



Digital dannelse på højskolen

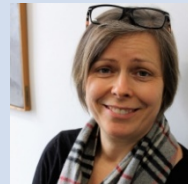
– *Teknik, praksisfællesskab og
transformation*

Gunver Majgaard

Lektor, ph.d.

Jeg forsker og underviser på SDU *Embodied Systems for Robotics and Learning, Mærsk Mc-Kinney*. Mine forskningsinteresser omfatter, hvordan man bruger ny teknologi til undervisning og læring, herunder virtual reality og robotter. Derudover arbejder jeg med co-design og game-based learning.

Jeg er oprindeligt uddannet elektroingeniør, men er over årene blevet mere interesseret i læring og undervisning. Denne interesse kombinerede jeg i en ph.d.-uddannelse i robotter og læring med børn som meddesignere af ny teknologi.



Abstract

Artiklen præsenterer en case, som bidrager med at undersøge, hvordan man kan arbejde med digital dannelse på tre niveauer igennem design af robotter og spil i en dansk højskolekontekst.

Artiklen introducerer en tredelt analysemodel for digital dannelse fra en design- og konstruktionsvinkel. Modellen har tre niveauer: 1) Teknikken, som omhandler konkret anvendelse og forståelse af teknologien fx programmering, test og fejlfinding; 2) Praksisfællesskabet, som omfatter aktiv deltagelse i et fagligt fællesskab omkring design af ny teknologi; 3) Transformationslaget, som omfatter innovation og kritisk tænkning med udgangspunkt i ens personlige ståsted. Hvert af de tre lag rummer et perspektiv på digital dannelse.

Casen frembød især på eksempler på digital dannelse fra teknik og praksisfællesskabsniveauet. Digital dannelse på transformationslaget indgik ikke så synligt, hverken i elevernes produktioner, refleksioner eller i den planlagte undervisning.

Abstract English

The article presents a case on design of robots and games in a Danish folk high school. The case illuminates aspects of digital literacy in a design context.

The article introduces an analysis model for digital literacy from a design perspective. The model for digital literacy has three levels: 1. The technology level contains development of applications and understanding of technology e.g. programming, testing and troubleshooting; 2. The level for communities of practice includes active participation in a professional community on the design of new technology; 3. The transformation level includes innovation and critical thinking based on one's personal standpoint. Each of the three levels are perspectives on digital literacy.

The case showed that digital literacy on the technology level and the level of community practice was predominant. Digital literacy on the transformation level was not very visible, neither in the students' work or reflections nor in the planned teaching.

Indledning

I artiklen præsenteres en analysemodel for digital dannelse og en case, som bidrager til at undersøge, hvordan man kan arbejde med digital dannelse fra et designperspektiv med konkret udvikling af robotter og spil i en dansk højskolekontekst.

I efteråret 2017 etableredes et teknologispør på Askov Højskole. Teknologispøret bestod af to linjefag: ”Game design” og ”Robotter”. De to linjefag var forbundet af fælles undervisning i programmering. Ambitionen bag det nye spor var at hjælpe eleverne med at lære at beherske digitale og interaktive teknologier, dels for at kvalificere sig til videre uddannelse, men også for at forstå teknologierne i et historisk perspektiv og ikke mindst tage stilling til deres anvendelse ud fra et mere personligt og eksistentielt ståsted. Disse elementer var et perspektiv på begrebet ”digital dannelse”.

Digital dannelse er imidlertid et bredt og lidt svævende begreb, som nogle gange begrænses til det at besidde overvejende tekniske kompetencer (Brennan og Resnick, 2012; Gee, 2013), og andre gange udvides det til også at omfatte professionel socialisering og innovativ mestring (Martin, 2008). Den tekniske kompetence kan udvides med det at kunne forholde sig kritisk og analyserende til digitale data (Buckingham, 2008). Et forsøg på at sætte disse elementer i forhold til hinanden er gjort af Martin (2008), men hans model har mest fokus på brug af teknologi og ikke på design og fremstilling af ny teknologi.

Danske folkehøjskoler blev dannet fra midten af 1800-tallet med henblik på at uddanne ungdommen på landet i praktiske fag samt til at kunne forstå denne praksis i en større ”historisk-poetisk” sammenhæng – som en del af et folks historie og den enkeltes eksistentielle oplysning (Korsgaard, 1997; Korsgaard, 2000). På Askov Højskole udvikledes fra 1878 en teknisk og naturvidenskabelig højskole, hvor der blev undervist i matematik og fysik, men vel at mærke matematik og fysik som åndformer, der udfolder sig historisk, og som kun kan forstås i sin historiske udvikling (Hansen, 1985). Bag det stod fysikeren og opfinderen Poul la Cour, som udgav lærebogen *Historisk matematik* (1881) og sammen med Jakob Appel *Historisk fysik* (2011). Denne historisk-poetiske forståelse af fagene blev kædet sammen med en livsnær og eksperimenterende pædagogisk praksis. Fra 1891 gennemføres de første eksperimenter med at producere strøm ved hjælp af vindmøller, og fra 1904 starter en uddannelse for vind-elektrikere, som danner grundlag for en decentral forsyningsstruktur med vindmøller på de enkelte gårde. Ved genetablering af et teknologi-spor på Askov Højskole var det ambitionen at indtræde i en dialog med denne tradition med henblik på at berige vores forståelse af digital dannelse og den hertil knyttede pædagogiske praksis. Kan højskolens pædagogiske tradition og praksis belyse begrebet digital dannelse? Dette afføder artiklens spørgsmål.

Artiklens spørgsmål: Hvordan kan man arbejde med digital dannelse igennem design af robotter og spil i en dansk højskolekontekst?

Artiklen er baseret på et pædagogisk eksperiment, hvor vi eksperimenterer med, hvordan man kan introducere unge til teknologi gennem egne designprocesser

fx udvikling af robot-prototyper til spil, som fremmer bevægelse, eller computerspilprototyper, hvor flere brugere kan deltage samtidigt.

Læringsperspektivet bygger på eksperimentelle og konstruktionistiske læreprocesser, hvor elever lærer, imens de eksperimenterer og konstruerer sig frem understøttet af teknologi, som beskrevet af Papert (1980) og andre som fx Caprani (2015); Ejsing-Duun & Misfeldt (2015); Majgaard & Lyk (2015); Majgaard, Hansen, Bertel & Pagh (2014) og Larsen & Majgaard (2016).

Derudover bygger læringsperspektivet på højskolernes tankegang om dannelse igennem samvær og samtale om det faglige i det daglige. På højskoler tales traditionelt mere om dannelse end om læring og pædagogik (Kjær, 2012: 9). Dannelsen foregår igennem samvær, uddannelse og samtale, fx når eleverne deltager aktivt i et arbejdsfællesskab, en debat, i en designproces og tager ansvar (Kjær, 2012). Koblingen af de faglige elementer, sociale elementer og deltagelse kan minde lidt om Wengers beskrivelser af praksisfællesskaber (Wenger, 1998). Praksisfællesskabet på højskolen lægger dog større vægt på undervisning og samtale som del af samværet, end det beskrives hos Wenger.

Artiklens opbygning er som følger: Først introduceres modellen for digital dannelse, som består af tre felter: Teknikken, praksisfællesskabet og transformationslaget. Dernæst introduceres rammen for undervisningsforløbet. Derefter beskrives casen med illustrative eksempler fra undervisningsforløbet efterfulgt af elevernes refleksioner. Til slut diskuteres digital dannelse på de tre niveauer i relation til casen.

