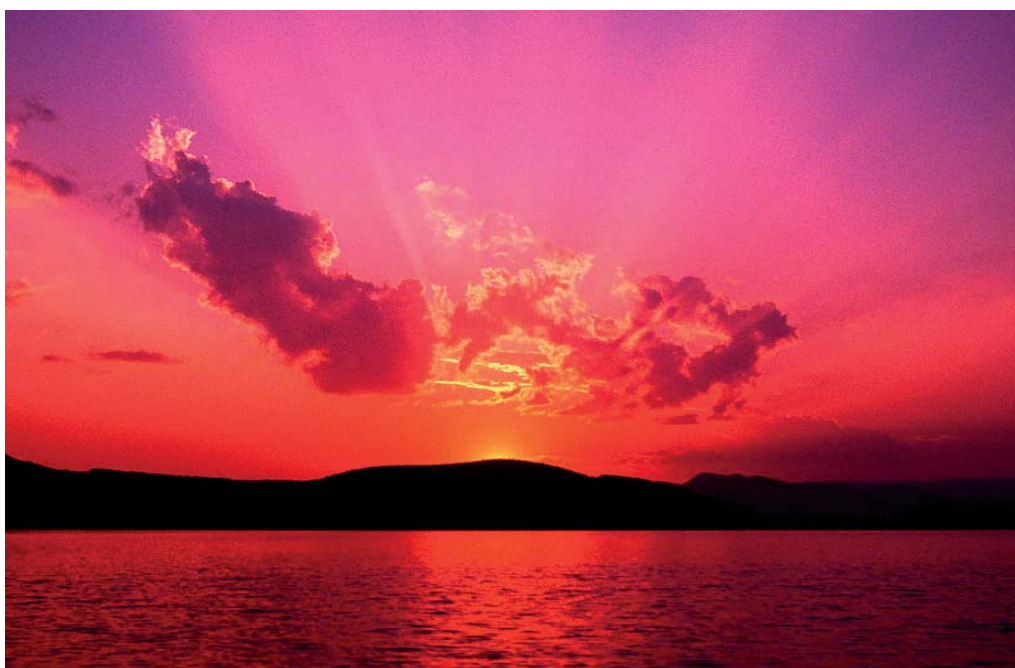


CHALMERS

Chalmers EnergiCentrum – CEC



Chalmers Energiverksamhet 2008

Simon Harvey
Bertil Pettersson
Anna Tjäder

Report – CEC 2008:4

Chalmers EnergiCentrum – CEC

CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Göteborg, November 2008



CHALMERS

Chalmers EnergiCentrum CEC

Chalmers Energiverksamhet

2008

Simon Harvey

Institutionen Energi och miljö

Bertil Pettersson

Chalmers EnergiCentrum

Anna Tjäder

ATPower Svenska AB

Report - CEC 2008:4

Chalmers EnergiCentrum – CEC

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, November 2008

Chalmers Energiverksamhet 2008

Simon Harvey
Bertil Pettersson
Anna Tjäder

Report – CEC 2008:4

Chalmers Energy Centre (CEC)
Chalmers University of Technology
Chalmers Teknikpark
SE-412 88 Göteborg
Telephone: +46 (0)31-772 10 00
<http://www.cec.chalmers.se>
contact: info@cec.chalmers.se

ISSN 1653-3569

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	3
SAMMANFATTNING	5
SUMMARY	7
BAKGRUND.....	9
MÅL.....	9
GENOMFÖRANDE	11
RESULTAT	15
ENERGIRELATERAD FORSKNING PÅ CHALMERS - INSTITUTIONER OCH AVDELNINGAR	17
Verksamheternas energirelevans	17
INSTITUTIONERNAS ENERGIRELATERADE FORSKNING	21
Arkitektur.....	21
Bygg- och miljöteknik	21
Data och informationsteknik.....	22
Energi och Miljö	22
Fundamental Fysik.....	23
Kemi- och bioteknik	24
Matematiska vetenskaper.....	25
Material- och tillverkningsteknik.....	25
Mikroteknologi och nanovetenskap.....	26
Produkt- och produktionsutveckling.....	26
Radio- och rymdvetenskap	27
Signaler och system	28
Sjöfart och marin teknik	28
Teknikens ekonomi och organisation	29
Teknisk Fysik.....	29
Tillämpad mekanik	30
Tillämpad IT	31
GMV, AGS OCH CEC VIKTIGA KLUSTER FÖR FORSKNING OCH UTVECKLING INOM ENERGI & MILJÖ	33
Göteborgs miljövetenskapliga centrum, GMV	34
Alliance for Global Sustainability, AGS	35
Chalmers EnergiCentrum, CEC.....	36
KOMPETENSCENTRA FÖR FORSKNING OCH CHALMERS INSTITUT FÖR FORSKNINGSNÄRA UTVECKLING (CIT)	39
The Competence Centre CERC	40
Kompetenscentrum i högttemperaturkorrosion, HTC	41
Kompetenscentrum i katalys, KCK	42

Svenskt hybridfordonscentrum, SHC	43
Stiftelsen Chalmers Industriteknik – CIT	44
EXEMPEL PÅ ANDRA CENTRA VID CHALMERS SOM HAR DELVIS KOPPLING	
TILL ENERGI	45
Produktrelaterad miljöanalys, CPM.....	45
CHARMEC, kompetenscentrum i järnvägsmekanik.....	46
Center for Process Engineering, CPE	47
EDUCATION WITHIN THE ENERGY AREA: MASTER'S PROGRAMMES AND	
COURSES.....	49
Summary	49
MSc programmes of relevance for the Energy area	50
Electric Power Engineering (MPEPO).....	50
Sustainable Energy Systems (MPSES)	51
Innovative and Sustainable Chemical Engineering (MPISC)	52
Industrial Ecology - for Sustainable Society (MPECO).....	53
Applied Mechanics (MPAME).....	53
Applied Physics (MPAPP)	54
Structural Engineering and Building Performance Design (MPSTR)	54
Design for Sustainable Development (MPDSD).....	55
New MSc programme in Nuclear Engineering.....	56
Energy Academy at Chalmers	58
Future Visions.....	59
SYNPUNKTER PÅ CHALMERS ENERGIVERKSAMHET	61
Styrkor och möjligheter - Avslutande diskussion.....	63
BILAGA 1.....	65
Pathways to Sustainable European Energy Systems	65
BILAGA 2.....	67
CEC:S nuvarande verksamhetsområden	67
A. Förnybara energikällor som sol, vind och vatten samt lagring.....	67
B. Användning och försörjning av energi i bygg- och fastighetssektorn.....	67
C. Framtida produktion, överföring, distribution och användning av el i Nordeuropa.....	67
D. Styrmedel och klimatpolitik	68
E. Helhetssyn på användning av biobränslen i industrin och samhället.....	68
F. Tekniker, system och konsekvenser för samhället av CO ₂ -separation och -lagring.....	69
G. Transportsystem och infrastruktur.....	69
BILAGA 3.....	71
Fördelning av medel till energiforskning.....	71

FÖRORD

Denna rapport *Chalmers Energiverksamhet 2008* redovisar resultat av genomförd inventering av Chalmers energirelaterade verksamhet 2008. Inventeringen har genomförts på uppdrag av Chalmers ledning och CEC:s styrelse.

Målsättningen med inventeringsarbetet var att dels kartlägga omfattningen av den energirelaterade verksamheten på Chalmers och dels informera om CEC:s roll och uppgifter för ledande personer vid Chalmers institutioner och olika centra. Syftet var även att få information om de olika forskargruppernas syn på CEC samt deras intresse att medverka i CEC.

Resultaten visar på att Chalmers har en omfattande verksamhet inom energiområdet när det gäller såväl forskning som utbildning. Verksamheten kännetecknas av djup och bredd med internationella spjutspetsar inom flera områden där detaljkunskaper på teknisk nivå kompletteras med systemkunskaper på hög nivå och där grundläggande och tillämpad forskning ofta sker i samverkan. Rapporten visar på Chalmers styrkor inom området men även på vissa svagheter. Det finns bl.a. ett uttalat behov bland forskargrupperna att öka synliggörande av verksamheterna såväl internt som externt och att marknadsföring av Chalmers samlade energiverksamhet intensifieras. CEC bör representera all energiverksamhet vid Chalmers och skulle kunna spela en viktig roll för utveckling av verksamheten i framtiden.

Utbildningsavsnittet är skrivet på engelska medan de övriga avsnitten är i huvudsak skrivna på svenska.

Arbetet har genomförts av Anna Tjäder, doktorand vid Elteknik, i samarbete med Simon Harvey, professor vid Värmeteknik och maskinlära, och Bertil Pettersson, chef för CEC, som svarat för projektledningen. En första etapp av inventeringsuppdraget redovisades 080401 i rapporten "Energirelaterad forskning på Chalmers 2008".

Det är vår förhoppning att föreliggande rapport skall kunna tjäna som ett värdefullt underlag i arbetet med att vidareutveckla Chalmers energirelaterade verksamhet och CEC:s uppgifter i framtiden.

Göteborg i november 2008

Bertil Pettersson
Chalmers EnergiCentrum

SAMMANFATTNING

Inventeringen av energiverksamheten på Chalmers visar på Chalmers styrka på området men även på vissa svagheter. Det finns ett uttalat behov av ökat synliggörande och marknadsföring av Chalmers samlade energiverksamhet och här kan CEC spela en viktig roll i framtiden.

Resultaten kan sammanfattas enligt följande:

- Chalmers energirelaterade verksamhet omfattar ca en tredjedel av Chalmers totala verksamhet fördelad på:
 - 17 institutioner med tyngdpunkt på 5-6 institutioner. Kopplingar till energi finns med varierande styrka på samtliga institutioner.
 - Fyra kompetenscentra CERC, HTC, KCK och SHC
 - Åtta mastersprogram: Electrical Power Engineering, Industrial Ecology - for a sustainable society, Sustainable Energy Systems, Innovative and Sustainable Chemical Engineering, Applied Mechanics, Applied Physics, Design for Sustainable Development samt Structural Engineering and Building Performance Design. (Se fig.3). Ett nytt mastersprogram Nuclear Engineering planeras till läsåret 2009-2010.
- Verksamheten kännetecknas av djup och bredd med internationella spjutspetsar inom flera områden där detaljkunskaper på teknisk nivå kompletteras med systemkunnande på hög nivå och där grundläggande och tillämpad forskning ofta sker i samverkan.
- Chalmers har en omfattande samverkan med andra forskargrupper utanför Chalmers nationellt och internationellt samt med näringslivet.
- Chalmers ligger i topp som mottagare av forskningsmedel från Energimyndigheten.
- Varumärket Chalmers är starkt och kännetecknas av kvalitet, kompetens, öppenhet och samverkan.
- Chalmers kraftfulla tidiga satsningar på miljöområdet - bildande av GMV tillsammans med GU och "Miljöinitiativet" - har bidragit till att Chalmers intagit en internationellt ledande position inom miljöområdet och medverkan i nationella och internationella strategiska allianser, exempelvis Alliance for Global Sustainability.
- Bildandet av CEC och utveckling av större projekt t.ex. Pathway-projektet, kompetenscentra och masterprogram på energiområdet har bidragit till att Chalmers energiverksamhet har uppmärksammats nationellt och internationellt.

Intryck och möjligheter

- Intrycket från inventeringsarbetet är samtidigt att Chalmers samlade styrkor inte utnyttjas till fullo p.g.a. att samverkan mellan olika forskargrupper inte sker i önskad omfattning.
- Kunskapen om vad andra forskargrupper gör inom Chalmers är inte sällan bristfällig – främst hos dem som inte är aktiva inom större gemensamma Chalmerssatsningar som CEC, GMV och AGS.
- Chalmers verksamhet på området upplevs av många som fragmenterad såväl inom som utom Chalmers. Det kan vara svårt att få grepp om helheten och vem som gör vad.
- Ökad synlighet av Chalmers samlade styrkor och kompetens på energiområdet bedöms som viktig och skapar nya möjligheter för såväl forskningen som utbildningen i framtiden.
- CEC:s verksamhet har fått olika genomslag inom Chalmers beroende på den roll och det uppdrag som CEC haft sedan starten. Generellt finns en positiv syn hos deltagande forskargrupper och på den bredare roll som CEC skulle kunna spela inte minst när det gäller synliggörande av verksamheterna (forskning och utbildning) och

kommunikation med omvärlden. Det påpekas att det är en svaghet att CEC inte representerar all energirelaterad verksamhet vid Chalmers.

- Den grundläggande uppfattningen inom Chalmers är att det behövs en funktion som CEC representerar och att alla som har energirelaterad verksamhet (forskning och utbildning) bör finnas med i ett CEC, som representerar hela Chalmers energiprofil och inte bara valda delar.
- När det gäller formen för medlemskap i och finansiering av CEC finns olika uppfattningar. Här utkristalliseras två nivåer på deltagandet dels de som önskar få hjälp med information, marknadsföring och bli synliggjorda (internt och externt) och dels de som även önskar få aktivt stöd med koordinering och mäklari för att få till stånd komplexa ämnesövergripande projekt ofta av systemkaraktär. Insatser för information och marknadsföring är av ett för hela Chalmers gemensamt intresse och bör finansieras av Chalmers centralt. Det mer specifika stödet för koordinering och mäklarfunktionen som sker i arbetet inom CEC:s plattformar bör intresserade forskargrupper själva finansiera.
- Resultat från inventeringen utgör en viktig grund för vidareutveckling CEC:s roller och uppgifter inom Chalmers. En fortsatt dialog bör föras med intresserade forskargrupper för att utveckla former och finansiering för medverkan i CEC.

SUMMARY

An analysis of energy activities at Chalmers University of Technology (Chalmers) reveals the university's strength in this area, as well as a number of weaknesses. There is an explicit need to increase the visibility and marketing of all the different energy activities at Chalmers and this is where the CEC can play an important role in the future.

The results of the analysis can be summarised as follows.

- Chalmers' energy-related programmes account for about one third of Chalmers' total activities divided between:
 - Seventeen departments with the emphasis on five to six departments. The strength of the links to energy varies at each of these departments
 - Four centres of excellence, the CERC, HTC, KCK and SHC
 - Eight master's programmes: Electrical Power Engineering, Industrial Ecology – for a sustainable society, Sustainable Energy Systems, Innovative and Sustainable Chemical Engineering, Applied Mechanics, Applied Physics, Design for Sustainable Development and Structural Engineering and Building Performance Design (see Fig. 3). A new master's programme, Nuclear Engineering, is being planned for the 2009-2010 academic year.
- These programmes are characterised by an in-depth, broad-based approach, with international cutting-edge skills in a number of areas in which a detailed knowledge at technical level is supplemented by system know-how at a high level and where fundamental, applied research often takes place in interaction.
- Chalmers collaborates on a large scale with other research groups outside Chalmers, both nationally and internationally, and with trade and industry.
- Chalmers is one of the leading recipients of research funding from the Swedish Energy Agency.
- The Chalmers brand is powerful and is characterised by quality, expertise, openness and collaboration.
- Chalmers' powerful early investments in the environment – the creation of the GMV with Gothenburg University (GU) and the "Environmental Initiative" – have helped Chalmers to establish a leading position when it comes to the environment and have furthered its involvement in national and international strategic alliances, such as the Alliance for Global Sustainability.
- The creation of the CEC and the development of large projects, such as the Pathway project, centres of excellence and master's programmes in the field of energy have helped to draw attention to Chalmers' energy activities both nationally and internationally.

Impressions and opportunities

- At the same time, the impression acquired from this analysis is that Chalmers' combined strengths are not being utilised to the full, as the scope of collaboration between different research groups is not as extensive as expected.
- It often happens that there is a lack of knowledge about what other research groups are doing – primarily among the people who are not actively involved in the large, joint Chalmers programmes, such as the CEC, GMV and AGS.
- Many people perceive Chalmers' activities in this area as being fragmented, both within and outside Chalmers. It can be difficult to understand the big picture and who does what.

- It is important to increase the visibility of Chalmers' combined strengths and expertise in the field of energy and to create new opportunities for both research and education in the future.
- The CEC's programmes have had a varying impact at Chalmers, as a result of the role and the mission the CEC has had since the start. Participating research groups generally take a positive view; this applies to the more extensive role the CEC could play, first and foremost when it comes to making activities (research and education) more visible and communicating with the outside world. It has been pointed out that the fact that the CEC does not represent all energy-related activities at Chalmers is a weakness.
- The fundamental perception at Chalmers is that it is necessary to have a function the CEC represents and that everyone running energy-related activities (research and education) should be included in the CEC, which represents the whole of Chalmers' energy profile and not simply selected parts.
- When it comes to the form of membership and the financing of the CEC, there are different views. Two levels of participation have emerged: the people who want help with information, marketing and being made visible (research and education) and the people who also want active support with co-ordination and brokering to secure complex interdisciplinary projects, often of a system character. Activities focusing on information and marketing are interesting for the whole of Chalmers and they should be financed by Chalmers centrally. The more specific support for co-ordination and the brokerage function, which takes place in the work on the CEC's platforms, should be financed by interested research groups.
- The results of this analysis constitute an important base for the further development of the CEC's roles and mission at Chalmers. The dialogue with interested research groups should continue in order to develop forms and financing for participation in the CEC.

BAKGRUND

Chalmers har en omfattande verksamhet på energiområdet med strategiska samarbeten såväl internt mellan olika forskargrupper som med andra universitet nationellt som internationellt. Fokus för Chalmers' verksamhet för forskning och utbildning är utveckling för ett hållbart samhälle. Chalmers' miljöinitiativ för snart tio år sedan har bidragit till att Chalmers ligger i den internationella frontlinjen på området. För drygt fyra år sedan beslöts att göra en liknande kraftsamling på energiområdet. Chalmers EnergiCentrum (CEC) startade sin verksamhet 2004 med syftet att tydliggöra Chalmers energirelaterade verksamhet och vidareutveckla det ämnesövergripande samarbetet för utveckling av energisystem för ett hållbart samhälle. Visionen är att Chalmers och Sverige ska ligga i den internationella frontlinjen när det gäller forskning, utbildning och innovationskraft inom området.

CEC:s verksamhet utvärderades under 2006 med fokus på relevans och nytta. Omdömet blev i huvudsak positivt. Rekommendationer för framtiden lämnades och har i stor utsträckning beaktats i CEC:s nuvarande verksamhet. Chalmers beslut om CEC:s fortsatta verksamhet fattades 2006 och har resulterat i en ny överenskommelse (070101) mellan Rektor, berörda forskargrupper och CEC. I överenskommelsen regleras grunden för CEC:s verksamhet fr.o.m. 2007 vad gäller verksamhetsidé, styrning, ledning och ekonomi samt åtaganden och ansvarsfördelning mellan berörda parter för verksamheten.

