

Programbeskrivning för programmet

**Kompetenscentrum
Högtemperaturkorrosion
(HTC)**

2014-2017

Beslutsdatum
2013-11-27

Innehåll

1	Sammanfattning	3
2	Programmets inriktning	4
2.1	Inledning	4
2.2	Vision.....	4
2.3	Syfte.....	4
2.4	Effektmål	5
2.5	Mål.....	6
2.6	Framgångskriterier.....	9
2.7	Forsknings, utvecklings- och teknikområden	10
2.7.1	Forskningsområden.....	10
2.8	Energirelevans	15
2.9	Samhälls- och näringslivsrelevans.....	15
2.10	Miljöaspekter	16
2.11	Projektgenomförare/projektdeltagare	17
2.12	Avnämare/intressenter	17
2.13	Arbetsätt	18
3	Bakgrund	21
3.1	Historik och forskningsinriktning.....	21
3.2	Utvärdering- förnyelse.....	22
4	Genomförande	25
4.1	Tidplan.....	25
4.2	Budget och kostnadsplan	25
4.2.1	Kostnader	26
4.3	Ansökningskriterier och hantering av ansökningar	27
4.4	Programråd	28
4.5	Kommunikationsplan och resultatspridning.....	28
4.6	Syntes.....	29
5	Avgränsningar	30
5.1	Forsknings-, utvecklings- och teknikområden.....	30
5.2	Andra anknytande program inom Energimyndigheten.....	30
5.3	Internationell samverkan	30
6	Ytterligare information	32

1 Sammanfattning

HTC är ett internationellt ledande centrum för forskning om högtemperaturkorrosion som har varit verksamt sedan 1995 och som även bedriver utbildning på området. Chalmers är HTC:s värduniversitet. Dessutom bidrar Kungliga Tekniska Högskolan (KTH), Swerea - KIMAB och Swerea - IVF till kompetensen inom HTC.

Högtemperaturkorrosion är ett viktigt problem vid el- och värmeproduktion, i motorer och i många industriprocesser. Den begränsar anläggningarnas livslängd och försvårar utvecklingen av mer ekonomiska och miljövänliga processer och system. HTC:s forskningsprogram, *Högtemperaturkorrosion – forskning för ett uthålligt energisystem*, finansieras genom ett trepartsavtal mellan Energimyndigheten, ett antal medlemsföretag och Chalmers och bedrivs i nära samarbete med medlemsföretagen. Forskningsprogrammet ska bidra till att lösa strategiskt viktiga materialproblem och samtidigt ge oss förutsättningar att anta de nya materialutmaningar som arbetet för ett hållbart energisystem ställer oss inför.

Programmet fokuserar på följande huvudområden:

- Förnybara bränslen - effektiviserad elproduktion och förgasning
- Korrosionshårdiga material för framtidens energisystem
- Energiomvandling

Vid sidan av trepartsavtalet bedriver HTC forskning på uppdrag av andra forskningsfinansierande organisationer i Sverige och i EU samt enskilda företag. Denna externt finansierade forskning samordnas med HTC:s forskningsprogram. Särskilt gäller detta forskning som finansieras via Värmeforsk Serviceaktiebolag och Konsortium Materialteknik för demonstration och utveckling av termiska Energiprocesser (KME).

Avnämare är energibolag, tillverkare av pannor, gasturbiner motorer och bränsleceller samt materialproducenter, entreprenörer, konsulter, forskare, m.fl.

2 Programmets inriktning

2.1 Inledning

Högtemperaturkorrosion i samband med el- och värmeproduktion och i industriella processer minskar anläggningarnas livslängd och försvårar utvecklingen av mer ekonomiska och miljövänliga system. HTC är ett internationellt ledande centrum för forskning om högtemperaturkorrosion. Forskningen bedrivs i nära samarbete med medlemsföretagen och bidrar till att lösa strategiskt viktiga materialproblem och ger förutsättningar att anta nya materialutmaningar i arbetet för ett hållbart energisystem.

2.2 Vision

HTC:s vision är att bidra till utvecklingen av ett uthålligt energisystem genom att vara en av världens främsta miljöer för forskning om högtemperaturkorrosion.

Utvecklingen av ny teknik för mer energieffektiva och miljövänliga processer leder ständigt till nya och ökande krav på material för höga temperaturer, särskilt vad gäller förmågan att motstå korrosion. HTC ska ta fram ny kunskap för ökad förståelse och för att bemästra dessa korrosionsproblem.

HTC ska bidra till utvecklingen av tekniker för utnyttjande av förnyelsebara bränslen och avfall för elproduktion och förgasning genom att ta fram ny kunskap om de processer som leder till högtemperaturkorrosion. Forskningen ska också bidra till utvecklingen av nya, mer korrosionshårdiga material för framtidens energisystem och stärka medlemsföretagens konkurrenskraft.

2.3 Syfte

HTC ska vara en nationell kunskapsplattform för industriellt- och samhällsrelevant, vetenskaplig forskning och forskarutbildning om högtemperaturkorrosion. Syftet är att genom samverkan mellan företag och forskare utveckla svensk kompetens på området och bidra till ökad konkurrenskraft.

Forskningen inom HTC syftar till att identifiera och lösa kritiska korrosionsproblem och fylla kunskapsluckor för att bidra till att uppnå olika energi- och miljöpolitiska mål. HTC bygger upp ny kunskap för att tillverkare, processdesigners och användare ska kunna bemästra korrosionsproblemen och utveckla mer energieffektiva processer inom respektive tillämpningsområde. Utgångspunkten är att förstå hur materialens förmåga att motstå

högtemperaturkorrosion beror av den korrosiva miljön och av materialets mikrostruktur och sammansättning.

2.4 Effektmål

HTC:s forskning bidrar till att utveckla energiområdet och svensk industris konkurrenskraft. Följande lista ger exempel på effektmål som HTC forskningen indirekt bidrar till att uppnå:

- Bättre förståelse för korrosionsfenomen leder till ökad elproduktion från biomassa och avfall genom höjd elverkningsgrad, ökad tillgänglighet hos kraftvärmearläggningar samt genom att mer korrosiva bränslen kan utnyttjas.
- Optimerat materialval vid förgasning av biobränslen ger färre korrosionsrelaterade stopp och bättre processekonomi. Högre materialtemperaturer kan tillämpas i värmeväxlarytor så att varmet från produktgasen nyttiggörs bättre.
- Nya material för industriell uppvärmning och värmeåtervinning i industriella processer möjliggör omfattande energibesparande.
- Mindre korrosionsproblem och ökad tillförlitlighet vid småskalig eldnings av biobränslen innebär minskat elbehov för uppvärmning och därmed lägre belastning på elnät och lägre effektbehov.
- Ökad konkurrenskraft hos svenska företag som utvecklar och bygger kraftvärmepannor och anläggningar för förgasning av biomassa och avfall liksom för svenska tillverkare av högtemperaturmaterial (för t.ex. kraftvärmepannor och industriell uppvärmning och värmeåtervinning).
- Kunskap om korrosionsförhållandena vid oxy-fuelförbränning i ångpannor och i gasturbiner möjliggör nya koncept för CO₂-neutral oxy-fuelförbränning.
- Förbättrade egenskaper och livslängdsmodellering för komponenter av Ni-bas superlegeringar för flygande gasturbiner ger bränslesnålare flygmotorer. Svenska tillverkare höjer sin konkurrensförmåga ytterligare inom området som kännetecknas av mycket höga krav på tillverkarnas tekniska nivå.
- Utvecklingen av nya, billigare och mer långtidsstabla, bipolära plattor för nya bränsleceller (SOFC) bidrar till energieffektivisering för fordon genom SOFC-APU:er samt för småskaliga SOFC- CHP anläggningar Detta gynnar svenska företag som har möjlighet att bli prioriterade leverantörer av material till denna nya teknologi. Dessutom stärks

konkurrenskraften hos svenska tillverkare av tunga lastbilar som utvecklar SOFC-APU:er.

