



Augmented Reality (AR) til formidling af zeppelinbasen i Tønder

Erik Kristiansen ph.d. - EASV Tønder 2024

email: erkr@easv.dk

1. Om projektet

Augmented Reality (AR) er en teknologi, der kombinerer den fysiske verden med digitale elementer ved hjælp af enheder som smartphones, tablets eller AR-briller. AR skabes normalt ved at enhedens kamerabillede forsynes med digitalt skabte overlays. AR bliver med bedre teknologi hele tiden mere populær, da den kan anvendes til at utallige formål lige fra at simulere om en given sofa kan være i en stue og at se hvor rørledninger går under vejene til at opleve dinosaurer i gågaden og få instruktioner til kirurgi – alt sammen som oplevet i den virkelige verden. AR er også blevet populær indenfor formidling af historien, da man kan opleve hvordan et miljø så ud tidligere eller hvordan en genstand fungerede i en helhed, der nu er væk.

AR har været anvendt til formidling på museer o.lign. i en række år, da teknologien tilbyder store mulighed for læring, både i form af genskabelse af genstande og i genskabelse af hele miljøer som de besøgende kan udforske.

Zeppelinbasen i Tønder er netop et eksempel på et unikt miljø, hvor de fleste af basens huse og hangarer er væk og nu erstattet af skov. De store zeppelinere er også væk. Kunne man forestille sig dette genskabt med AR?

I denne rapport undersøges, hvordan AR kan anvendes til formidling af zeppelinbasen i Tønder, herunder forskellige typer AR, samt en prototype, der viser et eksempel på AR formidling af historien om zeppelinerne i Tønder.

Projektet er forsknings- og udviklingsprojekt finansieret under Frascati rammen og løber fra september til december 2024 med deltagelse af undertegnede.

2. Introduktion til Augmented Reality

Augmented Reality adskiller sig fra virtual reality (VR) ved, at AR overlejrer digitale elementer på den fysiske verden, mens VR erstatter den fysiske verden med en fuldt digital oplevelse. Mens VR normalt kræver særligt udstyr kan AR ofte bruges med almindelige mobiltelefoner. AR-teknologi fungerer typisk ved at bruge sensorer og kamera til at placere digitale objekter i brugernes synsfelt

(Arena et al., 2022; Dargen et al., 2023). Normalt anser vi AR for at være en visuel teknologi, men teknologien kan anvendes til at forbedre alle vores sanser, men da synssansen er den mest dominerende er det den som oftest associeres med AR.

De primære fordele ved AR i læringssammenhænge inkluderer (jf. Trunfio et al., 2022; Iqbal et al. 2022):

- Øget engagement gennem *immersive* (særligt fordybende og stærke) oplevelser.
- Mulighed for at præsentere komplekse koncepter visuelt og intuitivt.
- Større tilgængelighed for et bredt publikum gennem ny teknologi.
- Læringsmulighed inkluderer også simulation og interaktion med simulerede elementer

Generelt kan AR benyttes til at vise genstande:

- som er *abstrakte* og derfor ikke eksisterer, fx pile til at vise vej, linjer til at vise matrikler, eller informationsskilte.
- som er *skjulte*, fx rør under veje eller indholdet af et rum bag en mur.
- som *komplementerer* en genstand, fx dekorationer eller manglende dele.
- som *ikke eksisterer længere*, fx huse eller miljøer.
- som er *fremtidsscenerier* eller *forestillinger*, fx planlagte byggerier eller UFO'er.

VR tilbyder generelt en mere dybdegående oplevelse, da hele synsfeltet erstattes. Til gengæld betyder det også at brugerne skal være under kontrol fysisk, enten ved at de kun bevæger deres hoved eller ved at de anvender særlige baner/kravlegårde, der er indrettet til at matche den virtuelle verden de oplever. AR kan derimod anvendes på en mobiltelefon eller pad, hvilket gør det muligt at bevæge sig sikkert rundt i et område, mens man får oplevelsen.

