

Læringsressurser i grunnutdanningen i matematikk – kvalitet, tilgjengelighet og differensiering

Mette Langaas, Aslak Bakke Buan, Frode Rønning, Jacob Skauvold, Håkon Tjelmeland og Marius Thauale, Institutt for matematiske fag, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

1. INNLEDNING

For studenter ved sivilingeniørutdanningen ved NTNU inngår fem grunnemner i matematikk i studieplanen. Tre av disse emnene, Matematikk 1 (første semester, 1700 studenter), Matematikk 2 (andre semester, 1400 studenter) og Statistikk (800 studenter i tredje og fjerde semester), har i 2014-2016 gått gjennom store endringer av pedagogisk art i NTNU-prosjektet [KTDiM](#) (Kvalitet, tilgjengelighet og differensiering i grunnundervisningen i matematikk). Hovedmålet i prosjektet har vært å øke læringsutbyttet for studentene, sammenlignet med klassiske undervisningsopplegg. Tanken er at det økte læringsutbyttet kommer fordi studentene utvikler dypere forståelse for matematiske begreper og prosesser, noe som igjen gjør dem bedre skikket enn tidligere til å bruke matematikk og statistikk i anvendelser. Studentenes egenrapporterte aktivitet og preferanser, og tall for bruk av de elektroniske ressursene, danner grunnlaget for konklusjonene vi trekker om studentenes holdning til og bruk av læringsressursene i grunnutdanningen i matematikk.

2. LÆRINGSUTBYTTE OG LÆRINGSRESSURSER

2.1. Læringsutbytte og vurdering

Grunnutdanningsemnene inngår i 5-årige masterløp i teknologi. Læringsutbyttebeskrivelser på programnivå inneholder formuleringer som «Faglig fundament for livslang læring» og «Grunnlag for metodeforståelse, anvendelser, faglig fornyelse og omstilling». Som grunnutdanningsleverandører må vi ha denne ønskede langsiktige effekten av vår del av utdanningen i fokus, når vi definerer, planlegger, gjennomfører og evaluerer våre emner. Vi vurderer etter beste evne studentene, men vi bør være forsiktige med å hevde at denne vurderingen på en god måte måler om studentene har ferdigheter og kunnskaper som sikrer de langsiktige læringsmålene på programnivå.

Karakterer og strykprosent får mye oppmerksomhet (Ellingsen, 2016) og en signifikant forbedring her, har åpenbart en egenverdi. Men, vi mangler gode effektmål for *grunnutdanningens bidrag* til å oppnå målene for læringsutbytte på programnivå.

For studieprogrammene er både gjennomstrømming og studentenes attraktivitet og tilfredshet i arbeidsmarkedet gode mål, men det er en reell utfordring å måle hvordan og i hvilken grad grunnutdanningsemner bidrar til å oppnå dette. KTDiM-prosjektet har ikke prioritert dette, og vi kan derfor si lite om i hvilken grad våre emner bidrar til den ønskede langsiktige effekt. Selv om vi har sett en vesentlig forbedring av emneresultatene, med lavere strykprosent og høyere gjennomsnittskarakterer, har vi ikke grunnlag for å konkludere med at denne forbedringen faktisk skyldes tiltakene og endringene innført i forbindelse med prosjektet.

Vi velger derfor å fokusere på studentenes egenrapporterte erfaringer, i den tro at studentenes vurderinger og prioriteringer av læringsressurser vi har jobbet med å utvikle, i det minste sier noe om *studentenes tanker* om hvordan de forbedrer og optimaliserer sitt læringsutbytte.

2.2 Læringsressurser i grunnemnene

Oversikts- og interaktive forelesninger: Store studentgrupper følger undervisningen i grunnemnene, og den klassiske forelesningsstrukturen oppleves av mange studenter som passiviserende. Samtidig spiller forelesningene en viktig rolle. Vi har endret på strukturen i Matematikk 1 og 2, for i større grad å aktivisere studentene. Hver uke innledes med en klassisk to-timers forelesning i store auditorier, ofte med 400-500 studenter til stede. Vi kaller dette *oversiktsforelesning*. Senere i uka er det en ny to-timers økt, men nå planlagt for mindre grupper (100-150) der det jobbes med øvinger som følger opp ukas oversiktsforelesning. Vi kaller dette *interaktive forelesninger*. Studentens bruk av og holdning til oversikts- og interaktive forelesninger er temaet i Thaulé m. fl. (2017).

