

Rapport:

Augmented Reality i undervisningen

Dette er afrapporteringen af projektet 'Augmented Reality (AR) i undervisningen' som har kørt på Roskilde Tekniske Skole i perioden 1/1 2020 til 31/3 2022. Rapporten er stilet til *undervisningsministeriet* som har støttet projektet via *puljen til udvikling af digitale og interaktive undervisningsmaterialer til erhvervsuddannelserne*.

Indhold

Grundoplysninger	1
Mål og formål	1
Materialer udviklet i projektet	2
Udbytte af projektet	3
Kvalitetssikring og afprøvning	7
Erfaringer fra projektet.....	8
Spredning.....	10
Links, bilag, mm.	12

Grundoplysninger

1. Projektnummer og -titel:
141746: Augmented Reality (AR) i undervisningen
2. Tilskudsmodtager:
Roskilde Tekniske Skole: Henrik Daugaard og Camilla Hansen
3. Oplys evt. medansøgere og/eller samarbejdspartnere
Ingen medansøger og samarbejdspartnere

Mål og formål

4. Kort resume af projektet
Formål: Projektets formål er at undersøge læringspotentialer i augmented reality ¹ (AR). Desuden er det formålet at undersøge hvilke udfordringer der er forbundet med AR-teknologien, herunder hvilke faldgruber man som udvikler og underviser skal være på vagt overfor.

¹ Augmented reality (AR) teknologien tilbyder ekstra info til den virkelighed man betragter gennem sin skærm (mobiltelefon, tablet eller decideret AR-brille). Et eksempel: En bruger skal lære at betjene en maskine. Når brugeren betragter maskinen gennem sin skærm, kan AR-teknologien skabe et 'lag' oven på virkeligheden¹ (som brugerens device opfatter gennem kameraet). Det kan fx være en virtuel betjeningsvejledning med animationer af håndtag der skal betjenes eller råvarer der skal tilføres.

Mål:

Vi vil gerne gøre det lettere at lære for vores elever. Vores snedkerelever oplever i større eller mindre grad problemer med at aflæse hvordan de skal løse deres praktiske konstruktionsopgaver. Typisk får eleven opgaven udleveret med et sæt 2D arbejdstegninger af et møbel, og lærerne oplever at der kommer mange spørgsmål omkring disse. Eleverne har svært ved at forestille sig hvordan det færdige møbel skal se ud: Hvordan er det samlet, hvilke del-elementer indgår der, hvilke fagbetegnelserne knytter sig til de enkelte elementer, hvilke funktioner har møblet, hvor stort er det, hvilke materialer er anvendt, og hvordan er retningen på årerne i træet? For at gøre det lettere for eleverne selv at finde svarerne på disse spørgsmål, har vi gerne villet udvikle en interaktiv AR app, som eleverne selv kan installere på egne smartphones.

Samtidig er målet at vores elever på teknisk designer uddannelsen (TD), webudvikler uddannelsen (WU) og Digital Media (DM) i samarbejde lærer at lave AR materiale. Der vil med meget stor sandsynlighed komme større efterspørgsel på AR og VR² app's, og der er pt ikke nogen enkeltstående uddannelse som sigter mod at udvikle disse kompetencer.

Alle tre uddannelser indeholder uddannelsesmål der understøtter kompetencerne i at lave AR-materiale.

Materialer udviklet i projektet

5. Kort beskrivelse af det digitale undervisningsmateriale udviklet via projektet

For at gøre det lettere for vores elever at afkode deres møbelopgaver, er der blevet udviklet AR app's som eleverne kan downloade til egne mobiltelefoner. Målgruppen for app'sne er snedkerelever på GF2, H1, H2 og H3. Den ene app – Snedker 1 – er udviklet til elever med nyere android telefoner, og den anden – Snedker 2 – til elever med lidt ældre android telefoner. Der er også udviklet app's til iPhones, men det har desværre kun været ganske enkelte elever der har kunnet installere og bruge disse (læs mere om dette i afsnit 10).

App'sne og vejledninger til brugen kan downloades [HER](#)

Selvom der reelt er tale om 4 app's vil der fremover bare blive refereret til *app'en*.

På app'en kan eleverne granske fire møbler i 3D, som de skal konstruere på forskellige tidspunkter på uddannelsen: et bord, en trappe, et vindue og et køkkenskab.

Her følger en skriftlig beskrivelse af funktionerne i app'en; men se også gerne *videoerne som der er linket til* i bunden af afsnittet.

Når man trykker på et af møblerne på app'en vil mobiltelefonens kamera blive aktiveret. Herefter vil 'Snedker1' og 'Snedker2' reagere lidt forskelligt.

Snedker1 vil begynde at lede efter en plan overflade i det miljø eleven befinder sig i. Når app'en detekterer en overflade – typisk gulvet – kan man klikke dér, og så vil møblet dukke op på skærmen i realistiske størrelsesforhold, dér hvor man har peget. Man kan nu fysisk gå rundt om 3D-modellen og studere den nær og fjern, fra forskellige vinkler.