AR har forskellige ulemper som indtil videre har begrænset dets udbredelse.

- Brugerens skærmstørrelse definerer hvad brugeren kan se og i hvilken detaljegrad det kan være.
- Tekniske begrænsninger for sensorer og nøjagtigheden af brugerens position sætter grænser for hvor præcist AR fungerer og giver udfordringer med at lave præcise digitale dele til mobiltelefoner og pads.

AR er en efterspurgt teknologi med store fremtidsmuligheder indenfor turisme og historieformidling (Serravale et al., 2019), da den netop kan opfylde brugernes behov for at se helheder i formidlingen og give brugeren mulighed for at opleve historiske miljøer og genstande som om de var virkelige (Zhang og Zhang, 2021). Et særligt område indenfor AR er *location-based AR* (LBAR) som jeg vil anvende i dette projekt. LBAR anvender positionsteknologi (GPS) og er derfor velegnet til at anvende udendørs i større miljøer (se Kanade og Prasad, 2021 for en introduktion til området).

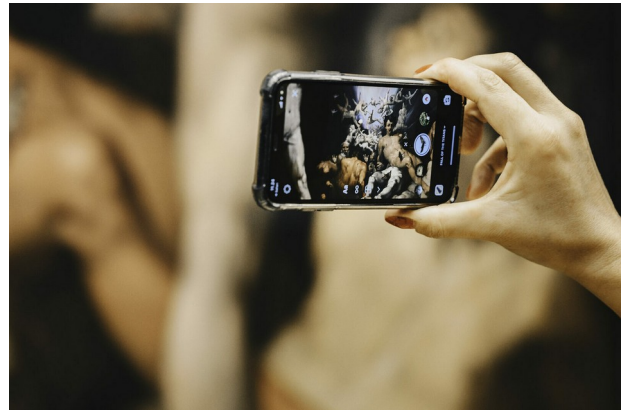
3. Typer af Augmented Reality

Der findes flere typer af AR-teknologier, der hver især kan anvendes til forskellige formidlingsformål.

3.1 Marker-baseret AR (f.eks. QR-koder)

Marker-baseret AR aktiveres ved scanning af specifikke billeder eller QR-koder typisk med mobiltelefon eller pad. Disse fungerer som ankre, der giver adgang til digitale elementer som 3D-modeller, animationer eller videomateriale. Ofte vises en 3D-model på det sted hvor QR-koden ses på mobiltelefonen. Brugeren kan så vende og dreje sin mobiltelefon og dermed studere 3D-modellen.

- **Eksempel:** Statens Museum for Kunst (SMK) har levendegjort et maleri med et AR filter. Brugeren scanner en QR-kode og kan derefter panorere over maleriet og opleve at personer og sommerfugle bevæger sig.



Figur 1: Titanernes Fald - AR på SMK

Fordelen ved marker-baseret AR er, at objekter nemt låses til QR-koden (eller anden markør) og at det kan fungere meget præcist. Ulempen er at det ofte kun fungerer med 3D-modeller der kan være på brugerens skærm, da mobiltelefonen hele tiden skal kunne "se" QR-koden. Der er meget fint at anvende til små genstande, fx keramikskår, hvor man så kan genskabe genstanden eller genstande der er meget små som så kan vises i en større skala.

Marker-baseret AR kan også konstrueres til at vise større objekter som bygninger og miljøer. Det foregår ved at brugeren aflæser en QR-kode og så vises hele miljøet som en 3D-model brugeren er placeret i. Det kræver at brugeren bliver stående på et meget præcist sted eller at man konstruerer en komplet 3D-verden som brugeren kan panorere rundt i med sin mobiltelefon.