2.5 Mål

Tekniska mål

Det övergripande målet för HTC är att bidra till att lösa industri- och samhällsrelevanta korrosionsproblem inom energiområdet. Inom följande tillämpningsområden ska HTC öka förståelsen av korrosionsfenomen

- *Elproduktion ur bibränsle och avfall*
Minskade korrosionsproblem, orsakade av t.ex. alkali, klor, svavel och tungmetaller i rökgasen, på ångöverhettare och vattenväggar. HTC bidrar till utprovning och utveckling av nya korrosionshårdiga material och skyddande beläggningar, t.ex. legeringar som bildar skyddsskikt av aluminiumoxid.
Minskad korrosion genom förändringar av förbränningsmiljön via t.ex. ändrad panndesign, ändrad drift och tillsatser till bränslet eller till rökgasen.
- *Småskalig eldning av bibränslen för uppvärmning*
Minskning av korrosionsproblem i pannor för småskalig eldning av bibränsle, särskilt träpellets genom optimerat materialval och utveckling av skyddande skikt för okylda delar av pannorna, t.ex. brännarrör och bafflar. Korrosionsproblemen begränsas också genom t.ex. förändringar i pann- och brännardesign.
- *Förgasning av bibränsle och avfall*
Bemästra korrosionsproblem (t.ex. uppkolning och klorinering av värmeväxlarytor som luftförvärmare, förångare och ångöverhettare) i förgasningsanläggningar. HTC bidrar till att lösa problemen, som sammanhänger med bränslets höga halter av alkali och klor, genom optimering av materialval, skyddande beläggningar och genom förändringar av den korrosiva miljön.
- *Oxy-fuelförbränning i gasturbiner för CCS (carbon capture and storage)*
Detta är en ny världsunik tillämpning där korrosionsproblemen är okända. Målet är att minimera förmodade problem med t.ex. uppkolning av konstruktionsmaterial och koks bildning på ytor genom optimerat materialval och skyddande beläggningar samt genom kriterier för rökgasens sammansättning.
- *Gasturbiner för flyg*

Minska problem med korrosionsgynnad spricktillväxt i Ni-bas superlegeringar genom att bidra till utveckling av nya material och tillverkningsmetoder. Bidra till att utveckla förbättrade modeller för att förutsäga komponenternas livslängd.

- *Värmeöverföring och uppvärmning i industriella processer*

Ökad livslängd för material för uppvärmning och värmeåtervinning i industriella processer. HTC bidrar till utvecklingen av nya material och beläggningar och till optimering av tillverkningen som minskar oxidations- och korrosionsproblemen vid extrema temperaturer. Till materialen hör FeCrAl- och molybdendisilicidbaserade keramer. HTC bidrar också till utvecklingen av material och beläggningar för värmväxlarytor i processmiljöer med t.ex. hög kolaktivitet, hög klorhalt och hög alkalihalt.

- *Fastoxidbränsleceller (SOFC och SOEC)*

Ökad livslängd och förbättrade prestanda för bipolära plattor. HTC bidrar till utvecklingen av nya nanoskikt som skyddar FeCr-legeringen mot korrosion och som minskar problemen med kromförångning från materialet. Utvecklingen av nanoskikt inriktas också på att lösa problem med reaktioner mellan elektrod och legering och för att minska elektronisk resistans.

Akademiska mål

- Minst 50 artiklar publicerade i internationella vetenskapliga journaler (sökbara i Web of science). Minst 400 citeringar av HTC:s vetenskapliga artiklar under 2014-2017 (i Web of Science).
- Samtliga projekt ska producera minst en referegranskad journalartikel.
- Minst 6 doktorsexamina och 6 licentiatexamina.
- Två internationella forskarkurser anordnas med sammanlagt minst 40 deltagare från universitet, institut och företag.
- HTC:s externt finansierade forskning ökar i omfattning och den finansiella basen breddas. Det kontanta stödet till HTC:s forskning vid sidan av trepartsavtalet är lika stort som motsvarande belopp inom avtalet. HTC ska medverka i EU finansierade forskningsprojekt.

HTC ska vara internationellt ledande på flera forskningsområden vilket innebär hög/ökande frekvens av vetenskapliga publikationer och citeringar och fortsatt hög grad av synlighet vid internationella vetenskapliga konferenser. Nedanstående lista ger exempel på forskningsområde och indikatorer.

Forskningsområde	Indikatorer
Inverkan av vattenånga på rostfria stål	Fortsatt internationellt ledande
Inverkan av alkalialter och SO ₂ på låglegerade och kromoxidbildande material	Ledande, ökande internationellt genomslag
Klorinducerad korrosion av högttemperaturstål	Fortsatt internationellt ledande, flera publikationer, större genomslag
In-plant studier i pannor eldade med biomassa och avfall	Fortsatt internationellt framstående, flera publikationer och citeringar
Korrosion i förgasningsmiljöer	Internationellt uppmärksammat, flera publikationer
Korrosion av gasturbiner (environmental cracking)	Fortsatt internationellt framstående Flera publikationer, ökat genomslag
Korrosion i oxy-fuelmiljöer	Publikationer, internationellt uppmärksammat
Askkorrosion vid småskalig eldning av pellets och ved	Presentation vid internationella vetenskapliga konferenser
Ferritiska kromstål för SOFC tillämpningar	Fortsatt internationellt ledande, fler publikationer och citeringar
Korrosion av FeCrAl material för mycket höga temperaturer	Fortsatt hög profil, ökat genomslag
Korrosion av FeCrAl material i rökgasmiljöer < 700 °C	Internationellt uppmärksammat, publikationer
Korrosion av FeCrAl material vid låg syreaktivitet och hög kolaktivitet < 700 °C	Internationellt uppmärksammat, publikationer
Silicider för uppvärmning	Fortsatt internationellt uppmärksammat
Aluminiumoxidbildande austenitiska material	Internationellt uppmärksammat, publikationer

2.6 Framgångskriterier

- Bidrar till utvecklingen av ett uthålligt energisystem genom att ta fram ny kunskap om högtemperaturkorrosion.
- Är ett centrum för svensk forskning om högtemperaturkorrosion och erbjuder näringsliv, myndigheter och andra avnämare en attraktiv och koncentrerad forskningsmiljö. Säkerställer en bred och uthållig forskningskompetens inom området.
- Stärker medlemsföretagens konkurrensförmåga. Är en problemlösare med hög vetenskaplig nivå och en kompetent partner i industrins utvecklingsarbete. Utför uppdragsforskning.
- Är en attraktiv partner för internationellt ledande forskargrupper. Initierar och deltar i internationella (särskilt EU-finansierade) forskningsprogram och etablerar nya samarbeten.
- Har ett forskningsprogram som är av gemensamt intresse för parterna. Har ett långsiktigt och aktivt engagemang från medlemsföretagen på alla nivåer.
- Forskningen bedrivs i samarbete mellan forskare med olika vetenskaplig inriktning och utnyttjar kompetenser inom hela HTC för att lösa industriellt relevanta problem.
- Förnyar intressentkretsen och främjar växelverkan mellan företagen (materialtillverkare, teknikleverantörer och anläggningsägare). Både större och mindre företag är medlemmar.
- Har en tydlig kompetensprofil som anpassas och förstärks beroende på avnämarnas behov och den teknikvetenskapliga utvecklingen.
- Är en integrerad del av högskolan och samverkar med högskolans grund- och forskarutbildning. Högskolans egna insatser för programmets verksamhet ökar. Utmärks av ömsesidig personrörlighet mellan högskolans och avnämarnas FoU-miljöer, FoU-personal från avnämarna är verksamma inom programmets högskolemiljö.
- Tar ansvar för utbildningen inom området (licentiander och doktorander). Personal på medlemsföretagen utbildas genom deltagande i projekt, kurser och seminarier.