CEC är nu på god väg att vidareutveckla verksamheten enligt den nya överenskommelsen och realisera utvärderingens förslag/rekommendationer. Sedan starten har ytterligare 3-4 forskargrupper anslutit sig till CEC och idag är nio avdelningar/forskargrupper från fyra institutioner medlemmar i CEC nämligen: Byggd miljö och hållbar utveckling (Arkitektur), Byggnadsteknologi (Bygg- och miljöteknik), Elteknik, Energiteknik, Fysisk resursteori, Installationsteknik, Miljösystemanalys, Värmeteknik och maskinlära (samtliga Energi och miljö) samt Oorganisk miljö kemi (Kemi och bioteknik).

Sedan hösten 2007 har samtal förts mellan Chalmers ledning, CEC:s styrelse och ledningsgrupp om CEC:s framtida roll och uppgift med hänsyn till förändringar som skett och initiativ som tagits vid Chalmers. Det finns ett ökat behov att synliggöra Chalmers samlade styrkor på energiområdet. CEC täcker idag inte all energirelaterad verksamhet vid Chalmers. Mot den bakgrunden har CEC:s programdirektör fått uppdraget inventera den energirelaterade verksamheten vid Chalmers för att få överblick och underlag för hur verksamheten på området kan synliggöras och utvecklas i önskad riktning samt vilken roll CEC ska ha i framtiden.

MÅL

Målsättningen med inventeringsarbetet är att dels kartlägga den energirelaterade verksamheten på Chalmers och dels informera om CEC:s verksamhet inom Chalmers institutioner och olika centra.

Vidare är målet att klarlägga de olika forskargruppernas syn på CEC:s uppgifter och roller samt gruppernas intresse att medverka i CEC.

För att kunna tydliggöra Chalmers samlade energiverksamhet internt och externt är det nödvändigt att CEC:s roll tydliggörs så att berörda på Chalmers liksom omvärlden vet vad CEC:s uppgifter är.

GENOMFÖRANDE

Inventeringsarbetet har utförts genom att dels studera den information som ges på institutionernas och forskargruppernas hemsidor, dels intervjua berörda prefekter (och några forskargrupper) och föreståndare för aktuella kompetenscentra. Även ansvariga för de energirelaterade mastersprogrammen har intervjuats. De har kommenterat den egna verksamheten från energisynpunkt och även givit sin syn på CEC:s uppgifter och roller. Frågan om medlemskap i CEC enligt nuvarande system alternativt avgiftsfritt medlemskap har diskuterats. Även olika nivåer på medlemskap har kommenterats.

Forskargrupperna har redogjort för sina energirelaterade verksamheter, viktiga samarbeten nationellt och internationellt och hur verksamheterna finansieras. Frågor om synliggörande av verksamheterna och nyttiggörande av forskningsresultat har även diskuterats liksom synpunkter på Chalmers energirelaterade verksamhet i allmänhet.

Vissa av forskargrupperna deltar aktivt i andra konstellationer som kompetenscentrum i Högtemperaturkorrosion, HTC, kompetenscentrum i Katalys, KCK, kompetenscentra Förbränningsmotorteknik, CERC och Svenskt Hybridfordoncentrum, SHC

Det finns också andra strategiska sammanslutningar/kluster med nationellt och internationellt samarbete som är relevant för energiverksamheten vid Chalmers, nämligen Göteborgs Miljövetenskapliga Centrum (GMV), Alliance for Global Sustainability (AGS) med flaggskeppet Pathways to Sustainable European Energy Systems.

En första etapp av inventeringsuppdraget redovisades 080401 i rapporten "Energirelaterad forskning på Chalmers 2008".

Intervjuade personer på Chalmers

Följande personer har intervjuats:

Data och informationsteknik

Catarina Coquand, prefekt

Fundamental Fysik

Björn Jonsson, prefekt

Kemi och bioteknik:

Krister Holmberg, prefekt

Oliver Lindqvist, professor

Hans Theliander, professor

Karin Andersson, docent

Matematiska vetenskaper:

Bo Johansson, prefekt

Mikroteknologi och nanovetenskap

Dag Winkler, prefekt

Radio och rymdvetenskap:

Gunnar Elgered, prefekt
Jan Weiland, professor
Mietek Lisak, professor
Dan Andersson, Professor
Pär Strand, forskarassistent

Produkt och produktionsutveckling:

Rikard Söderberg, prefekt
Marianne Karlsson, professor
Christina Haglund, administrativ chef

Signaler och System:

Arne Svensson, prefekt

Teknikens ekonomi och organisation:

Jan Bröchner, professor
Sofia Börjesson, docent

Sjöfart och marin teknik:

Olle Rutgersson, prefekt
Björn Södahl, forskningskoordinator
Lars Larsson, avdelningschef strömning
Sven Lyngfelt, avdelningschef miljö

Teknisk Fysik:

Per Jacobsson, prefekt
Patrik Johansson, forskare
Bengt Kasemo, professor
Imre Pázt, professor
Christophe Demazière, docent
Anders Nordlund, docent

Tillämpad Mekanik

Per Lövsund, prefekt

Energi och Miljö

Lennart Vamling (Inplanerad)

Kompetenscentrum i högttemperaturkorrosion, HTC

Lars-Gunnar Johansson, Föreståndare

Kompetenscentrum i katalys, KCK

Magnus Skoglund, Föreståndare

Kompetenscentra Förbränningsmotorteknik, CERC

Sivert Hiljebrant, Föreståndare

Svenskt Hybridfordoncentrum, SHC

Lennart Josefsson, Föreståndare (Inplanerad)

AGS, Alliance för Sustainable Development

Greg Morrison, Föreståndare för AGS

CIT Chalmers Industriteknik:

Anders Karlström, VD

Lars Jacobsson, Utvecklingschef

Stig Franzén, Professor HMI

CEC:s Ledningsgrupp (har gett sin syn på inventeringsarbetet vid gruppens möten).

Erik Ahlgren, Docent Energiteknik

Göran Berndes, Docent Fysisk resursteori

Thore Berntsson, Professor Värmeteknik och maskinlära

Ola Carlson, Docent Elteknik

Michael Edén, Professor Arkitektur

Per Fahlén, Professor Installationsteknik

Oliver Lindqvist, Professor Oorganisk miljö kemi

Anders Lyngfelt, Docent Energiteknik

Anker Nielsen, Professor Byggnadsfysik

Björn Sandén, Docent Miljösystemanalys

Itai Panas, Oorganisk Miljö kemi

Filip Johnsson, Professor Energiteknik

RESULTAT

Chalmers organisation består sedan 2005 av 16 institutioner (ca 100 avdelningar) med olika profiler för forskning och utbildning med det gemensamma målet att utveckla kompetens, kunskap och teknik för utveckling av ett hållbart samhälle. Den energirelaterade verksamheten är omfattande inom vissa institutioner och centra. I ett längre perspektiv har verksamheterna vid de flesta av Chalmers avdelningar stor betydelse för utveckling av energisystem för ett hållbart samhälle.

I följande avsnitt presenteras institutionerna med underavdelningar. Kopplingen till energiområdet beskrivs kortfattat. De viktigaste finansiärerna för den energirelaterade forskningen redovisas också. Uppgifterna kommer från dels EKO-databasen och dels intervjuade prefekter och föreståndare.

Som stöd för verksamheterna på miljö- och energiområdet vid Chalmers finns följande centra som koordinerar forskningen med inriktning på miljö, energi och hållbar utveckling:

- Chalmers EnergiCentrum, CEC
- Göteborgs Miljövetenskapliga Centrum, GMV
- The Alliance for Global Sustainability, AGS

Till viss del sker sådan verksamhet även inom andra kompetenscentra som:

- Centrum för Produktrelaterad Miljöanalys
- CPM, Centrum för Katalys, m fl.

Energirelaterad forskning inom kärnteknik bedrivs vid Chalmers Kärntekniska Centrum, CKTC, som är lokal nod till SKC, Sveriges Kärntekniska Centrum, samt inom fusionsenergi vid institutionen Radio Rymdvetenskap, avdelningenTransportteori.

Följande avsnitt beskriver verksamheterna vid Chalmers med fokus på den energirelaterade verksamheten.

ENERGIRELATERAD FORSKNING PÅ CHALMERS - INSTITUTIONER OCH AVDELNINGAR

Verksamheternas energirelevans

Följande avsnitt beskriver kortfattad Chalmers 17 institutioner med sina avdelningar. En grov bedömning görs av verksamheternas energirelevans där bokstäverna **E** och **e** i anslutning till respektive avdelning står för hög relevans respektive relevans utifrån ett kort eller medellångt perspektiv. I ett längre perspektiv har verksamheterna vid de flesta av Chalmers avdelningar betydelse för utveckling av energisystem för ett hållbart samhälle. Den bild som ges av hur medlen till energiforskningen från Energimyndigheten m.fl. fördelas på forskargrupperna ser delvis annorlunda ut.

*) = Har anslag från Energimyndigheten

Arkitektur

1. Byggd miljö och hållbar utveckling, medlemmar i CEC E
2. Form och teknik
3. Stadsbyggnad E
4. Modern arkitektur och boende e
5. Arkitekturens teori och historia
6. Design och media
7. Innovativ design
8. Rum och process
9. Stad och trafik e

***) Bygg- och miljöteknik**

- Byggnadsteknologi, medlemmar i CEC E
- Byggnadsekonomi och visualiseringsteknik
- Geologi och geoteknik
- Konstruktionsteknik e
- Teknisk akustik
- Vattenmiljöteknik e

Data- och informationsteknik

1. Applied software engineering
2. Software engineering
3. Integrerade elektroniksystem e
4. Software Methodologies and Systems e

***) Energi och miljö – alla avdelningar är medlemmar i CEC**

1. Elteknik E
2. Energiteknik E
3. Fysisk resursteori E
4. Installationsteknik E
5. Miljösystemanalys E
6. Värmeteknik och maskinlära E

Fundamental fysik

1. Subatomär fysik e
2. Elementarpartikelfysik
3. Matematisk fysik

***) Kemi- och bioteknik**

1.	<u>Oorganisk miljö kemi, medlem i CEC</u>	E
2.	<u>Analytisk kemi</u>	
3.	<u>Biopolymerteknologi</u>	
4.	<u>Farmaceutisk teknologi</u>	
5.	<u>Fysikalisk kemi</u>	E
6.	<u>Industriell materialåtervinning</u>	E
7.	<u>Kemisk apparattekni</u>	E
8.	<u>Kemisk miljövetenskap</u>	e
9.	<u>Kemisk reaktionsteknik</u>	E
10.	<u>Kärnkemi</u>	E
11.	<u>Livsmedelsvetenskap</u>	e
12.	<u>Molekylär bioteknik</u>	
13.	<u>Organisk kemi</u>	
14.	<u>Polymerteknologi</u>	E
15.	<u>Skogsindustriell kemiteknik</u>	E
16.	<u>Teknisk ytkemi</u>	E

Matematiska vetenskaper

1.	<u>Matematik</u>	e
2.	<u>Matematisk statistik</u>	

***) Material- och tillverkningsteknik**

1.	<u>Avancerad oförstörande provning</u>	
2.	<u>Högspänningsteknik</u>	E
3.	<u>Materialteknologi</u>	E
4.	<u>Polymera material och kompositer</u>	e
5.	<u>Tillverkningsteknik</u>	E
6.	<u>Yt- och mikrostrukturteknik</u>	

***) Mikroteknologi och nanovetenskap**

1.	<u>Bionanosystem</u>	
2.	<u>Fotonik</u>	E
3.	<u>Kvantkomponentfysik</u>	E
4.	<u>Nanotekniklaboratoriet</u>	
5.	<u>Tillämpad kvantfysik</u>	E
6.	<u>Fysikalisk elektronik</u>	e

Produkt- och produktionsutveckling

1.	<u>Design</u>	e
2.	<u>Produktutveckling</u>	e
3.	<u>Produktionssystem</u>	e

Radio- och rymdvetenskap

1.	<u>Avancerad mottagarutveckling</u>	
2.	<u>Global miljömätteknik</u>	e
3.	<u>Icke-linjär elektrodynamik</u>	
4.	<u>Optisk fjärranalys</u>	
5.	<u>Radarfjärranalys</u>	
6.	<u>Radioastronomi och astrofysik</u>	
7.	<u>Rymdgeodesi och geodynamik</u>	
8.	<u>Transportteori</u>	E

***) Signaler och system**

1. Kommunikationssystem och informationsteori e
2. Medicinsk teknik
3. Reglerteknik, automation och mekatronik e
4. Signalbehandling och antenner

Sjöfart och marin teknik

1. Fartygs framdrivning och miljöpåverkan E
2. Fartygsdesign E
3. Fartygs arbetsmiljö och säkerhet
4. Logistik och befraktning e

Teknikens ekonomi och organisation

1. Industriell kvalitetsutveckling
2. Industriell marknadsföring
3. Innovationsteknik
4. Logistik och transport E
5. Management of Organizational Renewal and Entrepreneurship
6. Operations Management
7. Service management
8. Teknik och samhälle e
9. CIP

***) Teknisk fysik**

1. Fasta tillståndets fysik e
2. Kemisk fysik E
3. Kondenserade materiens fysik E
4. Kondenserade materiens teori
5. Material- och ytteori e
6. Mikroskopi och mikroanalys e
7. Nukleär teknik E
8. Bionanofotonik

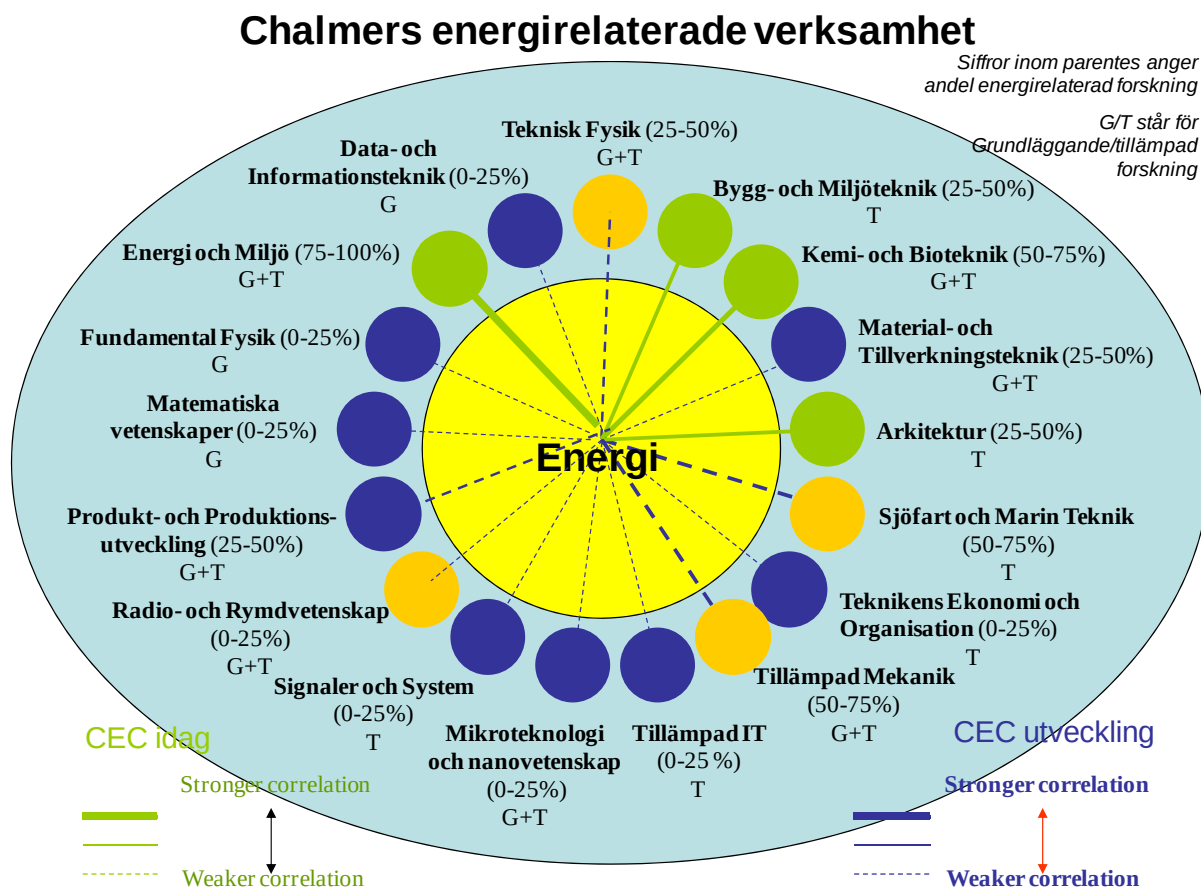
***) Tillämpad mekanik**

1. Dynamik
2. Fordonssäkerhet
3. Förbränning E
4. Material- och beräkningsmekanik
5. Strömningslära E

Tillämpad IT

1. D & IT e
2. ITIT
3. CKK

Sammanfattningsvis förekommer viktig verksamhet för utveckling av hållbara energisystem vid samtliga Chalmers institutioner. Institutionen Energi och Miljö har den mest omfattande verksamheten på energiområdet. Figur 1 ger en bild av hur Chalmers samtliga institutioner är starkare eller svagare kopplade till den energirelaterade verksamheten samt en grov bedömning av verksamhetens andel med energirelevans.



Figur 1: Chalmers energi verksamhet med uppskattning av den energirelaterade forskningsandelen. G = Grundläggande forskning och T = Tillämpad forskning Grönmarkerade institutioner är idag kopplade till CEC via en eller flera forskargrupper. Gulmarkerade institutioner önskar närmare koppling till CEC.

INSTITUTIONERNAS ENERGIRELATERADE FORSKNING

I detta avsnitt beskrivs institutionernas verksamhet generellt med markering av den energirelaterade forskningen.

Arkitektur

Institutionen för arkitektur är idag medlem i CEC via forskargruppen Byggd miljö och hållbar utveckling.

Arkitektur är den kunskap som ger samhället form. Arkitekturfrågor berör stadsbyggnad och byggnadskonst och framför allt samspelet mellan dessa områden. Verksamheten vid Institutionen för arkitektur utvecklas för att i linje med visionen stödja utvecklingen av arkitektur och samhällsbyggnad med konstnärlig och vetenskaplig kvalitet och i linje med hållbar utveckling.

