

Forskningsdesign & resultater:

Kan brugen af VR/AR give arkitektfirmaet Urban Powers kunder en bedre brugeroplevelse?

Steen Jensen, lektor

Erhvervsakademi Sjælland, Danmark

stje@easi.dk

ABSTRACT

The Danish architect company “Urban Power” (UP) wants to examine, if the use of VR/AR could show new ways to visualize their solution towards customers. The purpose of this paper is to present the research design and the results produced in the development project “Modern user interfaces”. The working paper builds upon the results gained in working paper 1: literature review.

Nøgleord: *Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), traditionelle visualiseringsmetoder*

1. INDLEDNING

1.1. Formål med working paper

Nærværende working paper indgår i udviklingsprojektet *Moderne brugergrænseflader*.

Projektet har et tredelt formål.

Det primære formål er sammen med arkitektfirmaet Urban Power at undersøge potentiale for kommunikationsformer og formidlingsteknologi, herunder VR & AR, i den arkitektfaglige praksis. Der lægges op til en løbende, gensidig vidensopbygning inden for feltet. Projektet skal bidrage til at kunne give Urban Power svar på følgende spørgsmål:

- Giver brug af VR/AR Urban Powers kunder/brugere en bedre brugeroplevelse sammenlignet med Urban Powers traditionelle visualiseringsmetoder?
- Hvis ovenstående spørgsmål kan besvares med et 'ja', hvilke værktøjer skal Urban Power da anvende, og hvordan kan de implementeres i det daglige arbejdsflow?

Det sekundære formål er at etablere et samarbejde på tværs af forskellige uddannelser / afdelinger inden for EASJ – her tænkes på samarbejde mellem IT (Webudvikling) og BIM-Lab (Bygningskonstruktør). Ideen er, at begge parter sætter sig ind i forskellige teknologier og formidler dette til den anden part. Dette sparer tid til at sætte sig ind i ny teknologi for hver part. Vidensdeling bidrager til at formidle den opnåede viden til den anden part og giver også mulighed for at reflektere over egen praksis. Desuden forventes BIM-Lab at kunne bidrage med værdifuld input med hensyn til, hvilke processer og værktøjer, de benytter i deres arbejde med visualisering af projekter inden for Bygnings Informations Modellering (BIM). Hvor det kan

lade sig gøre, kan der evt. etableres samarbejde mellem de to grupper af studerende (WEB/Bygningskonstruktør).

Det tertiære formål er at inddrage områderne VR/AR/360o video/foto på PBA Webudvikling. Dette er baseret på, at udviklingen har betydet, at, information nu kan udbydes på mange forskellige platforme og medier ud over traditionelle websites, fx tilbyder Facebook 360-grader video samt VR-elementer. Ved at skifte til det praksisnære tema "Moderne brugergrænseflader" vil vi profilere uddannelsen og dens studerende over for virksomheder, som efterspørger viden om nye teknologier.

Formålet med dette working paper er at beskrive det anvendte undersøgelsesdesign samt de opnåede resultater. Nærværende working paper bygger oven på resultater fra working paper 1: litteraturreview.

2. Både afsnittet *Metode / undersøgelsesdesign* samt afsnittet *Resultater* er inddelt efter de forskellige interessenter, da disse repræsenterer forskellige interesser samt grader af involvering i projektet. Desuden er der i begge afsnit lavet en opdeling *før* og *efter* bruddet med Urban Power, da dette brud havde en afgørende indvirkning på projektet.

2.1. Forskningsspørgsmål

Dette working paper er styret af følgende to spørgsmål, som repræsenterer situationen henholdsvis *før* og *efter* bruddet med Urban Power:

Før brud – forskningsspørgsmål 1:

Giver brugen af VR/AR-teknologi arkitektfirmaet Urban Power's kunder en bedre brugeroplevelse sammenlignet med de traditionelle visualiseringsmetoder, som Urban Power p.t. benytter?

Efter brud – forskningsspørgsmål 2:

Hvordan kan AR-teknologi bruges inden for formidlingsområdet¹ til at give de besøgende en merværdi i deres oplevelse?