Snedker2 vil begynde at lede efter en tracker. En tracker er en ganske bestemt grafisk figur – typisk printet på A3 eller A4. I praksis vil eleven have papiret med trackeren liggende på bordet foran sig. Når app'en genkender trackeren, placerer den 3D modellen nøjagtigt oven på denne – ergo jo større tracker, jo større 3D model. Man kan se 3D-modellen fra forskellige vinkler ved at dreje papiret rundt, og zoom'e ind og ud ved at bevæge mobiltelefonen – eller bringe trackeren tættere på.

På begge app's vil eleven nu kunne interagere med det valgte 3D møbel. Man kan lave en animeret adskillelse af møblets elementer – det man vil kalde en *eksploderet 3D-samlingstegning*. Herved kan man se hvordan møblet er samlet. F.eks. er vinduet samlet med komplicerede svalehalesamlinger, som kan være svære

² VR eller virtual reality er en teknologi hvor bruger gennem en VR briller oplever at være helt omgivet af et computer-univers

at gennemskue på en 2D tegning. I køkkenskabet er der fræset huller til såkaldte *fisk* som indgår i limsamlingen. Disse kan kun ses på adskilte modeller.

Trykker eleven på knappen 'Annotationer' vil eleven se svævende skilte med faglige betegnelser på de enkelte delelementer. F.eks. i trappeopgaven er der mange delelementer der ikke er præget af intuitiv navngivning, så det kan være en stor hjælp at kunne se dem. Hvis man trykker på knappen 'Mål' vil en overordnet målsætning af møblet dukke frem.

Endelig kan man på to af møblerne med bevægelige dele (vindue og skab) se en animation af funktionen i møblet.

Man vil kunne se en video af funktionerne i de to app's her: [Snedker1](#) og [Snedker2](#)

Vi har forsøgt at udgive de to app's til iPhoneplatformen. Teknisk set kan app'sne godt køre, men kun hvis de er manuelt overførte til telefonen. Det har ikke inden for dette projekts rammer vist sig muligt at slippe igennem nåleøjet til iPhones app store.

6. Link til udviklede materialer

Link til Materialeplatformen: <https://materialeplatformen.dk/bookpage/133915013>

Link til projektmaterialer på Roskilde Tekniske Skole:

<https://www.rts.dk/images/temaer/projekter/ar-projekt/vejledning-til-elever.pdf>

Udbytte af projektet

7. Projektets hovedresultater *Læs evt. afsnit 9 først, som beskriver de undersøgelsesmetoder vi har valgt.*

Projektets formål

Projektets formål er at undersøge læringspotentialer i AR. Desuden er det formålet at undersøge hvilke udfordringer der er forbundet med AR-teknologien, herunder hvilke faldgruber man som udvikler og underviser skal være på vagt overfor.

Vi kan konstatere at der er et stort læringspotentiale i AR. Hvis et billede siger mere end 1000 ord, så må en 3D-model sige mere end 1 million ord. Indsat i et AR miljø er 3D-modellen meget hurtigt og præcist aflæseligt. Selve navigationen er intuitiv, fordi den virtuelle 3D-model er sat ind i den virkelige verden – man går bogstaveligt talt rundt om, tæt på, langt fra, højt og lavt, når man som elev vil undersøge møblet og detaljerne i det. Desuden foregår denne oplevelse gennem elevens egen telefon, så brugerinterfacet er bekendt.

Projektets mål

Vi mener at AR-teknologien vil kunne blive en pædagogisk gamechanger! Vi tror at teknologien kan gøre læringskurven mindre stejl – at nærmeste udviklingszone så at sige kommer tættere på – ved at begrænse "gabet" mellem 2D og 3D perception. Gennem mulighederne for interaktion kan vi gøre svært stof lettere tilgængeligt, ikke mindst for læsesvage elever.

Succeskriterier

Vi formulerede følgende succeskriterier i projektet:

- Eleverne kommer hurtigere i gang med opgaven
- Mængden af spørgsmål begrænses
- Kvaliteten i opgaveløsningen er højere
- Motivationen øges og modstand mod læring formindskes
- Underviseren vil kunne bruge sin tid mere effektivt
- TD og WU eleverne i samarbejde kan lave AR-materiale

I det følgende kommer vi kort ind på hver enkelt succeskriterie og vurderer opfyldelsesgraden.

