tekn.Lic.	05	
	Tekn.Dr.	Mars 07	FMC Technologies,Norge
Ori Levin, MEK/KTH	Tekn.Lic.	Dec 03	
	Tekn.Dr.	Dec 05	Inspecta
Olle Törnblom, MEK/KTH 80 %	Tekn.Lic.	Jan 03	
	Tekn.Dr.	Sept06	Alfa Laval
Astrid Herbst, MEK/KTH 20 %	Tekn.Lic.	04	
	Tekn.Dr.	06	Bombardier i Västerås
Maria Litvinenko, TFD/CTH 30 %	Tekn.Lic.	03	Ryskt forskningsinstitut
Valery Chernoray, TFD/CTH 70 %	Tekn. Dr.	02	Kvar på CTH

P12123 Instationär och turbulent blandning vid värme- och masstransport i förbränningsprocesser

Projektledare: Bengt Sundén, HT/LTH

Delprojektledare: Henrik Alfredsson MEK/KTH, Laszlo Fuchs FM/LTH

Doktorander:

Rong Ding, FM/LTH	Tekn.Lic.	Mars 03	
	Tekn.Dr	Nov 04	Fluent i USA
Rongguang Jia, HT/LTH	Tekn.Lic.	April 02	
	Tekn.Dr.	Feb 04	Fluent i USA
Luca Facciolo, MEK/KTH	Tekn.Lic.	Nov 03	
	Tekn.Dr.	Mars 06	Vattenfall Power Consultant
Ramis Örlu, MEK/KTH	Tekn.Lic.	Okt 06	Forts. på KTH

P12126 Generiska studier av fluid-struktur interaktion i energikomponenter

Projektledare: Torsten Fransson, EGI/KTH

Delprojektledare: Laszlo Fuchs FM/LTH,

Doktorander:

Mikhail Lazarkov LTH	Tekn.Lic.	03	
	Tekn.Dr.	Maj 04	Ryskt forskningsinstitut
Olga Chernysheva	Tekn.Dr.	Maj 04	Siemens i Finspång
Davy Allegret-Bourdon	Tekn.Lic.	Maj 04	Rolls Royce i England
Eric Lillberg	Industriell doktorand		ÅF Konsult

P21716 Modellering av turbulent gas-partikelströmning

Projektledare: Berend van Wachem, CTH, tidigare Alf-Erik Almstedt CTH.

Delprojektledare: Arne Johansson, KTH

Doktorander:

Aldo Benavides	Tekn. Lic	07
Tobias Strömberg	(planerad lic 07)	

Intervjuer och möten med projekt- och delprojektledare

19 sept.	William K George, CTH	J. Held
25 sept.	Bengt Sundén, LTH	J. Held
2 okt.	Telefonmöte med Lennart Löfdahl, CTH	J. Held och R. Gebart
10 okt.	Håkan Gustavsson, LTU	R. Gebart
15 okt.	Laszlo Fuchs, LTH	J. Held
19 okt.	Marcus Aldén, CeCOST	J. Held
5 nov.	Sven-Gunnar Sundkvist, Turbokraft	J. Held
6 nov.	Dan Henningson, KTH	J. Held och R. Gebart
	Skriftliga synpunkter från Arne Johansson, KTH	
6 nov.	Dan Henningson, CICERO	J. Held och R. Gebart
6 nov.	Henrik Alfredsson och Nils Tillmark, KTH	J. Held och R. Gebart
6 nov.	Henrik Alfredsson, Linné Flow Centre	J. Held och R. Gebart
9 nov.	Torsten Fransson, KTH	J. Held. R. Gebart med per telefon
27 nov.	Lars Davidson, CTH	J. Held
28 nov.	Berend van Wachem, CTH	J. Held
29 nov.	Telefonmöte med Peter Johansson, Volvo Aero	J. Held

Enkät:

En enkät med nedanstående frågor har skickats ut till projekt- och delprojektledare. Svaren bifogas på följande sidor.

Fråga 1: Ett av motiven var att fördjupa kunskapen i Sverige inom energirelaterad strömningsmekanik. Lever programmet upp till detta eller hade det varit bättre att använda samma medel till ett inomvetenskapligt program i strömningsmekanik och förlita sig på att forskarna gör rätt prioriteringar?

Fråga 2: Ett annat motiv var att vidmakthålla och skapa kompetens inom energirelaterad strömningsmekanik som kommer det svenska samhället och svenska företag till nytta. Har detta lyckats som en konsekvens av programmet. Ge i så fall exempel?

Fråga 3: Programmets upplägg med projekt som genomförs gemensamt av flera universitet/organisationer i kluster har bland annat syftat till att skapa livskraftiga akademiska miljöer. Har detta lyckats och ge i så fall exempel på hur? Andra kommentarer om upplägget?

Fråga 4: Har upplägget med samverkansprojekt lett vidare till nya samarbeten med någon/några av parterna (inklusive eventuella industriparter)?

Fråga 5: Hur har ni upplevt programmets organisation?

Fråga 6: Beskriv hur ett eventuellt nytt program borde se ut om ni fick ge råd till Energimyndigheten.

SAMMANSTÄLLNING ENKÄT: (till projekt- och delprojektledare)

Fråga 1: Ett av motiven var att fördjupa kunskapen i Sverige inom energirelaterad strömningsmekanik. Lever programmet upp till detta eller hade det varit bättre att använda samma medel till ett inomvetenskapligt program i strömningsmekanik och förlita sig på att forskarna gör rätt prioriteringar?

Bengt Sundén: Det finns behov av den här typen av program och det är en fördel med det samlade greppet och att projekten drivs i form av kluster.

Lennart Löfdahl: Programmet har varit bra och det uppfyllde ett behov men utvecklingen går så snabbt att det samhällsekonomiskt är bättre att satsa på tillämpningarna istället. Utveckling av modeller och mätmetoder görs effektivast av de företag som tillhandahåller kommersiella koder och mätutrustning.

Håkan Gustavsson: Det är tveksamt om målet med energirelevans uppnåddes helt och hållet. Industriparterna var för passiva vilket ledde till att prioriteringarna i de flesta fall gjordes av forskarna. Ibland blev detta lyckat, ibland inte. I en eventuell fortsättning bör man se till att industrin är mer aktivt inblandad i prioriteringarna. Formen för programmet är unikt och Energimyndigheten bör försöka ta vara på och vidareutveckla denna. Kvaliteten på projekten sett från en inomvetenskaplig synvinkel är väl i klass med Vetenskapsrådets projekt.

Laszlo Fuchs: Programmet har fungerat bra, framförallt är det viktigt för doktoranderna att delta i en helhet och ha utbyte t.ex. via programkonferenser, samordnade projektmöten (kluster).

Begreppet forskning har av naturliga skäl olika betydelse för Energimyndigheten och organisationer som VR. Utmärkta demonstrationsprojekt med hög energirelevans bedöms inte alltid som "forskning" i strikt mening. Omvänt så kan det vara svårt för Energimyndigheten att bedöma den vetenskapliga nivån och själva forskningskomponenten i projekt av grundläggande karaktär. Även inom forskarsamhället finns det olika uppfattningar vad forskning innebär. Bland industrirepresentanter anses ofta allt som inte är att beteckna som kortsiktig produktutveckling som forskning. Enligt min mening bör man skilja mellan begrepp som *undersökning*, *klarläggning*, *provning* och *forskning*. Forskning när enligt min mening en verksamhet som inkluderar samtliga komponenter av *analys* men även *syntes* i form av generalisering av resultaten till fall och processer som man inte undersökt direkt. Enligt denna definition kan ett flertal av Energimyndighetens projekt (bl.a. de flesta pilot- och demo-projekt) kan inte klassas som "forskning". Enligt min mening blir verksamhet mindre innovativ utan syntesdelen och ger en liten strategisk effekt. Det finns gott om exempel där man siktar på "snabba" och "enkla" för metoder att lösa akuta problem, men där samma tekniska problem är och har varit föremål för liknande studier i decennier. Detta medför att den sammanlagda kostnaden blir mycket hög! Att man försöker lösa liknande problem i decennier är en ganska tydlig indikation på brister i forskningskvaliteten. Jag anser att strömningstekniska programmet gav bra lösningar på frågor/metoder som man inte besvarat i några av Energimyndighetens mer tillämpade program.

