

CT i Gymnasiefag

Afsluttende rapport til Region Midtjylland/Regional udvikling

April 2018

RESUME:

I projektet *CT i gymnasiefag* blev der udviklet, afprøvet og evalueret korte undervisningsforløb, som kombinerer fagligt indhold med elementer af computational thinking gennem integration af fagligt stof, en computerbaseret model med relation til fagstoffet og arbejde med den computerkode, der ligger bag modellen. Der blev udviklet seks forløb: tre i samfundsfag, to i biologi/bioteknologi og et i kemi.

Afprøvning og evaluering af forløbene omfattede både lærere (15) og elever (210). Evalueringen viste tydeligt, at det didaktiske design fungerer godt for både lærere og elever. Eleverne får en øget forståelse af sammenhængen mellem kodning, modellering og faglige fænomener, samtidig med at de får udbygget deres faglige indsigt. Lærerne føler sig trygge ved at arbejde med programmeringsmiljøet og får mulighed for at arbejde med kendt stof på en ny måde, og får indsigt nok til at foreslå nye idéer til modeller der kan anvendes i undervisningen.

Arbejdet foregik i et samarbejde mellem ni gymnasier i Region Midtjylland og Center for Computational Thinking and Design (CCTD) ved Aarhus Universitet.

Der blev løbende gennem projektet opbygget ny, unik viden om anvendelse af specifikke didaktiske principper. Dette førte til udviklingen af et didaktisk design, der bygger på internationalt udviklingsarbejde med programmeringsmiljøet NetLogo. Det vurderes, at designet, som kaldes CMC tilgangen, har stort potentiale for udbredelse til andre fag i ungdomsuddannelserne.

De udviklede undervisningsforløb er tilgængelige på CCTDs hjemmeside:

<http://cctd.au.dk/projects/computational-thinking-in-high-school-subjects/>. Her finder man også de tilhørende undervisningsmaterialer og instruktioner til læreren.

Indhold:

PROJEKTETS RAMMER OG DELTAGERE.....	3
PROJEKTETS FORMÅL.....	3
ROLLER I PROJEKTET.....	4
PROJEKTETS FORLØB.....	4
MÅLOPFYLDELSE I PROJEKTET.....	6
RESULTATER AF EVALUERINGEN.....	9
FREMTIDIGE PERSPEKTIVER.....	12

PROJEKTETS RAMMER OG DELTAGERE

Projektet blev udført efter en kontrakt indgået mellem Region Midtjylland/ Regional Udvikling v. Maria Skov Pedersen og Egaa Gymnasium v. Eigil Dixen.

Projektet blev udført i et samarbejde mellem Center for Computational Thinking/ Aarhus Universitet (nu Center for Computational Thinking and Design – CCTD) v. Michael E. Caspersen og 9 gymnasier i Region Midtjylland.

De samlede projektkostninger var 625.000 kr. Heraf støttede RM projektet med 500.000 kr. De resterende 125.000 kr. var medfinansiering fra de deltagende parter.

Projektperioden var januar 2017 til januar 2018.

PROJEKTETS FORMÅL

Formål med projektet var:

1. At demonstrere, at computational thinking kan og bør integreres i en bred vifte af de nuværende fag i gymnasiet.
2. At udvikle en håndfuld prototypiske undervisningsforløb. Herunder:
 - 2.1. At udvikle konkrete it-produkter som programmer eller modeller, udvikle forløbsbeskrivelser med anvisninger til undervisere, samt udvikle undervisningsmateriale med relation til forløbene
 - 2.2. At demonstrere mulighederne i CT-forløb i fag ift. elevernes læring
 - 2.3. At demonstrere mulighederne i CT-forløb i fag ift. faglig og pædagogisk udvikling og undervisningsfag
3. At tilvejebringe et foreløbigt fagligt og fagdidaktisk begrebsapparat for CT i fag
4. At afprøve og evaluere forløbene ved at udvikle et simpelt og effektivt testværktøj og planlægge, gennemføre og evaluere afprøvninger af de udviklede forløb.
5. At dele erfaringerne fra projektet nationalt og internationalt, herunder at
 - 5.1. udvikle en wiki til intern projektkommunikation
 - 5.2. afholde to arrangementer for projektets deltager og andre interesserede. På afslutningsseminaret diskuteres muligheder for fremtidig udvikling.
 - 5.3. etablere en platform for det videre arbejde med CT i fag, der rækker udover det foreslåede pilotprojekt.
 - 5.4. etablere et netværk af gymnasielærere, -ledere, forskere og udviklere som nye projekter og aktiviteter kan realiseres i og vokse ud af.
 - 5.5. informere løbende om projektets resultater via relevante lokale, regionale og nationale nyhedsmedier med henblik på at forberede rekruttering af yderligere projektdeltagere til projektets post-pilot fase.
 - 5.6. udarbejde og publicere en række forskningsartikler til internationale konferencer og tidsskrifter (evt. efter projektperiodens udløb).