- **Eksempel:** Schloss Pillnitz ved Dresden anvender denne teknologi til at vise slottets tidligere bygninger og parkens udseende. På udvalgte bænke er der QR-koder som publikum kan aflæse med deres mobiltelefon. Derefter vises en 3D-verden af området. Brugerne kan nu panorere med sin mobiltelefon og opleve miljøet i en anden tidsalder. Der kan vælges mellem forskellige perioder, således at brugeren kan sammenligne parkens og bygningernes udvikling.



Figur 2: Esrom kloster AR

3.2 Lokationsbaseret AR (GPS)

Lokationsbaseret AR gør brug af GPS-data for at placere digitale objekter på bestemte steder i den virkelige verden. Denne teknologi er særligt velegnet til udendørs museer og historiske steder.

- **Eksempel:** Esrom kloster har genskabt bygningerne og lader brugerne opleve forskellige dele af kloster med en pad.

Lokationsbaseret AR kan også anvendes til at placere skilte og markører ved steder som brugeren så kan opsøge. Det er således rigtig godt til at give 3D-information for bygninger i et stort område for at skabe en mere immersiv oplevelse end at benytte et 2D kort. Ofte kan man klikke på markørerne for at få yderligere information.

3.3 Objektgenkendelsesbaseret AR

Denne type AR identificerer genstande i den virkelige verden og overlejrer digitale elementer på dem.

- **Eksempel:** *British Museum* i London anvender objektgenkendelses-AR til at give besøgende mere information om artefakter, når de peger deres enheder mod udstillingsgenstande.



Figur 3: Tablet Tour, British Museum

Denne form for AR vinder stor udbredelse. Der findes utallige eksempler på fx make up og tøj, som kan "prøves" vha. af AR, blot ved at kameraet og softwaren kan analysere og genkende fx ansigter og kroppe.

3.4 Fastmonteret AR

For at kunne lave præcis integration af de virtuelle elementer er en meget nøjagtig positionering nødvendig. Det kan skabes ved at fastmontere udstyret som brugeren anvender. Dermed kan de digitale dele integreres fuldstændigt, således at det er svært at skelne mellem virkelige og digitale dele.

- **Eksempel:** Flere storcentre har vist AR-installationer, hvor publikum står foran en meget stor skærm på den modsatte væg. Skærmen viser live-billeder af publikum overlagt med 3D-modeller af dyr som pingviner og leoparder. Publikum oplever at dyrene (det har også været lavet med dinosaurer) er i samme rum som dem selv. Fordelen ved denne installation er at mange mennesker samtidigt kan deltage og samarbejde i oplevelsen, modsat andre AR oplevelser som er individuelle.



Figur 4: AR storskærm med pingviner i storcenter

med 3D-modeller af dyr som pingviner og leoparder. Publikum oplever at dyrene (det har også været lavet med dinosaurer) er i samme rum som dem selv. Fordelen ved denne installation er at mange mennesker samtidigt kan deltage og samarbejde i oplevelsen, modsat andre AR oplevelser som er individuelle.

- **Eksempel:** Super Nintendo World (Universal Studios) har lavet kikkerter, hvor de besøgende kan se ud over parken. Kikkertbilledet bliver forsynet med virtuelle elementer som blander sig med de besøgende.

3.5 Headsets

AR-feltet er meget drevet af teknologisk udvikling og der kommer til stadighed nye og mere brugervenlige enheder på markedet. Nyeste skud er XR-briller som ikke er større end at de kan bæres i længere tid af gangen. XR-brillernes software kan scanne omgivelserne og kan således placere 3D-objekter meget præcist. VR-briller udstyres også med kameraer og det lader til at AR og VR konvergerer under navnet XR (eXtended Reality). Teknologien med at scanne omgivelserne findes også til mobiltelefon.

4. Eksempler på AR-anvendelse i museumsformidling

de Young Museum, San Francisco

Museet åbnede særudstillingen "Fashioning San Francisco: A Century of Style" (2024) i samarbejde med Snap Inc (ejerer af Snapchat). Udstillingen anvender AR så de besøgende kan prøve det udstillede tøj designet af Yve Saint Laurent, Valentino og Kaisik Wong i en virtuel udgave på deres egen krop.



