

Periodisk Programevaluering Ingeniørfag Elektro 2018

Rapport fra Evalueringspanel

1. Studieprogram:

Studieprogram Ingeniørfag Elektro
Studieretning Elkraftteknikk og studieretning Digital elektronikk

2. Deltagere:

- Lars E. Norum, professor, Institutt for elkraftteknikk, NTNU (ekstern programsensor)
 - Kamil Dursun og Åge Johansen (vitenskapelig ansatte ved avdelingen som ikke representerer programledelsen for det aktuelle studieprogrammet)
 - Kim-Rune Litander, 3. kl. elektro (studenttillitsvalgt fra studieprogrammet)
 - Jan Roger Andersen, Nexans (representant fra aktuelt arbeids- eller næringsliv)
 - Ingunn Melleby Fremmerlid (representant fra studieenheten i høgskolens fellesadministrasjon)
- Sekretær og administrativ støtte
- Elin G Kristensen (studiestedsadministrasjon Fredrikstad)

3. Tema for evalueringen:

Foreta en helhetlig faglig vurdering av studieprogrammet elektro som kan danne grunnlag for gjennomføring av tiltak som kan styrke programmets faglige kvalitet og relevans

Fokusområdene for evalueringen skal være arbeidslivsrelevans.
Hvordan kan vi utvikle elektroprogrammet for å bli enda mer relevant for arbeidslivet og imøtekomme framtidens behov?

4. Vurdering av prosess og grunnlagsmateriale:

Proessen og grunnlagsmaterialet vurderes kort her.

Arbeidet i Evalueringspanelet er utført i perioden 1.nov 2018 til 27.febr 2019. Det er avholdt ett halvdagsmøte og 4 heldags arbeidsmøter i Fredrikstad.

Evalueringen av studieprogrammet er basert på:

- Læringsutbyttebeskrivelser for studieprogrammet og de enkelte emner
- Undervisnings- planer, metoder og pensumlister for enkelte emner
- Studentevalueringer og kandidatundersøkelser
- Intervjuer med programkoordinator, studieleder og dekan for ingeniør avdelingen

Det er også arrangert et møte hvor representanter for lokal industri har blitt intervjuet om framtidsutvikling og studieprogrammets relevans.

Evaluering av studieprogrammets kvalitet er gjennomført ved at vi har søkt å finne svar på en rekke spørsmål knyttet til:

- Studieprogrammet generelt
- Organisering og ledelse av programmet
- Studentrekruttering
- Gjennomstrømming
- Fagmiljøets kobling til forskning og utvikling
- Læringsmiljø
- Program design
- Samfunn og arbeidslivs relevans

De spesifikke spørsmålene er gjengitt i vedlegg 1. Svar og kommentarer til spørsmålene fra studieprogramkoordinator, studieleder og dekan finnes i vedlegg 2.

Øvrige vedlegg til denne rapporten inneholder grunnlagsmateriale samlet inn fra administrative databaser ved HiØ og egne spørreskjema hvor studenter har svart anonymt. Studentbarometeret har også gitt viktig input til evalueringen.

Ekstern programleders konklusjoner og anbefalinger presenteres i denne rapporten.

De viktigste funnene fra evalueringen er kommentert i denne rapport på en kortfattet måte.

Det er gjort en grundig drøfting av framtidens teknologi utfordringer og å finne mulige svar på spørsmålet:

Hvordan kan studieprogrammet bli mer attraktivt for potensielle studenter, bli mer arbeidslivsrelevant og imøtekomme framtidens behov?

5. Helhetlig vurdering av program- og undervisningskvalitet:

Studieprogrammet ingeniørfag elektro ved HiØ tilbyr spesialisering innenfor to studieretninger: Elkraftteknikk og Digital Elektronikk. Forskrift om rammeplan for ingeniørutdanning er tilfredsstilt fullt ut i studieprogrammet. Rammeplanen stiller krav om fordeling av studiepoeng på felles emner (FE), programemner (PE), tekniske spesialemner (TSE) og valgfrie emner (VA). Emnefordelingen for de to studieretningene er illustrert i vedlegg 3.

Den faglige kvaliteten i studieprogrammet vurderes til å være god.

Begge studieretninger har gode læringsutbytte beskrivelser både på programnivå og for de enkelte emner. Læringsutbytte beskrivelsene angir kunnskaper, ferdigheter og generell kompetanse som kandidatene skal ha etter endt utdanning. Intensjonen er at alle emner som gis i studiet, skal bidra til studieprogrammets læringsutbytte. Det er satt opp en oversikt over alle emner som gis og hvordan de er ment til å gi bidrag til å oppfylle læringsmålene. Se vedlegg 4. Det har ikke vært mulig for evalueringspanelet å undersøke om intensjonene med hvert enkelt fag er oppfylt, men det oppfordres program ledelsen til å gjøre en kritisk gjennomgang av hvorvidt dette er tilfellet.