Den energirelaterade forskningen bedrivs främst inom områdena Byggd miljö och hållbar utveckling samt Stadsbyggnad. Viktiga kopplingar till energi finns även inom områdena Modern arkitektur och boende samt Stad och trafik. Exempel på forskningsinriktning är planering och stadsutveckling, byggnader och infrastruktur för en hållbar utveckling, utformning av energieffektiva byggnader och integration av solvärme och solcells-komponenter och -system i byggnader. Institutionen har ansvar för mastersprogrammet *Design for a Sustainable Development*.

Största finansiärer för energirelaterad forskning är: Formas, Vinnova och United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT). Det kan noteras att medel från Energimyndigheten är begränsad.

Uppgifter om examina mm vid institutionen, medelvärde per år för åren 2006 och 2007

- Licentiatexamina: 2
- Doktorsexamina: 3
- Referee-granskade vetenskapliga artiklar: 6
- Referee-granskade konferensbidrag: 12
- Antal helårsstudenter: 452
- Antal anställda: 61

Bygg- och miljöteknik

Institutionen för Bygg- och miljöteknik är idag medlem i CEC via forskargruppen Byggnadsteknologi.

Verksamhet inom Bygg- och miljöteknik handlar om det som rör byggande i samhället, hus att bo i, vägar att färdas på och vatten att dricka. Institutionen arbetar med hela kedjan från planering till drift. Visionen är att bygga ett hållbart samhälle, som tar hänsyn till miljö, energi och ekonomi.

Den energirelaterade forskningen bedrivs främst inom Byggnadsteknologi. Viktiga kopplingar finns även till Konstruktionsteknik och Vattenmiljöteknik.

Aktuella forskningsområden är exempelvis: Energieffektiva byggnader, Byggnadsfysikaliska studier om klimatskalets funktion och tillstånd, fönster, vattenmiljöteknik, WET, vågkraft, miljöteknik och hållbar utveckling samt fjärrvärme. Energi och fukt i byggnader och byggnadsdelar samt värmetransportprocesser i markförlagda distributionsnät och lager för värme och kyla studeras också. Institutionen har ansvar för *mastersprogrammet Structural Engineering and Building Performance Design*.

Största finansiärer för energirelaterad forskning: Svensk Fjärrvärme, Energimyndigheten och Formas.

Uppgifter om examina mm vid institutionen, medelvärde per år för åren 2006 och 2007

- Licentiatexamina: 6
- Doktorsexamina: 10
- Refereegranskade vetenskapliga artiklar: 37
- Refereegranskade konferensbidrag: 52
- Antal helårsstudenter: 737
- Antal anställda: 119

Data och informationsteknik

Institutionen för data- och informationsteknik bedriver en omfattande forskning av hög kvalitet och med stor bredd. Forskningen omfattar allt från grundforskning till direkta tillämpningar i samarbete med industrin.

Den energirelaterade forskningen finns inom områdena Integrerade kretsar där utveckling sker av strömsnåla kretsar till datorer och datorarkitektur där man arbetar med energiförsörjning till datorer. Man arbetar också med ett projekt för att utveckla minnet i datorerna så att man kan komma tillbaka till det ställe man var när man stängt av datorn sist. Då kan datorn stängas av istället för att stå i stand-by läge och förbruka onödig energi. Data och informationsteknik önskar utveckla forskningen inom energiområdet och utöka samarbetet med andra institutioner på Chalmers.

De största finansiärerna för den energirelaterade forskningen är VR, SSF och Vinnova.

Uppgifter om examina mm vid institutionen, medelvärde per år för åren 2006 och 2007

- Licentiatexamina: 15 (varav 4 GU)
- Doktorsexamina: 15 (varav 1 GU)
- Refereegranskade vetenskapliga artiklar: 38 (varav 2 GU)
- Refereegranskade konferensbidrag: 82 (varav 6 GU)
- Antal helårsstudenter: 1047
- Antal anställda: 140 (varav 16 GU)

Energi och Miljö

Institutionen, som omfattar de sex avdelningarna Fysisk resursteori, Installationsteknik, Miljösystemanalys, Elteknik, Energiteknik samt Värmeteknik och maskinlära, täcker ett brett fält inom energi och miljö/hållbar utveckling - från global skala till industri-, byggnads- och produktskala. Alla avdelningar är idag medlemmar i CEC.

Forskningen inom institutionen har stark energirelevans och täcker ett brett fält inom energi och miljö/hållbar utveckling, från ett globalt perspektiv till industri-, byggnads- och produktskala. Fältet omfattar bland annat experimentell och teoretisk energiteknisk forskning och utveckling, användning och utvärdering av metoder/verktyg för analys av tekniska system, avseende både miljö/hållbar utveckling och energi. Dessutom ingår komplexa system med både teori och tillämpningar som spänner från biokemiska system till samhällseliga system.

Några exempel på frågeställningar som institutionen arbetar med är: Vilka åtgärder behövs för att nå olika grader av reduktion av CO₂-utsläpp? Hur kan teknik, infrastruktur och system för CO₂-avskiljning och -lagring utformas? Hur kan vi nå högre verkningsgrad vid förbränning av biobränslen? Hur anpassar man metodiken för miljösystemstudier så att resultatet blir användbart i det sammanhang den skall användas (t.ex. produktutveckling, teknikutveckling, marknadsföring, inköpsituationer)? Hur får vi byggnader med både hög energieffektivitet och gott inneklimat? Hur skall vindkraftverk integreras i elnätet och hur påverkar det elkvalitet och elsystemets stabilitet? Hur kan man öka verkningsgraden hos hybridfordons elektriska drivsystem? Hur energieffektiv kan pappers- och massaindustrin bli och vilka förändringar betyder mest? Vilka möjligheter finns att skapa självreproducerande kemiska system vars funktionalitet kan utvecklas genom evolutionära processer (artificiellt liv)?

Vidare har institutionen ansvar för flera mastersprogram nämligen: *Sustainable Energy Systems, Electric Power Engineering och Industrial Ecology for Sustainable Society.*

Största finansiärer för energirelaterad forskning är: Energimyndigheten, Elforsk, Formas, Vattenfall, ABB, Göteborg Energi och EU.

Uppgifter om examina mm vid institutionen, medelvärde per år för åren 2006 och 2007

- Licentiatexamina: 13
- Doktorsexamina: 10
- Refereegranskade vetenskapliga artiklar: 57
- Refereegranskade konferensbidrag: 40
- Antal helårsstudenter: 313
- Antal anställda: 133

Fundamental Fysik

Forskningsområdena spänner över de delar av den subatomära fysiken där tre forskargrupper inom institutionen har verksamhet, d.v.s. experimentell såväl som teoretisk kärnfysik, teoretisk elementarpartikelfysik med inriktning mot gaugeteorier och/eller sträng/M-teori samt matematisk fysik med inriktning mot geometriska eller algebraiska aspekter av sträng/M-teori.

Andra gemensamma intresseområden inom forskningen är astrofysik och kosmologi. Verksamheten bedrivs i nära samarbete med Chalmersinstitutionerna MC2 och Teknisk fysik, samt med institutionen för Fysik vid Göteborgs universitet, inom ramen för Fysikum i Göteborg.

Kopplingen till den energirelaterade forskningen finns också inom området Subatomär fysik. Ett område som har koppling till energi är forskningen inom radon- och inomhusmiljö. Det finns planer att starta ett radoncentrum på Chalmers för utveckling av nya material och metoder för att minska radonhalten i bostäder och lokaler.

Den största finansiären för den energirelaterade forskningen är VR, Knut & Alice Wallenbergs Stiftelse och EU. Institutionen har ett omfattande internationellt samarbete.

Uppgifter om examina mm vid institutionen, medelvärde per år för åren 2006 och 2007:

- Licentiatexamina: 1
- Doktorsexamina: 2
- Refereegranskade vetenskapliga artiklar: 15
- Refereegranskade konferensbidrag: 5
- Antal helårsstudenter: 76
- Antal anställda: 21

Kemi- och bioteknik

Institutionen för Kemi och bioteknik är idag medlem i CEC via forskargruppen Oorganisk miljökemi.

Institutionen har en bred forskning som innefattar grundläggande kemi, bioteknik, tillämpad kemi och kemiteknik. Institutionen deltar i fyra kompetenscentra som stöds av Vinnova och Energimyndigheten. Institutionen består av 16 ämnesområden.

Den energirelaterade forskningen finns inom områdena Oorganisk miljökemi, Fysikalisk kemi Industriell materialåtervinning, Kemisk reaktionsteknik, Kemisk apparatteknik Kärnkemi, Polymerteknologi, Skogsindustriell kemiteknik och Teknisk ytkemi. Kopplingar finns även till Kemisk miljövetenskap och Livsmedelsvetenskap. Institutionen har även ansvar för mastersprogrammet *Innovative and Sustainable Chemical Engineering*. Vidare har institutionen direkta kopplingar till kompetenscentrum för *Högtemperaturkorrosion, HTC*. Under hösten 08 har en ny avdelning *Energi och material* bildats tillsammans med Industriell materialåtervinning, Kemiska miljövetenskap, Oorganisk miljökemi och Skogsindustriell kemiteknik.

Inom *området kärnkemi* studeras egenskaperna hos atomkärnor med kemiska metoder och kemiska förlopp studeras med hjälp av atomkärnors egenskaper. Den kärnkemiska forskningen på Chalmers har sin grund i lösningskemi och kompetensen att arbeta med radioaktiva isotoper med tillämpningar inom bl.a. separationsstudier vid transmutation, studier av supertunga element, undersökningar av reaktorvattenkemi och kemin vid slutförvar av kärnavfall.

Största finansiärer för energirelaterad forskning: Energimyndigheten och EU

Uppgifter om examina mm vid institutionen, medelvärde per år för åren 2006 och 2007

- Licentiatexamina: 20
- Doktorsexamina: 31
- Refereegranskade vetenskapliga artiklar: 204
- Refereegranskade konferensbidrag: 11
- Sökta patent: 2
- Beviljade nya patent: 1
- Antal helårsstudenter: 510
- Antal anställda: 237

Matematiska vetenskaper

Forskningen inom matematisk statistik knyter an till flera viktiga tillämpningar. Exempel på sådana områden är biostatistik och bioinformatik, där samarbete sker med biologer, medicinsk forskning och läkemedelsindustri. Analys av rumsliga modeller och bildanalys har samband med miljöstatistik. Kvalitetskontroll och riskanalys är andra huvudämnen som baseras på studiet av sällan inträffade katastrofala händelser. Inom sannolikhete teorin bedrivs också forskning inom stokastiska processer, förgreningsprocesser och partikelsystem samt optimering av scheman för underhåll inom produktions- och distributionsprocesser.

Den energirelaterade verksamheten har kopplingar till aktuella tillämpningar när det gäller underhåll inom energiproduktion, speciellt vind- och kärnkraft. Ett pågående projekt syftar till att skapa beslutsstöd för investeringar i energibesparande utrustning inom kemisk massa- och pappersindustri, s.k. processintegration. Genom att utnyttja matematiska modeller för optimering under osäkerhet studeras samband mellan osäkra parametrar, investeringsbeslut och energibesparingar.

Vidare arbetar man också med tillförlitlighet och riskanalys. Bland annat tillämpas detta vid planering av fartygsrutter med hänsyn tagen till vind och vågor. Detta projekt bedrivs tillsammans med institutionen Fartyg och Marin Teknik.

Matematiska vetenskaper har mycket forskning som är indirekt kopplat till energiområdet men begränsade bidrag från Energimyndigheten.

De flesta av institutionens tillämpningsprojekt sker i samarbete med andra institutioner eller industripartners.

Uppgifter om examina mm vid institutionen, medelvärde per år för åren 2006 och 2007

- Licentiatexamina: 6
- Doktorsexamina: 10 (varav 2 GU)
- Refereegranskade vetenskapliga artiklar: 83 (varav 16 GU)
- Refereegranskade konferensbidrag: 6 (varav 2 GU)
- Antal helårsstudenter: 1540 (varav 320 GU)
- Antal anställda: 164 (varav 33 GU)

Material- och tillverkningsteknik

Forskningsområdena är nyckelområden inom produkt- och processutveckling, där materialbeteende och materialegenskaper har stor betydelse.

Institutionens forskning spänner från grundforskning om nanostrukturella material och nanokompositer till tillämpad forskning inom bearbetningsteknik. Inom detta spann arbetar vi med produkt- och processnära forskning inom olika områden. Tillämpningar finns inom områden som järnvägsmekanik, fordonsteknik, energiomvandling (högtemperaturmaterial), högspänningsteknik, yt- och pulverteknik, växtrikesbaserade polymerer, ytdesign av polymera material samt oförstörande provning. Forskningen sker ofta i nära samverkan med industri och samhälle.

Den energirelaterade forskningen förekommer främst inom områdena Högspänningsteknik, Materialteknologi och Tillverkningsteknik. Kopplingar finns även till Polymera material och kompositer.

Största finansiärer för energirelaterad forskning: Energimyndigheten och ELFORSK.

Uppgifter om examina mm vid institutionen, medelvärde per år för åren 2006 och 2007

- Licentiatexamina: 8
- Doktorsexamina: 8
- Refereegranskade vetenskapliga artiklar: 33
- Refereegranskade konferensbidrag: 21
- Antal helårsstudenter: 226
- Antal anställda: 60

Mikroteknologi och nanovetenskap

Forskningen vid MC2 täcker en stor mängd områden inom mikroteknologi och nanovetenskap. Stora verksamheter, experimentella såväl som teoretiska, är fokuserade på studier av material, komponenter och delsystem för framtida tillämpningar inom nano/mikroelektronik. Några av forskningsområdena är mikrovågselektronik, kvantkomponenter, fotonik, mikro- och bionanosystem, supraledande komponenter och kretsar samt molekylär elektronik, ”byggsätt” och bionanosystem..

Den energirelaterade forskningen ligger främst inom områdena Mikrovågselektronik och Fotonik. Inom fotonik forskar man bland annat om kommunikation via fiberoptik, att användas till exempel vid videokonferenser. Detta innebär en energibesparing då deltagarna inte behöver förflyttas fysiskt. Inom tillämpad kvantfysik bedrivs forskning av termoelektriska effekter. Av den totala forskningen på institutionen bedöms cirka 15% vara energirelaterad. Betydande del av forskningen har konsekvenser för energianvändning och energirelaterade frågor, om än indirekt.

Största finansiärer för energirelaterad forskning: VINNOVA, Energimyndigheten och VR.

Uppgifter om examina mm vid institutionen, medelvärde per år för åren 2006 och 2007

- Licentiatexamina: 14
- Doktorsexamina: 13
- Refereegranskade vetenskapliga artiklar: 113
- Refereegranskade konferensbidrag: 103
- Beviljade nya patent: 1
- Antal helårsstudenter: 126
- Antal anställda: 155

Produkt- och produktionsutveckling

Huvudkompetensen vid institutionen återfinns inom områdena design, konstruktion och produktion samt inom samspelet mellan dessa discipliner. Forskningen syftar till stor del till att korta tiden från behov till färdig produkt och samtidigt att åstadkomma ett mervärde för kunden. Fordons- och verkstadsindustrin tillhör de stora kunderna. Inom Design arbetar man med metoder och verktyg för att kunna hantera den komplexa relationen mellan människa –

teknik tillämpad inom ett brett fält. Exempel på områden som behandlas är förarplatser, medicintekniska produkter, avancerade kontrollrumsmiljöer (kärnkraftverk, processindustri) och IKT-baserade informationstjänster.

Kopplingen till energiforskningen finns inom områdena Design, Produktionssystem och Produktutveckling. Bland annat ingår utformning av kontrollrum till kärnkraftverk och el- och elhybridfordon ur ett användarperspektiv. Inom produktionssystem arbetar man med utveckling av nya produkter och optimering av funktionalitet i produkter och tillverkning.

Största finansiärer för energirelaterad forskning: Energimyndigheten, SKI och Värmeforsk.

Uppgifter om examina mm vid institutionen, medelvärde per år för åren 2006 och 2007

- Licentiatexamina: 8
- Doktorsexamina: 3
- Refereegranskade vetenskapliga artiklar: 13
- Refereegranskade konferensbidrag: 50
- Antal helårsstudenter: 370
- Antal anställda: 56

Radio- och rymdvetenskap

Traditionella namn på de områden som definierar institutionens forskning är astronomi, atmosfärs- och geofysik, emedan elektromagnetisk teori och instrumentering används för att utveckla tekniken, och där två av åtta forskargrupper fokuserar på den långsiktigt hållbara energikällan fusion. Dessutom är institutionen värd för Onsala rymdobservatorium, den nationella anläggningen för radioastronomi, som utvecklar och tillhandahåller radioteleskop med mottagare för forskare både nationellt och internationellt.

Den energirelaterade forskningen omfattar främst området Transportteori med inriktning på Fusion. De två forskargrupperna ligger i den internationella frontlinjen med lång erfarenhet i det europeiska samarbetet inom JET och ITER. Indirekta kopplingar finns även till Global miljömätteknik.

Energirelaterad forskning inom kärnteknik bedrivs vid Chalmers Kärntekniska Centrum, CKTC, som är lokal nod till SKC, Sveriges Kärntekniska Centrum samt inom fusion

Största finansiärer för energirelaterad forskning: VR och EURATOM.

Uppgifter om institutionen, medelvärde per år för åren 2006 och 2007

- Licentiatexamina: 9
- Doktorsexamina: 5
- Refereegranskade vetenskapliga artiklar: 73
- Refereegranskade konferensbidrag: 11
- Sökta patent: 1
- Beviljade patent: 1
- Antal helårsstudenter: 79
- Antal anställda: 97

Signaler och system

Institutionen för signaler och system består av fyra forskningsavdelningar som har ett antal forskargrupper organiserade under sig vilka alla representerar nyckelområden inom informationsteknologin. Institutionens forskning och undervisning täcker viktiga delar av informationsteknologin, bland annat behandlas tillämpningar inom: Bilelektronik, Biomedicinteknik, Sensorsystem, Telematik och Trådlös kommunikation.

Institutionens forskning sker ofta i nära samarbete med industri och samhälle.

Den energirelaterade forskningen omfattar främst områdena Kommunikationssystem och informationsteori samt Reglerteknik, automation och mekatronik. Inom området signalbehandling och antenner sker också energirelaterad forskning. Man forskar också inom kommunikation i trafik och logistik, detta förbättrar effektiviteten och minskar energiförbrukningen. Andelen forskning som är energirelaterad bedöms uppgå till cirka 25 % av den totala forskningen.