ROLLER I PROJEKTET

Der var følgende operatører i projektet:

- Udviklere: Seks undervisere, der deltog i udvikling af seks undervisningsforløb inkl. undervisningsmaterialer.
- Afprøvere: Ni undervisere, der sammen med deres klasser deltog i afprøvning af de udviklede forløb. Alle udviklere deltog også som afprøvere, så der i alt var 15 afprøvere.
- En CT-ekspert, der fungerede som konsulent og sparringspartner for udviklerne.
- En programmør, der hjalp med udviklingen af programmer og modeller.
- Evaluatore: To udviklere, der koordinerede og gennemførte evaluering af de udviklede forløb.
- En Projektleder.
- En Projektadministrator.

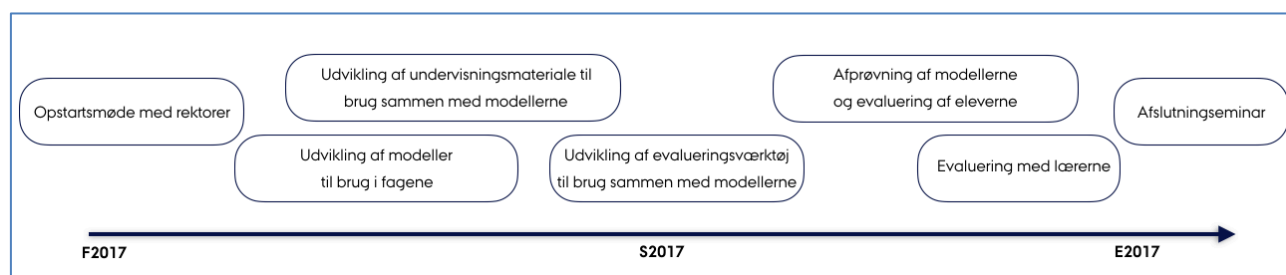
Følgende gymnasier deltog i projektet

- Egaa Gymnasium
- Herning Gymnasium
- Herningsholm Erhvervsgymnasium
- Langkaer Gymnasium
- Lemvig Gymnasium
- Silkeborg Gymnasium
- Struer Statsgymnasium
- Viden Djurs
- Århus Statsgymnasium

Tilsammen repræsenterede de deltagende gymnasier både STX, HTX og HHX.

PROJEKTETS FORLØB

Projektet blev afviklet som planlagt. Figuren viser de vigtigste faser og events:



Der blev holdt opstartsmøde i projektet den 05.01.2017, midtvejsseminar den 28.09.2017 og afslutningsseminar den 18.01.2018.

OPSTARTSMØDE

Mødet havde til formål at informere om projektets formål, mål og forløb samt at lade gymnasierne overveje, om de ville deltage som udvikler- og/eller afprøver-gymnasium. Ved opstartsmødet blev der givet en generel introduktion til CT og relevansen i ungdomsuddannelserne. Desuden blev det vedtaget, at udviklere fra de deltagende gymnasier skulle findes individuelt og frivilligt på skolerne. Disse skulle arbejde sammen med en CT-ekspert og en programmør fra CCTD i udviklingen af de 6 modeller og tilhørende undervisningsforløb.

Der var i alt 17 deltagere: 13 fra gymnasierne, 1 fra regionen og 3 fra CCTD.

MIDTVEJSSEMINAR

Formålet med midtvejsseminaret var at præsentere de udviklede forløb og udviklingsprocessen, samt at forberede de deltagende lærere til at udvælge og forberede et forløb til afprøvning i deres klasser.

