

Uddannelsesplan for el-området 2006 - 2009

Udarbejdet af:
Center for Elteknologi (CET)
Sektion for Elteknik (Eltek)
Sektion for Automation (AU)



November 2006

Indhold

1. Indledning
 2. Aftagere og kompetencer
 3. Aftagernes situation
 4. Strategi og mål
 5. Uddannelsens struktur
 6. Rekrutteringsgrundlag
 7. Uddannelsens faglige profiler
 8. Bachelor-niveau
 9. Master-niveau
 10. Fagligt og socialt miljø
 11. Styrke gennem samarbejde
 12. Ressourcer
- Referencer

Kontakt:

*Centerleder, professor Jacob Østergaard
Ørsted•DTU
Danmarks Tekniske Universitet
Elektrovej, bygning 325
2800 Kgs. Lyngby*

*Tlf.: 45253501
e-mail: joe@oersted.dtu.dk*

Forsidefoto: Lars Bahl

Resumé

Fremtidens velfærd og vækst forudsætter, at der uddannes dygtige ingeniører med kompetencer inden for elteknologi.

Der er betydelige udfordringer forbundet med at sikre en fremtidig energiforsyning, der er både pålidelig, miljøvenlig og økonomisk effektiv. Det kræver nye talenter.

Den danske energiindustri er i betydelig vækst og har potentiale for både en forsat øget dansk energieksport og skabelse af flere nye arbejdspladser. Også dette stiller krav om, at der uddannes flere el-ingeniører.

Den foreliggende uddannelsesplan beskriver mål og tiltag for faglige og strukturelle tilpasninger af el-ingeniøruddannelsen på DTU for her igennem både at fastholde, styrke og modernisere el-ingeniøruddannelsen og øge antallet af el-ingeniøruddannede fra DTU.

Nærværende uddannelsesplan er udarbejdet på baggrund af drøftelser med industrien og branchen. Planen har været i høring hos repræsentanter for industrien og branchen, og som led i høringen har planen været forlagt og drøftet med de eksterne repræsentanter på et møde den 16. juni 2006.

Uddannelsesplanens strategier og mål forudsætter prioriteringer og tilførsel af ressourcer til uddannelsesområdet på DTU. For at de opstillede mål og strategier kan nås, forudsættes tilslutning fra både DTU's ledelse og branchen.

Uddannelsesplanen indeholder tre centrale elementer.

For det første en målsætning om årligt at uddanne mindst 30 ingeniører inden for el-området til det danske arbejdsmarked heraf 2/3 på civilingeniørniveau. Dette er et nødvendigt bidrag for at undgå, at der opstår en alvorlig mangel på el-ingeniører i Danmark. Målet kan kun nås ved at øge rekrutteringsgrundlaget til den videregående uddannelse.

Med det nuværende rekrutteringsgrundlag kan der ikke forventes uddannet mere end 5-10 el-ingeniører om året til det danske arbejdsmarked. I planen foreslås derfor etableret en målrettet bacheloruddannelse med fokus på energiteknologi, som kvantitativt og kvalitativt kan være fundamentet for uddannelsen af det antal el-ingeniører, som efterspørges.

For det andet foreslås en konkret tilpasning af udbuddet af kurser, så uddannelsen bliver tilrettelagt i overensstemmelse med erhvervslivets fremtidige kompetencebehov og så uddannelsen kan tilfredsstille de udfordringer og krav, som møder fremtidens el-ingeniører. Kvaliteten af uddannelsen skal være i top og matche de bedste uddannelser på området internationalt, og der opstilles i planen konkrete mål og tiltag for dette. Endvidere skal fagområdet have et attraktivt studiemiljø, som kan bidrage til de studerendes velbefindende og skabe positiv omtale blandt de studerende.

For det tredje er målet med planen at sikre både øget integration og samspil mellem el-ingeniøruddannelsen på tværs af uddannelsesinstitutioner herunder Ingeniørhøjskolerne og forsat øget samarbejde om uddannelsen mellem DTU og den danske energibranche. På tværs af uddannelsesinstitutionerne lægges der op til en styrkelse og rationel anvendelse af undervisningskræfterne ved at styrke studiemiljøerne og samtidig sikre en maksimal ressourcenyttelse. I planen opstilles konkrete tiltag med henblik på målrettet at inddrage flere industrielle partnere og andre i uddannelsen og undervisningen.

1. Indledning

Uddannelsesplanen for el-området beskriver strategi for og implementering af el-ingeniøruddannelsen på DTU i perioden 2006 - 2009. Planen tager samtidig sigte på at styrke uddannelsen af el-ingeniører gennem samarbejde med branchen og andre uddannelsesinstitutioner.

Baggrunden for uddannelsesplanen er bl.a. de seneste års reduktion i antallet af nyuddannede ingeniører inden for el-området. I dag uddannes kun 1 ingeniør, hver gang 3 går på pension [1].

I branchen anser man udviklingstendensen for at få alvorlige og uheldige konsekvenser, hvis den ikke rettes op. Branchens analyse af behovet for el-ingeniører bør DTU ikke sidde overhørig, og som universitet med et ledende fagligt miljø, bør DTU påtage sig opgaven at uddanne en væsentlig andel af de el-ingeniører, der efterspørges af erhvervet.

Formålet med uddannelsesplanen er at sikre en sammenhængende uddannelse på el-området og at nytænke uddannelsen af el-ingeniører både kvalitativt og kvantitativt.

Det er også formålet med planen at skabe de nødvendige rammer om uddannelsen og at anvise konkrete handlingsvejledende tiltag.

Planen beskriver indledningsvis generelle forhold omkring uddannelsen herunder vision, profil og struktur.

Derefter beskriver planen de konkrete uddannelser, hvori el-området indgår. Dette inkluderer uddannelse på både på diplom-, bachelor-/master- og ph.d.-niveau.

Med udgangspunkt i de beskrevne tiltag vil uddannelsesplanen blive anvendt til prioritering og styring af ændringer i den nuværende uddannelse og det nuværende kursusudbud. Planen vil desuden danne rammerne om styring af øvrige uddannelsesrelaterede aktiviteter inden for området.

Fagligt omfatter uddannelsesplanen el-området. Ved el-området forstås i denne plan uddannelse med fokus på et eller flere af områderne: elsystemer, eltekniske anlæg, automationssystemer inden for elsystemet og højeffektelektronik i elforsyningen.

I en uddannelse inden for el-området indgår også andre områder, som er relevante, herunder vindkraftteknologi, kraftværksteknologi, IT, kommunikation, økonomi og ledelse etc. Disse områder inddrages også i planen.

Organisatorisk er aktiviteterne centreret på Ørsted • DTU inden for Center for Elteknologi (CET), Sektion for Elteknik (Eltek) samt dele af Sektion for Automation (AU). Hertil kommer andre dele af DTU, som udbyder kurser m.v., som indgår i en uddannelse på el-området.

For Center for Elteknologi (CET) indgår uddannelsesplanen som led i udmøntningen af centrets overordnede strategi, som er beskrevet i dokumentet "Center for Elteknologi, Mission – Vision – Strategi" [2].

2. Aftagere og kompetencer

Det er væsentligt at identificere målgruppen for uddannelsen på el-området og målgruppens fremtidige behov for kompetencer. Dette er afgørende for vægtning, indhold og omfang af uddannelsen.

Aftagerne af el-ingeniører, som uddannelsen henvender sig til, omfatter bl.a.

- Energiforsyningselskaber, herunder produktion, transmission og distribution
- Energiindustri, f.eks. vindmøllevirksomheder, MKV producenter, effektelektronik
- Udviklingsvirksomheder, f.eks. vedr. nye energiteknologier
- Forskningsinstitutioner
- Rådgivende ingeniørfirmaer
- Offentlige institutioner

Der er tradition for, at ingeniører uddannet inden for el-området er i stand til at varetage et bredt spekter af jobs og arbejdsopgaver. Dette hænger sammen med, at det er en multidisciplinær uddannelse, som giver de studerende kompetencer, som kan anvendes inden for mange områder. Det omfatter f.eks. industriel automatisering, IT-området, telesektoren, transportsektoren etc.

