

## Afrapportering om eksperimenter med forskningsintegration

<b>Navn</b>
Professor Søren Eilers, MATH, SCIENCE
<b>Kursusnavn</b>
Experimental Mathematics (XM) <a href="https://kurser.ku.dk/course/nmak16008u/2020-2021">https://kurser.ku.dk/course/nmak16008u/2020-2021</a> , <a href="https://kurser.ku.dk/course/nmak16008u/2021-2022">https://kurser.ku.dk/course/nmak16008u/2021-2022</a> , Introduction to Experimental Mathematics (IXM) <a href="https://kurser.ku.dk/course/nmab21005u/2021-2022">https://kurser.ku.dk/course/nmab21005u/2021-2022</a>
<b>Studienævn</b>
Matematik og datalogi
<b>Niveau og holdstørrelse</b>
Både BA og KA, 3. og 4. år. 9 studerende tog kurset i 2021, 28 tog kurset i 2022. 2 af disse studerende har afsluttet eksperimentelle projekter, 2 har påbegyndt dem, 2 har truffet aftale om fremtidige.
<b>Beskrivelse af eksperimentet</b>
<p>Med hjælp fra studienævn lykkedes det ved udviklingsperiodens start at forbedre de formelle rammer for kurset betydeligt, navnlig ved at udbyde to samunderviste kurser rettet mod hhv. BA- og KA-studerende. I kombination med et intensivt rekrutteringsarbejde gav dette en tredobling af studenterpopulationen mellem de to udbud i 2021 og 2022. Samtidig udvikledes projektkataloget med god hjælp fra kolleger inden- og udenfor KU.</p> <p>Det blev vel modtaget af de studerende at jeg navigerede eksplicit efter at tage de bedste af deres ideer og bringe dem til publikation, og jeg oplevede ekstremt høj motivation i begge kursusudbud i forbindelse med det sidste obligatoriske projekt. Majoriteten af de studerende brugte meget mere tid end nødvendigt, producerede gode resultater og fik gode karakterer.</p> <p>De bevilgede resurser blev navnlig lagt i at understøtte videreudvikling af ideer fremkommet under obligatorisk projektarbejde inden for kurset i retning af egentlig publikation. I et projekt var de studerende så langt fremme allerede ved eksamen i kurset, at der umiddelbart efter blev truffet aftale med en VIP om et fællesarbejde. Dette er netop udkommet på arXiv. De øvrige ideer der er udvalgt til at blive videreudviklet mhp. publikation blev fundet i projektarbejde.</p>
<b>Udbytte for studerende</b>
<p>Kurset blev A-kategoriseret af MATHs undervisningsudvalg ved udbuddet i 2021. Jeg kan citere studerende for følgende:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• God "forskningsbaseret" undervisning, og fede projekter man kan arbejde med selv. Godt struktureret og gennemtænkt kursus.</li><li>• I really enjoy the feeling of being at the frontier of mathematics. When I took my first 2 years' worth of courses, I felt like a puny undergrad student who couldn't possibly contribute to mathematics before I had at least a master's degree. Now I feel like a good idea, some good algorithms and some patience could mean I would find something new and exciting.</li><li>• The course presented me a new way to think of mathematical problems of which I've never think before</li><li>• Vil lige endnu en gang sige tak for et super sjovt kursus! Det var fedt at kunne få lov til at bruge nogle af sine lidt mere utraditionelle kompetencer og samtidig få dem til at spille sammen med en masse nye ting. Jeg har lært en masse, og processen har været rigtig inspirerende!</li></ul>
<b>Udbytte for forskningen</b>

