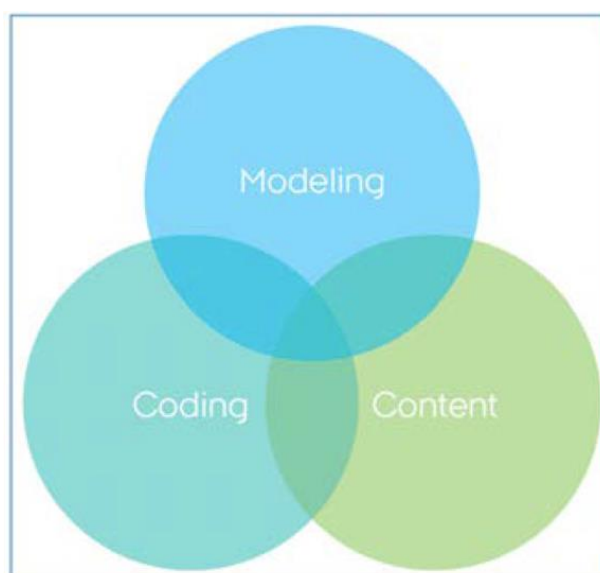


Computational Thinking i matematik, naturvidenskab og samfundsfag (CTiMNAT)

Evaluering af projektets tredje kursusforløb 2021-2022



Rapport udarbejdet for Danske Science Gymnasier (DASG)
af
Center for Computational Thinking & Design, Aarhus Universitet (CCTD)

September 2022

*Jonas Ørbæk Hansen
Line Have Musaeus
Keld Nielsen*

Resumé:

Med afslutningen af dette tredje kursusforløb er der sat punktum for projektet *Computational Thinking i Matematik og Naturvidenskab (CTiMNAT)*. Det samlede projekt løb over fire år og omtales kort i Afsnit 1 og 2. Som planlagt, er der i projektet gennemført tre lange kursusforløb i en progressiv og kumulativ proces. Dermed er intentionerne om at indarbejde indhøstede erfaringer i det andet og det tredje kursusforløb indfriet. Det samlede forløb vil blive præsenteret og analyseret i en peer-reviewed artikel, som forventes udgivet i første halvdel af 2023.

Denne evaluering omhandler det tredje kursusforløb. Evalueringen har følgende hovedpunkter:

Efter at have gennemført forløbet vurderer 86% af de deltagende lærere, at deres kompetencer til at inddrage computationelle elementer i deres undervisning var blevet ”bedre eller meget bedre”. På baggrund af denne vurdering, og kursisternes mange øvrige positive udsagn om kursusforløbet, konkluderer vi, at også dette tredje kursusforløb blev gennemført med succes.

I de to foregående kursusforløb deltog kun lærere fra de naturvidenskabelige fag og matematik. I dette forløb deltog også lærere i samfundsfag. Udvidelsen af kursisternes faglig baggrund har fungeret tilfredsstillende og har styrket resultaterne.

Der er udarbejdet, afprøvet og publiceret 36 nye undervisningsforløb. I alt er der i løbet af det samlede projekt afprøvet og publiceret 84 undervisningsforløb i matematik, kemi, biologi/bioteknologi, fysik, geografi og samfundsfag.

I overensstemmelse med planerne er der gennemført ledsageforskning rettet mod elevernes læring af CT-kompetencer og deres evne til at overføre nye kompetencer fra én faglig sammenhæng til en anden. Resultaterne er lovende. En detaljeret præsentation af resultaterne er under publicering i en peer-reviewed artikel i et internationalt tidsskrift.

Kursisternes evalueringer viser, at kursuskonceptet – herunder brugen af hjælpelærere (coaches) og kravet om at lærerne selv udvikler og afprøver deres undervisningsforløb – fungerer i overensstemmelse med intentionerne.

Den i forbindelse med projektet udarbejdede, specifikke CT-didaktik (CMC-tilgangen) har også i det tredje gennemløb fungeret som et innovativt og stærkt inspirerende grundlag for at integrere computationelle elementer i eksisterende faglig undervisning.

Det anvendte tekstbaserede programmeringsmiljø (NetLogo) har også i det tredje gennemløb vist sig som et velegnet pædagogisk redskab til at arbejde fagligt med undervisning i modellering i STEM-fag – og nu også samfundsfag.

Denne evaluerings afsnit 10 indeholder en oversigt over artikler og andre materialer, der er udarbejdet i forbindelse med det samlede projekt. Herunder tutorials for hvordan man som underviser kommer i gang med NetLogo.

Trods projektets dokumenterede, positive og udsigtsrige resultater – og trods et indlysende, stort behov for en CT-pædagogisk indsats i gymnasiet – har det ikke vist sig muligt at finde fornyet fondsstøtte til at fortsætte CT-kompetenceløftet af gymnasiets lærere med tilhørende forskningsbaserede udvikling af undervisningsmetoder og -materialer.

Indhold

Resumé:.....	2
1. Baggrund for projektets tredje kursusforløb	4
2. Oversigt over hele projektet: Tre kursusforløb med udgangspunkt i CMC-tilgangen og planlagt progression	5
3. Kursisternes evaluering af deres fagligt-didaktiske udbytte af kursusforløbet.....	8
4. Nye CT-undervisningsforløb.....	14
5. Undervisningsforløbene er tilgængelige på GraspIT	16
6. Forskning knyttet til forløbet	18
7. Kursister og projektmedarbejdere knyttet til kursusforløbet	20
8. Aktiviteter i kursusforløbet	22
9. Kursisternes evaluering af kursusforløbets opbygning og formidlingsmæssige kvaliteter	27
10. Materiale, som er udarbejdet i forbindelse med CTiMNAT-projektet	30
Videoer	30
Artikler.....	30
CT-undervisningsforløb	31
CT-didaktik	31
Facebookgruppe for undervisere.....	31
Projektervalueringer.....	31
Forskning.....	31
Andet relevant materiale	32
11. Bilag	33
BILAG 1: Skema med baggrundsinformation om kursisternes første upload	34
BILAG 2: Skema med baggrundsinformation om kursisternes anden upload.....	37
BILAG 3: Beskrivelse af det publicerede CT-undervisningsforløb.....	40
BILAG 4: Tjekliste for det publicerede CT-undervisningsforløb.....	43
BILAG 5: Tjekliste for poster.....	44
BILAG 6: Kursisternes kommentarer til deres fagligt-didaktiske udbytte af kursusforløbet.....	45
BILAG 7: Kursisternes kommentarer til evalueringen af kursets opbygning og formidlingsmæssige kvaliteter.....	53

1. Baggrund for projektets tredje kursusforløb

Projektperioden for *Computational Thinking i Matematik og Naturvidenskab* (CTiMNAT) strakte sig fra 29. august 2018 til 30. november 2022.¹ Projektet blev gennemført af Danske Science Gymnasier (DASG) i samarbejde med Center for Computational Thinking & Design ved Aarhus Universitet (CCTD). Projektet blev støttet af VILLUMFONDEN.

I projektperioden er et 10-måneders kursusforløb blevet gennemført tre gange med tre forskellige hold af kursister. Andet og tredje forløb blev justeret og forbedret på grundlag af en løbende opsamling af resultater og erfaringer fra de(t) foregående forløb.

Det første kursusforløb (omtalt som CTiMNAT-1) blev gennemført i perioden september 2018 - maj 2019.

Det andet kursusforløb (CTiMNAT-2), blev gennemført i perioden august 2019 - januar 2021. Forløbet var planlagt til afslutning i foråret 2020, men på grund af Covid-19-restriktioner blev afslutningen forsinket og forløbet sluttede først næsten et år senere end planlagt.

Denne rapport omhandler det tredje kursusforløb (CTiMNAT-3), der fandt sted i perioden august 2021 - maj 2022.

Kursusforløb	Skoleår	Antal kursister	Antal repræsenterede gymnasier	Antal publicerede undervisningsforløb
CTiMNAT-1	2018/2019	29	17	30
CTiMNAT-2	2019/2021	32	16	18
CTiMNAT-3	2021/2022	58	29	36
SAMLET		119	44	84

Oversigt over kursusforløbene

¹ Projektperioden er forlænget pga. Covid-19 restriktioner, jf. skrivelse fra Steen Hoffmann, DASG, til Niels Matti Søndergaard, VILLUMFONDEN, dateret 15. april 2020.

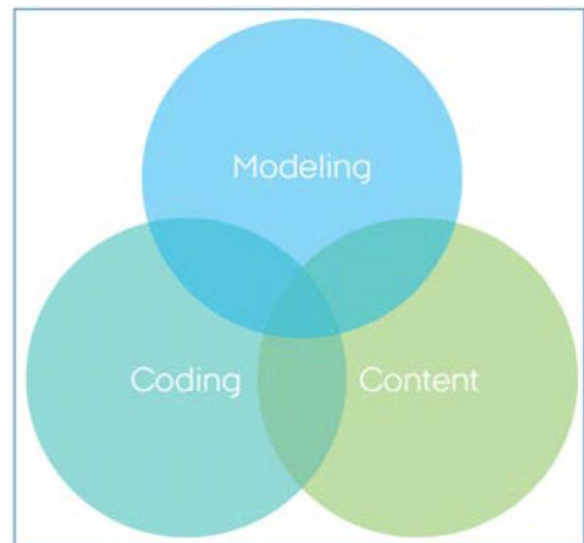
2. Oversigt over hele projektet: Tre kursusforløb med udgangspunkt i CMC-tilgangen og planlagt progression

CMC-tilgangen

Projektet har tydeligt demonstreret, at den didaktiske platform, der her omtales som CMC-tilgangen, er et innovativt, inspirerende og sammenføjende element i fagligt integreret undervisning i computationel thinking i en række af gymnasiets fag.

I CMC-tilgangen kombineres fagligt indhold (content) med modellering (modeling) og kodearbejde (coding). Se figuren.

Et undervisningsforløb kan typisk se ud som følger: Læreren vælger et centralt fagligt fænomen og finder eller udvikler en simpel computermodel over fænomenet. Modellen udleveres til eleverne. Det forudsættes ikke, at eleverne på forhånd kender til computerkode. Eleverne starter "forudsætningsløst" ved at undersøge og lære at bruge computermodellen gennem dens interface. Derefter får de adgang til den bagvedliggende kode.



I projektet er anvendt programmeringsmiljøet NetLogo, der er udviklet til undervisningsbrug med henblik på at være intuitivt let at læse og forstå.² Det har igen og igen vist sig, at det er overraskende let for eleverne at lære at læse koden og trække mening ud af den, hvorefter de kan gå i gang med selv at ændre, tilrette eller forbedre modellen ved at ændre i koden ud fra egne faglige overvejelser.

CMC-tilgangen giver gymnasiets lærerne nye muligheder for og kompetencer til at planlægge og afvikle CT-integrerende undervisning i deres fag.

CMC-tilgangen er udviklet af medarbejdere ved Center for Computational Thinking og Design ved Aarhus Universitet.³

² Se fx Musaeus, L. H.; Hansen, J. Ø.; Damsgaard-Madsen, M.; Nielsen, K (2019) [Computational Thinking i gymnasiefag – En modelbaseret didaktik](#), s. 49

³ Se Musaeus, L. H. & Musaeus, P. (2019, February). Computational thinking in the Danish High School: Learning coding, modeling, and content knowledge with NetLogo. In *Proceedings of the 50th ACM technical symposium on computer science education* (pp. 913-919).

Didaktisk, indholdsmæssig og forskningsmæssig progression over tre forløb

I overensstemmelse med intentionerne om progression i projektet, som de er formuleret i den projektbeskrivelse, der lå til grund for ansøgningen til VILLUMFONDEN, har der været skiftende fokus for aktiviteterne i de tre kursusforløb.

I første kursusforløb (CTiMNAT-1, 2018/19) var fokus på udvikling, afprøvning, monitorering og evaluering af kursets indhold og struktur. Mere specifik var der fokus på:

- Formulering af et robust og didaktisk anvendeligt CT-begreb med vægt på praksisser, herunder placering af begrebet i forhold til international CT-undervisning
- Operationalisering af det formulerede CT-begreb med vægt på læreres brug af modellering og simulering, problemanalyse, brug af data, brug af algoritmer og forståelse af kodens struktur og funktion
- Formuleringen af en specifik CT-didaktik med omdrejningspunkt i den innovative CMC-tilgang
- Afprøvning af programmeringsmiljøet NetLogo som et centralt redskab i modelbaseret CT-undervisning
- Indarbejdelse af ovenstående punkter i et kursusforløb med vægt på samspillet mellem workshops og kursisternes praktiske opgaver i form af udarbejdelse af en computermodel og et tilhørende undervisningsforløb, herunder afprøvning i egne klasser.

Resultater og erfaringer fra første gennemløb blev indarbejdet i det efterfølgende forløb. Evalueringsrapporten for første gennemløb kan findes [her](#).

I andet kursusforløb (CTiMNAT-2, 2019/21) var fokus på udvikling af kursisternes undervisningskompetencer. Mere specifikt var fokus på kursisternes udvikling i at:

- Implementere en række CT-faglige, elevrettede læringsmål
- Kode og/eller tilrette en faglig model i programmeringsmiljøet NetLogo med et specifikt undervisningsforløb for øje
- Overveje modellens rolle i et undervisningsforløb og bringe modellen i spil i udviklingen af elevernes CT-kompetencer og deres faglige forståelse af det modellerede fænomen
- Planlægge et samlet undervisningsforløb med målrettede og målsatte CT-aktiviteter for eleverne
- Afvikle forløbet i overensstemmelse med de op stillede CT-mål og de faglige mål.

Desuden blev der udviklet en kursusmodel med brug af coaches i kurset i form af deltids-frikøbte gymnasielærere, der fungerede som hjælpelærere for projektlederen. Hver coach var i målrettet dialog med mindre hold kursister.

I forbindelse med andet kursusforløb blev der endvidere udviklet og afprøvet en prototype for et værktøj til at evaluere læringsaktiviteterne i forbindelse med kursisternes udarbejdede undervisningsforløb. Evalueringsredskabet opstiller en skabelon med 16 parametre, der udgør en basis for at designe og evaluere læringsaktiviteter i computationel modellering i gymnasiefag.

Evalueringsværktøjet er beskrevet i Musaeus et al., A Template for Teaching Computational Modelling: A Design-Based Research Study with Teachers in High School. *Education and Information Technologies* (Under udgivelse).

Evalueringsrapporten for andet kursusforløb kan findes [her](#).

Parallelt med det andet kursusforløb gennemførte CCTD projektet *Modellering og Computational Thinking i Gymnasiefag*. Projektet var baseret i Region Midtjylland, og var rettet mod modelbaseret CT-undervisning i samfundsfag samt humanistiske og kreative fag. Projektet omtales [her](#). På baggrund af resultaterne fra dette projekt valgt DASG og CCTD at udvide fagkredsen for det tredje kursusforløb, som derfor også blev udbudt til lærere i samfundsfag.

I tredje kursusforløb (CTiMNAT-3, 2021/22) har der – ud over det allerede udviklede indhold – været fokus på at:

- Udvikle kursusaktiviteter, der træner lærernes grundlag for at arbejde selvstændigt og didaktisk i dybden med det anvendte programmeringsmiljø (NetLogo)
- Afprøve den udviklede evalueringsskabelon som et målsætnings- og planlægningsredskab for kursisterne
- Arbejde videre med kursisters meta-forståelse af modeller og modelleres generiske (fagoverskridende) egenskaber og hvordan denne forståelse kan realiseres i forbindelse med fagrelevante CT-elevaktiviteter.

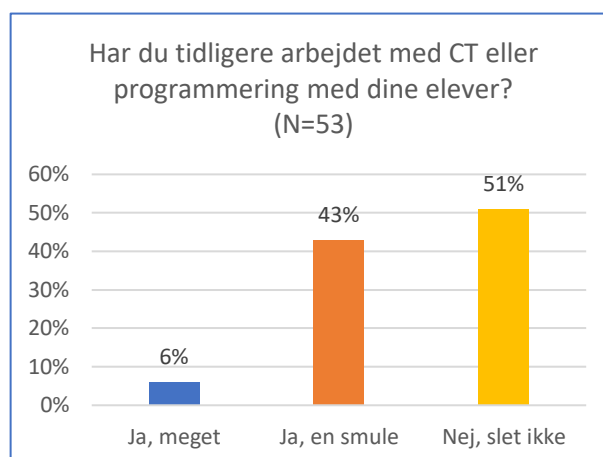
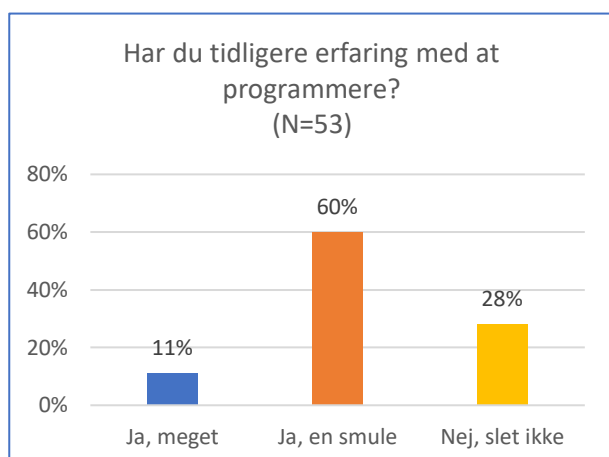
3. Kursisternes evaluering af deres fagligt-didaktiske udbytte af kursusforløbet

Fordi der er tale om det tredje og – indtil videre – sidste gennemløb af et nyudviklet efteruddannelsesforløb, med nyt fagligt indhold, nye didaktiske idéer samt en kompleks og meget målrettet struktur, har vi bedt kursisterne vurdere: 1. Deres udbytte af kursusforløbets faglige og didaktiske indhold. 2. Kursusforløbets opbygning og formidlingsmæssige kvaliteter.