Introduktion til analysemodel for digital dannelse fra en designvinkel

Da digital dannelse er et nyt begreb, er der mange forskellige teoretikere, som har forsøgt at indkredse begrebet. Fra den teknologiske vinkel tænkes digital dannelse som en nødvendig delmængde af det 21. århundredes kompetencer (Dede, 2009). Buckingham (2008:85) fremhæver, at produktion af digitale multimedie-prototyper fremmer den digitale dannelse. Dette understøttes af Gee (2013), som beskriver den digitalt dannede som en teknologisk vidende bruger, der tænker som en problemløsende designer af nye teknologier. At være en vidende, design-tænkende, reflekterende og kritisk bruger af digital teknologi må være en delmængde af at være digitalt dannet. I et forslag til et nyt fag i folkeskolen om teknologiforståelse fremhæves kreativ teknologisk produktion frem for digitalt forbrug som det centrale (UVM Teknologiforståelse, 2018). Det er netop denne teknologiforståelse, producent- og designvinkel der undersøges i denne artikel. Der er i forståelsen af digital dannelse i denne artikel særligt taget afsæt i Martins (2008) forståelse.

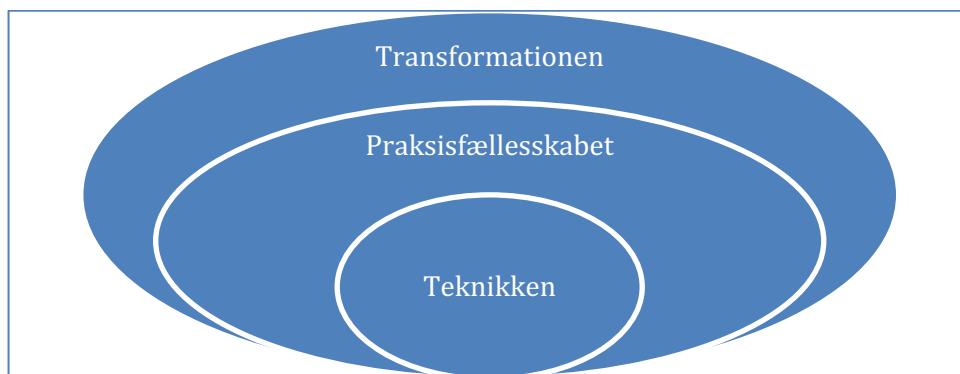
Martin (2008) introducerer en tre-lags model for digital dannelse. Disse lag består af almene it-brugerkompetencer, anvendelse af digitale medier i praksis (social sammenhæng) og det transformative lag, som rummer det kreative og innovative. Martin (2008) har ikke et særskilt fokus på digital produktion og design i sin tænkning af digital dannelse.

Det er tydeligt, at der især hos Martin (2008) foretages en udvidelse af dannelsesbegrebet fra at omfatte overvejende tekniske færdigheder til også at rumme en fortrolighed med den sociale sammenhæng samt ikke mindst den selvstændige og kreative overskridelse og transformation af både teknologierne og deres sociale anvendelse. Dannelsesbegrebet synes imidlertid at indeholde andet og mere end dette. Holder vi os til det nævnte udgangspunkt, vil en dannet designer være teknisk umådelig dygtig, hun vil kunne begå sig og navigere i designernes professionelle fællesskab, kunne sætte sig ind i komplekse opgaver og komme op med nye og overraskende løsninger. Det er jo i sig selv et højt ideal. Alligevel synes definitionen at se bort fra eksistentielle aspekter, som har været centrale i forståelsen af dannelse. Her skal jeg sammenholde Martins definition med den, som filosofen Peter Kemp fornyelig har fremsat.

Kemp (2015) udlægger dannelse som ”... en bevidsthed om ens egen eksistens som en livsopgave sammen med andre og med ansvar for det fælles sociale liv”. Det er tydeligt, at dannelse her indbefatter mere end tekniske kundskaber og færdigheder. Den dannede har endvidere en forståelse af sin egen eksistens som en livsopgave, og denne forståelse indebærer en forbundethed med andre og et ansvar for det fælles liv. Kunne dette ikke rummes i Martins fordring om, at den dannede er fortrolig med den sociale sammenhæng? Ikke helt. Kemp inddrager her en forståelse af den menneskelige eksistens, hvor det at være til som et menneske ikke blot kan beskrives som at være socialiseret og være kreativ. Kemp skriver, at eksistens er en livsopgave. Heri ligger, at vi må forholde os til tilværelsen som en åben horisont af muligheder, som vi må specificere gennem fortolkninger og valg. Og her står vi altid i relation til andre mennesker, med hvem vi deler ansvar for et fælles socialt liv. I dette fællesskab er vi deltagende med hud og hår – ikke kun som dygtige og tilpassede, ikke kun som nogen, der behersker teknikker og normer, men også som uformående og som underkastet vilkår, jeg ikke selv er herre over (f.eks. sygdom, isolation og død). Når Kemp taler om dannelse i eksistentiel forstand handler ikke altså ikke kun om at være kompetent, men om at kunne tage sin tilværelse på sig som en livsopgave, på godt og ondt, med magt og afmagt, kompetence og uformåenhed, og kunne gøre dette med ansvar for sine medmennesker og det globale samfund, vi er en del af.

Når højskolepædagogikken sætter livsoplysning som sit formål (højskoleloven), synes begrebet netop at rumme ikke blot at være kompetent og bemestrende, men netop at forstå sig selv som en unik deltager i et fællesskabs udvikling og historie. Grundtvig skelnede mellem et universelt, et folkeligt og et individuelt aspekt af oplysning (Korsgaard, 2005). Som universelt er mennesket deltager i menneskeheden og konfronteret med generelle eksistentielle dilemmaer (for Grundtvig kampen mellem sandhed og løgn, lys og mørke). Mennesket har imidlertid del i dette drama som deltager i bestemte historiske og socialt givne fællesskaber. Vi er til som del af et folk. Endelig må mennesket som individ finde sig selv som unik deltager, der ikke bare kan reduceres til et abstrakt medlemskab. Det er denne filosofi, som var med til at danne baggrund for, at man på Askov Højskole ønskede, at eleverne skulle lære at beherske teknologi som kulturelle praksisformer, som har udviklet sig i fællesskabernes og folkenes historie. Når fysikeren Poul la Cour underviste i fysik og vindmølleteknologi på Askov Højskole, måtte eleverne lære fysikken ved sætte sig ind i fysikkens historie som en del af menneskehedens og kulturens udvikling, og de må omsætte deres viden i en praksis, der gav mening i deres egen arbejdsliv og deres egne lokalsamfund – opbygning af den decentral el-forsyning (Hansen, 1985).

Med denne baggrund vil jeg foreslå at udvide Martins (2008) tre-lags model. Første lag indeholder - som i Martins model - tilegnelsen af tekniske færdigheder. Dette er indlejret i næste lag, som er socialiseringen til at være et kompetent medlem af et praksisfællesskab. Endelig er dette atter indlejret i en bredere eksistentiel dannelse, som omfatter det at tage sin eksistens på sig som en livsopgave i et mere universelt fællesskab, som giver afsættet for at kunne være unikt bidragende. Modellen indeholder lagene: Teknikken, praksisfællesskabet og transformationslaget (se figuren herunder). Når lagene er tegnet som cirkler, der indgår i hinanden, er det for vise, at den tekniske kunnen er indlejret i en social kontekst, som igen fordrer en åbenhed for en bredere, eksistentiel kontekst. Modellen er tænkt som en inspiration for pædagogisk praksis, hvor vi som undervisere i brug digitale teknologier ansføres til at adressere de tre lag. Modellen er et ”work in progress” og rummer ikke alle aspekter af digital dannelse fra en designvinkel. Modellen kan dog anvendes som analyseværktøj eller linse, når undervisningsforløb skal udvikles, vurderes og evalueres.