Øvingsopplegg: Digitale øvinger gir rask respons, og gode muligheter for effektiv innlæring av basisferdigheter. Vi bruker systemet Maple T.A., og ukentlige øvinger er obligatoriske. Øvingsopplegget inneholder også obligatoriske skriftlige innleveringer (fire i semestret). Denne typen øving inneholder mer krevende oppgaver enn de elektroniske øvingene. Her legges det vekt på føring, med grundige tilbakemeldinger skal gis fra læringsassistenter. Også de skriftlige øvingene leveres digitalt. I Matematikk 1 og 2 er det mappeevaluering, der antallet godkjente digitale øvinger inngår i vurderingsgrunnlaget. I tillegg finnes det anbefalte ukentlige øvinger, som ikke leveres inn, men benyttes til mengdetrening. Til disse er skriftlige løsninger tilgjengelige (for Statistikk), eller løsninger presenteres i plenumsregninger i auditoriet, som også videofilmes (for Matematikk 1 og 2). Studentens bruk og holdning til digitale øvinger diskuteres i Rønning (i trykk) og Rønning m. fl. (2017).

Matematikk- og statistikklab: I matematikklab og statistikklab kan studentene få hjelp av læringsassistenter til nesten alle døgnetstider (28 timer i uka i Matematikk 1 og 2, 12 timer i Statistikk). Blant læringsassistenterne er det ph.d.-studenter og masterstudenter, med god faglig innsikt, i tillegg til studenter på bachelornivå, som har oppnådd gode resultater i matematikk- og statistikkemnene. Faglærere besøker også labene. Studentene kan sitte og jobbe i grupper eller individuelt, eller de kan komme innom når de trenger hjelp. Studentene arbeider i hovedsak med øvingsopplegget i laben, men de har mulighet til å stille spørsmål til alle deler av pensum i det aktuelle emnet.

Digitale ressurser: De digitale ressursene er laget for studenter på ulikt faglig nivå, og er tilgjengelige via Internett «hvor som helst og når som helst». Vi har utviklet ulike typer digitale ressurser: digitale flervalgsoppgaver til bruk i forelesninger, *temasider* («lærebok på nettet») og tre typer studio-produserte videoer: *introduksjonsvideoer* – der et tema innføres for første gang, *tematiske videoer* – der man diskuterer et tema og *oppgavevideoer* – der en konkret oppgave (gjerne en eksamensoppgave) diskuteres og løses.

Hjemmesider: I våre grunnemner er all informasjon om emnets gjennomføring samlet i wiki-sider som er åpent tilgjengelig for alle (ingen innlogging kreves). For øvingsinnlevering (Maple TA og skriftlige øvinger) kreves eksamensmelding til emnet, og for å se video av forelesninger kreves innlogging via Feide. Temasider, introduksjon-, tema- og oppgavevideoer er alle åpent tilgjengelig fra NTNUs videoportal Mediasite og krever ikke noen form for innlogging, men for å finne videoene må man ha lenke til serien eller til en enkeltvideo.

Andre ressurser: I tillegg til disse læringsressursene som produsert i KTDiM, er det også tilgjengelig videoer og pencasts produsert i grunnemnene i tidligere år. For studenter i grunnemnene vil også medstudenter, diskusjoner i lukkede Facebook-grupper, videoer og websider laget utenfor NTNU, fungere som viktige læringsressurser.

