

# Adaptivt læringsverktøy for matematikk

Innovativ Utdanning 2017

Hans Georg Schaathun, IIR/NTNU

Sluttrapport august 2020 (kladd)

Prosjektet *Adaptivt læringsverktøy for matematikk* vart innvilga frå NTNU under programmet Innovativ Utdanning 2017. Det skulle opprinneleg vore avslutta i desember 2019, men pga. sjuke- og foreldrepermisjon vart det forlenga. Det er no avslutta i august 2020.

## 1 Om målet: adaptivt læringsverktøy

Det adaptive læringsverktøyet er eit nettbasert quiz-system der systemet til ei kvar tid gjev studenten oppgåver med vanskegrad tilpassa evnene åt studenten. Både studentane og oppgåvene har ei *rating* som vert dynamisk oppdatert kvar gong studenten svarer på ei oppgåve. Denne *ratingen* representerer dugleik for studenten og vanskegrad for oppgåva.

Den fyrste prototypen på det adaptive læringssystemet vart utviklar ved HiÅ med støtte frå Noregsuniversitet 2015-2016. Utprøving i emnet *Grunnleggjande Matematikk 2017* viste at dette var eit lovande konsept, men at protypen mangla støtte for mange aktulle oppgåvetypar, ville skalera dårleg til fleire emne og lærarar, og ikkje minst vera vanskeleg å vedlikehalda og vidareutvikla.

Hovudmålet med prosjektet frå 2017 var difor å reimplementera idéen i eit meir robust og fleksibelt rammeverk.

## 2 Om måloppnåinga

Dei sentrale delmåla i den opprinnelege planen var

1. Utvikla verktøy, *CAPQuiz*
2. Utvikla innhald for AR101015 *Grunnleggjande Matematikk* (no *Matematisk Problemløysing*)
3. Utvikla innhald saman med NDLA
4. Evaluering og formidling

Då planen vart revidert i 2019 vart samarbeidet med NDLA (pkt. 3) teke ut, for å vera sikker på at verktøyet har tilrekkeleg kvalitet før fleire personar vert trekte inn som brukarar.

Dei to fyrste punkta vart i hovudsak gjennomførde hhv. i 2018 og 2019. Utprøvinga hausten 2019 avdekte derimot til dels kritiske problem. Me trur dette no er løyst, men ny utprøving får ikkje plass innanfor ramma av prosjektet. Arbeidet vert vidareført som ein del av prosjektet DiKonTiM som er leidd av Andrey Chesnokov ved IMF og finansiert av DIKU (DIG-2020/10164).

Me vil utdjupa status for verktøyet i avsnitt 3. Innhaldet (pkt. 2) er tilfredsstillande for dei to obligatoriske arbeidskrava i AR101015. Formidling (pkt. 4) er gjennomført so langt det er rimeleg med dei resultatata som er oppnådd. Dette skal me utdjupa i avsnitt 5.

### 3 Om verktøyet

Den opprinnelege prototypen var utvikla som eit sjølvstendig system. Dette gjorde at me måtte ta ansvar for ei rekkje standardfunksjonar for å handtera brukar- og student-database, innlogging, spørsmålsbank, integrasjon i LMS, osv.

Den nye løysinga er bygd på Moodle som er ein modulær LMS. Prosjektet har utvikla to *plugins* for å dekkja ny funksjonalitet. *CAPQuiz* er den viktigaste. Som ein aktivitetsmodul implementerer han det adaptive læringssystemet som skildra over. Den modulære strukturen gjer at *CAPQuiz* kan bruka alle dei same spørsmålstypane som andre quiz-liknande aktivitetar i Moodle, frå vanlege kortsvars- og fleirvalsoppgåver til matematiske oppgåvetypar som sjekkar svar algebraisk eller numerisk.

Den andre modulen er ein variant av spørsmålstypen *STACK*, for matematiske, og særleg algebraiske, oppgåver. Sjølv om *STACK* er eit svært suksessrikt verktøy gjennom over 20 år, er det vanskeleg å bruka i matematikk som støttefag, av di studentane må koda svara sine i maskinlesbart format. Studentar som tek ein grad i matematikk må uansett læra dette, men særleg av omsyn til studentar på økonomisk/administrative studium skulle har dette prosjektet ein variant der studentane kan redigera matematiske formlar grafisk.

Dei to modulane er uavhengige av kvarandre. *CAPQuiz* kan brukast med eksisterande spørsmålstypar, og *STACK* med grafisk formelredigering kan brukast saman med t.d.

den innebygde *Quiz*-modulen. Me vil difor evaluera dei uavhengig av kvarandre.

### 3.1 CAPQuiz

*CAPQuiz* vart testa i to obligatoriske arbeidskrav i 2019, og dette avdekte to ulike manglar. Den fyrste var ein banal feil i utrekninga av *ratings* og vart raskt retta.