Figur 1. Model for digital dannelse fra en designvinkel.

Teknikken omfatter at forstå og beherske kerneelementer i programmering og anden teknologi. Dette inderste felt rummer den konkrete tekniske praksis for designerne, altså planlægning af kodestruktur, kodning, test og fejlfinding. Anden teknologi kan fx være mikrokontrollere, sensorer eller analoge kredsløb. Tekniklaget ligger tæt på Brennan og Resnicks (2012) forståelse af computational thinking.

En design-tænkende elev forstår, hvordan en computer ”tænker”, som det foldes ud i det omsiggribende begreb *computational thinking*. Brennan og Resnick (2012) beskriver computational thinking med udgangspunkt i datalogi og konstruktionisme (Papert, 1980). De beskriver, hvad og hvordan børn lærer, når de udvikler digitale simulationer og spil i blokprogrammeringssproget Scratch. Konkret præsenterer Brennan og Resnick (2012) tre vinkler på computational thinking: praksisser, begreber og perspektiver. Programmeringspraksisser omhandler den måde, man lærer at arbejde på, når man udvikler digitale systemer, herunder iterativ udvikling, test og fejlfinding, genbrug og tilpasning af egne og andres digitale artefakter samt generaliseringer og abstraktion af begreber. Programmeringsbegreber omfatter sekvenser, løkker, parallelisme, tilstandsmaskiner, betingelser, logiske operatorer og data. At arbejde efter de nye praksisser og med de nye begreber udvikler den lærende. Designerens perspektiv er som producent og skabende, hvor den lærende bliver en del af et nyt praksisfællesskab mellem designere. Dette tredje aspekt passer ind i den næste ring benævnt praksisfællesskabet.

Ud over disse tekniske designfærdigheder rummer tekniklaget også de mere almene it-brugerkompetencer som fx informationssøgning, manipulation af billeder, brug af tekstbehandling, regneark mv.

Praksisfællesskabet (den mellemste ring - se figuren herover) omfatter elevernes socialisering til kompetente medlemmer af et praksisfællesskab. Konkret udfolder dette sig i samspillet mellem elever og underviser, som resulterer i, at eleverne gradvist introduceres til den profession, som

underviseren repræsenterer. Eleverne udvikler i samspil med hinanden og underviserne nye programmer og digitale koncepter. Lave og Wengers begreber om praksisfællesskaber og legitim, perifer læring beskriver denne ring (Wenger, 2004; Lave og Wenger, 2003).

Praksisfællesskabet kan også rumme refleksioner over de konkrete projekter, som det beskrives hos Schön (1983). Refleksion kan overordnet have to former: de optimerende refleksioner, der finder sted, når eleverne står midt i designprocessen, og den efterfølgende refleksion om, hvad man kunne have gjort anderledes med den viden, eleverne har om projektet ved projektets afslutning. Martin (2008:171) betegner i sin model det mellemste lag som anvendelseslaget ("digital usage"), hvor den digitale kompetence og færdighed anvendes i social professionskontekst, hvor praksis også nogen gange overføres i handlinger som ikke ekspliciteres i ord. Herunder beskrives Martins kobling af det digitale anvendelseslag med Wengers praksisfællesskab:

"Digital usages are therefore fully embedded within the activity of the professional, discipline or domain community. They become part of a culture of what Wenger has called "communities of practice" (Martin, 2008:171)

Transformationen, således benævnes den yderste ring. Transformationslaget omfatter elevens personlige og eksistentielt reflekterede overtagelse af teknikker og normer, hvorigennem teknikker og normer transformeres. Det er her dannelse bliver, som Kemp (2015) beskriver det: "... en bevidsthed om egen eksistens som en livsopgave sammen med ansvar for det fælles sociale liv". Her handler det ikke blot om at tilføje et nyt lag af kompetencer, men derimod om en åbenhed og kvalitet i elevernes forhold til deres egen eksistens. De er ikke blot fagligt og socialt behændige, de tager ansvar og stilling, også selv om det ikke fører til højere niveauer af teknisk beherskelse eller social integration.

Denne åbenhed for eksistens som livsopgave kan berige den faglige praksis på flere måder. Eleven overtager givne traditioner inden for faget, men gør det på sin egen måde, både når eleven bruger teknologiske produkter, når eleven designer teknologier, men også når eleven forholder sig til teknologierne i et samfundsperspektiv. Her er tre positioner i spil: (1) Den kritiske og reflekterede bruger; (2) Den kreative og innovative designer, (3) Den kritiske og reflekterede deltagende medborger;

1. *Den kritiske og reflekterede bruger.* Denne position indebærer at være den reflekterende og kritiske bruger af digital teknologi, der forstår de uskrevede regler på de sociale medier, forstår at udvælge troværdige digitale kilder, og som kreativt og innovativt anvender digitale tekst- og multimedieværktøjer (Buckingham, 2008; Lankshear og Knobel, 2008). For Gilster (1997) indebærer dannelse at forholde sig kritisk til de mangeartede flydende og forbundne kilder på Internettet. Men også

at bygge meningsfuldt indhold på baggrund af Internettets rige ressourcer.

2. *Den kreative og innovative designer som transformerer nye ideer til produkter.* Idégenerering og innovation kan have en relation til personlige værdier. Scharmer (2002) beskriver, at nye idéer er knyttet til ens oplevelser og erfaringer, som måske ikke er bevidst bearbejdet, men som er et produkt af viden og erfaringer. En vigtig pointe hos Scharmer (2002) er desuden, at opdukkende, nyskabende idéer rækker ud over en selv. Dette er en art transformativ innovation, som bygger på personlige erfaringer og kompetencer. Martin (2008) beskriver netop sit øverste lag som transformativt i kraft af det innovative og kreative.
3. *Den kritiske og reflekterede deltagende medborger.* Det er, når eleverne deltager aktivt i et arbejdsfællesskab, en debat, i en designproces og tager ansvar (Kjær, 2012). Man skal forholde sig kritisk og ansvarligt til teknologiens rolle i samfundet og i ens eget liv. Dette omfatter ifølge Kemp (2015) vores nationale og internationale medborgerskab og det internationale aspekt, fordi forurening, klima, økonomi, sikkerhed, kriminalitet og teknologi overskrider grænser. Digital teknologi er i høj grad international, og opfindelser og nye produkter fra den store verden påvirker, hvordan vi indretter vores dagligdag, arbejdsliv og samfund. Det er derfor vigtigt at have en grundlæggende forståelse for teknologiens natur, så vi kan udnytte den rigtigt, tilpasse den eller kassere den. Derudover fremstår digital teknologi, digitale designmetoder, hardware, systemudviklingssoftware og forbrugersoftware stort set ens over hele verden. Det vil det derfor være naturligt at tænke verdensborgerens perspektiv ind i digital dannelse.

Transformationslaget rummer altså både et dannelsesmæssigt og et innovativt aspekt (det innovative er befrugtet af elevens egne etiske og eksistentielle refleksioner).

Alt i alt kan vi med denne model beskrive digital dannelse som fællesmængde af de tre lag: En udvikling i fremstillingen og brugen af digitale teknologier, som indebærer (1) en stigende teknisk beherskelse af de redskaber og teknikker, som indgår i teknologien, (2) en gradvis kvalificering til at blive et kompetent medlem af det praksisfællesskab, hvori teknologierne skabes, vedligeholdes og udvikles og (3) en eksistentiel afklaring, som indebærer en stillingtagen til elevens egen eksistens som en livsopgave samt en stigende evne til at tage ansvar for sammenhænge, der rækker ud over praksisfællesskabets horisont, og som kræver andre værdimål end beherskelse og effektivitet.

