

Søknad om studiekvalitetsmidler for emner driftet av seksjon for elektronikk

Ketil Røed

25. januar 2021

Introduksjon

Vi søker om studiekvalitetsmidler for å arbeide videre med å utvikle inspirerende undervisningsmateriell som egner seg til laboratorieoppgaver og til å bedre koblingen mellom emner hvor seksjon for elektronikk har undervisningsansvar. Dette initiativet tar også sikte på å skape entusiasme og sterkere samarbeid både blant våre studenter og blant ansatte, og dermed bidra til å skape et bedre læringsmiljø.

Bakgrunn og motivasjon

Seksjon for elektronikk er i dag sterkt involvert i studieprogrammet Elektronikk, Informatikk og teknologi (ELITE). Innen dette studieprogrammet har vi ansvar for blant annet flere fag som dekker grunnleggende og generelle temaer i elektronikk:

- FYS1210 Elektronikk med prosjektoppgave
- FYS3220 Lineær kretselektronikk
- FYS3231/FYS4231 Sensorer og måleteknikk
- FYS3240/FYS4240 Datainnsamling og kontroll
- FYS4220/FYS9220 Sanntids og embedded datasystemer
- FYS4260/FYS9260 Mikrosystemer og elektronikk byggemetoder

Det er i dag liten grad av kobling mellom disse emnene og studentene kan oppleve at det mangler en rød tråd gjennom emnene som seksjon for elektronikk har ansvar for. Dette gjør det vanskelig for seksjonen å skape en sterk identitet blant studentene, noe vi ønsker å endre på. Felles for de faglige ansatte ved seksjon for elektronikk er at vi alle jobber og forsker på temaer som anvender ulike typer av sensorteknologi. Sensorteknologi er også et viktig element og en muliggjør innen dagens utvikling av Internet of Things (IoT) systemer, og således et meget sentralt og aktuelt tema for teknologiorienterte studier. Det er derfor naturlig å la sensorteknologi med tilhørende datainnsamling være et samlende tema eller identitet i arbeidet med å utvikle dette prosjektet.

Alle emnene i listen over har innslag av obligatoriske oppgaver, laboratorieoppgaver eller prosjektoppgaver. Vi ønsker å fortsette arbeidet vi startet i 2019 med å utvikle et overordnet prosjekt som kan tilby én eller flere obligatoriske deloppgaver i flere av våre emner.

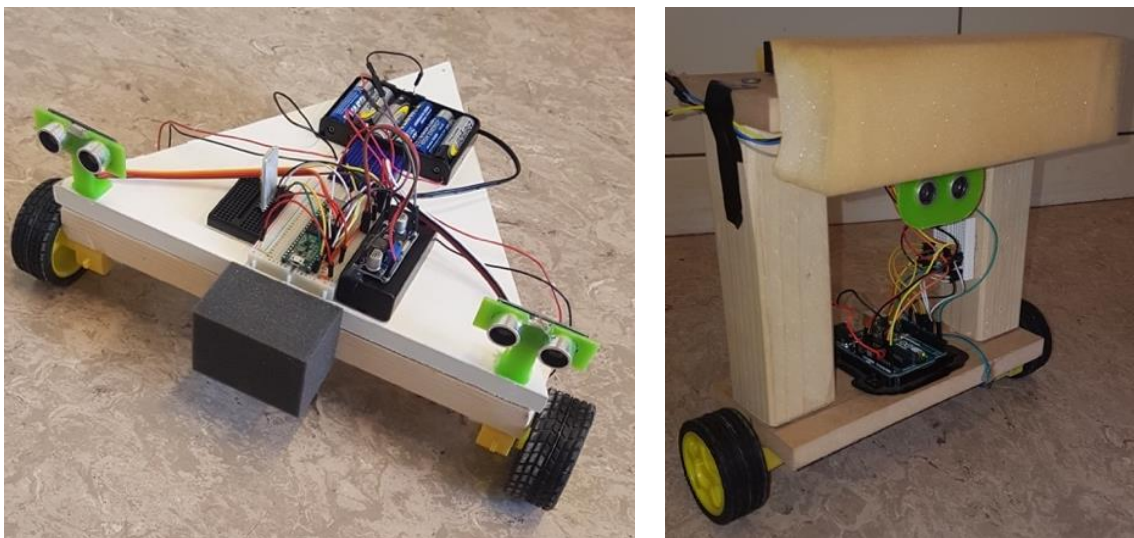
Et av våre mål er at studentene skal få erfaring med å utvikle et prosjekt fra flere faglige ståsteder, samt over tid ved at de møter igjen det samme prosjektet senere i studiet. Deloppgavene i prosjektet skal kunne knyttes direkte til det faglige innholdet i emnene og dermed også bidra til å skape en sterkere kobling mellom dem.