2.7 Forsknings, utvecklings- och teknikområden

De flesta högtemperaturmaterial är termodynamiskt instabila i de miljöer där de används. Materialens förmåga att bilda skyddande oxidskikt som bromsar upp reaktionen med omgivningen är därför avgörande. All forskning om högtemperaturkorrosion handlar i grunden om hur sådana skyddande oxidskikt bildas, hur de tillväxer och hur de bryts ned. Forskningen går primärt ut på att identifiera och förstå korrosionsproblemet. Denna förståelse gör det möjligt att bemästra korrosionen, antingen genom att förändra den korrosiva miljön eller genom att förändra materialets egenskaper.

- Tillämpningarna för forskningen inom HTC finns inom följande teknikområden:
 - Elproduktion ur biobränsle och avfall.
 - Småskalig eldning av biobränslen för uppvärmning.
 - Förgasning av biobränsle och avfall.
 - Oxy-fuel förbränning i gasturbiner för CCS (carbon capture and storage).
 - Gasturbiner för flyg.
 - Värmeöverföring, energiåtervinning och uppvärmning i industriella processer, inkluderande stål- och metalltillverkning, kemisk och petrokemisk industri.
 - Fastoxidbränsleceller (SOFC och SOEC).

2.7.1 Forskningsområden

Här beskrivs översiktligt de forskningsområden som föreslås ingå i HTC under 2014-2017.

Forskningsområde 1: Högtemperaturkorrosion vid förbränning och förgasning av biomassa och avfall

Delområde 1a: Kritiska korrosionsfenomen vid förbränning av biomassa och avfall i kraftvärmepannor

HTC forskar om de korrosionsproblem som drabbar värmeöverförande ytor (ex ångöverhettare och vattenväggar) i kraftvärmepannor eldade med biomassa eller avfall. Korrosionen beror i hög grad på bränslets sammansättning. Minskade korrosionsproblem innebär att befintliga pannor kan eldas med alternativa bränslen som är mer korrosiva och billigare. Alternativt kan minskade korrosionsproblem tillåta en höjning av en pannas ångdata med användning av samma bränsle. I båda fall ökar anläggningarnas konkurrenskraft och därigenom den gröna el som produceras. HTC:s forskning är inriktad på grundläggande korrosionsfenomen och syftar bland annat till att förstå varför dessa pannmiljöer

är så korrosiva jämfört med till exempel koleldade pannor. Avsikten är att den nya kunskap som HTC tar fram ska bidra till att lösa problemen, t.ex. genom

1. Utveckling av nya korrosionshårdiga material och skyddande skikt för den befintliga förbränningsmiljön.
2. Förändringar av förbränningsmiljön som medför mildrad korrosivitet i pannan genom samförbränning (alternativt additiv till bränslet), förändrad panndesign och förändrad panndrift. Den minskade korrosiviteten kan utnyttjas, antingen genom att svårare bränslen kan eldas med användning av nuvarande (eller billigare) stålqualiteter eller genom att ångtemperaturen höjs.

Forskningsaktiviteter

- Högtemperaturkorrosion i kraftvärmepannor som eldas med biomassa och avfall. Forskningen inriktas mot två områden i pannan där höga korrosionshastigheter förekommer, nämligen ångöverhettare och eldstadsväggar.
 - Inverkan av avlagringar (innehållande t.ex. alkali, tungmetaller, klorid och sulfat) och rökgaser (med t.ex. SO₂, SO₃, HCl) på korrosionen av låglegerade och rostfria stål. Aluminiumoxidbildande högtemperaturstål ingår också
 - Som ovan med belagda material (s.k. coatings).

Delområde 1b: Korrosion av högtemperaturmaterial i brännare och pannor för småskalig eldning av biobränsle för uppvärmning

Småskalig förbränning av biobränsle är på stark frammarsch och prestanda, användarvänlighet och miljödata behöver utvecklas. Pellets pannor har okylda delar som består av högtemperaturhårdiga stål som drabbas av högtemperaturkorrosion. Korrosionen beror på att askan reagerar med den skyddande oxiden och kan orsaka driftstörningar och haverier. Dessutom kontamineras askan med vattenlösligt krom (kromat (VI)). Motsvarande korrosionsproblem finns även i mer storskaliga pelletseldade anläggningar (upp till 10 MW). Forskningen syftar till att lösa korrosionsproblemen genom t.ex. förändringar i brännardesign och genom lämpligt val av material.

Forskningsaktiviteter:

- Inverkan av vedaska på korrosionen av högtemperaturmaterial av kromia-bildande och av alumina-bildande typ, utveckling av korrosionsskyddande skikt.

Delområde 1c *Högtemperaturkorrosion vid förgasning av biomassa och avfall*

Förgasning av förnybara bränslen i kombination med t.ex. bränsleceller och integration i installationer för kombinerad framställning av el och värme är lovande energiomvandlingstekniker under utveckling. Den råa produktgasen kan efter konditionering och uppgradering även användas som syntesgas för produktion av t.ex. metanol, DME, metan, vätgas eller grön diesel. Ur energisynpunkt är det viktigt att återvinna värmeinnehållet i den råa produktgasen vilket sker i luftförvärmare, förångare och ångöverhettare. Korrosionsproblem drabbar dessa värmeväxlarytor, den keramiska infodringen i förgasningsreaktorn och reaktorer för efterbehandling av den råa produktgasen. Erfarenheterna från kolförgasning visar att projekt för förgasning av biomassa och avfall kommer att drabbas av korrosionsproblem som begränsar anläggningarnas prestanda och tillförlitlighet och som blir avgörande för teknikernas kommersiella framgång.

Forskningsaktiviteter

- Högtemperaturkorrosion i anläggningar för förgasning av biomassa och avfall (produktgaskylare och olika typer av okylda ytor).
 - Oxidation och uppkolning av kromia- och aluminabildande legeringar i miljöer med låga syreaktiviteter och höga kolaktiviteter under inverkan av reaktiva gaser (HCl, H₂S) och alkalihaltiga avlagringar.

Forskningsområde 2: Högtemperaturkorrosion av gasturbiner

Nickelbaserade superlegeringar används i gasturbinernas hetaste delar på grund av deras utomordentliga mekaniska egenskaper vid hög temperatur. I många fall begränsas komponenternas livslängd av högtemperaturkorrosion/oxidation. Projektets övergripande mål är att öka förståelsen för åldring av heta komponenter i gasturbiner.