Metode og rammen for undervisningsforløbet af teknologisporet

Metoden, der er anvendt i undersøgelsen, er inspireret af aktionsforskning og design-based research (Lewin, 1946; Majgaard, 2011). Der var fokus på udvikling af undervisningsmiljøet, som involverer design af digital teknologi og viden om, hvordan man kan forstå aspekter af digital dannelse. Elever og lærere var aktive deltagere i processen. Til grund for analysen ligger undervisningsplaner, elevproduktioner, uformelle samtaler og skriftlig evaluering.

Forløbet, som afrapporteres i denne artikel, omfatter 9 elever og 3 lærere fra teknologisporet på Askov højskole. Lærerne havde alle en baggrund som ingeniører og forskere inden for datamatik, interaktion, spil og læring. Syv af eleverne var studenter, derudover var der en enkelt med 9.-10. klasse og en enkelt med en afsluttet datamatikeruddannelse bag sig. Forløbet strakte sig over fire måneder. Game-designdelen af kurset har kørt tidligere, hvorimod robotdelen og samarbejdet mellem de to linjer var ny. Se mere på askov-hojskole.dk

Game-design faget kørte i tre blokke á tre timer (inklusive pauser) fordelt på to dage. Forløbet omfattede faglige discipliner som iterative og brugerinvolverende designmetoder (Fullerton, 2008). Derudover lærte eleverne at udvikle spil i spiludviklingsværktøjet Unity (<https://unity3d.com/>) og arbejde med grafik i værktøjet Blender (<https://www.blender.org/>). Det var første gang, disse omfattende og komplekse platforme blev anvendt som platform på højskolen.

Robot-faget kørte ligeledes i tre blokke á tre timer og omfattede samme discipliner i iterative og brugerinvolverende designmetoder. Værktøjerne til udvikling af fysiske robotter begyndte med robot-værktøjet Arduino (<https://store.arduino.cc/genuino-starter-kit>). Med Arduino kunne man bygge mindre robotter, som kunne sanse og påvirke omgivelserne. Arduino-controlleren programmeredes i Sketch. Derudover udvikledes der robotadfærd med fx Dash & Dot.

Derover havde de et programmeringskursus i Unity, som kørte i en blok á 3 timer en gang om ugen. Eleverne blev her introduceret til grundlæggende programmering ved hjælp af tutorials som fx Roll-a-ball, Side-scroller mv. (<https://unity3d.com/learn/tutorials>). Eleverne imiterede disse tutorials for derefter at videreudvikle eller kombinere disse. Intensionen var, at videreudviklingen skulle øge deres forståelse af det kodetekniske indhold (Majgaard, 2017).

I de første ca. tre måneder var opgaver og projekter i nogen grad styrede af de fagligheder, lærerne fandt grundlæggende. I den sidste periode på ca. en måned skulle eleverne på tværs udvikle egne prototyper på tværs af teknologier og anvende de nytillærte fagligheder.

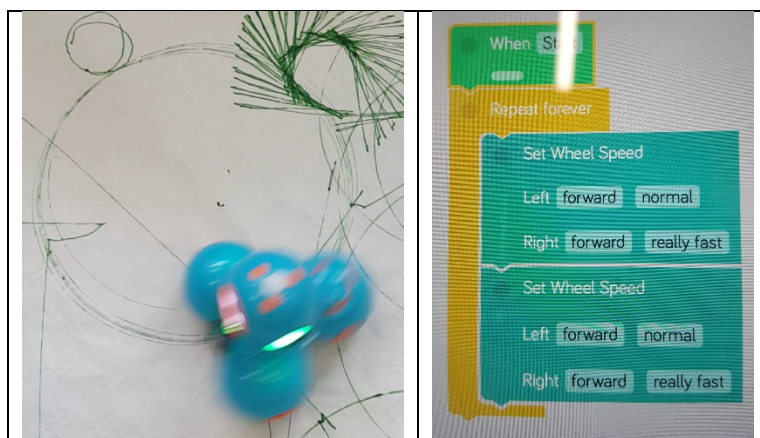
Som afrunding på undervisningen evaluerede eleverne forløbet, igennem et spørgeskema. Spørgsmålene var hovedsageligt åbne og skulle besvares i fri tekst. Spørgsmålene lød fx: Beskriv de tre bedste ting ved at udarbejde spil eller robotter. Beskriv de sværeste eller værste ting ved at arbejde med spiludvikling/robotter. Vil du gerne lære mere om virkemidler i spiludvikling/robotter evt. mere teoretisk input? – i givet fald i hvilken retning? Hvordan kan vi optimere kurset til næste gennemløb? Tror du, at du kommer til at arbejde med udvikling af IT, robotter, spil og teknologi i fremtiden? Hvilken uddannelse vil du gerne have? Spørgsmålene havde ingen direkte kobling til analysemodellen. Idet analysemodellen først blev til i løbet af og i forlængelse af undervisningsforløbet.

Illustrative eksempler fra robotforløbet

Herunder beskrives illustrative eksempler fra robotforløbet, Eksemplerne relateres til de tre niveauer for digital dannelse (jævnfør figur 1). Der er en stigende grad af teknisk kompleksitet i eksemplerne. Første eksempel er Blockly-programmering af en allerede bygget robot. Dernæst et introprojekt med Arduino, efterfulgt af et mere kompliceret projekt med brug af flere sensorer og aktuatorer. Det mest teknisk komplicerede projekt kobler Arduino-teknologien med spilprogrammeringsplatformen Unity.

Eksempel med Dash

Eleverne afprøvede undervejs Dash og Dot-robotterne, som programmeres vha. blok-programmeringssproget Blockly, se figuren herunder. Blok-programmeringssprog som Scratch og Blockly er inspireret af legoklods-tankegangen, hvor blokke sættes sammen (Roque, Rusk, & Resnick, 2016).



Figur 2. Dash kører hurtigt rundt og tegner en cirkel (til venstre). Blockly-koden for at køre hurtigt rundt i en evighed (til højre)

Eleverne blev gruppevis i første omgang sat til at tegne et hus med robotten. For at kunne gøre dette var de nødt til at montere en tus på robotten. Dette fik de med elefantsnot (gummiagtig masse til at klistre plakater op med). Øvelsen med at tegne et hus var inspireret af Seymour Paperts skildpaddeeksperimenter (Papert, 1980). I praksis viste det sig, at robotten trak lidt på det ene hjul, så huset i den fysiske verden blev uden helt rette vinkler. I koden var vinklerne mv. tænkt korrekt igennem. Bagefter skulle de tegne en cirkel med robotten ved interpolation, dvs. tegne en kort streg og derefter dreje robotten nogle få grader og gentage indtil cirklen var tegnet. Resultatet blev nogle savtakkede streger rundt i den tilpassede cirkel, det ses på den venstre del af figur 2 øverst oppe. Det viste sig, at når robotten drejede fx 20 grader, så kørte den lidt tilbage med det ene hjul og lidt frem med det andet. Så denne metode til at tegne cirkler med var uegnet. I løbet af formiddagen fandt eleverne Blockly-kommandoen til at styre hjulene individuelt, denne metode gav den fine cirkel som ses herover.

I praksis var det primært en elev, som kodede robotten, en anden googledede for at finde brugbare løsninger eller særlige Blockly-kommandoer på Internettet, og den tredje (den mest programmeringserfarne) monitorerede situationen og kom med gode idéer.