Lars Davidson: Jag tycker att programmet fungerade bra och att det var ett viktigt tillskott till kunskapen inom energirelaterad strömningsmekanik.

Arne Johansson och Dan Henningson: Programmet har gjort stor nytta för att bygga broar mellan "öarna i den svenska strömningsforskningsarkipelagen". Det är något som inte exempelvis bidragen från VR är inriktade mot. Samarbetet har också möjliggjort studier som inte annars skulle ha blivit gjorda.

Henrik Alfredsson: Det finns ingen naturlig samlingspunkt för de forskare som håller på med strömningsmekanik och här har programmet fyllt ett angeläget behov.

Torsten Fransson: Svensk forskningsfinansiering är fragmentiserad och "snuttifierad" vilket gör att var och en sitter på sin kammare och kör sitt eget race. Det är viktigt med större sammanhållna projekt och här har programmet fyllt en viktig funktion.

Berend van Wachem: Det finns behov av grundläggande forskning och dialogen som fås inom ett sammanhållet program är viktig. Det krävs kunskap för att kunna formulera ett bra program och ställa upp uppnåbara mål.

Kompetens är viktigare än samarbete men om det går att kombinera så finns det självklart ett mervärde man ska dock vara försiktig med att försöka tvinga fram samarbete.

Peter Johansson: Programmet lever till viss del upp till detta. Jag är helt övertygad om att forskarna inte skulle ha fokuserat på denna aspekt om inte medel särskilt avsatts till detta. Självklart utnyttjar forskarna sin speciella kompetens för att få forskningsfinansiering och det finns förstås en viss tendens till att fokus fortfarande ligger inom forskarens eget huvudområde i första hand. Men tveklöst hade det varit tydligare om inte en riktad satsning gjorts.

Fråga 2: Ett annat motiv var att vidmakthålla och skapa kompetens inom energirelaterad strömningsmekanik som kommer det svenska samhället och svenska företag till nytta. Har detta lyckats som en konsekvens av programmet. Ge i så fall exempel?

Bengt Sundén: Programmet har varit framgångsrikt i så måtto att examinerade forskare inom ramen för det projekt jag lett arbetar på programutvecklingsföretag (Fluent) och utvecklar de program som är vanliga inom svensk industri. Resultaten från grundläggande forskning är indirekt till gagn för svensk industrin via den kompetens som byggs upp. Innan Torsten Strand, Alstom Power (numera Siemens) gick i pension hade vi ett bra utbyte med en viktig avnämare. Det var ett tvåvägsutbyte, Torsten höll bland annat mycket uppskattade föredrag om industrins behov och syn på de frågeställningar som behandlades inom projektet.

Lennart Löfdahl: Programmet har fyllt sin funktion men det är mer kostnadseffektivt att satsa medlen i den tillämpade forskningen och på så sätt gagna svensk industri.

Håkan Gustavsson: Till viss del har detta lyckats men många av våra doktorander har hamnat utomlands (i Europa). Om man antar att en viss rörlighet förekommer i andra riktningen kanske detta inte gör så mycket. Om man i fortsättningen ska ha utländska doktorander bör man ha ett aktivt program för att göra dem ”svenska”, t.ex. utbildning i svenska och aktiv ”koppleriverksamhet” med svenska företag.

Laszlo Fuchs: Programmet har lyft problem av industriellt intresse. I vårt projekt med ”impinging jet” kom resultaten till nytta för Scantias utveckling av kylare (detta var inte planerat från början men är typiskt för grundläggande forskning som har bäring på många tillämpningar)

De utexaminerade forskarna finns nu inom industrin dels som kunskapsbärare, dels som beställare/användare av de modeller/mätmetoder som programutvecklingsföretagen tillhandahåller. Några av forskarna har även rekryterats av företag som utvecklar kommersiella CFD koder.

Lars Davidson: Programmet hade fokus mot grundläggande strömningsmekanik relaterat till energi. Det var av stort värde att det bedrevs som ett sammanhållet program med årliga projektredovisningar. Man fick god insikt i de övriga projekten.

Kompetensen som skapades i ESM överfördes till andra mer tillämpade program. I vårt fall var det av stor nytta för GTC.

Arne Johansson och Dan Henningson: Ett direkt resultat är att det delprojekt som Olle var doktorand i resulterade i ett vetenskaplig rapport som på ett mycket illustrativt sätt kombinerat de akademiska målen med det industriella intresset. Rapporten har alldeles nyligen blivit accepterad för publicering i Phys. Fluids. Rapporten ledde också till, med Stefan Wallins hjälp, att Airbus blev mycket intresserade av idéernas tillämpningsmöjligheter. Efter c:a ett års förhandlingar etc med dem så har vi nu fått direktfinansiering från Airbus för att driva ett projekt, inklusive finansiering för en hel doktorand, på KTH och FOI i samarbete. Projektet startade sept. 2007. Olles kompetens som odlades fram i projektet tas nu väl tillvara i ett mycket framgångsrikt arbete på Alfa Laval i ett stort och mycket lyckosamt samarbete mellan Alfa Laval och Haldex. Han får där nytta av den kombination av experimentella och teoretiska/numeriska färdigheter som han fick med sig i sin doktorandutbildning.

Henrik Alfredsson: Den grundläggande strömningstekniska verksamheten på Mekanik/KTH har till stor del finansierats via ESM vilket legat till grund för den tillämpade verksamhet vi nu bedriver t.ex. inom CICERO. Inom CICERO kommer nya mätmetoder baserade på tryckkänslig färg och varmtrådsteknik utvecklad inom ramen för ESM att användas. Vidare har data framtagna inom P12113 använts som testfall i ett CICERO-projekt.

Torsten Fransson: Finansieringen via ESM har definitivt stärkt oss inom området Aerodynamik. Den kompetens som byggts upp via nationell finansiering har möjliggjort vårt deltagande i ett stort antal EU-projekt, bl.a. ADTurB II, UTAT, DAIGTS och DITCAD. Nu har vi fått en ansökan om ett stort EU-projekt, FUTURE, tillsammans med Siemens, Volvo Aero och FOI/FFA accepterad. Projektet är på totalt 10,5 miljoner euro och inom området Aeronautics.

Kompetensen har varit till gagn för de tillämpade aktiviteterna inom GTC och numera TURBOKRAFT. Det har även lett till ett projekt med Volvo Aero inom NFFP, nationella flygtekniska forskningsprogrammet.

För att förstå hur viktigt ESM varit för vår verksamhet så tappade vi 3 doktorander utav 8 inom området Aerodynamik när Energimyndighetens budget drogs ner 2004 och vi inte kunde söka nya medel för fortsatt verksamhet.

Berend van Wachem: Det flerfasströmningsprojekt vi har med finansiering från ESM-programmet har bidragit till kunskapsuppbyggnad och utveckling av en beräkningsmodell för strömning med partiklar. Detta i sin tur har medfört att vi har kunnat intressera svensk industri och starta upp tillämpade projekt. Exempel på sådana projekt är

- Astra Zeneca, förbättrad dragering (inkapsling av läkemedel) och minskad energiåtgång för torkning av dragerade läkemedel.
- SCA, fibrer i flöden. Optimering av process för att dels erhålla bättre papperskvalité, dels minska energiåtgången.

Peter Johansson: Nyttan för det svenska samhället och svenska företag kommer via de studenter och forskare som utbildats och utvecklats inom programmet. Dessa tar sedan med sig sin kunskap till industrin och till utbildningen av nya studenter. Jag anser mig själv vara ett exempel på kunskapsspridningen till industrin i och med mitt nya arbete på Volvo Aero.