- **Eleverne kommer hurtigere i gang med opgaven**

Vi har fået god respons på dette. Eleverne føler sig mere fortrolige ift. det endelige produkt, idet

app'en skaffer et overblik over hvordan møblet skal se ud, og hvordan det skal samles. I spørgeskemaundersøgelserne fik vi følgende respons:

Enig med følgende udsagn - 10 = helt enig:	Alle grupper	Grp 1	Grp 2	Gnmsnt
App'en virkede problemfrit		6,0	9,0	7,50
App'en hjalp mig til bedre at forestille mig det færdige produkt		8,3	8,0	8,17
App'en hjalp mig til bedre at kunne gennemskue samlingerne		9,3	8,5	8,92
App'en hjalp mig til bedre at kunne forestille mig størrelsen på produktet		7,0	7,0	7,00
App'en hjalp mig til bedre at kunne gennemskue funktionerne i produktet		8,3	10,0	9,17
App'en gjorde det lettere for mig at kunne lære navnene på de enkelte elementer		9,7	8,5	9,08
App'en gjorde at jeg ikke skulle spørge min lærer så meget		4,7	8,0	6,33

I et interview med Vibe Aarkrog nævner eleverne følgende fordele:

- o "Godt for læringen at man kan se de faglige betegnelser på de enkelte elementer på app'en"
- o "God hjælp til at se det samlede produkt - fx at man kan se at topstykket i vinduet er gennemgående"
- o "Godt at man kan gå rundt om møblet"
- o "Hele tiden tilgængelig, stor hjælp at have det med sig"
- o "App'en kan "afløse" lærerne"
- o "App'en supplerer tegningerne"

- **Mængden af spørgsmål begrænses**

Som man kan se af nedenstående, er der lidt forskellige opfattelser:

Enig med følgende udsagn - 10 = helt enig:	Gruppe 1	Elev 1	Elev 2	Lærer
App'en gjorde at jeg ikke skulle spørge min lærer så meget		7	6	1

Ud af de tre besvarelser i gruppe 1 er lærerens svar med. Eleverne synes at de spørger mindre, men læreren er af en anden opfattelse 😊 Det understøttes også af gruppe 2's svar.

Der er dog flere udsagn der tyder på at læreren ikke kan undværes (Interview med Vibe Aarkrog):

- o "App'en kan ikke erstatte læreren. Læreren er grundlæggende, men app'en supplerer. App'en er bedst som et redskab. Man lærer ikke noget om trappen"
- o "App'en står ikke alene, den hjælper læreren og hjælper eleven med at forstå. Elever på grundforløbet kan få endnu mere glæde af app'en"

- **Kvaliteten i opgaveløsningen er højere**

Vi har ikke kunne måle dette inden for dette projekts rammer – men heller ikke det modsatte.

App'en kan hjælpe eleverne med at få overblik over deres møbelopgaver, men den bidrager ikke til eleverne proces- og materialeviden, ligesom den selvfølgelig heller ikke styrker motoriske færdigheder. Hvis app'en bidrager til ovenstående succeskriterie, må det derfor være fordi den kan give eleven lidt ekstra tid, i form af hurtigere forståelse, og måske fordi læreren også får bedre tid.

- **Motivationen øges og modstand mod læring formindskes**

Dette punkt er der også en positiv respons på. Eleverne har gennemgående været begejstret for app'en. Følgende elevudsagn stammer fra et interview med Vibe Aarkrog:

- o "Det er en spændende, god app. Alle opgaver burde være med i app'en. (De fire møbler er kun en del af de opgaver snedkerlærlingene kommer igennem)"
- o "God hjælp til nybegyndere: vi bliver mere selvhjulpne"
- o "Det er en super god idé. Ingen problemer med at navigere i det"
- o "Det fungerer godt at man kan se begreberne koblet på trappen. Man kan bedre huske det"

o "Supersmart at man kan skille trappen. Det bliver sjovere at lære"

Vi er opmærksomme på at en del af feedbacken kan skyldes en vis 'wow' effekt: Det er nyt at tænke i AR app's og konceptet adskiller sig fra den traditionelle undervisning. Lærerne fortæller dog at eleverne flere gange har taget telefonen frem på værkstedet og brugt app'en til lige at tjekke nogle detaljer.

- **Underviseren vil kunne bruge sin tid mere effektivt**

Dette succeskriterie hænger sammen med antagelsen om at 'mængden af spørgsmål begrænses', og det kan vi jo desværre ikke entydigt konkludere.

Men der er flere tegn der tyder på at påstanden er rigtig. En elev siger som tidligere nævnt: "App'en står ikke alene, den hjælper læreren og hjælper eleven med at forstå" App'en kan altså være en god støtte til læreren i bestræbelserne på at give eleverne en helhedsforståelse.

En lærer fortæller at han selv brugte app'en sammen med en elev, for at vise nogle detaljer ved trappen. På den måde blev app'en en fælles referenceramme til at forstå konstruktionen – og et godt redskab for læreren til berige sin forklaring.

- **TD og WU eleverne i samarbejde kan lave AR-materiale**

På Roskilde Tekniske Skole har vi tre uddannelser som i samarbejde vil kunne producere AR og VR app's: Teknisk Designer elever kan fremstille nøjagtige 3D-modeller, og Webudvikler- og Digital media elever kan kode brugerinterface, så 3D-modellerne kan indgå i et interaktivt AR/VR miljø.