Refleksion: Eleverne var her især udfordrede på det *tekniske niveau* med udvikling, test og fejlfinding (Brennan og Resnick, 2012), jævnfør figur 1. Havde man blot skullet tegne en interpoleret cirkel i det virtuelle miljø, havde kommandoerne frem og drej med inputparametre været fuldt tilstrækkelige. Men når det teoretiske og det virtuelle møder den fysiske verden, kommer overraskelserne i form af gulvets modstand, robottens hjul mv. Dette alene er en god grund til at teste i den fysiske verden og ikke lade sig nøje med den virtuelle. Tussen kunne måske også have været mere optimalt placeret. På *praksisfællesskabsniveau* (jævnfør figur 1) fandt alle en måde, hvorpå de kunne tage aktivt del i fællesskabet. Da opgaven her var formuleret som en teknisk løsning, var der ikke meget rum for ytringer på transformativt niveau (jævnfør figur 1).

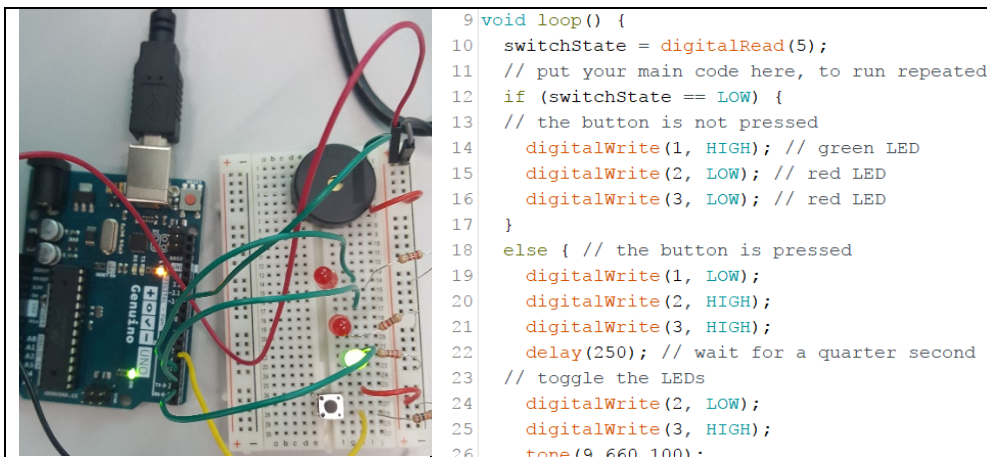
Eksempler på grundlæggende Arduino-projekter med fokus på teknikken

Arduino-projekter består af koblinger af analoge kredsløb med en digital programmerbar Arduino-controller, se figuren herunder. Eleverne skulle i første omgang konstruere og programmere et system, hvor man skulle styre tre lysdioder med en kontakt. Når man trykkede på kontakten, skulle de to røde LED-dioder lyse, ellers den grønne, se figuren herunder. Dette kræver, at både

kontakt og dioder er forbundet til controlleren. Dioder og kontakt krævede desuden at blive koblet i serie med passende modstande for ikke at brænde sammen.

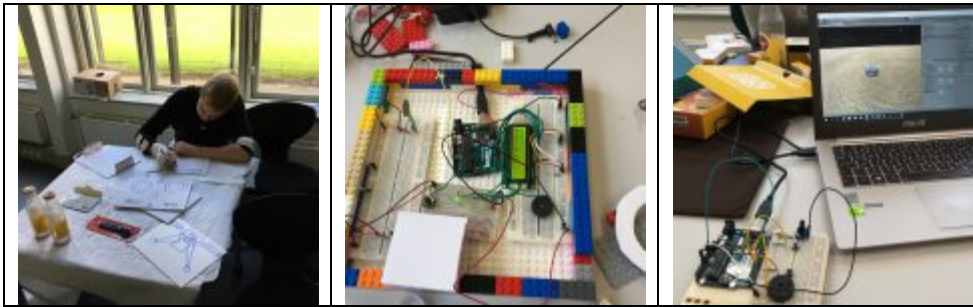
Herefter monteredes en piezo-højtaler, som fik luften til at vibrere, alt efter hvor meget strøm den fik tilført. Piezo-højtaleren kunne programmeres med en kommando ”tone” og med angivelse af frekvens mellem 0-1023 hz og tidsinterval. Dette inspirerede eleverne til at anvende morsealfabetet med kombinationer af korte og lange lyde. Én elev programmerede lyden af sit navn og andre et SOS-signal. Slutteligt fandt en elev Sketch-koden på Internettet til Super Marios temasang, som let kunne afvikles på elevens opstilling, men som ville være et omfattende arbejde at programmere selv.

Senere i forløbet tilføjede eleverne en fotosensor til opstillingen, således at piezo-højtaleren afgav lyde i frekvenser korresponderende med, hvor tæt hånden blev holdt over den analoge fotosensor, altså en lysbaseret theremin (Fitzgerald, 2015: 70)



Figur 3. Digital Arduino-mikrocontroller og breadboard med analoge kredsløb (til venstre). Sketch-kode hvormed adfærd for det analoge kredsløb programmeres (til højre).

Herefter udarbejdede eleverne et friere projekt med arbejdstitlen ”Non-alcoholic Liquid Racer”, som var et slags vægtspil, hvor to konkurrerende deltagere hurtigst muligt skulle tømme en flaske kakaomælk. Idéen var gruppen selv kommet frem til; de syntes, at non-alcoholic var mest passende i en højskolekontekst og morede sig meget over deres spilidé. Opsætningen indeholdt bl.a. tryksensorer, som skulle registrere, om spilleren havde tømt flasken, og et display, som viste tiden, det tog, fra spilleren løftede flasken, til den igen stod på tryksensoren. Herunder ses en figur over design-processen fra papskitser til digitale prototyper.



Figur 4. Non-alcoholic Liquid Racer som papir og Arduino prototype (til venstre og i midten); (til højre) controller i Arduino styrer en rumbil udviklet i Unity.

Som det mest komplekse projekt arbejdede eleverne med at koble Arduino og Unity, se figur 3 til højre. Formålet var, at brugeren styrede en digital rumbil med et potentiometer. Et potentiometer er en drejeknap, som ændrer spændingsniveau sammenfaldende med, hvordan man drejer med knappen. Denne type projekter ville vi på universitet først introducere efter flere års studier. Men det var oplagt, da nu eleverne både havde erfaring med Arduino og Unity.

Refleksion over elevernes designs

I disse projekter var der mest fokus på *teknik niveauet fra modellen*, dvs. udvikling, test og fejlfinding (Brennan og Resnick, 2012) (jævnfør figur 1). Eleverne skulle passere en høj faglig barriere for at få systemerne til at fungere på analogt elektroteknisk, digitalt elektroteknisk og software niveau. Rumbilsprojektet kombinerede stort set alle fysiske og digitale platforme, som var i spil på både game-design- og robotkurset. Det var hovedsageligt den mest programmeringserfarne, der førte an i dette projekt. Stor grad af teknisk kompleksitet udelukkede elevrefleksioner på fx *transformativt* niveau (jævnfør figur 1).

Fra et *praksisfællesskabs perspektiv* (jævnfør figur 1) havde eleverne i fællesskab selv formuleret projekt-idéen til non-alcoholic racer, og læreren hjalp eleverne med at tilpasse idéen til, hvad der var muligt rent teknisk. Man kunne her iagttage, at eleverne tilpassede projektet til en højskolekontekst, hvilket kan tolkes i retning af en vis form for samfundsmæssig ansvarlighed, som det beskrives på transformationsniveauet (jævnfør figur 1).