Fråga 3: Programmets upplägg med projekt som genomförs gemensamt av flera universitet/organisationer i kluster har bland annat syftat till att skapa livskraftiga akademiska miljöer. Har detta lyckats och ge i så fall exempel på hur? Andra kommentarer om upplägget?

Bengt Sundén: Jag är positiv till upplägget med kluster. Det har öppnat upp kanaler till andra högskolor. Inom ramen för projektet byggdes en experimentell rigg upp på KTH, vilket innebar att experimentella resultat kunde genereras först när riggen var färdigbyggd. Detta var negativt för möjligheten att producera joint-papers mellan KTH och LTH. Inom projektet producerades dock joint-papers mellan de två delprojekten på LTH.

Lennart Löfdahl: Upplägget med kluster och deltagande över högskolegränserna var oerhört positivt. Samarbetet inom vårt projekt fungerade mycket väl med gemensamma kurser och joint-papers mycket beroende på att Håkan (projektledaren) var som en spindel i nätet och att vi hade starka och engagerade doktorander.

Håkan Gustavsson: Nätverket har definitivt blivit starkare som ett resultat av programmet men det finns detaljer som kan förbättras. Flera internationella samarbeten, t.ex. inom ramen för ERCOFTAC, har också genomförts. I en eventuell fortsättning på programmet bör samarbetet med industriparterna stärkas så att den industriella energirelevansen stärks. T.ex. bör kopplingen till förbränning och flerfasströmning stärkas. En viktig effekt av klusterbildningen har varit att samutnyttjandet av experimentell utrustning och programvara har stimulerats. Till exempel har en av mina doktorander (Niklas Davidsson) vistats på KTH för att genomföra simuleringar med deras egenutvecklade programvara för direktsimulering av turbulens.

Laszlo Fuchs: Samverkan är positivt. Personkemin är otroligt viktig för att samarbetet ska fungera. Det är en stor fördel och resurseffektivt att samverka över avdelnings- och högskolegränserna.

Lars Davidson: I Chalmers fall startade projekten (ett som bedrevs av Davidson & Eriksson och ett som bedrevs av George) ett år senare än KTHs projekt (Fransson och Alfredsson). Därför blev samarbetet Chalmers-KTH inte så bra som det kunde ha blivit. Däremot hade vi stor nytta av att Chalmers-projekten bedrevs tillsammans. Jag och Eriksson hade stor nytta av varandra och vi kombinerade mina kunskaper i LES med Erikssons kunskaper i kompressibel strömning (AIAA J., Vol. 44(10), pp. 2340--2353, 2006}. I den senare delen av vårt projekt utvecklade vi väggmodeller baserade på POD, där George har en stor kompetens. Detta paper kommer att publiceras i Journal of FTAC och en av granskarna sa:

The paper proposes a zonal method which away from wall uses standard Large Eddy Simulation (LES). Near walls the Reynolds stresses are modelled using Proper Orthogonal Decomposition (POD). The truncated POD series coefficients are evaluated either using a neural network or linear stochastic estimation. The paper is interesting/novel and certainly a deviation from the wide range of potential RANS model blendings with LES. Such papers I am finding distinctly forgettable. It would be nice if this paper could be published.

Arne Johansson och Dan Henningson: Både direkta samarbeten och de informella kontakterna/samtalen var viktiga.

Henrik Alfredsson: Samarbete över högskolegränserna men även över avdelningsgränser inom en och samma högskola upplever vi som mycket positivt. Programmet har definitivt bidragit till att vi kunnat bygga upp verksamhet av grundläggande karaktär som i sin tur är till nytta för våra mer tillämpade satsningar (se svar på fråga 2).

Torsten Fransson: Idén är bra men det är viktigt att delprojekten är väl integrerade för att få till stånd en bra interaktion. Här tycker jag att det finns betydligt mer att göra. Samverkan med Mekanik/KTH inom P12113 har gått mycket bra, vilket kan bero på närheten och täta kontakter. Samarbetet med LTH och FOI inom P12126 gick betydligt sämre till stor del beroende på att delprojekten inte var integrerade. Skillnader i arbetssätt och ”forskarkultur” kan också ha spelat in.

Projekten har varit upplagda så att både en experimentell del och en numerisk del ingått vilket är bra men jag tror att även här skulle man kunna få ut mer.

Berend van Wachem: Projektet jag ansvarar för är ett samarbetsprojekt mellan två redan livskraftiga akademiska miljöer (CTH och KTH). Genom projektet har vi kunnat knyta ihop två kompetenser och dra nytta av mångårigt utvecklingsarbete på respektive ställe. I detta fall KTH:s EARSIM-modell i kombination med vårt kunnande om partiklars uppförande och beteende i fluider. Samarbetet har varit till fördel för båda parter.

Peter Johansson: Det är en god idé att försöka få forskare i Sverige att samarbeta. Det finns dock en stark tradition i Sverige att inte göra det. Jag kan tyvärr inte se att några livskraftiga akademiska miljöer skapats i och med detta program. Jag anser att upplägget är lovvärt, men det gäller att få studenterna att samarbeta – det verkar hopplöst med professorer.

Fråga 4: Har upplägget med samverkansprojekt lett vidare till nya samarbeten med någon/några av parterna (inklusive eventuella industriparter)?

Bengt Sundén: Vi har öppnat upp nya kanaler som vi tror kan leda till utökat samarbete. Det är många pusselbitar som måste falla på plats innan ett samarbetsprojekt kan realiseras.

Lennart Löfdahl: Jag är egentligen inte rätt person att svara på frågan då jag lämnat klustret/programmet och arbetar numera med generiska och fundamentala problemställningar med direkt koppling till tillämpningar inom fordonsaerodynamik.

Håkan Gustavsson: Tyvärr har många av industriparterna "glidit bort" från samarbetet under programtiden. En viktig partner, Rolf Karlsson, Vattenfall har avlidit under projektiden och hans roll och kompetens har inte gått att ersätta.

Laszlo Fuchs: De i projektet ingående deltagarna kände varandra sedan tidigare. Samarbetet har fortsatt efter projektets avslutande och ett joint-paper mellan LTH (Fuchs) och KTH (Alfredsson) har accepterats för publikation i en vetenskaplig tidskrift.

Lars Davidson: Det ledde till nya samarbeten internt på Chalmers (se svar på Fråga 3). Om Chalmers- och KTH-projekten hade startat samtidigt, så hade det antagligen lett även till ett bättre samarbete Chalmers-KTH.

Industriparterna var aktiva endast vid de årliga mötena. Därför var det inget aktivt samarbete med industrin.

Arne Johansson och Dan Henningson: Se svar på Fråga 2.

Henrik Alfredsson: Programmet har lett till att nya kanaler öppnats upp, bl.a. den med EGI/KTH. Speciellt som vindtunneln flyttades till EGI:s labb. Vi har nu en ansökan inne avseende tryckkänslig färg där en forskare från EGI är med på 20 %. Samarbetet med Laszlo Fuchs, LTH har resulterat i ett joint-paper. Nu har i och för sig Laszlo fått en professur på KTH så kopplingen till LTH försvinner delvis men programmets upplägg ser vi som ett bra sätt att öka kunskaps- och erfarenhetsutbytet mellan olika forskargrupper.

Torsten Fransson: Kanaler har öppnats upp och bättre förståelse för verksamhet vid andra avdelningar och högskolor har uppnåtts vilket är en god grund för samarbete. Man måste dock vara medveten om att det tar tid att etablera ett samarbete och om samarbetet ska bli framgångsrikt krävs det att delprojekten integreras.

Berend van Wachem: Detta projekt startade betydligt senare än övriga projekt inom ESM-programmet men det har definitivt öppnat upp en ny kanal. Det var första gången vi hade ett gemensamt projekt med KTH/MEK och genom projektet har vi fått förståelse för varandras verksamheter. Det pågår redan diskussion om nya gemensamma projektförslag.