Vigtigst af disse to vurderinger er kursisternes vurdering af det fagligt-didaktiske udbytte, som præsenteres i dette afsnit. Kursisternes vurdering af kursusforløbets opbygning og hjælpefunktioner omtales i afsnit 9.

Kursisternes forudsætninger

Ved kursusforløbets begyndelse - i forbindelse med Workshop1 - blev kursisterne stillet to spørgsmål om deres tidligere erfaringer med programmering og CT-undervisning. 53 kursister ud af 58 svarede.



Det er værd at bemærke, at under halvdelen af kursisternes har arbejdet med CT eller programmering med deres elever, til trods for at 71% af dem har erfaring med programmering.

Ved begyndelsen af kursusforløb nr. to (CTiMNAT-2, 2019/21) blev de daværende kursister stillet de samme to spørgsmål. Dengang var billedet nogenlunde det samme, og vi konkluderede dengang, at det ser ud til at "arbejde med programmering og/eller it ikke er udbredt i fagene. Der er et stort efterslæb".⁴ Kursisternes svar i forbindelse med dette kursusforløb tyder på, at det stadig er tilfældet.

⁴ Se [Computational Thinking i Matematik og Naturvidenskab \(CTiMNAT\) - Evaluering af projektets andet kursusforløb 2019-2021, s. 36](#)

Spørgsmål og svar vedrørende det fagligt-didaktiske udbytte

Ved kursets afslutning – i forbindelse med den sidste workshop (se side X*) – blev kursisterne bedt om at besvare 6 spørgsmål om deres udbytte af kurset.

For hvert spørgsmål kunne de svare kvantitativt på en 5-trins Likert-skala, og – som et uddybende supplement – give skriftlige kommentarer til spørgsmålet. Spørgsmålene, og dermed svarene, præsenteres her samlet i 4 grupper.

Af hensyn til overskueligheden af den grafiske præsentation af de kvantitative svar er de fem Likert-kategorier slået sammen til 3.

For hver gruppe af spørgsmål er de skriftlige svar kort opsummeret. Den fulde ordlyd af de skriftlige svar findes i bilag 6.

Spørgsmålene blev besvaret i forbindelse med den afsluttende workshop. 43 af kursisterne har svaret.

Sp.1: Hvordan vurderer du dine egne kompetencer med hensyn til at inddrage computationelle elementer i din undervisning, nu i forhold til kursets start?

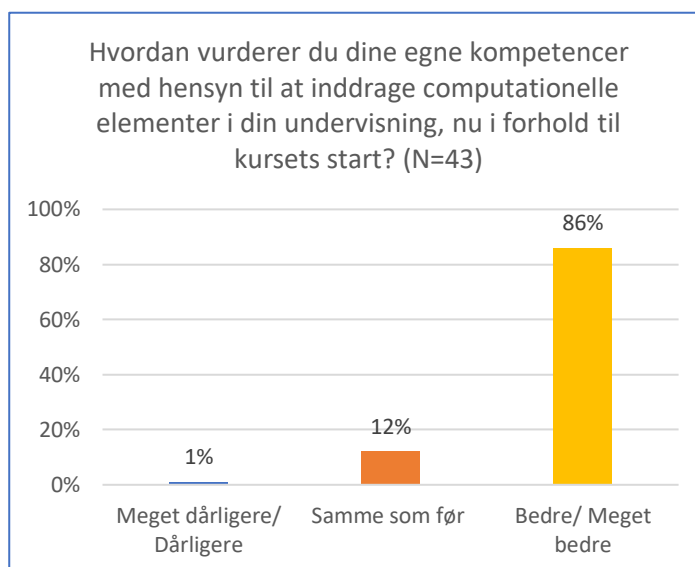
De kvantitative svar: Helt overordnet var det formålet med CTIMNAT-3 at kompetenceudvikle lærere gennem at øge deres evner til at inddrage computationelle elementer og temaer i deres undervisning.

At 86% af deltagerne mener, at deres kompetencer på området er blevet løftet, mener vi er en stærk indikation for, at formålet er indfriet og forløbet har været en efteruddannelsesmæssig succes.

De sproglige kommentarer: I alt 26 kursister kommenterede på spørgsmålet.

Alle svar er positive, eventuelt med delvise forbehold. Nogle repræsentative svar er:

- Jeg er blevet bedre på alle parametre.
- Det har været en øjenåbner for hvor mange sammenhænge, det kan indgå.
- Når jeg nu har programmer og modeller der kan bruges mere eller mindre direkte så har jeg mere mod på at bruge NetLogo modeller i min undervisning.
- Jeg er ikke så bange for at kaste mig ud i anvendelsen af programmer i undervisningen - derudover lærer man også meget af eleverne, da der altid er nogle elever som bare kaster sig ud i det. Det sker ikke helt så tit i den daglige undervisning.

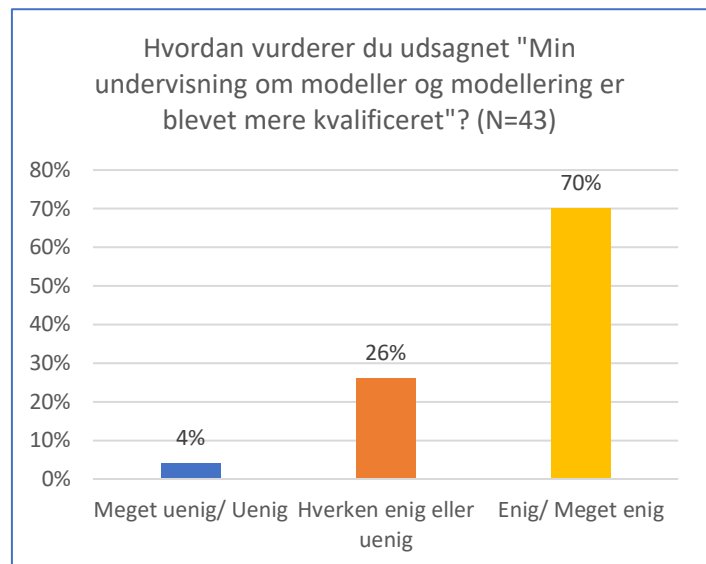


- Jeg mangler stadig kompetencer i at kode, jeg føler mig meget famlende/usikker i forhold til kode-delen. Men har fået mere mod på at inddrage CT/programmer i min undervisning baseret på andres kode, og så lærer jeg det nok undervejs.

Sp. 2: Hvordan vurderer du udsagnet "Min undervisning om modeller og modellering er blevet mere kvalificeret"?

De kvantitative svar: På den tredje workshop blev en del af tiden brugt til at diskutere med kursisterne, hvordan de opfatter modellens rolle i forhold til deres fag og faglighed.

Diskussionen viste, at en stor del af kursisterne allerede før kurset opfattede modeller som en integreret del af deres faglige undervisning, og at de derfor som udgangspunkt følte sig velkvalificerede til at undervise med og om faglige modeller. I lyset heraf finder vi, at 70% bekræftende svar er en indikation af, at kurset tilføjer undervisningen nye facetter i forhold til modeller og modelinddragende faglig undervisning.



De sproglige kommentarer: 21 kursister har kommenteret.

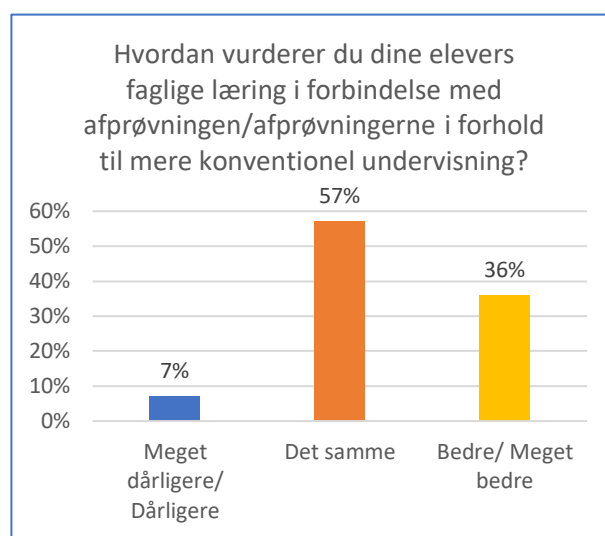
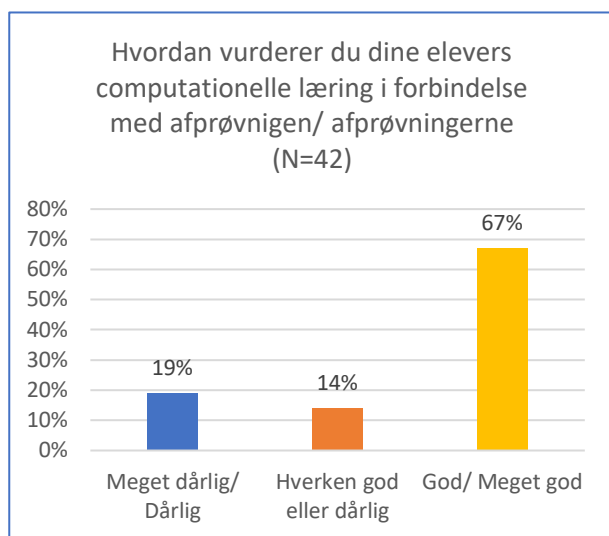
Eksempler:

- [Jeg] Har fået en støtte sikkerhed i CT-kompetencer og i forståelsen mellem kode(forudsætninger) og model.
- Udgangspunktet er løftet gevaldigt.
- Jeg mangler stadig rutine i både Netlogo og CT-tankegangen før jeg er rigtigt rutineret, men det er da i hvert fald bedre end før.
- Modeller fylder allerede en del i samfundsfag, men dette kursus bidrager med nye vinkler og nye og gode måder at arbejde med dem på.
- Det bliver det! Men skal lige have flere forløb på de rette niveauer.

Sp. 3: Hvordan vurderer du dine elevers computationelle læring i forbindelse med afprøvningen/ afprøvningsne?

Og sammenhørende med sp. 3:

Sp. 4: Hvordan vurderer du dine elevers faglige læring i forbindelse med afprøvningen/ afprøvningsne i forhold til mere konventionel undervisning?



De kvantitative svar: Det ser umiddelbart problematisk ud, at 19% af kursisterne oplever, at elevernes computationelle læring i forbindelse med afprøvningerne er dårlig (7%) eller meget dårlig (12%). Det fremgår dog af nogle af kursisternes svar (se nedenfor), og af erfaringer fra tidligere kursusforløb, at første gang man underviser i den faglige kombination, kan det være vanskeligt at holde fokus på både det computationelle og det faglige indhold. Erfaringer viser dog, at efter at have gennemført flere forløb af denne type, udvikler læreren kompetencer til at forene de to læringsmål. Som en af kursisterne skriver i en kommentar til dette spørgsmål, "... Det skal nok komme næste gang".

På den anden side kan man glæde sig over at 67% synes, at elevernes læring har været god (57%) eller meget god (10%).

De sproglige kommentarer (kursisternes kommentarer dækker både sp. 3 og sp. 4):

Kursisterne har skrevet 47 kommentarer her. Der er mange forskellige typer af kommentarer, som peger i forskellige retninger. Det afspejler sandsynligvis, at kursisterne har været i en afprøvningsituation, hvor de både har skullet forholde sig til nyt stof, nye metoder og nye kompetencer.

Svarene om hhv. den computationelle og den faglige læring afspejler et klassisk didaktisk dilemma, som opstår, når man integrerer nye metoder og nye læringsmål i kendte, eksisterende fag. Det er simpelthen vanskeligt at undervise første gang i en situation, hvor man balancerer to læringsmål, som ikke traditionelt er koblete. Dermed er det også vanskeligt at vurdere læringen af to simultane, men forskellige, fagligheder. I denne situation altså dels nogle CT-faglige læringsmål og dels nogle fag-faglige læringsmål. Flere af svarene udtrykker da også en tro på, at med flere gentagne forløb, vil der opnås større sikkerhed i det faglige udbytte.

Eksempler på kommentarer:

- CT-kompetencer styrkes ikke for alvor pga. to forløb - så det skal være et aktivt valg fra lærerens side at inddrage det løbende.

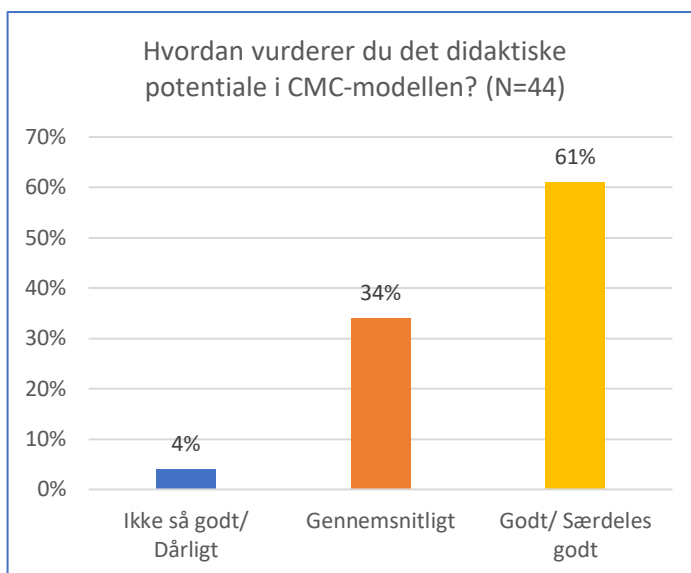
- Elevernes udbytte varierede meget. Tror jeg skal bruge lidt længere tid på opgaven næste gang.
- Fagligt er udbyttet godt da det visualiserer et fagligt komplekst emne.
- Fagligt har det primært lagt et ekstra lag på eller givet mulighed for visualisering, samt givet mulighed for at arbejde med stoffet på en anden måde - hvilket også er vigtigt.
- De har rykket sig mest i forhold til det computationelle.
- Elevernes udbytte varierede meget. Tror jeg skal bruge lidt længere tid på opgaven næste gang.
- Gode, men der er plads til forbedringer. Og det skal nok komme næste gang.
- De aktiviteter, som jeg har lavet har primært haft et computationelt fokus og knap så meget fagligt.

Sp. 5: Hvordan vurderer du det didaktiske potentiale i CMC-modellen på en skala fra 1-5?

De kvantitative svar:

Der er flere positive vurderinger af CMC-modellen end ved det foregående gennemløb.

Vi har tidligere konkluderet, at timingen af CMC-modellen i forhold til kursets andre aktiviteter er kritisk: Introduceres modellen for tidligt, synes kursisterne, at den ikke er relevant, fordi de er stærkt optagede af at kode og udvikle gode modeller. Introduceres den for sent, er der for mange kursister, som ikke får mulighed for at bringe den i anvendelse.



Sandsynligvis skyldes de positive vurderinger efter dette gennemløb, at CMC-modellen er introduceret grundigt om med omhyggelig timing.

De sproglige kommentarer:

40 kursister har skrevet kommentarer til dette spørgsmål. De fleste er positive og afspejler de kvantitative svar. 6-7 svar er forbeholdne uden at være negative. Nogle kursister peger på egen mange på erfaring med at undervise efter CMC-modellen, og forventer bedringer, når de (og eleverne) opnår flere erfaringer. Nogle kursister kommenterer på Use-Modify-Create-tilgangen i stedet for CMC-modellen.

Nogle typiske kommentarer:

- Det er klart en model man skal finde sig til rette i, men derefter er den god til at holde en struktur på arbejdet og hvordan man får det overført til elevaktiviteter.
- Det er godt med en model at arbejde ud fra når man tilrettelægger forløbene. Den øger bevidstheden om hvordan man didaktisk kan arbejde med CT.