3. RESULTATER

Læringsressursene har vært i kontinuerlig utvikling gjennom prosjektperioden, og resultater fra spørreundersøkelser, tall fra bruk av ressursene og samtale med studentene i fokusgrupper (Rønning, 2015) har vært brukt aktivt i utviklingen av ressursene. Vi vil presentere tall fra spørreundersøkelser fra den siste gjennomføringen av undervisningen i disse emnene – Matematikk 1 høsten 2016, Matematikk 2 våren 2016 og Statistikk høsten 2016. Siden ulike ressurser er tilgjengelige i de tre emnene, har det ført til at det er forskjeller i formuleringer, som setter noen begrensninger for sammenligninger på tvers av emnene. Studentene har vært anonyme når de har svart på undersøkelsene, og vi har derfor ikke hatt muligheten til å koble svarene fra studentene til informasjon om studentene, som eksamenskarakter eller studieprogresjon, og det har dermed heller ikke vært mulig å følge en student gjennom emnene Matematikk 1, Matematikk 2 og Statistikk for å se på trender i studentens holdninger og erfaringer med bruk av de ulike læringsressursene over tid.

Oversikt over antallet eksamensmeldte studenter i de tre emnene er presentert i tabell 1, der det kommer fram at svarprosenten (i forhold til antall eksamensmeldte) for undersøkelsene var henholdsvis 48 %, 36 % og 25 % for Matematikk 1, Matematikk 2 og Statistikk. Resultater fra undersøkelsene følger i seksjon 3.1 og brukerstatistikk fra hjemmesider og videoportal i seksjon 3.2.

3.1 Studentenes selvrapportert holdninger til læringsressursene

For Matematikk 1 og Matematikk 2 svarte studentene på spørsmålet «I hvilken grad gjør du bruk av følgende undervisnings- og læringsressurser i emnet», og svaralternativene var «I stor grad» (mørk grønn), «I nokså stor grad» (lys grønn), «I noen grad» (gul) og «I liten/ingen grad» (oransje), se figur 1. Her var ikke øvingsopplegget med i ressursene som var listet. Ressursene er rangert i synkende rekkefølge etter andelen som har svart «I stor grad».

I Statistikk var ordlyden «Hvor viktig er de ulike undervisnings- og læringsressursene i emnet for deg?», og svaralternativene var «Svært viktig» (mørk grønn), «Ganske viktig» (lys grønn), «Litt viktig» (gul), «Ikke viktig» (oransje) og «Uaktuelt/bruker ikke/ukjent for meg» (rød). Ressursene er rangert i synkende rekkefølge på andelen som har svart «Svært viktig» i figur 2. Her var øvingsopplegget inkludert som ressurs. Det ble også spurt om holdninger til temasider og studioproduerte videoer, og dette er oppsummert i figur 3.

3.2. Hvor mye brukes de ulike læringsressursene?

For bruk av videoressurser er tall hentet fra NTNUs videoportal Mediasite, for perioden 01.01.2016-30.06.2016 for Matematikk 2 og for 22.08.2016-31.12.2016 for Matematikk 1 og Statistikk. Den samme tidsperioden er benyttet for bruk av introduksjons-, tema- og eksamensoppgavevideoer i Statistikk.

Studioproduerte videoer

I løpet av prosjektperioden til KTDiM er det laget 120 studioproduerte videoer i hvert av emnene Matematikk 1 og Matematikk 2, mens i Statistikk er det laget 60 videoer. I Matematikk 1 og Matematikk 2 er det i tillegg tilgjengelig flere hundre videoer produsert før 2014. For Matematikk 1 det laget en lenkesamling (til videoene), sortert etter tema og tilgjengelig fra hjemmesiden. Det er ikke laget en slik oversikt for Matematikk 2. I Statistikk er det ikke tilgjengelig videoer produsert før 2014, og lenker til videoer produsert i KTDiM er sortert tematisk i en tabell fra hjemmesiden. Se tabell 1 for oversikt over treff på tema og eksamensoppgave-sider på wiki-sidene.