Jobfunktionerne hos aftagerne er primært:

- Tekniske beregninger
- Planlægning, drift og vedligehold af elsystemer og anlæg
- Projektering
- Energiplanlægning
- Drift og vedligehold af elanlæg
- Forskning og udvikling
- Ledelse

De kompetencer som er væsentlige at tilegne sig i uddannelsen omfatter teoretiske og tekniske kompetencer, som er nødvendige for at varetage ovennævnte jobfunktioner. Det indebærer kompetencer vedrørende:

- Elektriske systemer
- Produktion, transmission og distribution af elektricitet
- Elektriske anlæg og komponenter
- Effektelektronik
- Styring, regulering og overvågning
- Økonomi og marked
- Kommunikationsteknologi
- IT-teknologi
- Projektarbejde og projektledelse

Udviklingen inden for området indebærer, at der kommer øget fokus på udnyttelse af nye teknologier som informations- og kommunikationsteknologi (ICT), nye styringsstrategier, miljøvenlige elproduktionsformer samt anvendelse af markedsbaserede løsninger [3]. De kompetencer, som aftagerne har behov for, afspejler denne udvikling.

Mål:

- *Vi vil fortsat uddanne ingeniører som efterspørges af de traditionelle aftagere inden for energibranchen. De kompetencer, som de studerende skal opnå gennem uddannelsen, skal matche udviklingen i branchen og hos aftagerne, dvs. de skal opnå en solid kerne af klassisk elteknisk viden i kombination med kompetencer inden for nye områder, som ICT, marked og automation.*

3. Aftagernes situation

Gennem de seneste år er der sket en reduktion af antallet af nyuddannede ingeniører inden for el-området. I dag uddannes i Danmark kun 1 el-ingeniør hver gang, der går 3 på pension. Denne udvikling vil - hvis den ikke rettes op - få alvorlige konsekvenser for situationen i branchen. Årsagen til reduktionen skal findes både i lukning af el-ingeniøruddannelsen på uddannelsesstederne og i et mindre antal studerende inden for området på de resterende uddannelsessteder.

Branchen ser med stor alvor på udviklingen, og har derfor igangsat en række initiativer bl.a. for at sikre uddannelsen af det nødvendige antal kandidater.

Dansk Energi, som repræsenterer de danske el-selskaber, har iværksat en række initiativer med det formål at øge antallet af uddannede el-ingeniører. Dansk Energi har udarbejdet en handlingsplan og for at styrke uddannelsesområdet har brancheorganisationen til brug for genopretning afsat 13 mio. kr. i perioden 2006-2010 [4]. Dansk Energi ønsker i samarbejde med uddannelsesinstitutionerne at medvirke til 1-2 konkrete uddannelsesinitiativer.

Også i regi af Vindmølleindustrien, som repræsenterer den danske vindkraftbranche, er der igangsat aktiviteter for at få uddannet ingeniører til den vækst, som sker inden for dette område (25-30 % om året).

Vindmølleindustrien peger på maskin- og stærkstrømsområderne som områder med særligt store behov. Der er udarbejdet en plan, hvor der foreslås etableret en talentfabrik, der kan skabe et stærkere bindeled mellem industrien og de ingeniørstuderende, og som er målrettet 3.- 4. semester af uddannelsen. Desuden foreslår vindmølleindustrien, at der etableres kompetencecentre med udgangspunkt i uddannelsesstedernes faglige styrkepositioner. Som led heri foreslår Vindmølleindustrien, at der etableres et kompetencecenter på DTU inden for nettilslutning af vindmøller og stærkstrøm [5].

Tiltag:

- *Vi ønsker at indgå i en dialog med Dansk Energi om formulering af konkrete initiativer med det formål at øge antallet af uddannede el-ingeniører. Vi ønsker at anvende denne uddannelsesplan som et udgangspunkt for dialogen.*
- *Vi vil arbejde for at følge Vindmølleindustriens opfordring om at skabe et kompetencecenter inden for nettilslutning og elteknik i regi af Center for Elteknologi, hvis forskningsprofil dækker det omtalte område. Vi ønsker at indlede en dialog og samarbejde med vindkraftbranchen om dette. Vi ønsker ligeledes at indgå og medvirke aktivt i et nyt nationalt uddannelseskonsortium inden for vindkraftområdet (i tilknytning til det eksisterende forskningskonsortium).*

4. Strategi og mål

Antal uddannede

Strategien i uddannelsesplanen er gennem forskningsbaseret uddannelse og undervisning at tiltrække velkvalificerede studerende, som kan sikre tilgangen af kandidater til samfundets infrastruktur på el-området i et omfang som matcher samfundets behov [2]. Vi skal tilbyde uddannelse på diplomingeniør-, civilingeniør- og ph.d.-niveau i samarbejde med DTU's øvrige institutter.

Det samlede årlige antal nyuddannede el-ingeniører på landsplan har i de seneste år været ca. 50-60. For at undgå en mangelsituation skal dette antal ifølge Dansk Energi øges til i højere grad at matche afgangene via pensioneringer, svarende til et behov på mindst 100 nyuddannede pr. år [1].

Dansk Energis analyse anser vi som en sandsynlig konservativ vurdering. Der må forventes et stigende behov for el-ingeniører i Danmark, som følge af Danmarks øgede betydning som leverandør af energiteknologi, Danmarks internationale position inden for bl.a. vindkraftområdet, hvor der er en vækst på 25-30 % om året og et stadigt mere komplekst dansk energisystem, som er forløber for udviklingen i udlandet. Den forventelige øgede efterspørgsel kommer også til udtryk gennem en stigende eksport fra dansk energiindustri. Den er steget fra 17 mia. kr. i 1996 til 39 mia. kr. i 2005 [6]. Alt tyder på en fortsat øget efterspørgsel efter miljøvenlig dansk energiteknologi, og energisektoren ligger i position til at blive det 21. århundredes jobmaskine [7].

Dansk Energis analyse af behovet for el-ingeniører bør DTU derfor ikke sidde overhørigt, og som et ledende fagligt miljø, bør DTU uddanne en væsentlig andel af de ingeniører, der efterspørges.

Mål:

- *Årligt vil vi uddanne mindst 30 ingeniører inden for el-området til det danske arbejdsmarked heraf 2/3 på civilingeniørniveau.*

Kvalitet i uddannelsen

Vi har som mål, at udbyde en uddannelse inden for el-området, som er i verdensklasse. Som led i at opnå dette kobler vi uddannelsen tæt til en relevant og kvalificeret forskning, og undervisningen kvalitetssikres løbende med interne evalueringer og tilbagemeldinger under og efter kursusforløb.

For at sikre, at de nyuddannede kandidater besidder kompetencer på et højt niveau, skal de studerende under hele uddannelsen mødes med krav, der svarer til de kompetencer, som de må forventes at besidde på det pågældende tidspunkt og som løbende udfordrer dem intellektuelt.

Ud over at undervisningsindholdet løbende fornyes så aktuelle forskningsresultater indarbejdes i undervisningen, er det centralt, at den faglige formidling sker på grundlag af moderne undervisningsmetoder, som passer til det stof, som skal indlæres. De pædagogiske/didaktiske kompetencer skal løbende udvikles og derigennem sikre en undervisning med maksimal udbytte for de studerende.

Mål:

- *Vi ønsker at udbyde en uddannelse inden for el-området, som internationalt er på linie med de bedste uddannelser på området.*

- *De studerendes kursusevaluering skal som et gennemsnit for de udbudte kurser ligge over gennemsnittet for kurser udbudt af Ørsted • DTU.*

Erhvervsrelevans

Uddannelsen skal lægge vægt på faglig aktualitet og kompetencer, der er behov for i elforsyningsbranchen og industrien.

Eksterne parter skal inddrages aktivt i både projektarbejder og kurser. Dette skal være med til at sikre den faglige aktualitet, gøre uddannelsen attraktiv og bidrage til at målrette uddannelsen på områder med behov. Vi ønsker en uddannelse med særlig fokus på en høj erhvervsrelevans og erhvervstilknytning.

I kurserne skal der som supplement til den fastansatte underviserstab anvendes eksterne specialister med ansvar for en veldefineret del af et kursus f.eks. en forelæsningsrække inklusiv øvelser og eksamensopgaver dækkende et eller flere emner. Desuden skal der i enkelte forelæsninger, hvor dette er relevant, anvendes gæsteforelæsere for at aktualisere og perspektivere stoffet.