Delområde 2a: Högtemperaturoxidation av superlegeringar för gasturbiner i oxy-fuel miljöer

Det finns nu konkreta planer på så kallad oxy-fuelförbränning i gasturbiner där ren syrgas används istället för luft. Oxy-fuel rökgasen består i huvudsak av CO₂ och H₂O och kan användas för att framställa ren koldioxid som t.ex. kan injiceras i geologiska formationer så att den försvinner ur det atmosfäriska kretsloppet. Under oxy-fuelförbränning måste syrgasen spädas ut med recirkulerad rökgas för att hålla ner förbränningstemperaturen vilket resulterar i förhöjda halter av SO₂, HCl med flera reaktiva komponenter i rökgasen. Korrosionsförhållandena i oxy-fuel rökgaser är i huvudsak okända. Preliminära studier antyder dock att oxy-fuel liknande miljöer kan ge problem med koks bildning och med karburisering av

metallen vid temperaturer < 800 °C. Projektet bygger på tidigare HTC-forskning om korrosion i stationära gasturbiner med konventionell förbränning och går ut på att kartlägga korrosionsförhållandena och ta fram riktlinjer för rökgasens sammansättning och för materiaval för att minimera korrosionsproblem. Den nya kunskapen kan också påverka utformningen av oxy-fuel processen.

Forskningsaktiviteter:

- Högtemperaturoxidation av superlegeringar för gasturbiner i oxy-fuelmiljö, särskilt inverkan av höga halter CO_2 , SO_2 och H_2O

Delområde 2b: Oxidationsbefrämjad spricktillväxt i gasturbinmaterial

I vissa fall, särskilt vad gäller gasturbiner i flygplan, begränsas komponenternas livslängd av sprickbildning i materialet som orsakas av en kombination av oxidation och termomekanisk last. Tidigare HTC-forskning har utvecklat avancerade analysmetoder med sub-nanometer upplösning för att undersöka korrosionsförhållandena i själva sprickspetsen. Under dragspänning vid hög temperatur kan lokal oxidation i sprickspetsen öka spricktillväxten i ett material med flera tiopotenser. En fördjupad förståelse av detta fenomen är avgörande för att kunna bemästra dess effekter på livslängd och prestanda hos heta lastbärande delar i gasturbiner. Projektet syftar till att förstå de mikrostrukturella faktorer som är kritiska för korrosionsprocessen för att underlätta utvecklingen av nya material och tillverkningsmetoder som ger ökad motståndskraft mot denna typ av nedbrytning. Den nya kunskapen kommer även att användas i internationella samarbeten som syftar till att utveckla förbättrade modeller för att förutsäga komponenternas livslängd.

Forskningsaktiviteter:

- Oxidationsgynnad spricktillväxt i gasturbinmaterial

Forskningsområde 3: Nya teknologier för energiomvandling och energieffektivisering

Högtemperaturmaterial i processindustrin

Material för uppvärmning i industriella processer är ett område där svensk industri står utomordentligt stark och som har en stor global potential för energieffektivisering. Värmebehandling vid hög temperatur är en integrerad del av många industriella processer. Genom att använda värmeelement som tål högre temperaturer kan uppvärmningen ske snabbare vilket leder till energieffektivisering. Materialen är både metalliska (t.ex. FeCrAl legeringar) och keramiska (MoSi_2 -baserade kompositer). Materialens utomordentliga förmåga att

motstå korrosion vid hög temperatur beror på de skyddande oxider som utbildas. FeCrAl-materialen bildar en skyddande aluminiumoxidfilm som har mycket låg tillväxthastighet, god vidhäftning till metallen och låg reaktivitet. De MoSi₂-baserade materialen bildar istället en skyddande oxid som består av silikaglas. Aluminiumoxid- och kromoxid- bildande legeringar används allmänt för värmeöverföring och värmeåtervinning i industriella processer, t.ex i petrokemisk industri, stål- och metallframställning och i kemisk industri. Forskningsområdet Högtemperaturmaterial i processindustrin gränsar till forskningsområdet förbränning och förgasning av biomassa och avfall. Till exempel har FeCrAl material en stor potential för användning i korrosiva miljöer med låg syreaktivitet och höga kolaktiviteter, såsom i anläggningar för förgasning av biobränsle och avfall.

Delområde 3a: Oxidation och korrosion av FeCrAl-legeringar för uppvärmning, konstruktion och värmeåtervinning i processindustrin

Forskningsaktiviteter:

- Högtemperaturkorrosion av pulvermetallurgiskt tillverkade FeCrAlY-material > 800 °C
 - Miljöer med lågt syretryck
 - Miljöer med höga kolaktiviteter
 - Inverkan av vattenånga, HCl

Delområde 3b: Oxidation och korrosion av MoSi₂-baserade material för uppvärmning och som konstruktionsmaterial

Forskningsaktiviteter:

- Oxidationsegenskaper hos aluminiumlegerade MoSi₂ material vid mycket hög temperatur
- Inverkan av vattenånga och lågt syretryck på korrosionen
- Inverkan av resistansuppvärmning på korrosionen av aluminiumlegerat MoSi₂ material

Forskningsområde 4: Korrosion och oxidation av FeCr legeringar för fastoxid-bränsleceller (SOFC) och fastoxid-elektrolysceller (SOEC)

Bränsleceller baserade på oxidiska elektrolyter (Solid Oxide Fuel Cells, SOFC) är nära ett kommersiellt genombrott. I en SOFC-bränslecell förbinds bränsle- och luftelektroden via en fast elektrolyt som består av kubisk ZrO₂(YSZ)). Vid luftelektroden reduceras syrgas till oxidjoner som transporteras genom elektrolyten till bränslelektroden där de reagerar med CO eller H₂ under bildning av koldioxid eller vattenånga. Elektronen strömmar från bränslelektroden till

luftelektroden via en yttre krets. För att få ut tillräckligt hög spänning måste man seriekoppla ett antal bränsleceller i en så kallad stack. För att kontaktera cellerna och separera den ena cellens gasmiljö från granncellens används en bipolär platta som måste vara en god elektronledare, ogenomtränglig för gaser och klara termisk cykling utan att lossna från den fasta elektrolyten. Högtemperaturkorrosion av bipolära plattor och av andra metalliska komponenter (till exempel gastätningar) är ett avgörande problem som måste lösas för att göra SOFC - tekniken gångbar. Fastän flera stål har utvecklats för bipolära plattor har det visat sig nödvändigt att använda beläggningar för att uppnå högt korrosionsmotstånd, låg kromförångning, låg elektrisk resistans och stabilitet i kontakt med andra cell komponenter. Medan HTC:s tidigare forskning varit inriktad mot katodsidan kommer i fortsättningen även korrosion i anodmiljön att undersökas. Målet är att lösa materialproblemen för att göra SOFC - tekniken mer gångbar.

Forskningsaktiviteter:

- Tunnsfilmsbeläggningar av övergångsmetaller på ferritiska rostfria stål - inverkan på korrosionshärdighet och kromförångning

2.8 Energirelevans

Konstruktionsmaterialens prestanda och beständighet är ofta den dimensionerande faktorn vid termiska energiprocesser. Kraven på ökad energieffektivitet driver en trend mot allt högre temperaturer vilket medför ständigt nya utmaningar vad gäller materialens förmåga att motstå högtemperaturkorrosion. Utvecklingen av nya miljövänliga tekniker för el- och värmeproduktion begränsas av komponenternas förmåga att motstå korrosion vid hög temperatur. Förbränning av förnybara bränslen och avfall orsakar högtemperaturkorrosion i högre grad än vid användning av fossila bränslen och korrosionsproblemen ökar på grund av användningen av allt billigare och mer korrosiva bränslen.

2.9 Samhälls- och näringslivsrelevans

Ökad användning av förnybara bränslen och energieffektiva processer är viktiga delar för att Sverige ska klara åtaganden enligt EU:s 2020-mål. EU:s mål innebär också möjligheter att utveckla svenskt näringsliv genom ökade exportmöjligheter för svenska tekniklösningar och kompetenser.