Ekstern programsensor foreslår at det i læringsutbytte beskrivelsene eller emnebeskrivelsene for hvert enkelt fag, legges til en begrunnelse for hvordan valgt undervisningsmetode bidrar til oppnåelse av læringsutbytte, og hvordan vurderingsformen prøver om studentenes kunnskaper og ferdigheter er i samsvar med læringsutbytte beskrivelsen.

Undervisningsmetodene er tradisjonelle med forelesninger, regneøvinger, laboratoriearbeid og prosjektoppgaver som de vanligste undervisningsformene. Det brukes fagspesifikke dataprogram for simulering og beregningsstøtte i noen emner. Når det gjelder innføring av nye innovative undervisningsformer har elektroprogrammet har tatt i bruk «streaming» av undervisning og testet ut varianter av digital eksamen. Studieprogrammet inneholder ingen emner som omfatter generell og grunnleggende IKT, men har valgt å legge dette inn i ulike emner.

Tidlig i studiet, bør studentene lære bruk av programvare som er egnet til generell analyse og numerisk beregning (MATLAB/Simulink eller Python). Denne programvare vil brukes til analyse og regneøvinger som studenten møter senere i studieløpet. Ved å bli fortrolig med slike verktøy vil studentene være godt forberedt til å bruke mer spesiell programvare som brukes i industrien.

Studentassistenter i alle kurs i andre årskurs. Øk bruken av gjesteforelesere fra industrien og case studier i samarbeid med næringslivet.

Laboratorieresursene til studieprogrammet vurderes som gode. Det er nylig gjort investeringer i utstyr som brukes i laboratoriet for intelligent styring av energiomforming, kraftelektronikk og lagringssystemer dimensjonert for 20 studenter.

Rekruttering og gjennomstrømming: Studieprogrammet tar opp omtrent 40 studenter pr. år. Alle kvalifisert søkere blir tatt opp. Y veien er i dag den viktigste rekrutteringsvei. Evalueringspanelet har undersøkt gjennomføring og frafall for studentkullene som ble tatt opp i 2012, 2013, 2014 og 2015. Det *gjennomsnittlige frafall* for disse 4 fire kullene er 33%. For de senere årskurs tyder tall fra dekan på at situasjonen blir noe bedre: kull tatt opp i 2016, 7.5%, kull tatt opp i 2017 (frafall pr. 01.10.18) 30%.

Når det gjelder *gjennomføring* ser vi at 52% av studentene i kullene tatt opp i perioden 2012 til 2015 fullfører studiet på normert tid. Prosentandelen øker til 57% dersom de samme studentkullene får ett år til for å fullføre.

Bachelor prosjektet gjennomføres vanligvis som gruppe arbeid. Dette er ikke uten problemer. Det er viktig at studentene i løpet av utdanningen viser at de kan arbeide selvstendig og kan dokumentere og presentere eget arbeid i en skriftlig rapport. Evaluering av resultatet av den enkeltes bidrag i et gruppearbeid er heller ikke alltid enkelt.

Bruken av karakterskalaen er utfordrende. Undersøkelse, utført av panelet, indikerer at det gis for gode karakterer på bachelor prosjektene. Det anbefales at man tilstreber å bruke en bredere fordeling av karakterer i karaktersettingen.

Det foreslås at en ser kritisk på bruken av gruppearbeid i bachelor prosjektene.

Utarbeide klare kriterier for hvordan evalueringen av prosjekt arbeider gjøres og bruken av karakterskalaen.

Dagens studieprogram legger stor vekt på at utdanningen skal være praktisk rettet og gi yrkeskompetanse hvor kandidatene kan gå rett inn i prosjekt og driftsoppgaver. Dette kan være viktig for små bedrifter med få ingeniører men generelt er dette ikke så viktig for industrien. Bedriftene innser at de må gi nødvendig opplæring av nye kandidater, både om deres spesifikke produkter, verktøy og arbeidsmetoder. Næringslivet vektlegger gode kunnskaper og forståelse av de grunnleggende fag og kandidatenes evne til faglig utvikling gjennom livslang læring. Dette er spesielt viktig innenfor elektro faget hvor den teknologiske utviklingen går raskt og kravet til industriell innovasjon er stort.