Peter Johansson: Ja, samarbetet mellan grupperna på Chalmers initierades i och med detta projekt.

Fråga 5: Hur har ni upplevt programmets organisation?

Bengt Sundén: När kontinuiteten i administrationen av programmet bröts dog det liksom ut. Framförallt märktes det på de uteblivna programkonferenserna. Det var synd eftersom kontakterna med de övriga projekten och det informella utbytet är av stor vikt.

Lennart Löfdahl: Det är naturligt att det kan uppstå problem i samband med byte av handläggare, mamma- och pappaledigheter. Det är så verkligheten ser ut och jag har egentligen ingen kommentar till det.

Håkan Gustavsson: Programmet som helhet har varit väl skött, speciellt medan Jörgen Held hade ansvaret. Kursinnehållet och deras genomförande skulle ha kunnat vara bättre. Där tycker jag att CECOST är ett föredöme. Det som skiljer CECOST från ESM är att man i CECOST har en särskild budget för detta och en studierektor som ser till att kurssammansättningen blir balanserad och att kurserna genomförs på ett bra sätt. I en eventuell fortsättning borde man kopiera CECOST för behovet av avancerade kurser i strömningsmekanik finns.

Laszlo Fuchs: Det är viktigt med kontinuitet. Programkonferenserna var bra och viktiga för utbytet.

Industriella faddrar till projekten är bra men det gäller att det är ”rätt” personer och med rätt kompetens. I vårt fall fungerade det bra med Torsten Strand från Alstom Power (numera Siemens). Däremot fungerade det mindre bra inom ”fluid-struktur interaktion”-klustret. Energimyndighetens programansvarige/a bör vara en person med god kompetens/erfarenhet inom området och som är öppen för nytt tänkande. Jörgen Held var en sådan person och hans insats är mycket uppskattad!

Lars Davidson: Det var en bra ide, men eftersom Energimyndigheten bytte handläggare två gånger så blev kontinuiteten från Energimyndighetens sida lidande.

Arne Johansson och Dan Henningson: Enkel och smidig.

Henrik Alfredsson: Kontinuitet är viktigt. Programkonferenserna var mycket bra och det finns ett behov av att träffas då det, som tidigare sagts, saknas en naturlig samlingspunkt.

Torsten Fransson: Bristande kontinuitet. Starkare uppföljning hade varit önskvärd men detta har även legat på min roll som utförare. Jag kunde varit mer aktiv själv också.

Berend van Wachem Bristande kontinuitet och kommunikation. Det var bra att Energimyndigheten tog initiativ och formulerade vad man ville uppnå inom flerfasområdet och såg till att en dialog med förslagsställarna uppnåddes (mötet på Elforsk). Efter beskedet om att projektet beviljats medel hörde vi inte av Energimyndigheten mer.

Peter Johansson: Organisationen var mycket bra till att börja med. Jag uppskattade speciellt de årliga programkonferenserna. De verkade drivande i samarbetshänseende. Tyvärr upphörde dessa och de sista två åren fanns inte mycket till styrning från Energimyndigheten.

Fråga 6: Beskriv hur ett eventuellt nytt program borde se ut om ni fick ge råd till Energimyndigheten.

Bengt Sundén: Ett samlat program inriktat mot fundamental forskning på i storleksordningen 15 mnkr/år som drivs i klusterform. Det är en fördel om både seniora forskare och doktorander kan få finansiering via programmet.

Lennart Löfdahl: Lägg ner Energirelaterad strömningsmekanik och satsa på strömningsmekaniken inom den tillämpade forskningen istället.

Håkan Gustavsson: Det är definitivt värt att starta ett nytt program. Upplägget på programmet med en strukturerad växelverkan mellan deltagarna är unikt för Energimyndigheten och värt att bevara. Ingen annan forskningsfinansiär har något liknande. Exakt vad som ska göras bör värderas noga och inte lämnas åt forskarna att bestämma helt på egen hand om man ska kunna garantera energirelevansen. Till exempel kan man definiera "månlandarprojekt" som skapar utmaningar för experimentalister och teoretiker. Som ett exempel på vad jag menar med detta skulle man kunna ge en grupp av både experimentalister och modellerare i utmaning att förbättra förlustberäkningar i diffusorer så att felen i förlusterna blir mindre än säg 2 %. Idag är detta inte möjligt utan "kalibrering" av turbulensmodeller, dvs passningsräkning. Det finns säkert flera liknande typer av frågeställningar med energirelevans inom strömningsmekaniken som skulle kunna definieras. Ett förslag är att innan ett eventuellt nytt program startar ge några seniora forskare och industrirepresentanter i uppdrag att definiera ett antal tydliga utmaningar som kan gå in i programutlysningen. I genomförandet är det viktigt att kombinera ingenjörsmässighet med vetenskaplig höjd. Detta är inte en enkel uppgift. Det är också viktigt att knyta ihop modellering med bra experiment. Grundläggande teoribildning har också sin plats men det måste finnas en tydlig koppling till tillämpningarna. Koppling till flerfasströmning och förbränning känns också viktig att få med. Ett kurspaket enligt modell från CECOST skulle vara värdefullt men då måste man ha en särskild budget och en studierektor som har tid att driva detta. Programmet bör premiera ansatser till tvärvetenskap, t.ex. avancerad reglerteknik och strömningsmekanik, eftersom sådana projekt är svåra att genomföra inom ramen för VR samtidigt som de kan få stor industriell betydelse. Nätverkande mellan programmets samtliga aktörer är viktigt för både seniorer och doktorander.

Laszlo Fuchs: Ett horisontellt program (ungefär som tidigare) med en industriellt förankrad programdirektör (med viss erfarenhet och känsla för strömningsteknik, behöver ej vara någon expert men som är öppen för nya idéer). Viktigt med en stark koppling till de mer tillämpade aktiviteterna inom t.ex. de olika Kompetenscentran, Turbokraftprogrammet, CeCOST etc. Det kan finnas en fara med att låta industrin styra den grundläggande forskningen (se svar på Fråga 1 ovan). Då är det bättre att t.ex. personer från de olika Kompetenscentran är med och identifierar vilka industriella problem som behöver "lösas" och indirekt vilka modeller eller mätmetoder som behöver utvecklas.

Gemensamma kurser inom programmet men även med andra relaterade aktiviteter är bra. Här bör man kunna dra nytta av kursverksamheten inom CeCOST. Det finns t.ex. en ansökan inne hos VINNOVA för bidrag till forskarskola relaterat till de tre förbränningsmotor-KC som kan vara relevant för en eventuell fortsättning av ESM. Liknande ansökningar finns hos VR (från CeCOST och Linné FLOW centren). Om dessa forskarskolor blir av blir större delen av kurserna inom forskarutbildningen nationella och skulle därmed utgöra ett bra stöd även för Energimyndighetens verksamhet.

Lars Davidson: Det är intressant att bedriva projekten som samarbetsprojekt. Dessa samarbeten kan antingen vara mellan högskolor eller inom en högskola. Jag tror att det senare fallet är att föredra, därför att detta leder till tätare/verkliga samarbeten. Dock ska det vara gemensamma årliga programkonferenser så att alla blir informerade om alla pågående projekt.

Industrin bör vara involverad, men man måste kräva att de bidrar med egeninsatser (minst 20 %). Om industrin är drivande, så kan de säkerställa att det blir verkliga samarbetsprojekt, men projekten får inte vara för tillämpade (som Turbokraft och SVC) och inte heller för teoretiska (som VR). Det bör vara minst två industriparter i varje samarbetsprojekt. Det är antagligen fördelaktigt om de två industriparterna kommer från skilda industrier.