Sverige har stora resurser av biobränslen och en lång tradition av att utnyttja biomassa för energiändamål i industriell skala. Svenska företag har därför goda

möjligheter att utnyttja omställningen av energisystemen för att skapa ökad tillväxt och stärkt konkurrenskraft. HTC bidrar med ökad kunskap om korrosionsprocesser i termiska processer som avses nyttiggöras av näringslivet.

HTC är en integrerad del av universitetet och har skapat en koncentrerad forskningsmiljö där forskare från olika vetenskapsfält möter FoU personal från medlemsföretagen. Medlemsföretagen är långsiktigt och aktivt involverade på alla nivåer inom HTC. Den nya kunskap om grundläggande korrosionsfenomen som forskas fram inom HTC är en viktig utgångspunkt i företagets eget FoU arbete. Företagen nyttiggör forskningen på en rad olika sätt, till exempel genom utveckling av vetenskapligt baserade strategier för att bedöma och hantera risken för korrosion i pannor, genom optimering av anläggningar och processer avseende materialval och komponentdesign, genom utveckling av nya material, genom utveckling av tillämpningen av befintliga material m.m.

2.10 Miljöaspekter

Forskningsprogrammet har hög miljörelevans, både på kort och på lång sikt. Det är till stor del inriktat på att förstå orsakerna bakom de korrosionsproblem som för närvarande begränsar utvinningen av el genom förbränning av klimatneutrala bränslen, t.ex. i kraftvärmepannor. En central uppgift är att förstå sambanden mellan förbränningskemi och korrosionsmekanismer för att göra det möjligt att bemästra korrosionsproblemen, antingen genom att ändra den korrosiva miljön (t.ex. genom sameldning av olika bränslen eller förbättrad pannkonstruktion) eller genom att materialen optimeras. Därmed bidrar programmet till att minska utsläppen av koldioxid per producerad MWh el i befintliga system och till att öka produktionen av el kopplat till produktionen av fjärrvärme. Indirekt kan denna forskning också bidra till att t.ex minska frigörelsen av krom till askor i mindre vedpannor för uppvärmning och till att minska dioxinbildning vid avfallseldning.

Programmet bidrar också till att lösa korrosionsproblem i samband med utvecklingen av nya processer och tekniker för framtidens energisystem. Dessa inkluderar förgasning av biomassa, gasturbiner för förgasad biomassa och utvecklingen av en ny generation fastoxidbränsleceller. Därmed bidrar programmet verksamt till omställningen till ett hållbart energisystem. För att bidra till utvecklingen av de nya teknologier som krävs för att utveckla ett hållbart energisystem bedriver HTC även energirelevant forskning av generisk natur.

Begränsad klimatpåverkan

HTC arbetar på många områden för att effektivisera processer för el- och värmeproduktion från förnybara bränslen, vilket leder till minskade utsläpp av

koldioxid per producerad MWh. Ökad elproduktion från förnybara bränslen kan minska användningen av fossila bränslen.

Bara naturlig försurning

Effektivare processer för el- och värmeproduktion från förnybara bränslen höjer konkurrenskraften hos dessa tekniker vilket bidrar till att ge ett minskat utsläpp av svaveldioxid och kväveoxider.

Frisk luft

Effektiva processer med god rökgasrening kan bidra till att minska förhöjda halter av luftföroreningar som kan ge negativa effekter på hälsa och miljö.

2.11 Projektgenomförare/projektdeltagare

HTC:s värduniversitet är Chalmers. I verksamheten ingår forskargrupper från Chalmers, KTH och forskningsinstituterna Swerea KIMAB och Swerea IVF med följande respektive huvudsakliga forskningsinriktningar:

- Oorganisk miljö kemi, Chalmers (korrosionskemi, korrosionsförsök i laboratoriet och i kommersiella anläggningar, oxidens mikrostruktur och egenskaper samt modellering)
- Materialens mikrostruktur, Chalmers (mikrostrukturell karakterisering av metaller och oxider, en omfattande instrumentpark)
- Materialteknologi, Chalmers (ytanalys och termodynamisk/kinetisk modellering)
- Korrosionslära på KTH (korrosion vid låga syreaktiviteter)
- Swerea-KIMAB (korrosion i rökgaser och vid låga syreaktiviteter)
- Swerea-IVF (korrosion i aska)

Dessutom utförs en stor del av forskningen inom HTC av de deltagande industrierna.

2.12 Avnämare/intressenter

Följande företag deltar i HTC tillsammans med universitet och institut:

Sandvik Materials Technology
 Sandvik Heating Technology
 GKN Aerospace
 Siemens Industrial Turbomachinery AB

Metso Power Oy
 Babcock & Wilcox Völund A/S
 Foster Wheeler Oy
 Elforsk AB (representerande Fortum, E.ON, Vattenfall, Göteborg Energi,
 Mälarenergi)
 E.ON gas Sverige AB
 Entech Energiteknik AB
 Janfire AB
 NIBE Industrier AB
 Castolin Scandinavia AB
 Topsoe Fuel Cell
 Andritz Oy
 Cortus AB
 Sakab AB

2.13 **Arbetsätt**

HTC är ett kompetenscentrum på Chalmers. Chalmers rektor utser programråd och föreståndare efter samråd med Energimyndigheten. Rektor för Chalmers fattar beslut om medel till projekten efter rekommendation från programrådet. Programrådet träffas minst 4 gånger per år och består av representanter från deltagande företag och från högskola och institut. Programrådets ordförande kommer från industrin och de deltagande företagen är i majoritet. Energimyndigheten har en representant i Programrådet.

Arbetet inom HTC leds av föreståndaren som rapporterar till programrådet. Vid sin sida har föreståndaren en vice föreståndare. Föreståndaren är sammankallande i ledningsgruppen som består av de seniora HTC-forskarna på universitet och institut. Ledningsgruppen har som främsta uppgift att bevaka den akademiska forskningens intressen inom HTC och bidrar även vid initieringen av nya forskningsinriktningar. Kopplat till HTC finns en internationell vetenskaplig rådgivande kommitté bestående av två ledande forskare inom HTC:s område. Kommittén möts minst en gång per år.

HTC:s forskningsprogram bedrivs i form av projekt som leds av en projektledare från högskola eller institut. Programrådet bedömer projektens relevans i förhållande till HTC:s övergripande mål, projektets vetenskapliga kvalitet, hur väl det är integrerat i HTC:s verksamhet, och om projektet ryms inom HTC:s budgetramar. På basis av denna bedömning rekommenderar programrådet hur forskningsverksamheten ska delas in i projekt. Projektledare och styrgrupp tillsätts av programrådet. I styrgruppen ingår projektledaren, föreståndaren, medverkande

seniora forskare samt de företag som medverkar i projektet. Projektgruppen ansvarar tillsammans med projektledaren för projektets inriktning.

Varje projekt inom HTC:s forskningsprogram ska bedrivas i enlighet med HTC:s övergripande målsättning. Forskningen syftar till att hjälpa tillverkare, processdesigners och användare att bemästra korrosionsproblemen inom respektive tillämpningsområde. HTC ska identifiera kritiska korrosionsproblem som måste lösas och kunskapsluckor som måste fyllas för att uppnå specificerade energirelevanta mål. Projektets vetenskapliga frågeställningar liksom den vetenskapliga metodiken definieras av forskarna i samverkan med de deltagande företagen.

