

STUDIEPLAN FÖR FORSKARUTBILDNING I ENERGITEKNIK

ÄMNESBESKRIVNING

Ämnesområdet Energiteknik innefattar flera delområden med olika tillämpningar. Inom institutionen bearbetas således energiomvandling för kraftproduktion såväl som rationell energianvändning och energibesparing i byggnader och vid industriella processer. Miljöaspekter är viktiga. Institutionens olika professurer har olika inriktningar men de teoretiska grunderna - termodynamik, strömningslära, värmeöverföring - är i stor utsträckning gemensamma. En forskarutbildning med en speciell inriktning exempelvis inom ett av professurernas ämnesområde ger därför stor flexibilitet i arbetslivets mångfald av tillämpningar.

Forskarutbildningen och avhandlingsarbetet inriktas i allmänhet mot ett av institutionens tillämpningsområden, men samarbete med andra discipliner är ofta fruktbart och stimuleras. Vid institution finns följande avdelningar företrädda av professurer (inom varje avdelning kan det finnas forskargrupper med olika specialinriktningar):

- Tillämpad termodynamik och kylteknik (ämnesföreträdare Prof. Eric Granryd)
- Uppvärmings- och ventilationsteknik (ämnesföreträdare Prof. Folke Peterson)
- Kraft och värmeteknologi (ämnesföreträdare Prof. Torsten Fransson)
- Reaktorteknologi (ämnesföreträdare Prof. Jan Blomstrand).
- Kärnkraftsäkerhet (ämnesföreträdare Prof. Bal Raj Sehgal)

Tillämpad termodynamik och kylteknik har en naturlig inriktning till energiomvandling och värmeöverföring. I första hand avses termodynamik med maskintekniska tillämpningar.

Det viktigaste tillämpningsområdet vid avdelningen är kylteknik som innefattar termodynamisk analys av arbetscykler och processer, arbetsmedier och deras egenskaper, komponent och systemstudier för olika tillämpningsområden inklusive värmepumpar och värmeåtervinning. Teori och analys av olika former av värmetransporter ingår i ämnet med en mångfald av tillämpningar även utanför kylteknikens.

Uppvärmnings- och ventilationsteknik är ett installationstekniskt ämne som syftar till att undersöka, använda och framställa anläggningar för konditionering av luft och uppvärmning av byggnader. Förutom den apparattekniska delen kräver ämnet klimattekniska beräkningar för värdering av det inre klimatet i bland annat byggnader, farkoster och industrier. Till de anordningar vars egenskaper måste bedömas hör värmetekniska apparater och utrustningar samt metoder för mätning av inomhusmiljön, kontroll av anläggningars egenskaper etc.

Kraft och värmeteknologi har tillämpningar inom produktionen av kraft och/eller värme. Övergripande processstudier av olika typer av "klassiska" system, men i synnerhet nyare processer, utgör en väsentlig del i avdelningens verksamhet. Alternativa energikällor studeras även. Komponenterna i de olika kraft- och värmecyklerna såsom kompressorer, brännkammare, pannor, turbiner behandlas i detalj. Ett flertal forskningsprojekt är koncentrerade på stationära och instationära effekter i turbiner och brännkammare.

Reaktorteknologi omfattar produktion av framförallt elenergi medelst neutroninducerad fission, populärt benämnt "kärnkraft". Ämnesområdet är mycket brett. Det omfattar - och sammanväver - ett stort antal discipliner av både teoretisk och praktisk natur alltifrån kärntekniska grunder, reaktorfysik och värmeövergång till dimensionering av enskilda komponenter i kärnkraftverk, inklusive säkerhetssystem och underhåll. Vid sidan om den "inre" bränslecykeln" (kärnbränslets utbränning i reaktorhårdar) ingår även den så kallade "yttre bränslecykeln": utvinning av uran, isotopseparation ("anrikning"), konvertering, bränslefabrikation, eventuell upparbetning av utbränt kärnbränsle alternativt "mellanlagring", samt slutförvaring. Av naturliga skäl adresserar ämnet i stor utsträckning den verksamhet som bedrivs inom kärnkraftområdet i Sverige, men eftersom kärnkraften är en mycket internationell bransch beaktas även konstruktioner av kärnkraftverk som finns utomlands.

Verksamheten på avdelningen för **Kärnkraftsäkerhet** är primärt inriktad mot säkerhetsvärdering av kärnkraftanläggningar men även olika skeden i kärnbränslecykeln, som t ex lagring, transport och avfallshantering, utgör en viktig verksamhet. Detta utbildnings- och forskningsområde integrerar kunskaper inom reaktorfysik, strömningslära, värmetransporter, materialbeteende vid strålning och höga temperaturer, hållfasthetslära, övervakning och instrumentering på kärnkraftverk mm. Säkerhetsstudier på kärnkraftverk är främst inriktade på svåra och konstruktionsstyrande haverier, där realistiska experiment och detaljerade analyser utgör de viktigaste metoderna.