3. Teori / anvendte begreber

I udviklingsprojektet benyttes følgende termer:

- Virtual reality (VR):
 - Virtual reality er et kunstigt miljø, som er skabt med software og præsenteret for brugeren på en sådan måde, at brugeren opfatter dette som et virkeligt miljø. På en computer opleves virtual reality primært gennem to af de fem sanser: syn og lyd²
- Augmented reality (AR):
 - Augmented reality er integrationen af digital information med live video eller brugerens miljø i realtid³. Termen *Mixed reality* anvendes nogle gang også i stedet for AR
- Traditionelle visualiseringsmetoder:

¹ Her tænkes specielt på museer

² Definition oversat fra engelsk fra <https://whatis.techtarget.com/definition/virtual-reality> Lokaliseret d. 30. april 2019

³ Definition oversat fra engelsk fra <https://whatis.techtarget.com/search/query?q=augmented+reality> Lokaliseret d. 30. april 2019

- Urban Power benytter p.t. visualiseringsmetoder såsom *fly-through* (bevæge sig/flyve rundt om 3D-modeller), videoer, tændstiksmodeller, flamingomodeller. Der er altså tale om "traditionelle" visualiseringsmetoder, som **ikke** anvender hverken VR eller AR som metode
- Projektgruppen:
 - I nærværende working paper benyttes begrebet *projektgruppen* om de tre lektorer, som har indgået i udviklingsprojektet, nemlig Michael Hammel, Homayoon Fayez og Steen Jensen.

I working paper 1– litteraturreview⁴ udvalgte projektgruppen otte artikler:

- Portman, Michelle et al (2015). *To go where no man has gone before: virtual reality in architecture, landscape architecture and environmental planning.*
- Patel, Navinchandra K. et al (2002). *Evaluating the use of virtual reality as a tool for briefing clients in architecture.*
- Fritz-Rasmussen, Nikolaj B. (2016). *Virtual design & construction, fremtidens projekteringer og simuleringer.*
- Chi, Hung-Lin et al (2013). *Research trends and opportunities of augmented reality applications in architecture, engineering, and construction.*
- Paul Hockett, Tim Ingleby (2016). *Augmented Reality with Hololens: Experiential Architectures Embedded in the RealWorld.*
- Ravasz, Jonathan (2016). *Design Practices in Virtual Reality.*
- Wilson, Tyler (2017). *The Principles of Good User Experience Design for Augmented Reality.*
- Piumsomboon, Thammathip et al (2013). *User-Defined Gestures for Augmented Reality.*

4. Metode / undersøgelsesdesign

Undersøgelsesdesign for forskningsspørgsmål 1 (før brud med Urban Power):

Urban Power:

Sammen med Urban Power udarbejdede projektgruppen et spørgeskema. Det var meningen, at Urban Power skulle evaluere deres egne løsninger til Næstved Kommune, og de studerende fra valgfaget skulle derefter evaluere deres VR/AR-løsninger til Næstved. På denne måde ville vi kunne indsamle empiri for at kunne besvare forskningsspørgsmålet. Til begge evalueringer skulle der benyttes et fælles evalueringsskema. Skemaet er struktureret omkring seks hovedområder: skala, rumlighed, tilstedeværelse / fordybelse, kvalitet, interaktion samt konklusion. Der indgik nedenstående spørgsmål for hvert hovedområde:

1. Skala

⁴ Se working paper 1 – litteraturreview for yderligere uddybning og begrundelse for valg af artikler

- a. Var det muligt at bedømme dimensionerne på de tilføjede bygninger/objekter i forhold til omgivelserne (andre bygninger, træer etc.) i præsentationen?
2. *Rumlighed*
 - a. Var det muligt at bedømme, hvor de forskellige objekter er placeret i forhold til hinanden? (foran, bagved, ved siden af...)
 3. *Tilstedeværelse / fordybelse*
 - a. Vidste du på ethvert tidspunkt, hvor du var i byrummet?
 - b. Baseret på præsentationen synes du da, at byrummet er blevet forbedret?
 - c. Hvor opmærksom var du på de ting, der foregik omkring dig under præsentationen?
 4. *Kvalitet*
 - a. Var præsentationen af byrummet klar nok til at vise den planlagte udvikling?
 - b. Understøttede beplantningen (træer, buske etc.) din overordnede oplevelse af den planlagte udvikling?
 - c. Kunne du baseret på præsentationen forestille dig, hvordan det tilføjede vil passe ind i det omkringliggende område?
 5. *Interaktion*
 - a. Var du tilfreds med de interaktive muligheder (bevæge sig rundt, vælge muligheder, klikke etc.) i præsentationen, eller manglede du nogle muligheder (og hvilke)?
 6. *Konklusion*
 - a. Blev alle dine spørgsmål angående byrummet besvaret, eller har du nogle ubesvarede spørgsmål? Hvis du har nogle ubesvarede spørgsmål, så forklar venligst, hvilke spørgsmål du gerne ville have haft et svar på
 - b. Har du nogle forslag til, hvordan præsentationen kunne forbedres?

BIM-Lab:

Til at evaluere projektgruppens samarbejde med BIMLAB⁵ blev der benyttet telefoniske samtaler. Desuden blev der benyttet en såkaldt Delphi-evaluering⁶ for at indsamle de studerendes oplevelse af, hvad de fik ud af at besøge BIMLAB.

