



Interaktiv 3D-visualisering av historieteori: Hvordan interaksjonsdesign og front-end utvikling kan benyttes for å skape en engasjerende læringsressurs

av

*Sondre Moldskred Netteland og Marthe Flaarønning Bøhmer*

Veiledere: Morgan Konnestad og Jostein Nordengen

**Prosjektrapport for DAT303 i Våren 2023**

Fakultet for teknologi og realfag

Universitetet i Agder

Grimstad, 25 mai 2023

Status: endelig

**Nøkkelord:**

Visualisering, Interaksjonsdesign, Webløsning

**Sammendrag:**

Oppgaven tar for seg hvordan gjennomført interaksjonsdesign og implementasjon av webløsning kan visualisere en historieteori. Prosjektet startet som et udefinert konsept og ble utviklet til å bli en konkret sammensatt løsning som kombinerer interaksjonsdesign, webutvikling og 3D for å fremstille teorien. Prosessen bestod av å undersøke målgruppen og tidligere løsninger, samt å utvikle prototyper og designløsninger. Disse løsningene ble testet på brukergrupper, og resultatene fra testene ble implementert i det endelige produktet som visualiserer historieteorien ved hjelp av interaktive elementer på en nettside. Visualiseringen har gitt oppdragsgiver nye innblikk i hvordan historiemodellen fungerer og har bidratt til videreutvikling av konseptet. Denne løsningen skal brukes i videre forskning og undervisning av teorien som en del av et nytt prosjekt ved Universitetet i Agder kalt Digital historielab. Motivasjonen for å løse problemstillingen er interessen for å teste ulike metoder og verktøy til å finne nye løsninger. Kravene for prosjektet var å presentere en 3D-modell på en nettside som forklarer konseptet og kan justeres med ulike verdier.

Produktet inkluderer en modell som presenterer historie i aksene tid, sted, normer og regler. 3D-modellen er laget i Blender og visualisert med JavaScript-pakken three.js på en nettside. Nettsiden har ulike undersider, en som forklarer teorien bak modellen, en som viser modellen med et konkret eksempel, i tillegg til en side der brukeren selv kan teste hvordan modellen fungerer ved å justere på verdier i de ulike aksene. Det er en åpen læringsressurs for forelesere og studenter, som skal visualisere og bidra til formidling av teorien.

## Forord

Denne rapporten tar for seg bachelorprosjektet «Interaktiv 3D-visualisering av historieteori: Hvordan interaksjonsdesign og front-end utvikling kan benyttes for å skape en engasjerende læringsressurs» som inngår i emnet DAT303 ved Universitet i Agder, campus Grimstad.

Det har vært spennende og lærerikt å få være med på hele prosessen fra ideutvikling til endelig produkt, og vi har fått mye frihet til å teste ulike teknikker og komme med kreative løsninger. Det mest utfordrende har vært at teorien ikke er ferdigutviklet, noe som har gjort at ideer og løsninger har vært i stadig endring.

Tusen takk til Professor Apostolos Spanos som har fungert som oppdragsgiver og veileder, og som har blitt en venn i løpet av arbeidsperioden. Vi vil også rette en stor takk til veiledere Morgan Konnestad og Jostein Nordgren, som ikke bare gjennom bachelorperioden, men hele bachelorløpet har vært gode ressurser og medspillere. Til slutt vil vi takke familie og venner for støtte og hjelp underveis i prosessen.

Grimstad

25. mai 2023

Sondre Moldskred Netteland og Marthe Flaarønning Bøhmer.

<b>1</b>	<b>INNLEDNING</b>	<b>6</b>
1.1	BAKGRUNN	6
1.2	PROBLEMDEFINISJON	7
1.3	FØRUTSETNINGER OG BEGRENSNINGER	8
1.4	MÅLGRUPPE	8
1.5	PROBLEMLØSNING	8
1.6	PROSJEKTPLAN	9
1.7	RAPPORTSTRUKTUR	10
<b>2</b>	<b>TEORETISK BAKGRUNN</b>	<b>11</b>
2.1	TEORI	11
2.2	INTERAKSJONSDESIGN	11
2.3	WEBUTVIKLING	12
2.4	DESIGNTENKNING	12
2.5	BRUK AV TEKNOLOGI I UTDANNING	13
2.6	HISTORIEPRESENTASJON PÅ WEB	13
2.7	INTERAKTIVE 3D-MODELLER PÅ WEB	14
<b>3</b>	<b>LØSNING</b>	<b>16</b>
3.1	KRAV	16
3.2	DATAINNSAMLING	16
3.3	METODE OG VERKTØY	17
3.3.1	<i>Visualisering av teori</i>	17
3.3.2	<i>Personas</i>	18
3.3.3	<i>Prototyper</i>	18
3.4	KODE	19
3.5	RESULTAT / IMPLEMENTERING	20
3.5.1	<i>Format</i>	21
3.5.2	<i>Teoriside</i>	22
3.5.3	<i>Eksempelside</i>	23
3.5.4	<i>Modellside</i>	24
3.5.5	<i>Navigasjon</i>	25
3.5.6	<i>Respons</i>	26
3.5.7	<i>Designvalg</i>	26
3.6	VALIDERING OG TESTING	28
3.6.1	<i>Digital undersøkelse</i>	28
3.6.2	<i>Digitale verktøy</i>	29
3.6.3	<i>Brukertesting</i>	29
<b>4</b>	<b>DISKUSJON</b>	<b>30</b>
4.1	FØRSTÅELSE OG VISUALISERING AV TEORI	30
4.2	IDEER TIL LØSNING	31
4.3	WEBLØSNING	32
4.4	PROSJEKTETS UTVIKLING	33
4.5	NAVIGASJON	34
4.6	UI	34
4.6.1	<i>Fargevalg</i>	34
4.6.2	<i>Typografi</i>	35
4.6.3	<i>Visning av modell</i>	36
4.7	KILDEKODE	37
4.7.1	<i>Rammeverk og tredjepartspakker</i>	37
4.7.2	<i>Skalering</i>	38
4.7.3	<i>Refaktoring</i>	39
4.7.4	<i>AI Verktøy</i>	40
4.8	TESTRESULTAT OG FORBEDRINGER	40