Der har pt været afholdt et undervisningsforløb hos de tekniske designere, og ét hos webudviklerne. Men flere er i støbeskeen. TD eleverne har leveret 3D-modellerne, mens det fortrinsvis er undertegnede der har lavet app'en som den fremstår lige nu. WU – og DM elever, der også har været med inde over - har brugt app'en som referenceramme for deres arbejde, som primært har gået på at 3D-modeller skulle kunne tilgås fra en browser på elevernes mobiltelefoner, frem for en installeret app. Læs mere herom i afsnit 10; men kort fortalt har vi ret hurtigt i projektet oplevet et behov for at eleverne skulle kunne tilgå AR undervisningsmaterialet mere fleksibelt – uden skelen til hvilken platform deres smartphone kørte på.

Der har været undervisningsforløb på TD og WU uddannelsen.

TD-elever på skolepraktik har ud fra snedkerlærernes arbejdstegninger lavet 3D-modeller af de fire møbler. Dette har ikke krævet særskilt undervisning, da dette er TD'ernes primære kompetenceområde. Derimod er de blevet undervist i, hvordan 3D modellerne skulle gemmes for at kunne bruges i den videre proces, mht. filformater mm.

WU'erne er blevet undervist i hvordan et website skal opsættes således at en brugergruppe (fx snedkerelever) kan se og bruge 3D-modeller gennem en mobilbrowser, og en administratorgruppe (fx snedkerlærere) kan uploade 3D-modeller fx til undervisningsbrug. Der er – inden for dette projekts rammer – kun tilføjede begrænsede muligheder for interaktivitet. WU'erne har også undersøgt hvorvidt teknologien kunne anvendes på AR og VR briller. Læs mere herom i afsnit 10.

Det er hensigten at man arbejder videre med udviklingen af en portal, hvor man kan down- og uploade 3d-modeller til undervisningsbrug.

8. Projektets bidrag til puljens formål

Vi mener at projektet i meget høj grad rammer inden for målskiven set i forhold til puljens baggrund og formål. Vi vil i dette afsnit sammenligne vores resultater med de forskellige mål i puljen. Vi har for nemheds skyld samlet sammenlignelige mål fra puljen i grupper til venstre i tabellen herunder:

Puljens mål	Vores resultater
-------------	------------------

Der udvikles digitale og interaktive undervisningsmaterialer af høj kvalitet til fag på grundforløb og hovedforløb på erhvervsuddannelserne med henblik på at styrke elevernes læring og trivsel. Undervisningsmaterialet er et didaktisk, digitalt og interaktivt undervisningsmateriale, som er udviklet specifikt med henblik på at understøtte bestemte læringsprocesser Undervisningsmaterialet udgør et interaktivt, digitalt læremiddel, hvor eleverne kan interagere virtuelt med hinanden og lærestoffet Undervisningsmaterialet styrker elevernes læring og motivation	App'en er udviklet til GF2 og HF på snedker, og styrker elevernes læring, fordi den visualiserer data der er vanskelige at formidle. Eleverne kan gå rundt om den virtuelle 3D-model, kan gå tættere på, og sågar <i>ind</i> i modellen (fx køkkenskabet). De kan på egne mobiltelefoner, alene eller sammen med andre, interagere med 3D-modellen, så de kan se komplicerede samlinger, faglige betegnelser, mål mm. Elevernes tilkendegiver at de synes det er lettere, sjovere og hurtigere at komme i gang med opgaverne.
Didaktiske digitale undervisningsmidler skal bestå af relevant fagligt indhold og en didaktisk anvisning af, hvordan der arbejdes med indholdet Undervisningsmaterialet har et fagspecifikt indhold	App'en er rettet mod 4 faste og tilbagevendende opgaver i snedkeruddannelsens GF2, H1, H3 og H4. App'en er ikke direkte instruerende, men snarere visualiserende og derigennem anvisende.
Undervisningsmaterialet understøtter undervisningsdifferentiering Undervisningsmaterialet er en selvinstruerende applikation og understøtter forløb, hvor eleverne arbejder selvstændigt i et tempo, og på et niveau, som matcher deres forudsætninger	App'en gør at enhver kan undersøge og interagere med 3D-modellerne i eget tempo. App'en står ikke alene. Der er 2D-tegninger til alle opgaverne, og lærere og andre elever tilgængelige med hjælp og vejledning. App'en muliggør en større grad af selvorganisering af arbejdet med opgaverne.
Undervisningsmaterialet er brugervenligt Undervisningsmaterialet er visuelt appellerende	App'en er enkel og selvinstruerende, og opgaven de skal arbejde med kan nås på tre klik. Eleverne har taget godt imod den.
Undervisningsmaterialet er designet i en didaktisk og pædagogisk kontekst med henblik på at støtte den enkelte lærers didaktiske refleksion og praksis Undervisningsmaterialet understøtter blended learning, hvor elevernes fagteoretiske viden kombineres med deres erhvervsrettede praksis gennem anvendelse af digitale medier og/eller forløb Undervisningsmaterialet understøtter digitalt struktureret peer-learning og/eller peer-feedback forløb, hvor eleverne tilgår lærestoffet gennem kollaborative metoder og strukturer og herigennem bringer deres egen tilegnelse af viden, refleksioner og diskussioner i spil	App'en er designet i samarbejde med snedkerfaglærerne, med henblik på at imødegå typiske pædagogiske problemstillinger. Den bygger på en enkel måde bro mellem en konceptualisering (Hvad skal vi præcist bygge? Hvordan ser det ud?) en visualisering (Hvor skal delelementerne sidde? Hvilken retning har træet? Hvordan er samlingerne opbygget?) og en sprogliggørelse (Hvad hedder de enkelte elementer?). Der er ikke som sådan strukturerede peer to peer funktioner – men app'en kan godt anspore til kollaboration, netop pga. konceptualiseringen.