Varje projekt ska bedriva generisk (allmänt tillämpbar) forskning samtidigt som det måste vara tydligt kopplat till företagens problemställningar. Samarbetet mellan högskola och företag inom ramen för projekten bygger på en ständig dialog om forskningens inriktning. Balansen mellan företagsrelevans och vetenskapligt intresse varierar från projekt till projekt, beroende på frågeställningen och på företagets syn. Forskarna på universitetet har ansvaret för att driva de vetenskapliga frågeställningarna och för att motivera varför dessa frågeställningar är viktiga för företagen. HTC har ansvaret att sätta in korrosionsproblematiken i ett större sammanhang, innefattande t.ex. processaspekter och kopplingar till andra högttemperaturegenskaper. Verksamheten inom HTC-projekten samordnas med närliggande forskning på högskola och institut.

Forskningsprogrammet bedrivs till stor del i form av doktorandprojekt vilket ställer höga krav på vetenskaplig kvalitet och långsiktighet. Dessutom deltar nyligen disputerade och seniora forskare i verksamheten. Mastersstudenter bidrar i ökande utsträckning till forskningen.

Vid sidan av detta forskningsprogram bedriver HTC dessutom forskning på uppdrag av till exempel svenska forskningsstödjande organisationer, enskilda företag och EU. Denna ”extern” finansierade forskning samordnas med forskningen som HTC bedriver inom ramen för detta forskningsprogram. Detta gäller i synnerhet forskning finansierad av KME och Värmeforsk. En viktig uppgift för HTC är att initiera, organisera och medverka i EU-finansierade projekt inom området högttemperaturkorrosion.

HTC anordnar kurser och seminarier om högttemperaturkorrosion för doktorander och för personal från medlemsföretagen och verkar för att Chalmers anordnar undervisning i högttemperaturkorrosion för civilingenjörer. HTC utbildar

doktorander och licentiander. HTC sprider forskningsresultaten till industrin, t.ex. genom seminarier på medlemsföretagen.

HTC:s hemsida används externt för information om kompetenscentrum och dess verksamhet. Den internetbaserade plattformen Meltwater används för den interna kommunikationen i HTC, inom programråd, ledningsgrupp och de olika forskningsprojekten.

3 Bakgrund

3.1 Historik och forskningsinriktning

Syftet med kompetenscentrum är att utveckla högskolan i dess roll som forskningsresurs för näringslivet genom att skapa attraktiva och internationellt konkurrenskraftiga forskningsmiljöer där företagen deltar aktivt i forskningen och där verksamheten bidrar till utbildning som motsvarar näringslivets behov. Ett kompetenscentrum som finansieras av Energimyndigheten ska ha en verksamhet som är tydligt inriktad på att främja ett hållbart energisystem.

Kompetenscentrum Högtemperaturkorrosion bildades 1995 av Chalmers, NUTEK och tolv medlemsföretag. Från 1997 är Energimyndigheten HTC:s statliga huvudsponsor. HTC utgör tillsammans med KME och Värmeforsks Material- och kemiteknikgrupp den av Energimyndigheten finansierade materialforskningen för termiska energiomvandlingsprocesser.

HTC bedriver industrirelevant forskning om högtemperaturkorrosion med inriktning på förståelse av grundläggande fenomen och samband. Chalmers är värd för HTC. HTC har sedan starten byggt upp en internationellt framstående forskningsgrupp som är i forskningsfronten på en rad områden (se avsnitt 2.3).

Sedan 2010 har cirka 50 artiklar publicerats i internationella vetenskapliga tidskrifter (sökbara i Web of Science). HTC:s forskare får ofta inbjudningar att hålla föredrag vid internationella vetenskapliga konferenser. Sedan 2006 har 10 doktorsavhandlingar försvarats (33 doktorer sedan HTC startade).

För att förstå det komplexa samspel mellan miljö och material som leder till att ett visst material korroderar eller inte i en given miljö måste försök utföras på laboratoriet i förenklade och välkontrollerade miljöer. Dessutom måste det exponerade provet undersökas med en uppsättning av avancerade metoder, särskilt med avseende på oxidens och substratets mikrostruktur. Sådana grundläggande studier leder till kunskap om orsakerna bakom korrosionsangreppet. För att säkerställa att denna generiska förståelse också kan tillämpas på ett verkligt korrosionsfall måste de grundläggande laboratorieundersökningarna alltid jämföras med korrosion under verklighetsnära förhållanden, t.ex. genom korrosionsexponeringar i provriggar eller i kommersiella anläggningar. Tillgång till verklighetsnära korrosionsfall underlättas i hög grad av det nära samarbete som byggts upp inom HTC mellan forskningsprogram, forskare på universitet och institut och olika medlemsföretag. En stor del av de anläggningsnära korrosionsstudierna bekostas utanför detta forskningsprogram genom anslag från bland annat KME och Värmeforsk.

En stor del av forskningen inom HTC är således av grundläggande, generisk natur. Nyttan av generisk forskning är inte lika lätt att beskriva som för tillämpningsnära forskning eftersom den inte genast kan omsättas i nya produkter och eftersom den inte är omedelbart användbar för att lösa akuta korrosionsproblem. Ändå är generisk kunskap, just för att den är allmänt tillämpbar, utomordentligt värdefull i företagens interna FoU arbete kring de nya problem som företagen ständigt ställs inför, i sin produktutveckling och i sina kontakter med kunder. HTC måste både bedriva generisk och tillämpningsnära forskning eftersom denna korrosionsforskningens två sidor beror av varandra för att bli framgångsrika.

3.2 Utvärdering- förnyelse

HTC utvärderades våren 2013 av Faugert & Co Utvärdering AB på uppdrag av Energimyndigheten. Dokumentstudier, finansieringsanalys, intervjuer och enkäter genomfördes. Dessutom anlätades externa expertgranskare för att bedöma den vetenskapliga kvaliteten.

Det övergripande betyget för verksamheten inom HTC var enligt alla utvärderade kriterier mycket gott. Förtjänster som kom fram i utvärderingen kan sammanfattas enligt följande:

- högkvalitativ generisk forskning som är relevant för företagen,
- forskningen är tillämpbar på konkreta korrosionsproblem,
- verksamheten är mycket väl etablerad, ändamålsenligt inriktad och strategin och projektportföljen har rätt inriktning,
- utmärkt, internationellt erkänt forskningscentrum som producerar enastående resultat på flera områden.

Mot bakgrund av denna positiva helhetsbedömning pekar utvärderingen även på några områden med förbättringspotential:

- bredda verksamheten till att omfatta nya forskningsfrågor,
- samverkan med företagen kan ökas ytterligare, kanske genom att inkludera fler,
- det finns utrymme att förbättra den interna dialogen,
- öka visibiliteten och beskriva nyttiggörandeprocessen.

HTC:s forskning och arbetssätt har hela tiden utvecklats och denna process kommer nu att intensifieras. En ytterligare ökning av antalet företag (för närvarande 22) eller forskningsområden är dock inte önskvärd. För att uppnå en kritisk massa i forskningen är inriktningen istället att koncentrera resurserna något. För att förbättra den interna dialogen och fördjupa samarbetet med företagen kommer vi bland annat att fortsätta utveckla vår nätbaserade plattform för intern kommunikation. Plattformen uppfyller mycket höga krav på säkerhet vilket innebär att den kan användas för diskussion av projektresultat och information inom projekten på ett sätt som säkerställer företagens krav på sekretess och på att deras IPR intressen tillvaratas. Svårigheten att visa på konkreta effekter av den relativt generiskt inriktade forskning som bedrivs inom HTC berörs i 3.1. Ändå är det oftast den mest generiska forskningen som lyfts fram av företagen när de bedömer nyttan av HTC. HTC kommer att genomföra workshops tillsammans med medlemsföretagen för att ytterligare belysa, förklara och exemplifiera på vilket sätt forskningen är relevant för det svenska energisystemet och hur den nyttiggörs av företagen och bidrar till deras konkurrenskraft.