Vi ønsker videre å skape entusiasme og samarbeid blant studentene både horisontalt og vertikalt i studieprogrammet. På litt sikt ser vi for oss at vi kan få dette til ved å gjennomføre et prosjekt som har en avsluttende milepel hvert studieår eller semester. Dette kan for eksempel være i form av en definerte mål eller en vennskapelig konkurranse. Studentene kan bli satt sammen i samarbeidsgrupper på tvers av de forskjellige emnene og bidrar med sin emnespesifikke deloppgave til det felles prosjektet. En student som har jobbet med en deloppgave i for eksempel FYS1210, møter igjen det samme prosjektet i et annet emne neste

semester eller år, og bidrar da med en annen deloppgave. En masterstudent som har vært innom flere delprosjekt i sitt studieløp, vil ha en mer helhetlig oversikt over prosjektet og kan dermed ta på seg en prosjektlederrolle i teamet. De mer erfarne studentene vil således kunne fungerer som mentorer for ferske studenter. Vi ser også for oss at de mer erfarne studentene kan ta en koordinatorroller for å drifte prosjektet, og dermed kunne bidra til emnene som gruppeledere eller labveiledere. Dette vil gi studentene muligheten til å tilegne seg profesjonell kompetanse som for eksempel lederskap, samarbeid, veiledning, og planlegging og tidsstyring.

Resultater 2019 / 2020

I perioden august 2019 – mars 2020 jobbet tre studenter med prosjektet. Dette resulterte i to prototyper av selvkjørende biler utstyrt med ultralydsensor, IR stripe sensor og IMU som vist i Figur 1. En Arduino-basert løsning ble valgt for kontrollenheten. Dette er en lavterskel og velkjent plattform for å lære seg programmering av mikrokontrollere. I tillegg finnes det er stort utvalg av tilkoblingskort med forskjellige sensorer. Bilen til høyre er en selvbalanserende tohjuling som har blitt brukt til å demonstrere prinsippet for PID¹-regulering i FYS3220. Ultralydsensoren ble også integrert og anvendt i tre laboratorieoppgaver i FYS1210 våren 2020. Studentene som så langt hadde investert tid i prosjektet ble dessverre ikke med videre i 2020 da de måtte prioritere arbeid med studier, masteroppgave eller jobbtilbud. Covid-19 gjorde det i tillegg vanskelig å rekruttere nye studenter som kunne ta opp tråden.



Figur 1. Venstre: Enkle prototype på selvkjørende bil. Høyre: Selvbalanserende tohjuling. De grønne holderne til ultralydsensorene har blitt designet og produsert ved hjelp av 3D-printeren som her kjøpt inn til prosjektet.

I 2020 ble det derimot startet et nytt initiativ blant våre studenter for å bygge og skyte opp modellraketter. To studenter som hadde deltatt studentrakettuken CaNoRock^{2 3} ved Andøya Space Center savnet et videre tilbud til dem som var interessert i romteknologi og som ønsket å gjøre noe ut over det vanlige undervisningstilbudet. Initiative er nå etablert som studentforeningen Portal Space^{4 5} og har vokst fra 2 til 25 aktive studenter. Portal Space fokuserer i dag på to hovedområder:

¹ PID: Proporsjonal Integrasjons Derivasjon

² <https://www.andoyaspace.no/what-we-do/space-education/english/canorock>

³ David M. Miles et al., The Canada/Norway student sounding rocket program (CaNoRock), La Physique au Canada, Vol. 72, No. 1, 2016 Tilgjengelig online: <https://pic-pac.ca/static/downloads/b47b149c6cd2522c39d30e5ae3b001313af7cd56.pdf>