Undervisningsmaterialet udnytter de digitale muligheder på ambitiøs vis Undervisningsmaterialet motiverer og realiserer erhvervsuddannelsernes digitale ambitioner	AR-teknologien ligger SAMR³ skalaens øverste trin: Teknologien understøtter undervisningsdesign der tidligere ikke var muligt. App'en kan derfor indfri og forhåbentligt inspirere til høje digitale ambitioner i sektoren 😊
--	--

Kvalitetssikring og afprøvning

9. Kvalitetssikring af digitalt undervisningsmateriale

Kvalitetssikring

Det grundlæggende skelet til app'en blev delvist udviklet i forbindelse med en såkaldt 'Learning Factory' afholdt af videnscentret 'Center for it i undervisningen' (CIU). Arbejdet og fremskridtene med app'en blev løbende præsenteret for de andre deltagere på kurset (primært undervisere), som gav teknisk, didaktisk og pædagogisk feedback.

For at sikre at den fagfaglige kvalitet i projektet er i orden, har der været en høj grad af samarbejde mellem udviklerne på TD, WU og DM og snedkerteamet. Sidstnævnte gruppe har 'kvalitetsstempelen' den visuelle 3D afbildning af møblerne, herunder samlingerne og de faglige betegnelser. Desuden har denne gruppe haft stor indflydelse på app'ens didaktiske design, fordi der hér har været stor viden om hvilke pædagogiske vanskeligheder der var blandt eleverne. Snedkereleverne har også haft medindflydelse på app'ens funktioner, og kommet med gode forslag hertil.

WU eleverne har afholdt fokusgruppe interview med snedkereleverne for bedst muligt at kunne analysere hvilket behov der har været.

Produktafprøvning

Selve afprøvningen af app'en er desværre blevet noget påvirket af covid19, og deraf følgende aflysninger/omlægninger af undervisningen. Ikke desto mindre har vi nået at lave tre 'fysiske' produktafprøvninger, med tre forskellige møbler. Hver gang har vi observeret eleverne mens de installerede app'en og indledningsvis afprøvede den.

Desuden har vi lavet en video med en elev der afprøver app'en og kommer med sine umiddelbare kommentarer undervejs. Videoen opsummerer meget fint hvad de øvrige produktafprøvninger har vist, og den kan ses [HER](#).

Vi har været så heldige at vi har kunnet trække på Vibe Aarkrog - forsker på DPU i læring, didaktik og uddannelse - som sideløbende med dette projekt netop har arbejdet med AR's effekt i undervisningen.

Vibe har deltaget fysisk ved alle tre produktafprøvninger og har spurgt ind til elevernes oplevelser med app'en og det læringsmæssige udbytte. Vibes rapport kan [FINDES HER](#). Desuden kan man [HER](#) se et videointerview med Vibe omkring AR-teknologiens pædagogiske effekt.

Der er lavet to spørgeskemaundersøgelser, med henh. 6 og 8 respondenter. Af disse var der desværre kun 3 i første undersøgelse, og 2 i anden, der kunne få app'en til at virke på egne telefoner. Det er således svarene fra disse, der fremgår i spørgeskemaerne i afsnit 7.

Endelig har vi spurgt snedkerlærerne om deres erfaringer med elevernes brug af app'en.

Udkommet af disse undersøgelser er beskrevet i afsnit 7 og 8 i denne rapport.

³ [SAMR skalaen](#) vurderer om et digitalt værktøj – i den ene ende af spektret - 'bare' sætter strøm til analogt undervisningsmateriale, eller om det i den anden ende af spektret transformerer hele læringsprocessen

Erfaringer fra projektet

10. Erfaringer fra projektet

Om at starte på bar bund

Vi har i projektet gerne ville tage udgangspunkt i software og hardware som de tekniske skoler i forvejen benytter sig af. Roskilde Tekniske Skole råder ligesom mange andre over en programpakke fra Autodesk, som vi har anvendt til arbejdet med 3D-modellerne. Mere specifikt handler det om programmerne Inventor og 3D-studio MAX, som TD-eleverne bl.a. arbejder i. Disse programmer vil dog kunne erstattes af gratisprogrammer som SktechUp og Blender, hvis man ikke råder over professionelle programmer.