Figur 5: Fashioning San Francisco: A Century of Style

Muséum national d'Histoire naturelle, Paris

Museet har anvendt AR i projektet "Revivre", så de besøgende kan opleve dyr, der ellers er uddøde, fra billeder til skildpadder i deres oprindelige størrelse.



Figur 6: Revivre

The National Gallery, London

Museet har anvendt AR til at vise deres billeder på en ny måde tilgængelig på deres mobiltelefon. Et bredt udsnit af billeder fra Titian, van Gogh, Seurat osv. som nu kan opleves i London's gader takket være AR.



Figur 7: Art of London

The Art Gallery of Ontario, Toronto

Museet har arbejdet sammen med digitalkunstneren Alex Mayhew om at skabe en AR installation, kaldet "ReBlink". Installation benytter AR til at vise malerierne komme til live, gennem animationer af billedernes indhold og dermed vise kunst på en ny måde.



Figur 8: ReBlink af Alex Mayhew

The Smithsonian Institution, Washington D.C.

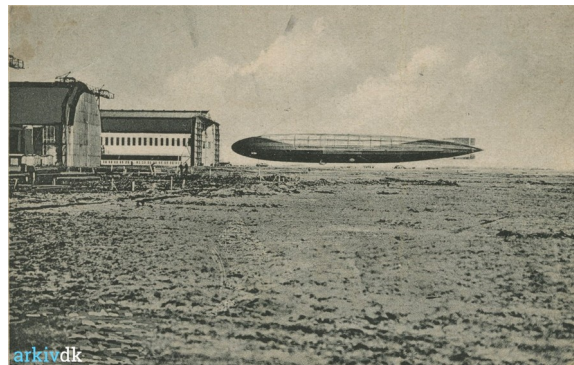
Museet har benyttet AR til at forny en af deres ældste og mest elskede udstillinger. Museets "Bone Hall" åbnede i 1881. Med AR-appen "Skin and Bone" kan de besøgende nu opleve skeletterne med hud og hår som dyrene så ud, da de var levende.



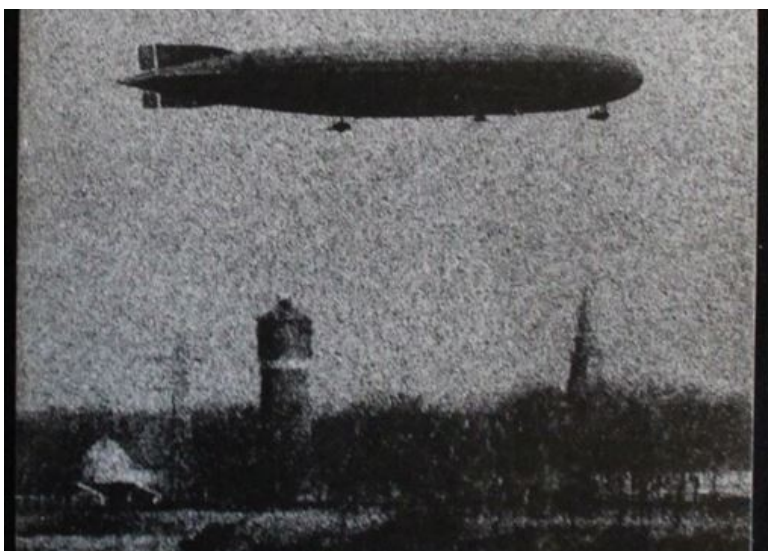
Figur 9: Skin and Bone, Smithsonian Institution, Washinton D.C.