Strategiskt val av ny forskningsmetodik: HTC:s forskning kommer att i ökad utsträckning använda sig av termodynamisk och kinetisk modellering av oxidationsförloppet vilket ger kvantitativ information om processerna. Detta är både ett vetenskapligt hett område och hjälper oss bedöma komponenters livslängd i en given miljö vilket är av stort intresse. Vidare kommer vi att börja använda oss av First-principles metodiker (tätthetsfunktionalteori = DFT) för att undersöka korrosionsförlopp på atomär nivå. DFT är sedan länge ett kraftfullt verktyg inom t.ex katalysforskning men har hittills inte gjort avtryck inom högtemperaturkorrosionsforskningen. HTC bedömer att tiden nu är mogen för ett genombrott på detta område, vilket möjliggörs av att vi har tillgång till expertis i världsklass. DFT kopplar till den snabba utvecklingen av metoder för undersökning av materialens mikrostruktur med ända till atomär upplösning (se avsnitt 2.5). Avsikten är att ytterligare höja både forskningens vetenskapliga kvalitet och dess tillämpbarhet.

Nya tillämpningsområden: Oxy-fuelförbränning i gasturbiner för CCS (carbon capture and storage) och SOEC (Solid Oxide Electrolysis Cell). Tillämpningsområdena dieselmotorer och gasturbiner med konventionell förbränning bortfaller.

Nya material: FeNiCrAl:er, belagda stål.

Nya medlemsföretag: (tillämpningar av HTC forskningen inom parentes):

Topsoe Fuel Cell (bränsleceller)

Babcock & Wilcox Völund A/S (pannor för förbränning av biomassa och avfall)

Foster Wheeler Oy (pannor för förbränning av biomassa och avfall)

Andritz Oy (pannor för förbränning av biomassa och avfall, förgasning av biomassa)

Cortus AB (förgasning av biomassa)

Företag som lämnar HTC: Volvo AB, Outokumpu Stainless, Träenergiteknik, Värmebaronen, Renova

4 Genomförande

4.1 Tidplan

Kompetenscentrum Högtemperaturkorrosion i nuvarande form slutar 2013-12-31 och för att få en sömlös övergång börjar nästa fas 2014-01-01. Denna fas av det nya HTC sträcker sig över 4 år, 2014-2017.

4.2 Budget och kostnadsplan

Budgeten för HTC är 98 388 000 SEK under fyra år, 2014-2017. Den fördelar sig på insats från industrin (35 %), högskolor och institut (32,5 %) och Energimyndigheten (32,5 %). Naturafinansiering beräknas i enlighet med Energimyndighetens riktlinjer för beräkning av motfinansiering genom naturabidrag.

Tabellen nedan visar en sammanställning av finansieringen under perioden 2014 –2017.

<i>Företag</i>	<i>Årlig finansiering 2014-2017 (kr/år)</i>	<i>Varav kontanta medel (kr/år)</i>	<i>Varav natura-finansiering (kr/år)</i>
Sandvik Materials Technology	2 225 000	625 000	1 600 000
Sandvik Heating Technology	1 200 000	300 000	900 000
Topsoe Fuel Cell	800 000	400 000	400 000
GKN Aerospace	510 000	153 000	357 000
Siemens Industrial Turbomachinery AB	500 000	167 000	333 000
Metso Power AB	555 000	300 000	255 000
Foster Wheeler**	489 000	250 000	239 000
Babcock & Wilcox Völund A/S	500 000	250 000	250 000
Andritz Oy	350 000	200 000	150 000
Elforsk AB	750 000	345 000	405 000
E.ON gas Sverige AB	160 000	80 000	80 000
Entech Energiteknik AB	35 000	10 000	25 000
Janfire AB	60 000	10 000	50 000

NIBE Industrier AB	35 000	10 000	25 000
Castolin Scandinavia AB	75 000	25 000	50 000
Cortus	275 000	75 000	200 000
SAKAB	75 000	25 000	50 000
Summa industri	8 594 000	3 225 000	5 369 000
Energimyndigheten	8 000 000	8 000 000	0
Chalmers och övriga	8 000 000	1 000 000	7 000 000
Summa	24 597 000	12 225 000	12 372 000

** medelvärde, finansieringen varierar över tid

Företagsfinansieringen bedöms preliminärt fördela sig på följande sätt mellan olika tillämpningsområden (Mkr/år):

Högtemperaturkorrosion vid Förbränning och förgasning av biomassa och avfall	5 014 000
Högtemperaturkorrosion av gasturbiner	1 010 000
Nya teknologier för energiomvandling och energieffektivisering	970 000
Korrosion och oxidation av FeCr legeringar för fastoxid-bränsleceller (SOFC) och fastoxid-elektrolysceller (SOEC)	1 600 000
Summa	8 594 000

4.2.1 Kostnader

HTC Kostnader per typ av verksamhet (kr/år)

HTC:s verksamhet bedrivs i huvudsak inom forskningsprojekten men innefattar även föreståndarens aktiviteter (ledning) innefattande att leda forskningen, anordna kurser, symposier, organisera ledningsgrupp, internationell referensgrupp mm. Kostnaderna för HTC:s verksamhet upparbetas på universitet och institut respektive på företagen som framgår av nedanstående tabell. Siffrorna är uppskattningar eftersom HTC:s budget beslutas av Chalmers rektor. Kostnaderna för HTC:s verksamhet på företagen motsvaras av företagens naturafinansiering av HTC.

	Totalt	Universitet och institut	Medlemsföretag
Forskningsprogram	22 697 000	17 228 000	5 469 000
Ledning	1 900 000	1 900 000	0
Summa	24 597 000	19 128 000	5 469 000

HTC kostnader fördelade per tillämpningsområden (Mkr/år)

Nedanstående tabell anger fördelningen av HTC:s kostnader fördelat på HTC-forskningens fyra huvudsakliga tillämpningsområden. Indelningen är ungefärlig, bland annat eftersom grundläggande forskning kan tillämpas inom flera problemområden. De angivna siffrorna är prognoser eftersom HTC:s budget bereds av programrådet och beslutas av Chalmers rektor.

Högtemperaturkorrosion vid Förbränning och förgasning av biomassa och avfall	14,3
Högtemperaturkorrosion av gasturbiner	2,9
Nya teknologier för energiomvandling och energieffektivisering	2,8
Korrosion och oxidation av FeCr legeringar för fastoxid-bränsleceller (SOFC) och fastoxid-elektrolysceller (SOEC)	4,6
Summa	24,6

4.3 Ansökningskriterier och hantering av ansökningar

Det är föreståndarens uppgift att, tillsammans med de i HTC ingående forskningsledarna och efter samråd med avnämare, initiera och arbeta fram beskrivning av de områden där HTC ska fokusera forskningen. Inom dessa områden formuleras därefter projekt av föreståndaren efter diskussioner med berörda företag och forskare. Föreståndaren arbetar fram projektdefinition, bemanningsplan, kostnadsplan etc. tillsammans med en identifierad lämplig projektledare.

Projektförslagen föreläggs därefter programrådet för bedömning. Programrådet har att bedöma projektens relevans i förhållande till HTC:s övergripande mål, dess vetenskapliga kvalitet, hur väl projektet är integrerat i HTC:s verksamhet, och om projektet ryms inom HTC:s budgetramar. Beslut om projektfinansiering fattas av Chalmers rektor.