På dagen blev tankerne bag CT i gymnasiefag fremlagt, og de udviklede modeller og forløb blev præsenteret. Lærerne fik lejlighed til selv at arbejde med det forløb, de besluttede sig for at ville afprøve. Også evalueringsdesignet blev præsenteret.

Der var i alt 21 deltagere ved seminaret: fra 13 gymnasier, 3 fra Region Midtjylland, 1 fra projektorganisationen og 4 fra CCTD. Der blev indgået aftaler om 15 afprøvningsforløb fordelt på de 9 deltagende gymnasier.

AFSLUTNINGSEMINAR

Afslutningsseminaret havde til formål at præsentere evalueringen af afprøvningsforløbene og perspektivere arbejdet med IT-produkterne (computermodeller) i forhold til gymnasieelevers kompetencer i Danmark og i USA. Endvidere var formålet med afslutningsseminaret at diskutere mulighederne for den fremtidige udvikling og realisering af fremtidige projekter.

Der var indlæg om betydningen af CT, specielt i uddannelse, og fordelene ved at arbejde med agentbaseret modellering. Der blev vist eksempler på de udviklede undervisningsforløb og resultaterne af evalueringen blev fremlagt.

Seminaret sluttede med to indlæg og en fælles debat om de fremtidige udviklingsmuligheder i Region Midtjylland på området.

Der var i alt 34 deltagere: 13 fra gymnasierne, 7 fra regionerne, 6 fra universiteter og virksomheder og 8 fra CCTD.

MÅLOPFYLDELSE I PROJEKTET

1: Demonstrere, at computational thinking kan og bør integreres i en bred vifte af de nuværende fag i gymnasiet.

Dette mål er opfyldt i gennem opfyldelse af målene 2-4.

2.1-2.3: Udvikling af ca. en håndfuld prototypiske undervisningsforløb mv

Generelt kombinerer et forløb i "CT i gymnasiefag" aktiviteter og læringsmål fra både faget og CT i arbejdet med den centrale computermodel.

Der blev udviklet seks undervisningsforløb, hvert bestående af en computermodel med tilhørende undervisningsmateriale. I korte undervisningsforløb, der typisk varer 75-90 minutter, blev eleverne præsenteret for en simpel computermodel af en proces eller et fænomen i faget, fx transport over en cellemembran eller skattesækning/-hævning. Uden forudgående introduktion til hverken kode eller model udforskede, undersøgte, ændrede og forbedrede eleverne den aktuelle model og deltog derved i aktiviteter designet efter princippet om 'use, modify, create'.

Tilsammen dækker de udviklede forløb fagene samfundsfag, biologi, kemi, bioteknologi, og niveauer på både C, B, A niveau.

Samfundsfag:

- **Ryning/elasticitet** (se bilag 1). Der arbejdes med begreber som: priselasticitet, herunder effekten af alder og afgifter, samt virkningen på statens indtægter og udgifter ved en afgift. Desuden er der fokus på modellens rækkevidde, og hvilke variable der er med og ikke med. Se undervisningsforløbet her: <http://cctd.au.dk/projects/computational-thinking-in-high-school-subjects/forloebbeskrivelse-rygning-og-elasticitet/>
- **Økonomisk kredsløb** (se bilag 2). Der arbejdes med det økonomiske kredsløb og økonomiske styringsprincipper. Modellen er en simpel udgave af det økonomiske kredsløb med fokus på effekten af finanspolitik. Eleverne kan herved få adgang til en økonomisk models motorrum og dermed opnå evnen til at reflektere over modellens antagelser, muligheder og begrænsninger. Se undervisningsforløbet her: <http://cctd.au.dk/projects/computational-thinking-in-high-school-subjects/forloebbeskrivelse-oekonomisk-kredsløb/>
- **Intervention/Borgerkrig** (se bilag 3). I modellen kan eleverne grafisk se hvordan en borgerkrig kan udvikle sig. Eleverne kan, i en kompleks model, forsøge at navigere igennem forskellige scenarier og dermed komme til en samfundsfaglig forståelse af kompleksiteten i spørgsmålet om interventioner i borgerkrige. Undervejs kan de komme med ændringsforslag og kritiske refleksioner over modellen og dens udsigelseskraft. Se undervisningsforløbet her: <http://cctd.au.dk/projects/computational-thinking-in-high-school-subjects/forloebbeskrivelse-intervention/>

Bioteknologi/biologi/kemi

- **Reaktionshastighed** (bilag 4). Der fokuseres på nogle af de faktorer der påvirker reaktionshastigheden af en kemisk reaktion. Eleverne får gennem arbejdet med modellen

mulighed for at se effekten af, hvad der sker på det mikroskopiske niveau, i det makroskopiske niveau, og for at se hvad et indgreb på det mikroskopiske niveau betyder for det makroskopiske fænomen. Eleverne introduceres derved til udvalgte elementer af computational thinking: abstraktion, modellering og algoritmer (sekvens, iteration og selektion).