De studerende skal under uddannelsen opfordres til at samarbejde med aftagerne, og industrikontakter skal inddrages i individuelle projekter som ingeniørarbejde, fag-, bachelor- og masterprojekter. Samarbejdet er med til at styrke de studerende fagligt og giver samtidig virksomheder og branchen mulighed for at få tilført ny viden.

Mål:

- *Vi vil fortsat udbygge erhvervstilknytningen i uddannelsen, og vi vil øge aktiviteterne med eksterne parter.*
- *Andelen af eksamensprojekter med virksomhedssamarbejde skal være over 75 %. Der skal i videst muligt omfang etableres projekter, som er integreret direkte med den udførte forskning.*

Synlighed og attraktivitet

Der skal sættes på at øge indsatsen for at synliggøre el-området som et dynamisk fagområde præget af teknologisk udvikling og en høj grad af samfundsrelevans. De studerende skal opleve, at el-området er et område, der har afgørende betydning for vores moderne samfund, som griber ind i mange sider af vores dagligdag og som beskæftiger sig med løsninger på vedkommende problemstillinger via anvendelse af spændende teknologi.

Vi ønsker et åbent og tiltrækkende forsknings- og læringsmiljø, hvor de studerende og forskerne har mulighed for at udvikle og videreudvikle deres evner i et samspil med hinanden og relevante samarbejdspartnere. Undervisningen skal være attraktiv via spændende, appellerende og innovativ forskning.

Det er vigtigt at øge synligheden i DTU's informationsmateriale, specielt det elektroniske informationsmateriale. Internettet er et centralt medie for informationsudveksling med de studerende. Gennem øget anvendelse af internettet kan uddannelsen beskrives og profileres.

Generelt er der et antal faktorer, vi anser som afgørende for at tiltrække studerende. Disse er:

- Et attraktivt dynamisk fagligt miljø med spændende og udfordrende forskningsaktiviteter, der skaber liv og udvikling på området. Særligt kan et fyrtårnsprojekt have en særdeles positiv effekt. Et eksempel herpå er det tidligere gennemførte superlederprojekt – uanset at tiltagene for at gøre fagområdet synligt og attraktivt jf. afsnit 4 lykkedes til fulde.
- Engagerede undervisere med blandet alderssammensætning, der er i stand til at begejstre de studerende.
- Et forskningsbaseret kursusudbud der fagligt er helt i top og med anvendelse af attraktive og varierede undervisningsformer.
- En tæt industritilknytning mellem fagområdet på uddannelsesinstitutionen og branche/industri med mulighed for gennemførelse af praktik og projekter med eksterne partnere.
- Et socialt attraktivt miljø, hvor de studerende er forankret i gode sociale relationer med deres medstuderende.

Mål:

- *Vi vil øge synligheden og profileringen af uddannelsen på el-området, især i første halvdel af studiet hvor der træffes valg af uddannelsesretning.*

Tiltag:

- *Vi vil fastholde et attraktivt kursus på 3.-4. semester, som i samarbejde med branchen introducerer de studerende til de mange spændende problemstillinger på området (kursus 31700 Elteknologi - økonomi, politik og teknik).*
- *Vi vil synliggøre alle kurser med 1-sides appellerende beskrivelser på Ørsted•DTU's hjemmeside. Vi vil sikre, at der er en tydelig beskrivelse af uddannelsen tilgængelig på internettet, og at der i tilknytning hertil præsenteres handlingsvejledende eksempler på studieforløb opstillet i f.eks. skemaform.*
- *Vi vil etablere et øget antal forskningsaktiviteter i samarbejde med virksomheder, som er spændende og vedkommende og kan tiltrække studerende. Særligt vil vi arbejde for etablering af et fyrtårnsprojekt eller en gruppe af forskningsprojekter med samme effekt.*
- *Vi vil sætte fokus på behovet for et generationsskifte på området og arbejde aktivt for, at der kommer til at ske et glidende generationsskifte.*

5. Uddannelsens struktur

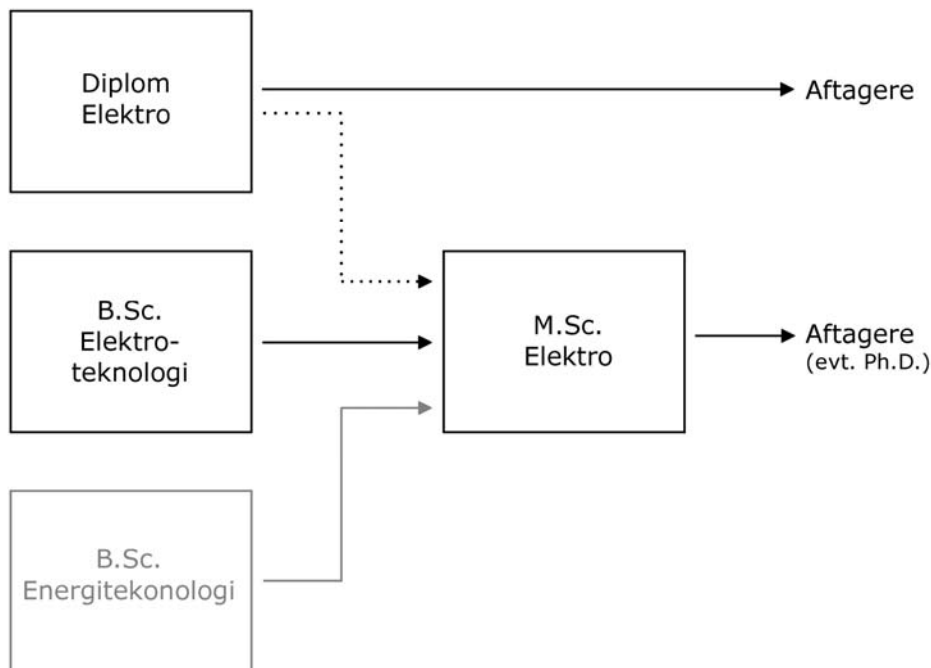
DTU udbyder uddannelser som både diplomingeniør (3½ år) og civilingeniør (5 år). Fra september 2004 blev bachelor/master strukturen indført på DTU og en civilingeniøruddannelse består nu af en 3-årig bachelor uddannelse (B.Sc.) og en 2-årig masteruddannelse (M.Sc.). Ud over disse uddannelser tilbydes forskeruddannelse som ph.d.

DTU udbyder en bacheloruddannelse i Elektroteknologi. Denne bacheloruddannelse dækker et bredt fagområde med betydelig fokus på elektriske signaler og elektronik. El-området er repræsenteret i uddannelsen i form af valgfrie elementer.

Som overbygning på bacheloruddannelsen udbyder DTU en masteruddannelse i Electrical Engineering. Inden for denne planlægges et anbefalet studieforløb i Electric Power Engineering og en specialisering i Wind Energy. Masteruddannelsen vil rekruttere studerende fra DTU's egen bacheloruddannelse og andre uddannelsesinstitutioner herunder fra udlandet.

DTU udbyder en diplomingeniøruddannelse inden for elektroområdet. I denne uddannelse er der ved at blive udarbejdet en specialisering i industrielle systemer. Inden for specialiseringen er det muligt at opnå en profil som forventes at kunne matche visse jobs på el-området.

For at tilvejebringe det nødvendige rekrutteringsgrundlag til el-området foreslås endvidere etableret en målrettet bacheloruddannelse på DTU inden for Energiteknologi, som matcher energibranchens behov og som kan tiltrække en ny population af studerende til DTU. Dette er behandlet i uddannelsesplanens afsnit 6 og 8.



6. Rekrutteringsgrundlag

Målet om at uddanne minimum 30 ingeniører årligt kan som gennemgået herunder kun nås gennem et øget rekrutteringsgrundlag. Med det nuværende rekrutteringsgrundlag kan der i bedste fald forventes uddannet op til 5-10 civilingeniører om året til det danske arbejdsmarked med specialisering inden for el-området.