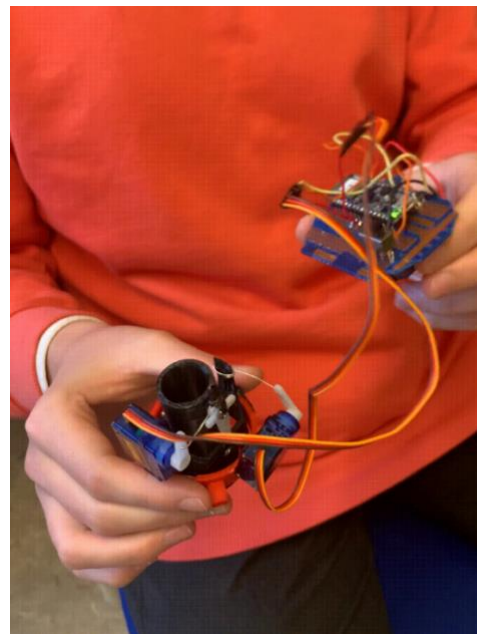
⁴ www.portalspace.no

⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=J012UYDIXsg&feature=youtu.be>

1. *Prosjekt Nero*: Har et ambisiøst mål om å bygge Norges første væskedrevet rakettmotor.
2. *Prosjekt Novus*: Har som formål å fremme egenlæring ved å legge til rette for økt skaperglede blant studentene og motivere dem til å utfordre seg selv. Verktøyet for dette er i dag å bygge og skyte opp modellrakterter.

Prosjekt Nero er allerede godt i gang og har imponert stort ved å etablere samarbeide med industrien og med å hente inn ekstern finansiering fra Norsk Romsenter. Tildelingen på 250 000 kr dekker hovedsakelig arbeidet med å bygge den første prototypen av rakettmotoren og tilhørende testrigg. Dette gjøres i samarbeid med Ellingsen Systems i Stavanger.

Prosjekt Novus har i 2020 bygget elektronikk til og gjennomført oppskyting av fem iterasjoner av modellraketten, se Figur 2. I tillegg har det blitt holdt kurs i Arduino-programmering og CAD-design / 3D-printing for interesserte studenter fra ELITE- og FA-programmene.



Figur 2. Venstre: Siste innstilling av kontrollenheten (launch pad) før oppskyting i Fysikkbakken. Høyre: prototype av en løsning for å kunne styre raketten ved bruk av thrust vector control (TVC). Kortet til høyre viser kontrollenheten basert på en Arduino-løsning som styrer holderen til rakettmotoren ved hjelp av to trinnmotorer (til venstre i bilde). Bilder: www.portalspace.no.

Studentene i Portal Space har også bidratt til å videreutvikle rom 204 som en studentlab / Makerspace – *Portal Lab*. Rommet gir studentene tilgang på flere arbeidsplasser, 3D-printere, diverse verktøy og elektronikk. Hovedaktiviteten på rommet er i dag drevet av Portal Space, men på grunn av stor interesse har rommet allerede blitt for lite. Kurs i regi av Prosjekt Novus har derfor også blitt gjennomført på undervisningslabben 329 ved seksjon for elektronikk.



Figur 3: Bilde fra studentlabben Portal Lab. Bildet er tatt i en periode uten aktivitet da rommet var stengt på grunn av Covid-19 restriksjoner.

