

Pedagogisk Mappe

Hans Georg Schaathun

15. oktober 2017

Denne pedagogiske mappa er utarbeidd til ein søknad om status som merittert undervisar ved NTNU hausten 2017.

I tråd med krava i utlysinga er mappa delt i tre delar. Del 2 og 3 er vedlegg. Eg har valt å dobbellista mange vedlegg, for at dei skal vera synleg i alle samanhengar der dei er relevante. Hovuddelen har eg formatert for lesing på nett, med aktive lenkar både for kjeldehenvisingar og kryssreferansar. Der er ein PDF-versjon (sjå fotnote) for dei som ynskjer det, men utskrift er ikkje tilrådd sidan ogso PDF-en bruker aktive lenkar til alle referansar.

Eg håper at komitéen finn formatet tilfredsstillande.

1. Introduksjon med biografi

Eg har dei fyrste undervisningsrøynslene i høgare utdanning som stipendiat (undervisningsassistent) ved NHH 1996/97 i matematikk og statistikk, og debut som emneansvarleg ved UiB 2002 som vikar i to emne innanfor kodeteori og kryptografi. Eg retteleidde òg to hovudfagstudentar i kodeteori som postdoc ved UiB 2003–2005. I 2006 fekk eg fast stilling som *lecturer* ved Universitetet i Surrey, og fekk der pedagogisk basiskompetanse gjennom Postgraduate Certificate in Academic Practice (PGCAP). I 2011 vart eg professor ved HiÅ/NTNU.

Sidan 2013 har eg arbeidd systematisk med utvikling av undervisningsformar, og eg vil bruka mest plass på å drøfta dei ulike prosjekta eg har hatt i denne perioden. Likevel vil avsnitt 2 ta for seg breidda i aktivitetar lenger tilbake i tid. I avsnitt 3 presenterer eg eit pedagogisk grunnsyn. Avsnitt 4 til 7 presenterer dei ulike prosjekta som eg har arbeidd med dei siste åra. Fokus i prosjekta har vore på læringsaktivitetar, men eg vil oppsummera dei vala eg har gjort omkring vurdering i avsnitt 8. Eg drøftar bruken av vitskapleg metode i avsnitt 9 og pedagogiske leiarroller i avsnitt 10. Til slutt vil eg oppsummera med eit tilbakeblikk.

2. Brei fortid

Gjennom åra har eg dekt eit vidt spekter av emne innanfor matematikk og informatikk (sjå Emneliste/CV). Dei fleste emna mine har eg utvikla frå grunnen av, deriblant grunnleggjande emne som funksjonell programmering, vidaregåande emne som statistikk og simulering, og spesialiserte emne på høgare grad som steganografi og informasjonssikkerheit. Utvikling av læringsmateriell har alltid vore ein naturleg del av emneutviklinga. Dei fyrste kompendia og øvingsheftene laga eg som studentassistent og stipendiat ved UiB 1998–2001 (sjå vedlegg).

Eg har vore vegleiar både på hovudfag (60 ECTS) i Bergen, avsluttande oppgåver til MSc og BSc (hhv. 22,5 og 30 ECTS) i Surrey, og hovudprosjekt på ingeniørutdanninga (15–20 ECTS gruppearbeid) i Ålesund. Eg har òg rettleidd to doktorgradstudentar som har disputert ved Universitetet i Surrey etter at eg slutta, men fordi eg bytte jobb var eg ikkje involvert siste del av studia deira.

Eg har vore innom alle dei vanlege undervisningsformane i matematikk og informatikk, inklusive praktiske labøvingar med programmering, gruppeøvingar der førelesar går igjennom oppgåver, rekneøvingar der studentane arbeider individuelt under vegleiing, førelesingar, prosjekttinnleveringar og innleverte rekneøvingar. Som vurdering har eg brukt munnleg og skriftleg eksamen, og ulike typar innleveringsoppgåver både som obligatorisk arbeidskrav utan karakter, og som karaktergjevande vurdering (mappe) i England. Eg har sett variasjonen både mellom høgskule- og universitetstradisjonane og mellom England og Noreg.

Ei rolle i England er spesiell, og ulik alt anna eg har gjort, som *visiting tutor* ved *professional training year*. Det er relativt vanleg i England å ha eit år som praktikant mellom andre og tredje studieår, og instituttet mitt brukte eit treningsopplegg frå *British Computer Society* (BCS). Oppgåva som *visiting tutor* var å fylgja opp dette opplegget og vegleia studentane. Dette var ei svært gjevande oppgåva, som gav innblikk i korleis studentane verkeleg reagerer og tilpassar seg når dei går frå studium til arbeidsliv. Det viktigaste eg kunne gjera som vegleiar var å spørja ut studentane om arbeidssituasjonen deira, og dermed leia dei inn i refleksjon. Ihht. treningsopplegget skulle studentane sjølv velja læringsmål og sjå etter læringshøve i jobben. Sidan eg ikkje sjølv såg dei i arbeidssituasjonen, vart eg ikkje freista til å svara på spørsmåla for dei. Alt eg kunne gjera var å hjelpa dei til å sjå spørsmåla og finna svar sjølve. Det er ei nyttig røymsle, og eg håper eg klarer å bruka dei same teknikkane òg når eg kunne ha sett svara sjølv.

3. Pedagogisk grunnsyn

Søren Kierkegaard dannar eit viktig utgangspunkt for mi pedagogiske tilnærming, gjennom eit sitat som eg fyrst møtte gjennom vegleiingsopplæring i speidarrørsla:

Hvis det i sannhet skal lykkes å føre et menneske hen til et bestemt sted, må man først passe på å finne ham der hvor han er og begynne der. Dette er hemmeligheten

i all hjelpekunst.