Eksempel: Den intelligente sko kobler teknik-, praksisfællesskabs- og transformationslaget

Det sidste projekt inden det frie forløb var udvikling af wearables, dvs. teknologi man tager på krop, tøj eller fodtøj. Eleverne besluttede sig for at udvikle en intelligent sko, se figuren herunder. Til dette projekt anvendtes Arduino-varianten Lilypad, som er identisk med Arduino, men kan syes fast i

tekstiler. Skoen kunne sanse fodgængerens hastighed igennem et accelerometer og visning af hastighed ved fire LED-lys på siden af skoen.



Figur 5. LilyPad Arduino til tekstiler og her en interaktiv sko.

Refleksioner i relation til transformationsniveauet

Fra *teknikperspektivet* havde eleverne store udfordringer med at få teknikken til at virke; de fandt efter megen fejlfinding frem til, at der var problemer med accelerometeret. På *praksisfælllesskabsniveau* (jævnfør figur 1) var skoen et fælles projekt for alle på robotlinjen, og de fordelte arbejdsopgaverne imellem sig med at sy komponenter fast til skoen, forbinde disse, programmere, teste og fejlfinde.

Eleverne havde mange tanker om, hvad skoen kunne bruges til i en samfundsmæssig sammenhæng. Fx ved montage af kompas og GPS kunne ældre demente bære skoen, som måske ville kunne guide dem hjem. Alternativt vil den demente kunne lokaliseres vha. automatisk transmission af GPS-koordinater. Skoen kunne også ifølge eleverne anvendes som en motivator på løbeture fx variere musikken som følge af ændringer i løbehastighed. Disse samfundsmæssigt ansvarlige refleksioner relaterer til den almene dannelse, som den beskrives på det *transformative niveau* (jævnfør figur 1). Derudover er der kreative og innovative aspekter i idégenereringen af skoens funktionalitet, som relaterer til elevernes personlige ståsteder, som er det andet aspekt af det *transformative niveau*. Scharmer (2002) beskriver netop ideer som værende knyttet til ens oplevelser og erfaringer, og at opdukkende, nyskabende idéer rækker ud over én selv.

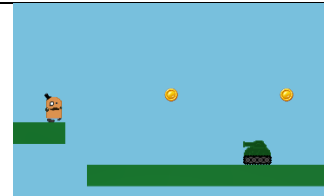




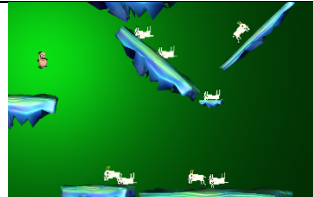
I den sidste periode på fjorten dage skulle eleverne på tværs af retninger udvikle egne idéer på tværs af teknologier.

Illustrative eksempler fra game-design-forløbet

Herunder præsenteres eksempler fra gamedesignforløbet, eksempler relateres til den tre-delte model for digital dannelse (jævnfør figur 1).

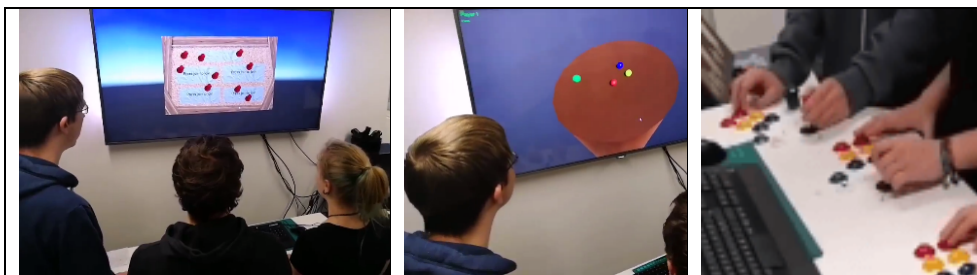
Indledningsvist gennemførte eleverne video-tutorialerne Roll-a-ball og Space Shooter (<https://unity3d.com/learn/tutorials>). Planen var, at eleverne skulle lære ved at implementere disse tutorials og herefter tilføje ændringer. Det var dog først ved den tredje tutorial (Side-scrolleren), at eleverne gennemførte omfattende tilpasninger, se tabellen herunder. Det er særligt grafiske elementer og lyde, eleverne har tilføjet til Side-scrolleren; dette kunne ordnes i Unity og Blender. Der blev ikke lavet store ændringer i C#-koden.

Tabel 1: Side-scroller varianter. Figuren øverst til venstre ligner tutorialen mest tank og flag er dog tilføjet

		
Minder mest om tutorial med tilføjelse af tank	Ændring af grafik og tilføjelse af tekst	Ændring af grafik og tilføjelse af tekst
		
Tilføjelse af troldefjender	Ændring til fremtidsunivers	Fjender i form af geder

Senere i forløbet arbejdede eleverne med at udvikle et fælles arkadeflerbruger spil, som ses herunder i tabel 2. Udviklingen af dette spil var det, holdet brugte mest tid på i den sidste friere del af forløbet. Spillet blev desuden testet af de andre højskoleelever i elevernes festhus "Fengers".

Tabel 2: Hot-seat-flerbruger spil med maksimalt fire deltagere.



Refleksioner i relation til teknikken, praksisfællesskabet og transformationslaget

I Side-scroller-casen var der særligt fokus på *teknikken* (jævnfør figur 1), det vil sige at få spillet til at køre og forstå, hvordan koden virkede. Man kan dog på tabel 1 herover se, hvordan eleverne lod deres personlige kreativitet forme Side-scrollerens spilunivers, det kreative hidrører fra det *transformative niveau* (jævnfør figur 1).

Fra et *praksisfællesskabs perspektiv* (jævnfør figur 1) var der i hot-seat multiplayer-spillet, se tabel 2, særligt fokus på samarbejde både i udvikling og test af spillet. Der var konstant elever i gang med at bygge fire-mandskeyboardet, udvikle nye versioner af spillet samt fejlfinde. Eleverne på holdet testede selv spillet løbende. De arrangerede også test i højskolens festhus.

Diskussion 1: Teknikaspekter af digital dannelse i relation til casen

Herunder diskuteres casen i relation til teknikaspektet i den tredelte model for digital dannelse (jævnfør figur 1).

I elevernes evaluering fyldte refleksioner om fejlfinding og manglende tekniske færdigheder en del. Fejlfinding og løbende problemløsning er en central praksis hos alle systemudviklere, dataloger og elektroingeniører (Nielsen et al, 2015). Jo mindre man ved om en teknologi, des sværere er det at finde fejl. Bateson (2005) omtaler fejlfinding på forskellige niveauer, alt efter hvor godt man forstår konteksten. Man kunne godt mærke, at eleverne undervejs blev dygtigere til at fejlfinde.

I elevernes evaluering fremgik et næsten samstemmende ønske om mere undervisning i programmeringsteori. Dette udsprang dels af undervisningsformen, som var meget lidt teoretisk, og dels af, at meget af den digitale kompleksitet var synlig i Unity og lå åben for redigering. Selv om eleverne får noget til at virke, kan de godt iagttage, at der er noget underliggende kode, som de ikke helt forstår alle betydninger af.

Tekniklaget rummer viden om programmeringsbegreber herunder sekvenser, løkker, parallelisme, tilstandsmaskiner, betingelser, logiske operatører og data (Brennon og Resnicks, 2012). Fra elevernes egne evalueringer fremgik der et stærkt ønske om at blive klædt bedre på her. Vi havde særligt på spillinjen valgt ikke at præsentere mere teori, end det fremgik af tutorials. Retrospektivt kunne man godt have givet eleverne mere programmeringsteori, alternativt kunne man sige, at de nu var motiveret til den mere teoretiske undervisning på universitetet.