Oppfatningen blant næringslivet er at studieprogrammet i stor grad gir studentene de kunnskaper og ferdigheter som forventet. Men de mener også at det for fremtiden vil være økt behov for kunnskap og kompetanse innenfor elektrifisering av transport sektoren og energibransjen generelt. Kraftelektronikk, digitalisering og automatisering vil være viktige teknologier i fremtiden energisystemer. Kunnskaper og kompetanse innenfor programmering, kommunikasjons system for smarte nett og tingenes internett (IOT) vil være viktig framover. Næringslivets representanter etterlyser også personlige ferdigheter i muntlig og skriftlig kommunikasjon hos ingeniør studentene. Flere peker også på at de ønsket seg mer ferdigheter innenfor prosjektarbeid og prosjektering. Når det gjelder balansen mellom faglig bredde og dybde i studiet pekte industri representanten som ble intervjuet at faglig dybde i basisfagene matematikk og fysikk er viktig for at kandidatene skal kunne tilegne de mer spesialiserte problemstillingen som industrien i dag møter.

Studieretningen elkraft framstår som et tradisjonelt elkraftstudium med stort sett samme innhold som de øvrige ingeniør elkraft utdanningene i Norge. Studieretningen digital elektronikk er teknologi og komponent orientert og synes uklar med hensyn på anvendelsesområde for kunnskapen som formidles.

Studieprogrammet mangler en klar faglig profil og virker ikke å være forankret i en synliggjort strategi ved avdelingen. Det framgår ikke hvordan studieprogrammet er forankret lokalt men det er en del samarbeid med lokal industri. Rekrutteringen av studenter er for en stor del fra regionen.

Det faglige innholdet i studiet dekker ikke i tilstrekkelig grad de teknologiske og samfunnsmessige endringer vi ser i dag. Fornybare energikilder og bærekraftige teknologier har liten plass i studiet. Det er forventninger til ingeniører som samfunnsengasjert, kreative og aktive bidragsytere til løsningen av framtidens utfordringer.

Den kompetanse som eksisterer og innholdet i de emner som gis i dagens studieprogram er et godt grunnlag for å designe et framtidsrettet studieprogram som adresserer de endringer vi ser innenfor Elektrisk Energi Prosessering og Digitalisering.

6. Kvalitetsområder:

Kontakt med lokal industri og næringsliv er god. «Advisory Board» er etablert ved avdelingen. EXPO som arrangeres hvert år gir studentene mulighet til å presentere sine bachelorprosjekt, både for medstudenter, befolkningen i regionen og næringsliv. Ideer til nye oppgaver og prosjekter blir til i samarbeid med lokale bedrifter som også stiller med fagpersoner til veiledning.

Næringsliv representantene som ble intervjuet poengterte at det var veldig viktig at man hadde et godt fagmiljø lokalt ved HiØ. Gjennom samspill mellom studieprogrammets lærere, studenter og lokal industri kan en gjøre hverandre gode til å bygge ny kunnskap og bidra til innovative løsninger og produkter i industrien. For industrien er det også viktig å kunne rekruttere lokalt for dermed sikre stabil arbeidskraft.

Studieprogrammet må spille videre på denne velviljen og entusiasmen fra industrien ved å etablere formelle og uformelle møteplasser og nettverk for faglig utvikling. Gjesteforelesninger begge veier, utviklingsprosjekter, studentprosjekter og mentorordninger er samarbeidsformer som vil gi positive synenergier for begge parter. Bruk industripartnere som aktive medspillere ved utforming og vedlikehold av studieprogrammet.

Innhold i Emner og kompetanseprofil til undervisnings-stab er rigget for framtidens teknologiutfordringer, små endringer er nødvendig for å gjøre studiet mer relevant. Det er utfordrende for små miljøer, med mindre enn 40 studenter pr. årskurs, fordelt på to studieretninger, å ha tilstrekkelig fagkompetanse til å opprettholde tilstrekkelig faglig bredde og dybde i studiet. For å opprettholde levedyktige fagmiljøer må en gjøre bevisste valg av fagprofil som er forankret i en omforent strategi. Denne strategien må styre prosessen ved nyansettelser.

Studieprogrammet elektro har gode forutsetninger til å klare denne omstillingen.

Kvalitetssikringssystem for utdanning ved HiØ er under utarbeidelse. Evalueringspanelet er informert om at det er utarbeidet en skisse til struktur og innhold for et nytt kvalitetssystem for utdanning ved HiØ. Det er forventet at dette blir vedtatt i høgskolestyret i 2019.