Eg har i lang tid brukt mykje dialog i førelesingane, som ein etablert personleg stil. Eg stiller mange spørsmål til salen, og so langt det er råd byggjer eg på dei innspela eg får. Det retoriske spørsmålet bidreg til betre læring ved å stimulera til kognitiv aktivitet. Det genuine spørsmålet gjer det same, men i tillegg gjev det oss informasjon om korleis me bør forma undervisinga. Allereie då eg vart observert i førelesing som lekk i PGCAP, kommenterte den røynde observatøren at eg hadde usedvanleg god *rapport* (kontakt) med studentane.

Det meste av utviklingsarbeidet mitt har dreidd seg om å få mest mogleg ut av Kierkegaards «hemmelighet». Somme tider, når eg har teke eit anna utgangspunkt, har eg endt med å gjenoppdaga denne hemmelegheita. Gjennom djupare studiar i læringsteori og ulike eksperiment med nye læringsaktivitetar, finn eg nye tolkingar av Kierkegaards ord.

Eric Sottos (2007) tankar om motivasjon har gjort stort inntrykk på meg. Læraren kan aldri skapa motivasjon hos studentane. Studentane kjem inn på studieprogrammet med ein eller annan form for motivasjon, vore det faglig nyssgjerrigheit eller von om ein godt gasjert jobb i framtida, ellers ville dei ikkje vore på studiet i det heile. Læraren har makt til å øydeleggja motivasjon, gjerne ved at undervisinga ikkje framstår som relevant, men han kan ikkje skapa motivasjon. Det beste læraren kan gjera er dermed å finna, i Kierkegaards ånd, motivasjonen der studentane er, å ta dette som utgangspunkt.

Kognitiv psykologi og teorien om kognitive skjema byggjer òg oppunder Kierkegaards «hemmelighet». For å overføra ny kunnskap til langtidsminnet er studenten avhengig av å binda den nye informasjonen saman med eksisterande kognitive skjema. Gjennom diskusjon med studentane kan me oppnå tre ting. Me kan hjelpa studenten med å henta fram relevante skjema. Derneft kan me leggja faget fram slik at det er mest mogleg kompatibelt med studenten sine skjema. Til slutt vert studenten kognitivt aktiv slikt at ny kunnskap vert bearbeidd og innpassa i eksisterande skjema.

4. Røynsler frå eit omvendt klasserom 2013-16

Hausten 2013 utvikla eg eit nytt emne i diskret matematikk for dataingeniørstudiet, der eg stod relativt fritt til å velja både form og innhald. Eg la opp eit pensum som skulle vera mest mogleg relevant for dei som dataingeniørar, og som lå godt innanfor kjernekompetansen min. Dette gav eit godt utgangspunkt for å fokusera på form og formidling.

Inntrykket mitt frå tidlegare undervising i Ålesund, var at studentane legg lita vekt på praktisk arbeid og oppgåveløysing, og gjerne satsar på å lesa det meste før eksamen. Oppmøtet på førelesing er ofte dårleg, og hadde opplevd minst ein gong å forkasta eit øvingsopplegg fordi ikkje ein einaste student som møtte opp hadde vore på førelesinga dagen før. I staden kunne eg like godt gjenta førelesinga. Denne opplevinga motiverte til radikale grep.

For å vri fokus mot aktiv læring brukte eg alle undervisingstimane til rekneøving. Førelesingane gav eg i staden som video publisert på eigen nettstad. Seinare høyrde eg at denne

metodikken er kjend som *omvendt klasserom*.

Emnet var ein suksess allereie fyrste gongen. Studentane sette pris på aktiv læring i klasserommet, og somme kommenterte at dei vert meir konsentrert om førelesinga når dei får ho på video. Få strauk (1 av 13 i 2013, 1/25 i 2014 og 3/33 i 2015), der opp mot 50% stryk har vore vanleg på andre matematikkemne. Det er derimot ikkje råd å seia om suksessen er resultat av undervisingsopplegget eller innhaldet. Innhaldet var skjønnsomt utvald for å treffa studentane sin motivasjon, og i undervisinga kunne eg lett knyta stoffet til andre emne i studiet.

Trass i all suksess var der ting som ikkje fungerte som det skulle. Det fyrste øvingsopplegget mitt var konservativt og basert på at studentane skulle arbeida individuelt. Eg skulle hjelpa ved behov, og ikkje styra aktiviteten anna enn å gje oppgåver. I timane kunne eg sjå mange studentar som brukte lang tid på å stirra på oppgåvene som om dei venta på guddommeleg inspirasjon (utan å få det). Klasseromsprøver (obligatorisk arbeidskrav) kvar fjortande dag viste raskt at studentane hang etter forventingane mine. Der er ingen grunn til å tru at dette var eit større problem her enn i andre emne, men opplegget mitt avdekte det raskt. Eg hadde dessutan håpt at omvendt klasserom skulle ha betre effekt.

For å bøta på problema som eg såg, endra eg gradvis fokus frå individuelle oppgåver til meir diskusjon. Eg tok til å bruka meir av timen på å gå gjennom oppgåver på tavla, saman med studentane. Den opprinneleg grunngevinga var å gjera det tydleg kor langt eg forventa at studentane var komne. I etterkant ser eg derimot samhandlingslæring som den viktigaste motivasjonen. Dette har eg drøfta i artikkelen til UDIT 2015, hovudsakleg med sosialkonstruktivistisk grunngeving.

Tredje gongen eg køyrde diskret matematikk nådde bruken av diskusjon eit høgdepunkt. Videoførelesingane var stadig ein vesentleg del av opplegget, men eg slutta å forutsetja at studentane hadde forstått dei godt nok til sjølv å løysa oppgåvene i klasserommet. Eg er mindre oppteken av *om* studentane ser videoen enn mange andre, fordi eg veit at mange studentar som faktisk ser videoen, allikevel ikkje skjønner nok til å løysa oppgåvene. Dette kan eg sjå både i direkte tilbakemelding frå studentane, og på korleis dei faktisk svarer (eller ikkje svarer) på faglege spørsmål. Det er ikkje overraskande, og spesielt ikkje når det gjeld abstrakte tema i matematikk, fordi dei krev mykje tankearbeid å forstå. I aukande grad freistar eg å finna oppgåver som er relativt enkla, men som godt illustrerer viktige teoretiske poeng.