4.4 Programråd

HTC:s programråd utses av Chalmers rektor efter samråd med Energimyndigheten. Programrådet träffas minst 4 gånger per år och består av representanter från deltagande företag, högskola och institut. Energimyndigheten har en representant i programrådet. Bland programrådets ledamöter finns minst en representant för små och medelstora medlemsföretag (SME). En ledamot i programrådet kan inte samtidigt vara projektledare för ett HTC-projekt.

Föreståndaren leder arbetet inom HTC och rapporterar till programrådet. Föreståndaren är sammankallande i ledningsgruppen som består av de seniora HTC-forskarna. Ledningsgruppen har som främsta uppgift att bevaka den akademiska forskningens intressen inom kompetenscentrum. Ledningsgruppen bidrar också vid initieringen av nya forskningsinriktningar inom HTC. Det är föreståndarens uppgift att, tillsammans med de seniora forskarna och efter samråd med avnämare, initiera och arbeta fram beskrivningar av de områden där HTC ska fokusera forskningen. Föreståndaren arbetar fram projektdefinition, bemanningsplan, kostnadsplan etcetera, tillsammans med en lämplig projektledare.

HTC har en internationell vetenskaplig rådgivande kommitté bestående av minst två ledande forskare inom området. Kommittén möts minst en gång per år.

Verksamheten inom HTC samordnas med närliggande forskning som finansieras av KME och Värmeforsk. HTC kommer att ha ett nära samarbete med KME för att underlätta samordning, kommunikering och kommersialisering av den materialforskning som stöds av Energimyndigheten. Strategierna för att öka användningen av hållbara energisystem är gemensamma för HTC, KME och Värmeforsks Material- och kemiteknikgrupp. Organisationerna har kompletterande ansvarsområden och tidshorisonter.

4.5 Kommunikationsplan och resultatspridning

Syftet med rapportering och resultatspridning är att se till att forskningsresultat från HTC sprids vidare till industrin där de kannyttiggöras. Nedan följer några av de aktiviteter ska underlätta denna spridning.

- HTC:s hemsida (www.htc.chalmers.se) används både utåttriktat, för information, och internt inom centrum. Hemsidan har en öppen del som presenterar hela HTC och de olika forskningsprojekten samt årsrapporter, publikationslistor m.m. Hemsidan har också en intern del som innehåller

t.ex. programrådsprotokoll, protokoll från projektmöten, vetenskapliga artiklar och projektrapporter

- HTC:s webbaserade plattform MELTWATER kommer att användas för att utveckla den interna dialogen och ytterligare fördjupa samarbetet med företagen. Eftersom plattformen uppfyller mycket höga krav på säkerhet kan den användas för diskussion av projektresultat och information inom projekten med uppfyllande av huvudavtalets krav på sekretess.
- Minst en gång per år besöks företagen av HTC:s seniorer/doktorander och erbjuds ett flertal specialiserade presentationer samt diskussionstid om pågående projekt och resultat.
- En årlig gemensam konferens för HTC och KME anordnas med rapportering av årets resultat till industrideltagarna i föredragsform. Vartannat år ordnas ett materialforskningsseminarium gemensamt av HTC, KME och Värmeforsk.
- En årlig lägesrapport samt en slutrapport sammanställs till Energimyndigheten. Programmets verksamhet och resultat ska redovisas i en sammanfattande syntes över de områden som täcks av programmet. Störst vikt läggs vid resultat från programmet, och tolkningar av dessa. Resultat från annan relevant forskning ska också beaktas.

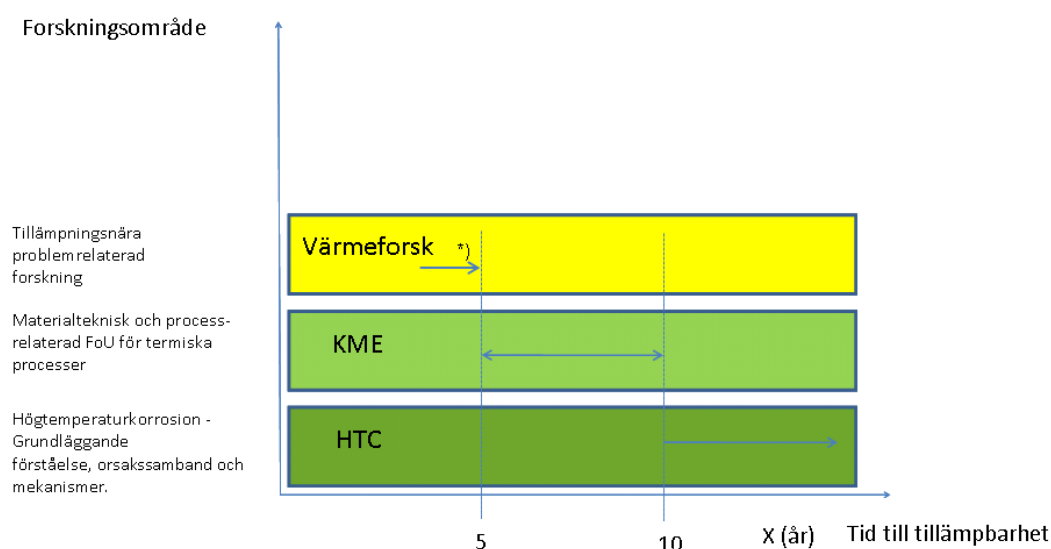
4.6 Syntes

Syntes för HTC utförs i samband med slutrapporten. I syntesen ingår även utvärderingar gjorda i de program som föregått nuvarande program. Syntesen ska även inkludera en överblick över internationell forskning som är relevant för forskningsprogrammet. Det är projektutförarnas skyldighet att ta fram de underlag som begärs.

5 Avgränsningar

5.1 Forsknings-, utvecklings- och teknikområden

HTC:s forskningsprogram samordnas med forskning som finansieras av KME och Värmeforsk både när det gäller forskningsområde och tidshorisont (se figur nedan). HTC bedriver endast forskning som fokuserar på högtemperaturkorrosion. Annan, icke korrosionsrelaterad materialforskning om t.ex. bearbetbarhet, smidbarhet, gjutning, strukturstabilitet, kryphållfasthet och svetsning bedrivs följaktligen inte av HTC.



5.2 Andra anknytande program inom Energimyndigheten

HTC samverkar nära med KME och Värmeforsk. Tillsammans utgör dessa tre program den av Energimyndigheten delvis finansierade materialforskningen för termiska processer.

5.3 Internationell samverkan

HTC:s forskning är i hög grad internationellt inriktad genom att den publiceras i internationella vetenskapliga tidskrifter, presenteras på de ledande internationella konferenserna och genom att samarbeten etablerats med ledande grupper i världen. Dessa samarbeten är till stor del kopplade till gemensamma projekt. HTC

kommer att fortsätta att intensifiera sitt framgångsrika internationaliseringsarbete genom att befästa befintliga internationella samarbeten och etablera nya samarbeten. Framförallt prioriteras deltagande i EU-projekt.

6 Ytterligare information

För ytterligare information, kontakta:

Föreståndare

Professor Lars-Gunnar Johansson
Institutionen för Kemi och Bioteknik, Chalmers
Telefon: 031-772 28 72
E-post: lg@chalmers.se
Webplats: www.htc.chalmers.se

Handläggare

Sofia Andersson
Energimyndigheten
Telefon: 016-544 24 45
E-post: sofia.andersson@energimyndigheten.se
Webplats: www.energimyndigheten.se