5. Zeppelinbasen i Tønder

Da bygninger og andre installationer er væk er det nærliggende at arbejde med at genskabe dem for at formidle deres utrolige størrelse. Det ville være en meget usædvanlig oplevelse at bevæge sig rundt på baseområdet (som nu er en plantage) og se hangarerne mv. vakt til live. En anden mulighed er at genskabe en zeppeliner, da denne både kan vises ved jorden og oppe over Tønder.



Figur 10: Zeppeliner ved hangaren i Tønder



Figur 11: Zeppeliner (L30?) over Tønder

Til dette projekt har jeg valgt at genskabe en zeppeliner, da det ville blive for omfangsrigt at arbejde med bygningerne på basen. Jeg har arbejdet med at genskabe zeppelineren L30 som var på Tønderbasen i 1917.

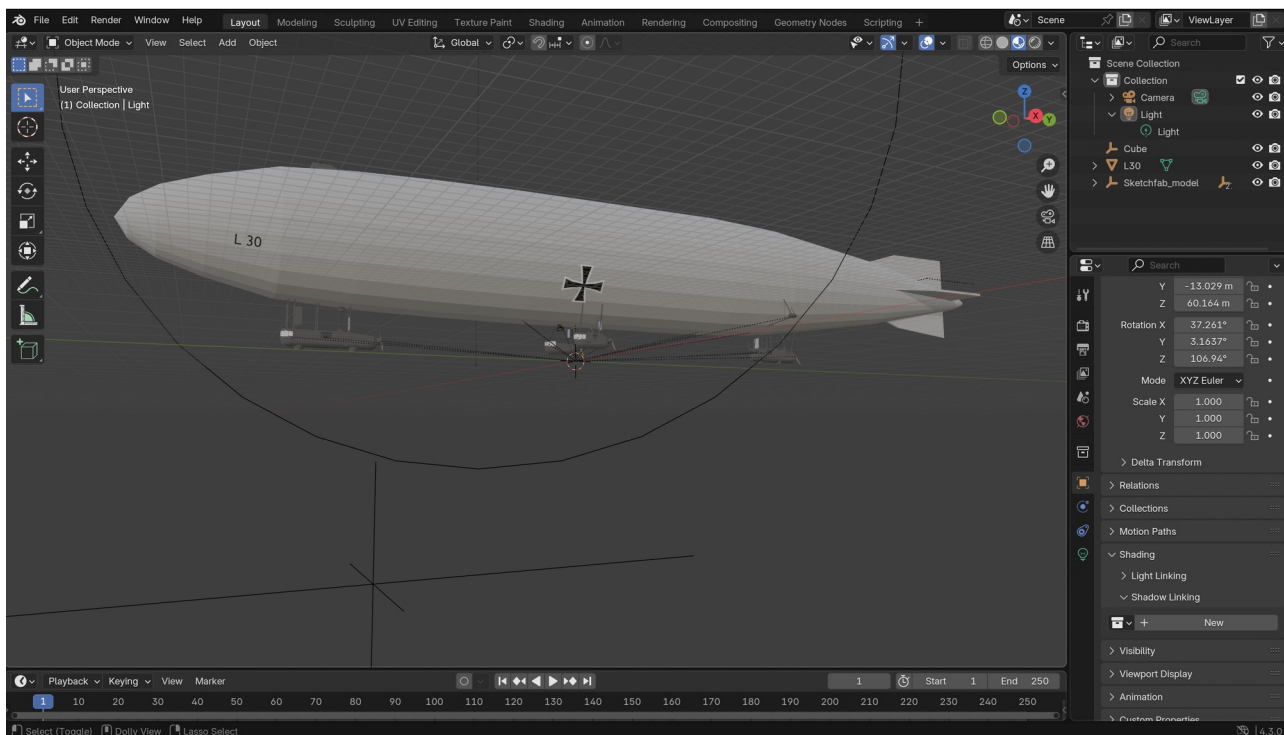
Der findes en del fremgangsmåder og produkter til at arbejde med AR. Mange af dem er forholdsvis dyre og omfattende og kræver specialiseret viden. Jeg har her valgt at arbejde med AR.JS af Jerome Etienne. AR.js er en open source augmented reality

udbygning til web med understøttelse af lokationsbaseret AR. Til rendering anvender jeg THREE.js som er et 3D renderingsbibliotek til web. Med denne opsætning kan jeg lave 3D AR direkte på en webside. Det kræver dog noget af 3D-modellen, da ikke alle browsere kan render alle typer af 3D, og tilsvarende kræver det også at brugernes browsere er compatible.