Oversikts-, tema- og oppgavevideoer er i Matematikk 1 og Matematikk 2 tilgjengelig fra ulike plattformer (Mediasite, OpenVideo og YouTube) og det er dermed veldig vanskelig å få oversikt over hvor mye hver av disse typene ressurser er brukt. For Statistikk er i hovedsak Mediasite brukt, men over halvparten av videoene er i tillegg tilgjengelig fra NTNUs gamle videoportal OpenVideo slik at tallene som oppgis under er en nedre grense for bruk. Følgende seerstatistikk finnes for Statistikk høsten 2016 for de studiproduerte videoene tilgjengelig fra Mediasite: Introduksjonsvideoene (12 videoer) er sett i gjennomsnitt 261 ganger, temavideoene (25 videoer) er sett i gjennomsnitt 199 ganger og oppgavevideoene (22 videoer) er sett i gjennomsnitt 249 ganger. Nesten alle som ser videoene kommer til videoene via lenker fra hjemmesiden i emnet. Det er ikke mulig å søke seg frem til videoene presentert fra Mediasite ved fritekst-søk fra søkesider. Innen Statistikk er ingen av disse videoene tilgjengelige fra YouTube. For Matematikk 1 og Matematikk 2 er både studiproduerte videoer og videoer fra noen forelesningsrekker (før 2016) tilgjengelige fra YouTube.

Videoopptak av forelesninger

Forelesningene i Matematikk 1 høsten 2016, Matematikk 2 våren 2016 og Statistikk høsten 2016 ble alle videofilmert, og gjort tilgjengelig for studentene bak Feide-innlogging fra NTNUs videoportal Mediasite. Tall for antall avspillinger av videoene er gitt i tabell 1.

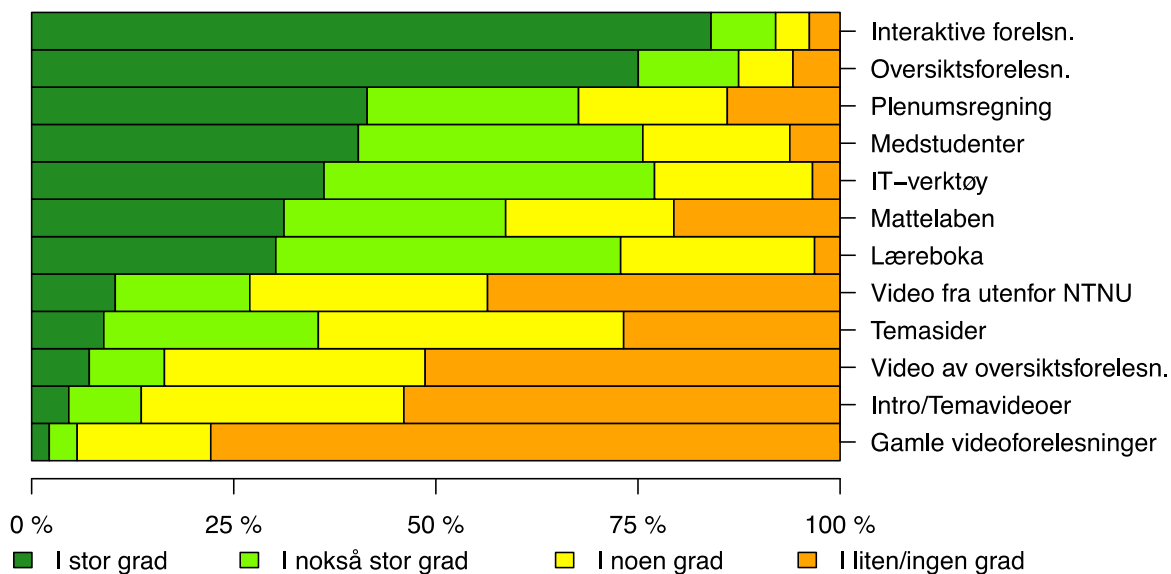
Besøk på hjemmesidene og temasidene

For bruk av wiki-sider i emnene er treff på web-sidene beregnet for perioden august-desember for høstsemestret og januar-juni for vårsemestret (se tabell 1). Disse inkluderer ikke treff på temasider og eksamensoppgavetabell.