Den andre var eit ytelsesproblem i sjølve Moodle-systemet. Problemet vert berre kritisk når ein både har mange spørsmål og bruker reknemessig tunge spørsmålstypar som *STACK*. Det var difor ikkje eit problem i det fyrste arbeidskravet som brukte *STACK*, men *Calculated*.

Ytelsesproblemet vart drøfta på foruma åt Moodle, og me fekk kontakt ein av dei sentrale utviklarane bak *Quiz*-systemet, Tim Hunt ved Open University. Me brukte ein del ressursar på å studera dette problemet, men det vart til slutt utbetra av Tim Hunt i versjon 3.9 av Moodle i juni 2020.

Innleiande testar tyder på at systemet no vil fungera tilfredsstillande til bruken i *Matematisk Problemløysing*, men endeleg evaluering er ikkje mogleg før etter emnegjennomføringa hausten 2020.

*CAPQuiz* er publisert offisielt i *Moodle Plugin Directory* og er tilgjengeleg for all verda. Me har fått ein del positiv respons frå andre brukarar, og me ser fram til å kunna publisera ein meir gjennomtesta versjon og vonleg få eit brukarmiljø rundt *CAPQuiz*.

### 3.2 STACK

Prosjektet har levert ein prototyp som viser at eit grafisk grensesnitt til *STACK* er mogleg. Dette er ope tilgjengeleg via github, men me har ikkje ynskt å publisera ein konkurrent til den eksisterande *STACK*-modulen. I staden har me innleidd eit samarbeid med Chris Sangwin (Universitetet i Edinburg) som er hovudansvarleg for *STACK*, med sikte på integrasjon i den offisielle utgåva. Det har diverre gjort at me måtte venta på ein omfattande revisjon av *STACK* og denne var ikkje klar før i mai 2020.

I praksis har det vist seg at det grafiske grensesnittet er lite vesentleg for dei oppgåvene som me bruker i *Matematisk Problemløysing*. Det gjer at me ikkje har grunnlag for å evaluera funksjonaliteten i prototypen.

### 3.3 Andre funksjonar

Eit funksjonskrav i prosjektplanen var integrasjon med BlackBoard. Moodle og BlackBoard støttar LTI-standarden, som opnar for å bruka aktivitetar frå ein LMS i eit kurs som ligg på ein annan LMS. Dette viste seg relativt sytalaust med eksisterande løysingar.

Den største utfordringa er å finna rett person i byråkratiet ved NTNU for å få dei tilgangane som trengst. Her skal me retta stor takk til Andreas Krokan ved NTNU Beta som alltid er hjelpsom og har kontaktane som trengst. Systemegar Marit Kristine Berntsen var velviljug, og tekniskar Nils Robert Leganger svært hjelpsom med det tekniske.

Integrasjon mellom Moodle-tenaren vår og BlackBoard vart sett opp tidleg i haustsemesteret 2019, og dei obligatoriske arbeidskrava vart gjennomførte via BlackBoard. Studentane måtte dermed berre logga inn i BlackBoard og godkjenning vart automatisk registrert der.

### 3.4 Veggen vidare

Sjølv om der er uteståande manglar, har me levert eit produkt som me skal halda fram med å bruka i *Matematisk Problemløysing*, og som kollegaane ved IMF ynskjer å vidareutvikla for andre emne gjennom DiKonTiM. Me har sikra ein del midlar til vidare arbeid både frå DiKonTiM og ExcITed samt restmidlar frå gamle prosjekt.

Dei prioriterte oppgåvene framover er

1. Utprøving og vedlikehald av *CAPQuiz*.
2. Integrasjon av grafisk grensesnitt i *STACK*.
3. *Issue Tracker* for å forenkla utvikling og feilretting i spørsmål. Dette byggjer på ein kommentarfunksjon i *CAPQuiz*, men vert vidareutvikla som ein ny og sjølvstendig *plugin*. Den fyrste prototypen, utvikla under DiKonTiM, er venta klar for testing hausten 2020.
4. Utvikling av innhald for programmeringsemne, delvis under DiKonTiM og delvis under ExcITed, for å utvida brukarbasen.

## 4 Aktivitet

Prosjektmidlane har nesten utelukkande gått til personalkostnader i utviklingsarbeidet. Studentassistentar har gjort mesteparten av jobben, men ein del, og særleg vegleing og planleggjing, er gjort av fast tilsette. Sjå rekneskapsrapporten for detaljar.

## 5 Formidling

Ved sidan av å publisera *CAPQuiz* og *STACK*-varianten vår, har den viktigaste formidlinga vore den uformelle diskusjon på internt på NTNU, innanfor *STACK*- og Moodle-miljøa og innanfor *MatRiC* (SFU for matematikk). Dette har mellom anna leidd til det

omtalte DiKonTiM-prosjektet.