Valgfag på PBA Webudvikling:

I den første iteration af valgfaget blev der benyttet en såkaldt Delphi-evaluering, hvor de studerende fik mulighed for at skrive ting, der fungerede, og ting der kunne forbedres.

Desuden har projektgruppen haft løbende dialog og brainstorming om, hvordan vi som undervisere kan forbedre valgfaget.

Undersøgelsesdesign for forskningsspørgsmål 2 (efter brud med Urban Power

Efter den første iteration valgte Urban Power at trække sig fra vores samarbejde. Refleksion over årsager til bruddet samt begrundelse for valg af ny samarbejdspartner (Roskilde Museum) vil blive

⁵ Se beskrivelse i afsnit 1.1. *Formål med working paper*

⁶ Se eksempel på skema på http://educate.au.dk/fileadmin/user_upload/111027_Skema_til_Delphi_evaluering.doc
Lokaliseret d. 23. maj 2019

uddybet under *Konklusion*.

Roskilde Museum:

I den første iteration af vores samarbejde med Roskilde Museum valgte projektgruppen, at de studerende frit kunne vælge et område på hele museet til deres løsninger.

Ved en afsluttende præsentation skulle de studerende fremvise deres løsninger for museet, som så skulle give feedback baseret på, om løsning ville give museet merværdi i forhold til den nuværende analoge udstilling.

I den anden iteration af vores samarbejde med Roskilde Museum valgte projektgruppen, at de studerende skulle fokusere på middelalderdelen i museet. Som i den første iteration skulle museet ligeledes give de studerende feedback på, om deres løsninger gav museet merværdi.

VRDK:

På baggrund af feedback fra Urban Power, besluttede projektgruppen fremover at lægge fokus på AR (augmented reality). Vi kontaktede derfor det danske firma VRDK for at få dem til at udarbejde et skræddersyet 3-dages kursus til os (undertegnede, lektor Michael Hammel samt lektor Homayoon Fayez).

Efter deltagelse på ovenstående kursus fik vi overtalt VRDK til at deltage i de studerendes præsentationer af deres løsninger til Roskilde Museum. VRDK's rolle skulle være at vurdere de studerendes løsninger ud fra et spørgeskema⁷ struktureret omkring tre hovedområder: brugerens kontekst, løsningens anvendelighed og brugergrænseflade (GUI). Der indgik nedenstående spørgsmål for hvert hovedområde:

1. Brugerens kontekst:

1.1. Er der i løsningen taget højde for den kontekst, hvori brugeren skal anvende løsningen?

2. Løsningens anvendelighed:

2.1. Vil løsningen kunne anvendes i praksis?

2.2. Vil løsningen tilføre yderligere værdi i forhold til den nuværende 'analoge' udgave?

3. GUI:

3.1. Er hyppigt anvendte GUI-elementer anbragt i områder, der er nemme at ramme på skærmladen?

3.2. Er GUI-elementer designet på en velkendt måde (knapper, der ligner knapper m.v.)?

3.3. Er der benyttet standard mobile bevægelser / gestik (tap, swipe, pinch, rotate)?

3.4. Er der benyttet forståelige 'cues' for at henlede brugerens opmærksomhed på, hvilke elementer der kan interageres med (fx ved mus over knapper, lyde m.v.)?

3.5. Farver & tekster:

3.5.1. Er de anvendte farver hensigtsmæssige (fx i kontekstuel & kulturel sammenhæng)?

3.5.2. Er tekster lette at læse?

3.6. Ser 3D-objekter realistiske ud (fx ved at anvende skygger)?

Projektgruppen var interesserede i at få feedback på det udarbejdede spørgeskema, således at vi ville kunne justere udformningen og på denne måde komme frem til en endelig udgave, som ville kunne bruges i valgfaget som AR-designregler, når de studerende skulle udarbejde AR-løsninger.

⁷ Skemaet udarbejdedes af undertegnede og lektor Michael Hammel med feedback fra VRDK

Valgfag på PBA Webudvikling:

I de næste iterationer af valgfaget blev der også benyttet Delphi-evaluering samt dialog med de studerende i klassen. Delphi-skemaerne gav en værdifuld feedback, som uddybes under afsnittet *Resultater*.

Desuden har projektgruppen haft løbende dialog og brainstorming om, hvordan vi som undervisere kan forbedre valgfaget.