Kvalitetssystemet skal bidra til at høgskolen når de mål som settes i strategiske planer og omfatter metoder for kartlegging og mulige korrigerende aksjoner innen følgende områder:

- Rekruttering og inntakskvalitet
- Studieprogramkvalitet
- Læringsstøttekvalitet
- Undervisningskvalitet
- Resultatkvalitet
- Relevanskvalitet

Kvalitetssystemet er gir målformuleringer og kvalitetsstandarder for disse kjerneområdene.

De endringer som innføres ved kvalitetssystemet samsvarer med de som forslås i denne rapport. Dette blir et viktig verktøy for kvalitetssikring av utdanningen og gir nyttig bidrag til design og vedlikehold av studieprogrammet elektro.

7. Forbedringspunkter:

Studieprogrammets faglige profil tilpasses til framtidens teknologiske utfordringer

Det er evalueringspanelets oppfatning at det vil vær veldig krevende å opprettholde to studiespesialiseringer med tilstrekkelig faglig bredde og dybde i studieløpet. Det vil være mer hensiktsmessig å designe et program som *kombinerer de to studieretninger vi har i dag*, med en faglig profil som dekker teknologiske behov både i Norge og internasjonalt, men som også skiller seg fra andre elektro program i Norge. Det vil være viktig at studieprogrammet gis et navn som dekker fag innhold og kommuniserer godt utad. Samspillet med lokalt næringsliv vil være viktig når en lager nytt studieprogram.

Det er klare trekk i samfunnsutviklingen og den teknologiske utviklingen, som beskrives ved *digitalisering, elektrifisering og overgang til bærekraftige energisystemer*.

For Norge er bærekraftig energiomforming og bruk viktig. For petroleums industrien betyr dette elektrifisering av olje og gass utvinning. I transportsektor ser vi en massiv overgang til kraftelektriske driv systemer både i landbaserte og maritime anlegg. Elektriske maskindrifter blir smartere og mer energi økonomiske enn alternativene. Nye teknologier for energilagring og elektrisk energi omforming muliggjør smarte nett for både transmisjon og distribusjon av elektrisk energi. Miljøvennlig elektrisk energi produksjon baser på sol, vind og vann er muliggjort og blir økonomisk konkurransedyktig. Det er forventet, og en forutsetning for det grønne skiftet, at økningen av den globale energibruken vil komme fra elektriske systemer. For å realisere dette energi skiftet vil vi trenge mange dyktige og kreative elektro ingeniører

Tre grunnleggende teknologier vil utgjøre viktige for å muliggjøre energi skiftet:

Kraftelektronikk

Regulering og instrumenteringsteknikk

Digital signalbehandling

Disse teknologiene inngår i tekniske systemer for elektrisk energiomforming og er avgjørende for energieffektiv og pålitelig energiomforming. Elektroingeniører som skal bidra til å realisere det grønne energiskiftet må ha solide kunnskaper og ferdigheter innenfor disse fagområdene.

Det anbefales å etablere et studieprogram som er en videreutvikling av eksisterende program, med en faglig profil knyttet til: Digital Elektrisk Energi Prosessering.

Det foreslås at studieprogrammet ikke deles i studieretninger men at en søker å integrere Elektrisk Energi Prosessering (Elkraft) og IKT (Digital Elektronikk) i en studieretning. Det bør tilbys valgemenner som kan gi spesialisering innen studiets hovedprofil.

Dagens studieplan og emnestruktur kan beholdes men en bør se grundig på innholdet og plassering i studieløpet for en del emner. Det er viktig at *studenten ser nytteverdien av og sammenhengen mellom emnemodulene*. Det vil også være viktig å finne riktig *balanse mellom bredde og dybde* kunnskaper i studieplanen. I tillegg vil det være viktig med gode alternativer for å kunne ta deler av studiet i utlandet. Det er fra næringslivet hevdet at internasjonal kompetanse er ønskelig.

I lys av den stadig økende endringshastigheten på teknologi løsninger, blir det viktig å ha fokus på grunnleggende og generiske kunnskaper som er varige og som all nye teknologi løsninger vil baseres på. For ingeniører betyr dette: Matematikk som språk for formulering av løsninger og kommunikasjon. *Matematisk modellering og analyse er for elektro fagene helt grunnleggende for forståelse og dimensjonering av elektriske komponenter og systemer.* Matematisk modellering må brukes i alle elektrofag i studieløpet for å øke forståelsen og trene opp studentenes analytiske ferdigheter.

Temaer som gis spesiell oppmerksomhet:

Emnemodulen Ingeniørrollen og prosjektarbeidet gjøres mer relevant for fagområdet elektro. Undervisningsmetode må være *problem og prosjektorientert*. Emnet bør vurderes flyttet til senere i studieløpet.