Se undervisningsforløbet her: <http://cctd.au.dk/projects/computational-thinking-in-high-school-subjects/forloebbeskrivelse-reaktionshastighed/>

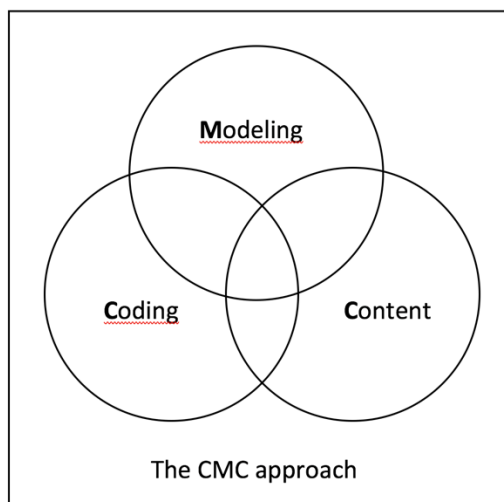
- **Cellemembran** (se bilag 5). Modellen præsenterer to typer af transport over en cellemembran, henholdsvis passiv diffusion ved osmose (vandmolekyler) og passiv diffusion vha en ligandstyret ionkanal (transportprotein til natriumioner). Igennem arbejdet med en simpel repræsentation af disse transportformer over cellemembranen kan eleverne bruge, ændre i og tilføje elementer til simuleringen. Eleverne introduceres derved til udvalgte elementer af computational thinking: abstraktion, modellering og algoritmer (sekvens, iteration og selektion).
Se undervisningsforløbet her: <http://cctd.au.dk/projects/computational-thinking-in-high-school-subjects/forloebbeskrivelse-cellemembran/>
- **Hjertet** (se bilag 6). Modellen er en repræsentation af hjertet og blodets gennemløb i hjertet og til/fra lungerne. Eleverne arbejder med at anvende faglig viden i biologi til at forbedre modellen så den er hensigtsmæssig i forhold til deres egen mentale model af fænomenet. Eleverne introduceres derved til udvalgte elementer af computational thinking: abstraktion, modellering og algoritmer (sekvens, iteration og selektion). Forløbet lægger op til videre arbejde med hjerte/kredsløb og kondition/motion.
Se undervisningsforløbet her: <http://cctd.au.dk/projects/computational-thinking-in-high-school-subjects/forloebbeskrivelse-hjerte/>

3: At tilvejebringe et foreløbigt fagligt og fagdidaktisk begrebsapparat for CT i fag

I projektet er der udviklet en model som integrerer programmering (Coding), modellering (Modeling) og faglig viden (Content) i et samlet læringsforløb. Dette har resulteret i en ny tilgang til at integrere CT med fag, som vi kalder CMC-modellen.

Et forløb kombinerer således aktiviteter og læringsmål fra både faget og CT og er centreret om den centrale computermodel. Eleven arbejder med fænomener, begreber og principper fra både faget og fra CT ud fra computermodellen, hvilket betyder at:

- De faglige fænomener, begreber og principper anvendes til at lære CT.
- De CT-faglige fænomener, begreber og principper anvendes til at lære faget.



Projektets resultater viser, at der indledningsvis kan formuleres en række CT-faglige mål i anvendelsen af CMC-modellen. Nogle foreløbige kandidater til CT-faglige mål kunne være:

1. Bruge modellen
2. Forstå modellen
3. Analysere modellen
4. Bedømme og evaluere modellen
5. Forstå koden / modificere koden / skrive ny kode og dermed en ny model.