<p>Et projekt har resulteret i egentlig (præ-)publikation: <a href="https://arxiv.org/abs/2201.13353">https://arxiv.org/abs/2201.13353</a>. Her er to af forfatterne studerende fra kurset, og den tredje den postdoc, der foreslog projektet. Et projekt har resulteret i ny viden, der udgør basis for videre arbejde hvor den studerende er eneforfatter. To projekter har resulteret i ny viden, der udgør basis for videre arbejde hvor den studerende er medforfatter sammen med den seniorforsker, der har foreslået projektet.</p>
<p><b>Samspil mellem undervisning, forskning og eksamen</b></p> <p>Den fundamentale ide er uændret fra tidligere: De studerende bruger de værktøjer, jeg har bibragt dem gennem undervisning, i projekter der tager udgangspunkt i et forskningsproblem, og kvaliteten af deres arbejde (og deres forståelse af deres arbejdsproces) måles med henblik på bedømmelse ved eksamen. Det er essentielt her at kvaliteten af det eksperimentelle output <b>ikke</b> indgår i bedømmelsen, fordi det kan ske at de studerende gør alting rigtigt, men at der bare ikke er noget at finde. Sådan må det være, når nu projektet er åbent, og jeg dermed ikke kan sige på forhånd, hvad det med rimelighed kan lede til. Og det er selvfølgelig også en udfordring derved, at de studerende kan komme til at opleve den store frustration, grundforskning kan medføre, fordi man ikke er i mål og ikke en gang kan sige noget om, hvor langt man er fra målet. De studerende, det sker for, tager det i reglen i stiv arm, men det er selvfølgelig skuffende for dem.</p>
<p><b>Tilpasning af eksperimentet</b></p> <p>Udviklingsprojektet fulgte den oprindelige ide, men efter en stærkt revideret tidsplan nødvendiggjort af pandemien. Vejledning af BA-projekter og andet projektarbejde måtte af samme grund bredes ud til en længere periode. Det viste sig relativt tidligt, at der ikke var plads på KA-uddannelsen i quantum science til kurset, hvorfor denne ambition ikke kunne indfris.</p> <p>Det er mit indtryk af kursusudbud, projektkatalog, og rekrutteringsmekanismer til kursus og opfølgende projekter er i god balance nu, således at det samlede udbud kan ske i uændret form fremover.</p>
<p><b>Styrker og svagheder</b></p> <p>Den store styrke ved eksperimentel matematik er præcis forskningsintegrationen: vi kan tilbyde vore studerende at være med til at producere helt ny matematik, også selv om deres faglighed ikke er færdigudviklet helt til specialniveau. Svagheden er den usikkerhed, man nødvendigvis må udsætte dem for, og det kan ramme de svage studerende temmelig hårdt.</p>
<p><b>Oplevede udfordringer</b></p> <p>Projektet blev forsinket af pandemien dels som en konsekvens af restriktioner ift. interaktion mellem studerende og kursusansvarlige, dels som en konsekvens af at den tilknyttede DVIP havde ansvar for implementering af online-undervisning og derfor måtte prioritere dette. Men det havde ikke i sig selv negative effekter for de faglige aspekter. Til gengæld oplevede vi to gange, at KU-IT reagerede så langsomt på henvendelser til dem om at skaffe studerende adgang til relevante IT-faciliteter, at det delvist umuliggjorde vigtigt arbejde. I begge tilfælde fik vi kompetent hjælp, men efter ugevis af ventetid der gjorde, at den studerende ikke længere havde tid til at benytte værktøjerne.</p>
<p><b>Den vigtigste erfaring</b></p> <p>Det er muligt at føre en tredjeårsstuderende på matematikstudiet helt frem til forskningsfronten i eksperimentelle projekter!</p>
<p><b>Gennemføres eksperimentet igen</b></p> <p>Det er mit klare indtryk, at værdien af kurset og tilknyttede projektaktiviteter efter udviklingsperioden fremstår langt tydeligere både for de studerende og for mine kolleger, således at jeg kan tage såvel rekruttering som hjælp med at formulere gode projekter for givet</p>

fremadrettet. Jeg har optjent undervisningsfri i næste blok 2, og vil således ikke kunne udbyde kurset der, men regner med at det kan indgå i udbuddet årligt fra og med det akademiske år 2023/24. Det skal dog bemærkes, at hvis væksten i antal studerende og ønskede projekter fortsætter, så vil jeg ikke personligt kunne overkomme det hele, og der skal derfor tilføjes resurser enten som DVIP eller ved ansættelse af en postdoc med relevante kompetencer.