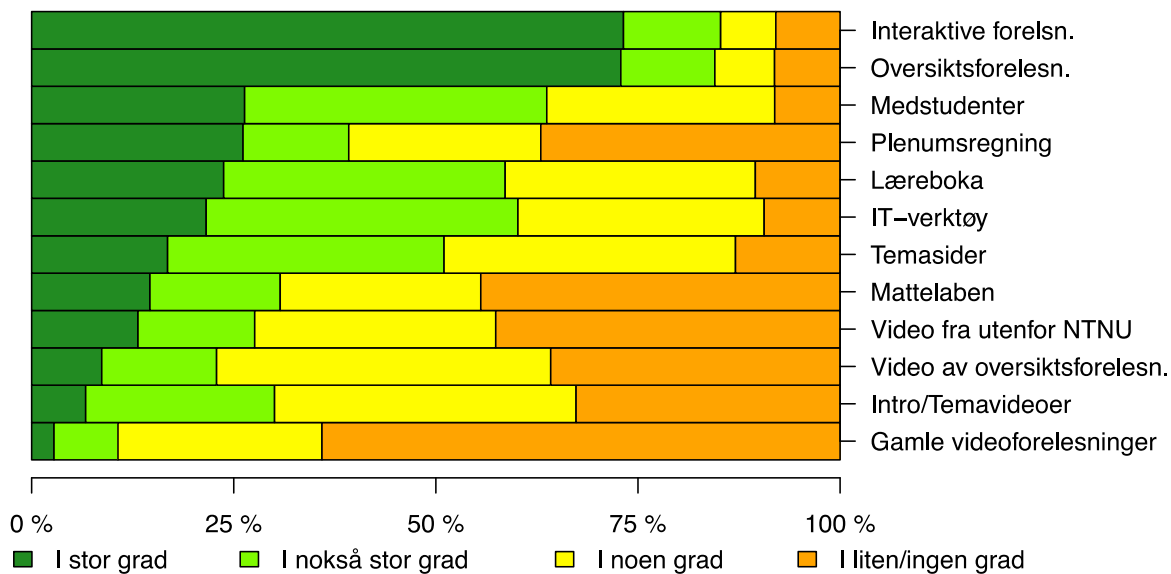
	Matematikk 1	Matematikk 2	Statistikk
Eksamensmeldt	1660 derav 36 % kvinner	1497 derav 38 % kvinner	838 derav 35 % kvinner
Møtt til ordinær eksamen	1561 (94 %)	1379 (92 %)	786 (94 %)
Stryk og trukket seg under eksamen	(183+54) 14 %	(191+102) 20 %	(54+24) 9 %
Svart på undersøkelse	791 (48 %)	545 (36 %)	210 (25 %)
Antall avspillinger av forelesningsvideoer (gjennomsnitt over alle videoer og minste og største seertall).	507 [284,988] Plenumsregning: 248 [71,572]	513 [271,1276]	187 [80,263]
Antall besøk pr student på hjemmeside (derav øvingsoversiktside)	225 (55)	168 (33)	217 (71)
Antall besøk pr student på temasider	20	19	100
Antall besøk pr student på eksamenstabell	47	46	31

Tabell 1: Oversikt over målbar bruk av ressurser sammen med antallet studenter eksamensmeldt, antall studenter som ikke bestod eksamen og trakk seg under eksamen, og antallet som har svart på evalueringsundersøkelse. Alle andeler er beregnet fra antall eksamensmeldte. For besøk på www-sider så er alle tall pr eksamensmeldt student, og hoved-hjemmesiden ligger separat fra temasider og eksamenstabell (en tabelloversikt med lenker til eksamensoppgaver, løsninger og videoløsning). For avspillinger av videoer er det 28 forelesningsvideoer for Matematikk 1 og 2, 54 for Statistikk.