Til 3D-modellen af zeppelineren L30 har jeg anvendt en basismodel af en zeppeliner som jeg har modificeret og bearbejdet med 3D-værktøjet Blender til at ligne L30 så godt som muligt. L30's lidt lappede udseende har jeg dog ikke gengivet.



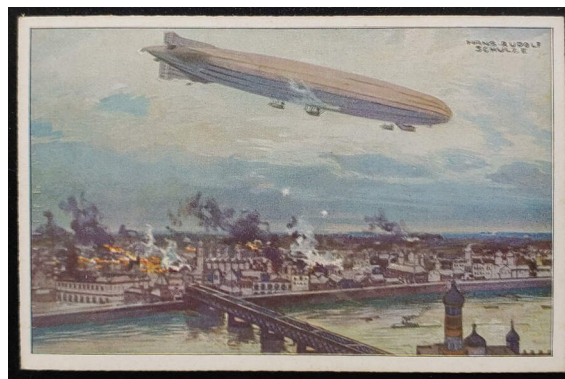
Figure 12: L30 (Wikipedia)



Figur 13: 3D model af L30 i Blender

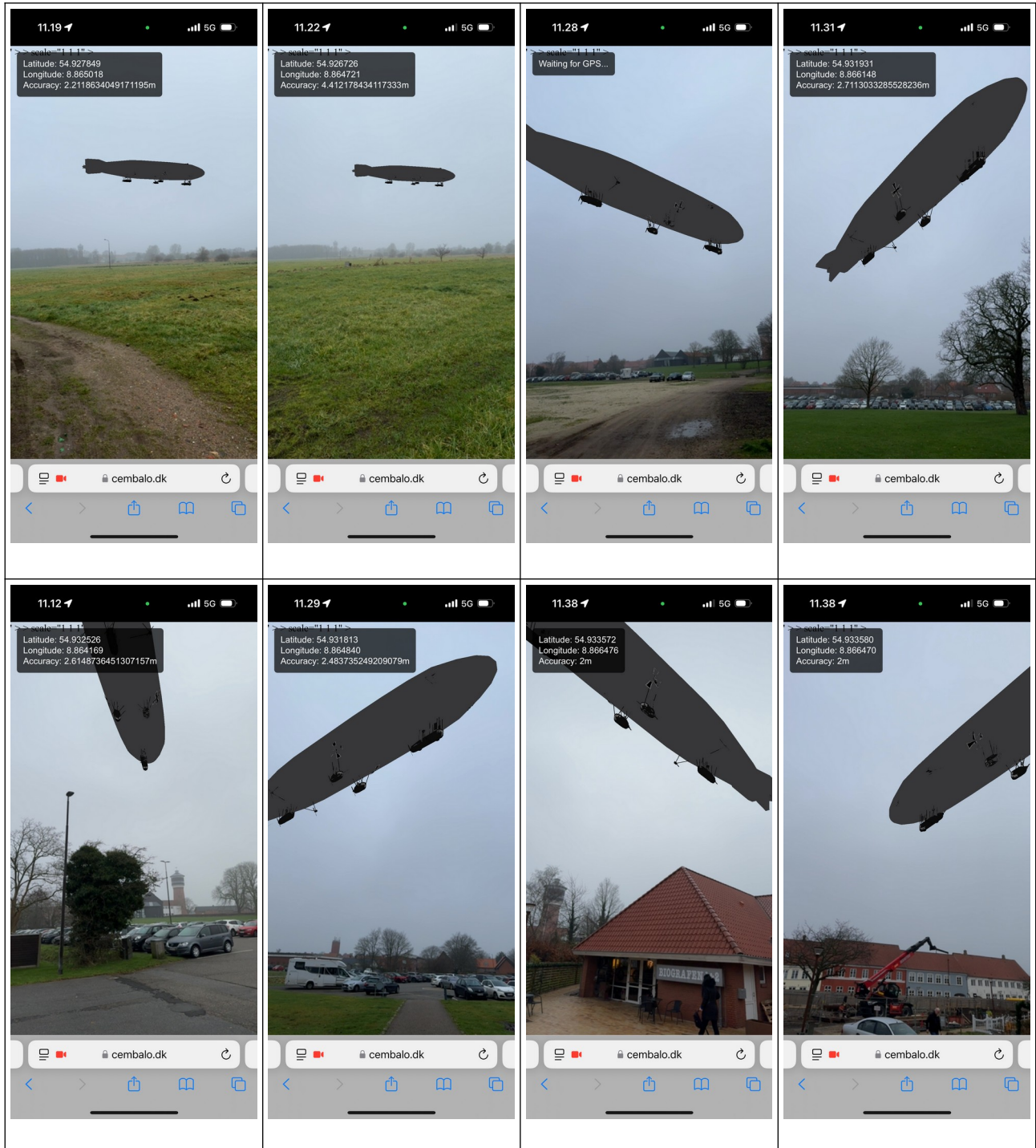
Med prototypen kan jeg nu lave oplevelser, hvor zeppelineren L30 er landet ved basen eller hvor den flyver over Tønder. Nogle af forsøgende er lavet med animation, således at brugeren oplever at zeppelineren flyver hen over byen. Projektet viser at det er en interessant mulighed at arbejde med AR til at genskabe oplevelsen af zeppelinernes enorme størrelse i forhold til byens huse.