I projektet er der udelukkende arbejdet med modeller, som er programmeret i programmerings- og modelleringsmiljøet NetLogo. Netlogo er agentbaseret, hvilket betyder, at sproget er intuitivt at arbejde med, fordi den grundlæggende enhed i modellen er, hvordan individuelle "agenter" (fx natriumioner, blodlegemer, eller rygere) opfører sig og interagerer. Kodningen består blandt andet i at udstyre agenterne med egenskaber, som determinere agenternes interaktion. Agentbaseret modellering har en lav indlæringsstærskel med hensyn til at bruge, ændre og skabe nyt i modellen. Netlogo giver derfor eleverne mulighed for at arbejde med komplekse problemstillinger omkring modellering, som går på tværs af fagene ud fra spørgsmål som:

- Hvilke agenter optræder der i modellen?
- Hvad er deres adfærd over tid? Meget gerne flere typer med forskellig adfærd.
- Er der en interessant og klart definerbar omgivelse, hvori agenter agerer?
- Hvilken adfærd har agenterne og er der interaktioner mellem agenterne indbyrdes og mellem agenterne og omgivelserne?
- Har agenterne og omgivelserne nogle identificerbare og forståelige tilstande?
- Hvilke interessante makroskopiske fænomener fremtræder ud fra agenternes mikroskopiske adfærd?

Der er formuleret principper for designet af undervisningsforløb ud fra CMC modellen. Disse er fremkommet på baggrund af internationale litteraturstudier og indledende afprøvninger af en proto-model, programmeret i NetLogo, i danske gymnasieklasser. Projektet har, med stor succes, bekræftet at disse principper kan anvendes i design af undervisningsforløb ud fra CMC modellen:

- *Introduktion til værktøj* (i dette tilfælde NetLogo): Formålet med dette trin er at gøre eleverne så fortrolige med og nysgerrige på programmeringsmiljøet, at de har mod på næste trin.
- *Fri Leg*: Formålet med dette trin er at stimulere elevernes nysgerrighed og ultimativt lade dem forme deres egen mening om hvilke faglige fænomener, begreber og principper, modellen udtrykker.
- *Model & Fag*: Formålet med dette trin er, at eleverne erkender, hvorfor og hvordan modellen er faglig relevant for at udforske en problemstilling i faget.
- *Interface & Kode*: Formålet med dette trin er at få eleverne til at forklare og udforske sammenhængen mellem modellens udtryk i brugergrænsefladen (dvs. de faglige fænomeners adfærd i interface) og modellens underliggende programmering (kode).
- *Ændringer til koden*: Formålet med dette trin er at gøre eleverne fortrolige med at udforske og ændre i koden, med deraf følgende ændringer i modellens interface, herunder agenternes adfærd - både individuelt og kollektivt.

Vi anbefaler, at et forløb tilrettelægges således, at eleverne, gerne flere gange, kommer igennem disse principper.

4: At afprøve og evaluere forløbene ved at udvikle et simpelt og effektivt testværktøj og planlægge, gennemføre og evaluere afprøvninger af de udviklede forløb.

De 6 forløb blev afprøvet af i alt 15 forskellige lærere på de involverede skoler. Afprøvningerne dækkede fagene: samfundsfag, biologi, kemi, bioteknologi på både C, B og A niveau.

Hver lærer afprøvede ét forløb i én klasse. I den enkelte afprøvning arbejdede eleverne med en kombination af computermodellen i NetLogo og et tilhørende on-line spørgeskema (se desuden bilag nr. 1-6).

Der var to hovedkilder til indsamling af data i forbindelse med afprøvningerne:

1. Eleverne: Som grundlag for afprøvningen af forløbene blev der til hver model udarbejdet et spørgeskema med arbejdsspørgsmål som eleverne udfyldte individuelt eller parvis. Der var udarbejdet en skabelon for design af spørgeskema, som kunne bruges til alle 6 forløb og modeller. Princippet bag udformningen var at eleverne via spørgsmålene skulle igennem én runde af 'use-modify-create', samt at det skulle være muligt at få svar på 'pre-post' spørgsmål og på elevernes opfattelse af anvendelsen af computermodeller i undervisning i faget. De indsamlede data blev vurderet og kategoriseret af i alt tre forskere.
2. Lærerne: Efter afprøvningen blev der afholdt to fokusgruppeinterviews med de deltagende lærere. Fokusgruppeinterviews blev afviklet som semistrukturerede interviews hvor en række præformulerede spørgsmål blev anvendt, men hvor der også var lejlighed til at de deltagende lærere kunne fortælle om deres oplevelse af forløbet. Disse data blev "kodet" af to uafhængige forskere.