Det utvikles en ny emnemodul som gir *perspektiv og motiverer* for studieprogrammet. Emnet skal introdusere framtidens bærekraftige energisystemer og hvordan disse kan bidrag til det grønne skiftet og de samfunnsmessige og teknologiske utfordringer knyttet til disse. Tema som behandles: Elektrisitet som energibærer, fornybare energikilder, transmisjons og distribusjonsnett, energilagring og bruk av elektrisitet i bygninger, byer og transportsystemer. Hvordan digitalisering og IKT integrert i energisystemene kan optimalisere energibruk og system operasjon. I dette emnet går en ikke i detalj når det gjelder realisering av system komponentene men spesifiseres på funksjonsnivå ved hjelp av blokkdiagrammer og dataflytdiagrammer. Emnemodul plasseres i 1. semester. I denne modulen bør en bruke en student involverende undervisningsmetodikk gjerne basert på samarbeidslæring. Studentene bør levere skriftlige rapporter og eksponeres til skrive-verktøy (Latex), tegneprogrammer og presentasjonsverktøy.

5. semester gis et problembasert prosjekt orientert emne hvor studenter bruker kunnskaper for å spesifisere, analysere og *konstruere eller dimensjonere et elektrisk system*. Tema defineres i samarbeid med næringslivet og har mentorer fra industrien. I faget læres og brukes dataverktøy for design, analyse, syntese og dokumentasjon av design metodikken (Modell Basert Design). Skriftlig rapportering (*prosjekt rapport*) og presentasjon av prosjekt resultater kreves. Andre ferdigheter som læres, og skal dokumenteres, er *samarbeid i team* og gruppedynamikk (*prosessrapport*).

Emnemodulen *Kraftelektronikk* bør utvides til også omfatte *dynamisk modellering* og operasjon av omformere. Innholdet slik det presenteres i dag beskriver omformere under stasjonære drift og inneholder lite om styring og regulerings strategier. En bør ha fokus på generiske omformer topologier og gi eksempler på bruk av kraftelektronikk i forbindelse med fornybare energikilder og transportsektoren. I øvinger og case studier bør MATLAB/Simulink brukes. Implementering av signalbehandling i Mikroprosessorer.

Emnemodulen *Styring og regulering* bør gjøres mer relevant for *elektriske energisystemer*. Digital styring og regulering, *implementert i digitale signalprosessorer*, er standard i dagens og framtidens energi systemer. I teori delen bør en behandle dynamiske modeller av både tids kontinuerlig og tids diskrete systemer og overganger mellom og kombinasjon av slike. Regneøvinger og case studier på bruk i elektriske energiomforming. Modellering analyse og design med støtte av MATLAB/Simulink

Forskrifter, el-installasjoner og relevern og styring bør behandles som en del av emnemoduler der det er naturlig. Kommunikasjonsnett for sanntids databehandling, modul intern kommunikasjons protokoller og tingenes internett (IoT) er viktige temaer som behandles i relevante moduler.

Et overordnet strategisk mål for endring av studieprogrammet er å *øke den faglige kvaliteten, styrke forskningsforankringen og utdanne elektroingeniører som har kunnskap og ferdigheter som kreves for å løse teknologiske utfordringer knyttet til utvikling og drift av framtidens elektriske energisystemer*. Dersom en lykkes med dette vil dette sannsynligvis bidra til økt rekruttering og redusert frafall i studiet.

Bedring av Rekruttering og gjennomstrømming

Det bør gjøres aktive tiltak for å øke rekrutteringen til studieprogrammet.

Ved å profilere studiet som ivaretar grønn energi gjennom elektrifisering og digitalisering. Markedsføre prosjekter og mentorordning i samarbeid med industrien.

Flere tiltak for å øke kvinneandelen.

Etablere faglige møteplasser og næringslivsnettverk knyttet til studieprogrammet.

Utarbeid rekrutteringsvideoer som beskriver vellykkede prosjekter og student karriereveier.

Nettsidene til HiØ vil være den primære kanal til informasjon til potensielle studenter.

Gjennomstrømming vil bedres med:

Bevisstgjøring på skille mellom undervisning og læring

Regelmessig registrering og evaluering av studentenes læringsutbytte

Større bruk av studentassistenter i øvingsveiledning

Problembasert /prosjektorientert læring i større grad enn i dag

Minst et individuelt skrive/kommunikasjon prosjekt hvert semester

Mentorordning i samarbeid med industri for studenter i siste årskurs og bachelor prosjekter

Egne arbeidsplasser/grupperom for studenter i 3. årskurs

Dato/Sted: 18.03.2019/Trondheim

Signatur ekstern programsensor:

Lars Norum