Selve kodningen af app'en har foregået i spiludvikler platformen Unity. Unity kan også bruges til dette formål, og kan anvendes gratis.

Til kodningen af hjemmesiden, som web-udviklere og digital media har stået for, har følgende software været brugt: Visual Studio Code (open source), A-frame (open-source WEB-framework til at bygge VR og AR), Bootstrap (framework til layout, gratis), Sigma: (fremstilling af prototyper, gratis).

På hardwarensiden har vi til projektet indkøbt en HoloLens 2, som er en AR-brille fra Microsoft, samt en VR-brille, Oculus Quest 2.

Derudover kræver et sådant projekt naturligvis knowhow. Der er en forholdsvis stejl læringskurve når man skal starte på at producere AR-materiale, og det er svært at finde samlet viden og instruktion. YouTube har været en uvurderlig hjælp. Her fandt vi en skattekiste af materiale, der strakte sig fra professionelle tutorials til entusiastiske brugere der hele tiden forsøger at udfordre grænserne. Det største problem med YouTube videoer har - udover den skiftende kvalitet - været at fremsøge og finde de relevante videoer. Så at starte fra bunden som vi gjorde, kræver også udviklingen af et vokabularium, så man ved hvad - og hvilke ord - man kan søge på.

Dette har vi gjort en hel del lettere for vores efterfølgere, idet vi har produceret en række videotutorials som kan hjælpe nye projekter fra start til slut. Disse kan ses [HER](#).

Udviklingen går hurtigt

AR teknologien udvikler sig så hurtigt så der flere gange i løbet af projektperioden er opstået nye muligheder. Eksempelvis havde vi fra starten planlagt at app'en skulle bruges sammen med en 'tracker' (læs beskrivelse i afsnit 5). Men muligheden rejste sig for at vi kunne "frigøre" os fra trackeren, således at app'en kan indsætte modellen på en hvilken som helst plan flade. Herved bliver 3D-modellen større, og det bliver lettere for eleven at afsøge detaljerne. Desuden ligger der et element i, at man fysisk skal bevæge sig rundt om modellen. Og det er jo dejligt når udviklingen hjælper med kvalitetsløft. Men den hastige udvikling gør også at det er begrænset med fælles standarder - hvilket betyder at nye metoder og processer ofte er på "prøvestadiet" og dermed ikke dokumenterede.

Vi har derfor på godt og ondt oplevet at vi er frontløbere.

Smartphones eller VR/AR briller?

WU eleverne har testet de to briller, og har for så vidt kunnet få teknologien til at virke, i særdeleshed på VR-brillen. Herigennem kunne vi tilgå 3D-modellerne i det WEB-site som WU'erne opbyggede. Det virkede dog mere meningsfyldt at arbejde videre med smartphone-sporet, fordi langt de fleste elever selv har én i forvejen. Desuden virker det mere dynamisk og fleksibelt at eleven selv lige fisker sin egen smartphone op af lommen når der er brug for det, i stedet for at læreren skal finde klassesæt med VR-biller frem, og sørge for at alle er opladte, afsprittede, mm.

Når det er sagt, er der givetvis læringsmæssige gevinster i at anvende AR og VR briller, idet de kan kodes til at eleven med sine egne hænder direkte interagerer med det virtuelle 3D-indhold. Det ligger dog ikke inden for dette projekts rammer, men det vil være et oplagt perspektiv at arbejde videre med.

Krav til smartphones

Det er desværre stadig et forholdsvis begrænset udbud af smartphones der kan håndtere teknologien. På androidplatformen skal telefonen helst have en komponent der hedder ARCore. Tilsvarende komponent hedder på iPhoneplatformen ARKit. ARCore og ARKit kan registrere vandrette overflader som de virtuelle objekter kan placeres på. Ovenfornævnte 'tracker' teknologi kan dog godt køre på smartphones uden disse komponenter.

Men i praksis oplevede vi at app'en kørte på under halvdelen af elevernes smartphones. Dette skyldtes til dels at elevernes telefoner ikke havde de krævede komponenter. Men det skyldtes også i høj grad at elever med iPhones ikke kunne få app'en til at virke. Dette hænger primært sammen med begrænsninger i udviklingsmiljøet omkring iPhone. Vi kunne godt få app'en til at fungere på en iPhone, hvis app'en blev overført manuelt. Men hvis man skal have app'en udgivet i appstore, eller den bare skal bestå den indledende testfase, koster det dels penge, og dels skal en række sikkerhedsmæssige krav kunne opfyldes. Det kunne vi desværre ikke nå inden for projektets rammer.

Uanset hvad, skal eleverne – også på androidplatformen – tilsidesætte en række sikkerhedsadvarsler, som fx: "Du er ved at installere en app fra en 3.parts udvikler. Ønsker du at fortsætte?", eller "App'en ønsker at bruge kameraet. Vi du give tilladelse til det?"