- Potentialet er rigtigt godt, men for at skalere ordentligt kommer det nok til at kræve, at flere lærere er mere kode-vante. Det er ikke altid nok at bruge andres kode og lave små modifikationer, hvis man for alvor vil udleve potentialet.
- Intuitivt et super koncept. men det er ikke elementært og tidskrævende at få det til at virke i praksis
- Skal afprøve det lidt mere inden. Eleverne har været inde i ét forløb og grundlaget er ret spinkelt

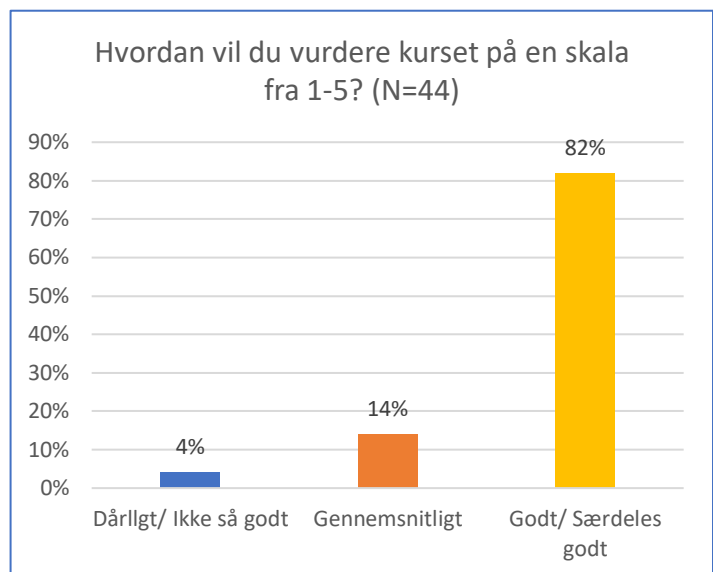
Sp. 6A: Hvordan vurderer du kurset på en skala fra 1-5?

De kvantitative svar: Kursisternes vurdering er næsten entydigt positiv.

Sp. 6B: Hvad fik du ud af kurset?

Kursisternes kommentarer:

Der er i alt 56 kommentarer. Bortset fra tre forbehold er alle kommentarer positive eller stærkt positive. En kursist efterlyser blokprogrammering som supplement til NetLogo, som er tekstbaseret. En anden kursist føler sig (stadig) udfordret af programmeringsdelen, og en kursist har haft vanskeligheder med kurset, der skyldes forhold på egen skole.



Nogle eksempler på positive kommentarer:

- Et indblik i muligheden for at få eleverne til at lege med kodning og modellering. Udvidelse af egne kompetencer i kodning så jeg tør arbejde videre med det i undervisningen.
- Jeg er blevet væsentligt bedre til at kode og forstå kode og til at se mulighederne i brug af CT i undervisningen.
- En masse gode modeller, som jeg vil bruge i min undervisning fremadrettet.
- Konkrete modeller i netlogo, fedt faktisk at være blevet tvunget til at afprøve det i praksis, godt med GRASP.it.
- Et nyt værktøj og nye perspektiver på hvordan min undervisning i fagene kan understøtte elevernes computationelle og digitale kompetencer.
- At få øjnene op for hvad brug af modellerne kan medvirke til i en faglig kontekst og også refleksion over modellernes muligheder og begrænsninger i en CT kontekst
- CT bliver et skoleprojekt på [skolens initialer] næste år :-)

4. Nye CT-undervisningsforløb

Følgende undervisningsforløb med tilhørende NetLogo-model er udviklet af kursisterne i CTiMNAT-3. De vil snarest blive tilgængelige på websiden GraspIT (om GraspIT, se afsnit 5).⁵

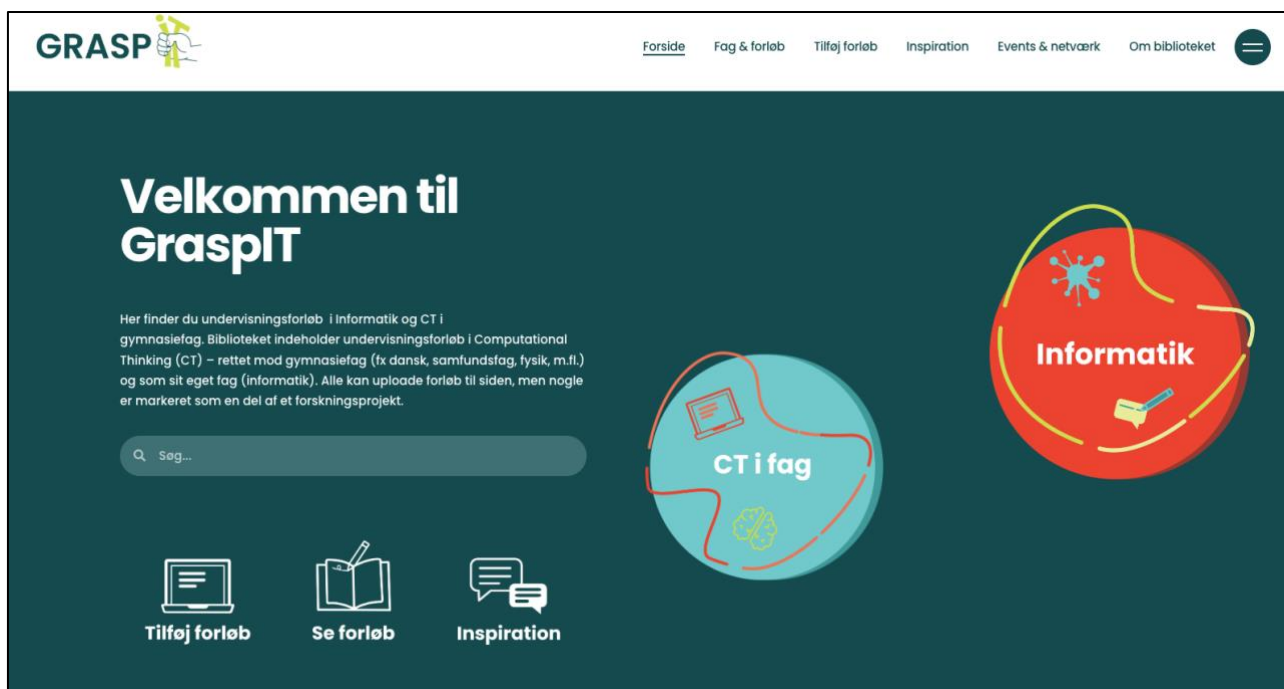
Fag	Titel
Samfundsfag	Ulighed i Danmark
	Byfornyelse og gentrificering
	Multiplikatoreffekten
	Vælgeradfærd
	Fordelings- og værdipolitik
	Radikalisering på sociale medier (redpilling)
	Social ulighed og skolegang
	"Ideologi og politik"
Samfundsfag + matematik	Vælgeradfærd
	Konfidensintervaller i samfundsfag og matematik
	Deskriptiv statistik og vælgeradfærd
Kemi	Fældningstitrering
	Kemiske ligevægte
	Syre-basetitrering
	Reaktionsskemaer og støkiometri
	Reaktionsskemaer og ækvivalente mængder
Fysik	Diffusion af en gas
	Bold i frit fald
	Planetbevægelser og Keplers 3. lov
	Dobbeltspalteeksperiment
	Smelting af en isklump
	Faseovergange
	Jævn bevægelse og frit fald
	Regnbuen og strålegangen i en vanddråbe
	Hoppende bold
	Opvarmning og afkøling af vand
	Termisk energi – opvarmning/fordampning
	Fusion i stjerner
	Henfald med Cs-137/Ba-137
	Elektriske felter
	Ekspontielle modeller og halveringskonstanten
Fysik + matematik	Ekspontielle modeller og halveringskonstanten
Matematik	Visuel Deskriptiv statistik
	Ikke-grupperede observationssæt

⁵ På grund af tekniske problemer med GraspIT vil ovenstående forløb først blive tilgængelige i oktober eller november 2022.

	Forståelse af graftegning i et CAS-værktøj
	Solsikkeeksperimenter og binomialfordelingen
	Simulering af triangeltest
	Eratosthenes si (primtal)
	Vektorfunktioner og parameterkurver
	Binomialtest
	Parallelforskydning af grafer og ændring af funktionsforskrift.
Naturgeografi	Nedsivning i Netlogo
Geografi	Migration fra land til by
Biologi + matematik	Epidemimodellering
	Smittespredning
	Cells optagelse af kemiske stoffer fra cellens omgivelser og vækstmodeller

5. Undervisningsforløbene er tilgængelige på GraspIT

De udarbejdede undervisningsforløb vil sammen med andet materiale relateret til computationel undervisning være tilgængelige på websiden GraspIT (www.graspit.dk). Siden hostes af Center for Computational Thinking & Design, Aarhus Universitet (CCTD).



Forsiden på www.graspit.dk, hvor de udarbejdede undervisningsforløb vil være tilgængelige

Mere end 84 forløb, der er udviklet i forbindelse med projektet CTiMNAT, er tilgængelige på siden (se dog note 5, side 14).

På siden kan man søge undervisningsforløb rettet mod et specifikt fag. Pt. er der tale om fagene biologi, bioteknologi, dansk, fysik, astronomi, historie, design, informatik, international økonomi, kemi, matematik, mediefag, musik, naturgeografi, samfundsfag og NV, eller man kan søge forløb, der er udarbejdet i forbindelse med første, andet eller tredje kursusgennemløb (CTiMNAT-1, CTiMNAT-2 eller CTiMNAT-3).

Det er også muligt at uploade egne, nye forløb til siden. I alt indeholder siden mere end 100 forløb, der enten er udarbejdet i CTiMNAT, eller i tilsvarende, også NetLogo-baserede, efteruddannelsesforløb afholdt af CCTD.

På siden gøres opmærksom på, at de tilgængelige forløb ikke er redigerede og gennemarbejdede undervisningsmaterialer af forlagstypen, men at de er udarbejdede i forbindelse med lærerefteruddannelse som kursistopgaver og dermed er mere "rå". Forløbene kan bruges som inspiration for (grupper af) lærere, der gerne vil vide mere om undervisning i computationelle metoder, eller forløbene kan downloades af lærere, der ønsker at tilrette dem til eget brug, eller at arbejde videre med den tilhørende NetLogo-model.

GraspIT indeholder en instruktion i, hvordan man kan komme i gang med at bruge programmeringsmiljøet NetLogo samt korte introduktion til de didaktiske principper *CMC-tilgangen* og *Use-Modify-Create*.

6. Forskning knyttet til forløbet

Den forskning, der er knyttet til CTiMNAT, har, i overensstemmelse med intentionerne i projektansøgningen, skiftet fokus fra kursusforløb til kursusforløb. I første kursusforløb var forskningen orienteret mod kursusudvikling, mens den i andet kursusforløb var orienteret mod kursisternes udbytte af kurset.

I den forskning, der har været knyttet til tredje kursusforløb, har der været fokus at kortlægge elevernes udbytte af CT-undervisning, som den realiseres i kursisternes undervisningsforløb. Specifikt på at afdække, hvor meget eleverne lærer om computationel tankegang, og i hvilken grad de udvikler modelleringskompetencer.

Som en konkretisering af læringsforståelsen er det undersøgt, om eleverne opnår CT-kompetencer, og i hvilket omfang eleverne fastholder disse kompetencer 3-4 uger efter afsluttet undervisning. Altså en undersøgelse af elevernes initiale læring, deres evne til at anvende det lærte og deres evne til at fastholde det lærte.

Målingerne af elevkompetencer er lavet ved hjælp af tests i Computational Thinking og Computational Modeling, som er udviklet i udlandet af forskere og til elever i 7. -12. Klasse.⁶

Mere specifikt har målet med forskningen været at kortlægge:

- 1) Bliver eleverne bedre til logisk og algoritmisk tankegang?
- 2) Bliver eleverne bedre til at kommunikere med en computer, dvs. om
 - a) Eleverne bruger "computersprog" i form af NetLogo-syntaks, loops, og sekvenser?
 - b) Eleverne viser vedholdenhed i deres kommunikation med computeren?
- 3) Identificerer eleverne agenter og deres rolle i en model?
- 4) Beskriver eleverne sammenhængen mellem flere agenter?
- 5) Beskriver eleverne en tidlig udvikling af en model i fremtiden (en hypotese)?

Der blev målt på mere end 100 elever i hhv. "eksperimentklasser" og "kontrolklasser".

Eleverne i eksperimentklasserne gennemførte to undervisningsforløb - udarbejdet af kursister - i hhv. samfundsfag og matematik. De blev testet fire gange:

I: Inden de deltog i et undervisningsforløb

II: Umiddelbart efter at de havde arbejdet med et CT-forløb i matematik

⁶ Se:

Lockwood, J., & Mooney, A. (2018, September). Developing a computational thinking test using Bebras problems. Conference paper. *TACKLE: the 1st Systems of Assessments for Computational Thinking Learning workshop at EC-TEL 2018*, Leeds, UK.
(https://www.researchgate.net/publication/327445591_Developing_a_Computational_Thinking_Test_using_Bebras_problems)

Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M. S., Orton, K., Trouille, L., Jona, K., & Wilensky, U. (2014, July). Interactive assessment tools for computational thinking in high school STEM classrooms. In *international conference on intelligent Technologies for interactive entertainment* (pp. 22-25). Springer, Cham.

- III: Umiddelbart efter at de efterfølgende havde arbejdet med et CT-forløb i samfundsfag
- IV: 3-4 uger efter at eleverne havde arbejdet med det sidste forløb.

Eleverne i kontrolklasserne modtog ikke CT-undervisning, men blev undervist traditionelt i fagene. Eleverne i kontrolklasserne blev ligeledes testet fire gange:

- I: Inden de deltog i et undervisningsforløb
- II: Umiddelbart efter at de havde arbejdet med et CT-forløb i matematik
- III: Umiddelbart efter at de efterfølgende havde arbejdet med et CT-forløb i samfundsfag
- IV: 3-4 uger efter at eleverne havde arbejdet med det sidste forløb.

Forskningsresultaterne er ikke færdigbehandlet. De vil blive publiceret i en artikel i et internationalt tidsskrift. De indgående data kan ikke præsenteres i anden sammenhæng, før artiklen er publiceret, hvilket tidligst vil ske i 2023. Derfor gives her blot en foreløbig fremstilling.

Resultaterne tyder på, at en del af eleverne bliver bedre til at tænke logisk og algoritmisk. De bliver også bedre til at kommunikere med en computer, forstået på den måde, at når de bliver bedt om at beskrive, hvordan de vil kommunikere med computeren omkring løsning af et specifikt problem i relation til en computermode, så vælger de i mange tilfælde kommandoerne med deres egne ord. Der er også en del elever fra eksperimentgruppen, som vælger at bruge en *syntaks* fra det programmeringssprog, som de har arbejdet med. Nogle elever begynder også at tænke i *loops* eller at beskrive i *sekvenser* på en helt anden måde, end før de har arbejdet med CT-aktiviteterne.

Det er også væsentligt, at efter CT-undervisningen er der færre elever, som giver op over for at kommunikere meningsfuldt med computeren. Eleverne bliver altså mere vedholdende over for at arbejde med CT.

7. Kursister og projektmedarbejdere knyttet til kursusforløbet

I alt deltog 58 kursister fra 29 gymnasier i det tredje forløb. For at formindske den samlede mængde af transport blev kursisterne delt i et øst-hold med 33 deltagere og et vest-hold med 27 deltagere.