Största finansiärer för energirelaterad forskning: Energimyndigheten, EU, Vinnova, SSF och VR.

Uppgifter om examina mm vid institutionen, medelvärde per år för åren 2006 och 2007

- Licentiatexamina: 12
- Doktorsexamina: 10
- Refereegranskade vetenskapliga artiklar: 36
- Refereegranskade konferensbidrag: 86
- Sökta patent: 1
- Antal helårsstudenter: 661
- Antal anställda: 82

Sjöfart och marin teknik

Institutionen arbetar med en bred kompetensprofil inom sjöfart och marin teknik. Både utbildning och forskning stöder processer i fartygets tillblivelse och processer i dess hantering, management och operation. Människans roll och förmåga i dessa processer har fått en allt tydligare fokus och Human Factors finns med som ett element i nästan alla projekt. Den marina miljön är ett annat fokusområde som syns allt tydligare i institutionens forskning. Miljön och framtida energianvändning betraktas på många sätt som en ödesfråga också för framtida sjötransporter.

Den energirelaterade forskningen finns främst inom området Fartygsframdrivning och miljöpåverkan och Fartygsdesign men kopplingar finns även till Logistik och befraktning. I forskningen ingår studier om nya typer av drivmedel för fartyg. Det pågår också utredningar om elgenerering när fartygen ligger i hamn, vad som är bäst och mest energieffektivt. Forskning sker också inom propellerdrift och hydrodynamics. Eco ship är ett annat område där nya typer av motorer och bränslen studeras, och i viss utsträckning även inom området "Human factors".

Andelen energirelaterad forskning inom institutionen är uppskattningsvis 50-75 %, eftersom en stor del av forskningen har koppling till transporteffektivitet.

Uppgifter om examina mm vid institutionen, medelvärde per år för åren 2006 och 2007

- Licentiatexamina: 1
- Doktorsexamina: 2
- Refereeanskrade vetenskapliga artiklar: 8
- Refereeanskrade konferensbidrag: 10
- Antal helårsstudenter: 526
- Antal anställda: 57

Teknikens ekonomi och organisation

Teknikens industriella förverkligande dominerar institutionens forskning. Detta innehåller tre till varandra kopplade teman: förändring, innovation och interaktion, och på dessa områden forskas det genom att bygga på förståelse av teknik och ingenjörsvetenskap och applicera teorier främst från ekonomi och beteendevetenskap. På så sätt kan man studera teknikens samspel med sitt ekonomiska, sociala och samhälleliga sammanhang.

Kopplingen till energirelaterad forskning finns främst inom området Logistik och transport samt Teknik och samhälle. Indirekta kopplingar finns även inom områdena Service Management och Operation Management.

Uppgifter om examina mm vid institutionen, medelvärde per år för åren 2006 och 2007

- Licentiatexamina: 5
- Doktorsexamina: 10
- Refereeanskrade vetenskapliga artiklar: 48
- Refereeanskrade konferensbidrag: 44
- Antal helårsstudenter: 879
- Antal anställda: 100

Teknisk Fysik

Vid institutionen bedrivs forskning inom ett brett spektrum av experimentell och teoretisk kondenserade materiens fysik, från grundforskning kring fysiken hos biologisk membran till tillämpade projekt kring utvecklingen av nya material för bränsleceller. Profilerområden är biologisk fysik, oordnade system, komplexa oxider, yt- och nanofysik, material för energitillämpningar och nukleär teknik.

Den energirelaterade forskningen bedrivs främst inom områdena Kemisk fysik (fotoaktiva nanostrukturer för solenergi, bränsleceller och förnyelsebar energi), Kondenserade materiens fysik och Nukleär teknik men bedrivs även inom områdena Fasta tillståndets fysik, Material och ytteori samt Mikroskopi och mikroanalys. Institutionen har ansvar för masters-programmet *Applied Physics*.

Avdelningar/forskning inom energiområdet:

Kemisk Fysik - Grundläggande ytfysik, heterogen katalys, biologiska/icke biologiska system. Forskning som rör bränsleceller, solceller, Gretzelceller. Ingår i Chalmers kompetenscentrum Katalys, där man jobbar mot ännu mera energirelaterad forskning. Katalys är en av de största industriella processteknikerna som finns. Används bland annat inom gödning.

Kondenserade materielens fysik - Litiumbatterier, polymerbaserade bränsleceller, jonvätskor, vätelagring. Ingår i EU projekt om bränsleceller i samarbete med Volvo, Volkswagen m.fl. Vätelagring är en viktig del i utvecklingen av hybridbilar.

Mikroskopi och mikroanalys - Högtemperaturmaterial för tillämpning bland annat vid kolkraftverk för att öka verkningsgraden genom möjliggörande av högre förbränningstemperaturer.

Nukleär teknik - Clean energy and clean technology.

Energirelaterad forskning inom kärnteknik bedrivs vid Chalmers Kärntekniska Centrum, CKTC, som är lokal nod till kompetenscentrum SKC, Svenskt kärntekniskt centrum, vid KTH. Chalmers ingår som en av parterna i SKC som finansierar seniora tjänster (lektorat och professurer) i reaktorfysik, reaktorteknologi och kärnkemi vid Chalmers, som åtar sig att bedriva kärnteknisk utbildning på dels grundnivå och mastersprogram med relevans för energiområdet samt forskarutbildning. Under året har ett avtal undertecknats mellan EON och Chalmers om samarbete som ska förstärka utbildningen på området.

Fasta tillståndets fysik - Liten eller ingen del

Material och ytteori - Katalyser och protonledande perovskiter.

Största finansiärer för energirelaterad forskning: Energimyndigheten, VR, Mistra, SKC och EU

Uppgifter om examina mm vid institutionen, medelvärde per år för åren 2006 och 2007

- Licentiatexamina: 12
- Doktorsexamina: 17
- Refereegranskade vetenskapliga artiklar: 126
- Refereegranskade konferensbidrag: 10
- Sökta patent: 1
- Beviljade nya patent: 1
- Antal helårsstudenter: 311
- Antal anställda: 147

Tillämpad mekanik

Kraven på produkter och de element de är uppbyggda av ökar till följd av lagstiftning, miljökrav och inte minst ekonomiska krav. Exempel på sådana krav är minskade utsläpp från förbränningsmotorer. Ett annat exempel är att fordon och andra konstruktioner skall vara lättare, bullra mindre och vara säkrare för både åkande och omgivning. Verksamheten vid institutionen kan hjälpa till att möta dessa nya krav. Institutionen bidrar också till att minska utvecklingstiden för nya produkter, eftersom dess verksamhet i huvudsak är koncentrerad på utveckling och användning av modeller och metoder som utnyttjas inom ett stort antal industriella tillämpningar.

Institutionens stora verksamhetsbredd kräver en vid kunskapssyn. Verksamheten kan delas upp dels i teoretisk och praktisk modellbyggande och dels i empiri.

Forskningen kring de grundläggande vetenskaperna syftar till förbättrad förståelse och ny kunskap om basala fenomen. Forskningen kring de mer tillämpade ämnena utgår från mer

industrinära problemställningar. Forskning och undervisning sker främst inom områdena fluidmekanik, förbränningsmotorteknik, strukturdynamik, hållfasthetslära, materialmekanik, vågutbredning, maskinsystem, biomekanik, algoritmutveckling och beräkningstekniker. Metod och modellarsenal är till stor del överlappande eller komplementär för de olika vetenskapliga disciplinerna. Institutionen har också ett projektarbete, 'Formula Student', ECO Marathon, där syftet är att driva en bil så långt som möjligt på en liter bränsle.

Den energirelaterade forskningen bedrivs främst inom områdena Förbränning och Strömningslära med kopplingar bl.a. till vattenkraft och turbiner (turbomaskiner). Forskningsprojekt, som behandlar strömningsproblem i vattenkrafttekniken bedrivs inom SVC (Svenskt Vattenkraft Centrum), som startade sin verksamhet 2005 och dess första programperiod sträcker sig t.o.m. utgången av år 2008. Programmet finansieras med var sin tredjedel av kraftindustri och övrig industri, högskolorna och Energimyndigheten. Budgeten för den första treårsperioden har varit 22 Mkr/år. Programmet har två delar Vattenbyggnad respektive. Vattenturbiner och generatorer. Forskningen för SVC inom Chalmers syftar till att utveckla och tillämpa Computational Fluid Dynamics, CFD, för vattenkrafttillämpningar samt att öka förståelsen för strömningen.

Forskningen inom förbränningsmotorteknik är till 100 % energirelaterad. Av institutionens totala forskning har cirka 20 procent direkt energikoppling. Institutionen har starka kopplingar till verksamheten inom kompetenscentrat CERC, Centrum för förbränningsteknisk forskning. Institutionen har vidare ansvar för mastersprogrammet *Applied Mechanics*.

Största finansiärer för energirelaterad forskning: Energimyndigheten och EU

Uppgifter om examina mm vid institutionen, medelvärde per år för åren 2006 och 2007

- Licentiatexamina: 18
- Doktorsexamina: 21
- Referee-granskade vetenskapliga artiklar: 61
- Referee-granskade konferensbidrag: 65
- Sökta patent: 1
- Antal helårsstudenter: 621
- Antal anställda: 159

Tillämpad IT

Institutionen för tillämpad IT är en av IT-universitetets två institutioner. Institutionen bildades 2003 och har idag 61 medarbetare. Institutionen finns på Campus Lindholmen i direkt anslutning till Lindholmen Science Park.

Vid institutionen för tillämpad IT bedrivs forskning som syftar till att öka förståelsen om informationsteknologin i ett större sammanhang. Forskningen är såväl teoretisk som tillämpad, och till stor del tvär- eller mångvetenskaplig. Forskningen bedrivs i nära samarbete med industrin och den offentliga sektorn.

Indirekt finns kopplingar till den energirelaterade forskningen i form av data och IT-stöd.

Uppgifter om institutionen, medelvärde per år för åren 2006 och 2007

- Licentiatexamina: 2 (varav 2 GU)

- Doktorsexamina: 5 (varav 5 GU)
- Refereegranskade vetenskapliga artiklar: 7 (varav 5 GU)
- Refereegranskade konferensbidrag: 15 (varav 13 GU)
- Antal helårsstudenter: 93
- Antal anställda: 77 (varav 60 GU)

Sammanfattningsvis bedrivs vid samtliga institutioner forskning och utbildning som har mer eller mindre relevans för den energirelaterade verksamheten. Beskrivningen av verksamhetens innehåll och dess energirelevans har gjorts utifrån hur verksamheten direkt eller indirekt kan påverka energisystemets utveckling. Detta speglas inte alltid av beviljade forskningsmedel exempelvis från Energimyndigheten. Vid institutionerna Arkitektur, Energi och Miljö, Kemi- och bioteknik samt Tillämpad mekanik bedöms mer än hälften av verksamheten ha energirelevans. Energi och miljö intar en särställning där i princip all verksamhet är energirelaterad. Bedömningarna, som har gjorts i samråd med prefekten på respektive institution, baseras på verksamhetens innehåll och dess påverkan på energisystemet på kort och medellång sikt. Sammantaget bedöms Chalmers energirelaterade verksamhet motsvara en tredjedel av den totala verksamheten. Andelen energirelaterad verksamhet vid respektive institution visas i figur 2 nedan.

En mera detaljerad beskrivning av hur medlen är fördelade finns i Bilaga 3.

Figur 2. Bedömning av andelen energirelaterad forskning vid Chalmers institutioner

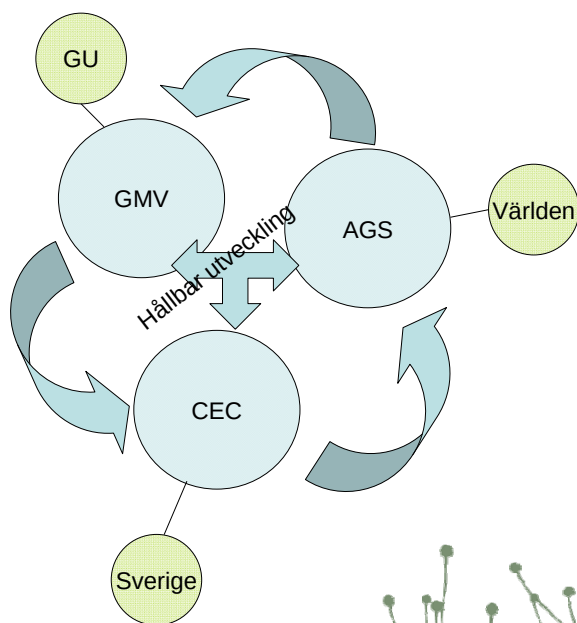
Institution	Andel (%)			
	0-25	25-50	50-75	75-100
Arkitektur				
Bygg- och Miljöteknik				
Data och Informationsteknik				
Energi & Miljö				
Fundamental Fysik				
Kemi- och Bioteknik				
Matematiska vetenskaper				
Material och Tillverkningssteknik				
Mikroteknologi och Nanovetenskap				
Produkt- och Produktionsutveckling				
Radio- och Rymdvetenskap				
Signaler & System				
Sjöfart & Marinteknik				
Teknikens ekonomi och organisation				
Teknisk Fysik				
Tillämpad Mekanik				
Tillämpad IT				
Medelvärde: ca 35 procent				

GMV, AGS OCH CEC VIKTIGA KLUSTER FÖR FORSKNING OCH UTVECKLING INOM ENERGI & MILJÖ

Följande centra inom Chalmers arbetar med miljö- och energiforskning för utveckling av ett hållbart samhälle:

- Göteborgs Miljövetenskapliga Centrum, GMV
- Alliance for Global Sustainability, AGS och
- Chalmers EnergiCentrum, CEC

De är tre arenor med ett gemensamt syfte nämligen att skapa en hållbar framtid. De bildar tillsammans ett funktionellt kluster med gemensamma styrkor som täcker många nivåer geografiskt och organisatoriskt men har olika utgångspunkter. De är väletablerade, institutionsöverskridande plattformar för att utveckla och genomföra mångvetenskapliga och tvärvetenskapliga projekt. De är normalt hävstång åt varandra. De personer som är aktiva på arenorna skapar den intellektuella basen för hållbar samhällsutveckling. Under det gångna året har samtal förts mellan de ledande företrädarna för verksamheterna och vice rektor med syfte att tydliggöra uppgifter och fokus för respektive verksamheter och hur de kompletterar varandra för att tjäna Chalmers övergripande syften inom energi och miljö.



Göteborgs miljövetenskapliga centrum, GMV



GMV är Chalmers och Göteborgs universitets gemensamma organisation för arbete med miljö och hållbar utveckling. Forskning och utbildning är GMV:s huvudområden men internt förändringsarbete står också på agendan. Gemensamt för all verksamhet är att det rör sig om uppgifter och projekt som spänner över flera institutioner och fakulteter. GMV arbetar också med utveckling av samhällskontakter för att främja forskning och utbildning inom miljö och hållbar utveckling.

Den vetenskapliga basen för GMV:s arbete ligger hos de 450 forskare vid Chalmers och Göteborgs universitet, som anslutit sig till GMV:s nätverk. Forskarna kommer från många olika vetenskapliga områden och bidrar med sin specialkompetens i våra olika projekt och satsningar.

För mer information: www.gmv.chalmers.se

Alliance for Global Sustainability, AGS



Allians av universitet i världsklass

AGS står för Alliance for Global Sustainability vilket är en allians mellan följande universitet:

- Massachusetts Institute of Technology (MIT), Boston, USA
- Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Zürich, Schweiz
- University of Tokyo, Japan
- Chalmers University of Technology, Göteborg

AGS är unikt i det att det är en forskningsbaserad allians. AGS bildades 1997. I denna allians studeras nyckelfrågor inom bärkraftig utveckling såsom energi, klimat och vattenförsörjning. Verksamheten inom AGS finansieras till största delen av privata finansiärer vilka också engageras i verksamheten. Starkt engagemang från industrin är en nyckel till AGS framgång.

AGS satsar också på utbildning och driver bland annat en "Youth Environmental Summer School" (YES) där master- och forskarstuderande från hela världen träffas för att studera uthållig utveckling utifrån sina egna erfarenheter och perspektiv.

I alla projekt samarbetar man också med regionala partneruniversitet och andra lokala och regionala organisationer som berörs av projektets frågeställning.