Arne Johansson och Dan Henningson: Ta vara på en del av de positiva erfarenheterna från det gamla programmet. Höga krav på medfinansiering från industrin är svårhanterade om man vill uppnå den önskade långsiktigheten i forskningen och gör att programmet i så fall kanske inte kan tillföra så mycket utöver vad kompetenscentra redan gör.

Henrik Alfredsson: Ungefär som tidigare. Programmet fyller en viktig lucka mellan VR-projekt och mer tillämpade aktiviteter såsom kompetenscentra. Projekten är också av en annan typ genom upplägget med klustersamverkan. Det behöver inte nödvändigtvis vara samarbete mellan olika högskolor utan det kan lika väl vara mellan olika avdelningar. Befriande med projekt som inte har krav på industrifinansiering. Man bör även ha i åtanke att programmet inneburit att forskare som arbetar med grundläggande forskning och i huvudsak är finansierade via VR fått upp ögonen för energirelevanta problemställningar.

Torsten Fransson: Som tidigare fast mer sammanhållet och med en hyfsat stor finansiering. Positivt med en koordinator eller programansvarig som kan hålla ihop "individualisterna". Kluster med åtminstone två (eventuellt tre) forskargrupper som "frotteras" mot varandra. Minst en doktorand plus handledning på varje ställe. Viktigt att doktoranderna är fulltidsfinansierade och att även projektledning och projektuppföljning finansieras via projektet vilket kräver hyfsat stora anslag. Viktigt att även handledningen finansieras, annars blir doktoranderna för ensamma. Det behövs fler postdocs i systemet i Sverige.

Absolut nödvändigt med programkonferenser. Viktigt att koppla ihop projekten/klustren och få synergieffekter.

Styrning från industrin är fel, däremot kan de som arbetar med tillämpad forskning och fenomen vara med och formulera problemställningarna. Industrin skulle t.ex. aldrig initiera fladder-projektet där olika fasvinklar studerades trots att det är den typen av kunskap som krävs för att förstå mekanismerna bakom industriellt relevanta problem kopplade till fluid-struktur interaktion.

Berend van Wachem: Det är önskvärt att Energimyndigheten tar ställning till vad man vill få ut av ett program och inte förlitar sig på externa "rådgivare" från akademien. Det finns annars risk att professorer är med och påverkar att anslag beviljas för verksamhet som är till deras egen fördel.

Det finns behov av ett grundläggande och sammanhållet program inom energirelaterad strömningsmekanik. Upplägget med att både en experimentell och en numerisk del i varje projekt är bra men det är då också viktigt att projektets finansiering tillåter detta.

Experimentella projekt är oftast betydligt mer kostnadskrävande än motsvarande numeriska projekt.

Peter Johansson: Det viktigaste är att Energimyndigheten tar fram och formulerar konkreta problem. Det behövs ett grundforskningsprogram där forskningen inte påverkas av industrin (jfr Turbokraft) så de fundamentala problemen för framtiden kan studeras på ett vetenskapligt sätt. Industrin tenderar att endast se dagens problem och små utvecklingar av dagens metoder för att lösa dem. Organisationen med Energimyndigheten i spetsen bör även arbeta mycket seriöst för att få fram en opartisk process för tillsättningen av projekt och programstyrelser. Jag anser att processen inte fungerar tillfredsställande idag. Jag skulle till och med rekommendera att inte använda sig av svenska bedömare/reviewers. Detta eftersom personliga motsättningar speglas i projektbedömningar på ett i många fall mycket oprofessionellt sätt med följden att metoder och angreppssätt som är internationellt gångbara och state-of-the-art på internationell nivå helt enkelt inte får finansiering i Sverige. Ett stort antal exempel lämnas på begäran.

Enkät till ESM:s referensgrupp med industriella företrädare

Till ESM-programmet fanns en referensgrupp knuten med företrädare från industrin. Referensgruppens ledamöter är listade nedan. Referensgruppen var aktiv fram till och med 2004 men i samband med att programmets dåvarande handläggare lämnade Energi-myndigheten upphörde också kommunikationen från Energimyndigheten.

Rolf Karlsson, Vattenfall Utveckling AB, referensgruppsordförande (tyvärr har Rolf Karlsson gått bort och det är bara att beklaga att svensk strömningsteknisk forskning har mist en auktoritet inom experimentell strömningsmekanik).

Kristin Jordal, SINTEF Energy Research, Norge.

Jenny Larfeldt, TPS Termiska Processer i Studsvik AB. (Jenny Larfeldt är numera anställd på Siemens i Finspång).

Ulf Rådeklint, Siemens i Finspång.

Simone Sebben, Volvo Cars AB.

Said Zahrai: ABB Corporate Research AB

En enkät har skickats ut till programmets referensgrupp. Svaren bifogas på följande sidor inklusive två bilder som illustrerar strömningsmekanikens betydelse för gasturbinutveckling.

Fråga 1: Behövs grundläggande strömningsrelaterad forskning i Sverige? *Med grundläggande forskning avses här projekt relaterade till utveckling av modeller och mätmetoder och med tillämpad forskning avses här projekt där modeller och mätmetoder används i utvecklingssyfte relaterat till en tillämpning.* Räcker det inte med den utveckling som görs internationellt och den utveckling programvaru- (Fluent Star CD m.fl.) och mätmetodutvecklingsföretagen (Dantec m.fl.) gör? Utveckla gärna ditt resonemang.

Fråga 2: Kom gärna med förslag hur utveckling/resultat inom grundläggande forskning kan överföras till tillämpade strömningsrelaterade satsningar och i förlängningen vara till gagn för den industriella utvecklingen i Sverige.

Fråga 3: Har, enligt er mening, programverksamheten och projektresultaten varit relevanta för avnämarna (industri, kraftindustri och övriga)? Exempel?

Fråga 4: Har ni inom era respektive företag dragit någon direkt nytta av ESM-programmet (anställt någon som examinerats inom ramen för ESM, börjat använda eller dra nytta av någon av de modeller eller metoder som utvecklats inom ESM, förbättrat era kanaler gentemot högskolan, utökat ert nätverk etc)?

Fråga 5: Hur har ni upplevt Energimyndighetens hantering och organisation av programmet? Ändamålsenlig? För byråkratisk? Brist på ordning och reda? Annat? Utveckla gärna ert resonemang.

Fråga 6: Beskriv hur ett eventuellt nytt program borde förändras om ni fick ge råd till Energi-myndigheten. Omfattning? Prioriterade områden? Arbetsform (eget program eller integrering med andra satsningar, enskilda projekt eller i klusterform etc)?

Enkät till ESM:s referensgrupp med industriella företrädare

Fråga 1: Behövs grundläggande strömningsrelaterad forskning i Sverige? *Med grundläggande forskning avses här projekt relaterade till utveckling av modeller och mätmetoder och med tillämpad forskning avses här projekt där modeller och mätmetoder används i utvecklingssyfte relaterat till en tillämpning.*
Räcker det inte med den utveckling som görs internationellt och den utveckling programvaru- (Fluent Star CD m.fl.) och mätmetodutvecklingsföretagen (Dantec m.fl.) gör? Utveckla gärna ditt resonemang.

Kristin Jordal: Jag kan inte se någon som helst anledning till att det INTE skulle finnas grundläggande strömningsrelaterad forskning i Sverige, så länge som det finns industri som har behov för kompetens inom strömningsmekanik. Den dan man nøjer sig med att bara utbilda civilingenjörer som kan sitta och köra kommersiella program/använda kommersiella mätmetoder så tror jag man ær på ett rejält villospår, skulle dessutom tro att den utbildningen skulle bli sämre och sämre om den inte kunde stödja sig på mer grundläggande kompetens inom högskolan. Det behövs, enligt min åsikt, kraftcentra med solid grundläggande kompetens för att svensk industri ska ha något att stötta sig mot och möjlighet att rekrytera kompetent personal - så länge som strömingskompetens behövs inom industrin. (det sista vill inte jag uttala mig om, det vet andra bättre...).