Et interessant spørgsmål er zeppelinerens farve. Kolorede postkort viser farver fra lys grå til lys brun til mørk grå. Jeg har valgt en lidt gullig lysbrun farve. I praksis vil den dog ændre sig i forhold til belysning og baggrund, hvilket betyder at den nok vil opfattes mørkere i AR.



Koloreret postkort. Hans Rudolf Schulze (u.å. Første Verdenskrig).

Nedenfor følger billeder (screenshots - ikke efterbehandlede) fra min iPhone med brug af Safari browser af zeppelineren i vinteroverskyet vejr 11.12.2024, mens den langsomt flyver over Tønder i en højde af ca 100 m. Positionen er kameraets GPS-position. Farven kunne muligvis være mere realistisk, men det overskyede vintervejr får zeppelineren til at se mørkere ud.



6. Konklusion: AR i formidling

Fordelen er tydelige ved at det er en helt anden måde at bringe genstande og miljøer i spil på. Med AR ser brugeren stadigvæk stedet eller genstanden, men blot i en formidlingsmæssig styrket måde. Formidlingslaget kan være yderligere tekstuel information, rekonstruktion eller animationer. Det kan tilføje dele til historien eller lave frie fantasier over den.

Udfordringerne er først fremmest at få det til at fungere med en passende teknologi, at lave et godt design og at gennemføre test (Ashtari et al., 2020). Mange af AR projekterne holder kun i få år, da teknologien udvikler sig hurtigt og de besøgende forventer at ny teknologi er det sidste nye og ikke apparatur, der er fem år gammelt. Kvaliteten i AR ligger meget i hvor god 3D grafik der anvendes og især hvor kreativt formidlingsprojektet er (Arena et al., 2022). Det er stadig en teknologisk udfordring at lave AR som ikke ryster eller ser unaturlig ud. Der er forskellige enheder man kan bruge, men mobiltelefonen vinder frem, da den er let tilgængelig. Desværre er skærmen lille og det begrænser AR's muligheder plus at det gør oplevelsen individuel. For at sikre at AR fungerer efter hensigten benytter mange institutioner særlig udstyr (ofte pads) som er konfigureret og testet til opgaven.