Inom AGS drivs några större forskningsprogram (Flagships) inom energi, mat och vatten och urban framtid. Inom energi programmen bidrar Chalmers genom Pathways projektet. Den övergripande målsättningen med Pathways studien är att utvärdera och föreslå robusta utvecklingsvägar mot hållbara energisystem tekniskt, ekonomiskt och socialt. Inriktningen är stationära system (kraft o värme) för europeisk marknad. Projektet finansieras i dagsläget från Vattenfall, Energimyndigheten samt ett antal EU projekt. *Se bilaga 1.*

För mer information: www.ags.chalmers.se

Chalmers EnergiCentrum, CEC



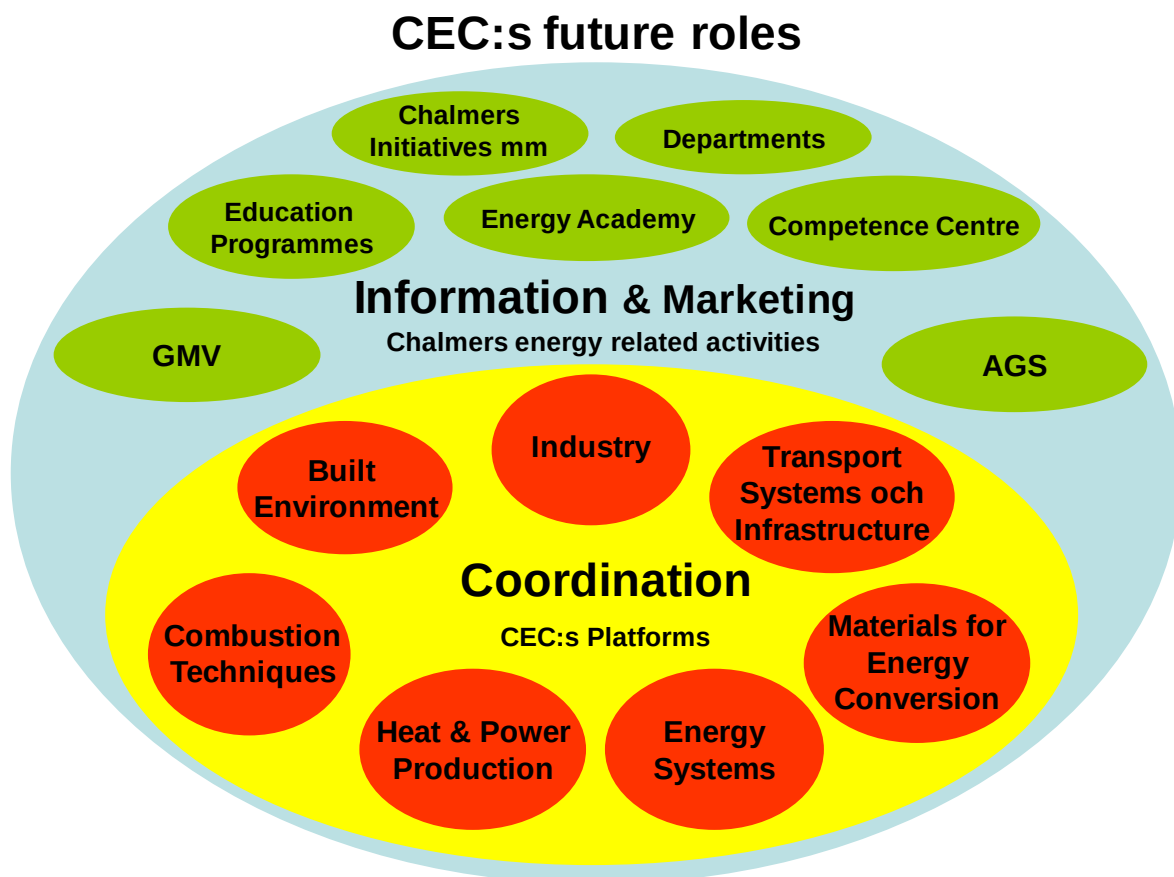
CEC:s uppgift är att utveckla kunskap, kompetens, teknik och energiriktiga lösningar för utveckling av energisystem för ett hållbart samhälle. Genom CEC ska Chalmers möta framtidens forskningsbehov och utmaningar på området och även bidra till ett mer sammanhållet och tvärvetenskapligt inriktat utbud av kurser och utbildnings-program, så att en ny, mer energi- och miljömedveten generation civilingenjörer och doktorer kan utbildas. Vidare kännetecknas verksamheten av ämnesövergripande och systeminriktad forskning där energieffektiva material, komponenter och konstruktioner liksom miljövänliga omvandlings- och produktionsprocesser ingår.

CEC:s uppdrag är även att stärka kedjan från mer grundläggande forskning till utveckling och tillämpning av resultat i samverkan med omvärlden. Ett viktigt verktyg för detta är utvecklade plattformar inom strategiska områden. Syftet med arbetet inom dessa plattformar är bl.a. att synliggöra Chalmers energiverksamhet och föra dialog med forskare, företetsrådare för näringsliv, beslutsfattare och finansiärer för utveckling av kompetens, kunskap och teknik samt nyttiggörande av resultat. Följande CEC-plattformar har utvecklats: *Byggt Miljö, Industri, Transportsystem och infrastruktur, Förbrännings- och gasteknik, Kraft & Värme samt Energisystem*. En ny plattform *Material för energiomvandling* har bildats under hösten 2008.

Omkring 200 forskare vid Chalmers är idag knutna till CEC inom områdena Arkitektur, Byggnadsteknologi, Elteknik, Energiteknik, Fysisk resursteori, Installationsteknik, Miljösystemanalys, Oorganisk miljö kemi samt Värmeteknik och maskinlära. Därutöver ingår Chalmersanknutna företag via CIT i ett nätverk med CEC. Samverkan med andra framstående forskargrupper nationellt och internationellt är viktig inom områden där CEC:s insatser kan förstärkas. Genom en utvecklad samverkan mellan akademi, samhälle och näringsliv ska CEC bidra till en internationellt konkurrenskraftig verksamhet för utveckling av hållbara energisystem. Inriktningen CEC:s nuvarande verksamhetsområden beskrivs närmare i *bilaga 1*.

Föreliggande inventering av Chalmers energiverksamhet har visat på bredden i verksamheten och behoven av synliggörande och marknadsföring av all energirelaterad verksamhet (forskning och utbildning) inom Chalmers. Vidare finns behov av särskilda insatser för koordinering och "mäklari" för vissa delar av verksamheten. Förslag har framförts att utveckla CEC:s verksamhet att omfatta all energirelaterad verksamhet vid Chalmers för synliggörande och marknadsföring samt att CEC har en särskild koordinerings- och mäklarfunktion för intresserade forskargrupper. Se figur 3.

För mer information: www.cec.chalmers.se



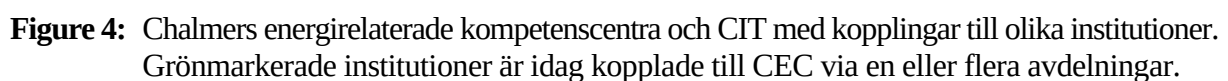
Figur 3. CEC:s framtida roller och uppgifter att synliggöra och marknadsföra all energirelaterad verksamhet inom Chalmers samt arbeta med koordinering och mäklari för vissa delar av verksamheten.

Följande centra har en direkt koppling till den energirelaterade forskningen och finansieras av Energimyndigheten:

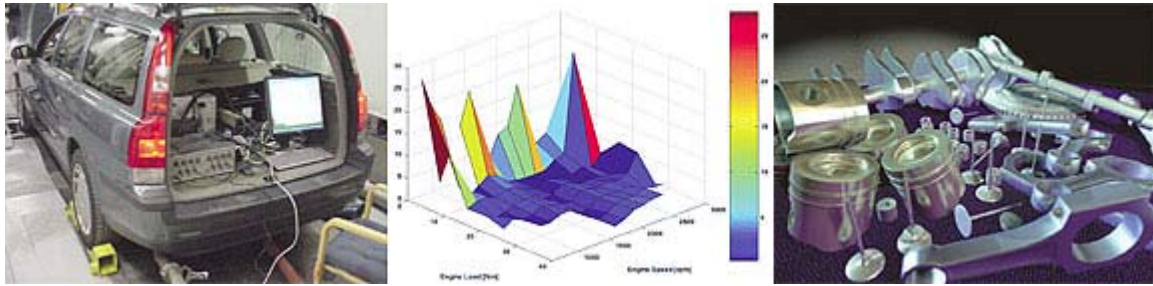
- Vidare finns Chalmers eget institut:

- CIT:s verksamhet kännetecknas av forskningsnära utveckling och kommersialisering av forskningsresultat och som har utvecklade kanaler ut mot näringslivet och nära samarbete med institutionerna på Chalmers. Omkring en tredjedel av verksamheten vid CIT är energirelaterad.*

Chalmers Kompetenscentra och CIT



The Competence Centre CERC



Chalmers Centre for Combustion Engine Research - CERC - is an engineering interdisciplinary competence centre at Chalmers University of Technology in Göteborg, Sweden. CERC was established in 1995 by Chalmers, several Swedish industries and Swedish National Board for Industrial and Technical Development - NUTEK.

The Center's long-term objectives are to carry out fundamental research of significant industrial interest, focused on selected aspects of Otto and diesel combustion processes, including alternative fuels and control systems, the main target being to reduce specific fuel consumption and exhaust gas emissions.

CERC is a neutral research platform where industrial and academic expertise can meet and perform research projects of common interest with mutual benefits. Together with other research groups at Chalmers and the Swedish automobile industry, West Sweden is one of the strongest vehicle research centres in Europe.

Research program

CERC research foci are, and will continue to be:

- spray modelling and diagnostics
- premix flame propagation studies
- advance studies of particular direct injection systems
- engine control
- alternative fuels

Year 2007 two projects were finished, two new projects were started, and four theses (three PhD and one licenciate) were defended during the year. The CERC budget of about 23 M\$ supports on average ten research projects (some of which are multidisciplinary) on a continuous basis.

För mer information: www.cerc.chalmers.se

Kompetenscentrum i högtemperaturkorrosion, HTC



HTC är ett nationellt kompetenscentrum för högtemperaturkorrosion som finansieras av Statens Energimyndighet (STEM), Chalmers och 18 medlemsföretag.

Högtemperaturkorrosion är ett viktigt problem vid energiproduktion, 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 bedrivs i nära samarbete med 18 medlemsföretag. Bland medlemsföretagen märks bland annat de stora Svenska tillverkarna av högtemperaturmaterial, tillverkare av ångpannor, dieselmotorer och gasturbiner samt kraftproducenterna. HTC omsätter 2006 cirka 22MKr varav 7 Mkr från Energimyndigheten, resterande del är finansierat till hälften av industrin och till hälften av Chalmers. Verksamheten omfattar cirka 10 heltidsdoktorander med sina respektive handledare. HTC-forskningen bedrivs i ett nära samarbete mellan flera forskargrupper.

Ett av HTC:s prioriterade forskningsområden är de korrosionsproblem som drabbar ångöverhettare i kraft-värmepannor eldade med biomassa eller avfall. Problemen löses i dag genom att tillämpa jämförelsevis låga ångtemperaturer i pannorna vilket försämrar el-verkningsgraden och minskar anläggningarnas konkurrenskraft. HTC:s forskning är inriktad på grundläggande korrosionsfenomen och syftar framför allt till att förstå varför dessa miljöer är så korrosiva jämfört med (till exempel) koleldade pannor. Avsikten är att den nya kunskap som HTC tar fram skall bidra till att lösa problemet (t.ex. genom utveckling av nya material eller genom förändringar av förbränningsmiljön) så att ångtemperaturen kan höjas varigenom produktionen av grön el blir mer lönsam.

För mer information: www.htc.chalmers.se

Kompetenscentrum i katalys, KCK



Avsikten med Kompetenscentrum katalys, KCK, är att med utnyttjande av katalytisk teknik skapa en bättre miljö och spara energi genom långsiktig kunskapsuppbyggnad och teknikutveckling. Forskningsresultaten skall medföra reducerade utsläpp från bilar och industrier och effektivare energiomvandling. Alla projekt inom KCK är energidrivna.

Forskningsprogram

En numera etablerad teknik är katalytisk avgasrening på bensindrivna bilar som radikalt reducerat avgasernas skadliga innehåll, och ett liknande tekniskt genombrott är att förvänta bland annat för NO_x rening av dieselfordon och fasta förbränningsanläggningar.

Forskningsprogrammet inom emissionskatalys omfattar för närvarande två projekt. Det ena behandlar lågtemperaturaktivitet/tändning hos katalysatorer (exempelvis kallstartsproblematik) och det andra NO_x-reducering vid syreöverskott (exempelvis vid lean-burn förbränning och diesel). Nanoteknologi och beräkningar är understödjande projekt. KCK har också ett antal projekt där nanoteknologi används för att designa förbättrade elektroder till bränsleceller.

Forskningsprogrammet rymmer breda frågeställningar av tvärdisciplinär natur som sträcker sig från grundforskning till direkta tillämpningar. Forskning och forskarutbildning organiseras därvid så att de traditionella disciplingränserna suddas ut. KCK är ett internationellt etablerat forskningscentrum med bl.a. ett flertal projekt med utländska partner och flertalet inbjudningar till föredrag på internationella konferenser. Antalet utexaminerade doktorer är i genomsnitt tre per år.

KCK omsätter närmare 10 miljoner SEK per år varav en tredjedel kommer från industrin, en tredjedel från Energimyndigheten och resteraden del ifrån Chalmers.

För mer information: www.kck.chalmers.se

Svenskt hybridfordonscentrum, SHC



Svenskt hybridfordonscentrum (SHC) är ett nationellt, distribuerat, centrum för forskning, utveckling och utbildning inom hybridfordonsområdet med Chalmers som nav och världhögskola. SHC bildades 2007 och har formen av ett kompetenscentrum med tre ingående parter Energimyndigheten, högskolor och fordonsindustrin. Tre högskolor medverkar som partners: Chalmers (som är världhögskola), KTH och LTH och fem fordonsföretag: Volvo Personvagnar, Volvo, Saab Automobile/GM Powertrain Sweden, Scania CV och BAE Systems Hägglunds.

Bakgrunden till bildandet av SHC är de utmaningar fordonsindustrin ställs inför på grund av allt hårdare krav på emissioner, speciellt CO₂-emissioner, och lägre bränsleförbrukning inom transportområdet. För att möta dessa krav krävs både nya transporttekniska lösningar och teknisk utveckling av bränslen och fordon. Utvecklingen av hybridfordonstekniken, som kan nyttja såväl existerande som kommande framdrivningssystem på ett optimerat sätt, kan bidra till att förbättra vår miljö och att stärka svensk fordonsindustri. SHC kommer att utgöra en strategisk kunskaps- och kompetensbas inom hybridfordonstekniken för de svenska fordonsföretagen och dess underleverantörer.

SHC betonar ett helhetsperspektiv på hybridfordon för att möta kraven från miljö och samhälle med nya tekniska lösningar. Det betyder att inte bara tekniska frågeställningar kommer att behandlas, utan också miljömässiga och samhällseliga. Det betyder också att tekniska frågor behandlas med ett övergripande systemperspektiv, där integrationen av komponenter och delsystem är en stor utmaning. Det innebär att metoder att analysera, utveckla, utvärdera och verifiera olika tekniska systemlösningar sätts i fokus

SHC:s verksamhet bedrivs i ca 10 projekt inom tre utvalda temaområden:

- *Systemstudier och verktyg*, med projekt som behandlar diagnostik, energimanagement och optimal styrning av hybridfordon
- *Elektriska motorer och drivsystem*, med projekt som behandlar givarlösa system, integrering av motor och laddningssystem, och säkerhetsaspekter som EMC.
- *Energilagring*, med projekt som främst behandlar utformning av Li-jon batterisystem

Totalt arbetar idag ca 30 personer på de tre högskolorna i SHC-projekt.

För mer information: www.shc.chalmers.se

Stiftelsen Chalmers Industriteknik – CIT



CIT Chalmers Industriteknik är Chalmers eget institut för forskningsnära utveckling. CIT särpräglas av kommersiell kultur och har teknisk, forskningsnära utvecklingsfokusering, bl.a. genom applikationsorienterad verifiering av nya forskningsresultat och kommersialisering av resultat. Den kommersiella kulturen säkrar kundorientering och den tekniska utvecklingsfokuseringen avgränsar kundspektrum.

CIT:s uppgift är att på ett kompletterande sätt relativt Chalmers huvudproduktion av examinerade (inkl doktorer) som anställs i näringslivet, accelerera samhällets och näringslivets kommersiella nyttiggörande av ny kunskap vunnit genom forskning. CIT har att i detta arbete i erforderlig utsträckning engagera kompetens på Chalmers också för att därigenom identifiera forskningsbehov. Eftersom CIT skall vara och är ett komplement till alla Chalmers institutioner är det viktigt att CIT har en bred anliggning till det kommersiella näringslivet även utanför Sverige och samtidigt har kompetens att samverka med kompetens inom många olika vetenskapsområden.

CIT:s kundbas utgörs av ca 250 företag i 25 länder (ca 75 % av intäkterna) plus ett antal offentliga kunder (ca 25 % av intäkterna). Antalet anställda (oräknat Chalmersengagerade) är drygt 60 (inte alla heltid) varav de flesta är disputerade. Leveranserna spänner från "state-of the-art updates" och kunskapssystematiserande utredningar till feasibility studies och funktionsdemonstrerande prototyper.

CIT har utvecklade kontakter med alla Chalmers institutioner och därför viss överblick av hur kunskaper och kompetens kan samlas för koncentrerad forskningsnära utveckling med relevans för viss kund. Ett exempel från CIT:s verksamhet är styrning av raffinörer i pappersbruk för energibesparing med bibehållen eller förbättrad massakvalitet. De forskningsnära utvecklingsinsatserna omfattar allt ifrån sensorer och mätsystem i tuff miljö via signalbehandling till on-line styrparameterproduktion för flis/vattentillförsel, drivmotorelskraft och malspaltvidd. Resultatet i verifierad drift blir energibesparing på ca 20 Mkr/år och bruk. Är därmed mjukvaruförpackad signalbehandling energiforskningsrelevant? Det är CIT:s snart 25-åriga erfarenhet att nästan alla ingenjörsuppgifter har energi- och miljörelevans, liksom att de också är material-, konstruktions- och processkopplade.

CEC:s kansli har varit lokalmässigt placerat på CIT som bistått med administrativ service sedan CEC startade sin verksamhet 2004. Erfarenheterna har varit mycket goda när det gäller arbetsmiljö, genomförande och utveckling av verksamheten. CIT har även bildat stommen i CEC:s "Marknadsgrupp", som består av CIT med dotterbolagen CIT Energy Management AB, CIT Industriell Energianalys AB och CIT Thermoflow AB samt även PROFU AB, som alla är avknoppningar från CHALMERS. I samverkan med forskargrupperna spelar CIT en viktig roll för projektgenomförande, marknadsföring, tillämpning och innovationer.

Sammanfattningsvis kan sägas att samverkan mellan CEC och "Marknadsgruppen" har varit positiv och visat på en intressant potential i det framtida forskningssamarbetet och för näringslivets utveckling.

För mer information: <http://www.chalmers.se/cit>

EXEMPEL PÅ ANDRA CENTRA VID CHALMERS SOM HAR DELVIS KOPPLING TILL ENERGI

Följande centra har verksamheter, som är delvis energirelaterade.

Produktrelaterad miljöanalys, CPM



"PREPARING FOR THE FUTURE BY IMPROVING TODAY"

"It's all about sustainability. Taking into account how a product will be produced, transported and sold is a good start, but it doesn't end there. At CPM, we also look at the effects of long-term usage, and what will happen when the product is discarded, expired or replaced. Making sure people don't pay tomorrow for what they purchase today."

A Competence Centre for Environmental Assessment of Product and Material Systems was established at Chalmers in 1996. CPM is now a national competence centre at Chalmers University of Technology. CPM is jointly funded by Industry, IVL and Chalmers

Critical Success Factors:

- Open exchange of information, knowledge and results between member companies.
- Cross functional cooperation with the University
- Common focus on sustainable development
- Proactive approach
- The combined competence of our strong network

Overall goals:

- To improve environmental performance of products.
- To provide industry and society with relevant methods and support for implementation of sustainable aspects in business related decisions.
- To gather and reinforce the competence within sustainable development of industry at highest international level.