Disse begrænsninger lægger et lag af teknologisk 'fremmedgørelse' oven på de gode pædagogiske intentioner. Det betød i praksis at en udvikler skulle være tilstede, når app'en blev introduceret første gang for eleverne.

WEB baseret AR er ønskværdigt

Alt dette betyder at en webbaseret løsning ville være at foretrække. Den vil kunne gøres platformsuafhængig så man kan tilgå den via androids og iPhones egne browsere. Desuden vil eleverne ikke opleve alle sikkerhedsadvarslerne, da der ikke skal installeres noget på telefonen.

Dette blev ret hurtigt klart i projektet, og vi besluttede derfor at det var denne retning vores WU og DM elever skulle gå i.

Vi fulgte nu to spor: udviklingen af en AR-app med interaktiv funktionalitet, og sideløbende med det udviklingen af en web baseret platform, hvor lærere kan uploade 3D-modeller og eleverne kan se og interagere med modellerne. Det viste sig at være en fin afbalancering. For selvom app'en havde sine begrænsninger i forhold til afvikling på forskellige mobil modeller, har vi dels kunne teste den på elever, og dels har den kunne bruges som referenceramme for den web baserede løsning.

På den web baserede platform er det lykkedes for eleverne at lave et brugerinterface, hvorfra man kan vælge om man vil se 3D modellerne i et AR eller et VR univers. Herefter kan man vende og skalere modellen. Man kan også igangsætte en enkel animation.

På denne demonstrationsplatform har eleverne brugt et enkelt skabsmøbel, og ikke de detaljerede 3D-modeller af de rigtige opgaver. Det er derfor ikke givet mening at teste det på snedkerlærlingene. Men i princippet ville man sagtens kunne indsætte de detaljerede møbler.

Når dette er sagt har vi ikke inden for dette projekts rammer været i stand til at kunne skabe den samme funktionalitet på den web baserede platform som der ligger i app'en. Det lykkedes ikke for eleverne at gøre placering af 3D-modellerne relationel til den virkelige verden – ligesom i app'en, hvor modellen kan placeres på en valgfri flade. Ligeledes ville det være en udfordrende opgave at lave animationer som brugeren kan styre. For nuværende kan brugeren starte en animation hvor skabslågen vedvarende går op og i, indtil man slukker for den.

Opsummering og perspektiver

Vi mener afgjort at teknologien er værd at arbejde videre på. AR-teknologien kan måske ikke stå alene; men den er ekstremt velegnet til at støtte op om undervisningen.

Visualisering skaber en fælles forståelse, og en fælles social oplevelse. Den effekt kan man selvfølgelig også opnå i et klasselokale hvor læreren viser en 3D model på projektoren⁴. Men ved at visualiseringen foregår i et virkeligt miljø (fx i snedkerværkstedet) skabes der en forbundethed til den øvrige læringsituation. Når eleverne så oven i købet kan interagere med visualiseringen skaber det et ejerskab for læringsprocessen. Eleven bliver styrket i at tilrettelægge og organisere sin egen læreproces, fordi eleven kan arbejde i sit eget tempo, gense bestemte frekvenser, fysisk gå rundt om og *opleve* emnet.

Men tilgangen til AR-indholdet skal være uproblematisk. Det skal helst foregå web-baseret gennem browseren på elevens egen mobiltelefon. Desuden skal det være let for lærerne at lægge nye 3D-modeller op. Disse to emner ville være oplagt at arbejde videre med, hvis der skulle komme en ny pulje til udvikling af digitale læringsværktøjer.

Et andet interessant undersøgelsesfelt ville være at undersøge hvilken effekt AR undervisningsmateriale kombineret med en podcast ville have på læringen. Podcasten kunne fx styre elevens vej igennem AR oplevelsen, eller komme med reflekterende spørgsmål.

Endelig kunne det være spændende at undersøge hvilken effekt interaktive VR-app's ville have på læringen.

Spredning

11. Udbredelse, formidling og forankring

Forankring på Roskilde Tekniske Skole

På Roskilde Tekniske Skole er der et ønske om at projektet skal skabe værdi for eleverne. Derfor er det planen at snedkereleverne fortsat skal bruge app'en.

App'en og vejledningen til brugen af den kan downloades af elever og andre interesserede [HER](#). Desuden ønsker ledelse og lærere på TD, WU og DM uddannelserne at der fortsat skal undervises i udvikling af AR-materialer.

Derudover har andre afdelinger på skolen ønsket om at der bliver udviklet tilsvarende app's inden for deres områder.

Endelig ligger serien af videotutorials omkring hvordan skoler og undervisere selv kan komme i gang med at fremstille AR baserede app's tilgængelig på RTS' YouTube kanal, som kan ses [HER](#).

Spredning til andre erhvervsskoler

Vi har samarbejdet med projektet [ROBO-didaktik](#). I den forbindelse har vi lavet en præsentation af projektet for en række undervisere på Svendborg erhvervs skole.