5. Resultater

Resultater før brud med Urban Power:

Urban Power:

I samråd med Urban Power (Arne Cermak Nielsen) blev vi enige om, at de studerendes løsninger mere havde karakter af prototyper – vi blev derfor enige om **ikke** at gennemføre de planlagte evalueringer med Næstved kommune. Det udarbejdede evalueringsskema blev derfor ikke benyttet. I stedet for blev vi enige om, at Arne fra Urban Power skulle give feedback på de studerendes løsninger. Sammenfattende havde Urban Power følgende bemærkninger / ønsker til forbedringer i løsningerne:

- Bedre realisme i 3D-objekter: teksturer, skala, lyssætning, perspektiv
- Bedre skalaforhold i 360-fotos
- Realistisk beplantning
- Større grad af brugerinteraktion:
 - Kunne styre animeret bil
 - Tænde / slukke for forskellige lag:
 - Med/uden bakken
 - Med/uden overdækningen
 - Valg af forskellige materialiteter på plads og bakke
 - Valg af forskellige former for kunstbelysning
 - Valg af forskellige typer beplantning, byrumsmøbler etc.

Projektgruppen brainstormede om, hvilken betydning ovenstående feedback ville få for det fremtidige samarbejde med Urban Power. Nedenstående repræsenterer vores refleksioner:

- Det stiller store krav til vores studerende, hvis de skal kunne fremstille detaljerede 3D-modeller, da de **ikke** er trænede 3D-modellører – kan projektgruppen stille som krav til Urban Power, at de skal levere detaljerede 3D-modeller med teksturer (inkl. Beplantning, møbler etc.), således at vores studerende kan koncentrere sig om selve **interaktionen**?
- Eller kan projektgruppen sammen med Urban Power definere nogle projekter, hvor det grafiske udtryk nedprioriteres, og hvor **interaktionen** opprioriteres?
- Skal der stadig være tale om **konkrete** projekter, eller kunne man tænke sig frie projekter, hvor de studerende selv valgte at modellere et landskab/område med Urban Power som evaluatør?

BIMLAB:

Den oprindelige aftale med BIMLAB var, at de dels skulle give en demonstration af de værktøjer, som benyttes i bygningsindustrien, dels skulle give en indføring i værktøjet *SketchUp*, som de studerende ville kunne bruge til at lave simple 3D-modeller. Projektgruppen skulle så give BIMLAB en indføring i værktøjet *A-Frame*⁸, som de ville kunne bruge til at visualisere deres egne løsninger.

A-Frame kan kort karakteriseres som et værktøj med samme syntaks som html, som kan bruges til at fremstille webbaseret VR & AR.

De foreløbige konklusioner efter samarbejdet i første iteration af valgfaget var, at BIMLAB ikke syntes, de vil kunne bruge A-Frame i deres arbejde. Set fra vores side ville vi kunne bruge BIMLAB som inspirationskilde (Besøg) og ville måske også kunne bruge deres intro til SketchUp. De studerende på valgfaget var også meget glade for besøget, hvor de dels fik et godt indtryk af de værktøjer, som bygningsindustrien benytter, dels fik erfaring med at lave simple 3D-modeller ved hjælp af SketchUp.

Efter anden iteration af valgfaget valgte BIM-Lab at afslutte samarbejdet. Refleksion over årsager til bruddet vil blive uddybet under *Konklusion*.

Valgfag på PBA Webudvikling:

På baggrund af indsamlede skemaer fra de studerendes Delphi-evaluering kunne vi opsummerende konkludere nedenstående (kun feedback med relevans til forskningsspørgsmål 1 i udviklingsprojektet er medtaget):

- I udarbejdelsen af løsning i det konkrete projekt skal mulighed for **brugerinteraktion** opprioriteres
- Det kommende semester skal der også undervises i Unity⁹
- Opgradering af undervisning i AR.

Resultater efter brud med Urban Power:

Roskilde Museum:

I den første iteration med Roskilde Museum kunne de studerende frit vælge på hele museet til at lave en AR-løsning. I den anden iteration valgte projektgruppen i samråd med Roskilde Museum at begrænse det, så de studerende kun skulle arbejde inden for middelalderdelen på museet.

I den første iteration syntes Roskilde Museum, at de fik et vist indtryk af, hvad teknologien kunne bruges til, men at merværdien for museet i de udarbejdede løsninger var begrænset.

Efter justering af valgfaget (se nedenstående afsnit *Valgfag på PBA Webudvikling*) var Roskilde Museum langt mere tilfredse med merværdien i løsningerne. Nedenstående er eksempler på museets udtalelser:

- "Interessant med ekstra lag, der fortæller historie fra middelalder"
- "Sjovt – man ser noget uventet"

⁸ Se introduktion til A-Frame på <https://aframe.io/docs/0.9.0/introduction/> Lokaliseret d. 17. juni 2019

⁹ Se beskrivelse på <https://unity.com/> Lokaliseret d. 23. maj 2019

- ”God idé, nærmest spilagtigt!”
- ”Man kan komme tæt på objekter med teknologi”.