För mer information: www.cpm.chalmers

CHARMEC, kompetenscentrum i järnvägsmekanik

CHALMERS

Competence Center in Railway Mechanics - CHARMEC

National competence centers hosted by Chalmers – Chalmers University of Technology

CHARMEC:s forskning fokuserar på den mekaniska interaktionen mellan komponenter i tåg och spår. Utvecklingen mot tyngre, snabbare, säkrare och billigare järnvägstransporter ställer allt högre krav på järnvägssystemen. De fenomen som uppkommer studeras inom centret. Analytiska, numeriska och experimentella metoder utvecklas och tillämpas.

Nya material, konstruktioner och styrprocesser undersöks och inverkan av förändrade driftförhållanden kvantifieras.

Centrets övergripande mål är att möjliggöra en livscykeloptimering av spårkonstruktioner och rullande materiel. En sådan optimering syftar till att minska nedbrytningen av ballast och banvall, öka livslängden hos sliprar och mellanlägg, förbättra spårets stabilitet, reducera nötningen av hjul och räls, motverka materialutmattning, minska vibrations- och bullernivåer samt att utveckla bättre system för drift och övervakning av bromsar, lager, hjul, etc.

En långsiktig forskning och kunskapsuppbyggnad ska minska järnvägens kostnader för produktion, miljö, drift och underhåll samtidigt som säkerhet, tillförlitlighet och transportkvalitet förbättras. Denna utveckling är av allmänt samhällsintresse. Direkta avnämare av forskningsresultaten är tillverkare, banhållare och tågoperatörer.

http://www.chalmers.se/sections/forskning/centra/kompetenscentra/kompetenscentrum_i_j

<http://www.charmec.chalmers.se/>

Center for Process Engineering, CPE



Chalmers centre for Chemical Process Engineering involves a merge of the educational and research activities in chemical engineering, control engineering, bioengineering, fluid dynamics, process analytical chemistry and measuring techniques, and applied mathematics. The activities will focus on integrated aspects of design, control, quality, energy utilisation, safety, environmental protection and operation in the chemical process industry. The centre is now inviting Research Foundations and industry to participate in their activities.

The central research themes are:

- Mathematical modelling and techniques for model reduction
- Process analysis and synthesis
- Process and equipment design
- Process operation and control with emphasis on integrated aspects and
- Process analytical chemistry and measuring techniques

För mer information: www.cpe.chalmers.se

EDUCATION WITHIN THE ENERGY AREA: MASTER'S PROGRAMMES AND COURSES

Summary

Educational programmes at Chalmers include a multitude of courses that are relevant within the energy area in addition to a number of master's (MSc) programmes. None of the MSc programmes offered covers the entire area of energy conversion, distribution and use. The figure below shows how different departments at Chalmers contribute to energy related education. Input for this figure was provided in part by Karin Andersson during an interview on March 19, 2008. Note that this section of this report is written in English since English is the official language for education at the MSc level at Chalmers, i.e. most information available is in English.

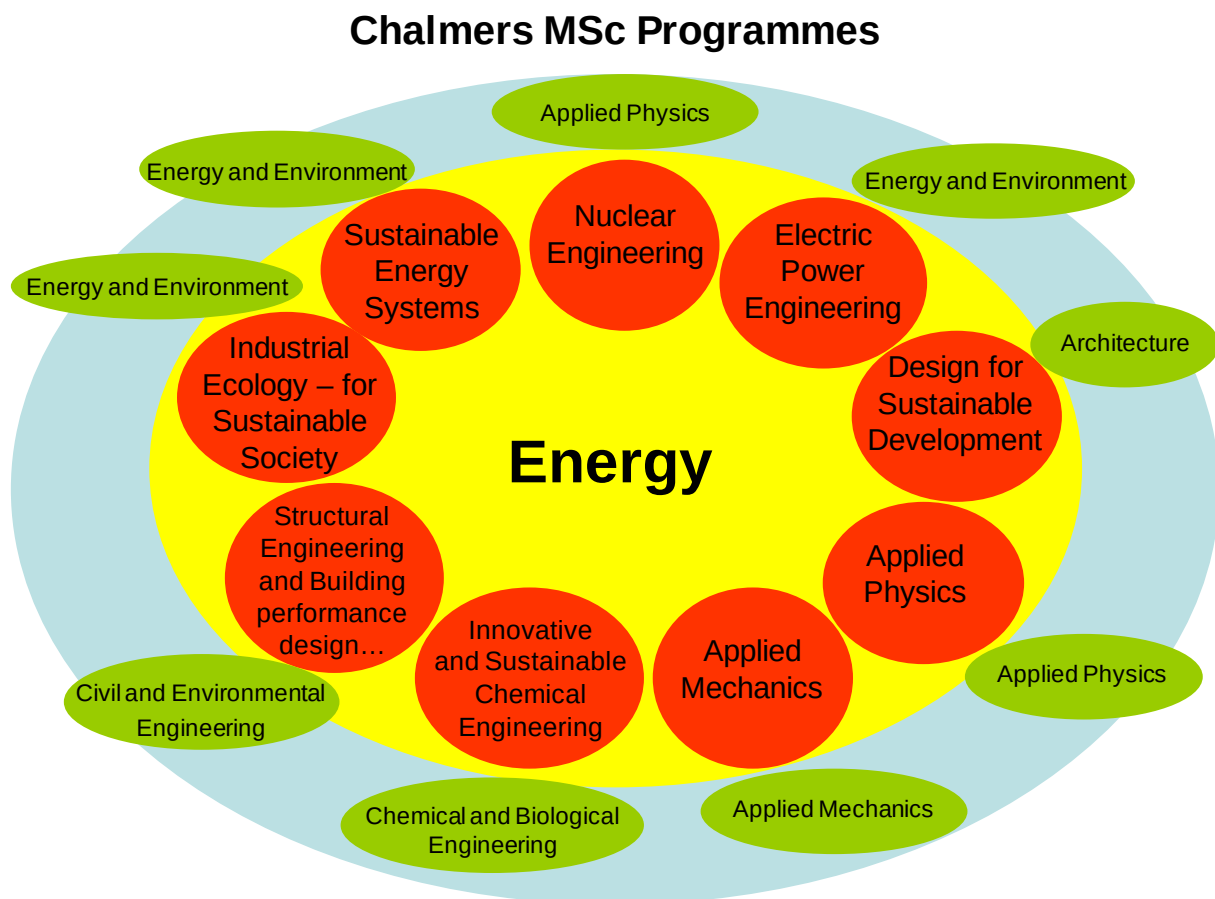


Figure 5: Chalmers MSc programmes within the energy area.

The following areas are covered:

- Electric power engineering including technology, distribution and electricity systems: – dedicated MSc programme
- Stationary sector energy systems, including heat and power production, combustion engineering, industrial energy systems, HVAC systems (heating, ventilation and air-conditioning): – dedicated MSc programme

- Nuclear engineering – currently covered by a specialisation track within the *Applied Physics* MSc programme and an elective course in Nuclear Chemistry will be offered with the *Chemistry and Bioscience* MSc programme. A new dedicated MSc programme in *Nuclear Engineering* will start in the academic year 2009/2010
- Other energy conversion technologies: elective courses such as “Fuel cells – function and materials” and “Nanotechnology for sustainable energy” are offered in the *Applied Physics* programme. The *Applied Mechanics* programme offers a course in “Gas Turbine Technology”.
- Further courses of relevance for e.g. alternative energy most likely exist but were not identified within the framework of this inventory

MSc programmes of relevance for the Energy area

Chalmers engineering education structure is organized according to the Bologna model. Students are admitted to a degree programme in Architecture or Engineering. After the first three years of undergraduate studies a Bachelor of Science (BSc) degree is awarded. Students are then guaranteed access to one of the two year Master’s programmes (MSc) accredited by their engineering degree programme. Students with a Technical Bachelor of Engineering degree can also apply to the MSc programmes as well as foreign students with a suitable background.

Since 2007, Chalmers offers 44 MSc programmes. A number of these programmes are completely dedicated to the energy area whereas others offer courses that are of relevance. Hereafter follows a brief presentation of these programmes and courses.

There are currently two MSc programmes (*Electric Power Engineering* and *Sustainable Energy Systems*) that are completely dedicated to the energy area.

Electric Power Engineering (MPEPO)

The overall purpose of the programme is to serve society and industry with fundamental and advanced knowledge in the field of electric power. The programme is intended to provide the students with state-of-the-art knowledge in electric power engineering, dwelling both on the theoretical fundamentals as well as building a good practical and experimental basis. The programme covers the four main areas within electric power engineering, i.e. high voltage engineering, electric machines and drives, power electronics, and power systems. The core courses offered are as follows:

- Power System Analysis
- Electric Drives I
- High Voltage Engineering
- Power Electronic Converters
- Power System Operation
- Electric Drives II
- High Voltage Technology
- Power Electronic Devices and Applications
- Sustainable Power Production and Transportation
- Applied computational Electromagnetics
- Power Market Management
- Power Electronic Solutions for Power Systems
- Power Engineering Design Project

The programme is open for students with a Major in Electrical Engineering or Automation & Mechatronics Engineering. All courses offered are related to the energy field. All courses offered are 7,5 hec. Students are required to select 6 core courses and conduct a thesis project within the field of electric power engineering. This programme is the third most popular MSc programme at Chalmers and is the 6th most popular on an international basis, compared to other similar programmes. Student enrollment is around 40 students per year, and some courses attract up to 75 students.

Sustainable Energy Systems (MPSES)

The aim of the programme is to prepare students for a professional career in the area of development of advanced technologies and systems that can satisfy energy demand while striving for environmental, social and economic sustainability. In addition to in-depth knowledge of energy technologies and systems, students are trained to understand the basic challenges of sustainable development, with specific focus on the challenges that face the energy system. Training is provided in the use of optimisation and modelling tools for energy systems analysis, design and planning at the technical plant level as well as at regional and international levels. In order to provide in-depth knowledge, the programme is focussed primarily on stationary energy systems (conversion, distribution and use of electricity, heat and cooling). Key focus areas include heat and power generation in the utility sector, combustion engineering (with a focus on solid fuels such as coal and biomass), industrial process energy systems, and technical systems for heating, cooling, ventilation etc. as used e.g. in buildings, marine and automotive applications. The programme is unique in that it deals with the energy system on all relevant systems levels and that the courses are integrated so as to train students to approach problem solving in an interdisciplinary way.

The first year of the programme includes the following core courses:

Heat and Power Systems Engineering

- Industrial Energy Systems
- Heating, Ventilation and Air Conditioning (HVAC) Systems Engineering
- Sustainable Development
- Sustainable Energy Futures
- Energy Systems Modelling and Planning

Elective courses offered by the programme:

- Design of Industrial Energy Equipment
- Combustion Engineering
- Air-Conditioning, Refrigeration and Heat Pump Technology

Students are also encouraged to elect courses relevant to the field of Sustainable Energy Systems that are offered by other MSc programmes at Chalmers, e.g.:

- *Automotive Engineering* programme: e.g. Internal Combustion Engines
- *Applied Mechanics* programme: e.g. Gas Turbine Technology, Heat Transfer, Convective Heat Transfer, Turbulent Flow, Compressible Flow
- *Applied Physics* programme: e.g. Fuel Cells – Function and Materials, Nanotechnology for Sustainable Energy, and the Nuclear Engineering course package
- *Innovative and Sustainable Chemical Engineering* programme: e.g. Global Chemical Sustainability, Biorefineries, Sustainable Process Performance Indicators, Ecodesign, Waste Management

- *Industrial Ecology* programme: e.g. Life Cycle Assessment, Technical Change and the Environment, Environmental Policy Instruments

The programme is open for students with the following Undergraduate profiles: Major in Mechanical Engineering, Chemical Engineering, Chemical Engineering with Physics and Energy Engineering. All courses offered by the *Sustainable Energy Programme* are related to the energy field. All courses offered are 7,5 hec. Students are required to read all 6 core courses and conduct a thesis project within the field of Energy and Environmental Systems and Technology. This programme is completely new and was offered for the first time in 2007/2008. The programme was popular from the start, attracting 25 students the first year, and around 40 students started the programme in 2008/2009. A number of the programme's courses are compulsory or strongly recommended in other programmes, and have a strong international reputation, resulting in student enrollment of up to 100.

A number of other programmes have significant energy education related content:

Innovative and Sustainable Chemical Engineering (MPISC)

This programme aims to provide the knowledge and skills necessary for improving and developing innovative processes that are environmentally sustainable as well as being technically and economically sound. Students are trained to meet new challenges for development of chemical processes that are safe, compact, flexible, energy efficient, environmentally benign, and conducive to the rapid commercialization of new products. The programme provides advanced knowledge in chemical engineering and a well-informed base in global sustainability that is vital to all engineering work. The courses cover the basis of sustainable technology, the production of renewable materials and the efficient use of energy. More in-depth knowledge in selected fields is obtained through three tracks within the programme: Sustainable Development, Modelling and Design and Pulp and Paper.

Programme plan:

Students must select 6 of the following 8 core courses:

- Global Chemical Sustainability
- Experimental Design
- Industrial Energy Systems
- Digital Control
- Adv. Chemical Engineering and Process Analytical Technology
- Biorefinery
- Computational Fluid Dynamics for Chemical Engineers
- Preliminary Plant Design

Elective courses offered by the programme include the following:

- Pollution Prevention
- Adv Separation Technology
- Ecodesign
- Sustainable Process Performance Indicators
- Heterogeneous processes
- Adv chemical reaction engineering
- Cellulose Technology
- Ecology for Engineers

- Paper technology
- Waste management

The following three courses are closely related to the energy field: Industrial Energy Systems, Sustainable Process Performance Indicators and Preliminary Plant Design. The number of courses strongly related to the energy area is thus about 20 percent, but in most of the courses some of the content is energy related. Student enrolment is around 40 students per year. The programme is open to students with the following undergraduate profiles: Major in Chemical Engineering or Chemical Engineering with Physics.

Industrial Ecology - for Sustainable Society (MPECO)

The aim of industrial ecology is sustainable development by optimising the use of resources in society. The aim of the programme is to acquire the knowledge and skills necessary to identify critical aspects of sustainability, to analyse environmental impact and resource constraints and to suggest, develop, lead and evaluate measures that promote sustainable development within a company. The focus is on technical systems and the life cycle of resources and products in an industrialized society. The programme is solution-oriented and includes conceptual frameworks and analytical tools that will facilitate the suggestion of relevant measures or policies, such as material flow analysis and design for environment. Career opportunities are primarily within areas where a systems perspective is essential, e.g. product development, management, strategic planning and research.

Programme plan:

The first year of the programme includes six compulsory courses (45 hec in total):

- Science of environmental change
- Sustainable development
- Technical change and the environment
- Applied industrial ecology
- Environmental policy instruments
- Environmental management

The programme also includes recommended elective courses, of which a number are energy-related:

- Sustainable energy futures
- Simulation of complex systems
- Life cycle assessment
- Environmentally adapted product development and manufacturing

Some of the contents in the compulsory courses in this master's programme are energy related, but energy is not a main topic in any of the courses. The students can follow elective courses with energy content. The student enrolment for this master programme is around 30 per year. The programme has a broad recruiting basis, and is open for students with the following undergraduate profiles: Major in an Engineering discipline, or Physics, Chemistry or Environmental Science.

Applied Mechanics (MPAME)

The main goal of the programme is to prepare students for a professional career in any area of engineering and development that requires an advanced knowledge of modelling,

computational and experimental issues in applied mechanics. Although the focus is on problems in mechanical engineering, students are trained to tackle real world problems that are becoming increasingly complex and require knowledge about and interaction with other technical disciplines such as infrastructure engineering (civil and architectural engineering) and environmental engineering. This interdisciplinary character is highlighted in the programme and is manifested by the role that simulation tools play in engineering practice of today.

Energy-related courses offered by the programme include the following:

- Gas turbine technology
- Mechanics of solids and fluids
- Turbulent flow
- Computational fluid dynamics
- Compressible flow
- Turbulence theory
- Turbulence modeling
- Multiphase flow

The programme is open for students with the following Undergraduate profile: Major in Mechanical Engineering, Engineering Physics, Automation & Mechatronics Engineering, Aerospace Engineering, Civil Engineering, and Chemical Engineering with Physics.

Applied Physics (MPAPP)

The aim of the programme is to give a broad but solid introduction to the experimental, theoretical and computational physics that is the basis for much of today's high technology. Particular emphasis is placed on profile areas such as material physics, biotechnical physics, and theory and modeling.

The programme offers a number of elective courses that are relevant for energy conversion:

- Fuel cells – function and materials
- Superconductivity and low-temperature physics
- Nanotechnology for sustainable energy
- Environmental measurement techniques
- Nuclear engineering I-IV (this 30 hec package of 4 course modules includes Reactor physics, Reactor technology and safety, Nuclear chemistry). Note that it is planned to expand this course package to a new master's programme scheduled to start in 2009/2010

The programme is open for students with the following Undergraduate profile: Major in Engineering Physics, Physics, Electrical Engineering, Electronics or Chemical Engineering.

Structural Engineering and Building Performance Design (MPSTR)

The programme, which is in the field of Civil Engineering, provides the students with in depth knowledge and understanding concerning mechanical behaviour and design of structural systems, and design and detailing of buildings with regard to performance, human comfort and energy use.

Programme plan:

The programme consists of an introductory part that gives perspective and a comprehensive view of structural systems, buildings and processes and a basis for further studies, a technical part that gives specialised knowledge in relevant technical fields and tools for problem solving, and a final part for in depth studies and advanced problem solving. The technical part of the programme offers two specialization tracks: “Structural Engineering” and “Building Performance Design”. The latter provides specialist training for students aiming at design and analysis of complex building systems, especially concerning performance and indoor climate during operation. It covers design of resource efficient buildings from the conceptual stage to detailing, and modelling and analysis of systems and components of both new and existing buildings. It is thus the “Building Performance Design” track that offers energy related education.

Energy related courses offered by the MPSTR programme include the following:

- Heat and moisture engineering
- Building physics
- Indoor climate and HVAC
- Building technology and building services engineering - design

The programme is open for students with the following Undergraduate profile: Major in Civil Engineering or Architectural Engineering.

Design for Sustainable Development (MPDSD)

This programme is closely linked to ongoing research in applied architecture at Chalmers. The aim is to provide skills and methods for situations of change in which design approaches are required. Students are trained to find solutions that support sustainable development in a large variety of contexts. The perspective is holistic and systemic, comprising scales from urban structures to built elements. The programme is based on studios in which real situations are handled. The programme begins with a studio dealing with design for sustainable urban development in Sweden. From this foundation students can choose between a “Southern” or a “Northern” context.