Videreføring 2021

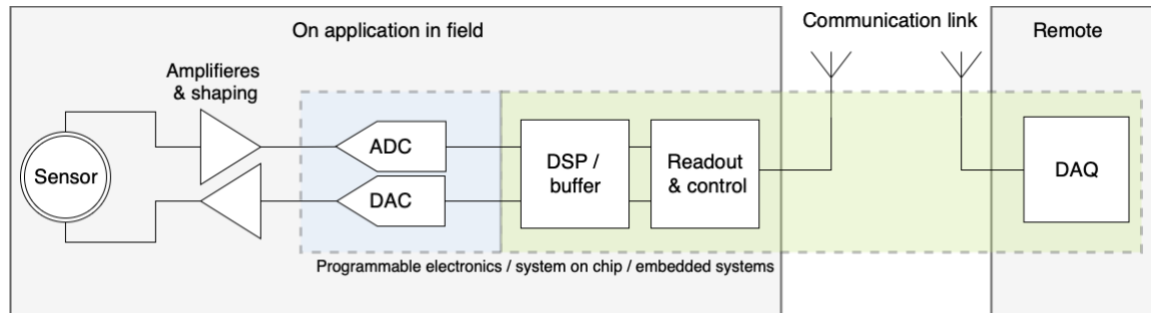
Portal Space og spesielt Prosjekt Novus deler mange av de samme grunntankene og ideene som ligger bak våre søknader om studiekvalitetsmidler. Portal Space ønsker at Portal Lab skal være et sted hvor alle studenter kan komme og jobbe med forskjellige prosjekter, både egendefinerte og undervisningsrelaterte. Et sted hvor studentene har tilgang til grunnleggende utstyr som blant annet PCer, 3D-printere, diverse verktøy og elektronikk. Og ikke minst et sted for å sosialisere og lære av sine medstudenter.

Vi har ønsket derfor å fortsette vår støtte til dette arbeidet. Sammen med Portal Space har vi identifisert et første konkret prosjekt som overlapper med målene til denne søknaden om studiekvalitetsmidler. I 2021 planlegger vi å videreutvikle den eksisterende modellraketten slik at den egner seg til bruk i undervisning. Modellraketten består i dag av flere deler: selve rakettkroppen, rakettmotor, kontrollenhet (flight computer), diverse sensorer (f.eks. IMU, temperatur, barometer), fallskjerm som sikrer trygg retur og en kontrollenhet for oppskyting (launch pad). Data lagres i et SD-kort ombord i raketten men det planlegges for trådløs overføring (f.eks. bluetooth) direkte under flygning. Raketten som er vist til venstre i Figur 2 er spinnstabilisert ved hjelp av finner. En alternativ stabiliseringsløsning ved bruk av thrust vector control (TVC) er også under utvikling. Sammen utgjør disse elementene et komplett innebygget sensorsystem (se Figur 4) som byr på utfordringer innen

- mekanisk design (CAD, 3D-printing/ maskinering)
- utvikling av kretskort (FYS4260)
- analog og digital elektronikk (FYS1210, FYS3220)
- mikrokontroller og FPGA (FYS3240, FYS4220)
- sensorteknologi (FYS3231)
- sensor fusion (FYS3240)
- kommunikasjonsgrensesnitt og protokoller (FYS1210, FYS3240, FYS3231, FYS4220)
- programmering (FYS1210, FYS3240, FYS4220)
- determinasjon og kontroll av attityde (FYS2340)
- eksperimentering (alle)

- dataanalyse (FYS3240, FYS3231, FYS4220)
- samarbeid og prosjektstyring
- sikkerhet og risikovurdering

Bortsett fra mekanisk design og prosjektstyring, er dette området som dekker sentrale læringsmål fra alle emnene ved seksjon for elektronikk. Et prosjekt som integrerer elementer fra flere av disse områdene vil derfor bidra til at studentene får et helhetlig inntrykk av emneporteføljen, og har videre potensialet til å åpne for samarbeid på tvers av emnene.



Figur 4. Generell representasjon av et sensorsystem.

Vårt mål er å standardisere en modellrakettplattform som enkelt kan gjenbrukes og anvendes som forskjellige laboratorie- og prosjektoppgaver. I første omgang tar vi sikte på å definere et prosjekt som tilbyr studentene erfaring med:

- modellering, design og sammenstilling av rakett (CAD, 3D-printing)
- numerisk beregning av rakettbane
- programmering av Arduino (mikrokontroller) for utlesing av IMU-data
- dataanalyse med sammenligning av numeriske beregninger og målte data fra rakettoppstyting

Her har for eksempel FYS3240 Datainnsamling og kontroll allerede nylig tatt i bruk en Arduino 33 BLE SENSE⁶ med fokus på utlesing og analyse av IMU-data. I tillegg til dekker FYS3240 tema som navigasjon og attitydedeterminasjon og trådløs overføring av data via Bluetooth.