VRDK:

Hovedkonklusionen fra VRDK's side var, at de syntes, brugen af skemaet¹⁰ tog for meget fokus/opmærksomhed fra vurderingen af løsningernes helhedsindtryk. Vi fik dog et ganske godt billede af, hvad vi som undervisere skal fokusere mere på fremover i valgfaget (uddybes i følgende afsnit).

Valgfag på PBA Webudvikling:

Efter første iteration med Roskilde Museum gav de studerende nedenstående feedback:

- De var glade for at arbejde med Unity
- De syntes, AR-designregler var for abstrakte.

Efter første iteration med Roskilde Museum blev vi som projektgruppe enige om, at der skulle foretages nedenstående justeringer af valgfaget til næste iteration:

- Ovennævnte AR-designregler skal gøres mere forståelige / operationelle¹¹
- For ufokuseret med ”hele museet” – vi bør sammen med museet udvælge en begrænset del, som de studerende arbejder med
- Der har været for stor en grad af ”teknikfokus” i de studerendes løsninger. Der skal derfor fokuseres på en større grad af merværdi i de udarbejdede løsninger. Desuden skal der arbejdes mere at få indarbejdet tydelige cues i løsningerne.

Efter anden iteration med Roskilde Museum gav de studerende nedenstående feedback:

- De var glade for Mixed reality user flows¹², da denne diagramtype hjalp dem med at få bedre ideer samt at kunne fokusere på scener i stedet for skærbilleder
- De syntes, det var sjovt at arbejde med projekt for en konkret klient
- Det var rart med et konkret formål til at lave eksperimenter i Unity
- De studerende efterlyste lidt mere input fra Roskilde Museum, så de viste mere om, i hvilken retning (fx målgruppe) de skulle fortsætte deres arbejde
- De studerende efterlyste mere tid til projektarbejdet.

Efter anden iteration med Roskilde Museum blev vi som projektgruppe enige om, at der skulle foretages nedenstående justeringer af valgfaget til næste iteration:

- I stedet for mere tid til projektarbejde mente vi, at det ville være bedre med en midtvejsevaluering, hvor Roskilde Museum kunne give de studerende feedback, så det de studerende derefter kan forsætte deres arbejde mere målrettet
- På trods af de reviderede AR-designregler (se bilag 1) gav det ikke nogen nævneværdig forskel i de studerendes løsninger. I stedet blev vi enige om, at det var vigtigere at fokusere på cues i løsningerne
- Samtidigt med undervisning i Unity skal de studerende tidligt i forløbet arbejde med at udarbejde Mixed reality user flows samt indbygge cues i deres løsninger. For at højne indlæringen af dette vil vi indføre *peer reviews*, hvor de studerende i grupper tester

¹⁰ Se afsnittet VRDK under **Undersøgellesdesign efter brud med Urban Power**

¹¹ AR-designreglerne blev efterfølgende revideret – se det reviderede format i bilag 1

¹² Se eksempler på <https://blog.marvelapp.com/creating-user-flows-mixed-reality/> Lokaliseret d. 23. maj 2019

hinandens løsninger og giver feedback.

6. Konklusion

6.1. Arkitektfirmaet Urban Power

Som beskrevet i afsnit 5 *Resultater* blev der *ikke* gennemført evalueringer med Næstved Kommune. I stedet for gav Arne fra Urban Power (UP) feedback på de studerendes løsninger¹³.

Det er projektgruppens opfattelse, at UP ville kunne have haft stort udbytte af brug af AR i deres løsninger, hvis samarbejdet var fortsat, og projektgruppen sammen med UP ville have kunnet justere de fælles forventninger: krav til de studerende, krav til ressourcer udleveret af UP, indarbejdelse af AR i UP's workflow.

Der er sandsynligvis tale om flere årsager til bruddet med Urban Power (UP). En hovedårsag skal nok ses i, at vi ikke sammen med UP havde fået foretaget en tilstrækkelig grundig forventningsafstemning, således at UP var klar over, at samarbejdet mere ville have karakter af en *teknologiafprøvning* end af at få udarbejdet *færdige, detaljerede* arkitektmodeller.

UP havde klart en forventning om, at de udarbejdede løsninger ville have den samme store præcision, som deres hidtidige løsninger, hvilket var et lidt urealistisk krav, da vores studerende ikke er trænet i at kunne udarbejde 3D-modeller. Da de leverede modeller fra UP's side var meget lidt detaljerede (dette har hidtil virket fint for UP, da man med de hidtidige visualiseringsmetoder sagtens kunne bruge modeller uden specielt stort detaljeniveau), skinnede det tydeligt igennem, da det er svært at skjule manglende detaljeringniveau i VR/AR, da man her har mulighed for at betragte 3D-modellerne fra alle vinkler. Det ville her have været en klar fordel, hvis vi kunne have lavet nogle klare aftaler om, hvordan og i hvilken detaljeringsgrad, at UP skulle levere content til vores studerende.