Antallet af el-ingeniører, som uddannes fra DTU, er begrænset af rekrutteringsgrundlaget fra den indledende uddannelse og mulighederne for at rekruttere studerende fra andre uddannelsesinstitutioner.

Rekrutteringen til el-området er i de seneste år primært sket fra energifagpakken, som ikke er videreført ved indførelsen af bachelor-/master-systemet, og sekundært fra bacheloruddannelsen i elektroteknologi (den tidligere elektrofagpakke). Med bortfaldet af energifagpakken er den primære rekrutteringsvej for el-ingeniøruddannelsen fjernet.

Et element af central betydning for elområdet aktuelle muligheder for at tiltrække studerende er den faglige profil for bacheloruddannelsen i elektroteknologi. Bacheloruddannelsen i elektroteknologi dækker et bredt spekter af fagområder og tilsyneladende fylder el-området relativt lidt i de studerendes bevidsthed. En ringe repræsentation af fagområdet i den indledende/obligatoriske del af undervisningen er sandsynligvis betydende årsag til dette (se afsnit 8).

Antallet af diplomingeniører som tager en overbygning som civilingeniør er kraftigt afhængig af de aktuelle konjunkturer og den aktuelle jobsituation. Med den nuværende situation, kan der således ikke forventes et øget antal diplomingeniører, som søger ind på overbygningen.

Diplomingeniørernes muligheder for at videreuddanne sig på masterniveau er endvidere blevet vanskeligere med indførelse af bachelor-/masteropdelingen. Studerende på DTU's diplomingeniøruddannelse kan som et led i uddannelsen tage ekstra matematisk/fysik, som kvalificerer til masteruddannelsen. Andre diplomingeniører, f.eks. fra IHK og IOT, vil inden masteruddannelsen skulle tage den nødvendige matematisk/fysik. Dette kan muligvis få den effekt at færre diplomingeniører vil tage en master-overbygning.

På bacheloruddannelsen i Elektroteknologi optages ca. 60 studerende årligt og med et vist frafald, som p.t. er betydeligt, kan der forventes uddannet ca. 40 bachelorer om året.

Forventeligt vil ikke alle bachelorerne fortsætte på masteruddannelsen i Electrical Engineering. Til gengæld kan der forventes optag af et antal eksterne - især udenlandske - studerende. Hidtil har den eksterne tilgang til den videregående del af uddannelsen været større end afgang. Det vides ikke, hvilken indflydelse den formelle opdeling i bachelor/master (som lægger op til bedre muligheder for at skifte) og indførelse af egenbetaling for ikke-EU borgere på 110.000 kr/år vil have på dette.

På denne baggrund forventes total set uddannet i størrelsesorden et halvt hundrede civilingeniører fra masteruddannelsen i Electrical Engineering. Hvis man fordeler disse på de 6 fagområder inden for Ørsted • DTU, kan der forventes uddannet ikke over 5-10 ingeniører på el-området om året. For at kunne øge antallet af uddannede el-ingeniører fra DTU radikalt, er det således nødvendigt at udvide rekrutteringsgrundlaget. Dette foreslår vi opnået gennem en ny målrettet bacheloruddannelse.

Tiltag:

- *Vi vil indlede drøftelser med henblik på etablering af en bacheloruddannelse med et nyt og attraktivt indhold, som kan udgøre rekrutteringsgrundlag for en videregående uddannelse på blandt andet el-området. Uddannelsen bør have en profil, som appellerer til en ny population af studerende. Se afsnit 8.*

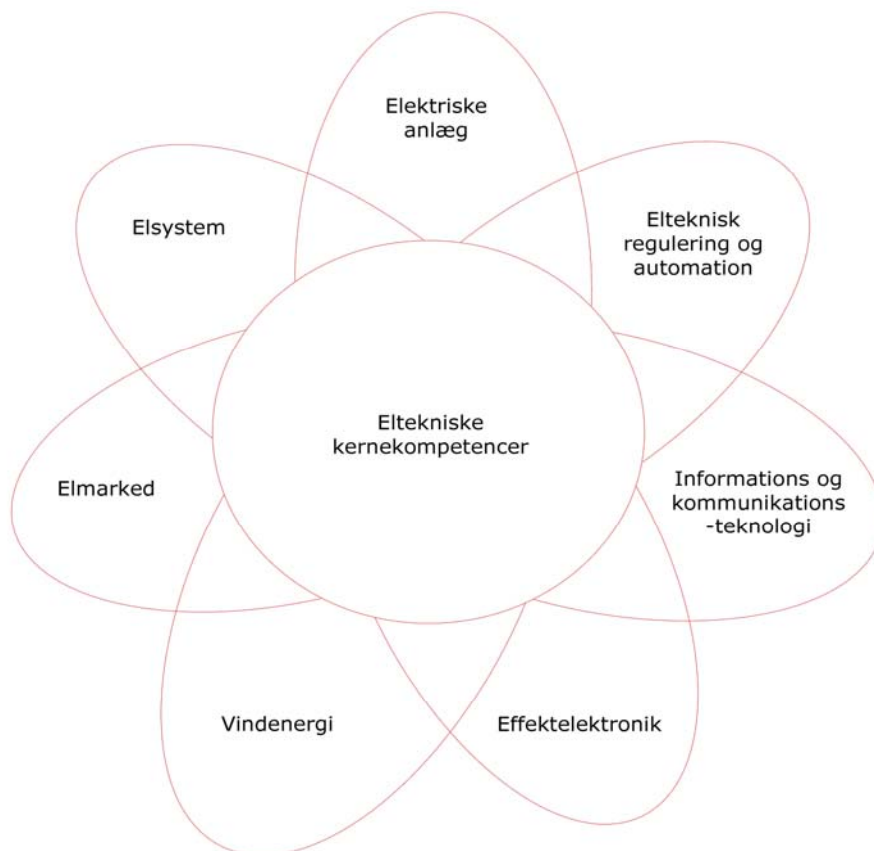
7. Uddannelsens faglige profil

Det forventes, at alle ingeniører uddannet inden for el-området har en kerne af specialiserede eltekniske kompetencer samt et underliggende fundament bestående af matematik, fysik, grundlæggende energi- og elektroteknologi.

Kernen består af central viden og kundskab om elektriske systemer og anlæg, styring af komplekse systemer og viden om energiteknologier f.eks. vindkraft, som er central i dagens og fremtidens energisystem.

Dertil kan de studerende tone deres profil ved via valgfri elementer at lægger vægt på et eller to områder. Med udgangspunkt i aftagerne og deres behov har vi identificeret 7 toninger, som såvel nationale som internationale aftager forventes at ville efterspørge. Som det fremgår af nedenstående figur omfatter disse:

- Elsystem
- Elektriske anlæg
- Renewables, f.eks. vindkraft
- Styring, regulering og overvågning
- Informations og kommunikationsteknologi
- Elmarked
- Effektelektronik



DTU tilbyder kurser inden for alle de nævnte faglige toninger. Dog er der på områderne elmarked, informations og kommunikationsteknologi og til dels styring, regulering og overvågning p.t. ikke et kursusudbud, som er sammentænkt og sammenhængende med det eltekniske område.

8. Bachelor-niveau

Bachelor i Elektroteknologi

På DTU udbydes en 3-årig bacheloruddannelse i Elektroteknologi. Uddannelsen er ikke direkte erhvervsrettet og skal derfor efterfølges af en masteruddannelse.

Uddannelsen består af en obligatorisk og en valgfri del. Den obligatoriske del fremgår af nedenstående skema.

I den obligatoriske del af uddannelsen indgår el-området i udgangspunktet med forholdsvis lille fokus. Der er eksempelvis ikke fokus på stationære vekselstrøms teknik, trefaseteknik, elektrisk effekt/energi, aktiv/reaktiv effekt, motorer/generatorer mv. Der er mulighed for at introducere el-området for de studerende via projektarbejde på 1. og 4. semester. På denne måde vil en del af de studerende kunne komme til at stifte nærmere bekendtskab med fagområdet.

Mulighederne for tilbud af projektarbejde inden for elektroteknologi på 1. semester hæmmes af at Digital elektronik introduceres før Analog elektronik.