Prosjektet har vore ein del av eit større forskings- og utviklingsarbeid rundt emnet *Matematisk Problemløysing*. Her har *CAPQuiz*, med trening i mekaniske rekneferdigheiter, stått som ein motpol til læringsaktivitetar med fokus på oppgåvetolking, matematisering, forståing og kommunikasjon. Dette har vore viktig for å problematisera læringsmåla både i matematikk og ingeniørfag, men denne diskusjonen er ikkje avslutta. Følgjande tre artiklar er resultat av dette arbeidet prosjektperioden.

1. Hans Georg Schaathun. Den tause kunnskapen i it-studia. *Norsk Informatikkonferanse*, November 2019. Presentert på Undervising og Didaktikk i IT-faga, Narvik 26. nov. 2019. Open tilgang
2. Hans Georg Schaathun and Jan Gunnar Moe. Kva er egentleg målet i matematikken? In Reidar Lyng, editor, MNT-Konferansen, *Nordic Journal of STEM Education*. Mars 2019. Open tilgang
3. Hans Georg Schaathun and Sebastian Søviknes Gundersen. Quiz for diskusjon og samarbeid i store klasser. *Norsk Informatikkonferanse*, feptember 2018. Presentert på Undervising og Didaktikk i IT-faga, Svalbard 18.-20. sept. 2018. Open tilgang

Me hadde ambisjonar om å halda interne gjesteseminar ved dei tre studiestadane ved NTNU, men slik det har utvikla seg må det venta til avsluttinga av DiKonTiM, når systemet er meir modent.

## 6 Verdi for undervising og læring

Prosjektet har vore nøydd til å fokusera på teknisk utvikling. Det didaktiske utviklingsarbeidet har skjedd i randsonen, og me må hovudsakleg byggja på røynslene frå utprøving av prototypen in 2017. Ved utprøvinga i 2019 var dei negative røynslene pga. tekniske manglar sopass tunge at me ikkje får noko påliteleg bilete av dei positive røynslene. Der er derimot ingen grunn til å tvila på det biletet som me hadde frå 2017.

Konseptet byggjer på behavioristisk læringsteori og er ikkje ulikt Skinners undervisingsmaskiner frå 1960-talet. Den behavioristiske metodikken har mykje for seg når ein skal læra, og framfor alt når ein skal automatisera, grunnleggjande mekaniske ferdigheiter. Dei mekaniske rekneferdigheitene har hatt stor vekt i tradisjonell matematikkundervising, og det har alltid vore ei utfordring å gje studentane nok mengdetrening.

Det adaptive læringssystemet gjer denne mengdetreninga meir effektiv, fordi studentane arbeider om og om igjen med oppgåver som dei finn vanskelege, men vert raskt ferdige med oppgåvetypar som dei får til med ein gong. Dermed har me studentar som vert ferdige med heile settet etter å ha svart på 25-50 spørsmål, medan andre må svara på eitt tusen spørsmål. Dette gjev oss obligatoriske arbeidskrav som er meir individuelt tilpassa enn tradisjonelle innleveringar med statiske oppgåvesett.

Svært mange studentar har òg sagt at det er akkurat dette dei treng. Både den umiddelbare tilbakemeldinga og dei utførlege løysingsforslaga som fylgjer tilbakemeldinga har stor verdi.

Det er likevel grunn til å tvila på at studentane har rett i at det er dette dei treng. Deira oppfatting av kva matematikk er, er forma av eit skulesystem som har endra seg relativt lite sidan 1940-talet, då mange studentar gjekk ut og fekk den fyrste jobben sin som *computer*. Det er lenge sidan ein jobb vart utlyst som *computer*.

Dette er ei innsikt som er grodd fram parallelt med prosjektet, ikkje minst ved å sjå kontrasten mellom *CAPQuiz* og andre læringsaktivitetar i emnet. Matematikkundervisinga på lågare grad fokuserer i all hovudsak på oppgåvetypar som me i arbeidslivet overlet til datamaskiner. Der har ikkje vore rom for dei oppgåvetypane som me treng menneske til å løysa. Denne problemstillinga var hovudfokus for dei to artiklane frå MNT-konferansen og UDIT i 2019. Problemet er ikkje ferdig granska.

Konklusjonen vert kanskje at *CAPQuiz* har stor verdi for ein svært liten del av læringsmåla i matematikk. Der er ein risiko for at *CAPQuiz*, som ei enkel og billeg løysing, stel merksemd frå dei verkeleg store og viktige læringsmåla, men det kan likevel ha ein plass. Gjennom DiKonTiM og andre komande aktivitetar skal me stimulera til vidare debatt herom.