Et andet aspekt medvirkende til bruddet var, at vi som projektdeltagere/undervisere ikke havde fået analyseret UP's workflow grundigt nok, hvor vi i givet fald sammen med UP kunne have fået udarbejdet et *samlet, nyt* workflow, hvor brugen af VR/AR mere skulle ses som et *supplement* til deres eksisterende workflow og ikke en total *erstatning* for samme.

Hvis Urban Power havde valgt at fortsætte samarbejdet, ville de formentlig have kunnet bruge evalueringsskemaet¹⁴ til sammen med deres kunder at foretage en evaluering af de udarbejdede løsninger.

Endvidere ville vi sammen med Urban Power have kunnet hjælpe dem med at indføre workflow til udarbejdelse af AR-løsninger i deres arkitektfaglige praksis. Herunder ville de beskrevne AR-designregler¹⁵ have kunnet være benyttet til at evaluere de udarbejdede løsninger.

Da bruddet med UP således var en realitet, måtte vi se os om efter en anden samarbejdspartner. Efter brainstorming i projektgruppen blev vi enige om, at det ikke var realistisk med et nyt arkitektfirma, da dette ville tage meget lang tid at finde og få etableret et nyt samarbejde. Desuden var vi nok blevet lidt desillusionerede af bruddet med UP og frygtede, at dette ville

¹³ Se detaljeret beskrivelse af Urban Powers feedback i afsnit 5 Resultater

¹⁴ Se beskrivelse under VRDK i afsnittet **Metode / undersøgelsesdesign**

¹⁵ Se beskrivelse under VRDK i afsnittet **Undersøgelsesdesign efter brud med Urban Power**

kunne gentage sig med et andet arkitektfirma, da de sandsynligvis ville have samme krav til detaljeringsgrad som UP.

Erfaringer med vores studerende viser, at de klart foretrækker *lokale* samarbejdspartnere, hvor det er nemt for dem at komme i kontakt med. Derudover syntes vi også, at en anden vinkel med fokus på *storytelling*) kunne være spændende at arbejde med. Vi blev derfor enige om at kontakte Roskilde Museum.

6.2. BIM-Lab

De studerende på valgfaget var glade for det indlagte besøg hos BIMLAB i undervisningsforløbet. De gav udtryk for tilfredshed med dels en introduktion til de værktøjer, som benyttes i bygningsindustrien, dels en indføring i SketchUp, som kan bruges til at lave simple 3D-modeller.

Efter anden iteration af valgfaget valgte BIM-Lab at afbryde vores samarbejde. Årsagen skal findes i, at de dels ikke syntes de fik nok ud af det, dels følte sig lidt pressede rent tidsmæssigt med øvrige projekter.

Man kan sige, at det planlagte samarbejde på tværs af forskellige afdelinger / uddannelser inden for EASJ (IT: Webudvikling og BIMLAB: Bygningskonstruktør) kun kom til at fungere halvt, da det kun var os på IT, Webudvikling som fik glæde af samarbejdet, mens BIMLAB, Bygningskonstruktør ikke fik noget ud af det, da de ikke ville kunne bruge A-Frame og ikke kunne retfærdiggøre deres tidsforbrug over ledelsen.

Hvis samarbejdet skulle have fungeret, burde begge parter have gjort mere ud af at definere fra starten af samarbejdet præcist, hvad begge parter skulle få ud af det. Desuden burde der også have været foretaget en clearing med ledelsen, således at der var ville være ressourcemæssig opbakning bag samarbejdet.

6.3. Valgfag på PBA Webudvikling

Set i bakspejlet var det måske en fordel for valgfaget, at bruddet med UP skete, da det gjorde det muligt at skifte fokus fra arkitektur til formidling / *storytelling*. Dette har helt klart bibragt valgfaget noget i form af mere spændende løsninger, hvor de studerende mere skal tænke i *storytelling* samt at skabe *merværdi* for museet frem for blot at visualisere arkitektur (for Urban Power).

Det øgede fokus på Unity som platform har også været en rigtig beslutning, da dette muliggør mere avancerede løsninger.

Endelig har inddragelsen af Mixed reality user flows givet de studerende et værktøj til at kvalificerede deres løsninger med fokus på at skabe merværdi i løsningerne.

6.4. Forskningsspørgsmål / perspektivering

Udviklingsprojektet har som forskningsspørgsmål arbejdet med to spørgsmål, henholdsvis *før* og *efter* bruddet med Urban Power.