RESULTATER AF EVALUERINGEN

Kodning med efterfølgende tolkning af de indsamlede data har ført til følgende konklusioner:

GENERELT

- Designet af modellerne og aktiviteterne fungerer for lærere og elever.
- Eleverne får et fagligt udbytte.
- Eleverne får et øget fokus på modeller og niveauer i faglige fænomener.
- NetLogo kan fungere som værktøj for aktiviteter af denne slags i gymnasiet.
- Der er stor forskel i elevernes opfattelse af hvad computermodeller kan bruges til målt i form af frie besvarelser i "pre-post" spørgsmål. Eleverne er mere varierede og detaljerede i deres svar efter at have gennemført et undervisningsforløb ud fra CMC modellen.

ELEVERNE

- På trods af lav, eller ingen, fortrolighed med programmering, kan 79% af elever ændre og tilføje elementer i koden, hvilket er de mest komplicerede af de 5 foreløbige CT-faglige mål.
- 89% af elever anvender flere begreber fra faget efter arbejdet med modellerne end før de går i gang. Hvilket indikerer at de bruger og udvider deres faglige viden i denne nye sammenhæng.
- 90% af elever forstår modellerne og kan identificere deres rækkevidde og begrænsning. Hvilket indikerer at eleverne bruger faglige kompetencer og CT-kompetencer til at vurdere modellen.
- 74-78% af eleverne mestrer abstraktion på et niveau, hvor de kan overføre viden mellem koden, modellen og faget.

Kvalitative besvarelser med selvstændige formuleringer fra eleverne af pre-post spørgsmålet: "Hvad tror du at man kan bruge computerbaserede modeller af [f.eks. biologi-] faglige systemer til?":

- Før: Eleverne nævner primært begreber som visualisering og forståelse.
- Efter: Færre elever nævner visualisering og forståelse mens flere nævner det at kunne ændre i modellen og at kunne se flere niveauer af fænomenet som brugbart.

LÆRERNE

Lærerne fandt, at Wiki'en (pkt. 5.1 i "Projektets formål") og de vejledende videoer var en stor hjælp til forberedelse. Spørgeskemaerne fungerede godt i undervisningen. NetLogo fungerede også godt i undervisningen visse elever udtrykte dog, at de fandt NetLogo "lidt rå" eller "gammeldags".

Et undervisningsforløb ud fra CMC modellen giver:

- Øget elevsamarbejde.
- Diskussion blandt eleverne om koden/antagelserne bag modellen.
- En aktivering af fagligt svage elever.

Nogle lærere efterlyser:

- Højere fagligt niveau i modellerne.
- Mulighed for forskellige undervisningsformer ved brug af aktiviteterne.
- Større kendskab til NetLogo.

OPSUMMERING AF STYRKER OG SVAGHEDER VED PROJEKTET

Styrker:

- Eleverne kan løse opgaverne og opfylder til fulde de CT-faglige mål som vi havde opstillet i projektet.
- Det kan konkluderes at eleverne var i stand til at arbejde sig igennem aktiviteterne og at de fleste endda kan udfordres endnu mere i forhold til CT kompetencer og faglige kompetencer.
- Lærerne evaluerer aktiviteterne positivt. Lærerne kommer endda med yderligere ønsker til undervisningsforløbene, hvilket indikerer et ønske om at anvende sådanne forløb i fremtidige sammenhænge.

- NetLogo, som værktøj, fungerer godt for både lærere og elever.
- Personer som ikke direkte har stået i undervisningssituationen (rektorer og uddannelsesledere fra deltagende og nye gymnasier) kan se at det [anvendelsen af computer-modellerne programmeret i NetLogo] er et spændende værktøj som bør udbredes til flere fagområder (pers. kommunikation)

Svagheder:

- Det gennemførte projekt er begrænset i omfang og resultaterne skal derfor underbygges yderligere ved flere undersøgelser.

5: Mål i projektet knyttet til samarbejde og disseminering af metoder og

5.1: At udvikle en wiki til intern projektkommunikation

En projektwiki er løbende udviklet og opdateret. De involverede lærere melder tilbage, at de havde stor gavn af den. Wikien findes her:

<http://cloud.cct.au.dk/wiki/index.php?title=Special:SpecialPages>

Wiki'en er stadig "work in progress", og er derfor ikke et udtryk for projektets status.