1. sem.	Matematik 1	Matematik 1	Digital elektronik		Ingeniørarbejde	
2. sem.	Matematik 1	Matematik 1	Analog elektronik		Indledende programmering	Programmeringsprojekt
3. sem.	Matematik 2	Fysik 1	Elektromagnetisme	Elektromagnetisme		
4. sem.	Fysik 1	Signaler i kontinuert tid			Fagprojekt	
5. sem.	Signaler i diskret tid					
6. sem.	Grundlæggende kemi	Ingeniørfagets videnskabsteori		Bachelorprojekt		

Naturvidenskabelige grundfag	Teknologiske liniefag	Projekter og almene fag	Stærkt anbefalede valgfri fag
------------------------------	-----------------------	-------------------------	-------------------------------

Den studerende kan vælge at sammensættes den valgfri del som et anbefalet studieforløb som beskrevet i én af 7 forskellige tilvalgs pakker:

- Lyd, akustik og støj
- Regulering og automation
- Elteknik
- Trådløs kommunikation
- Elektronik og signalbehandling
- Måling og instrumentering
- Tværfaglig Elektroteknologi

Den valgfri tilvalgs pakke Elteknik rummer følgende kurser:

- 31720 Elteknik (3. halvår, 5 p)
- 31700 Elteknologi - økonomi, politik og teknik (3. halvår, 5 p)
- 31300 Regulerings teknik 1 (4. halvår, 5 p)
- 31730 Elforsyning, grundkursus (5. halvår, 10 p)
- 31352 Effektelektronik 1 (5. halvår, 10 p)

På baggrund af erfaringerne fra 1. hold, som startede på Elektro-bachelor i efteråret 2005, synes de studerende at udskyde deres valg af tilvalgs pakke længst muligt. Vi har derfor tolket det beskedne deltagerantal på "31720 Elteknik", som et udslag af at de studerende udskyder deres valg af tilvalgs pakke. Flere tilvalgs pakker har deres karakteriserende liniefag på 4. semester. På baggrund af en analyse af fordele og ulemper ved en placering på 3. (5.) contra 4. (6.) semester har vi besluttet at fastholde kurset om efteråret (3./5. semester) i det mindste for studieåret 2006/07.

Både bacheloruddannelsen i Elektroteknologi, den foreslåede bacheloruddannelse inden for Energiteknologi samt Diplom E uddannelsen rummer basale kurser inden for elforsyning, effektelektronik og elteknik som leder frem til de videregående kurser: "Effektelektronik 1" og "Elforsyning, Grundkursus". De basale kurser har et vist overlap, og af ressourcehensyn ønsker vi at vurdere rationaliseringsmulighederne.

Tiltag:

- *Vi vil øge elområdet synlighed gennem udbud af kursusarbejder i uddannelsen, dvs. Ingeniørpraktik og Fagprojekt. Vi vil foreslå studienævnet, at rækkefølgen af Digital og Analog elektronik ændres.*
- *Vi vil revidere tilvalgs pakken Elteknik således forudsætningerne for Grundlæggende Elforsyning koordineres bedre med henblik på at tilgodese ønskerne såvel i bachelorforløbene i Elektroteknologi og Energiteknologi som i Diplom-E uddannelsen.*
- *Vi vil i 2006 fastholde placeringen af "31720 Elteknik" om efteråret (3./5. semester) for at opnå flere erfaringer hermed. I efteråret 2006 vil vi genoverveje placeringen.*

Bachelor inden for Energiteknologi

Danmark har en international førerposition på energiområdet og Danmarks energiekspor er vokset til 39 mia. kr. i 2005 [6]. Hvis Danmark i fremtiden skal udnytte denne position, er det afgørende at styrke uddannelsen af ingeniører til energiområdet.

På denne baggrund og for at nå de skitserede mål for uddannelsen af el-ingeniører bør DTU være initiativtager til at sikre uddannelsen af ingeniører på energi-området via oprettelse af en ny målrettet bacheloruddannelse. Uddannelsen bør etableres som en ny type uddannelse, som kombinerer et stærkt teknologisk fokus med en indsigt i markedsbaserede metoder, som i fremtiden er det helt centrale middel til at energiteknologierne kan spille sammen i et integreret optimalt energisystem. Uddannelsen med dens profil forventes at kunne appellere til en ny population af studerende, som i dag søger ind på f.eks. nat-sam og tek-sam på RUC. Etablering af en sådan uddannelse forudsætter tilslutning fra DTU's ledelse.

Uddannelsens titel kan eksempelvis være Energiteknologi og Marked, og det foreslås at uddannelsen tager udgangspunkt i en beskrivelse som den følgende:

Energiteknologi – et dansk styrkeområde med udvikling

Opretholdelse af en pålidelig og sikker energiforsyning er afgørende for velfærden i vores moderne samfund. Pålidelighed og sikkerhed skal ydermere gå hånd i hånd med udvikling af nye miljøvenlige teknologier, der kan løse de globale udfordringer omkring CO2 og global opvarmning, og udvikling af markedsbaserede løsninger, der kan sikre en fortsat øget økonomisk effektivitet til gavn for samfundet og dets borgere.

Danmark har allerede i dag en international førerposition på energiområdet med en stærk energibranche med eksploderende eksport. Det danske elsystem med dets mange vindmøller og små decentrale kraftvarmeanlæg udgør en springbræt for udvikling af fremtidens energisystem, der også vil kunne danne baggrund for nye eksporteventyr, som det kendes fra vindmølleindustrien.

Fremtidens udfordringer på energiområdet og en fortsat udbygning af Danmarks internationale position stiller store krav om kloge hoveder, der kan udvikle fremtidens energiteknologier og få dem til at spille sammen i et optimalt energisystem.

Og udfordringerne er mange, for at nævne nogle få eksempler: Hvordan udgås systemnedbrud i et fortsat mere kompliceret el-system? Hvordan skal fremtidens konkurrencedygtige super vindmøller konstrueres? Hvordan udvikles fremtidens miljøvenlige mikro-produktionsanlæg (hver mand sit kraftværk)? Hvordan udnyttes nye avancerede muligheder inden for kommunikations- og informationsteknologi til styring af et stadig mere kompliceret og distribueret energisystem baseret på markedsmekanismer?

Der vil i uddannelsen inden for Energiteknologi og Marked være fokus på fremtidens udfordringer og udvikling af løsninger omkring energiteknologier og deres samspil via markedsbaserede mekanismer. Uddannelsen har en stærk teknologisk fokus inden for både nye og eksisterende mekaniske og elektriske energiteknologier, herunder energilagring, nye intelligente og fleksible elsystemer, infrastruktur, vindmøller, bølgekraft, solceller etc.

Som uddannet inden for Energiteknologi og Marked står man rustet til et spekter af specialiseringer inden for energiområdet og relaterede områder, som i den grad efterspørges på arbejdsmarkedet – og som allerede i dag er en mangelvare.

1. sem.	Matematik 1	Matematik 1	Fysik 1	Inkl. programmering	Ingeniørarbejde Energi
2. sem.	Matematik 1	Matematik 1	Fysik 1	Gr. elekt. kredsløb	Emerging energy technology
3. sem.			Fysik 2	Elteknik	
4. sem.	Markedsøkonomi i energisektoren		Energiteknik		Fagprojekt
5. sem.					
6. sem.	Ingeniørfagets videnskabsteori			Bachelor Projekt	

Specialisation courses	General programme competences	Elective Courses
------------------------	-------------------------------	------------------

Det skal understreges, at profilen på uddannelsen lægger vægt på nye energiteknologier og samspillet mellem disse i form af et sammenhængende energisystem baseret på markedsmekanismer. Uddannelsen er således ny og har en markant anden fokus sammenlignet med den tidligere energifagpakke på DTU.

Uddannelsen vil rekruttere studerende til den eksisterende videregående uddannelse på DTU inden for elteknologi og mekanisk energiteknologi. Uddannelsen tænkes således etableret i et ligeværdigt og stærkt samarbejde med Institut for Mekanik, Energi og Konstruktion (MEK). Dette vil kunne gøres med en god sammenhængende faglighed i uddannelsen.