Det ær ganska intressant att se vad man har fått till i Norge inom strömningsteknik. Forskningen hær ær ju relativt Sverige väldigt centraliserad (till Trondheim), och man har byggt upp en vad jag uppfattar som väldigt stark kompetens, inte minst inom flerfasströmning, men det har ju en naturlig koppling mot olja/gasindustrin, hade inte den industrin funnits hade inte heller kompetensen funnits skulle jag tro. Det ær førsåvitt också intressant att det finns en stark forskningsmiljø inom förbränning hær, man har samarbeide på olika sätt med Siemens, GE, Alstom (uppdrags-forskning i SINTEF). Men den typen kompetensutveckling dær man bara har avnæmare i utlændsk industri tror jag inte ær relevant för svenska förhållanden, i och med att man inte har något stort forskningsinstitut som har interesse av att utveckla kompetens för att sälja forskningsprojekt i stor skala.

Jenny Larfeldt: Vi behöver grundläggande utveckling av modeller och mätmetoder för våra specifika tillämpningar. Exempelvis inom förbränning söker vi termoakustiska verktyg för att förstå kopplingen mellan förbränning och pulsationer vilket innebär att den turbulenta strömningen måste vara väl känd (högt swirltal).

Ulf Rådeklint: Grundläggande för värmeöverföring av turbinskovlar är förståelse för kopplingen mellan aerodynamiken och värmeöverföringen i gränsskikt, i synnerhet transitionsbeteende. Detta är grundläggande forskning inom gränsskiktsteori, som sedan kan appliceras på mer tillämpade fall.

Simone Sebben: Regarding CFD, there is no need of developing another code. Specially now with increase use of the open source code OPEN FOAM. However, is to be noted that many modules which today exists in commercial softwares were developed by PhD students. I hope they and their professors get payed for it. Volvo develops together with Swedish universities modules to be implemented in CFD codes for our specific applications. These modules are not public (only via the PhD thesis, but that is not quite the same thing).

Said Zahrai: Ja; forskning i grundläggande strömningsmekanik behövs framför allt för utbildningssyfte. Forskning inom strömningsmekanik är normalt krävande: teoretiska studier kräver hög nivå av matematiskt kunnande, simuleringar behöver ständigt nya mera effektiva

metoder och avancerade datorer och mätmetoderna måste alltid förfinas för att man ska kunna dra korrekta slutsatser. Forskning inom ett sådant ämne bidrar till att utbilda ingenjörer med större teknisk erfarenhet och kunnande. Detta skapar en konkurrenskraft som annars försvinner då alla använder i stort sett samma verktyg.

Fråga 2: Kom gärna med förslag hur utveckling/resultat inom grundläggande forskning kan överföras till tillämpade strömningsrelaterade satsningar och i förlängningen vara till gagn för den industriella utvecklingen i Sverige.

Kristin Jordal: -

Jenny Larfeldt: Utveckling av en numerisk kod där universitetet och industrin har licenser så att den utveckling som görs vid universitetet kan tillämpas av industrin i sin produktutveckling. En mer tillämpad industridoktorand skulle kunna kopplas till en teoretisk universitetsdoktorand.

Ulf Rådeklint: Numeriska metoder/koder/modeller etc från universitet som kan användas i tillämpade fall i andra mer industrirelevanta projekt där dess begränsningar kan valideras.

Simone Sebben: Basic research is of use for us only in the very long term and serve as an idea of something we could apply for a vehicle. However, nothing that cannot be shown to work well for a vehicle is of relevance for us. That is, basic research is fine and is part of the project, but it cannot stop there.

Said Zahrai: För att man ska kunna göra detta behövs fokuserade program med en långsiktighet på c:a 10 år. Finansieringsformen och engagemanget har mycket stor effekt.

Mitt förslag vore att programmets ledning skulle ha ett 100-procentigt engagemang i detta, helst med industriell bakgrund och anknytning.

Programmet kan organiseras som ett aktiebolag ägt av de ingående industriella partner med åtagande att "köpa" forskning från de akademiska partners under den initiala perioden. Bolaget skall ha målsättningen att lösa ett industriellt problem eller utveckla nya produkter. Efter periodens avslut, kan bolaget köpas av en eller flera av de industriella partners eller komma till kommersialisering på något annat sätt.

Jag anser att högskolans och finansierernas närvaro i bolagets styrelse är nödvändigt men jag skulle lämna ägandet till industrin till 100%.

Fråga 3: Har, enligt er mening, programverksamheten och projektresultaten varit relevanta för avnämarna (industri, kraftindustri och övriga)? Exempel?

Kristin Jordal: -

Jenny Larfeldt: Ja, mest skovelvibrationer för turbingruppen.

Ulf Rådeklint: Kompetensbyggande av rekryterbar personal till svensk industri, grundläggande förståelse för vissa fenomen inom gränsskiktsteori.

Simone Sebben: We have 3 PhD programs in progress at the moment. One is aeroacoustics is almost finished and is already implemented in our process at Volvo. So yes, we have a good exemple.

Said Zahrai: Verksamheten har varit mycket relevant men jag vet inte hur mycket resultat har implementerats. Min gissning är att kunskapen har kommit till nytta genom de utexaminerade studenterna enbart, vilket jag anser är lite för lite.

Fråga 4: Har ni inom era respektive företag dragit någon direkt nytta av ESM-programmet (anställt någon som examinerats inom ramen för ESM, börjat använda eller dra nytta av någon av de modeller eller metoder som utvecklats inom ESM, förbättrat era kanaler gentemot högskolan, utökat ert nätverk etc)?

Kristin Jordal:

Jenny Larfeldt: Rekrytering.

Ulf Rådeklint: Rekrytering.

Simone Sebben: I am not sure about that. But I believe most of our connexions are with Vinnova programs.

Said Zahrai: Ej ABB då kraftgenereringen såldes ut.

Fråga 5: Hur har ni upplevt Energimyndighetens hantering och organisation av programmet? Ändamålsenlig? För byråkratisk? Brist på ordning och reda? Annat? Utveckla gärna ert resonemang.

Kristin Jordal: -

Jenny Larfeldt: Otydlig och nedprioriterad.

Ulf Rådeklint: Dess strategiska plats inom de svenska forskningsprogrammen bör förtydligas.

Simone Sebben: After you left to Spain and never heard a word from the organization until now. Just remember we tried with Chalmers to get money for a project (beginning of this year) but it did not quite fit in so we are trying again with Vinnova.

Said Zahrai: Flexibelt och fokuserat till en början. Däremot ändringarna som gjordes i regeringens satsning på energiforskning hade stora inte så positiva effekter mot slutet av programmets verksamhet.

Fråga 6: Beskriv hur ett eventuellt nytt program borde förändras om ni fick ge råd till Energi-myndigheten. Omfattning? Prioriterade områden? Arbetsform (eget program eller integrering med andra satsningar, enskilda projekt eller i klusterform etc)?

Kristin Jordal: Oberoende av vilken organisationsform man väljer (jag tyckte t.ex TPE-programmet som jag var med i hade en väldigt bra form), så ska man se till att åtminstone ha någon form av årliga möten/seminarier och lägga grunden för att skapa nätverk mellan doktorander, seniora forskare och industri, det har alla nytta av som deltar, både under programmets gång och efter att programmet är avslutat. Att uppmuntra till att skriva papers gemensamt (mellan olika institutioner eller mellan institution/industri) är också bra. Det är också bra att försöka minimera administration och byråkrati kring programmet, så att man på högskolorna får koncentrera sig på att forska!

Jo, en sak till, genom nationella program bör man bygga upp en bas som ligger till grund för att vara med i EU-projekt och samarbeta med europeiska universitet och industrier. Ett väldigt bra sätt att hämta hem kunskap, men då måste man ha något att bidra med själv också...

Jenny Larfeldt: Eget program, referensgrupp från industrin, internationella representanter, fokus på "svensk" industris behov...