Der var følgende fordeling på fag:

Fag	Antal kursister med faget*
Samfundsfag	16
Matematik	29
Fysik	24
Kemi	12
Biologi/bioteknologi	8

Nogle kursister arbejdede med mere end et fag. Derfor er antallet af repræsenterede fag højere end det samlede antal af kursister

Følgende personer og grupper var tilknyttet kursusforløbet:

- En *styregruppe* med deltagelse fra DASG og CCTDs ledelse. Styregruppen forholdt sig til følgende emner:
 - Samarbejdsaftaler mellem DASG og CCTD, herunder budgetter og rammer for samarbejdet
 - Annoncering af kurset, kontakt til rektorerne og rekruttering af kursister
 - Status på kursusforløbet, herunder behov for justeringer/ændringer af kursusforløb
 - Afslutningskonferencen
 - Indhold og format for afsluttende rapport
 - Formidling af forløbet og dets resultater
 - Kontakt til VILLUMFONDEN
 - Fortsættelse af CT-aktiviteter i samarbejde mellem DASG og CCTD.
- En *kursussekretær* fra DASG med ansvar for:
 - Ansættelse og aflønning af coaches
 - Praktiske aftale med skolerne herunder brug af lokaler og forplejning
 - Praktisk afvikling af workshops
 - Deltagelse i styregruppemøder.
- En *projektøkonom* fra AU med ansvar for regnskab/bogføring.
- En *projektleder* fra CCTD (frikøbt på halv tid fra en stilling som gymnasielærer) med ansvar for:
 - Kursets struktur og indhold: workshops, coachingmøder og kursushjemmeside, udarbejdelse af materialer

- Afvikling af kursus: kommunikation med coaches og DASG, kontakt til og kommunikation med kursisterne, krav til uploads, afprøvning, tilbagemelding, spørgeskemaer til kursisterne – udsendelse og databehandling
 - NetLogo kurset
 - Offentliggørelse af undervisningsforløb, herunder kontakt til og samarbejde med GraspIT-gruppen på CCTD (se afsnit 5)
 - Deltagelse i styregruppemøder.
- 8 *coaches* frikøbt fra stillinger som gymnasielærere, med ansvar for:
 - Deltagelse i coachingmøder og workshops
 - Møder med projektlederen
 - Deltagelse i NetLogo-kurset
 - Løbende hjælp og feed-back til kursisterne.
 - Opsamling på workshops over kursisters afleverede modeller og elevaktiviteter.
- En *projektforsker* fra CCTD med ansvar for:
 - Forskningsplan, herunder forskningsspørgsmål
 - Indsamling og behandling af data
 - Publicering af forskningsresultater
 - Kontakt til kursister, skoler og klasser, der har deltaget i forskningsaktiviteter, samt overholdelse af GDPR i forbindelse med forskningen
 - Deltagelse i styregruppemøder.
- En *projektkoordinator* knyttet til CCTD som konsulent med ansvar for:
 - Intern kommunikation og koordinering af projektets forskellige dele herunder kontakt til DASGs og CCTDs ledelser
 - Supervision af kursets generelle udvikling og interne sammenhæng
 - Overblik over budget og forbrug
 - Afsluttende evaluering
 - Deltagelse i styregruppemøder.
- En *koordineringsgruppe* bestående af projektlederen, projektforskeren og projektkoordinatoren. Gruppen har afholdt møder om:
 - Erfaringsopsamling
 - Planlægning af workshops
 - Koordinering mellem kursusdelen og forskningsdelen.

8. Aktiviteter i kursusforløbet

Der er afholdt fire workshops samt en række integrerende aktiviteter i forbindelse med kurset. De omtales her i kronologisk orden.

Workshop1

Workshop1 for vest-holdet blev afholdt på Randers Statsskole den 24. august 2021 fra kl. 09:30 til kl. 16.

Workshop1 for øst-holdet blev afholdt den 26. august på Virum Gymnasium med samme program.

Der var følgende mål for aktiviteterne i workshop1:

- Introduktion til kursets opbygning og kursushjemmesiden
- Introduktion til Computational Thinking og det tilhørende arbejde med modeller
- Introduktion til agentbaseret modellering
- Introduktion til kursets CT-didaktiske begreber
- Kursisterne vælger et fagligt fænomen som de vil arbejde med i det første undervisningsforløb
- Kursisterne fik mulighed for at danne (små) grupper, hvor de kan samarbejde om en model og et tilhørende undervisningsforløb
- Grupperne kommer godt i gang med at designe en faglig model
- Information om forskning i forbindelse med forløbet og mulighed for at melde hold til.

NetLogo-kurser

Erfaringer fra projektets tidligere år har vist, at nogle kursister har behov for en supplerende introduktion til NetLogo, som er det programmeringsmiljø, der anvendes i kurset.

Derfor blev der umiddelbart efter workshop1 (hhv. den 1. og den 2. september) afholdt to introduktionskurser til programmering i NetLogo, hver af 3 timer varighed. Formålet var at gøre det nemmere for kursisterne at oversætte deres faglige model til computerkode.

Kurserne havde følgende program:

- Kort introduktion til programmering (Hvad er en model, hvad er en algoritme, hvordan nedbrydes et problem i mindre dele, hvordan oversættes en algoritme til kode, hvad er en procedure, hvad er en kommando)
- Kursisterne arbejdede med at lave ændringer i en simpel model for smittespredning
- Kursisterne arbejdede med egen model.

Første runde af Coachingmøder

Den 21. september blev der afholdt 4 coachingmøder for vest-holdet. Den 22. september blev der afholdt 3 coachingmøder for øst-holdet. Møderne blev afholdt virtuelt.

På coachingmøderne mødtes et mindre antal kursister i 1,5 timer med 2-3 fagligt relevante coaches. Formålet var at drøfte kursisternes modeller og andre idéer, yde her-og-nu-hjælp og i øvrigt facilitere kursisternes arbejde og samarbejde. Konkret drejede det sig om følgende aktiviteter:

- Sparring med kursisterne omkring modeller i faget

- Hjælp til kursisterne med det programmeringsmæssige
- Feedback på kursisternes NetLogo-modeller og ideer undervisningsforløb
- Opsamling på kursisternes CT-aktiviteter fra workshoppen
- Generel vejledning og sparring med kursisterne om udarbejdelsen af CT-aktiviteter og materialer.

Upload1

Den 11. oktober var der deadline for kursisternes første aflevering, som blev uploadet til kursushjemmesiden. Kursisterne skulle dels aflevere koden til deres computermodel, dels en kort beskrivelse af modellen og tankerne bag den. Nogle kursister valgte at arbejde sammen i mindre grupper.

Hver model, plus beskrivelse, blev gennemgået af en coach med indblik i det relevante fag. Coachens opgave var at give feedback i form af detaljerede kommentarer og at hjælpe kursisten/kursisterne videre arbejde med modellen og det tilhørende kursusforløb.

Workshop2

Workshop 2 for vest-holdet blev afholdt på Rosborg Gymnasium den 2. november 2021 fra kl. 09:30 til kl. 16.

Workshop 2 for øst-holdet blev afholdt den 4. november på Høje Tåstrup Gymnasium med samme program.

Der var følgende mål med aktiviteterne på workshop2:

- Genopfriskning af kursets formål. Hvor er vi og hvor er vi på vej hen?
- Opsamling på NetLogo-modellerne fra upload 1
- CT-didaktiske overvejelser og opbygning af elevaktiviteter, herunder præsentation af forskningsbaseret skabelon udviklet under kursusforløb 2
- Erfaringer med hvordan elever kan arbejde med NetLogo-kode
- Kursisternes eget arbejde med model og elevaktiviteter
- Kursisternes interne sparring og idé-udveksling
- Information om forskning i forbindelse med forløbet
- Information om næste upload.

Afprøvning1

På grundlag af det materiale, de havde afleveret i upload1 (og fået feedback på fra en coach), fik kursisterne til opgave af afprøve et undervisningsforløb baseret på deres model i perioden mellem 8. november og 21. januar.

Coachingmøder2

Der blev afholdt 3 coachingmøder for vest-holdet den 22. november og 3 tilsvarende møder for øst-holdet den 24. november.

Formålet var at give kursisterne råd og vejledning i forbindelse med forberedelsen af deres afprøvning1 (for kursister, der endnu ikke havde gennemført afprøvningen) eller at starte en

proces frem mod Afprøvning2. Det indgik også i møderne, at kursisterne kunne sparre med hinanden og derved dele problemer og erfaringer

Upload2

Kursisternes deadline for upload2 var 24. januar. Kursisterne skulle uploade materialerne fra deres første (og nu overståede) første afprøvning af deres undervisningsforløb: NetLogo-modellen, arbejdsark, lærerguiden osv, samt en udfyldt skabelon med en kort beskrivelse af forløbet.

Workshop3

Workshop3 for vest-holdet blev afholdt virtuelt (som Zoom-konference) den 8. februar 2022 fra kl. 09:15 til kl. 15:20.

Workshop3 for øst-holdet blev afholdt virtuelt den 10. februar 2022 med samme program.

Der var følgende mål med aktiviteterne på Workshop3:

- Genopfriskning af kursets formål. Hvor er vi og hvor er vi på vej hen?
- Deling af erfaringer og oplevelser fra afprøvning af CT-aktiviteter (kursisterne mødtes med coaches i BreakoutRooms)
- Fælles opsamling af erfaringer
- Opsamling fra coaches på de afleverede forløb
- Oplæg om og diskussion af modellens rolle i videnskabelig erkendelse og videnskabelig kreativitet
- Orientering om evaluering og modellering
- Oplæg om god kode i NetLogo
- Opstart på næste afprøvning: Hver kursist vælger en af de andre kursisters model fra afprøvning1 og tilretter den til brug i egen klasse. Deltagerne diskuterer den nye model med kursister og/eller coaches (igen i BreakoutRooms).

Afprøvning2

På grundlag af den model, som kursisterne valgte på Workshop3, gennemførte hver kursist et undervisningsforløb i en eller flere klasser.

Upload3

Kursisterne uploadede materiale og rapport om deres afprøvning2 til kursushjemmesiden. Deadline for upload3 var 28. april 2022. (se Bilag 2)

Upload4

Kursisterne uploadede beskrivelse og materialer til den CT-aktivitet, der er offentliggøres på hjemmesiden GraspIT (Se afsnit 5).

Aktiviteten byggede enten på Afprøvning1 eller Afprøvning2, men beskrivelsen og modellen var finpudset, så den kunne forstås og bruges af andre (Se bilag 4).

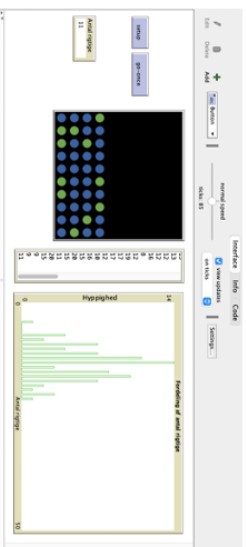
Kursisten (eller kursist-gruppen) uploadede desuden den poster, der skulle bruges ved præsentation af forløbet på Workshop4. (Se bilag 5. Se eksempel på poster side 25).

Simulering af triangeltest

Introduktion

Eleverne har umiddelbart inden aktivitet udført en triangeltest i klassen, hvor de skal undersøge om klassen kan smage forskel på de dyre M&Ms og de billige chokoladeknapper fra Coop.

Modellen er fra begyndelsen en simulering af en binomialfordeling med $n = 40$ og $p = \frac{1}{2}$. Dette svarer til at simulere nulhypotesen for en triangeltest med 40 forsøgspersoner. Modellen virker ikke så godt fra starten af, da eleverne gerne skal opleve, at det er nødvendigt at lave forbedringer på modellen.



Mål med aktiviteten

Matematikfaglige mål:

- At foretage simuleringer af nulhypotesen.
- At gennemføre binomialtest.
- At kunne stille spørgsmål ud fra modeller.
- At anvende matematiske værktøjsprogrammer.

CT-faglige mål:

- At overvinde en eventuel frygt for kode.
- At genkende procedurer i koden og få en lille forståelse for hvordan man læser kode.

Beskrivelse af aktiviteten

Aktiviteten starter med at eleverne afprøver modellen i dens begyndelsestør.

Herefter skal de:

- Ændre prikkerne til et nyt symbol.
- Udpege de forskellige procedurer i koden.
- Lave en go-knap som løber for evigt.
- Lave en slider for n
- Lave en slider for p
- Benytte deres program til at lave en simulering af nulhypotesen, og derved få produceret nogle data.
- Sammenligne deres producerede data med binomialfordelingen med samme antalsparameter og sandsynlighedsparameter.

Udfordring ved udviklingen af modellen

Det var lidt bøvl at få tegnet pindediagrammet i NetLogo. Det skyldes at jeg kun har en type agenter – som er alle prikkerne, kaldet persons. Det var jo ikke et pindediagram over personerne jeg ønskede, men kun hvor mange grønne personer, der var i hver omgang.

Jeg løste problemet ved at oprette en global variabel kaldet `antal_rigtige`. Under setup defineres variabelen til en tom liste.

```
set antal_rigtige []
```

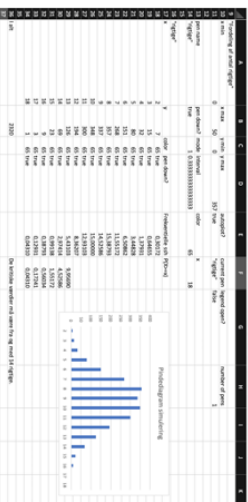
For hver omgang smagetest tilføjes antallet af grønne personer til listen

```
set antal_rigtige [put count persons with [color = green] antal_rigtige
```

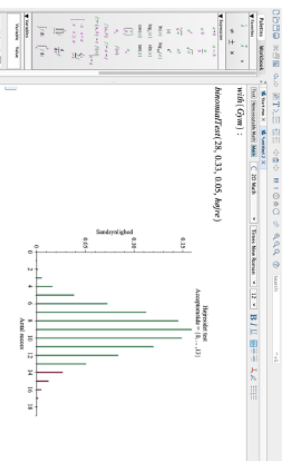
Så kunne pindediagrammet tegnes ved at benytte histogram kommandoen for min variabel `antal_rigtige`.

Data eksporteret fra NetLogo

Når eleverne eksporterer deres data fra NetLogo til Excel. Her kan de beregne de frekventielle sandsynligheder og bestemme, hvad de kritiske værdier må være ud fra simuleringen.



Eleverne kan nu sammenligne deres data fra simuleringen med en tilsvarende højresidet binomialtest og diskutere, hvorfor der måske vil være nogle små forskelle og hvor der ses ligheder.



Kreditering

NetLogo-modellen og undervisningsmateriale er udviklet af **Monika Møbjerg Allerejl**, Middelfart Gymnasium og HF, i forbindelse med deltagelse i udviklingsprojektet Computational Thinking i Matematik og Naturfag i skoleåret 18/19. Projektet køres i samarbejde mellem Danish Science Gymnasier og Center for Computational Thinking & Design, Aarhus Universitet.

Workshop4

Den afsluttende workshop blev afholdt på Aarhus Universitet torsdag den 19. maj kl. 09:30 – 13:00. Workshopen var fælles for begge kursisthold. Efter workshopen deltog kursisterne i en konference, hvor resultaterne fra projektet blev præsenteret.

Der var følgende mål med aktiviteterne på Workshop4:

- Opsamling på kurset og praktisk information
- Kursisternes delte erfaringer med og oplevelser fra Afprøvning2
- Kursisterne præsenterede deres undervisningsforløb for hinanden*
- Kursisterne udfyldte spørgeskemaer om CT-udbytte (postsurvey) og kursusevaluering.

* Kursisternes præsentation af deres undervisningsforløb var baseret på den poster, de havde lavet om forløbet (Se et eksempel på en poster side 25). Posterpræsentationerne foregik i to runder. Først præsenterede halvdelen af kursisterne deres posters/forløb for den anden halvdel. Efter en halv time blev rollerne byttet om. I alt blev der præsenteret XX posters/forløb. En given poster kan downloades fra GraspIT.dk (Se afsnit 5) sammen med det øvrige materiale om forløbet.

Konference om computationelle kompetencer i uddannelse

I samarbejde med DASG og CCTD arrangerede It-Vest, som er et uddannelses- og forskningssamarbejde mellem Syddansk Universitet, Aalborg Universitet og Aarhus Universitet, en konference om fremtiden for informatik i det danske uddannelsessystem.

Konferencen blev afholdt den torsdag den 19. maj kl. 13:00 til 17:30, dvs. i umiddelbar forlængelse af Workshop4. Alle kursisterne deltog i konferencen, som havde mere 350 deltagere. Programmet fra konferencen kan ses [her](#).

Under overskriften *Computational thinking i gymnasiefag: visioner og resultater fra et 4-årigt udviklingsforløb* præsenterede tre medarbejdere CTiMNAT-projektet (projektlederen, en coach og projektforskeren). En video med præsentationen kan ses [her](#). PowerPoint-præsentationen kan ses [her](#).

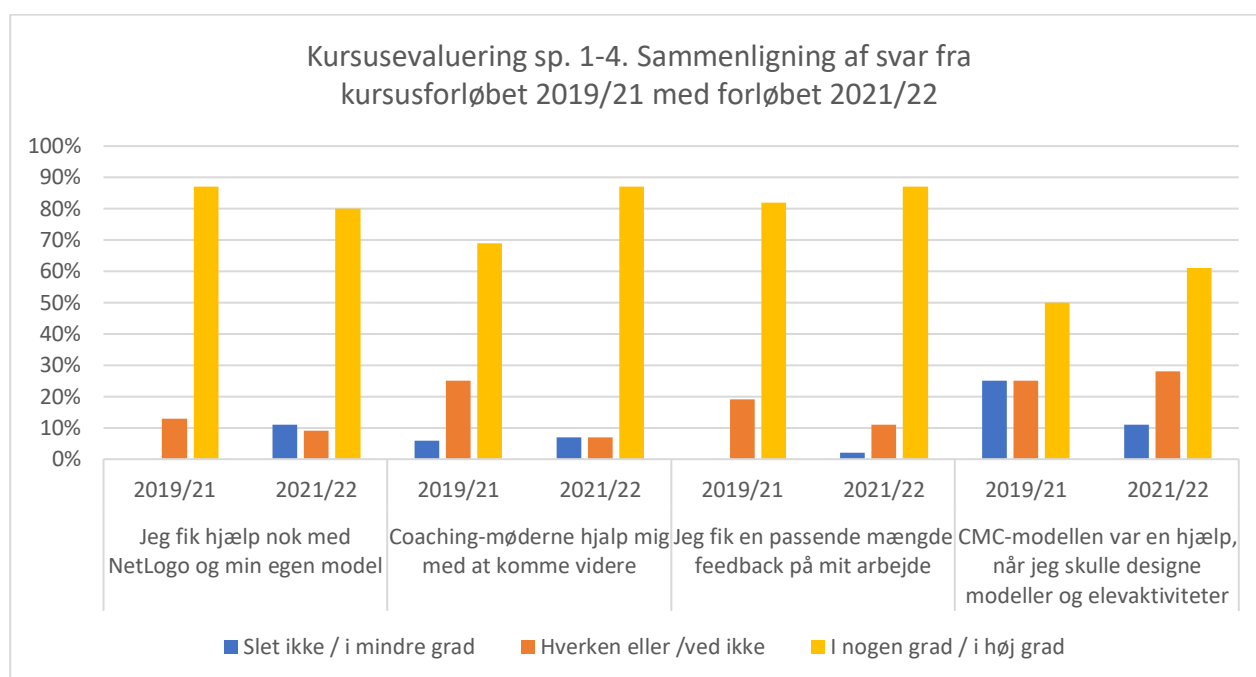
Et udvalg på ca. 20 af kursisternes posters med præsentation af undervisningsforløb var udstillet i conferenceområdet.