Timane mine kan veksle mellom korte presentasjonar, plenumsdiskusjon, gruppearbeid og individuelt arbeid, gjerne i løpet av éi einaste oppgåve. Idémyldring fungerer godt i plenum, einskilde steg eignar seg ofte til ein kort gruppediskusjon eller individuell rekning, og miniførelesing (maks 10 minutt) trengst der mange ikkje kjenner ein sentral teknikk. Denne vekslinga er viktig ut frå kognitiv byrde-teori og Bruners støttande stilas. Ny informasjon frå læraren kjem i små porsjonar som ikkje overfyllar arbeidsminnet, før studenten får bearbeida informasjonen ved å prøva seg på eit oppgåvesteg. Stega som studentane arbeider med, er so små, at studenten raskt får tilbakemelding (stilas) gjennom plenumsdiskusjonen.

Det er eit paradoks at hovudmotivasjonen for omvendt klasserom ofte er meir aktiv læring og meir tid til direktekontakt med studentane. Likevel er det videoproduksjon som tek mest tid for

læraren. Røynslene mine viser at den aktive læringa krev mykje gjennomtanke, og ein treng kanskje ikkje dekkja heile pensum på video. Eg er ikkje komen fram til ein endeleg form, og arbeider stadig vidare med denne utfordringa.

Eg publiserte ei detaljert analyse ved SEFI MWG 2016. Studentane ser stor verdi i diskusjonar som læringsaktivitet, men det er òg klart at pendelen har svingt for langt. Sjølv om der er få som ynskjer mindre tid på diskusjon, er der mange som saknar meir tid til individuelt arbeid (under rettleiing). Å finna den rette balansen mellom ulike læringsaktivitetar er altso ei anna utfordring som eg må arbeida vidare med.

5. Totemaemne 2014-17

Parallelt med diskret matematikk, har eg undervist to emne saman med andre: Statistikk og simulering (S&S) (2. år) (2014, 15 og 17) og Funksjonell programmering og intelligente algoritmar (FPIA) (MSc) (2015-17). Felles for desse er kombinasjon av to tema innanfor eitt emne, i eit forsøk på å gje betre, kontekstuell forståing av faget. Det er berre delvis vellukka.

I FPIA har det vist seg urimeleg krevjande å læra seg både eit nytt programmeringsparadigme og samstundes bruka dette for å prøva seg fram med intelligente algoritmar. Det ville vore betre å øva på funksjonell programmering gjennom velkjende døme, og læra seg intelligente algoritmar gjennom eit velkjend programmeringspråk. Dette problemet vart klart ved evalueringa i 2016; i 2015 var der få studentar med svært ulik bakgrunn, og det var difor ikkje råd å få ein eintydig konklusjon. Fordi endringa kravde diskusjon på programnivå, måtte emnet likevel køyra som før i 2017. I 2018 vert det derimot erstatta av eit reint maskinlæringsemne, der eg ikkje er involvert.

Ein læringsaktivitet frå FPIA er verd å trekkja fram, nemleg *tutorials*, som studentane har sett stor pris på, særleg i starten av emnet. *Tutorials*, i min bruk, er lange og omfattande programmeringsoppgåver, med mange detaljerte steg. Studentane skal gå gjennom heile oppgåva, og prøva alt på eiga maskin, men fordi ho er delt opp i små steg, vert kvart steg enkelt og overkommeleg for dei aller fleste. Dette fylgjer idéen om *completion examples* frå Clark *et al.* (2006). Utfordringa ved *tutorials* er å få ein jamn auke i vanskegrad gjennom semesteret. Studentane og eg er svært godt nøgde med dei fyrste oppgåvesetta, men studentane får ein kalddusj etter eit par veker når oppgåvene vert mindre detaljstyrande. Dette er ei utfordring som eg må se nærare på dersom eg skal bruka *tutorials* igjen. Det kan vera at drøftingsoppgåver bør erstatta *tutorials* utover i semesteret, for å stimulera til å vurdere alternativ og argumentera for bestemte løysingar.

Kombinasjonen statistikk og simulering har vore mindre mislukka enn FPIA, men har hatt sine egne utfordringar. Emnet skal dekkja kravet (5 ECTS) til statistikk i rammeplanen og samstundes kravet til emnestorleik (minst 10 ECTS). Desse to krava har skapt ein del rare kombinasjonar på ein del ingeniørutdanningar. Me ynskje å veva to tema tett saman til eitt heilskapleg emne. Studentane skal læra å programmera simuleringar og analysa simuleringresultat vha. statistikk. Dei må modellera verkelege problem, og sjå samanhangen mel-

lom simuleringsmodellen og den statistiske modellen.

Emnet har vore oppbygd som ein serie prosjekt. Kvart prosjekt tek utgangspunkt i eit praktisk problem (t.d. bytte-/rovdyr og vegtrafikk), og studentane går gjennom modellering, implementasjon/simulering og til slutt analyse av det same problemet.

Det positive ved emnet er at studentane får utfolda seg i praktisk programmering, ein arena som dei er komfortabel med og som er sentral i studieprogrammet. Slik byggjer emnet godt oppunder kjernekompetanse i studiet, og statistikken framstår som relevant. Programmeringa kan derimot lett overskugga statistikk og analyse. Studentane har vist svært gode prestasjonar i simulering, med kreative modellar og god implementasjon, men me er ikkje nøgde med statistikkkompetansen. Det ser me både i obligatoriske arbeidskrav og på eksamen.

Delt emneansvar har vore ein stor føremon i konseptfasen og ei like stor ulempe i gjennomføringsfasen. To personar med felles visjon generer meir enn dobbelt so mange idéar, og konseptfasen vart dermed svært kreativ. Resultatet er eit godt tilfang av gode dømme døma som studentane har arbeidd me. To personar bruker derimot meir enn dobbelt so lang tid på å einast om ein konklusjon, og læringsmål og pensum har ikkje vore so tydeleg som dei burde ha vore overfor studentane.