På sikt ønsker vi å legge til frihetsgrader som gjør at studentene kan ta større eierskap til oppgavene. Dette kan være at studentene selv velger hvilke sensorer de ønsker å bruke så lenge de oppfyller kravene til forhåndsdefinert grensesnitt. Et annet eksempel kan være å se på hvordan rakettkroppen kan modelleres / designes for optimal aerodynamikk og dermed oppnå økt høyde. Dette vil bidra til å gi studentene et større eierskap til prosjektet.

Et prosjekt som går ut på å bygge og skyte opp en modellrakett vil også gi studentene erfaring med å jobbe mot milepeler og frister. Dagen for oppstyting vil fungere som en absolutt tidsfrist hvor alt må være klart, og motivere studentene til ekstra innsats. Ved at studenter går sammen i forskjellige grupper, vil det være mulig å legge inn konkurranseelement som f.eks. å se hvem sin rakett som kommer høyest, eller hvem som oppnår best samsvar mellom numeriske beregninger av raketts bane og målte data. Sistnevnte vil også ha stor verdi som motivasjonsfaktor for å bruke tid på den teoretiske og numeriske forståelsen av problemstillingen. Og ikke minst fungere som et indre konkurranseelement.

⁶ <https://store.arduino.cc/arduino-nano-33-ble-sense>

Ved å legge til et element av teori og numeriske beregninger har prosjektet også potensial for anvendelse utover elektronikkemenene (f.eks. de nye emnene som er under utarbeidelse i forbindelse med omlegging av første studieår i fysikk).

Hovedansvarlig for koordinering og gjennomføringen av arbeidet er Ketil Røed. Arbeidet vil bli gjort i samarbeid med kursansvarlige og Portal Space og vil fokusere på tre deloppgaver

- Utvikling og bygging av rakettkomponenter og tilhørende elektronikk
- Utvikling av numeriske beregninger
- Identifisere, planlegge og utvikle relevante laboratorie- og prosjektoppgaver med fokus på pedagogiske virkemidler (det vil her kunne være relevant å benytte seg kompetanse fra KURT).

Vi vil benytte oss av allerede eksisterende kompetanse blant Portal Space sine medlemmer og identifisere egnede studenter som leder for hver sin deloppgave.

Det vil fremdeles være behov for innkjøp av relevante elektronikk og materialer. Arbeidssted vil hovedsakelig være Portal Lab (rom 204) og undervisningslabben (rom 329) ved seksjon for elektronikk.

Vi tror at dette arbeidet totalt sett vil bidra til å skape et bedre læringsmiljø blant studentene og ikke minst en sterkere kobling mellom emnene og de ansatte på seksjon for elektronikk. Portal Space engasjerer allerede et bredt utvalg av studenter fra bachelor- til Ph.D.-nivå, og fra både ELITE- og FA-programmet så vel som fra andre institutt (IFI, Kjemi). Vi håper også at arbeidet vi gjør skal inspirere flere studenter til å ta egne og nye initiativ til prosjekter som er relevant for studieprogrammet.

Budsjett

Forslag til arbeidsinnsats er tilsvarende ca. 1 arbeidsdag hver uke for 3 studenter i høstsemesteret, eller eventuelt ca. 4 uker fulltid i løpet av sommermånedene.

| Beskrivelse | Antall | Ca. enhetspris (kr/t) | Totalt (kr) |
|--|---------|-----------------------|----------------|
| Lønn studenter | 3 x 150 | 270 | 121 500 |
| Diverse materiell og produksjon av kretskort | 1 | 30000 | 40000 |
| Totale kostnader | | | 151 500 |
| Ca. gjenstående midler fra 2020 ⁷ | | | 76 000 |
| Søknadsbeløp for 2021 | | | 75 500 |

Total beløp for søknad om studiekvalitetsmidler for 2021 utgjør kr 85 500.

Deloppgaven med å utvikle numeriske beregninger faller også inn under punkt 4. *Integrering av databeregninger i undervisningen* i utlysningen om studiekvalitetsmidler 2021. Det kan derfor vurderes om studenten som får ansvar for denne deloppgaven kan bli en del av gruppen studenter som lønnes av CCSE-midler.

⁷ Gitt at videreføring av ubrukte midler fra 2020 blir godkjent.