MÅL FÖR UTBILDNINGEN

Forskarutbildningen i Energiteknik syftar till att ge kompetens som är lämpad för forsknings- och utvecklingsarbete inom ämnesområdet. Som ett led i detta skall utbildningen ge erfarenhet av vetenskaplig arbetsmetodik och av eget forskningsarbete. Ett syfte är också att ge vidgade kunskaper inom hela energitekniken och ställa dessa i relation till grundläggande naturvetenskapliga lagar och till industriellt utvecklingsarbete inom ämnesområdet. Utbildningen anpassas till den forskarstuderandes intresseinriktning.

BEHÖRIGHETSVILLKOR

Behörig att antagas till forskarutbildning i energiteknik är den som avlagt civilingenjörsexamen vid någon av utbildningslinjerna M, B, D, E, F, I, K, T eller V eller har motsvarande kompetens.

Kunskaper i svenska fordras normalt. Den studerande måste också kunna kommunicera obehindrat på engelska, muntligt såväl som skriftligt.

FÖRKUNSKAPSREKOMMENDATIONER

Forskarutbildningen i energiteknik bygger på förkunskaper som svarar mot vad som inhämtas i grundutbildningens kurser med inriktning mot ett av tillämpningsämnena inom institutionen. Det förutsätts att den studerande klarat minst vad som svarar mot grundutbildningens allmänna kurser som ges inom energiteknik (inklusive samtliga förberedande kurser, speciellt avseende termodynamik, värmetransporter och strömningslära). Det är en fördel om examensarbete har utförts i ett av ämnena.

UTBILDNINGENS UPPLÄGGNING

I forskarutbildningen ingår en kursdel samt ett forskningsarbete. Forskningsarbetet skall dokumenteras i form av en avhandling som för doktorsexamen försvaras vid en offentlig disputation och för licentiatexamen vid ett seminarium.

Doktorsexamen svarar normalt mot c:a 4 års heltids arbete med studier och forskning; och för licentiatexamen är motsvarande tid c:a 2,5 år.

KURSER

Allmänt

För doktorsexamen fordras (normalt) kurser som sammanlagt svarar mot 40 - 60 poäng och för licentiatexamen fordras 25 - 40 poäng, beroende på individuell kompetens och avhandlingens inriktning. Kurser som ingår i forskarutbildningen finns förtecknade separat, se kursbilaga.

Det finns obligatoriska och valfria kurser enligt kursbilagan. Urval av kurser enligt individuella önskemål skall göras i samråd med handledaren. En viss del av kurserna bör läsas vid annan institution liksom vid annan avdelning än den som svarar mot specialinriktningen. Högst 10 poäng får utgöras av kurser på grundutbildningsnivå, (dock endast i den mån de ej ingår i grundexamen). Det är en fördel om forskarutbildningskurser, "doktorandkurser", väljes

(frivilligt) inom ramen för civilingenjörsutbildningen. Dessa får tillgodoräknas i forskarutbildningen.

Litteraturgranskning och projekt

Litteraturgranskning och projektarbete kan ingå som kursmoment omfattande 5 till 10 poäng (normalt 5 poäng för licentiatexamen och upp till 10 poäng för doktorsexamen). Resultat av sådana studier skall dokumenteras i form av en skriftlig rapport.

AVHANDLING

För att slutföra forskarutbildningen inom den normala studietiden bör avhandlingsarbetet påbörjas tidigt i studierna. En studerande skall under studietiden aktivt delta i seminarieverksamhet vid avdelningen.

Delredovisningar bör göras under arbetets gång. Resultat av forskningsarbetet bör således redovisas efterhand, genom föredrag vid seminarier eller om möjligt vid internationella konferenser och genom publikationer i välrenommerade tidskrifter.

Licentiatexamen

Licentiatexamen syftar till att ge en god grund för exempelvis industriell FoU-verksamhet men den kan också avläggas som en mellanexamen på väg till doktorsexamen. Som ett viktigt led i utbildningen ingår att den studerande skall genomföra ett forskningsarbete. Resultatet av arbetet skall sammanfattas i en rapport, företrädesvis på engelska, i en sammanhängande avhandling (monografi) eller som en sammanläggning av rapporter och publikationer med en inledande och sammanfattande del (sammanläggningsavhandling). De enskilda artiklarna kan vara del i en framtida doktorsavhandling. Licentiatavhandlingen presenteras och försvaras vid ett offentligt seminarium, där en extern opponent engageras. Huvudhandledaren beslutar om avhandlingen är godkänd eller ej.

Doktorsexamen

Forskningsarbetet skall redovisas i en avhandling, företrädesvis på engelska. Denna kan antingen utformas som en sammanhängande avhandling (monografi) eller som en sammanläggning av rapporter och publikationer med en inledande och sammanfattande del (sammanläggningsavhandling). Avhandlingen publiceras och försvaras vid en offentlig disputation, med en extern opponent. En av fakulteten utsedd betygsnämnd beslutar om avhandlingen är godkänd eller ej.