Våren 2018 skal eg for fyrste gongen ha eineansvar for S&S, og det vert ei gyllen sjanse til å gjera emnet meir oversiktleg og pensum meir tydeleg definert. Eg kan framleis dra på det rike materialet som me har skapt saman, men eg får fridom til å velja og presisera på ein ny måte. For å gjera statistikkpensum tydlegare, vil eg òg innføra eit tydlegare skilje mellom statistikk- og simuleringstimar. Me kan stadig arbeida med data frå simuleringane i statistikktimane, men fokus skal då vera eine og aleine på analyse, med tydlege læringsmål innanfor statistikk.

6. Utfordringane med matematikk

I 2016 køyrde eg prosjektet *Aktiv læring i matematikk* som eit forsøk på å overføra metodikken frå diskret matematikk til Matematikk 1. Prosjektet var finansiert av studieutvalet ved Høgskolen i Ålesund. Eg køyrde eit eige undervisningsopplegg for dataingeniørstudiet (knapt 40 studentar), men med same eksamen som dei øvrige studieprogramma. Det var vesentleg for prosjektet at eksamensresultata skulle vera samanliknbare med det tradisjonelle opplegget.

Bakgrunnen for prosjektet er at matematikk slit med høg strykprosent, og problemet er større på datastudiet enn andre program. Håpet var at tettare oppfylgjing og kontekstualisering av teorien skulle gje betre resultat til eksamen, men det slo ikkje til. Studentane var jamnt over godt nøgde med opplegget, men eksamensresultata var på nivå med tidlegare år. Prosjektet er difor ikkje vidareført.

På dette tidspunktet hadde lese meg opp på pedagogisk forskning, og eg la fleire nye prinsipp til grunn. Både observasjonar av og tilbakemeldingar frå studentane i diskret matematikk viste at videoane var vanskeleg å forstå, og generelle reglar presentert på video var lita hjelp til å løysa oppgåver. Hendrix (1961) seier det same og tilrår undervising basert på konkrete døme

og oppgaver, og mange av dei. Difor prioriterte eg video som presenterer døme og oppgaveløysing, og eg laga relativt få tradisjonelle teoriutleiingar.

I tillegg freista eg å fylgja råd frå Clark et al. (2006) både i øvingsdesignet og i videoformatet. Eg gjorde videobiletet mest mogleg visuelt og unngikk å skriva det som eg sa. Dette utnyttar arbeidsminnet best mogleg ved at den fonologiske løkka og den visuo-romlege skisseblokka kan arbeida uavhengig av kvarandre med tale og bilete. Eg laga mange videoar med animasjon av fysiske problem og tilhøyrande matematisk modell, med munnleg forklaring, for å gjera grunnleggjande prinsipp levande.

Eit anna råd frå Clark et al. er *worked examples*, dvs. gjennomarbeidde døme eller løysingsforslag, som eg gjerne presenterte på video med handskriven løysing og munnleg forklaring. Dette var ein genre som mange studentar meinte dei hadde svært stort utbyte av. Eg supplerte desse videoane med øvingsoppgåve relativt lik dømet, det som Clark et al. kaller *paired examples*. Målet er at studentane skal forsterka det som dei har sett i dømet, ved å gjera ei liknande oppgåve sjølv.

Eg introduserte òg eit elektronisk quizsystem (Socrative) i klasserommet. Det var stadig den munnlege diskusjonen som var hovedefokus, men quizsystemet gjorde det mogleg å få inn svar frå alle studentane på same tid. Dette brukte eg mest tidleg i semesteret, då der var mange relevante, enkle oppgaver som egna seg for quiz. Studentane hadde ynskt seg meir bruk av quiz gjennom heile semesteret.

Når me ikkje oppnådde dei same eksamensresultata som i Diskret Matematikk, må me mest truleg forklara det med skilnadene i pensum. Matematikk 1 har eit omfattande pensum med mange teknikkar og detaljar. Metodikken min fokuserer på djupare forståing, og var ikkje godt nok tilpassa det detaljrike pensumet. Matematikk 1 byggjer på ein god forståing av gymnaspensum, og dei mange studentane med dårlege forkunnskapar har ei stor ulempe. Diskret Matematikk er i stor grad uavhengig av tidlegare matematikkpensum. Sjølv om ikkje gjennomstrøymingsmålet vart nådd, tyder diskusjonen i klassa på at mange studentar har ei god forståing og resonneringsevne som diverre ikkje vert løna på eksamen. Studentane var nøgde (sjå emnerapport) og stadfestar det som er skrive over om Diskret Matematikk.

7. Quiz som drivar for diskusjon

For tida leier eg *Klasseromsquiz i Matematikk*, eit prosjekt finansiert for 2017-18 av Noregsuniversitetet. Målet med prosjektet er å vidareutvikla den diskusjonsformen som eg har brukt i Diskret Matematikk og Matematikk 1, og overføra han til større klasser. Eg underviser grunnleggjande matematikk for økonomisk/administrative fag med over 140 registrerte studentar og 70-90 på førelesing. Emnet har eit relativt lite pensum, og er spesielt tilrettelagt for studentar som slit med matematikk, og som ikkje har anna bakgrunn enn obligatorisk matematikk frå vidaregåande skule. Me hadde òg søkt Noregsuniversitetet året før utan å få tilslag. Truleg la me for mykje vekt på pedagogisk forskning fyrste gongen. Søknaden som fekk tilslag, hadde tydelegare fokus på praktisk undervising.