Ulf Rådeklint: ..men med forskningsfokus, dvs ej styrt mot tillämpningar via motfinansiering från industrin utan med problemställningar från industrin som input till hur akademien anser att man bäst skall lösa det.

Simone Sebben: With world focus on CO₂ and all the requirements on the different industries, I believe helping with ideas on this area is good.

Said Zahrai: Jag skulle välkomna ett eget program med tydligt kvotering mellan teoretiska, numeriska och experimentella studier. Vill inte uttrycka mig om det prioriterade områden mer än att flerfasområdet uppfattar jag fortfarande outvecklat. Arbetsformen har jag kommenterat ovan.



Examples of interest from an industry

SIEMENS

- From a **Gasturbine perspective**, why interest in university programmes

- Gasturbine development is highly multidisciplinary:



- Build up competence for recruitment
- Improved methods and tools
- Competence network

EU

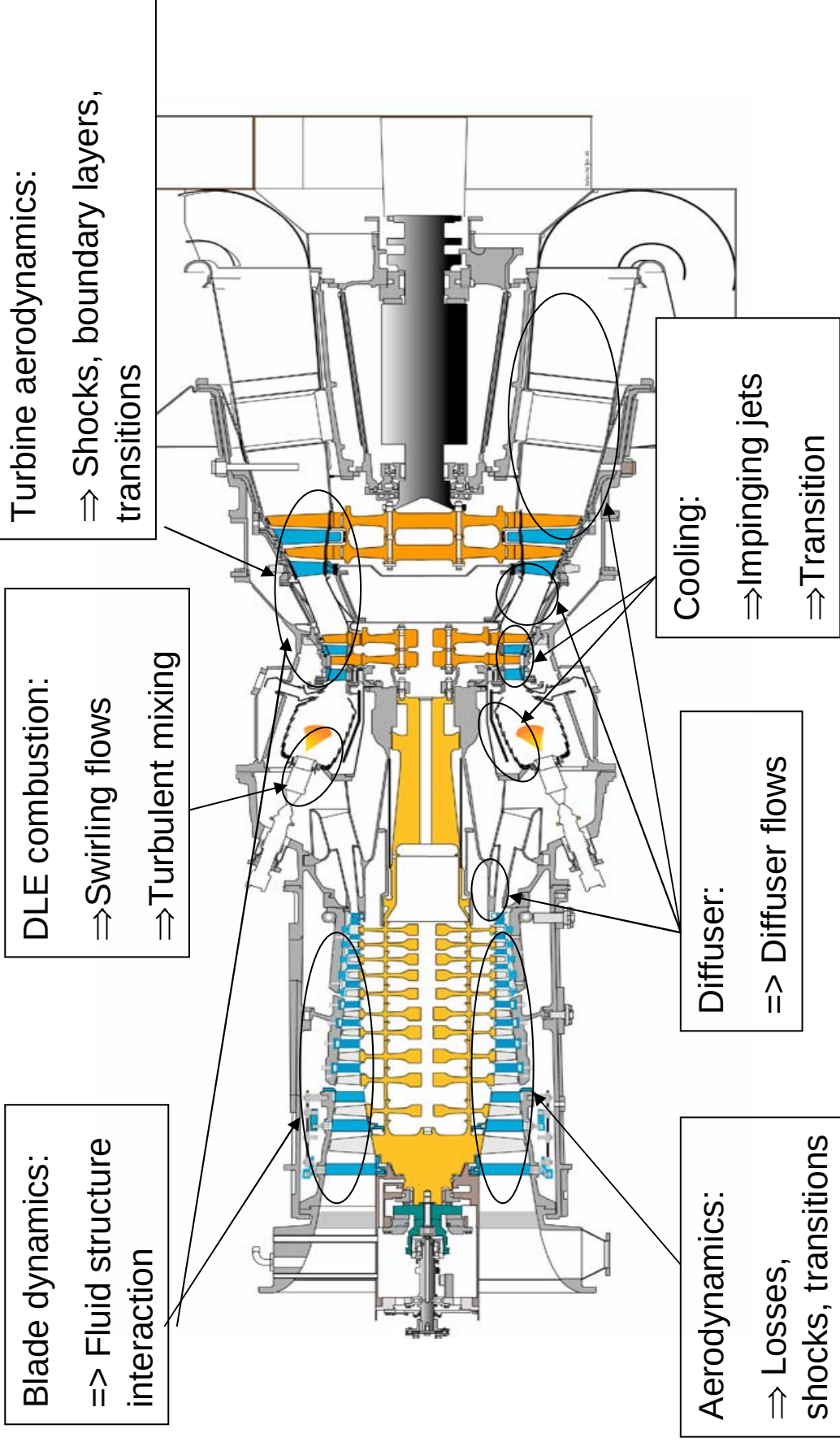
Power Generation

Piteå 2004-12-01



Example: ESM benefits for enhancing competitiveness

SIEMENS



© Siemens Power Generation 2003. All Rights Reserved

Till

Energimyndigheten
Att. Birgitta Palmberger
Box 310
631 04 ESKILSTUNA

Förslag till ramprogram inom Energimyndigheten

I samband med förarbetet till forskningsprogrammet TURBOKRAFT, som startade i januari 2007, presenterades i början av 2006 för Energimyndigheten ett förslag till struktur för energiforskningsområdet på de tekniska universiteten och högskolorna i Sverige (se bilaga). Detta innebär i korthet att Energimyndigheten dels stödjer några olika forskningsprogram, som innehåller mera grundläggande forskning och utveckling inom områden som är vitala för energiteknikområdet, t ex förbränning, material och strömning. Dessa program skall i sin tur vara stödjande för mer tillämpade program med stöd av Energimyndigheten. Detta förslag till struktur har mottagits positivt av myndigheten, vilket bl a resulterat i nya grundläggande program inom förbränning (CeCOST) och material (KME/ HTC) och de nya tillämpade programmen TURBOKRAFT (termiska turbomaskiner) och KCFP, CERC och CICERO (tillämpade förbränningsprogram).

För att göra den här bilden komplett behövs således ett grundläggande forskningsprogram inom området energirelaterad strömningsmekanik. Vid ett möte på KTH i mitten av mars i år mellan företrädare för de tekniska högskolorna Chalmers, KTH och LTH samt företagen Siemens, Volvo Aero och Vattenfall beslutades att uppvakta Energimyndigheten för att presentera vårt gemensamma förslag till ett nytt forskningsprogram 'Energirelaterad Strömningsmekanik'. Ett preliminärt förslag till innehåll och struktur för detta program, som bygger på det tidigare programmet ESM inom samma område och som avslutades 2006-12-31, bifogas detta brev.

Jag har med början under våren 2006 via email eller muntligt tagit upp frågan om en fortsättning på ESM-programmet med Energimyndigheten (Anders Lewald m fl), som dock ville avvakta tills beslut om TURBOKRAFT var klart. På uppdrag av kollegor inom nämnda universitet och företag återkommer jag därför nu med en formell skrivelse. Om möjligt önskar vi få till stånd ett möte så snart möjligt (ca mitten av augusti) för att även muntligt presentera vårt förslag. Vi har förstått att en tveksamhet tidigare inom myndigheten har varit möjligheterna att få en föreståndare till programmet inom myndigheten. Både från industrin och universiteten är vi dock beredda att ta ansvaret ett föreståndarskap, om detta skulle underlätta ett positivt beslut om ett nytt grundläggande forskningsprogram inom energirelaterad strömningsmekanik.