- *Southern*: Sustainable Development in Developing countries in co-operation with local universities and UN-HABITAT followed by Human Needs under Extreme Conditions.
- *Northern*: Architectural, environmental design, including an architectural competition in co-operation with civil engineers, followed by projects integrated into current research into sustainable architecture

The programme includes a number of different possible options. The table below indicates the courses that are relevant for students wishing to focus on energy issues:

Programme plan (the energy related line)

Year 1:

Quarter 1	Quarter 2	Quarter 3	Quarter 4
Sustainable Development and Design Professions, 7,5 HEC	Sustainable development in a northern context, 15 HEC	"northern"	
Sustainable development in a northern context, 7,5 HEC		Environmental approaches to sustainable design, 7,5 HEC	Resource efficient building for the future 7.5 HEC
		Sustainable design, 7,5 HEC	Communication sustainable building 7.5 HEC

Year 2:

Quarter 1	Quarter 2	Quarter 3	Quarter 4
Design for extreme environments Structural dynamics 7.5 HEC	Design for extreme environments 15 HEC	Master Thesis project in Structural Engineering 30 HEC	
Design and future challenges	Design and future challenges 15 HEC		
Research by design 7,5 HEC			

All courses offered are more or less related to the energy field. Three courses include mainly energy topics: 'Environmental Approaches to Sustainable Building', 'Architecture-Sustainable Development' and 'Resource Efficient Building for the Future'. About 25 percent of the courses are strongly energy related. Student enrolment is around 45 per year. The programme is open for students with the following Undergraduate profiles: Major in Architecture, Civil Engineering, Interior Architecture, Architectural Engineering, Physical Planning or Landscape Architecture.

New MSc programme in Nuclear Engineering

A new programme in Nuclear Engineering will be offered as of 2009/2010. Detailed planning of the programme is ongoing. The objective of the programme is to provide both basic and advanced knowledge on the physics, chemistry and technology of nuclear power, the nuclear fuel cycle, and other useful applications of radionuclides. The programme will include an introduction to the challenges of building sustainable energy systems for the future as well as the basics of nuclear physics and chemistry, radiation protection, nuclear power and reactors, nuclear fuel supply, nuclear waste management and nuclear safety and security. Public acceptance issues will also be discussed. It will be possible for students in other master's programmes to take the basic level courses as electives.

The programme will include advanced courses in the following areas:

- Reactor physics: neutron transport, core calculations, stochastic processes;
- Reactor technology and safety: single- and two-phase flow dynamics and heat transfer, reactor and system modelling, transient and safety analysis, instrumentation and control;
- Nuclear chemistry: reactor chemistry, solvent extraction, actinide chemistry, radioecology, radioanalytical chemistry.

Some of the courses will offer extensive use of hands-on exercises/projects with the same modelling tools as the ones used in the nuclear industry. Laboratory exercises will be performed both at Chalmers and at research reactors abroad.

Hereafter follows a more detailed description of the proposed programme content:

Semester 1: Compulsory course package that will also be open for students from other master's programmes. The first two courses during Quarter 1 will be designed specifically as an introduction to the subject area.

- Q 1: *Concepts in Nuclear Engineering I*, 7,5 hec
basic concepts in nuclear engineering, the nucleus and its stability, radioactive decay and radioactivity in nature, the fission reaction, overview of nuclear reactors (past, present, and future types), the use of uranium: fuel fabrication-utilization in reactor-fuel reprocessing and disposal, radiation protection, , absorption of ionizing radiation and its effect on matter
- Q 1: *Concepts in Nuclear Engineering II*, 7,5 hec
neutron physics, modeling of free neutrons, detection and measurement techniques and uses of radioactive elements, nuclear reactions, production of radionuclides and transuranium elements, radiation biology and nuclear fuel
- Q 2: *Basic Nuclear Engineering I*, 7,5 hec
principles of self-sustained fission chain reactions and application to nuclear reactors, thermodynamics of nuclear energy conversion systems, heat transfer and flow dynamics, models in nuclear engineering:
- Q 2: *Basic Nuclear Engineering II*, 7,5 hec
reactor dynamics and feedback, reactor performance, nuclear reactor safety, medical applications, the universe and the making of the chemical elements

Semester 2: Q 3 will include a compulsory course (*Nuclear Industry Applications*, 7,5 hec), and electives.

Semester 3: Q 2 will include a compulsory course in common with the *Sustainable Energy Systems* and *Industrial Ecology* programmes: *Sustainable Energy Futures*, 7,5 hec.

For *electives*, students will be encouraged to choose between a Nuclear Chemistry and a Nuclear Engineering specialisation track.

Students in the *nuclear engineering track* will be strongly recommended to read the following courses:

- Q 4: Physics of nuclear reactors during normal operation I, 7,5 hec
- Q 4: Physics of nuclear reactors during normal operation II, 7,5 hec
- Q 1 (year 2): *Physics of nuclear reactors during abnormal events*, 7,5 hec

Students in the *nuclear chemistry track* will be strongly recommended to read the following courses:

- Q 4: Chemistry of lanthanides, actinides and super-heavy elements, 7,5 hec
- Q 4: Solvent extraction, 7,5 hec
- Q 1: *Radioecology & radioanalytical chemistry*, 7,5 hec
- Q 1 (year 2): *Radiopharmaceuticals*, 7,5 hec

In addition, a number of elective courses given at Departments of Nuclear Engineering or Nuclear Chemistry will allow students to gain further specialized training, e.g.:

- Advanced reactor physics
- Advanced reactor dynamics

- Advanced neutron physics (Foderaro)
- Applied computing in chemistry
- Detectors (Knoll)
- Advanced transport theory
- Noise analysis
- Nuclear structures
- Dosimetry
- Reactor calculations during normal operation using commercial codes (models, methods, and hands-on training)
- Reactor calculations during abnormal events using commercial codes (models, methods, and hands-on training)

Energy Academy at Chalmers

In June 2008 Chalmers decided to establish "Energy Academy" at Chalmers. The task of creating the Energy Academy was entrusted to Simon Harvey (Department of Energy & Environment, Division of Heat and Power Technology, Programme Director for the *Sustainable Energy Systems* programme). The background to this decision was formulated as follows:

Chalmers has identified a need to improve coordination of courses and programmes within a number of areas that have been identified as strategically important for Chalmers, including the energy area. By constituting a number of "Academies" in these strategic areas, Chalmers intends to better communicate the research and education opportunities that these areas present to current and future students, collaboration partners and others.

Simon Harvey was appointed as Task leader for "Energy Academy" for the period 2008-08-01 through 2010-06-30. The task objectives are as follows:

1. Compile an inventory of courses and programmes at the MSc level offered at Chalmers that are relevant for the energy area.
2. Supervise the creation of an attractive web-site that presents information about courses and programmes in the energy area at Chalmers.
3. Establish contacts with industry so as to collect input about industry's needs and requirements for education within the energy area, and create a platform for dialogue with industry regarding master's thesis projects, recruiting, internships, etc. This subtask is to be undertaken in collaboration with Chalmers Energy Centre (CEC).
4. See to that the new *Nuclear Engineering* MSc programme is planned and implemented in such a way that it fits in with other courses and programmes within the energy area at Chalmers.

Future Visions

The creation of Energy Academy discussed above will provide good opportunities to further develop educational activities within the energy area at Chalmers. Several suggestions for longer term developments are listed below:

- Work together with course teaching staff so as to better specify pre-required knowledge for courses. Clearer information to students will increase the opportunities for students enrolled in a given MSc programme to read courses from other programmes
- Investigate the possibility of creating a general “Energy Master’s Programme” based to a large extent on existing courses. Such a programme could start with common core courses where all major energy types are covered. Thereafter students can select advanced courses that are well-suited to their Bachelor level background. In this way, Chalmers can train specialists with advanced knowledge about a number of aspects of energy, but with a common core knowledge and a common overview of the energy sector. It is hard today to piece together such an “all-encompassing” programme within the energy area. The situation is similar to that encountered in the environment area, where different programmes have worked hard at recommending courses to students who wish to have an environmental profile as part of their education. There are currently a number of MSc programmes within the area of environment and sustainable development that are eligible for all students at Chalmers. Some of such programmes are furthermore of relevance for the energy area.
- Develop continuing education courses. SKC has voiced interest in continuing education courses for technical personnel within the nuclear power industry. A number of courses offered at Chalmers could be of interest for this target group and others within the energy area. The creation of the new *Nuclear Engineering* programme will obviously open new opportunities for such continuing education initiatives. However, courses scheduled over 7 week reading periods at Chalmers are usually not attractive for industrial participants. One possibility could be to offer “regular” courses with an intensive schedule specially tailored for industrial participants. Another option could be to develop web-based courses such as those offered for GM in a number of areas, and open these courses for Chalmers students and external students. Laboratory exercises can be organized according to concentrated schedules that are convenient for external participants

SYNPUNKTER PÅ CHALMERS ENERGIVERKSAMHET

Vid genomförande av inventeringsarbetet kommenterade intervjuade prefekter, forskare samt föreståndare den egna verksamheten och dess energikopplingar. Dessa kommentarer har i hög grad integrerats i redovisningarna i föregående kapitel. Konstateranden och synpunkter har även framförts på CEC:s verksamhet liksom på Chalmers energirelaterade verksamhet i allmänhet. I följande avsnitt sammanfattas dessa synpunkter i ett antal punkter som berör både forskning och utbildning.

Följande kan konstateras:

- Alla de 17 institutionerna vid Chalmers bedriver med varierande styrka verksamhet som har kopplingar till energi och som har betydelse för utveckling av Sveriges energisystem. Tyngdpunkten av energiverksamheten ligger på 5-6 institutioner. Det är svårt att klart definiera vad som är energirelaterad verksamhet.
- Chalmers ligger i topp som anslagsmottagare från Energimyndigheten (ca 80 miljoner kronor per år motsvarande 22 procent av myndighetens anslag) tätt följd av KTH och Lund. Anslagen till de fyra energirelaterade kompetenscentra CERC, HTC, KCK och SHC motsvarar ca 35 procent av medlen till Chalmers.
- Av Chalmers 17 institutioner har drygt hälften anslag (större eller mindre) från Energimyndigheten. Institutionen Energi & Miljö är störst anslagsmottagare från myndigheten - ca 25 procent av medlen till Chalmers. Därefter följer institutionerna Kemi- och bioteknik och Tillämpad mekanik. Andra viktiga finansiärer för energiforskning vid Chalmers är EU, Elforsk, Mistra, Formas och VR. Bland företag kan nämnas Göteborg Energi, Vattenfall, ABB och E.ON.
- Energiforskningen vid Chalmers kännetecknas av djup och bredd med internationella spjutspetsar inom flera områden där detaljkunskaper på teknisk nivå kompletteras med systemkunskaper på hög nivå och där grundläggande och tillämpad forskning ofta sker i samverkan.
- Chalmers har en omfattande samarbete med andra forskargrupper utanför Chalmers nationellt och internationellt samt med näringslivet.
- Varumärket Chalmers är starkt och kännetecknas av kvalitet, kompetens, öppenhet och samverkan.
- Chalmers kraftfulla tidiga satsningar på miljöområdet - bildande av GMV tillsammans med GU och "Miljöinitiativet" - har bidragit till att Chalmers intagit en internationellt ledande position inom miljöområdet, vilket också påverkat energiområdet positivt.
- Medverkan i nationella och internationella strategiska allianser (exempelvis Alliance for Global Sustainability) uppfattas som mycket positivt och ger hävstångseffekt för andra satsningar.
- Bildandet av CEC och utveckling av större projekt exempelvis Pathway-projektet, kompetenscentra och mastersprogram på energiområdet har bidragit till att Chalmers energiverksamhet har uppmärksammats nationellt och internationellt.

Exempel på framförda synpunkter:

a) Chalmers energiforskning:

- Den systeminriktade energiforskningen vid Chalmers kan vara svår att förstå visavi det övergripande systemet på europeisk och global nivå.
- Viktigt med öppna arenor där forskare kan mötas och samtala och diskutera varandras verksamheter inom området.
- Kommunikationen inom Chalmers är begränsad bl.a. pga. tidsbrist
- Organisationen kan ibland upplevas som "tungrodd".

- Det är viktigt med tydlighet såväl internt som externt vad exempelvis GMV, AGS, CEC och CIT gör och vad som skiljer dem åt. En utvecklad samverkan mellan dessa enheter bedöms kunna vara positiv och intressant i det framtida forskningssamarbetet och för näringslivets utveckling.
- Samla kompetenserna inom energi, från transistornivå till ett globalt perspektiv.
- Chalmers energiforskning är svår att se och svår att hitta både internt och externt.
- Chalmers samlade styrkor utnyttjas inte till fullo p.g.a. att samverkan mellan olika forskargrupper inte sker i önskad omfattning.
- Kunskapen om vad andra forskargrupper gör inom Chalmers på energiområdet är inte sällan bristfällig – främst hos dem som inte är aktiva inom större gemensamma Chalmerssatsningar på området som exempelvis CEC, AGS och GMV.
- Chalmers verksamhet på området upplevs av många som fragmenterad såväl inom som utom Chalmers. Det kan vara svårt att få grepp om helheten och vem som gör vad.
- Ökad synlighet och tydlighet av Chalmers samlade kompetens på energiområdet bedöms som viktig och skapar nya möjligheter för såväl forskningen som utbildningen i framtiden.
- Några forskningsområden inom området upplevs som isolerade ”öar” som bör få ökad synlighet och acceptans inom Chalmers energiverksamhet.

b) CEC:s verksamhet:

- CEC:s verksamhet har fått olika genomslag inom Chalmers beroende på den roll och det uppdrag som CEC haft sedan starten. Svaghet att CEC inte representerar all energirelaterad verksamhet vid Chalmers.
- Generellt finns en positiv syn hos CEC:s forskargrupper och på den bredare roll som CEC skulle kunna spela när det gäller synliggörande av Chalmers energiverksamhet (forskning och utbildning) och kommunikation med omvärlden. Det behövs en funktion som CEC representerar och att all energirelaterad verksamhet (forskning och utbildning) bör finnas med i ett CEC, som representerar hela Chalmers energiprofil och inte bara valda delar.
- När det gäller formen för medlemskap i och finansiering av CEC finns olika uppfattningar. Här utkristalliseras två nivåer på deltagandet dels de som önskar få hjälp med information, marknadsföring och att bli synliggjorda (internt och externt) och dels de som även önskar få aktivt stöd med koordinering och mäklari för att få till stånd komplexa ämnesövergripande projekt. Information och marknadsföring är ett gemensamt intresse för hela Chalmers och bör finansieras av Chalmers centralt. Det mer specifika stödet för arbete med koordinering och ”mäklari” bör intresserade forskargrupper själva finansiera.
- Resultat från inventeringen utgör en viktig grund för vidareutveckling CEC:s roller och uppgifter inom Chalmers. En fortsatt dialog bör föras med intresserade forskargrupper för att utveckla former och finansiering för medverkan i CEC.
- CEC:s samverkan med CIT och ”Marknadsgruppen” har varit positiv och visat på en intressant potential i det framtida forskningssamarbetet och för näringslivets utveckling.

c) Chalmers utbildning på energiområdet:

- Utbildningsprogrammen vid Chalmers innehåller en mångfald av kurser som är relevanta inom energiområdet som komplement till ett antal (8 st.) mastersprogram inom området.
- Ett nytt mastersprogram *Nuclear Engineering* planeras till läsåret 2009-2010.
- Inget av mastersprogrammen täcker hela området energiomvandling, distribution och energianvändning.
- Det finns för närvarande inget utbildningsprogram på kandidatnivå inom energiområdet (energi och hållbar utveckling).’

- Energi har blivit en så viktig del av samhällsutvecklingen att det finns anledning att skapa en tydlig ingång för energiinriktad utbildning vid Chalmers.
- Utbudet av kurser med tydlig energiprofil är fragmenterat – det finns inslag i 8-9 program.
- Chalmers har som utbildningssäte ingen tydlig ”energiprofil”.
- Informationen måste bli mer lättillgänglig och tydlig för intresserade av utbildning inom energiområdet.

Sammanfattningsvis kan konstateras att Chalmers har en omfattande energiverksamhet som kännetecknas av djup och bredd med internationella spjutspetsar inom flera forskningsområden. Utbildningsprogrammen vid Chalmers innehåller en mångfald av kurser som är relevanta inom energiområdet som komplement till ett antal mastersprogram inom området. Chalmers har en bred samverkan med andra forskargrupper utanför Chalmers nationellt och internationellt samt med näringslivet. Vidare konstateras att varumärket Chalmers är starkt och skapar möjligheter inför framtiden.

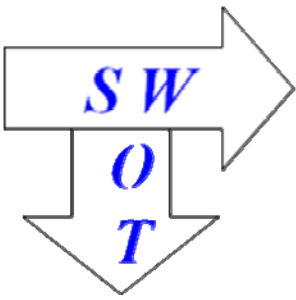
Det finns ett starkt stöd bland forskargrupperna för en funktion som CEC representerar med kompletteringen att all energirelaterad verksamhet (forskning och utbildning) bör finnas med och som representerar hela Chalmers energiprofil och inte enbart valda delar. Huvuduppgifterna för ett vidareutvecklat CEC i framtiden skulle vara dels information och marknadsföring av all energi-relaterad verksamhet vid Chalmers och dels koordinering och ”mäkleri” för initiering och genom-förande av komplexa ämnesövergripande forskningsprojekt för de forskargrupper som så önskar.

De resultat från inventeringsarbetet som redovisas i denna rapport utgör ett värdefullt underlag för vidareutveckling av CEC:s verksamhet. I följande avsnitt analyseras styrkor och möjligheter samt strategier för den fortsatta utvecklingen av den energirelaterade verksamheten vid Chalmers.

Styrkor och möjligheter - Avslutande diskussion

I nedanstående figur 6 redovisas i form av en SWOT- analys av styrkor och svagheter samt möjligheter och hot i Chalmers energiverksamhet baserad på bl.a. resultat från inventeringsarbetet. Styrkor och svagheter som redovisas på den horisontella axeln är faktorer som Chalmers själv kan påverka och utveckla medan möjligheter och hot på den vertikala axeln i hög grad bestäms av omvärlden. De rödmarkerade kvadraterna i mitten visar exempel på strategier för att möta de aktuella kopplingarna. Det bör påpekas att CEC arbetar för fullt med de aktuella strategierna och har uppnått positiva resultat. Ett fortsatt målmedvetet arbete planeras med att vidareutveckla strategier för hela Chalmers energiverksamhet.