For å nå alle studentane i ei stor klasse bruker eg gjennomført eit digitalt quizverktøy. I Matematikk 1 hadde eg so smått testa Socrative, men fordi eksisterande verktøy ikkje har støtte for matematisk notasjon utviklar me ny programvare som ein del av prosjektet. Ein hovudfunksjon som me vidarefører frå Socrative, og som manglar i andre kjende quizsystem, er at læraren raskt kan stilla spontane spørsmål som ikkje er førebudd på førehand. Den fyrste prototypen vår var klar til semesterstart og er eit fullgodt alternativ til Socrative.

Studentaktiviteten i auditoriet overgår alt eg hadde vågd å håpa på. Studentane får diskutera i små grupper før dei svarer på quizen. Ein pensjonert kollega observerer førelesingane, og han peiker på at han overhøyrer svært konstruktive diskusjonar, der studentane drøftar alternative framgangsmåtar. I so fall har eg lukkast med akkurat det som var hovudmålet. Klassa har fått ei open stemning med låg terskel for å stilla spørsmål, svara på spørsmål og gje tilbakemelding på aktivitetane.

Quizsystemet tener mange formål. Ved sidan av å stimulera til å tenkja gjennom oppgåvene og drøfta med medstudentar, gjev det meg rask informasjon om kva studentane kan svara på og kor raskt. Studentane får òg det same overblikket. Eg bruker òg quizen til evaluerings-spørsmål, og kan t.d. sjekka om studentane meiner eg går for fort eller for sakte fram. Typisk er fleirtalet nøgde, med jamnstore minoritetar på kvart ytterpunkt.

Det som eg diverre ikkje har fått prøvd er CatchBox, som er i ustand i det aktuelle auditoriet. Eg let ofte ein enkelt student få ordet, anten for å stilla eit spørsmål eller for å utdjupa eit løysingsforslag, men det er vandt å høyra kva som vert sakt utan mikrofon.

I tillegg til quiz-systemet i klasserommet, bruker eg eit anna quiz-system til obligatoriske arbeidskrav, nemleg *adaptivt læringsystem* som òg er utvikla her på huset for nokre få år tilbake. Målet er å drillar grunnleggjande teknikkar. Systemet er adaptivt og vil gje studentane vanskelegare oppgåver etter kvart som dei vert flinkare. Resultatet er at studentar som treng mykje øving for å klara oppgåvene, må gjera hundrevis av oppgåver, medan studentar som skjønner raskt og klarer alt på fyrste forsøk kan vera ferdig etter 25. Fleire studentar seier at det er akkurat dette dei treng for å drillar inn grunnleggjande teknikkar.

Eg var ikkje med på å utvikla adaptivt læringsystem i starten. I utgangspunktet var eg skeptisk eller til og med kritisk, fordi eg var redd for at slik drilløving ville ta fokus vekk frå forståing og resoneringsevne, og eg samanlikna det med læringsmaskinene som behaviorismen ein gong forfeikta. Etter kvart er eg derimot sett at mange studentar slit med å forstå fordi grunnteknikkane ikkje er automatisert, og dei må difor bruka all tankekapasitet på elementære teknikkar og har ingenting att til nye utfordringar. Drilløvingar er ein effektiv veg til automatisering, og kravet om forståing gjer ikkje behovet for automatisering og drill mindre. Eg planlegg no å utvikla systemet vidare saman med initiativtakaren, Siebe van Albada.

Det er for tidleg for nokon grundig evaluering av grunnleggjande matematikk, men eit kort og uformelt resymé av fyrste referansegruppemøte er vedlagt.

8. Vurdering og læringsmål

Dei siste åra har eg konsekvent brukt skriftleg eksamen som einaste vurderingsform. Hovudgrunnen til det er at eg ynskjer å testa studentane sin evne til problemløysing og argumentasjon med kontrollerte hjelpemiddel og avgrensa tid. På skriftleg eksamen må studentane stola på si eiga resoneringsevne der og då, og det er ein sentral del av læringsmåla i matematikk. I motsetning til på munnleg eksamen kan dei ikkje prøva seg fram ved å lesa kroppsspråket åt eksaminator. Ei heller kan dei bruka lang tid på å søkja etter løysingar i eksterne kjelder som på heimeeksamen og innleveringsoppgåver.

I fleire av emna som eg har køyrd har det vore eit poeng i seg sjølv å ha mest mogleg konservativ vurderingsordning. Eg har ikkje ynskt å utfordra etablerte syn på læringsmål i fagmiljøet, men heller at studentane best mogleg skal nå etablerte læringsmål slik dei kjem til uttrykk i skriftleg eksamen.

Tida er snart inne for å utfordra etablerte læringsmål i matematikk. Ein grunn finn me i literaturen om *matematikkkompetansar* frå dei siste 10-15 åra (sjå t.d. SEFI sitt rammeverk for matematikkpensum). Blant åtte ulike matematikkkompetansar har tradisjonell undervising fokusert nesten utelukkande éin av dei, å handtera matematiske symbol og formalismar. I undervisinga har eg lagt ein del vekt på andre matematikkkompetansar, spesielt resonering og matematisering, men då meir som eit middel enn som eit mål i seg sjølv. Eg meiner at ein konstruktivistisk innlæring av matematisk symbolmanipulasjon må gå via resonering og matematisering for å skapa forståing, og det har vore grunnen for å bruka tid på det.

I dag heller eg derimot meir mot å sjå resonering og matematisering som mål i seg sjølv. Literaturen om matematikkkompetansane synleggjer at kvar og ein av dei trengst for å bruka matematikk i praktisk yrkessamanheng. Dersom det er tilfellet, må me leggja vekt på alle matematikkkompetansane både i læringsprosessen og ved vurdering, i tråd med Biggs prinsipp om *Constructive Alignment*. Dette kunne eg tenkja meg å arbeida vidare med.

9. Vitskapleg tilnærming

Hausten 2014 tok eg initiativ til eit forskingsprosjekt ved instituttet. *MNT-konferansen* gav pengestøtte til institutt som lova å presentera bidgra på konferansen, og eg fekk gjennomslag til å bruka denne støtta til å hyra ein forskar med kompetanse i pedagogikk og samfunnsvitskapleg forskingsmetode på timebasis. Målet med prosjektet ei djupevaluering av emnet *Mikrokontrollarar*, på grunnlag av fokusgrupper av studentar.