Derudover rummer tekniklaget programmeringspraksisser (Brennon og Resnicks, 2012). I vores cases bestod programmeringspraksisserne fx af iterativt design af Side-scrolleren, hvor eleverne først udviklede en grundlæggende Side-scroller og dernæst gav den deres eget personlige udtryk (se tabel 1). Iterativt design skal her forstås som flere runder af programmering, test- og designbeslutninger. Programmeringspraksissen omhandler desuden også løbende fejlfinding i koden, genbrug og tilpasning af egne og andres kodedumper (se afsnittet med elevernes refleksioner). Generaliseringer og abstraktion af begreber vil nok være mere fremtrædende ved mere systematisk undervisning i programmeringsteori.

Tekniklaget dannede grundlag for, at eleverne fik redskaber til at være producenter og designere af digital teknologi, ikke blot konsumenter af andres frembringelser (Brennon og Resnick, 2012).

Diskussion 2: Praksisfællesskabsaspekter af digital dannelse i relation til casen

Herunder diskuteres casen i relation til praksisfællesskabsaspektet i den tredelte model for digital dannelse (jævnfør figur 1). I dette perspektiv blev eleverne en del af et nyt fagligt praksisfællesskab (Wenger, 1998; Brennon og Resnicks, 2012). Klassen blev i elevernes evalueringer nævnt som et trygt sted at omsætte sine idéer, hvilket understreger klassen med elever og lærere som et praksisfællesskab.

Eleverne udviklede sammen med hinanden og deres lærer en designpraksis, fra idé til konceptimplementering og test hos potentielle brugere. Da eleverne kom til højskolen, var de fleste rene teknologiske novicer, og efterhånden fik de mere viden og kunnen. Dels imiterede de andres designpraksisser igennem video-tutorials, og dels lærte de i klassen, hvordan man fx arbejder iterativt, og fordeler opgaver (Majgaard, 2017). Det faglige praksisfællesskab udviklede sig næret af både det fysiske og det virtuelle fællesskab omkring programmering.

Vedrørende fejlfinding er der ikke en eksplicit opskrift eller køreplan, derfor kunne eleverne med fordel iagttage, hvordan underviserne greb fejlfindingen an. Dette falder meget i tråd med Lave og Wenger's (2003) idéer om legitim,

perifer deltagelse, hvor eleven lærer igennem iagttagelse af professionseksperter.

På højskolen er det afgørende, at lærerne møder eleverne som kommende kolleger, som skal hjælpes ind i de professionelle fællesskaber. Det kræver ikke mindst, at lærerne optræder som ”professionens repræsentanter”. Alle eleverne omtalte konkrete, videregående IT- og ingeniøruddannelser som deres fremtidige studievalg, hvilket var nogenlunde identisk med deres underviseres uddannelsesmæssige baggrund. Dette indikerer, at eleverne har kunnet identificere sig med praksisfællesskabet omkring teknologisporet. Desuden omtalte en af eleverne i evalueringen sig selv som værende en del af en branche og sagde fx ”... i vores branche ...”.

Praksisfællesskabet på teknologisporet rummede også refleksioner over de konkrete projekter, som det beskrives hos Schön (1983). Refleksion kan overordnet have to former, de optimerende refleksioner der fandt sted, når eleverne stod midt i designprocessen, og den efterfølgende refleksion om hvad man kunne have gjort anderledes med den viden, man har om projektet ved projektets afslutning, hvilket er en type refleksioner, som eleverne ofte vil anvende som en del af praksisfællesskabet. Et eksempel på en meta-refleksion, de havde, var fx, at de ønskede sig mere teoretisk programmeringsundervisning.

Diskussion 3: Transformationsaspekter af digital dannelse i relation til casen

Herunder diskuteres casen i relation til transformationsaspektet i den tredelte model for digital dannelse (jævnfør figur 1). På transformationslaget var illustrative case-eksempler sparsomme, idet undervisningens fokus på konkret udvikling af prototyper og indlæring af programmerings- og hardwarefærdigheder overskyggede dette niveau. Der var ikke i undervisningsforløbet nok opmærksomhed på aspekterne i transformationslaget. Undervisning i at være en kritisk og reflekteret bruger eller medborger var ikke formuleret ind som konkrete mål i lektionsplanerne. Og vores metode var sig selv ikke tilstrækkeligt egnet til at fange elevernes mere eksistentielle ståsteder.

Den kreative og innovative designer som del af transformationslaget var mest tydelig i case-eksemplerne i den afsluttende del af forløbet. I idégenerering og prototypeudvikling anedes de personlige præferencer og værdier tydeligere som fx i den intelligente sko og hjerte-t-shirten. Scharmer (2002) kobler netop det personlige ståsted, personlige erfaring og kompetencer med ens handlerum med det at være innovativ og kreativ (jævnfør afsnit: Introduktion til analysemodel for digital dannelse fra en designvinkel).

Det personlige ståsted kom til udtryk i idégenereringen til de selvvalgte projekter, når en gruppe elever gerne ville udvikle en intelligent sko til brug for demente eller sundhedsfremme. Det vidnede om et personligt ståsted, hvor de både kunne sætte fantasien i spil og tage et socialt ansvar – og måske gerne være til nytte og bidrage til det fælles sociale liv. Det kunne selvfølgelig også være udtryk for en samfundsnyttig og sund forretningsidé. At tage ansvar for det fælles sociale liv er netop et dannelsesaspekt (Kemp, 2015).

En anden elev udviklede en bombekuffert som en art fysisk spil, som dem man ser i actionfilm, hvor man altid skal klippe den rigtige ledning over ellers ..., hvilket kunne ses som en reaktion på eller refleksion over terrorismen i vores samfund. Derudover var bombekuffert-atrappen også en faglig udfordring for en særlig dygtig elev. Scharmer (2002) beskriver, at nye idéer kan være knyttet til oplevelser og *erfaringer*, som måske ikke er blevet bevidst bearbejdet, men som er et produkt af viden og erfaringer.

Andre udviklede et flerbrugerspil, som skulle spilles i fællesskab rundt om den samme hjemmebyggede konsol. Alle disse eksempler pegede på en lyst til at tage ansvar for forskellige aspekter af det fælles sociale liv (Kemp, 2015).

Eleverne oplevede, at de med teknologien kunne være kreative og omsætte egne ideer til konkrete prototyper. Det var især i game-design, at eleverne oplevede den kreative frihed.

Der bør i fremtidige gennemløb af disse kurser formuleres mere eksplicite lektionsplaner – og måske skal man samarbejde med undervisere med andre fagligheder end de strengt tekniske i undervisningen af kritisk tænkning som brugere og medborgere (Martin, 2008; Kemp, 2015). Man kunne sagtens inddrage temaer om robotternes rolle i fremtiden, vores forbrug af sociale medier eller temaer om datasikkerhed mv.

Desuden må vi anvende mere dialogbaserede metoder i evalueringen, som indfanger elevernes idéer om eget ståsted.

Opsamling og konklusion

Artiklen præsenterede eksempler på, hvordan man kan arbejde med digital dannelse igennem design af robotter og spil på en dansk højskole.

Indledningsvist præsenteredes en analysemodel for digital dannelse med tre niveauer: 1) Teknikken, som omhandler konkret anvendelse og forståelse af teknologien fx programmeringsbegreber, programmering, test og fejlfinding; 2) Praksisfællesskabet, som omfatter den fælles fagpraksis omkring design af ny teknologi, og 3) Transformationslaget, som omfatter kreativitet, innovation, kritisk tænkning og globalt medborgerskab med udgangspunkt i ens personlige ståsted.