De studerende skal i uddannelsen bibringes en grundlæggende viden i de overordnede problemstillinger og løsningsmetoder vedr. energiteknologier og deres sammenhæng i et markedsbaseret energisystem. Der skal opnås det nødvendige fundament til at de studerende kan opnå målrettede faglige kompetencer inden for f.eks. elteknologi. Sideløbende hermed skal de studerende have opnået en helhedsforståelse for energiteknologier og energiteknologiske løsningsmetoder, der med en overbygning på masterniveau sætter dem i stand til at varetage job i den danske energiindustri.

Den danske energibranche er særdeles opmærksom på behovet for uddannelse på området i Danmark, og vi vil forsøge at opnå støtte herfra til opstart af en sådan bachelor-uddannelse. Endvidere vil vi forsøge opstå hjælp til markedsføring af en sådan uddannelse.

Ressourcebehovet til opstart og drift af uddannelsen kan holdes rimeligt begrænset, idet DTU's allerede eksisterende kursusudbud i vid udstrækning vil skulle indgå i uddannelsen. Der kræves oprettelse af enkelte nye kurser jf. nedenstående tabel. Det vurderes, at den nødvendige øgede ressourceindsats for etablering, drift og undervisning i nye kurser i en opstartsfasen vil udgøre 2 mandeår om året.

Kursus	Indhold / funktion
Emerging energy technologies (5 p)	Introduktion til nye energiteknologier
Markedsøkonomi i energisektoren (10 p)	Markedsforståelse, markedsdesign, ydelser etc.
Ingeniørarbejde i Energi (10 p)	Projektarbejde med etablerede energiteknologier
Fagprojekt (10 p)	Projektarbejde med nye energiteknologier
B.Sc.-projekt (15 p)	-

Der er ikke behov for særskilte tiltag på masterniveau af hensyn til den oprettede uddannelse. Uddannelsen vil levere studerende til DTU's eksisterende masteruddannelser og medføre et øget studentertal på de eksisterende kurser.

Det er naturligvis vanskeligt at forudsige studenteroptaget på en sådan ny uddannelse. Målsætning for antallet af studerende sætter vi til 40 optagne studerende med en gennemførselsprocent på ca. 85%. Erfaringer fra den tidligere Energifagpakke vil blive inddraget for at sikre den høje gennemførelsesprocent. Normalt kalkulerer DTU med et optag på 60 studerende pr. retning for at sikre en økonomisk sammenhæng. Der forventes fortsat at være sammenhæng i uddannelsen med 40 studerende, idet uddannelsen i vid udstrækning baseres på undervisning, der er fælles med andre bachelor-uddannelser på DTU.

Et studentergrundlag på 40 anses som realistisk. Energiteknologi indgår som et betydeligt element i den moderne gymnasieundervisning. Der er således både direkte i gymnasiet og generelt i dagspressen en betydelig fokus på området [4]. Dansk Energi har bevilliget 13 mio. kr. til en kampagne for at få flere unge til at læse til el-ingeniører. Dette vil medvirke til et yderligere fokus blandt de unge på denne bachelor-uddannelse.

Norge, som er en anden energination, har oprettet en uddannelse på energi-området på NTNU [8]. Uddannelsen på NTNU har et optag på godt 90 studerende pr. år (2005-tal). Uddannelsen rummer endvidere en international master på el-området.

Tiltag:

- *Vi vil med støtte fra aftagerne arbejde for oprettelse af en ny bacheloruddannelse inden for energiteknologi.*
- *Som led i den foreslåede bacheloruddannelse oprettes følgende nye kurser: "Emerging energy technologies" (5 p), "Markedsøkonomi i energisektoren" (10 p) samt projektarbejder. Kurset i markedsøkonomi foreslås udbudt i samarbejde med f.eks. Risø eller Handelshøjskolen.*

Diplom Elektro - Industrielle systemer

Diplomuddannelsen på elektroområdet består af 4 obligatoriske semestre og 3 valgfri semestre indeholdende afsluttende projekt. Sammensætningen af den obligatoriske del fremgår af skemaet herunder.

Septemberstart (et let ændret forløb haves for februarstart, men indholdet er samlet set uændret):

1. sem.	Diplomat Matematik		Programmering i C		Elektroteknik	(Grundl. Analog og digitalteknik)
2. sem.	Matematik B	Analog Elektronik		Datalogi	Digital og datateknik	
3. sem.	Fysik	Anvendt elektromagnetisme			Lineære systemer og digital signalbehandling	
4. sem.	Sandsynlighedsregning og statistik	Digitale systemer	Analog design	Regulerings-teknik	Industrielle systemer	
5. sem.			Specialisering / valgfrie kurser			
6/7. sem.		Specialisering / valgfrie kurser	Praktik	Eksamensprojekt		

Der foreslås oprettet en specialisering inden for industrielle systemer, som bl.a. dækker el-området. Det er målet at specialiseringen skal sætte den studerende i stand til at udvikle, konstruere, installere, teste og operere integrerede systemer såsom eltekniske systemer, robotter og intelligente apparater. Specialiseringen skal bibringe den studerende en forståelse for de rent tekniske sammenhænge, indpasningen af den tekniske løsning i det omgivende system, driftssituationen, effektivitet, sikkerhed og pålidelighedskrav samt om økonomiske forholds betydning for valget af løsning.

Det foreslås, at specialiseringen kommer til at bestå af følgende tre kernekurser og et antal valgfri kurser:

- 31352 Effektelektronik 1 (10 p)
- 31730 Elforsyning, grundkursus (10 p)
- 31xxx Styrings-, regulerings- og overvågning og kommunikation i en distribueret eller hierarkisk struktur (5 p) - *nyt*

I bilag A er skitseret et oplæg til specialiseringen [9].

Det samlede optag på elektro diplomuddannelsen er ca. 75 om året. Der forventes ca. 5 specialiseringer på uddannelsen. Det forventes, at det er muligt at uddanne ca. 15 ingeniører om året inden for industrielle systemer, hvoraf halvdelen forventes at vil have en profil som henvender sig til el-området.

Tiltag:

- *Vi vil arbejde for etablering af en specialisering under diplomuddannelsen elektro, som er målrettet industrielle systemer herunder automations- og elforsyningssystemer. Specialiseringen skal primært udnytte det eksisterende kursusudbud.*

9. Master-niveau

Elektriske energisystemer

Inden for masteruddannelsen i Electrical Engineering skal de studerende selv sammensætte deres studium. Dette skal ske i overensstemmelse med DTU's såkaldte flagmodel, som består af følgende elementer:

- Generelle retningskompetencer (30 p)
- Specialiseringskurser (minimum 30 p)
- Eksamensprojekt (minimum 30 p)
- Valgfrie kurser (op til 30 p)

Hovedparten af de generelle retningskompetencer er fælles for alle studerende på masteruddannelsen, mens der via gruppen med specialiseringskurser er mulighed for at målrette en uddannelse på el-området.

På masteruddannelsen Electrical Engineering er der fastlagt 4 anbefalede studieforløb og 3 (formelle) specialiseringer. Disse fremgår af nedenstående tabel.

Anbefalede studieforløb	Specialisering
Automation and Robot Technology	Wireless Engineering
Electric Energy Systems	Space Technology
Acoustics	Wind Energy
Physical Electronics	

Det anbefalede studieforløb i Electric Energy Systems dækker el-området, og er beskrevet i bilag D [9].

Studieforløb i Electric Energy Systems rummer følgende specialiseringskurser:

- 31730 Elforsyning, Grundkursus (10 p)
- 31742 Elforsyningsnet (10 p)
- 317xx ICT og automation i elsystemer (5 p)
- 31770 Højspændingsteknik (10 p)
- 31356 Højeffektelektronik (10 p)

Blandt de valgfrie kurser tilbydes yderligere relevante kurser inden for el-området, svarende til mulighederne for at tone specialiseringen, som beskrevet i afsnit 7.

Uddannelsen kan anbefales sammensat som angivet nedenfor, hvor der er taget hensyn til de studerendes forskellige forudsætninger og hvor der anlægges forskellig fokus: Electric Power Systems, og Electric Power Apparatus.