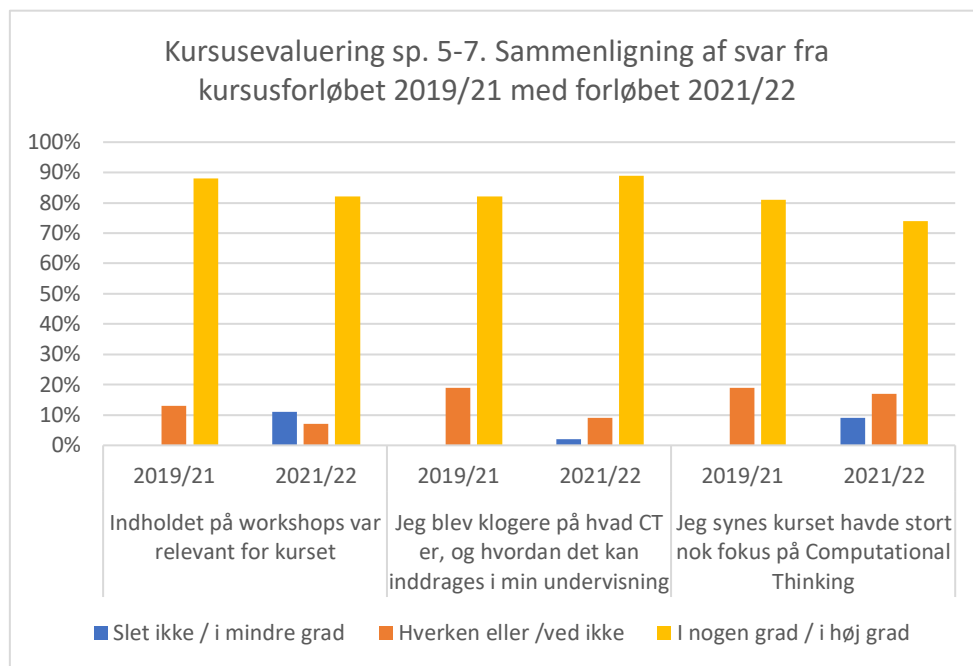
9. Kursisternes evaluering af kursusforløbets opbygning og formidlingsmæssige kvaliteter

Ved afslutningen af kurset (i forbindelse med Workshop4) blev kursisterne bedt om at besvare syv spørgsmål om deres oplevelse af kursets indhold og relevans (N=46).

Efter afslutningen af andet kursusforløb (2019/21) blev kursisterne stillet de samme spørgsmål (N=26). Svarene fra de to kursusforløb er sammenlignet nedenfor.

Fordelingen af svarene på de to år er i store træk ens. Dog er der i tredje kursusforløb en markant forøgelse i positive tilbagemeldinger på spørgsmål: 2 (Om coachingmøder) og spørgsmål 4 (Om brug af CMC-modellen).





I forbindelse med de 7 spørgsmål havde kursisterne mulighed for at skrive kommentarer til hvert spørgsmål. Ikke alle valgte at skrive en kommentar, men mange gjorde. Alle kursisternes svar er samlet i Bilag 7. Her er et udvalg af nogle typiske kommentarer:

Kommentarer til Sp 1: Jeg fik hjælp nok til at komme i gang med NetLogo

- Virkelig god hjælp fra coaches.
- Dejligt med så hjælpsomme og engagerede undervisere.
- Videoer var gode. Men det kræver rigtig meget at komme i gang.
- Kurset er en udfordring, hvis man ikke på forhånd har kendskab til kodning.

Kommentarer til sp. 2: Coaching-møderne hjalp mig med at komme videre

- Rigtig fin hjælp til at få løst de problemer man ikke selv kunne løse.
- Bestemt - og fungerede fint online.
- Særligt fint med undervisning i programmering.
- Blev inspireret til at gøre modellen simplere, så koden blev mere elevvenlig.
- Jeg synes det første coachingmøde var bedst. Det coachingmøde der foregik virtuelt fik jeg ikke ligeså meget ud af.

Kommentarer til sp. 3: Jeg fik en passende mængde feedback på mit arbejde

- God feedback og konstruktiv kritik.
- Der var rigtig god og lærerig feedback.
- Gode kommentarer og løsningsforslag.
- Jeg vil gerne haft feedback på det sidste upload.

Kommentarer til spørgsmål 4: Jeg synes CMC-modellen var en hjælp, når jeg skulle designe modeller og elevaktiviteter

- Det er fint at tænke ind i forhold til elevernes arbejde.
- Det hjælper med noget visuelt.
- Det spændte somme tider ben for den faglige progression.
- Der var alt for meget info.

Kommentarer til spørgsmål 5: Indholdet på workshops var relevant for kurset

- Ja - men vægtningen af oplæg og workshop kan måske skærpes. Lidt mere workshop.
- For meget Netlogo-programmering og for lidt CT.
- Nej tak til virtuelle workshops. Jeg mistede lidt gejsten og manglede sparring der.
- De første 2 workshops var rigtig gode, men det var som om der manglede indhold på workshop 3. Det virkede lidt som om det bare var gentagelser. Kunne have været brugt bedre til at lave endnu en model.

Kommentarer til spørgsmål 6: Jeg synes, at kurset havde stort nok fokus på Computational Thinking:

- Begrebet opfatter jeg ret bredt, så kurset var helt om CT for mig.
- Syntes det blev meget fokuseret på netlogo så der forsvandt lidt fokus fra ct.
- Der blev brugt for meget tid på kodning og for lidt på modellernes forcer.
- Kunne godt have brugt mere tid på kodningen og evt. få hjælp til at lave 2 modeller fra bunden.

Kommentarer til spørgsmål 7: Jeg er blevet klogere på hvad CT er, og hvordan det kan inddrages i min undervisning:

- Jeg er overbevist, og det er min rektor også. CT bliver en skoleindsats på mit gymnasium næste år.
- Kurset har bestemt givet en noget erfaring med NetLogo, nogle modeller og redskaber til at bruge dem.
- Jeg har set og hørt, hvad andre gør, og derved fået ideer til, hvad jeg selv vil og ikke vil.

Kursisternes afsluttende kommentarer til kurset:

- Kurset er grundlæggende godt bygget op. Dejligt at have tid og rum til at reflektere over hvad der virker (ikke virker) og udfolde sine ideer. Også fed pointe at vi i 2. afprøvning skal bruge andres modeller/forløb som udgangspunkt.
- Super godt kursus, hvor undervisernes begejstring smitter.
- Fedt kursus!
- Det har været et godt kursus, specielt starten. Efter jul føltes det som om det blev en smule rodet, og jeg følte ikke jeg havde et godt overblik over hvad jeg skulle hvornår. Alt i alt har det været godt.
- Godt kursus, men workshop 3 skal have mere indhold hvis I gentager næste år.
- Jeg havde en forventning om at lærerne fra samme skole arbejdede mere sammen end der blev lagt op til ved første workshop. Det bør I være meget mere opmærksomme på, at når flere lærere fra samme skole deltager, så giver det mening, at de arbejder med at udvikle en fælles model.

10. Materiale, som er udarbejdet i forbindelse med CTiMNAT-projektet

I forbindelse med – eller som en udløber af – aktiviteterne i CTiMNAT-projektet er der udarbejdet en del materiale med relation til undervisning i computationelle metoder. Her omtales de vigtigste.

Videoer

- [Computational Thinking og Modellering i STEM-fag i gymnasiet](#). En kort video, som giver en introduktion til idéerne bag og intentionerne med CTiMNAT-projektet. (Center for Computational Thinking & Design, Aarhus Universitet, 2020).
- [Instruktionsvideoer](#) til programmering i NetLogo. Der er fire videoer:
 - Installation af NetLogo (af Jonas Ørbæk Hansen)
 - Intro til NetLogo
 - Din første NetLogo-model (del1)
 - Din første NetLogo-model (del 2)m (
- [NetLogokursus: Oversigt over NetLogo funktioner](#)

Artikler

- [Computational Thinking i gymnasiefag](#). Fem artikler i LMFK-bladet, 2020, skrevet af kursuslederen og coaches på baggrund af deres erfaringer med at inddrage CT i deres undervisning:
 - Computational thinking i gymnasiefag (Jonas Ørbæk Hansen, Silkeborg Gymnasium og Center for Computational Thinking og Design (CCTD), Aarhus Universitet, Frode Peulicke, Gefion Gymnasium, Allan Jensen, Silkeborg Gymnasium, Solveig Skadhauge, Nærum Gymnasium)
 - Computational thinking i matematik – vækstegenskaber (Frode Peulicke, Gefion Gymnasium)
 - Computational thinking i naturvidenskabelig grundforløb (Solveig Skadhauge, Nærum Gymnasium)
 - Computational thinking i fysikfaget – henfaldsloven (Jonas Ørbæk Hansen, Silkeborg Gymnasium og Center for Computational Thinking and Design (CCTD), Aarhus Universitet)
 - Computational thinking i matematik – differentiaalligninger (Allan Jensen, Silkeborg Gymnasium)
 -
- [Computational Thinking i de naturvidenskabelige fag](#). (Egil Dixen, Danske Science Gymnasier og Keld Nielsen, Center for Computational Thinking & Design, Aarhus Universitet) LMFK-bladet, 2022, Nr.1 februar, s. 4-9

CT-undervisningsforløb

- [GraspIT](#). Indeholder mere end 100 modelbaserede undervisningsforløb i CT i følgende fag: biologi, bioteknologi, dansk, fysik, astronomi, historie, design, informatik, international økonomi, kemi, matematik, mediefag, musik, naturgeografi, samfundsfag og NV.

CT-didaktik

- [Computational Thinking i gymnasiefag – En modelbaseret didaktik](#) (Line Have Musaeus, Jonas Ørbæk Hansen, Morten Damsgaard-Madsen, Keld Nielsen, Center for Computational Thinking & Design, Aarhus Universitet, 2020). Didaktikhæftet blev til på baggrund af erfaringerne fra det først kursusforløb i projektet.

Facebookgruppe for undervisere

- CT i gymnasiet (facebookgruppe for tidligere kursister og andre interesserede undervisere fra de gymnasiale uddannelser).

Projektevalueringer

- [CT i gymnasiefag \(2018\)](#).
- [Computational Thinking i Matematik og Naturvidenskab. Evaluering af det første år i matematik-naturfagsprojektet](#) (CTiMNAT-1) (Jesper Buch, Adam Etches, Keld Nielsen, Line Have Musaeus og Arthur Hjorth, 2019).
- [Computational Thinking i Matematik og Naturvidenskab \(CTiMNAT\) - Evaluering af projektets andet kursusforløb 2019-2021](#) (Jonas Ørbæk Hansen Line Have Musaeus og Keld Nielsen, 2021).
- [Modellering og Computational Thinking i Gymnasiefag](#) (MCTiG) (Keld Nielsen, Morten Damsgaard-Madsen, Line Have Musaeus, 2021).

Forskning

- Musaeus, L.H (2022), Developing Students' Computational Thinking and Subject Knowledge through Computational Modeling in Secondary Education. PhD-afhandling, Aarhus Universitet.
- Musaeus, L.H., Nowack, P., Caspersen, M. E., Musaeus, P. (under udgivelse): A Template for Teaching Computational Modelling: A Design-Based Research Study with Teachers in High School. *Education and Information Technologies*.
- Musaeus, L. H. & Musaeus, P. (2019, February). Computational thinking in the Danish High School: Learning coding, modeling, and content knowledge with NetLogo. In *Proceedings of the 50th ACM technical symposium on computer science education* (pp. 913-919).
- Musaeus, L.H, (2019). Developing Student's Computational Thinking through Agent-Based Modeling in Secondary Education. Abstract from *ICER2019, Fifteenth annual ACM*

International Computing Education Research (ICER) conference, Toronto, ON, Canada, 12-14 August, 2019, Toronto, Canada.

Andet relevant materiale

- Caspersen, Michael E.: Computational thinking, kapitel 4.15 i Gymnasiepædagogik – En grundbog, 3. udg., side 470 – 478 (Hans Reitzels Forlag, 2017).
- Podcast-serie om computational thinking i forskning og uddannelse (Podcasts fra It-vest, 2020). Produceret af Anders Høeg Nissen, der er kendt fra DRs Harddisken.
- Computational Thinking — hvorfor, hvad og hvordan? (Rapport fra It-vest, 2018).
- CCTD (2018a). Computational Thinking in High School subjects, Center for Computational Thinking & Design, Aarhus University.
- CCTD (2018b). CT i Gymnasiefag – Afsluttende rapport til Region Midtjylland /Regional Udvikling, Center for Computational Thinking & Design, Aarhus Universitet, april 2018.

11. Bilag

Oversigt over bilag:

BILAG 1: Skema med baggrundsinformation om kursisternes første upload

BILAG 2: Skema med baggrundsinformation om kursisternes anden upload

BILAG 3: Beskrivelse af det publicerede CT-undervisningsforløb

BILAG 4: Tjekliste for det publicerede CT-undervisningsforløb

BILAG 5: Tjekliste for poster

BILAG 6: Kursisternes kommentarer til deres fagligt-didaktiske udbytte af kursusforløbet

BILAG 7: Kursisternes kommentarer til evalueringen af kursets opbygning og formidlingsmæssige kvaliteter.

BILAG 1: Skema med baggrundsinformation om kursisternes første upload

Upload 2: Dit første afprøvede forløb

Senest mandag d. 24. januar bedes du udfylde dette dokument og uploade det på kursushjemmesiden sammen med din NetLogo-model og tilhørende dokumenter anvendt i undervisningen (arbejdsark, udleverede noter, etc.).

Baggrundsinformation

Udfyld venligst nedenstående tabel med baggrundsinformation. Bare helt kort.