5.2 Afholde to arrangementer for projektets deltager og andre interesserede

Se omtale af Midtvejsseminar og Afslutningsseminar ovenfor

5.3: At etablere en platform for det videre arbejde med CT i fag, der rækker udover det foreslåede pilotprojekt.

Platformen er etableret gennem opfyldelse af følgende øvrige mål: 2.1: Udvikling af ca. en håndfuld prototypiske undervisningsforløb. 3: At tilvejebringe et foreløbigt fagligt og fagdidaktisk begrebsapparat for CT i fag. 5.4: At Etablere et netværk af gymnasielærere, -ledere, forskere og udviklere som nye projekter og aktiviteter kan realiseres i og vokse ud af.

5.4 At Etablere et netværk af gymnasielærere, -ledere, forskere og udviklere som nye projekter og aktiviteter kan realiseres i og vokse ud af.

Der er etableret et netværk bestående af de gymnasier og de lærere, der deltog i projektet. Alle 9 gymnasier har meldt tilbage, at de ønsker at deltage i mulige fremtidige projekter eller initiativer på området.

Desuden har yderligere nogle gymnasier tilkendegivet interesse i fremtidige initiativer på området.

5.5: At informere løbende om projektets resultater via relevante lokale, regionale og nationale nyhedsmedier med henblik på at forberede rekruttering af yderligere projektdeltagere til projektets post-pilot fase.

Projektværktøjet NetLogo er i januar 2018 præsenteret på et åbent seminar på Institut for Datalogi, Aarhus Universitet af en af projektets samarbejdspartnere, PhD Arthur Hjort, Northwestern University, Chicago.

Projektet er desuden præsenteret nationalt på Læringsfestival 2017 (arrangeret af STIL, UVM), på et internt møde i oktober 2107 for Advisory Board for DASG (Danske Science Gymnasier) og på

fagdidaktisk kursus i kemi 2018 (arrangeret af Kemilærerforeningen). Projektet vil blive præsenteret på UVMs hjemmeside for undervisningsmateriale, EMU.

Projektet forventes omtalt i de relevante gymnasiefags fagblade. Faggrupper på de deltagende gymnasier er orienteret om projektet og brugen af modellerne og undervisningsmaterialerne.

5.6: At udarbejde og publicere en række forskningsartikler til internationale konferencer og tidsskrifter (evt efter projektperiodens udløb).

Projektet forventes præsenteret på konferencerne ICER2018 og SIGCSE2019

Internationalt forventes projektets resultater offentliggjort i videnskabelige tidsskrifter. En videnskabelig artikel er under review.

Medarbejdere fra projektet har, i marts 2017, været på besøg hos Professor Uri Wilensky, Center for Connected Learning and Computer-based Modeling (CCL), Northwestern University, Chicago samt hos Professor Deborah Tatar, Third Lab, Department of Computer Science, Virginia Polytechnic Institute and State University. Projektet blev præsenteret for begge centre. Der er opbygget samarbejde med disse centre, hvilket forventes at fortsætte og udbygges i fremtidige aktiviteter.

Desuden har PhD Arthur Hjort fra CCL, Northwestern University, Chicago, været på besøg på CCTD og givet et oplæg på både projektets afslutningsseminar og på Institut for Datalogi, Aarhus Universitet i januar 2018.

FREMTIDIGE PERSPEKTIVER

På basis af de gode projektresultater har CCTD sendt en større ansøgning til en fond om støtte til at projekt, hvor der arbejdes videre med at udvikle forløb i life science som fagligt og kodningsmæssigt er mere avancerede. I projektet vil desuden indgå kompetenceløft af lærere til at arbejde med CMC-modellen.

På baggrund af de lovende resultater forventes det, at der i løbet af foråret 2018 kan etableres et samarbejde mellem Danske Science Gymnasier (DASG) og CCTD om brug af CMC-modellen og udvikling af forløb i naturfag og matematik.

På samme baggrund forventes det, at CCTD og en række gymnasier i løbet af 2018 kan etablere et længerevarende projekt, hvor målet er spredning af CMC-modellen til flere fag og flere lærere på ungdomsuddannelserne.