Analysen visar sammanfattningsvis att Chalmers har styrkor för att vara en framgångsrik utförare av forskning och utbildning med internationell konkurrenskraft med möjligheter att utveckla energi-system för ett hållbart samhälle och även möta de hot som finns i en föränderlig omvärld. Det finns goda möjligheter att vidareutveckla Chalmers energiverksamhet när det gäller såväl forskningen som utbildningen på området.

 Analys och Strategier	Strengths (S) 1. Förmåga att initiera och genomföra komplexa ämnes-överskridande forskningsprojekt 2. Har tillgång till viktiga nationella och internationella nätverk för att påverka policy & program. 3. Överblickar kedjan forskning – utveckling – innovationer- marknad 4. Kan utnyttja styrkan i varumärket CHALMERS vid information och marknadsföring	Weaknesses (W) 1. Oklara ansvarsgränser och bristande samverkan inom Chalmers 2. Starkt beroende av Energimyndigheten som finansiär 3. Bristande samverkan inom Chalmers och kunskap om varandras verksamheter 4. Energiverksamheten på Chalmers upplevs som fragmeneterad och svår att överblicka såväl internt som extern.
Opportunities (O) 1. Intresse för hållbar utveckling och speciellt för energifrågorna. 2. Nationella och internationella miljömål & strategier samt EU:s direktiv och ramprogram för forskning 3. Globalisering och nya marknader 4. Nya tekniker och innovationer skapar nya förutsättningar 5. Ökad vilja till samverkan mellan akademi och näringsliv	Strategies (S/O) 1. Vidareutveckla processerna för identifiering av forskningsbehov. 2. Utveckla dialog och samverkan för genomförande av strategiska forskningsprojekt/program 3. Synliggöra och marknadsföra Chalmers energi verksamhet 4. Syntetisera och sprida kunskap och teknik till målgrupper 5. Stärka kedjan forskning – utveckling- innovationer- marknad.	Strategies (W/O) 1. Utveckla dialog omvärldsbevakning och strategiska analyser i samverkan med intressenter inom nya områden. 2. Öka finansiering från fler finansiärer bl.a. EU och företag 3. Tydliggöra ansvarsgränser och uppgifter inom Chalmers. 4. Bygga upp en samlad portal för den energirelaterade verksamheten inom Chalmers. 5. Öka samverkan med näringslivet på utbildningsområdet.
Threats (T) 1. Energi uppfattas inte lika tydlig som den är som medel för hållbar utveckling. 2. Energimyndighetens energiforskningsprogram täcker inte alla delar av energiområdet 3. Bristande kunskap externt och internt om Chalmers kompetens 4. Konkurrerande nationella och internationella forskargrupper	Strategies (S/T) 1. Kommuniera energins betydelse för en hållbar samhällsutveckling till företrädare för näringsliv och beslutsfattare. 2. Tydliggöra energiforskningens och utbildningens betydelse för utveckling av energisystem för ett hållbart samhälle. 3. Synliggöra Chalmers kompetenser och möjligheter till viktiga insatser för utveckling av hållbara energisystem 4. Skapa allianser med olika olika forskargrupper utanför Chalmers nationellt och internationellt.	Strategies (W/T) 1. Identifiera och prioritera forskningsområden i samverkan med nyckelaktörer. 2. Synliggöra och marknadsföra all energiverksamhet vid Chalmers. 3. Synliggöra utbildningen vid Chalmers och därigenom underlätta för studenter att hitta utbildningsvägar inom energiområdet vid Chalmers

Figur 6. SWOT-analys och strategier för Chalmers energiverksamhet

BILAGA 1

Pathways to Sustainable European Energy Systems

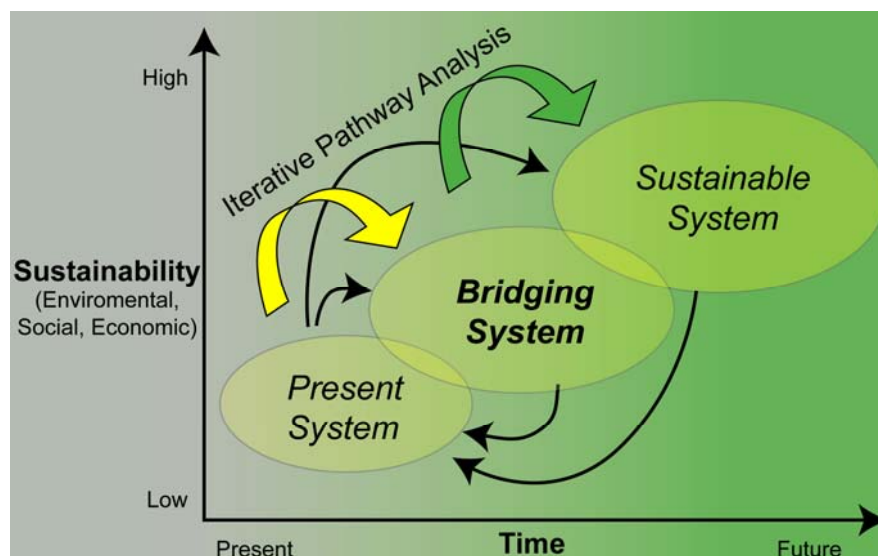
The European pathways project is a five year project with the overall aim to evaluate and propose robust pathways towards a sustainable energy system with respect to technical, economic and social issues. The focus will be on the stationary energy system (power and heat) in the European setting. Evaluations will be based on a detailed description of the present energy system and will follow how this can be developed into the future under a range of environmental, economic and infrastructure constraints. Special focus is on so called bridging technologies as depicted in the figure below.

The study is a response to the need for a large and long-term research study on European energy pathways, which can produce results of significant interest for decision makers. Consequently, the study is designed so that it can develop over time while maintaining a clear focus — a focus that should be developed in co-operation between the research community and industry.

An important basis for the study will come from a dialogue with a broad representation of the energy industry and governmental boards.

Stakeholders for this study are the European utility industry and other energy related industries, the European Commission, EU-member state governments and their energy related boards, oil and gas companies. The study has the ambition to cover all relevant aspects of the stationary energy system and is divided into several different work areas

The Pathways project is an important part of an international cooperation, the Alliance for Global Sustainability (AGS), where companies such as Ford, Du Pont and Vattenfall are involved together with MIT, ETH, Tokyo University and Chalmers. Together we work on a long-term basis, and in international projects, to be able to draw a map showing the pathways to a sustainable future. The initial phase of the project was started during 2006.



BILAGA 2

CEC:s nuvarande verksamhetsområden

CEC:s forskning har varit inriktad mot följande verksamhetsområden.

A. Förnybara energikällor som sol, vind och vatten samt lagring

Under de senaste 5-10 åren har solvärme och vindkraft i världen växt med 10-20 per år och solceller med 30-50 procent per år. År 2007 var den globalt samlade installationen vindkraft 100 GW eleffekt och solvärmeanläggningar med en värmeeffekt på ca 140 GW (Källa: EWEA och IEA). Tillsammans har dessa teknologier en stor framtida global potential. Vindkraft har goda förutsättningar att bidra även till svensk elförsörjning och solvärme har goda förutsättningar att täcka väsentliga delar av värmebehoven i våra byggnader. Dessutom finns det goda nationella förutsättningar för industriell utveckling.

Forskningen vid Chalmers innefattar:

- Planering och integration av solcells- och vindkraftsanläggningar i elsystem.
- Planering och integration av solvärme och solcellskomponenter och -system i byggnader.
- Värmelagring och värmepumpsteknik.
- Lagring av el i kondensatorer och kemiska ackumulatorer.
- Framställning av vätgas med solljus och elektrolys samt bränsleceller.
- Framställning av nya material för miljövänliga solceller.
- Miljösystemanalys och modellering av energisystem.
- Industriell tillverkning och utveckling av nya produkter och system.

B. Användning och försörjning av energi i bygg- och fastighetssektorn

En byggnads primära uppgift är att ge rätt förutsättningar för att kunna bedriva en viss verksamhet för t.ex. boende, kontorsarbete, utbildning och sjukvård. En utveckling mot bättre byggnadsdelar och värmeåtervinning, ökande krav på inomhusklimat och ett ökande antal elektriskt drivna apparater har bidragit till att allt fler byggnader får kylbehov under stora delar av året. Värmebehoven tenderar att minska och elbehoven ökar i nya och ombyggda hus. För att hantera byggnadernas energi- och miljöfrågor krävs goda kunskaper om verksamheternas behov, vad som påverkar energibehovet och vilka förutsättningar som krävs för att skapa energi- och miljöeffektiva lösningar samt hälsosamma inomhusmiljöer.

Forskningen vid Chalmers innefattar:

- Behovsanalys och behovsstyrning.
- Effektiv användning och tillförsel av energi.
- Byggnaden som energi- och klimatsystem.
- Helhetstänkande och funktionskrav i byggprocessen.

C. Framtida produktion, överföring, distribution och användning av el i Nordeuropa

Ett uthålligt elenergisystem behöver miljövänliga tekniska lösningar för produktion, överföring och distribution. Det handlar om såväl centrala som decentraliserade anläggningar/tekniker

liksom kraftvärme och annan ny el-generering. Bland viktiga frågor kan nämnas el-kvalitet och lagring samt behov av och tillgång till topp effekt.

Forskningen vid Chalmers innefattar:

- Samkörning av vindkraft och befintliga system.
- Överföring av el över långa avstånd.
- Bättre reglerbarhet, säkerhet och kvalitet i stora system.
- Ökad verkningsgrad i elsystem med kraftelektronik.
- Scenarier för framtida produktion och användning av el och fjärrvärme.
- Nordisk handel med elenergi, gröna certifikat och utsläppsrättigheter.

D. Styrmedel och klimatpolitik

Styrmedel inom energiområdet har ofta flera syften; att på kort sikt påverka beteendemönster genom ändring av rationella val och att på lång sikt främja en viss teknisk utveckling. Forskning om energipolitiska styrmedel handlar såväl om analys av införda styrmedel som av modellstudier för optimering och simulering av tänkbara, framtida styrmedels verkningar och effekter. För närvarande domineras styrmedelsforskningen inom energiområdet av klimatrelaterade frågor.

Forskningen vid Chalmers innefattar:

- Konsekvenser av Kyotoprotokollets flexibla mekanismer.
- Konsekvenser av införandet av gröna certifikat.
- Energipolitiska styrmedel på en avreglerad internationell marknad.
- Framtida kostnader för förnybar teknik och hur utveckling och innovation inom energiområdet stimuleras.

E. Helhetssyn på användning av biobränslen i industrin och samhället

Biobränslen t.ex. skogsbränsle, energigrödor, hushållsavfall och halm är ur växthuseffektssynpunkt attraktiva alternativ till fossila bränslen. Biobränslen kan omvandlas och användas i alla delar av energisystemet för uppvärmning, kraftvärme och som drivmedel i fordon. För många tillämpningsområden måste biobränslet uppgraderas. Exempel på sådan uppgradering är pelletering, framställning av drivmedel (etanol, metanol, DME) samt produktion av vätgas.

Av samtliga framtida förnybara energislag anses biobränsle ha den utan jämförelse största potentialen i det svenska energisystemet på medellång sikt (20-30 år). Idag används ca 110 TWh/år och bedömningar om möjlig ökning varierar från ca 50 % till mer än 100 % beroende på hur man ser på exempelvis förutsättningarna för ökat utnyttjande av skogsrestprodukter, skogsgödsling och omfattande energiskogsproduktion.

Forskningen vid Chalmers innefattar:

- Förbränning och korrosion i pannor
- Industriella energisystem
- Processintegration
- Miljöaspekter på och emissioner från större energisystem
- Kraftvärmesystem med biobränslen
- Systemstudier kring hur biobränsle bäst skall produceras och användas

F. Tekniker, system och konsekvenser för samhället av CO₂-separation och -lagring

Avskiljning och lagring av koldioxid från fossileldade kraftverk innebär en möjlighet att minska CO₂-utsläppen inom en relativt snar framtid till en rimlig kostnad. Därmed skulle CO₂-lagring, i t.ex. tömda olje- och gasfält samt akvifärer och liknande geologiska bildningar, kunna bidra till kraftigt reducerade utsläpp av koldioxid speciellt innan förnybara tekniker av kostnadsskäl ännu inte fått någon större betydelse i energisystemet. Avskiljning och lagring av koldioxid fungerar både vid kraft- och vätgasproduktion.

Forskningen vid Chalmers innefattar:

- Tvåstegsförbränning via syrebärare.
- O₂/CO₂-förbränning.
- Politiska och sociala konsekvenser av införandet av CO₂-lagring.
- Analyser av infrastruktur för värme- och elproduktion.
- Strategiska vägval för det europeiska energisystemet.
- Teknikens betydelse för utveckling av ett hållbart energisystem.

G. Transportsystem och infrastruktur

Uthålliga transporter och uthållig mobilitet handlar om att skapa tillgänglighet så att resurser inte förslösas och att negativ miljöpåverkan undviks. Tillgänglighet är ett angeläget samhällsmål som innebär att alla människor (som individer eller som del av olika grupper) skall ha tillgång till alla platser, tjänster och aktiviteter. Genom ett fokus på tillgänglighet, som centralt begrepp, öppnas för innovativa insatser som bryter gamla gränser eftersom transporter av gods och människor har beröringspunkter med markanvändning och dess planeringsprocess, transportlösningar och deras effekter i trafikprocessen samt energiförsörjning och energiomvandlingsprocesser. I detta komplexa sociotekniska system står delarna ofta i ett motsatsförhållande till varandra. Fokus i den verksamhet som hör till CEC är att utifrån god kunskap om teknikens möjligheter och begränsningar och om stadens karaktär identifiera möjliga sätt att reducera eller avlägsna dessa problem och potentiella konflikter.

Forskningen vid Chalmers innefattar:

- Utveckla metoder/modeller som stöder beslutsfattare inom stadsplanering att på ett uthålligt sätt bryta strukturella hinder för olika transportlösningar.
- Utveckla uthålliga transportlösningar som effektiviserar transportarbetet för både människor och gods och som minskar negativa miljöeffekter.
- Utveckla förnybara bränslen och identifiera en långsiktig och uthållig bränslestrategi för transportsektor.

Insatserna inom dessa områden kommer att följas upp under året bl.a. för att ge underlag för eventuella förändringar/tyngdpunktsförskjutningar.

BILAGA 3

Fördelning av medel till energiforskning

Fördelning av beviljade anslag från Energimyndigheten till de största universiteten och högskolorna för 2007 samt perioden 1998-2007 framgår av nedanstående tabell 1.

Tabell 1: Beviljade anslag från Energimyndigheten till de största universiteten och högskolorna i Sverige

Energimyndigheten beviljat UoH: 1998-2007 per 31 december 2007 (mkr)					
Universitet/Högskola	UoH	UoH 2007	2007 %	S:a 1998-07	Proc.1998-07
Chalmers Tekniska Högskola	CTH	79,7	21,90 %	551	21,80 %
Kungliga Tekniska Högskolan	KTH	73	20,10 %	499,8	19,80 %
Lunds Universitet	LU	48,5	13,40 %	498,7	19,70 %
Uppsala Universitet	UU	38,2	10,50 %	203	8,00 %
Växjö Universitet	VXU	42,3	11,70 %	194,9	7,70 %
Sveriges Lantbruksuniversitet	SLU	21,2	5,80 %	189,2	7,50 %
Linköpings Universitet	LIU	31,5	8,70 %	152,7	6,00 %
Luleå Tekniska Universitet	LUTH	8,5	2,30 %	68,2	2,70 %
		363	100 %	2 526,70	100 %
Summa största UoH		342,8	94,40%	2 357,50	93,30 %
Övriga UoH		20,1	5,60 %	169,2	6,70 %

Anm. Växjö Universitet Tilläggsfinansiering till EU-projektet Värnamo förgasningsanläggning

35 mnkr 2004, 40 mnkr 2005, 106 mnkr 2006, 42 mnkr 2007 och 27 mnkr 2008

Som framgår av tabellen ligger Chalmers i topp som anslagsmottagare från Energimyndigheten (ca 80 miljoner kronor per år motsvarande ca 22 procent av myndighetens anslag) tätt följd av KTH och Lund. Anslagen till de fyra energirelaterade kompetenscentra CERC, HTC, KCK och SHC motsvarar ca 35 procent av medlen till Chalmers. De har tillsammans 28,5 miljoner kronor per år eller 116,5 miljoner kronor från Energimyndigheten under en fyra-årsperiod.

En genomgång av det ekonomiska databassystemet vid Chalmers visar att drygt hälften av Chalmers 17 institutioner har anslag (större eller mindre) från Energimyndigheten. Institutionen Energi & Miljö är störst anslagsmottagare från myndigheten - ca 25 procent av medlen till Chalmers. Därefter följer institutionerna Kemi- och bioteknik och Tillämpad mekanik. Andra viktiga finansiärer för energiforskning vid Chalmers är EU, Elforsk, Mistra, Formas och VR. Bland företag kan nämnas Göteborg Energi, Vattenfall, ABB och E.ON. De fyra energirelaterade kompetenscentra HTC, KCK, CERC och SHC har tillsammans 28,5 miljoner kronor per år eller 116,5 miljoner kronor från Energimyndigheten under en fyra-årsperiod.

Inventeringsarbetet visar att i princip alla institutioner vid Chalmers bedriver energirelaterad forskningsverksamhet som har eller på sikt kan få betydelse för utveckling av Sveriges energisystem. Det föreligger dock svårigheter att klart definiera vad som menas med energirelaterad forskning. Vid en närmare analys presenterad tidigare i denna rapport bedöms den energirelaterade verksamheten vid Chalmers omfatta omkring en tredjedel av verksamheten (se sid. 32).

Chalmers EnergiCentrum – CEC
Chalmers tekniska högskola
Chalmers Teknikpark, 412 88 Göteborg
Tel 031-772 1000
E-post info@cec.chalmers.se
www.cec.chalmers.se

Denna rapport redovisar resultat från inventering av Chalmers energiverksamhet 2008. Resultaten visar på en omfattande verksamhet inom energiområdet vid Chalmers när det gäller såväl forskning som utbildning. Verksamheten kännetecknas av djup och bredd med internationella spjutspetsar inom flera områden där detaljkunskaper på tekniknivå kompletteras med systemkunnande på hög nivå och där grundläggande och tillämpad forskning ofta sker i samverkan. Rapporten visar på Chalmers styrkor inom området men även på vissa svagheter. Det finns bl.a. ett uttalat behov bland forskargrupperna att öka synliggörande av verksamheterna såväl internt som externt och att marknadsföring av Chalmers samlade energiverksamhet bör intensifieras och här skulle CEC kunna spela en viktig roll i framtiden.