Med förhoppning av ett snabbt och positivt svar

Sven Gunnar Sundkvist
Siemens Industrial Turbomachinery AB
612 83 Finspong
Tel. 0122 – 81629
Mobil: 070 – 206 41 02
Email: sven-gunnar.sundkvist@siemens.com

Energirelaterad Strömningsmekanik - ett förslag till ramprogram inom Energimyndigheten

Bakgrund

Strömning av gaser eller vätskor i en eller annan form ingår i stort sett i alla tekniska energiomvandlingsprocesser. Hur denna strömning utformas har avgörande betydelse för verkningsgrad, livslängd och ekonomi i de flesta energisystem. Exempel på energiomvandlingsprocesser, där elektricitet och/ eller värme nyttiggörs, är förbränning, vindkraft, vattenkraft men också omvandling av termisk energi till mekanisk eller elektrisk energi i gas- och ångturbiner.

Flera olika forskningsprogram finns i dag, som syftar till att vidareutveckla befintliga komponenter och system för olika energiomvandlingsprocesser, helt eller delvis med stöd av bl a Energimyndigheten. Forskningsprojekt inom dessa program innefattar också strömningsfenomen som en integrerad del av de frågeställningar som behandlas. Exempel på sådana 'branschprogram' är de tre motorrelaterade kompetenscentra KCFP (vid LTH), CERC (vid Chalmers) och CICERO (vid KTH) samt Turbokraft (tillämpat program för turbomaskiner), SVC (vattenturbinteknik) och VindForsk (vindkraft). Inget av dessa program är dock specifikt för strömningsområdet. Vidare är det så att forskningsresultat inom dessa tillämpade program ofta är problemspecifika och kan inte tillämpas på andra områden utan ytterligare forskning. Dessutom är det så att tillämpningsdriven forskning fokuserar på tillämpning inom ett ganska nära tidsperspektiv. Inom VR (också med finansiering av Energimyndigheten) finns det i och för sig möjlighet att utföra grundläggande forskning med energirelevans, men VR-forskning saknar å andra sidan helt mekanismer för att resultaten skall överföras till tillämpningar.

Syftet med det nu föreslagna programmet 'Energirelaterad Strömningsmekanik' (ESM) är, att det skall utgöra en bas för de olika centra som är fokuserade på energiomvandling, där strömningsmekanik är väsentlig. Forskningen skall inrymma metoder och fenomen som inte är tillämpningsspecifika utan sådana som har en generell användning. Åtminstone bör forskning inom programmet ha betydelse för minst två av tillämpnings- och branschprogrammen. Således avser forskningsprogrammet för 'Energirelaterad Strömningsmekanik' att stödja den tillämpade forskning, som redan finansieras av Energimyndigheten och industrin.

Energimyndigheten har under åren 2000-2006 haft ett program med inriktning mot energirelaterad strömningsmekanik (ESM, Etapp 1: 2000-2002, Etapp 2: 2003-2006). Den utvärdering av programmet som gjorts av programmet, var positiv. En ny aspekt av det programmet var att de projekt som gjordes inom programmets ram, var klustrade, dvs åtminstone två olika forskningsaktörer (huvudsakligen högskoleinstitutioner) deltog i varje projekt. Detta hade till följd att, åtminstone i vissa fall, fruktbara samarbeten utvecklades mellan institutioner mellan olika svenska högskolor inom detta område.

Forskningsområden för det föreslagna forskningsprogrammet

Relevanta forskningsområden kan vara relaterade till (men inte begränsade till)

- aerodynamik
- aeromekanik
- värmeöverföring
- flerfasströmning.

Nämnda områden uppfyller följande tre krav som bör gälla för det föreslagna forskningsprogrammet:

- a. De är generiska såtillvida att de inte är apparatspecifika.
- b. Tillämpningen återfinns i minst två pågående tillämpningsforskningsprogram

- c. Innehåller ej områden som har grundläggande forskning i andra liknande program (t ex förbränning, som behandlas inom CeCOST).

Vi anser att man vid utlysning av forskningsprojekt dock inte ska garantera att alla ovan nämnda forskningsområden kommer att få finansiellt stöd. På detta sätt garanteras att de bästa och mest relevanta projekten kommer att genomföras.

Programmets målsättning

Programmets målsättning är att stödja svensk industri och olika forskningscentra, vilka arbetar med strömningstekniska tillämpningar inom olika energiomvandlingsområden. Forskningsprogrammet skall ha följande mål:

- att fungera som basresurs för mera tillämpade program inom energiområdet.
- att utveckla och förbättra experimentella och numeriska metoder inom relevanta delar av området.
- att delta i och initiera internationella samarbeten inom energiområdet.
- att vidareutveckla livskraftiga akademiska miljöer på tekniska högskolor.
- att medverka i forskarutbildningen för licentiater och doktorer inom energiområdet.

Programmets struktur

Forskningens karaktär kräver att den industriella relevansen säkerställs samtidigt som man vill att forskningen skall vara generisk och icke apparatspecifik. Därför föreslås en modell som liknar det som görs inom Energimyndighetens program för 'Energisystem i vägfordon'. I detta program består programrådet av industrirepresentanter och handläggare från energimyndigheten, och programrådet beslutar vilka projekt som skall erhålla stöd. I det föreslagna programmet ESM bör projekten följas upp av styrgrupper med mentorer från industrin, gärna personer som är engagerade i något eller några av Energimyndighetens tillämpningsprogram.

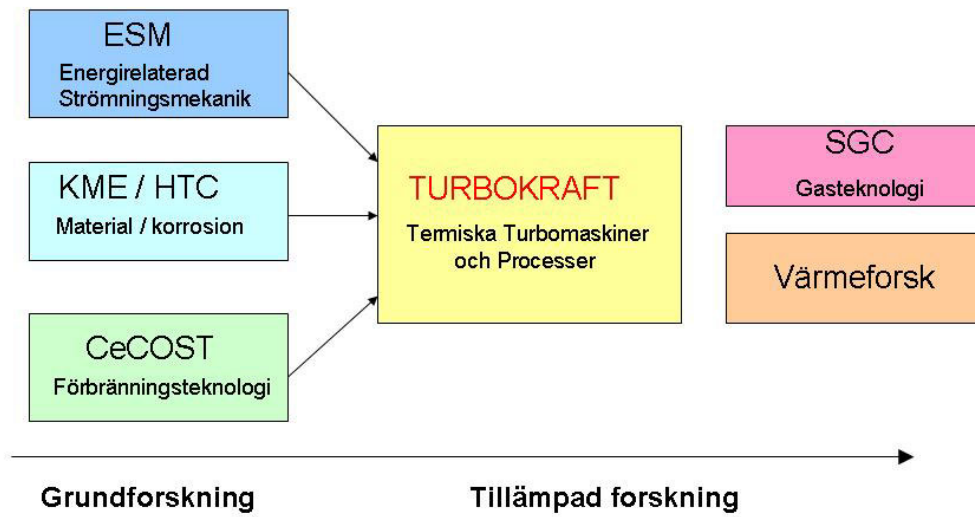
Projekten föreslås att bedrivas i 'kluster' (projektområden), som består av 2-4 delprojekt. Ett kluster skall utgöra ramen för ett homogent projekt medan delprojekten skall utföras av dem som är mest lämpliga ur kompetenshänseende och oberoende av akademisk hemvist. Man skall eftersträva att varje kluster kommer att inkludera både teoretisk/beräkningsdel och en experimentell del. Projekten skall fokusera på studier av fenomen och i mån av behov även på metod-/ teknikutveckling.

Programmet förslås att finansieras helt av Energimyndigheten. Vidare föreslås att programmet skall fortgå parallellt med (och lika långt som) de kompetenscentra som det föreslagna programmet avser att stödja.

Förslagsställare

Detta program är föreslaget av bl a Sven Gunnar Sundkvist (Siemens), Henrik Alfredsson (KTH), Laszlo Fuchs (LTH), Lars Davidson (Chalmers), Hans Abrahamsson (VAC), Jürgen Jacoby (Vattenfall)

Förslag till struktur för energiforskning på svenska universitet från 2007





SE-212 28 MALMÖ ● PHONE +46 40-680 07 60 ● FAX +46 40-680 07 69
Homepage: www.sgc.se ● e-mail: info@sgc.se