Vi har samarbejdet, og udvekslet erfaringer og inspiration med [Learnmark Tech Byggeri](#), som er kommet langt med anvendelsen af VR.

Spredning til faglige udvalg

Vi har sendt mails til relevante sekretariater for faglige udvalg: MI, IF, EVU og BygUd, samt direkte til de faglige udvalg for TD, WU og DM uddannelserne. Se bilag: 'Faglige Udvalg'

Øvrige uddannelsesinstitutioner

Vi har samarbejdet med Gunver Majgaard, lektor på Syddansk Universitet, som har været behjælpelig med skaffe kontakt til studerende der selv arbejdede med udviklingen af AR-app's. Desuden har Gunver medvirket i spredningen af dette projekt.

Videnscentre og forskning

Center for it i undervisningen [CIU](#) har været en vigtig spiller på flere områder. Dels har RTS deltaget i en såkaldt Learning Factory (LF) omkring udviklingen af AR materialer. Ud over den konkrete læring vi har fået derigennem, har LF'en dannet platform for gode pædagogiske diskussioner og inspiration på tværs af hele

⁴ Eller med en fysisk model som eleven faktisk kan røre ved. Selvom det sidstnævnte kan være en stor fordel, kan det være udfordrende at vende en fysisk model om, eller adskille den for at se samlingsdetaljer.

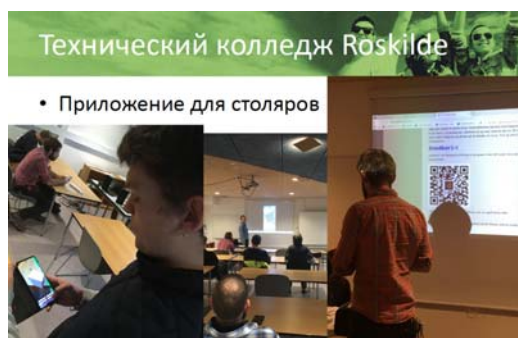
uddannelses-sektoren. Dels har CIU velvilligt lagt serverplads til den mere uformelle og forhåbentlig inspirerende beskrivelse af projektet. Den kan findes [HER](#).

[Videnscenter for håndværk bæredygtighed](#) skulle egentlig have stået for den samlede præsentation af projektet på deres planlagte portal for digitale læringsmidler. Af forskellige årsager er portalen endnu ikke oprettet; men videnscentret har alligevel været med til at sprede erfaringerne fra projektet, samt selve app'en [HER](#).

Vibe Aarkrog har som sagt deltaget og monitoreret projektet. Hun har forfattet en spændende rapport, som kan læses [HER](#).

International spredning

Roskilde Tekniske Skole internationale koordinater Pernille Bjerre var i efteråret 2021 i Hviderusland for at holde et oplæg om digitalisering af erhvervsuddannelser. Ud over Hviderusland deltog Kasakhstan, Rusland og Usbekistan. Grundet den nuværende situation i Ukraine har vi ikke taget initiativ til yderligere samarbejde.



Links, bilag, mm.

12. Evt. bemærkninger:

Links

Herunder en opstilling af links i rapporten:

Link	Kommentarer
CIU, Center for it i undervisningen Her ligger en fin beskrivelse rettet mod undervisere	Linket til CIU's beskrivelse af projektet er muligvis ikke opdateret, når I læser dette. Det skulle gerne ske ultimo uge 13
Roskilde Tekniske Skole Her ligger de formelle beskrivelser, download af app, mm.	Se efter 'Augmented reality i undervisningen'
Videotutorials YouTube Hvordan laver du selv augmented realitymateriale. Playliste for 14 videoer	
Præsentation for Svendborg erhversskole	Afholdt i samarbejde med ROBO didaktik
Vibe Aarkrog, forsker på DPU i læring, didaktik og uddannelse. Forskningsrapport: Hvordan indvirker brug af VR og AR i undervisningen i erhvervsuddannelserne på elevernes læring?	
Videointerview med Vibe Aarkrog	Omhandler brugen af AR, og effekt på læringsprocessen
WU elevers website	Webudviklerelvers forsøg på at opbygge et website med AR materiale
Elev evaluering: En elev tester app'en og kommer med sine umiddelbare kommentarer	

Bilag

Bilag er vedhæftet i en zip fil:

Bilag	Kommentarer
' Interview med Niels UV runde 1'	Interview med en WU/DM lærer omkring forløb og perspektiver
' Evaluering Trappe Vibe Aarkrog'	Vibe interviewer elever
' Evaluering Vindue Vibe Aarkrog'	Vibe interviewer elever
' Evaluering af Snedker1 og Snedker2(1-7)'	Spørgeskemaundersøgelse 1
' Evaluering af Snedker1 og Snedker2(8-16)'	Spørgeskemaundersøgelse 2
' CIU ver 4.0'	Tekst til CIU præsentation
' Faglige Udvalg'	Mails udsendt til sekretariatet for faglige udvalg