1. Navn og gymnasium
2. Det hold du har afprøvet CT-forløbet på (inkl. antal elever og studieretning)
3. Det faglige emne
4. En kort beskrivelse af den kontekst CT-aktiviteten indgår i. Står aktiviteten for sig selv, eller indgår den i et større forløb? Hvad er der i givet fald gået forud, og hvad skal der ske fremadrettet?
5. CT-forløbets længde (antal lektioner og lektionernes længde)
6. Hvis du har anvendt eller taget udgangspunkt i en NetLogo-model fra en anden person eller fra NetLogo-biblioteket, så skriv vedkommendes navn her

Anvendte materialer og aktiviteter

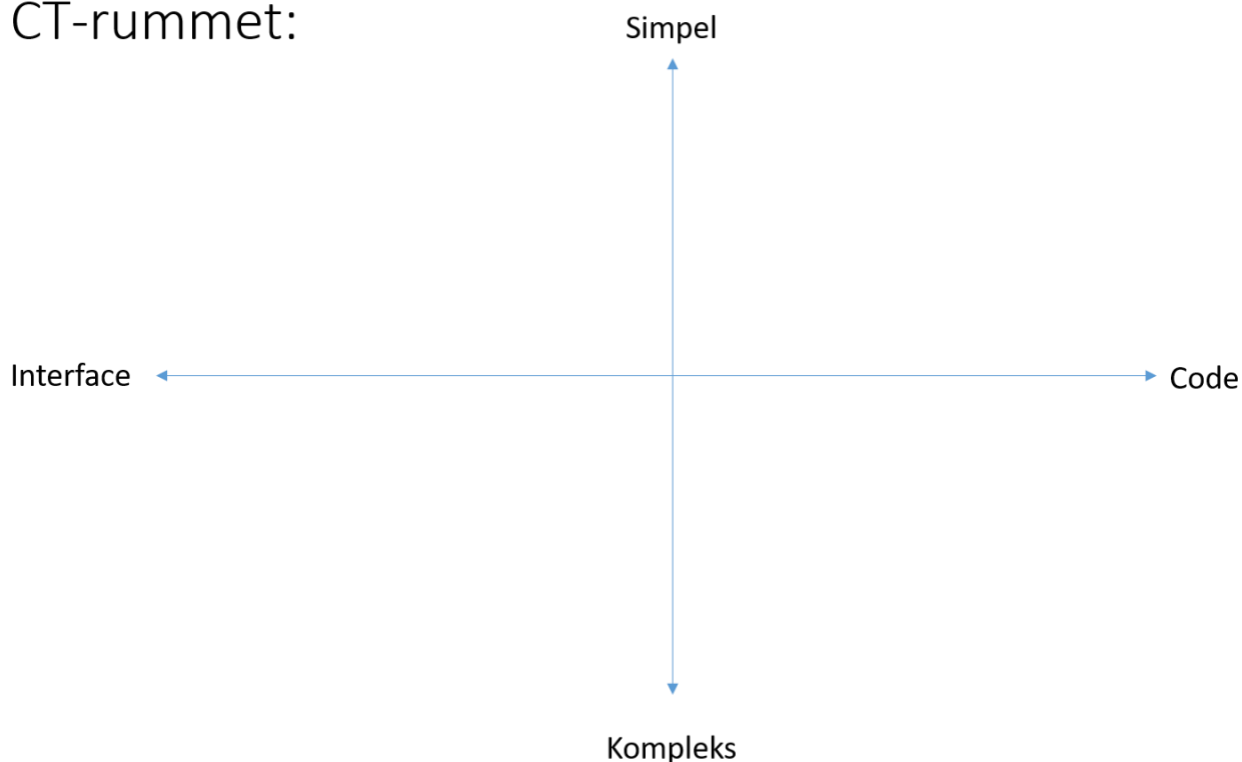
7. Beskriv kort hvilke materialer, der er anvendt (NetLogo-filer, arbejdsark, noter, læselektier i lærebøger, eksterne links, lærervideoguides, osv.)
8. Beskriv kort hvordan aktiviteten og NetLogo blev introduceret for eleverne. Hvordan kom I i gang?
9. Lavede du aktiviteter med eleverne, som ikke fremgår af materialerne, så beskriv dem her (er meget rart for en anden lærer at vide). Kunne fx være tavlegennemgange, opsamlingssekvenser, introduktion til opgaverne, diskussioner, vigtige pointer fra eleverne,

De anvendte filer uploades sammen med NetLogo-modellen på kursushjemmesiden.

CT-rummet

Til Workshop 2 blev du introduceret for følgende model til at beskrive elevernes CT-aktiviteter:

CT-rummet:



10. Prøv så godt du kan at indtegne elevernes bane i figuren ovenfor. Hvilken type opgaver startede de med, hvor bevægede de sig hen derfra, og hvor sluttede de? (se på opgaverne i dit arbejdsark)

Billedfilen af figuren er lagt på kursushjemmesiden under Upload 2, hvis man gerne vil tegne i den.

Lærerrollen og elevernes udbytte

11. Hvordan føltes det at inddrage CT i din undervisning? Beskriv kort hvordan du oplevede undervisningssituationen, og hvordan du synes det påvirkede din lærerrolle.

12. Hvordan tog eleverne imod aktiviteten og dét at arbejde med NetLogo?

13. Hvad er din oplevelse af elevernes udbytte? Fagligt såvel som CT-mæssigt

Eventuelle forslag til ændringer

14. Har du på baggrund af din afprøvning forslag til små eller store ændringer af aktiviteten (hvis du selv eller en anden lærer skal gentage aktiviteten)?

Andet?

15. Her kan du skrive lige det, du har lyst til, som du ikke synes passer i de andre felter.

BILAG 2: Skema med baggrundsinformation om kursisternes anden upload

Upload 3: Beskrivelse af CT-aktiviteten (Afprøvning 2)

Senest torsdag d. 28. april bedes du udfylde dette dokument og uploade det på kursushjemmesiden sammen med din NetLogo-model og tilhørende materialer anvendt i undervisningen (arbejdsark, noter, læselektier, eksterne links, lærervideoguides, osv.).

Hvis du har afprøvet et forløb, som en anden kursUSDeltager har udviklet, bedes du også sende dette dokument og materialer til den person (e-mailadresse kan ses under "Deltagere" på kursushjemmesiden).

Baggrundsinformation

Udfyld venligst nedenstående tabel med baggrundsinformation. Bare helt kort.

16. Navn og gymnasium
17. Det hold du har afprøvet CT-forløbet på (inkl. antal elever og studieretning)
18. Det faglige emne
19. En kort beskrivelse af den kontekst CT-aktiviteten indgår i. Står aktiviteten for sig selv, eller indgår den i et større forløb? Hvad er der i givet fald gået forud, og hvad skal der ske fremadrettet?
20. CT-forløbets længde (antal lektioner og lektionernes længde)
21. Hvis du har anvendt eller taget udgangspunkt i en NetLogo-model fra en anden person eller fra NetLogo-biblioteket, så skriv vedkommendes navn her

Anvendte materialer og aktiviteter

22. Beskriv kort hvilke materialer, der er anvendt (NetLogo-filer, arbejdsark, noter, læselektier i lærebøger, eksterne links, lærervideoguides, osv.)
23. Beskriv kort hvordan aktiviteten og NetLogo blev introduceret for eleverne. Hvordan kom I i gang?
24. Lavede du aktiviteter med eleverne, som ikke fremgår af materialerne, så beskriv dem her (er meget rart for en anden lærer at vide). Kunne fx være tavlegennemgange,

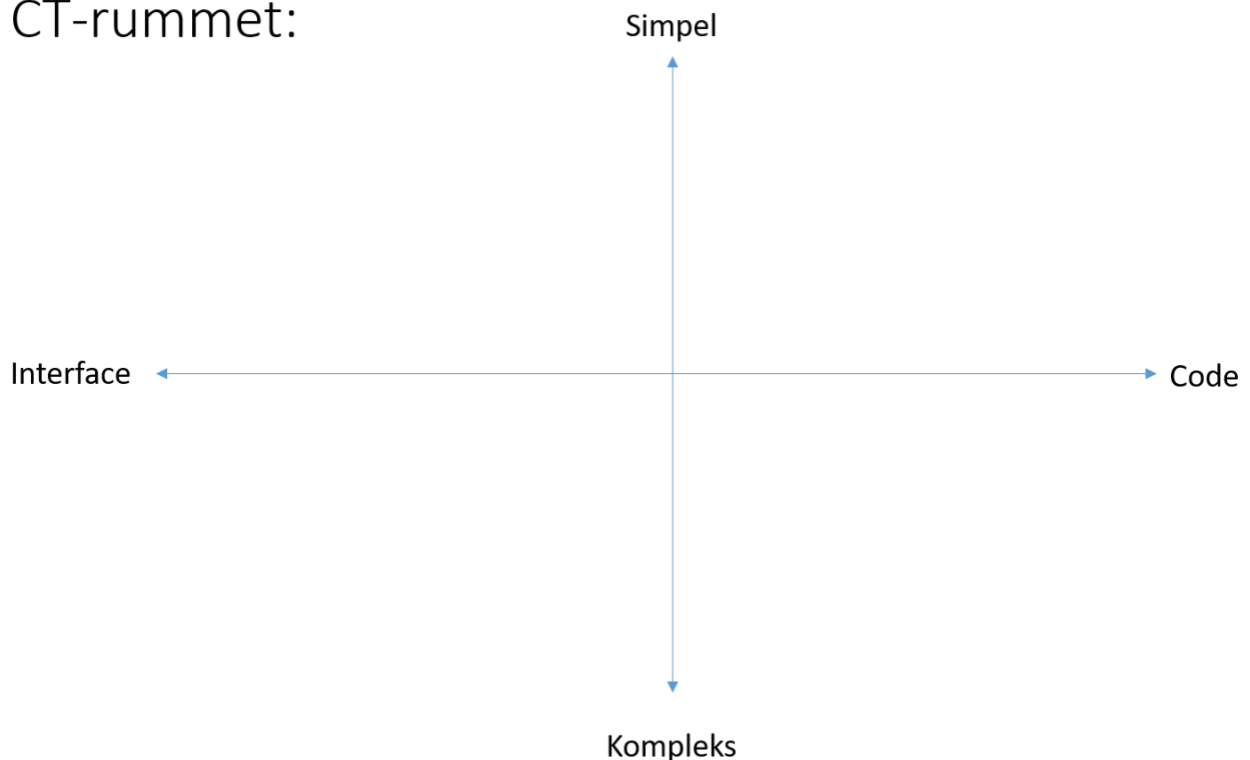
opsamlingssekvenser, introduktion til opgaverne, diskussioner, vigtige pointer fra eleverne,

De anvendte filer uploades sammen med NetLogo-modellen på kursushjemmesiden.

CT-rummet

Til Workshop 2 blev du introduceret for følgende model til at beskrive elevernes CT-aktiviteter:

CT-rummet:



25. Prøv så godt du kan at indtegne elevernes bane i figuren ovenfor. Hvilken type opgaver startede de med, hvor bevægede de sig hen derfra, og hvor sluttede de? (se på opgaverne i dit arbejdsark)

Billedfilen af figuren er lagt på kursushjemmesiden under Upload 2, hvis man gerne vil tegne i den.

Lærerrollen og elevernes udbytte

26. Hvordan føltes det at inddrage CT i din undervisning? Beskriv kort hvordan du oplevede undervisningssituationen, og hvordan du synes det påvirkede din lærerrolle.

27. Hvordan tog eleverne imod aktiviteten og dét at arbejde med NetLogo?

28. Hvad er din oplevelse af elevernes udbytte? Fagligt såvel som CT-mæssigt

Eventuelle forslag til ændringer

29. Har du på baggrund af din afprøvning forslag til små eller store ændringer af aktiviteten (hvis du selv eller en anden lærer skal gentage aktiviteten)? Det kan være i NetLogo-modellen, i arbejdsark, i måden det blev introduceret for eleverne, mm.

Andet?

30. Her kan du skrive lige det, du har lyst til, som du ikke synes passer i de andre felter.

Feedback til person, der har udviklet forløbet

31. Beskriv 2-3 positive oplevelser undervejs i afprøvningen.

32. Beskriv 2-3 oplevelser der tydeliggjorde, at her skal man være bedre forberedt som underviser.

33. Beskriv hvad du gjorde anderledes, hvis noget, i forhold til det oprindelige materiale. Upload det tilrettede og/eller ekstra materiale på kursushjemmesiden (Upload 3). Send en kopi til den lærer, der har udviklet modellen.

BILAG 3: Beskrivelse af det publicerede CT-undervisningsforløb

Upload 4: Beskrivelse af CT-aktiviteten

Som du kan se, er tabellen magen til den, du har uploadet tidligere (under Upload 2 og Upload 3). Gå indholdet igennem og sørg for, at der kun står noget, der må deles med andre. Sørg også for, at det er tydeligt formuleret og til at forstå for andre.

Baggrundsinformation

Udfyld venligst nedenstående tabel med baggrundsinformation. Bare helt kort.

34. Navn og gymnasium
35. Det hold du har afprøvet CT-forløbet på (inkl. antal elever og studieretning)
36. Det faglige emne
37. En kort beskrivelse af den kontekst CT-aktiviteten indgår i. Står aktiviteten for sig selv, eller indgår den i et større forløb? Hvad er der i givet fald gået forud, og hvad skal der ske fremadrettet?
38. CT-forløbets længde (antal lektioner og lektionernes længde)
39. Hvis du har anvendt eller taget udgangspunkt i en NetLogo-model fra en anden person eller fra NetLogo-biblioteket, så skriv vedkommendes navn her

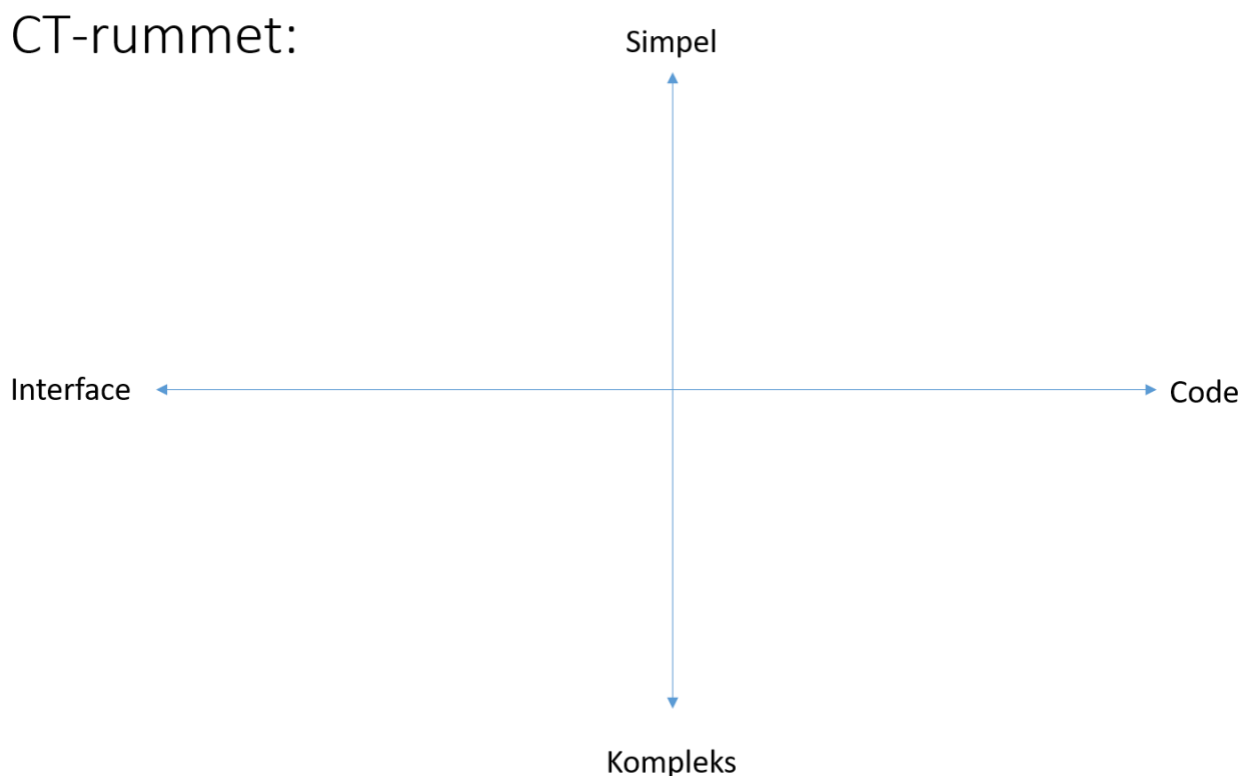
Anvendte materialer og aktiviteter

40. Beskriv kort hvilke materialer, der er anvendt (NetLogo-filer, arbejdsark, noter, læselektier i lærebøger, eksterne links, lærervideoguides, osv.)
41. Beskriv kort hvordan aktiviteten og NetLogo blev introduceret for eleverne. Hvordan kom I i gang?
42. Lavede du aktiviteter med eleverne, som ikke fremgår af materialerne, så beskriv dem her (er meget rart for en anden lærer at vide). Kunne fx være tavlegennemgange, opsamlingssekvenser, introduktion til opgaverne, diskussioner, vigtige pointer fra eleverne,

De anvendte filer uploades sammen med NetLogo-modellen på kursushjemmesiden.

CT-rummet

Til Workshop 2 blev du introduceret for følgende model til at beskrive elevernes CT-aktiviteter:



43. Prøv så godt du kan at indtegne elevernes bane i figuren ovenfor. Hvilken type opgaver startede de med, hvor bevægede de sig hen derfra, og hvor sluttede de? (se på opgaverne i dit arbejdsark)

Billedfilen af figuren er lagt på kursushjemmesiden under Upload 2, hvis man gerne vil tegne i den.

Lærerrollen og elevernes udbytte

44. Hvordan føltes det at inddrage CT i din undervisning? Beskriv kort hvordan du oplevede undervisningssituationen, og hvordan du synes det påvirkede din lærerrolle.

45. Hvordan tog eleverne imod aktiviteten og dét at arbejde med NetLogo?

46. Hvad er din oplevelse af elevernes udbytte? Fagligt såvel som CT-mæssigt

Eventuelle forslag til ændringer

47. Har du på baggrund af din afprøvning forslag til små eller store ændringer af aktiviteten (hvis du selv eller en anden lærer skal gentage aktiviteten)? Det kan være i NetLogo-modellen, i arbejdsark, i måden det blev introduceret for eleverne, mm.

Andet?

48. Her kan du skrive lige det, du har lyst til, som du ikke synes passer i de andre felter.

Tjekliste for prototypeaktiviteten

Prototypeaktiviteten er de materialer der kommer på GraspIT (<https://library.ct-denmark.org/>).