Dernæst præsenteredes eksempler på elevernes design og refleksioner. Elevernes egne evalueringer tydede på, at de følte sig kreative og innovative, og at de ønskede at vide mere om de teoretiske aspekter af teknologierne. Hvorimod de konkrete designforløb mere viste fordybelse i teknikken og den faglige praksis. Herunder oplistes eksempler på hvordan eleverne arbejdede med teknikken, praksisfællesskabet og transformationslaget:

- 1) Teknikken: Programmerings- og robotdesignfærdigheder gav eleverne evnen til at kunne omsætte egne idéer til konkrete produkter/prototyper.
- 2) Praksisfællesskabet gav dem et fælles rum til at dygtiggøre sig i og et fællesskab, hvor de sammen kunne udvikle designpraksisser.
- 3) Transformationslaget: Eleverne var i stand til at bringe deres personlige ståsted i spil i forhold til den digitale praksis fx ved at omsætte de idéer der var samfundsmæssigt relevante og ansvarlige. Eleverne kunne i forløbet afprøve, i hvilket omfang teknologi skulle indgå i deres livsbane.

Vi kunne i nogen grad bygge bro med vores case-eksempler, særligt på dannelseslagene, der omhandlede teknik og praksisfællesskaber. På transformationslaget var eksemplerne færre og mindre overbevisende. Så modellen synliggjorde nogle svagheder i tilrettelæggelsen af undervisningen. Nemlig, at der var for lidt fokus på elementerne i transformationslaget, som også omhandlede kritisk tænkning som bruger og medborger. En beskrivelse af det didaktiske design med fokus på de tre niveauer vil kunne forbedre planlægningen.

Modellen blev dermed et værktøj til at belyse, hvor kurserne lykkedes med den digitale dannelse, og hvor der kunne sættes ind med oplagte forbedringer. Modellen vil dermed også kunne bruges til at planlægge undervisning efter, så man sikrer, at man rammer alle tre niveauer: Teknik, praksisfællesskab og transformation.

Referencer

- Bateson, G. (2005). Mentale systemers økologi. København: Akademisk forlag.
- Bell T. & Roberts J., (2016). Computational thinking is more about humans than computers. I SET 2016-1 <http://dx.doi.org/10.18296/set.0030>
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. Paper presented at annual American Educational Research Association meeting, Vancouver, BC, Canada.
- Buckingham D. (2008). Defining digital literacy: What do young people need to know about digital media? Digital Literacies. Peter Lang.

- Caprani O. (2015). Mangfoldige læringsaktiviteter – ét robotbyggesæt. *Læring og Medier (LOM)*, 8(14)
- Caspersen, M. E. & Nowack P. (2013). Computational Thinking and Practice — A Generic Approach to Computing in Danish High Schools. Proceedings of the Fifteenth Australasian Computing Education Conference (ACE2013), Adelaide, Australia
- Dede C. (2009). Comparing Frameworks for “21st Century Skills”. Harvard Graduate School of Education.
- Ejsing-Duun S. & Misfeldt, M. (2015). Programmering af robotenheder i grundskolen. *Læring og Medier (LOM)*, 8(14)
- Fitzgerald, S & Shiloh M. (2015). The Genuino Projects Book. Genuiono.
- Fullerton, Tracy, (2008). Game Design Workshop. A playcentric approach to creating innovative games. Morgan Kaufmann.
- Gee, J. P. (2013). Good Video Games + Good Learning second edition. Peter Lang.
- Gilster, P. (1997). Digital Literacy. John Wiley & Sons, Inc.
- Hansen, H. C., (1985). Poul la Cour, grundtvigianer, opfinder og folkeoplyser. Phd-afhandling.
- Kemp, P. (2015). Løgnen om dannelse. Tiderne skifter.
- Kjær (2012). Samværets betydning på højskolen. Et inspirationshæfte. Folkehøjskolernes Forening i Danmark,
- Korsgaard O. (1997): Kampen om lyset. Dansk voksenpædagogik gennem 500 år, København: Gyldendal.
- Korsgaard O. (2000): “Grundtvigs oplysningstanker. Om at knytte bånd og løseknuder”. *Grundtvig studier* årgang 51, nr. 1, s. 154-171.
- Lankshear, C. J., & Knobel, M. (2008). Introduction: digital literacies: concepts, policies and practices. In: Lankshear, Colin, and Knobel, Michele, (eds.) *Digital literacies: concepts, policies and practices*. Peter Lang Publishing, New York, USA, pp. 1-16
- Lave, J. & Wenger, E. (2003). *Situeret læring og andre tekster*. København: Hans Reitzels forlag.
- Larsen, L. J. & Majgaard, G. (2016). Expanding the Game Design Space: Teaching Computer Game Design in higher Education. *Designs for Learning*, 8(1), s. 13-22. <http://dx.doi.org/10.16993/dfl.68>.
- Lewin, K., “Action Research and Minority Problems”, *Journal of Social Issues*. Vol. 2, No. 4, 1946, pp. 34-46.

- Majgaard G. (2017). Teaching Mixed Reality Using Video Tutorials. Proceedings of the 11th European Conference on Game-Based Learning ECGBL 2017, Graz, Austria, 410-419.
- Majgaard, G., Hansen, J. J., Bertel, L. B. & Anders, P. dec. 2014. Fra digitalt design til fysisk udtryk – anvendelse af 3-d-printere og NAO-robotter i folkeskolen. *Mona*. 2014, 4, s. 7-26
- Majgaard, G. & Lyk, P. (2015). På rejse med Virtual Reality i billedkunst: Erfaringslæring gennem kombineret fysisk og virtuel modelbygning. *Læring og Medier (LOM)*, 8(14)
- Majgaard, G., Misfeldt, M., Nielsen, J. (2011). How Design-based Research, Action Research and Interaction Design Contributes to the Development of Designs for Learning. *Designs for Learning*.
- Martin, Allan. 2008. "Digital Literacy and the Digital Society." In Vol. 30 of *Digital Literacies: Concepts, Policies and Practices*, edited by Colin Lankshear and Michele Knobel, 151–176. New York: Peter Lang.
- Nielsen, J., Pedersen, R. & Majgaard, G. (2015). 8. klasse som kreative producenter af fremtidens velfærdsteknologi. *Læring og Medier (LOM)*. 8, (14)
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*, 1980, ISBN 0-465-04674-6
- Roque, R., Rusk, N., & Resnick, M. (2016). Supporting Diverse and Creative Collaboration in the Scratch Online Community. In *Mass Collaboration and Education*, edited by U. Cress et al., pp. 241-256. Springer.
- Scharmer O. (2001). Self-transcending knowledge: Sensing and Organizing Around Emerging Opportunities. In: *Journal of Knowledge Management, Special Issue on Tacit Knowledge Exchange and Active Learning*.
- Schön, A. Donald, 2001 (1983): *Den reflekterende praktiker. Hvordan professionelle tænker, når de arbejder*. Klim
- Tosca, S., & Ejsing-Duun, S. (2017). Design thinking and imitatio in an educational setting. *Digital Creativity*, 28(3), 240. DOI: 10.1080/14626268.2017.1341929
- UVM teknologiforståelse. (2018)
<https://www.uvm.dk/aktuelt/nyheder/uvm/2018/jan/180126-undervisningsministeren-vil-goere-teknologiforstaelse-obligatorisk-i-folkeskolen>
- Wenger E., (1998): *Praksisfællesskaber. Læring, mening og identitet*. Hans Reitzels Forlag, på dansk 2004