Matematikk 1

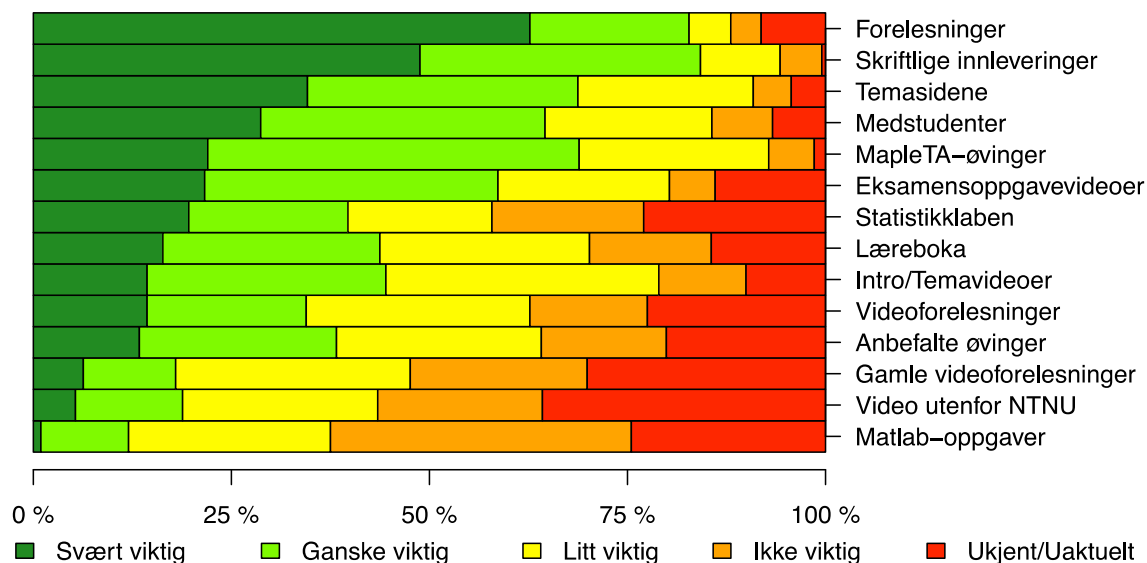


Matematikk 2



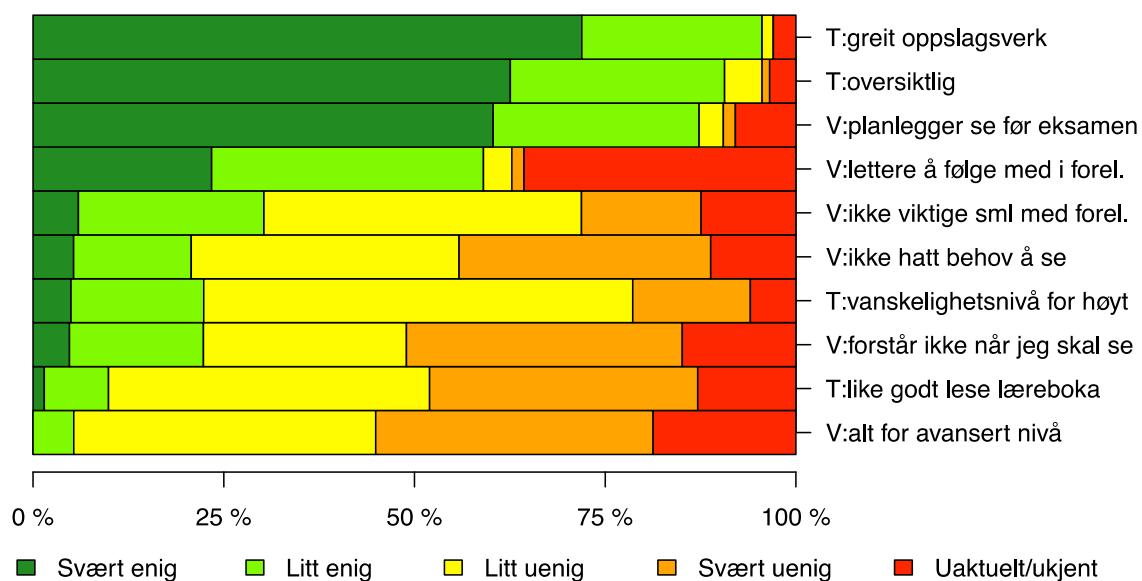
Figur 13: Oversikt over hvor viktig studentene synes læringsressurser i Matematikk 1 (øvre panel) og Matematikk 2 (nedre panel) er. Spørsmålet som ble stilt: «I hvilken grad gjør du bruk av følgende undervisnings- og læringsressurser i emnet». Ressursene er sortert etter andelen studenter som svarte «I stor grad».