Før brud – forskningsspørgsmål 1:

Giver brugen af VR/AR-teknologi arkitektfirmaet Urban Power's kunder en bedre brugeroplevelse sammenlignet med de traditionelle visualiseringsmetoder, som Urban Power p.t. benytter?

Sammenfattende havde Urban Power (UP) følgende bemærkninger / ønsker til forbedringer i de studerendes løsninger:

- Bedre realisme i 3D-objekter: teksturer, skala, lyssætning, perspektiv
- Bedre skalaforhold i 360-fotos
- Realistisk beplantning
- Større grad af brugerinteraktion:
 - Kunne styre animeret bil
 - Tænde / slukke for forskellige lag:
 - Med/uden bakken
 - Med/uden overdækningen
 - Valg af forskellige materialiteter på plads og bakke
 - Valg af forskellige former for kunstbelysning

Da UP valgte at afbryde samarbejdet, er det ikke muligt *direkte* at konkludere noget, men ovenstående feedback tyder på, at UP godt kunne se et *muligt potentiale* i at anvende VR/AR. På et efterfølgende fokusgruppe-møde med projektgruppen og udvalgte studerende, gav UP udtryk for, at der skulle fokuseres på AR.

Efter brud – forskningsspørgsmål 2:

Hvordan kan AR-teknologi bruges inden for formidlingsområdet til at give de besøgende en merværdi i deres oplevelse?

På baggrund af feedback fra Roskilde Museum (*Interessant med ekstra lag, der fortæller historie fra middelalder / Sjovt – man ser noget uventet / God idé, nærmest spilagtigt!*) er det nærliggende at vurdere, at der generelt kan være et stort potentiale i specielt AR også for andre museer og måske også andre brancher med fokus på formidling / storytelling.

Nedenstående følger en kort opsummering af de tre formål som beskrevet i afsnittet 1.1. *Formål med working paper.*

Det primære formål: *sammen med arkitektfirmaet Urban Power at undersøge potentiale for kommunikationsformer og formidlingsteknologi, herunder VR & AR, i den arkitektfaglige praksis.* Som ovenfor beskrevet er det naturligvis ikke muligt *direkte* at konkludere noget, men der kan dog være en hvis sandsynlighed for, at specielt AR vil kunne bruges som et *supplerende* visualiseringsværktøj for arkitektfirmaer generelt, *hvis* firmaerne kan 'modnes' til at betragte AR som et supplement til og ikke en erstatning for deres normale workflow. Hvor let eller svært denne bearbejdning vil være er svært at forudse på forhånd.

Det sekundære formål: *at etablere et samarbejde på tværs af forskellige uddannelser / afdelinger inden for EASJ (her: Webudvikling og Bygningskonstruktør).* Da BIMLAB valgte at afbryde samarbejdet, lykkedes det planlagte samarbejde ikke. Som beskrevet under afsnit 6.2 *BIMLAB* var der en række faktorer, der skulle have været på plads for at samarbejdet havde kunnet lykkes:

- Klar definition fra start af, hvad hver part skulle bidrage med og få retur fra den anden part

- Clearing med ledelsen, således at der var ville være ressourcemæssig opbakning bag samarbejdet
- Opsætning af rammer (herunder udarbejdelse af fælles projektbeskrivelse), således at et egentligt samarbejde mellem studerende på Webudvikling og Bygningskonstruktør ville kunne have været implementeret.

Det tertiære formål: *at inddrage områderne VR/AR/360o video/foto på PBA Webudvikling for at muliggøre en profilering af uddannelsen og dens studerende over for virksomheder, som efterspørger viden om nye teknologier. Dette formål må siges at være opfyldt, da der allerede på nuværende tidspunkt er flere eksempler på studerende, der har været i praktik og/eller er blevet ansat i virksomheder, der arbejder med VR/AR¹⁶.*

Som en slags sidegevinst er vi i projektgruppen blevet enige om fremover at medtage undervisning i A-frame allerede på 6. semester i faget Interface Design. Dette vil formentlig medføre, at de studerende allerede er tunet mere ind på at skulle arbejde med VR/AR, når de kommer til valgfaget på 7. semester.

¹⁶ Se beskrivelse af virksomhederne VRDK og Hero Appmaker på henholdsvis <https://vr.dk/> og <http://heroappmaker.com/> Lokaliseret d. 25. juni 2019

7. REFERENCER

[1]. Portman, M. E., Natapov, A. & Fisher-Gewirtzman, D. (2015). *To go where no man has gone before: virtual reality in architecture, landscape architecture and environmental planning*. Artikel i tidsskriftet *Computers Environment and Urban Systems*. Vol. 54 (2015) pp. 376-84. Elsevir Ltd.