Electric Power Systems:

1. sem.	General Electric Engineering		Electric Power Engineering, Fundam.		Intelligent Systems
2. sem.	Computational Energy Systems	IPL Course & Market Economy in the Energy Industry (DISP)	ICT and automation in power systems	Electric Power System Networks	
3. sem.	Connection of Wind Turbines to the Grid	Stability and Control in Electric Power Systems			
4. sem.	Master Thesis				

Electric Power Apparatus:

1. sem.	General Electric Engineering		Power Electronics 1		Power app. design and diagnosis	Special course
2. sem.	Computational Energy Systems	High Voltage engineering		ICT and automation in power systems	Electric Power System Networks	Hands on Microcontroller Programming
3. sem.	Connection of Wind Turbines to the Grid	Wind turbine Measurement Technique				
4. sem.	Master Thesis					

Specialisation courses	General programme competences	Elective Courses
------------------------	-------------------------------	------------------

Vi ønsker at foretage en tilpasning af det aktuelle kursusudbud, så det matcher de til rådighed værende ressourcer og den faglige/forskningsmæssige profil på fagområdet.

Tiltag:

- Vi vil foretage en tilpasning af kursusudbuddet på master-niveau med udgangspunkt i følgende plan:

31791 Belysningsteknik 1 (5 p)	Nedlægges
31792 Belysningsteknik 2 (5 p)	Nedlægges
31790 Quality Management and Measuring Technique (5 p)	Nedlægges eller flyttes til Institut for Produktion og Ledelse (IPL)
31742 Elforsyningsnet (10 p)	Omlægges fra 10 til 5 point
317xx Computational Electric Energy Systems (5 p)	Nyt 5-point kursus
31777 Anvendt superledning (5 p)	Erstattes af nyt B.Sc.-kursus 31777 Emerging Energy Technologies
31775 Test og måleteknik (10 p)	Erstattes af nyt 5-point kursus i ICT og automation i elektriske energisystemer

- *Ressourcerne, der frigøres ved kurserne i belysningsteknik (i alt 10 point som gives af ekstern lektor) foreslås anvendt til kursus i Markedsøkonomi i elsektoren (se afsnit 8) til dækning af ekstern lektor fra Risø eller Handelshøjskolen el.lign.*
- *Kursusrækken vedr. elsystemer revideres så der opnås bedre sammenhæng mellem kurserne. Vi vil ved tilpasning af kursusindhold i kurset 31742 Elforsyningsnet, oprettelse af et nyt 3-ugerskursus i 31xxx Computational Electric Energy Systems, som følger op på kursus 31742 Elforsyningsnet, samt fastholdelse af kursus 31750 Stabilitet og kontrol i elforsyningssystemer.*

Vindenergi

DTU udbyder en speciel masteruddannelse i vindenergi med optag af ca. 20 studerende om året. Uddannelsen har fokuseret på områderne aerodynamik, mekanik, elteknologi og matematisk modellering. En del af de studerende på uddannelsen får således en egentlig elteknisk profil.

Vindkraftområdet har potentiale til at tiltrække et antal udenlandske studerende qua Danmarks unikke position på området. Uddannelsen har da også primært henvendt sig til udenlandske studerende, idet den har kørt isoleret fra den ordinære civilingeniøruddannelse.

Uddannelsen som helhed har ikke været udbudt til de danske studerende, men de danske studerende har kunnet følge de udbudte kurser og integrere dem i deres uddannelse (civilingeniør studieordningen). Dette bør ændres via en integration med den ordinære civilingeniøruddannelse.

Uddannelsen i vindenergi har hidtil haft et fundament af fælles vindkraftfaglige fag (især 41313 Vindkraft og aerodynamik og 31784 Måleteknik for vindmøller), som har givet en normsættende faglighed omkring vindkraftteknologi. For studerende med fokus på elektroområdet kommer hertil kurser i blandt andet vindmølle nettilslutning og vindmølle generatorer.

De fælles vindkraftfaglige fag skal bibeholdes som fælles "normsættende faglighed" for specialiseringerne inden for M.Sc.-programmerne i henholdsvis elektro og maskin, således at disse kurser kan skabe en faglig identitet og understøtte den tværfaglighed, som kendetegner vindenergi-området.

Kurserne i vindmølle generatorer og vindmølle nettilslutning har været designet, så studerende med maskiningeniørbaggrund suppleret med et specialdesignet kursus i grundlæggende elektroteknik har kunnet følge og gennemføre kurserne. Det er ønskeligt, at kurserne i øget grad målrettes elektroingeniørstuderende på masterniveau.

Avancerede eltekniske kurser på den ordinære civilingeniøruddannelse har været ringe integreret i vindmasteruddannelsen. Dette bør ændres, således at disse kurser naturligt kan indgå i en vindenergi specialisering gennem udbud på engelsk.

Følgende er eksempel på sammensætningen af uddannelsen inden for elektrisk vindenergi:

1. sem.	Wind Turbine Technology and Aerodynamics	Stability and Control in El. Power Systems	Wind turbine measurement technique	Connection of Wind Turbines to Grid		
2. sem.		Electric Machines in Wind Power...	Electric Power Systems Networks	High Power Electronics		Computational Electric Energy Systems
3. sem.	General Electric Engineering		IPL course			
4. sem.	Master Thesis					

Specialisation courses	General programme competences	Elective Courses
------------------------	-------------------------------	------------------

Tiltag:

- Uddannelsen i vindenergi skal omlægges til en specialisering integreret i den normale masteruddannelse på henholdsvis elektro- og maskin-området. Uddannelsen skal udbydes som en fælles koordineret specialisering inden for de to masteruddannelser. Om muligt kan specialiseringen også udbydes under andre områder.
- Der skal ske en smidiggørelse af uddannelserne i vindenergi og den sædvanlige elektro masteruddannelse, så kurserne på de to uddannelser bliver udnyttet på tværs. Dette skal sikres både ved ændringer i beskrivelsen/kursussammensætningen for uddannelserne og ved tilpasning/koordinering af indholdet i kurserne.
- Kurserne i vindmølle nettilslutning (31782) og vindmølle generatorer (31783) skal koordineres med kurserne inden for elforsyningsområdet Elforsyning, Grundkursus (31730) og Elforsyningsnet (31742).
- Der skal arbejdes for at den nuværende internationale M.Sc. i vindenergi koordineres med Institut for Mekanik, Energi og Konstruktion (MEK) inden for M.Sc.-programmerne i henholdsvis elektro og maskin.

I bilag E i bilagsrapporten til Uddannelsesplanen [9] er beskrevet en specialisering i vindenergi, som modsvarer ovenstående overvejelser. Specialiseringen forventes implementeret medio 2006.

10. Fagligt og socialt miljø

De studerende som vælger at følge en uddannelse på el-området, skal så tidligt som muligt opleve det stærke faglige og sociale miljø, der kendetegner det elektrotekniske fagområde ikke mindst inden for elforsyningsområdet.

Det eltekniske fagområde er kendetegnet ved både faglig bredde og dybde, idet medarbejdere med forskelligt uddannelsesniveaue og anden faglig baggrund ofte samarbejder, og derfor deltager i det faglige og sociale miljø, som præger elbranchen. Derfor er det vigtigt at få etableret et stærkt fagligt miljø allerede i studietiden, så både individuel læring og udvikling af samarbejdsevner kan styrkes gennem uddannelsen. Et sådant studiemiljø skal involvere studiekammerater, undervisere, forskere tilknyttet instituttet samt samarbejdspartnere.

De studerende skal føle sig velkomne på Campus, hvor medarbejdere, undervisere og vejledere – såvel VIP som TAP – skal vise engagement og begejstre.

Med henblik på at styrke såvel faglige som sociale kompetencer skal der udover et relevant kursusudbud aktivt formidles studierelateret erhvervsarbejde og kortere og længerevarende ekskursioner i ind- og udland.

Lokaleforholdene, herunder kontorer og databarer er nyrenoverede og fremstår lyse og indbydende med tidssvarende udstyr. Laboratorieforholdene er utidssvarende og bærer præg af manglende udskiftninger. Der arbejdes derfor på at skaffe økonomiske midler til en gennemgribende reovering af højspændingshal og maskinsal.