Utöver de regler som här angetts gäller allmänt bestämmelser och rutiner som fastställts inom delfakulteten MMT och KTH centralt.

Kurser i forskarutbildning vid Institutionen för Energiteknik, KTH:

Normalt obligatoriska kurser

4A5001	Forskningsmetodik:	2 - 6 poäng
	Delmoment 1: Vetenskapsteori (FP) (2p)	
	Delmoment 2: Experimentell mätteknik (TF) (2p)	
	Delmoment 3: Projektledning (ME) (2p)	
4A5002	Forskarseminarier i energiteknik (Normalt max 4 p för Lic- /6 p för Dr-examen 2 poäng/år)	1 - 6 poäng

Valfria kurser

Beroende på inriktning skall i samråd med handledare ett urval ske bland följande kurser, men även kurser utanför listan kan ifrågakomma:

4A5003	Numeriska metoder	4 poäng
4A5004	Litteraturgranskning	5 - 10

Tillämpad termodynamik och kylteknik:

4A5101	Kylteknik system och tillämpningar	8 poäng
4A5102	Kylteknik teori och komponenter	9
4A5104	Lågtemperaturteknik (kryoteknik)	7
4A5106	Termodynamik	7
4A5107	Termodynamik (binära system)	8
4A5108	Värmepumpsteknik, system och värmekällor	8
4A5109	Värmeöverföring	8

Uppvärmnings- och ventilationsteknik

4A5207	Industriventilation	3 poäng
4A5208	Kläders värmetekniska (termiska) egenskaper	5
4A5213	Mätteknik för VVS	5
4A5216	Statistiska metoder	8
4A5218	Termisk komfort	5
4A5221	Uppvärmnings- och ventilationsteknik, system	7
4A5222	Uppvärmnings- och ventilationsteknik, teori	7
4A5226	Aerosolteknik	8
4A5228	Naturlig belysning	5
4A5229	Utomhusklimat	6
4A5230	Solenergi, allmän kurs	6
4A5231	Naturlig kylning av byggnader	6

Kraft- och värmeteknologi

4A5301	Elementär gasdynamik	2 - 4 poäng
4A5303	Instrumentering och reglering (termisk energiteknologi)	10
4A5307	Strömningslära (för termisk energiteknologi)	10
4A5308	Termiska turbomaskiner	5 - 10
4A5311	Turbulensteori för termisk energiteknologi	7
4A5314	Ånganläggningsteknik o allmän energiekonomi	5 - 10
4A5328	Aeroelasticitet i turbomaskingitter	5 - 10
4A5329	Mätteknik i energiteknik	5 - 10
4A5332	Advanced topics in combustion (Specialområde i förbränningslära)	5
4A5333	Advanced topics in thermal engineering (Specialområde i turbomaskiner)	2 - 8
4A5334	Novel Power Cycles with Special Attention to Combined Cycles (Moderna kraftcykler, med speciell inriktning mot kombicykler)	5 - 10

Reaktorteknologi

4A5406	Reaktorteknologi med tillämpningar på lättvattenkylda verk	6 poäng
4A5407	Dynamik och transientbeteende för lättvattenkylda verk	6
4A5408	Reaktorteknologi för alternativa Reaktorkoncept	6
4A5409	Inre och yttre bränslecykler för olika typer av reaktorer	6
4A5410	Processdynamikstudier av kärnkraftverk via signalanalys	6

Kärnkraftsäkerhet

4A5501	Nuclear Power Safety	4 poäng
4A5502	Nuclear Power Safety: Design-Base Accidents	4
4A5503	Nuclear Power Safety: Severe Accidents	6
4A5504	Numerical Methods - Single and Two Phase Flow	8
4A5505	Nuclear Power Safety Project	4 - 8
4A5506	Nuclear Reactor Thermal Hydraulics	6

Rekommenderade kurser från andra institutioner

3C5701	Teknisk Strömningslära	6 poäng
5C5033	Strömningsmekaniska gränsskikt	8
5C5039	Experimentella metoder i strömningsmekaniken	5

Grundkurser

5B1730	Optimeringslära, gundkurs för M	4
5C1204	Strömningsmekanik, större kurs	6
5C1206	Kompressibel strömning, större kurs	6
5C1207	Gränsskiktsteori och termisk konvektion	5
5C1940	Numerisk strömningsmekanik	4
5C1965	Experimentella metoder inom strömningsmekanik	3,5
5C1992	Turbulens	4,5
2D1260	Finita elementmetoden	4
2D1263	Tekniskt vetenskapliga datorberäkningar	4
2D1280	Strömningsmekaniska beräkningar	4
2E1200	Reglerteknik, allmän kurs T	4