Statistikk



Figur 14: Oversikt over hvor viktig studentene synes læringsressurser i Statistikk er. Spørsmålet som ble stilt: «Hvor viktig er de ulike undervisnings- og læringsressursene i emnet for deg». Ressursene er sortert etter andelen studenter som svarte «Svært viktig».

Statistikk: Temasider og videoer



Figur 15: Holdninger til temasider og studiovideoer laget ved NTNU i Statistikk. T=temasidene, V=videoene. Utsagnene (i samme rekkefølge som på figuren): «Det er greit å bruke temasidene som oppslagsverk», «Temasidene er oversiktlig å bruke», «Jeg planlegger å se noen av videoene før eksamen», «Når jeg har sett en video jeg har blitt anbefalt å se før forelesningen så har det vært mye lettere å følge med i forelesningen», «Sammenlignet med forelesningene er ikke videoene veldig viktige», «Jeg har ikke hatt behov for å se videoene», «Vanskelighetsnivået er for høyt», «Jeg forstår ikke når jeg skal se videoene», «Dette kan jeg like godt lese i læreboka», «Videoene er på et alt for avansert nivå».

4. DISKUSJON OG KONKLUSJON

4.1 Holdninger til læringsressurser

For alle emnene er forelesninger live i auditoriet rangert på topp, og dermed høyere enn video-opptak av forelesningene. For Matematikk 1 og Matematikk 2 (figur 1) er det liten forskjell mellom oversikts- og interaktive forelesninger, og plenumsregning rangeres også høyt. En mulig kilde til feil er som følger. Spørreundersøkelsene er gjort kjent på hjemmesiden til emnene, og i tillegg har faglærerne i forelesningene minnet studentene på å svare på undersøkelsen. Det er lite trolig at utvalget av studenter som har svart på undersøkelsen er et helt tilfeldig utvalg fra de eksamensmeldte studentene i emnet, og det er mulig at svarprosenten blant studenter som går på forelesning, og dermed også vurderer forelesninger som viktige, er høyere enn blant studenter som ikke går på forelesning.

For alle emner rangeres medstudenter høyt. Det er mulig å undersøke om det er stor samvariasjon mellom hvordan man svarer på i hvilken grad man gjør bruk av medstudenter og i hvilken grad man gjør bruk av andre ressurser ved å regne ut korrelasjonskoeffisient, her brukes Goodman-Kruskal korrelasjonskoeffisient for ordnede kategorier (Goodman og Kruskal, 1954). For Matematikk 1 er det høyest korrelasjon mellom i hvilken grad man gjør bruk av medstudenter og mattelab. For Matematikk 2 er korrelasjonen høyest for interaktive forelesninger, etterfulgt av mattelab og oversiktsforelesninger. For Statistikk er tilsvarende tall høyest for forelesninger, etterfulgt av skriftlige innleveringer og statistikkklub. Vi ser det som svært positivt at studentene rangerer medstudenter så høyt, og vi bør undersøke om vi kan sette inn tiltak som vil øke muligheten for at studenter arbeider sammen i grupper.