Følgende elementer skal med i Upload 4:

- ✓ Din færdige poster
- ✓ Udfyldt "Upload 4 - Beskrivelse af CT-aktiviteten.docx"
- ✓ En mere detaljeret beskrivelse beregnet på en lærer, som skal undervise ud fra beskrivelsen. Der er ikke en template, da I har forskellige præferencer, men dokumentet skal hedde "Til læreren.docx"
- ✓ NetLogo-modeller i den version, som elever skal have udleveret. Husk at udfylde Info-fanebladet.
- ✓ NetLogo-modeller i en eller flere versioner, som de kunne se ud, når eleverne er færdige med aktiviteten.
- ✓ Arbejdsspørgsmål/arbejdsark til elever.
- ✓ Andet som er nødvendigt for at køre aktiviteten.
- ✓ Eventuelt et anonymiseret eksempel på et elevprodukt (video, poster, formidlingsartikel, osv.) hvis produktet er en vigtig del af aktiviteten.

Tjekliste for poster

Posteren anvendes på Workshop 4, hvor vi har to postersessions. Inden du uploader din poster, skal du tjekke, at alle nedenstående krav er opfyldt. Et godt råd er desuden at printe posteren ud i A4. Hvis ikke den kan læses, så er elementerne heller ikke læsbare på afstand i A0. Vi printer posteren for dig.

Følgende skal med på posteren:

- ✓ Titel
- ✓ Dit gymnasiums logo, DASG-logo, Villum-fondens logo og AU-logo
- ✓ En introduktion med emne, fag og gerne et screenshot af Interface-fanen på et repræsentativt stadie
- ✓ Mål med aktiviteten (både fagfaglige og CT-faglige)
- ✓ Beskrivelse af (dele af) aktiviteten
- ✓ Det udfyldte krediteringsafsnit med dit eget navn og dit eget gymnasium

Forslag til hvad der ellers kunne komme med:

- ✓ Et screenshot af (centrale dele af) koden
- ✓ Særlige didaktiske greb
- ✓ Specielle kodedidaktiske overvejelser
- ✓ En evaluering af hvad der fungerede godt
- ✓ Mulige varianter/forbedringer/udbygninger

Layout-krav:

- ✓ De to vandrette streger og titelboksene skal være i AU-blå
- ✓ Al tekst skal være i fonten AU Passata
- ✓ Dit navn skal være i AU-orange
- ✓ Introduktionsafsnittet skal være først, og krediteringsafsnittet til sidst
- ✓ Du behøver til gengæld ikke at beholde opdelingen i tre kolonner

BILAG 6: Kursisternes kommentarer til deres fagligt-didaktiske udbytte af kursusforløbet

Dette bilag indeholder samtlige kvalitative svar (kommentarer) fra kursisterne i forbindelse med deres evaluering af det fagligt-didaktiske udbytte. Bilaget supplerer afsnit X** i rapporten, hvor et begrænset udvalg af kommentarerne er citeret.

Sp. 1: Hvordan vurderer du dine egne kompetencer med hensyn til at inddrage computationelle elementer i din undervisning, nu i forhold til kursets start?

Kursisternes uddybning af spørgsmålet:

1. Havde 0 som udgangspunkt
2. Jeg er blevet meget mere sikker og effektiv i min inddragelse af modeller. Jeg har også fået indsigt i hvordan modeller kan inddrages i forskellige dele af læringsprocesserne med eleverne - ex. Induktivt og deduktivt
3. Netlogo gør det muligt at arbejde med modeller
4. Jeg har lært en masse.
5. jeg underviser i informatik og er dermed vant til at inddrage computationelle elementer :-)
6. Bedre. Jeg mangler stadig en hel del indenfor programmering...
7. Jeg har lært netlogo...
8. Jeg har lært NetLogo at kende - havde erfaring med kodning fra tidligere
9. Det har været en øjenåbner for hvor mange sammenhænge, det kan indgå.
10. Jeg mangler stadig kompetencer i at kode, jeg føler mig meget famlende/usikker i forhold til kode-delen. Men har fået mere mod på at inddrage CT/programmer i min undervisning baseret på andres kode, og så lærer jeg det nok undervejs.
11. Jeg har også før kurset arbejdet med netlogo og digital myndiggørelse. Men denne gang var fokus på at lære netlogo.
12. Jeg er blevet bedre og jeg kommer til at bruge det fremadrettet
13. Når jeg nu har programmer og modeller der kan bruges mere eller mindre direkte så har jeg mere mod på at bruge NetLogo modeller i min undervisning.
14. Der er stadigvæk en barriere ved selve kodningen
15. Teknisk er jeg ikke blevet bedre, men jeg har fået nogle nye ideer.
16. Jeg ved, hvordan jeg koder i netlogo og hvor jeg kan finde inspiration til at arbejde videre med det
17. Var helt grøn.
18. Er nu ved at udvikle en stor NetLogo-model om LAR (lokal afledning af regnvand)
19. ok
20. Godt
21. Vil fremadrettet anvende modellen jeg selv lavede og vil også prøve at indarbejde andre modeller. Inden kurset havde ingen computerm modeller af nogen slags med.
22. Jeg er blevet bedre på alle parametre
23. Jeg anvendte Arduino i fysikundervisningen allerede inden kurset, så jeg har haft erfaring med at lade elever kode i undervisningen før.
24. Det er meget nemmere at inddrage i undervisningen da der ligger så mange færdig forløb

25. Jeg er blevet bedre til det. Kendte ikke NetLogo, men har prøvet andet programmering tidligere.
26. Jeg er ikke så bange for at kaste mig ud i anvendelsen af programmer i undervisningen - derudover lærer man også meget af eleverne, da der altid er nogle elever som bare kaster sig ud i det. Det sker ikke helt så tit i den daglige undervisning.

Sp. 2: Hvordan vurderer du udsagnet "Min undervisning om modeller og modellering er blevet mere kvalificeret"?

Kursisternes uddybende kommentarer:

1. Har fået en støtte sikkerhed i CT-kompetencer og i forståelsen mellem kode(forudsætninger) og model
2. Det har givet mig en mulighed for at eleverne kan arbejde med modeller af mikroniveau i kemi og vi har nogle konkrete modeller af vurdere muligheder og begrænsninger på baggrund af
3. Udgangspunktet er løftet gevaldigt
4. Netlogo egner sig godt til metodeundervisning i samf, hvilket der dog kun er begrænset tid til på C-niveau.
5. Jeg har simuleret før, så modellering er ikke ukendt.
6. Jeg mangler stadig rutine i både Netlogo og CT-tankegangen før jeg er rigtigt rutineret, men det er da i hvert fald bedre end før.
7. Mere kvalificeret i forhold til netlogo: men ikke så meget mere i forhold til digital myndiggørelse i et bredere perspektiv
8. Modeller fylder allerede en del i samfunds-fag, men dette kursus bidrager med nye vinkler og nye og gode måder at arbejde med dem på
9. Jeg har altid brugt en del modeller i fysik, så nu er det en anden type modeller jeg kommer til at bruge.
10. Det tager stadig meget tid
11. Jeg er blevet mere bevidst om hvordan aktiviteten skal tilrettelægges for at eleverne får størst muligt udbytte.
12. Eleverne får set faget på en anden måde
13. Lige så godt med modeller fra det virkelige liv
14. Det bliver det! Men skal lige have flere forløb på de rette niveauer.
15. Kulstof-14 forløbet gav eleverne en bedre forståelse
16. Selvfølgelig
17. Mit fokus har ikke været på modellering i klassisk forstand
18. Måske er min undervisning ikke endnu blevet ekstremt meget bedre, men jeg har gjort mig nogle erfaringer og refleksioner som jeg glæder mig til at sætte i spil....
19. Kunne godt arbejde før men det tager længere tid hvis man selv skal lave alt fra bunden
20. Hmmm - det er jeg jo ret god til, så det rykkede måske ikke på det mere personlige plan - men som redskab er netlogo jo fantastisk ...
21. Jeg synes ikke at de aktiviteter, som jeg har lavet hører under kategorien modellering.

Sp. 3 og Sp. 4: Hvordan vurderer du dine elevers udbytte af undervisningen både i forhold til det faglige og i forhold til det computationelle i forbindelse med afprøvningen?

Kursisternes uddybende kommentarer:

1. Blandet i det faglige, fint i forhold til CT
2. De har fået en større forståelse for muligheder og begrænsninger i forhold til brug af modeller og mange er også kommet ret langt i at prøve at kode.
3. Jeg tænker, at de har fået ca. lige meget ud af det, da jeg har samarbejdet med matematik, hvor eleverne har arbejdet en del med koden
4. De har fået et indblik i variabler og forudsætninger. Er ikke sikker på de kan overføre til andre sammenhænge.
5. Elevernes udbytte af det faglige var godt, og nogle fik også en del ud af det computationelle.
6. jeg kørte forløbene i hf c klasser, elevernes engagement gjorde de ikke fik meget fagligt ud af timerne
7. Oplever at eleverne i højere grad ser CT som en mere legende undervisning, og udbyttet bliver bedre for bestemte elevtyper
8. Mere computationelt end fagligt.
9. Højt
10. Godt. Men man nedprioriterer noget andet.
11. Meget begrænset CT og fagligt udbytte
12. CT kompetencer styrkes ikke for alvor pga. to forløb - så det skal være et aktivt valg fra lærerens side at inddrage det løbende.
13. Fagligt: Ret lille udbytte
14. Computationelt: Lidt større (men dog ikke meget stort), idet jeg kun har brugt et modul (90 min.) på hvert af mine to hold.
15. Der skal nok nogle flere runder til på samme hold før det for alvor batter noget.
16. Udmærket. Det var godt at visualisere modellerne og at få lov til at rode lidt rundt i koden
17. Middel
18. Elevernes udbytte varierede meget. Tror jeg skal bruge lidt længere tid på opgaven næste gang.
19. Sørge for at de bliver i øvelserne.
20. Fagligt er lidt svingende, men forhåbenligt har de fået noget ud af det.
21. CT-mæssigt så har alle som minimum lært at skifte farve og form.
22. Det var på HF så det var primært et fagligt udbytte om end nogle få fik en bredere CT forståelse.
23. Fagligt har de leget noget mere med tingene og har kunne udføre "eksperimenter" mange gange for at forstå hvad eksperimentet (modellen) gik ud på - teori er blevet visualiseret og levende for dem, særligt mikroniveauet plejer at være svært at forstå.
24. Det er hverken værre eller bedre. Det er bare anderledes
25. Klar forbedring i forhold til det computationelle for så vidt angår deres forståelse af hvad det er. Men udfordringer i at gøre dem interesserede som sådan.
26. Fagligt er udbyttet godt da det visualiserer et fagligt komplekst emne.
27. De har rykket sig mest i forhold til det computationelle.

28. Fagligt har det primært lagt et ekstra lag på eller givet mulighed for visualisering, samt givet mulighed for at arbejde med stoffet på en anden måde - hvilket også er vigtigt.
29. De har fået set og lært lidt om stokastiske modeller, hvor de fleste modeller i matematik i gymnasiet ellers er statiske.
30. Fagligt kan det af og til være sværere at nå alt det relevante, men de har helt sikkert fået noget fagligt ud af det og størstedelen også indblik i det computationelle
31. Gode!
32. Der var pointer, der var svære at få frem uden den visuelle NetLogo-model
33. ok til begge
34. Det afhænger meget af modellens type. Er det en model, der primært bevæger sig i det første 'C' kan man selvfølgelig godt diskutere forudsætninger, men man kommer mindre ned i selve CT
35. Godt - fik en rigtig fin dialog om computermødelier, som vi så tog videre til hvad det betyder for modeller generelt og de begrænsninger der er.
36. Meget svingende fra elev til elev. Men langt de fleste fik som minimum udbytte enten fagligt eller med ct
37. Fint
38. Større, både faglig og CT-agtigt. Men altså endnu er træerne ikke vokset ind i himlen ;-)
Måske kommer det...
39. Hvis modellen er valgt kan det give et fint fagligt udbytte, men det er ikke alle emner der egner sig til CT modeller
40. De tog positivt imod udfordring m ændring i programkoden.
41. Fagligt var udbyttet ok men ikke bedre end normalt
42. Nogle elever blev mere aktive end ellers så man rammer andre end sædvanligt
43. Fagligt er jeg ret usikker på gevinsten - men der har været et godt indblik i generelle strukturer - som har været en god gevinst
44. Gode, men der er plads til forbedringer. Og det skal nok komme næste gang.
45. De aktiviteter, som jeg har lavet, har primært haft et computationelt fokus og knap så meget fagligt.
46. Det faglige udbytte var tilfredsstillende.
47. Men jeg ved ikke helt hvilket udbytte eleverne har fået af det computationelle

Sp. 5. CMC-modellens potentiale

Hvad mener du om dine egne erfaringer med CMC-modellen

Kursisternes uddybende kommentarer:

1. Kodningsmæssigt er den fin men kolliderer nogen gange med den faglige progression.
2. Jeg har brugt den lidt mere denne gang.
3. Det har fungeret godt, når man skal lære eleverne om CMC, at man selv har været processen igennem
4. Kan se man kan arbejde med CT på forskellige måder i samfundsfag uden man behøver at have en store indsigt i at kunne kode
5. Jeg har brug for at afprøve det noget mere, for at få det fulde potentiale ud af modellen.
6. brugte ikke direkte cmc modellen men mere metoderne der blev nævnt på workshoppene plus min egen erfaring med programmering og at lære det fra informatik

7. Særligt godt. Workshops har fungeret rigtigt fint
8. Det tager tid at komme rundt i modellen med et hold, tid som sjældent er til rådighed på C-niveau.
9. Eleverne får en bedre forståelse for mikro og makro niveau i kemi
10. Det er ikke klart for mig hvornår vi har arbejdet med den.
11. Den har fået al for lille italesættelse og praktisk anvendelse på kurset. Det har været en underliggende præmis at det er vigtigt at eleverne kigger på og redigerer i koden. Men hvorfor?
12. Hmmm... jeg tænker nok mere over use-modify-create
13. Jeg har det dog nogle gange lidt stramt med smarte pædagogiske/didaktiske teorier med forkortelser og diagrammer. Men det er nok bare mig der ikke er så vant til humanistisk tankegang/retorik. ;-)
14. Men i praksis fungerer det fint.
15. Det var fint at afprøve i praksis
16. Tidskrævende at udarbejde ift udbytte
17. Meget vigtigt at content er en del af arbejdet med CT, så netlogo ikke blot kommer til at stå alene.
18. Det er svært for eleverne at nå til at til 'create' delen.
19. Det er fantastisk at opleve elevernes glæde når de selv har lavet noget i modellen.
20. Har mere fokuseret på det faglige udbytte og at forstå forudsætninger bag modellerne.
21. Jeg har som udgangspunkt tænkt indhold (context) først, dernæst modellen og sluttelig koden.
22. Både i min egen måde at komme igang på og i forhold til eleverne. Efter afprøvning ad flere omgange føler jeg mig bedre i stand til at arbejde med kodedelen og vil i højere grad vove mig ud på lidt dybere vand nu.
23. Det gør noget godt for en elevgruppe vi nogen gange har svært ved at nå.
24. Det er klart en model man skal finde sig til rette i, men derefter er den god til at holde en struktur på arbejdet og hvordan man får det overført til elevaktiviteter.
25. Det er godt med en model at arbejde ud fra når man tilrettelægger forløbene. Den øger bevidstheden om hvordan man didaktisk kan arbejde med CT.
26. Potentialer er rigtigt godt, men for at skalere ordentligt kommer det nok til at kræve, at flere lærere er mere kode-vante. Det er ikke altid nok at bruge andres kode og lave små modifikationer, hvis man for alvor vil udleve potentialer.
27. Det kan af og til være svært at få krydset læreplanen, men det didaktiske udbytte og det at eleverne ser visualiseringer og får modelleret er rigtig godt
28. Har ikke lige fået den indtænkt så meget i denne omgang
29. Jeg mener at have gjort gode egne erfaringer
30. De forskellige niveauer er oplagte i forhold til differentiering og progression i forhold til arbejdet med NetLogo og simulering af modeller
31. Den kan ved de rette emner fungere rigtigt godt, men til andre emner er den knap så velegnet.
32. Intuitivt et super koncept. men det er ikke elementært og tidskrævende at få det til at virke i praksis

33. Altså, det med Code i CMC modellen skal tilpasses de faktiske forhold, men ideen med at kursisterne skal tilegne sig ejerskab (at det bliver min model) er jo en helt rigtig tilgang, og giver et udbytte (både CT-mæssigt og fagfaglig, omend måske på en mere indirekte måde)
34. Det tager lidt tid, men elevernes erfaring af at have modificeret et stykke kode er god! Create er oftest for svært og for tidskrævende.
35. Jeg syntes at jeg bruger princippet men uden at være specielt bevidst om det
36. Jeg fik ram på en del elever - men det var meget forskelligt om hvorvidt de fik et fagligt indblik, blev gode til at forstå modellering eller blev fascineret af kodning. Alle niveauer er krævende - og det er ikke alle klasser og elever der får udbytte af undervisningen. Det kan være en udfordring at følge eleverne nært og sikre sig at de når i mål
37. Jeg synes bestemt at det giver mening at arbejde med programmering i faglig kontekst. At der læres noget kodning, og at denne også kan berige den faglige indsigt i det som simuleres.
38. Jeg har ikke så stor erfaring med CMC-modellen og tænker nok mere i hvordan jeg skal tilrettelægge brugen af netlogo så eleverne får noget ud af at anvende CT.
39. Skal afprøve det lidt mere inden. Eleverne har været inde i ét forløb og grundlaget er ret spinkelt
40. Lidt blandet, hvis ikke det bliver styret kan det nemt ende i noget med at ændre form og farve frem for forståelse af det faglige.