Dette prosjektet var eit vendepunkt for meg, der eg lærte ein god del om bruken av kvalitative forskingsmetodar. Gjennom ein påfølgjande artikkel som me skreiv, fekk eg eit overblikk over dei dominerande læringsteoriane, noko som har gjort det enklare å få utbyte av annan pedagogisk litteratur. Både metode- og teoriinnsikta har vore svært nyttig i vidare utviklingsarbeid.

I evalueringsarbeidet har eg lenge lagt vekt på kvalitative data framfor kvantitative. Eg spør

gjern studentane om korleis dei arbeider, kva dei forstår, og kva dei slit med, for å kartleggja effekten av læringsaktivitetane. Røynslene med fokusgrupper har gjeve meg eit betre metodeverk for å analysere desse dataa. Eg fører ein form for dagbok der eg noterer både data og refleksjon etter kvart i løpet av semesteret. Data omfattar

1. mine observasjonar av studentane, t.d.: Korleis svarer dei på faglege spørsmål? Kor mykje diskuterer dei med kvarandre?
2. litteraturreferansar og -sitat.
3. svar frå studentane på evalueringsspørsmål, enten eg bruker quiz eller handsopprekking.
4. uformelle innspel frå studentar og andre.
5. notat frå referansegruppene.

Stort sett er der godt samsvar mellom mine observasjonar og innspel frå studentane, men det er generelt vanskeleg å få tilstrekkeleg datavolum til å sikra relabilitet, og eigne data er mest nyttige for å stadfesta teorien frå litteraturen og tilpassa implementasjonen.

Fordi eg stiller evalueringsspørsmål hyppig i timane (både munnleg og gjennom quiz), kan studentane uttala seg om ein bestemt læringsaktivitet umiddelbart etter. Dette gjev meir presise svar enn det som er mogleg med konsentrerte evalueringsovingar, og innspel frå studentane er essensielle for å finjustere teknikkar og læringsmateriell. Resultatet er ein iterativ utviklingsprosess med svært korte iterasjonar, der eg implementerer endringar raskare enn eg kan dokumentere dei. Dokumentasjon er difor avgrensa til oppsummeringa i emnerapportane og samt i publiserte artiklar (sjå vedlegg). Det grundigaste arbeidet er gjort i Matematikk 1.

Den matematikkdiraktiske metoden som eg bruke, er (t.d.) resultat av ein slik systematisk samanlikning av observasjonar, litteratur og utsegner frå studentane. Han er ein variant av den induktive metoden etter Hendrix (1961) og (Colburn (1820-talet), der ny teori vert introdusert gjennom døme og oppgåver. Me kan observera at fleirtalet av studentane vert aktive i fagleg diskusjon når eg tek utgangspunkt i konkrete døme. Dei kjem med idéar, løysingar og nye spørsmål. Det same aktivitetsnivået og forståinga har eg ikkje kunne sjå når utgangspunktet har vore generisk teori. *Clark et al. (2006)* seier noko av det same, og gjev i tillegg råd om korleis døme og oppgåver kan utformast som *paired examples* og *completion examples* for å få ein mest mogleg gradvis auke i vanskegrad. Studentevalueringane stadfestar at desse teknikkane er populære, og me kan òg observera at dei gjer det mogleg å aktivisere mange studentar i diskusjon om relativt komplekse og kompliserte problem.

10. Leiing og planarbeid

I Surrey hadde eg vervet som *Director of Studies (MSc)* i nesten to år, med overordna ansvar for tre studieprogram. I løpet av denne perioden vart akkrediteringa frå British Computing Society fornya. Mitt viktigaste bidrag var å revidere programmet *MSc Security Technologies and Applications* for å møte akkrediteringskrava. Dette programmet var relativt nytt og hadde

ikkje vore akkreditert før. Som studiedirektør hadde eg òg ansvar for evalueringsmøte med studentrepresentane, oppfølging av emneevalueringsane overfor dei emneansvarlege, og eg var representant i *Faculty Learning and Teaching Committee*.

I Ålesund tok eg aktiv del i revisjonen av studieprogrammet fram mot den nye rammeplanen som kom i 2012. Fyrst og framst tok eg til orde for å gjera samanhengen mellom ulike emne i studiet tydelagare, og kanskje særleg for å gjera realfagsundervisinga meir direkte relevant for dataingeniørstudiet. Dei to emna i Statistikk og Simulering (Avsnitt 5) og i Diskret Matematikk (Avsnitt 4) er eit resultat av dette, der eg var hovudarkitekt heilt frå konseptstadiet.

Etter at eg starta med systematisk utvikling av omvendt klasserom og andre læringsaktivitetar, har eg lagt vekt på formidling i fagmiljøet. Eg har presentert resultat frå arbeidet fleire gongar på interne seminar, og ein gong på invitert føredrag for Tekna i Ålesund.

Det som eg kanskje er mest stolt over er konferansespetet *Utdanning og didaktikk i IT-faga* (UDIT) som eg initierte då eg arrangerte NIK/NOKOBIT i Ålesund 2015. Som hovudarrangør tok eg ansvar for praktisk tilrettelegging, og rekrutterte dei fleste medlemmene til programkomitéen, som gjorde ein svært god jobb med det faglege innhaldet. UDIT er no vorte ein årleg tradisjon som står på egne bein. Mange andre leiarroller har hatt preg av rutine som ikkje gjer nokon forskjell, men UDIT står fram som ein varig verdi for fagmiljøet.

Som pedagogisk leing vil eg òg rekna prosjektleinga for *Aktiv læring i matematikk* og *Klasseromsquiz i matematikk*, men dei er diskutert over.