Nå det gjelder rangeringen av temasider er det ulikheter mellom emnene. I Statistikk rangeres temasidene høyt, etter forelesninger og skriftlige øvinger, mens de i Matematikk 1 rangeres svært lavt, og noe høyere i Matematikk 2. Dette er i overenstemmelse med tall for bruk av temasidene, der man i Matematikk 1 og 2 har henholdsvis 19 og 20 besøk på temasidene i løpet av semestret per eksamensmeldt student (se tabell 1), mens i Statistikk er det 100 besøk. En mulig forklaring på dette er at temasidene i Statistikk er de som er utviklet sist – basert på utvalgte strukturer fra temasidene i Matematikk 1 og 2. I tillegg ble det reklamert mye for temasidene i Statistikk i forelesningene. Den samme trenden (temasidene rangeres høyere i Statistikk enn i Matematikk 1 og 2) observeres også for introduksjons- og temavideoer, noe som ikke er uventet fordi det er stor samvariasjon mellom hvordan man svarer på bruk og viktighet av temasider og introduksjons- og temavideoer. For Matematikk 1 og 2 rangerer studentene videoer fra utenfor NTNU høyere enn videoer laget ved NTNU, mens dette ikke er tilfellet for Statistikk. I Statistikk viser tall for holdninger til temasider og videoer (figur 3) at studentene er godt fornøyd med nivået som ressursene ligger på, og forstår når og hvordan de skal bruke ressursene. Tilsvarende tall finnes for Matematikk 1, men ikke for Matematikk 2. I Matematikk 1 var gjennomsnittlig andelen Uaktuelt/Ukjent 41 %, som er mye høyere enn for Statistikk (12 %), men resultatene var ellers i tråd med hva som er rapportert for Statistikk. Vi ønsker at våre studenter i større grad skal velge å bruke ressurser som vi har laget spesialtilpasset de ulike emnene enn å lete etter ressurser ved generelle internettsøk, og utfordringen her er å passe på at studentene finner frem til og får god oversikt over hvilke ressurser som er tilrettelagt for dem.

4.2 Videre arbeid

KTDiM ble avsluttet ved utgangen av 2016, men arbeidet med fornying og forbedring av grunnutdanningen fortsetter. KTDiM fikk støtte fra NTNUs/Rektors toppundervisningsprogram «Innovative utdanningsformer» for 2014-2016, og har også vært støttet av Fakultet for Informasjonsteknologi, matematikk og elektroteknikk, nå Fakultet for

Informasjonsteknologi og Elektroteknikk (IE), og av Institutt for matematiske fag (IMF). Budsjettet har vært på 8,1 MNOK. KTDiM har hatt en aktiv rolle i Teknostart, og har samarbeidet med MatRIC (Senter for fremragende utdanning ved Universitetet i Agder), Uniped, Multimediacentret, Video for kvalitet og fleksibilitet. Store deler av lærerstaben, og mange stipendiater ved IMF har vært involvert i prosjektet. IMF jobber videre med modernisering av innhold, form og struktur i våre grunnutdanningsemner, og også med å forbedre samhandlingen med andre grunnutdanningsemner. I samarbeid med flere IE-institutter søkte IMF i 2016 om status som «Senter for fremragende utdanning». Søknaden fikk ikke støtte av NOKUT, men flere av prosjektene i «Active Learning for Core Technology Education» = ACT! kan og vil realiseres med intern finansiering, se ACT! (2016).

Referanser

- ACT! (2016). Søknad til NOKUT om status som Senter for fremragende undervisning, http://www.nokut.no/Documents/NOKUT/Artikkelbibliotek/UA-enhet/SFU/2016/S%c3%b8knader/ACT_application.
- Ellingsen, J. (2016). Matematikkundervisningen for sivilingeniører har gjennomgått en omfattende omlegging, 5. august 2016. *Adresseavisen*.
- Goodman, L. A., Kruskal, W. H. (1954). Measures of association for cross classifications. *Journal of the American Statistical Association*, 49, 732-764.
- Rønning, F. (2015). Innovativ utdanning i matematikk. *Uniped*, 38(4), 319–326.
- Rønning, F. (i trykk). Influence of Computer Aided Assessment on Ways of Working with Mathematics, *Teaching Mathematics and its Applications*.
- Rønning, F., Buan, A. B., Langaas, M., Thaule, M. (2017). Bruk av digitale øvinger i grunnutdanningen i matematikk. *Læringsfestivalen*.
- Thaule, M., Buan, A. B., Langaas, M., Rønning, F. (2017). Alternativ forelesningsstruktur i grunnutdanningen i matematikk. *Læringsfestivalen*.