Uden for undervisningstiden skal der være mere liv på Campus. De studerendes sociale miljø skal ikke henlægges til København og andre byområder, men forblive på Campus. Det sociale liv på Campus kan styrkes ved etablering af større og mindre spisesteder og café-miljøer. I bygning 325, hvor CET har til huse, er der allerede etableret et mindre café-miljø med plads til 12-15 studerende. Miljøet er etableret vha. midler stillet til rådighed af elbranchen.

Tiltag:

- *Vi skal understøtte og medvirke til erhvervsarbejde, praktik etc.*
- *Vi vil fastholde kursus (31700) Elteknologi – økonomi, politik og teknik med ekskursion*
- *Der har været tradition for afholdelse af studieture til ind- og udland. Disse har været med til at styrke det faglige og sociale miljø og har været med til at øge synligheden af fagområdet og gøre det attraktivt. Vi vil opmuntre og støtte de studerende i planlægning af en årlig studietur af ca. 1 uges varighed til udlandet.*
- *Vi vil arbejde for modernisering af laboratorieforholdene, og vi vil sikre velfungerende IT-systemer i laboratorium og databar.*
- *Vi vil fortsat sikre gode rammer for det sociale miljø på uddannelsen via opretholdelse af en attraktiv studentercafé, gode fysiske rammer om de projektstuderende etc.*

11. Styrke gennem samarbejde

Med henblik på at styrke uddannelsen på elområdet og udbyde uddannelser på højt internationalt niveau, ønsker vi et øget samarbejde med relevante parter omkring uddannelsen.

Samarbejde med andre dele af DTU

Ved at etablere samarbejde med relevante institutter, sektioner og centre internt på DTU vil vi skabe synergieffekt inden for udvalgte fagområder. Uddannelsessamarbejdet kan eksempelvis have form af eksamensprojekter på tværs af institutter.

Relevante samarbejdspartnere er:

- Ørsted-DTU (*automatisering, instrumentering m.v.*)
- MEK (*vindkraft, energi*)
- COM (*Kommunikation*)
- IMM (*statistik*)
- Ledelse og økonomi

Samarbejde med branchen

Uddannelsesplanen sigter på at fortsætte og udbygge samarbejdet med aftagerne. Samarbejdet kan have form af udveksling af viden, samarbejdsaftaler, studenterprojekter, opbakning i forbindelse med etablering af nye uddannelsestiltag, markedsføring og fælles rekrutteringstiltag.

Gennem den forskningsbaserede undervisning og samarbejdet med branchen skal de studerende bibringes kompetencer som modsvarer behovene hos aftagerne og som giver de færdiguddannede kandidater attraktive jobmuligheder. De studerende arbejder med såvel teori som praksis og har mulighed for at samarbejde med virksomheder og branchen i forbindelse med deres projekter og eksamensprojekter.

Samarbejde med andre uddannelsesinstitutioner

I Danmark uddannes el-ingeniører på DTU, Aalborg Universitet (AAU), Ingeniørhøjskolen i København (IHK) og Ingeniørhøjskolen Odense Teknikum (IOT). Der er på alle uddannelsesinstitutionerne tale om relativt små miljøer af en kritisk størrelse.

Der er basis for en betydelig synergi ved styrkelse af relationerne mellem institutionerne. Der lægges op til en styrkelse af fagområdet ved et øget samspil mellem uddannelserne på de enkelte institutioner. Dette er særlig oplagt, når det gælder IHK og til dels IOT pga. afstanden. For AAU vil det især være fordelagtigt med et samarbejde på ph.d.-niveau.

Ved at udbygge samarbejdet med Ingeniørhøjskolen København og Ingeniørhøjskolen Odense Teknikum kan der opnås synergi i forhold til sammenfaldende målsætninger, uddannelse og vidensudveksling.

I forhold til IHK arbejdes aktivt på at etablere koordinerede tiltag vedrørende uddannelsen som el-ingeniør på DTU og IHK [10]. IOT indbydes også til at deltage i samarbejdet. De påtænkte tiltag indbefatter bl.a.:

- Fælles kurser med specialisering inden for elteknologi for studerende på DTU og IHK (4./5. semester)
- Koordineret og målrettet informationsindsats mod tiltrækning af studerende til IHK
- Koordineret oprettelse af ny bacheloruddannelse for at øge antallet af studerende på DTU.

- Udbydelse af ph.d.-stipendium indeholdende betydelig undervisning på IHK
- Vidensdeling, koordinering af uddannelsen etc., eksempelvis gennem fælles lærermøder for undervisere på IHK og CET

Tiltag:

- *Der skal arbejdes målrettet for at inddrage flere industrielle partnere og andre i undervisningen ved udbud af sammenhængende undervisningsforløb.*
- *Vi vil indlede et tættere og mere formaliseret samarbejde med AAU omkring ph.d.-uddannelsen.*
- *Vi vil indlede et tættere og mere formaliseret samarbejde med IHK om uddannelsen på el-området på bachelor-/diplom-niveau. Vi vil også arbejde for at inddrage IOT i samarbejdet. Vi ønsker, at samarbejdet indarbejdes i et initiativ med Dansk Energi (se afsnit 3).*

12. Ressourcer

I forbindelse med udarbejdelsen af undervisningsplanen er der foretaget en kritisk vurdering af uddannelsesudbuddet, således at ressourcerne bliver anvendt optimalt.

De til rådighed værende ressourcer inden for kerneområdet er for få til at matche undervisningsomfanget og der er derfor behov for tiltag, der kan sikre, at undervisningsomfanget og de nødvendige ressourcer stemmer overens. Uddannelsesplanens strategier og mål forudsætter prioriteringer og tilførsel af ressourcer til uddannelsesområdet på fagområdet.

Den faglige profil og alderssammensætning blandt medarbejderne peger på, at der er behov for nye personaleressourcer med en profil inden for elforsyningsnet, netberegninger, modellering, komponenter, eksperimentelt arbejde, elektroteknisk måling/regulering og IT. En foryngelse af medarbejderstaben vil endvidere betyde en mere afbalanceret personalesammensætning, der vil kunne bringe øget dynamik til området og være attraktivt over for de studerende og eksterne samarbejdspartnere.

Aldersprofilen hos den eksisterende medarbejderskare har en betydelig skævhed. Fem ud af 13 medarbejdere vil være passeret 65 år inden for en tidshorisont på 4 år. Generationsskiftet forbundet hermed skaber mulighed for en drejning af den samlede medarbejderprofil og sikring af en mere afbalanceret alderssammensætning.

DTU's normer for timeforbrug er følgende [11]:

Art	Timeforbrug og ECTS
Undervisning	250 h/pr. 5 ECTS
Opfølgning på ph.d.-projekt	120 h/pr år pr. ph.d.-studerende
MSc-projekt	60 h/pr. 30 ECTS pr. studerende
BSc-projekt	30 h/pr. 15 ECTS pr. studerende
Specialprojekter	20 h/pr. 10 ECTS pr. studerende

Referencer

1. "Udbud og efterspørgsel vedrørende stærkstrømsingeniører", DEFU, 2004
2. "Center for Elteknologi Mission – Vision – Strategi", Center for Elteknologi, Ørsted-DTU, 2005
3. "Forskningsplan for Center for Elteknologi 2006 – 2009", Center for Elteknologi, Ørsted-DTU, 2006
4. Michael Strangholt, "13 mio. kr. til flere ingeniørstuderende",
http://www.dtu.dk/Nyheder/Nyt_fra_DTU.aspx?guid=%7B14FEEBEB-490F-4878-9D68-4E3B93A87985%7D
5. "Vindmølleindustrien har brug for nye talenter", Vindmølleindustrien, januar 2006
6. "Energiteknik overgår den danske eksport", Ingeniøren, 3. maj 2006
7. Bill Clinton, "Energisektoren skal være det 21. århundredes jobskaber", tale ved FNs klimakonference i Montreal, 2005.
8. NTNU (http://www.studier.ntnu.no/rw_index_sprog.php?sprog=MTENERG&type=HOVED)
9. Bilagsrapport til Uddannelsesplanen, Center for Elteknologi mfl, Ørsted-DTU, Maj 2006
10. "Forslag til tiltag vedrørende uddannelsen som el-ingeniør på DTU og IHK", Center for Elteknologi, januar 2006
11. Helge Elbrønd Jensen, "Om tidsforbrug ved undervisning", 27. maj 2002