11. Oppsummering og tilbakeblikk

Eg har undervist i høgare utdanning i 15 år, og vore forskingsaktiv i heile denne perioden. Balansen mellom forskning og undervising har variert. Dei fyrste åra kunne undervisningsoppgåver vera altoppslukande, og omsyn til forskning gjorde det uråd å driva systematisk pedagogisk utvikling over lengre periodar. Dette har endra seg med aukande røynsle, og eg maktar no å handtera fleire parallelle prosjekt. Sidan 2013 har eg drive systematisk og kontinuerleg pedagogisk utvikling, der eg har endra metodikk relativt raskt basert på røynslene.

Eg har skildra eit par forskjellige prosjekt frå denne perioden. Der går ein raud tråd gjennom desse prosjekta, i målet om å møta studentane der dei er, og saman skapa mening og forståing ut frå den bakgrunnen dei har. Dei metodane som eg etter kvart står att med er bygd både på egne røynsler og på ein forståing av læringsteori og pedagogisk forskning.

No står midt i eit omfattande prosjekt og planen for umiddelbar framtid er allereie lagt der. Det er for tidleg å seia kva som skjer etter klasseromsquiz i matematikk. Det freistar å arbeida vidare med matematisering og andre matematikkompetansar i dei mest elementære kursa. Eg har ein idé til ei bok om *Matematikk frå røynda*, basert på utelukkande på praktiske problem frå røynda. Denne kunne kanskje vore lærebok i ein betre erstatning for Grunnleggjande Matematikk. Eg trur òg at ei slik bok kunne vera nyttig for mange i ungdomsskulen og vidaregåande skule, for å gje mening til ellers abstrakt matematikk. Men andre ting kan koma til å

vera viktigare om eit år.

A. Del 2: Vurderingar

A.1. Kollegavurderingar

1. Fråsegn frå instituttleiari Anniken Karlsen.
2. Fråsegn frå tidlegare instituttleiari Geirmund Olteidal.
3. Observasjon i Grunnleggjande Matematikk hausten 2017, ved Jan Gunnar Moe.
4. Fråsegn frå kollega Robin Bye.

A.2. Studentevalueringar 2016-2017

Dei siste åra har eg hovudsakleg basert evalueringane på munnleg dialog med studentane, og eg kan difor i liten grad dokumentera fyrstehandsvurderingar frå studentane. Emnerapportane som eg har ført dei siste to åra gjev ei oppsummering av tilbakemeldingane frå studentane, med refleksjon.

1. Emnerapportar 2016-2017.
 - a) Funksjonell programmering og intelligente algoritmar, våren 2016
 - b) Matematikk 1 for datastudenter, hausten 2016
 - c) Funksjonell programmering og intelligente algoritmar, våren 2017
2. Kvantitativ evaluering av Diskret Matematikk 2015, presentert som artikkel frå SEFI MWG 2016, Evalueringa tok sikte på å samanlikna dei ulike læringsaktivitetane som var brukte.

Nokre eldre vurderingar er inkluderte i mappa frå PGCAP.

A.3. Kollegavurderingar frå Surrey 2007/2008

Nedanståande dokument er òg inkludert som vedlegg i mappa frå PGCAP, som er inkludert i Del 3.

1. Senior observer
2. Peer observer

B. Del 3: Vedlegg

B.1. Curriculum Vitæ

- Curriculum Vitæ (Hovuddel i PDF)
- Publikasjonsliste (ekstern lekk)

B.1.1. Undervisningsoppgåver (liste)

AR101015 *Grunnleggjande matematikk* (hausten 2017) (undervist) Fyrste semester for ulike økonomisk/administrative studium.

IR102116 *Matematikk 1 for datastudentar* (hausten 2016) (undervist)

IR201812 *Statistikk og simulering* (våren 2014, 2015 og 2017) (utvikla og undervist saman med Siebe van Albada.) Fjerde semester dataingeniør.

IR201712 *Diskret matematikk* (hausten 2013–15) (undervist) Tredje semester dataingeniør.

- *Datakommunikasjon og nettverk* (våren 2011 og 2012). (undervist) Fjerde semester dataingeniør
- *Objektorientert programmering* (våren 2011 og 2012). (undervist) Andre semester dataingeniør
- *Informasjonssikkerheit* (hausten 2011). (utvikla og undervist) Femte semester dataingeniør, basert på csm27 nedanfor og tilpassa eit norsk ingeniørstudium.

csm25 *Secure Information Hiding* (MSc) [Steganografi] (utvikla og undervist, våren 2007, 2008 og 2009)

Dette kurset er utvikla for ein ny MSc i *Security Technologies and Applications*, som er svært spesialisert. Ingen egna lærebok finst på marknaden, so kurset var utelukkande basert på eige materiale. Kurset har alltid fått gode tilbakemeldingare frå studentane, og det siste året svært gode tilbakemeldingar med snitt over 4 poeng av 5.

csm27 *Computer Security* (MSc) [Datasikkerheit] (utvikla og undervist, hausten 2007, 2008, 2009)

Dette kurset er òg utvikla for det nye MSc-programmet i *Security Technologies and Applications*. Det har vore eit vellukka og populært kurs, og ved fyrste studentevaluering fekk det 4,56/5 på «well presented and delivered» og rundt 4.2/5 på «interesting» and «effective learning experience». På grunn av suksessen er det seinare vorte utvida og tilbudt til andre studieprogram i tillegg.

com1022 *Functional Programming and Reasoning* (Level 1) [10 ECTS-poeng] 2009/10. (designed and delivered jointly with Steve Schneider) Result of merging cs190 (below)

with another module on formal methods. The aim of the merger was to consolidate the training in reasoning across two topics which used to be separate modules, hoping that this would improve the students' understanding of both topics. The exam results certainly did improve compared to cs190.

cs190 *Functional Programming Techniques* [5 ECTS-poeng]. Funksjonell programmering for første årstrinn. (utvikla og undervist, hausten 2008), Nytt kurs, utvikla for å styrka undervisinga i programmering og logikk innanfor datafag. Fyrste levering var for krevjande for studentane samanlikna med andre emne, men effekten i å heva forventingane var velkomne i kollegiet. Revidert i com1022 over.

i245 *Kodeteori* (UiB) (hausten 2002)

Dette var eit etablert kurs som eg oppgraderte for å inkludera nytt materiale om treliskoda modulasjon og turbokodar.

i145 *Grunnleggjande kodar* (UiB) (våren 2002)

Dette var eit etablert kurs som eg oppgraderte for å omfatta AES (Advanced Encryption Standard). Eg introduserte òg nye, meir praktiske øvingar.