Sp. 6B: Hvad fik du ud af kurset:

1. Et indblik i muligheden for at få eleverne til at lege med kodning og modellering. Udvidelse af egne kompetencer i kodning så jeg tør arbejde videre med det i undervisningen.
2. Jeg er blevet væsentligt bedre til at kode og forstå kode og til at se mulighederne i brug af CT i undervisningen.
3. Det vigtigste for mig har været at deadlines på kurset har sikret fremdrift i arbejdet med CT for mig og mine kollegaer
4. At kunne inddrage Netlogo i undervisningen
5. En masse gode modeller, som jeg vil bruge i min undervisning fremadrettet.
6. jeg fik i indsigt i CT
7. jeg fik set netlogo og tænker at bruge det som programmeringssprog på et informatik hold
8. Gode praktiske eksempler på hvordan man kan arbejde med CT
9. Et nyt værktøj og nye perspektiver på hvordan min undervisning i fagene kan understøtte elevernes computationelle og digitale kompetencer.
10. Netlogo kendskab
11. CT kendskab
12. God indsigt i netlogo.
13. Gode eksempler på anvendelse af simulationer på tværs af fag.
14. Meget - men jeg kunne godt have ønsket mig et blokbaseret miljø til at inddrage CT. Jeg synes ikke, at eleverne får mulighed for selv at create, når det er tekstbaseret.
15. Kendskab til Netlogo
16. Mod på at afprøve CT, selvom jeg ikke kunne kode på forhånd

17. Indsigt i/overvejelser om anvendelsen af CT i faget, herunder samspillet mellem det programmeringsmæssige og det fagfaglige
18. Netværk - kontakt med andre med samme interesser
19. Konkrete modeller i netlogo, fedt faktisk at være blevet tvunget til at afprøve det i praksis, godt med GRASP.it.
20. Generelt en større bevidsthed om CT og om vigtigheden i at indtænke det didaktisk
21. Ideer til CT anvendelse og en konkret model, der kan anvendes
22. Viden om/til at arbejde med NetLogo modeller og udarbejde egen model.
23. Jeg fik lært at kode mine egne modeller og dermed en bedre forståelse for hvordan jeg kan bruge egne og andres modeller
24. Erfaringer med anvendelse og mulighederne CT giver
25. Erfaring med simpel kode
26. At få øjnene op for hvad brug af modellerne kan medvirke til i en faglig kontekst og også refleksion over modellernes muligheder og begrænsninger i en CT kontekst
27. Nye redskaber og nye muligheder. Dog er jeg stadig noget udfordret på programmeringsdelen.
28. Selve kurset, de enkelte dele og kontakten med undervisere og coaches var god, men lokale forhold på min skole mht. skema og mængden af opgaver i de perioder hvor der skulle afvikles undervisning og uploads gjorde at jeg ikke havde et forløb hvor jeg fik det optimale ud af kurset.
29. Input til at inddrage CT og NetLogo i undervisningen. Støtte til at skabe modellerne. Allokeret til tid at udvikle modeller og aktivitet
30. Primært at se, hvilke andre ideer andre har til, hvad CT kan bruges til - nogle som jeg måske vil bruge, andre som jeg ikke vil.
31. At jeg kan lave relevante modeller i matematik og har lyst at arbejde videre med dem i matematik
32. Kollegialt fællesskab
33. Jeg har fundet ud af, at jeg godt kan programmere (i NetLogo)!
34. Er bestemt ikke færdig med at køre NetLogo-modeller i mine klasser - enten bare som modeller, eller som CT-forløb.
35. CT bliver et skoleprojekt på BG næste år :-)
36. Kollegialt fællesskab
37. I hvilke sammenhænge CT er hensigtsmæssigt
38. Jeg stiftede bekendtskab med platformen NetLogo. Og fik forståelse for hvordan man kan benytte platformen i undervisningen og herunder en ny metode til at belyse modellering/kausaltet i mine fag historie og samfundsfag
39. Nogle gode værktøjer til at visualisere mit fag og en måde at italesætte fagets identitet og brug af modeller ift. virkeligheden.
40. Lærte at programmere i netlogo.
41. Erfaringer med ct både i undervisningen og planlægning.
42. Jeg fik erfaring med at bruge NetLogo i undervisningen og med at lave egne modeller
43. Især gode refleksioner over hvordan jeg kan bruge CT-aktiviteter i undervisningen på en måde som giver merværdi fagligt og læringsmæssigt for mine kursister. Altså så de faktisk får (forhåbentlig) et større læringsudbytte samtidig med at de erhverver sig nogle CT-skills
44. Erfaringer med både at lave NetLogo modeller, og anvende dem i undervisning.

45. Netlogo programmerings erfaring
46. Gode forløb og modeller der kan bruges i undervisningen
47. Jeg kom i gang med at undervise indenfor CT
48. God inspiration til undervisningsforløb med CT.
49. Fik selv lært at lave et forløb i NetLogo / Lært NetLogo at kende.
50. Samt lidt didaktik omkring CT
51. Jeg er kommet videre med at anvende simuleringer i matematikundervisningen. Jeg har fået inspiration til faglige sammenspil.
52. Jeg synes, at jeg har fået nogle gode ideer til, hvordan man kan bruge netlogo modeller til visuelt at illustrere matematiske problemstillinger.
53. Jeg har også set mange gode kemiske modeller, som jeg vil bruge i min kemi-undervisning
54. Programmering og simulering i netlogo. Indsigt i CT og hvordan det kan inddrages i undervisningen
55. Det var spændende
56. Godt udbytte

BILAG 7: Kursisternes kommentarer til evalueringen af kursets opbygning og formidlingsmæssige kvaliteter.

Kommentarer til Sp 1: Jeg fik hjælp nok til at komme i gang med NetLogo

- Jeg fik hjælp nok.
- Fint med programmer til at se og komme i gang.
- Videoer var gode. Men det kræver rigtig meget at komme i gang.
- Virkelig god hjælp fra coaches.
- Fik ikke nok tid til workshoppen til at indføre kommentarer og koder efter 1. upload.
- Jeg er programmeringsanalfabet og er det stadigvæk.
- Godt tilrettelagt, så vi hurtigt kunne komme i gang med vores model.
- Rigtig fine lektievideoer til første workshop.
- Fint med hjælp og fin med plads til at forsøge selv.
- Jeg kendte allerede Netlogo i forvejen og havde lavet modeller deri, så mit behov var til at overse.
- Dejligt med så hjælpsomme og engagerede undervisere.
- Jeg opsøgte ikke så meget hjælp. Og havde nok godt af at tænke over tingene selv.
- Rigtig god video fra Jonas [projektlederen] med gennemgang af hvordan man lavede køer på græs modellen.
- Det var godt, men meget tidskrævende.
- Det var svært at lære at kode.
- Kurset er en udfordring, hvis man ikke på forhånd har kendskab til kodning.

Kommentarer til sp. 2: Coaching-møderne hjalp mig med at komme videre

- Bestemt - og fungerede fint online.
- Ja det var til at få kvalificeret hjælp.
- Vi brugte dem ikke meget. Fik hjælp på skolen.
- Tak til gode coaches.
- God sparring og feedback.
- Særligt fint med undervisning i programmering.
- Rigtig fin hjælp til at få løst de problemer man ikke selv kunne løse.
- Havde ikke ret meget brug for hjælpen, da sparringen med coaches og andre deltagere på forum, mail og feedback på uploads hjalp meget. Men jeg fik noget ud af at sidde og lytte med til andre, som jeg ikke kunne bruge i min egen model, men som jeg kan bruge fremadrettet.
- Det var fint at vende ideer og få input til alternative mulighed.
- Blev inspireret til at gøre modellen simplere, så koden blev mere elevvenlig.
- Jeg synes det første coachingmøde var bedst. Det coachingmøde der foregik virtuelt fik jeg ikke ligeså meget ud af.
- Det var godt, men meget tidskrævende.
- I [skolens navn] ville jeg gerne have haft mere arbejdstid. Havde en følelse af at der startede et oplæg, netop når jeg var kommet i gang med modelarbejdet i NetLogo. Så måske en gruppering af foredragene i starten? Jeg ved også godt at hvis man gør det, vil

der nok opstå et ønske om mere variation :). Så måske bare en lidt større % del af tiden til eget arbejde. Og lidt mindre tid med oplæg.

- Det var svært helt at få forklaret udfordringerne og få den rigtige hjælp. Fokus var for coach mere på form end på funktion og indhold.
- De var virkelige gode.

Kommentarer til sp. 3: Jeg fik en passende mængde feedback på mit arbejde

- Ja det var fint.
- Gode kommentarer og løsningsforslag.
- Jeg vil gerne haft feedback på det sidste upload.
- God feedback og konstruktiv kritik.
- Ikke altid at det blev meldt så klart ud hvornår/hvor man fik feedbacken.
Det er lidt ærgerligt først at opdage feedbacken når man er på kurset igen.
- Jeg har ikke fået feedback på upload efter afprøvning 2.
- Både formelt og uformelt.
- Vi havde lidt svært ved at anvende feedbacken.
- Det var godt, men meget tidskrævende.
- Fin og konstruktiv feedback.
- Der var rigtig god og lærerig feedback.

Kommentarer til spørgsmål 4: Jeg synes CMC-modellen var en hjælp, når jeg skulle designe modeller og elevaktiviteter

- Bestemt.
- Den har jeg ikke set så meget på.
- Spændende.
- Der var alt for meget info.
- Det hjalp i mange overvejelser og for at se det fra et elevperspektiv.
- Jeg havde nok lidt en ide om hvad jeg gerne ville have eleverne til. Men CMC-modellen [er] fin forhold til udarbejdelsen af arbejdsark.
- Absolut.
- Det er fint at tænke ind i forhold til elevernes arbejde.
- Tænkte ikke rigtig i den model, da jeg designede modellen.
- Det var godt, men meget tidskrævende.
- Det hjælper med noget visuelt.
- Det spændte somme tider ben for den faglige progression.

Kommentarer til spørgsmål 5: Indholdet på workshops var relevant for kurset

- Ja - men vægtningen af oplæg og workshop kan måske skærpes. Lidt mere workshop.
- Ja men det havde været bedre hvis ikke det var virtuelt
- Jeg savner stadig svaret på hvorfor eleverne bliver styrket i deres kernefaglige kompetencer af at kigge på koden. Simuleringen må være nok.
- Ja tak.
- Der var meget der ikke var ret anvendeligt og som gav lidt sig selv i forhold til, hvad modeller er og hvad de kan.
- Godt med hands on. Rart at kunne få hjælp med kodningen.

- Nej tak til virtuelle workshops. Jeg mistede lidt gejsten og manglede sparring der.
- For meget NetLogo-programmering og for lidt CT.
- Jeg har svært ved at sige konkret, hvad det har været, men efter de første 1½ gang har jeg ikke fået så meget nyt ud af workshops. Måske fordi jeg i forvejen havde arbejdet med NetLogo, og derfor ikke i samme grad havde brug opfølgning på at have anvendt det.
- I den virtuelle workshop synes jeg der manglede den inspiration uformelle sparring som jeg sætter pris på ved sådanne sessions. Men I gjorde hvad I kunne ...
- Der var nogle teoretiske oplæg, der blev ret meta (og tog tid fra arbejde med egen model).
- De første 2 workshops var rigtig gode, men det var som om der manglede indhold på workshop 3. Det virkede lidt som om det bare var gentagelser. Kunne have været brugt bedre til at lave endnu en model.
- Det var godt, men meget tidskrævende.
- Der var meget teori. Jeg havde mere behov for hands on på modellen.
- Der var en del gentagelser af nogle af pointerne i oplæggene, så man kan overveje at allokere mere tid til arbejde med modeller og didaktik i forhold til (at gentage) oplæg. Især når der er grupper der arbejder sammen på tværs af gymnasier og landsdele som ellers ikke mødes fysisk.

Kommentarer til spørgsmål 6: Jeg synes, at kurset havde stort nok fokus på Computational Thinking:

- Helt fint.
- Syntes det blev meget fokuseret på netlogo så der forsvandt lidt fokus fra ct.
- For meget på programmering.
- Det er godt at arbejde med helt konkrete undervisningsaktiviteter på kurset. Det kunne være interessant med lidt input til at arbejde med CT uden brug af kode - mange undervisere kommer ikke i gang fordi de ikke kan kode. Og det er jo ærgerligt.
- Begrebet opfatter jeg ret bredt, så kurset var helt om CT for mig.
- Jep, det var fint.
- Det var godt, men meget tidskrævende.
- Der blev brugt for meget tid på kodning og for lidt på modellernes forcer.
- Nej.
- Kunne godt have brugt mere tid på kodningen og evt. få hjælp til at lave 2 modeller fra bunden.

Kommentarer til spørgsmål 7: Jeg er blevet klogere på hvad CT er, og hvordan det kan inddrages i min undervisning

- Kurset har bestemt givet en noget erfaring med NetLogo, nogle modeller og redskaber til at bruge dem.
- Det er godt med stort bibliotek af programmer og arbejdsark.
- Spændende.
- Bestemt, det har givet et godt redskab til varieret undervisning.
- Absolut.
- Jeg har set og hørt, hvad andre gør, og derved fået ideer til, hvad jeg selv vil og ikke vil.
- Jeg er overbevist, og det er min rektor også. CT bliver en skoleindsats på mit gymnasium næste år.

- Det var godt, men meget tidskrævende.
- At arbejde med CT kræver rigtig meget forberedelse.

Kursisternes afsluttende kommentarer til kurset:

- Man kan godt overveje andre faggrupper end de naturvidenskabelige. Altså man behøver ikke hægte en fx samfundsfags-, historie-, psykologilærer på en matematiklærer (eller anden naturvidenskab). Så er det næsten vigtigere at man bare har kollega med (gerne en med den samme klasse), så man kan bruge hinandens erfaringer (og eventuelt erfaringstransfer for eleverne).
- Syntes det har været brugbart i min undervisning men det var lidt ærgerligt med virtuelle møder da man ikke får snakket og det på samme måde som ellers.
- Det har været rigtig godt, og med gode undervisere og coaches. Vi er evigt ramt af manglende tid, og derfor får man nok ikke gjort helt nok id af opgaverne.
- Tak for Intro til CT!
- Tak for et godt kursus. Jeg håber jeg tør at kaste mig ud i det næste skoleår.
- Jeg kommer absolut til at bruge og videreudvikle modeller inden for netlogo.
- Tak for et rigtig godt forløb.
- Godt kursus. Godt med fokus på de helt konkrete undervisningsforløb og dejligt med masser af materiale at arbejde videre med.
- Kurset er gundlæggende godt bygget op. Dejligt at have tid og rum til at reflektere over hvad der virker (ikke virker) og udfolde sine ideer. Også fed pointe at vi i 2. afprøvning skal bruge andres modeller/forløb som udgangspunkt.
- Super godt kursus, hvor undervisernes begejstring smitter.
- Fedt kursus!
- Det har været et godt kursus, specielt starten. Efter jul føltes det som om det blev en smule rodet, og jeg følte ikke jeg havde et godt overblik over hvad jeg skulle hvornår. Alt i alt har det været godt.
- Godt kursus, men workshop 3 skal have mere indhold hvis I gentager næste år.
- En mere tilgængelig hjemmeside vil være fedt. Fint at diskutere modeller ved afslutningen - god inspiration. Jeg er glad for at have været inddraget i projektet.
- Det var godt, men meget tidskrævende.
- Generelt et fint kursus. Der var lidt corona undervejs, men synes det var en skam at en af kursus gangene blev virtualiseret.
- Jeg havde en forventning om at lærerne fra samme skole arbejdede mere sammen end der blev lagt op til ved første workshop. Det bør I være meget mere opmærksomme på, at når flere lærere fra samme skole deltager, så giver det mening, at de arbejder med at udvikle en fælles model.
- Tak for kurset.
- Det har været et virkelig godt kursus.