Kan downloades fra **The MarCoast Ecosystems Integration Laboratory** via url <https://portman.net.technion.ac.il/pubs/>

[2]. Patel, N. K., Campion, S. P., & Fernando, T. (2002). *Evaluating the use of virtual reality as a tool for briefing clients in architecture*.

Artikel i *Proceedings of the International Conference on Information Visualisation* (Vol. 2002–January, pp. 657–663). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.

Kan rekvireres via **ResearchGate** via url

https://www.researchgate.net/publication/3964972_Evaluating_the_use_of_virtual_reality_as_a_tool_for_briefing_clients_in_architecture

[3]. Fritz-Rasmussen, N. B. (2016). *Virtual design & construction, fremtidens projekteringer og simuleringer*.

7. semester specialerapport fra Bygningskonstruktøruddannelsen (KEA-id: nico0628@kea.dk). Erhvervsakademi København (KEA).

Kan downloades via url

https://opgaver.kea.dk/bitstream/handle/20.500.11869/31/VDC_FREMTIDENS%20PROJEKTERING%20OG%20SIMULERING_NIKOLAJ_BOISEN_FRITZ-RASMUSSEN_7A_E2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[4]. Chi, H., Kang, S., Wang, X. (2013). *Research trends and opportunities of augmented reality applications in architecture, engineering, and construction*

Artikel i *Automation in Construction*, vol. 33 (2013) pp. 116-122. Elsevir Ltd.

Kan rekvireres via **ResearchGate** via url

https://www.researchgate.net/publication/257371819_Research_trends_and_opportunities_of_augmented_reality_applications_in_architecture_engineering_and_construction

[5]. Hockett, P., Ingleby, T. (2016). *Augmented Reality with Hololens: Experiential Architectures Embedded in the RealWorld*.

Artikel publiceret i arXiv, 1610.04281v1 (2016). Cornell University Library.

Kan downloades fra **Cornell University Library** via url <https://arxiv.org/abs/1610.04281>

[6]. Ravasz, Jonathan (2016). *Design Practices in Virtual Reality*.

Artikel publiceret på UX Collective, f900f5935826 (2016).

Kan læses på **UX Collective** via url <https://uxdesign.cc/design-practices-in-virtual-reality-f900f5935826>

[7]. Wilson, Tyler (2017). *The Principles of Good User Experience Design for Augmented Reality*.

Artikel publiceret på UX Collective, d8e22777aabd (2017).

Kan læses på **UX Collective** via url <https://uxdesign.cc/the-principles-of-good-user-experience-design-for-augmented-reality-d8e22777aabd>

[8]. Piumsomboon T, Clark A, Billinghamurst M, Cockburn A (2013). *User-Defined Gestures for Augmented Reality*.

Artikel publiceret i Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), vol. 8118 LNCS, issue PART 2 (2013) pp. 282-299.

Kan downloades fra **ResearchGate** via url

[https://www.researchgate.net/publication/271589260 User-Defined Gestures for Augmented Reality](https://www.researchgate.net/publication/271589260_User-Defined_Gestures_for_Augmented_Reality)

8. BILAG

Bilag 1: Reviderede AR-designregler:

The following rules have been re-phrased based upon the rules described by Tyler Wilson in the article “The Principles of Good User Experience Design for Augmented Reality”¹⁷

1. Environmental Design ~ Keep the User’s context in mind
2. Interaction Design ~ How do you interact?
 - a. Are touch interactions possible, or would only voice commands would be safer (driving, for example)?
 - b. Will users have a long or short time to interact?
 - c. Which types of interactions?
Mobile gestures (tap, swipe, pinch, rotate)
Additional (Air Tap (HoloLens only), voice, hover, facial expressions)
 - d. Try to place frequently accessed UI in comfortable-to-reach areas
3. Visual and Audio Cues
 - a. Add hover states to buttons and highlight interactable elements
 - b. Use sound (or any cue) to help the user notice off-screen objects (e.g. use cues to make the user turn right in a marker less solution)
4. Color and Text
 - a. Use contextually and culturally appropriate colours
 - b. Make text visible and easy to read
5. Add Weight
 - a. Bring to objects to life by making them cast shadows – normally place light-source overhead at the 12 o’clock position
6. Innovate in Small Doses
 - a. Make users comfortable by designing the UI in a familiar way: buttons looking like buttons, known mobile gestures (pinch, swipe, tap, etc.)
7. Finding What Works
 - a. Test your solution using open-ended questions: What, Why, How?
8. Empathy
 - a. In short, how would you feel going through this experience (your solution) if you were someone else?

¹⁷ Se reference [7].