- *Introduksjon til dataanlegget* [lynkurs, ei veke] (UiB) (undervist fire gonger 1999–2001)

Eg reviderte dette kurset to gonger, fyrst for å utvida det frå 3 til 5 dagar, og seinare i samband med eit skifte frå SUN/Solaris til Intel/Linux.

2015–2017 Vegleiiing av ein doktorstudent som avbrøt studiet og flytta bort av ulike personlege grunnar.

2011–2016 Vegleiiing av 3-4 grupper til BSc-prosjekt ved data- og automasjonsstudia.

2007–2010 Vegleiiing av to postdocs på til saman $2\frac{1}{2}$ årsverk.

2007–2010 Vegleiiing av to doktorstudentar som har disputert i Surrey etter at eg drog i desember 2010. Eg var hovudvegleiar frå oppstart (hhv. juni 2007 og nov. 2009) til eg drog.

2006–2010 Vegleiiing av 20-30 MSc-avhandlingar og ca. 20 BSc-avhandlingar (Surrey);

2006–2010 Rettleiiing av 8 studentar på yrkesutplassering (Surrey);

2003–2005 Vegleiiing av 2 hovudfagsoppgåver ved UiB

B.2. Pedagogisk basiskompetanse

Eg har formell pedagogisk basiskompetanse gjennom *Postgraduate Certificate of Academic Practice* ved Universitetet i Surrey. Dette tilsvare eit semesteremne som omfattar alle sider ved ei fast vitenskapleg stilling, men universitetspedagogikk tek den største plassen.

1. Studiehandbok som viser omfang og innhald.
2. Mappa frå vurdering
3. Vitnemål

B.3. Læringsmateriell

B.3.1. Fullstendig kursmateriell på nett

1. Diskret Matematikk (2013, sist revidert 2015)
2. Matematikk 1 (2016)

B.3.2. Oppgåvesett og støttemateriell på nett

1. Functional Programming and Intelligent Algorithms (2016, revidert 2017)
2. Functional Programming and Intelligent Algorithms (fyrste utgåve 2015)
3. Statistikk og Simulering (2017)
4. Statistikk og Simulering (fyrste utgåve 2014, revidert 2015)
5. Informasjonssikkerheit (2011)

B.3.3. Kompendium og liknande

1. Introduksjon til Dataanlegget. Øvingar. Materiell til eit lynkurs i Unix for nye studentar ved Institutt for Informatikk, UiB, våren 2002. Dette er den siste utgåva som eg var ansvarleg for. Eg reviderte øvingssettet fleire gongar pga. utviding av kurset og utskifting av dataanlegget.
2. Brukarrettleiing for UA. (saman med Gisle Sælensminde, hausten 1998). Dette er ei referensehandbok skrive for lynkurset nemnd over og vidare bruk utover i studiet.

B.4. Organiserte prosjekt

B.4.1. Aktiv Læring i Matematikk

Aktiv Læring i Matematikk vart finansiert som prosjekt av studieutvalet ved Høgskolen i Ålesund våren 2015, og gjennomført 2016. Den opprinnelege prosjektplanen skisserte to fasar, der den andre fasen kunne gjennomførast i 2017 avhengig av røynsleane frå den fyrste fasen. Prosjektet var avslutta etter den fyrste fasen.

1. Prosjektplan
2. Emnerapport som òg tener som sluttrapport (fase 1).

B.4.2. Klasseromsquiz i Matematikk

Klasseromsquiz i Matematikk er finansiert av Noregsuniversitetet 2017-2018. So langt har me utvikla ein programvareprototype som er under utprøving i *Grunnleggjande matematikk* inneverande semester.

1. Prosjektplan/-søknad.
2. Oppsummering referansegruppemøte 1. Dette må sjåast som eit internt notat. Det vert ikkje reinskrive før i slutten av semesteret.
3. Prosjektplan for eit prosjekt omsøkt eitt år tidlegare og avslått. Dette er ein viktig del av røynslegrunnlaget

B.5. Vitskaplege publikasjonar innanfor pedagogikk og didaktikk

- Hans Georg Schaathun and Welie Annett Schaathun: Learning mathematics through classroom interaction I *The 18th SEFI Mathematics Working Group seminar on Mathematics in Engineering Education, Proceedings*, 2016, side 155ff.
- Welie Annett Schaathun and Hans Georg Schaathun: Mellom klassisk betinging og støttende stillas: Et utviklingspsykologisk perspektiv på ingeniørstudenters læring. I *Innovasjon i velferdssamfunnet* Fjordantologien 2015, utgjeve 2016. Preprint
- Hans Georg Schaathun: Matematikk er eit pratefag og andre røynsler frå eit omvendt klasserom. *Norsk Informatikkonferanse 2015*. Presentert på Undervising og Didaktikk i IT-faga, Ålesund 23.-25, november 2015.
- Welie Annett Schaathun and Hans Georg Schaathun: Dypevaluering av studentenes læring - Er fokusgrupper svaret? *Norsk Informatikkonferanse 2015*. Presentert på Undervising og Didaktikk i IT-faga, Ålesund 23.-25, november 2015.
- Welie Annett Schaathun, Hans Georg Schaathun, and Robin T. Bye: Aktiv læring i mikrokontrollarar. *Uniped*, 38(4):381–389, 2015. Spesialnummer etter MNT-konferansen i Bergen 18.-19. mars 2015.