Lokationsbaseret AI skaber oplevelser, der er bundet til bestemt steder og som derfor kræver at man som besøgende må opsøge disse steder. Det giver en yderligere dimension af at skulle finde frem til formidlingen af området. Projektets prototype viser at det kan give en spændende oplevelse at se en zeppeliner genskabt med AR flyve over Tønder og at man kan fornemme dens enorme størrelse, når man kan se forskellige detaljer ved zeppelinieren, fx ved gondolerne på undersiden.

8. Referencer

Arena, F.; Collotta, M.; Pau, G.; Termine, F. An Overview of Augmented Reality. *Computers* 2022, *11*,28. <https://doi.org/10.3390/computers11020028>

AR.JS. Jerome Etienne. <https://ar-js-org.github.io/AR.js>

Ashtari, N., Bunt, A., McGrenere, J., Nebeling, M., & Chilana, P. K. (2020, April). Creating augmented and virtual reality applications: Current practices, challenges, and opportunities. In *Proceedings of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems* (pp. 1-13).

Dargan, S., Bansal, S., Kumar, M. et al. Augmented Reality: A Comprehensive Review. *Arch Computat Methods Eng* 30, 1057–1080 (2023). <https://doi.org/10.1007/s11831-022-09831-7>

Iqbal, M. Z., Mangina, E., & Campbell, A. G. (2022). Current challenges and future research directions in augmented reality for education. *Multimodal Technologies and Interaction*, 6(9), 75.

Kanade, P., & Prasad, J. P. (2021). Mobile and location based service using augmented reality: a review. *European Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 5(2), 13-18.

Serravalle, F., Ferraris, A., Vrontis, D., Thrassou, A., & Christofi, M. (2019). Augmented reality in the tourism industry: A multi-stakeholder analysis of museums. *Tourism Management Perspectives*, 32, 100549.

Three.js <https://threejs.org>

Trunfio, M., Lucia, M. D., Campana, S., & Magnelli, A. (2022). Innovating the cultural heritage museum service model through virtual reality and augmented reality: The effects on the overall visitor experience and satisfaction. *Journal of Heritage Tourism*, 17(1), 1-19.

Zhang, Y., & Zhang, J. (2021). Catch them all: Impacts of location-based augmented reality mobile applications on local businesses. *Information & Management*, 58(8), 103550.

9. Referencer til AR projekter

1. Art of London (The National Gallery). <https://youtu.be/ry1v2G1WoJo>
2. Fashioning San Francisco: A Century of Style (de Young Museum). <https://youtu.be/G5cTgKx1wUs>
3. Esrom kloster. <https://esrum.dk/portfolio/ar-og-vr/>
4. Pillnitzer Zeitreisebänke (Schloss Pillnitz) <https://www.schlosspillnitz.de/de/veranstaltungen-ausstellungen/detailseite/event/pillnitzer-panoramabaenke-historische-gartenblicke/28401/>
5. ReBlink (The art gallery of Ontario). <https://youtu.be/1ceyNr2No6M>
6. Revivre (Musée nationale d'Histoire naturelle). https://youtu.be/So_4UzvyPO4
7. Skin and Bone (The Smithsonian institution). <https://youtu.be/7agVb4IG16M>
8. Stormagasiner med AR af INDE. <https://www.youtube.com/watch?v=052ArpkI1c8>
9. Super Nintendo World. <https://www.youtube.com/watch?v=feDnEa974yg>
10. Tablet Tours (British Museum). <https://www.britishmuseum.org/learn/schools/tablet-tours>
11. Titanernes fald (Statens Museum for Kunst). <https://www.smk.dk/en/article/titanernes-fald-med-augmented-reality/>