4.9	VIDEREUTVIKLING AV PROSJEKTET.....	41
4.9.1	<i>Redigeringsprofil til forelesere .....</i>	<i>42</i>
4.9.2	<i>Sammenlikne hendelser og optimalisering.....</i>	<i>42</i>
<b>5</b>	<b>KONKLUSJON.....</b>	<b>43</b>
<b>6</b>	<b>REFERANSER.....</b>	<b>44</b>
<b>7</b>	<b>VEDLEGG .....</b>	<b>47</b>

# 1 Innledning

Bacheloroppgaven er skrevet på oppdrag fra Professor Spanos som jobber ved Fakultet for humaniora og pedagogikk (FHP), institutt for religion, filosofi og historie på Universitetet i Agder (UiA). Oppgaven er en del av et større prosjekt som vil inngå i Digital Historielab ved UiA. Oppdragsgiver ønsket en interaktiv 3D-modell for å visualisere og presentere en ny historieteori fra boken “Historical Consciousness: Cognitive and Metacognitive Reflections” (arbeidstittel) som skal publiseres i 2024.

## 1.1 Bakgrunn

Bruk av teknologi i undervisning er i kontinuerlig utvikling og blir stadig viktigere. Dette kom tydelig frem under COVID-pandemien der digitale ressurser i stor grad erstattet fysisk undervisning. Etter pandemien ser vi fordelene ved å bruke digitale verktøy i undervisning for å tilrettelegge for interaktiv læring og økt tilgjengelighet ved digital undervisning. Denne oppgaven utforsker løsninger for historiepresentasjon på web, 3D-modeller på web og interaksjonsdesign og kombinerer disse i en sammensatt løsning.

Prosjektet er en av aktivitetene til Digital Historielab som har som mål å benytte digitale teknologier som en del av historieundervisning og historieforskning. Digital Historielab skal bruke kunstig intelligens, 3D-modeller, digitale spill og andre nyskapende digitale teknologier i formidling av historie. Laben har en visjon om å skape samarbeid mellom fakulteter, universiteter og forskningsentre ved å benytte teknologi på en måte som styrker formidling av historie, ifølge Apostolos Spanos.

Historieteorien «Historical Timespaces» er en ny teori under utvikling av Apostolos Spanos. Teorien forsøker å gi et overblikk over historiske hendelser, relasjoner og deres forhold til samfunnsstrukturer, regler og normer. Dette er en abstrakt historieteori på akademisk nivå som forklares på nettsiden, og neste avsnitt forsøker å gi en forenklet innføring i denne teorien. Teorien utfolder seg i tre akser: tid, sted og normer. De fem strukturene eller tidsrommene under skal sammen gi et sammensatt bilde av en historisk hendelse.

### Hendelser (events)

Hendelser kan være alt i fra små møter blant mennesker som ikke utfolder seg over lengre tid, til større hendelser som har konsekvenser for hele verden, for eksempel andre verdenskrig.

**Relasjoner (relations)**

Noen av hendelsene utvikler seg til relasjoner mellom mennesker. Disse relasjonene har ulike forventninger og regler basert på geografisk lokasjon, og sosiale, politiske, økonomiske og kulturelle normer tilknyttet den lokasjonen.

**Modeller (models)**

Modeller styrer organisering, strukturering og opplevelsen av hendelser og relasjoner. Eksempel på dette kan være ulike prosesser som bryllup eller lokalvalg.

**Strukturer (structures)**

Strukturer er etablerte systemer som varer over lang tid, familie og demokrati er eksempler på strukturer.

**Ultrastrukturer (ultrastructures)**

Ultrastrukturer er prinsipper som går langt tilbake i tid og inkluderer kulturelle, politiske og sosiale normer som nesten aldri endres. De går på tvers av ulike kulturer, omfatter store geografiske områder og store tidsperioder, et eksempel på dette er monogami.

**Akser**

Alle de fem tidsrommene kan utvikle seg geografisk i stedsaksens fem nivåer: mikrokosmisk, lokalt, nasjonalt, regionalt og universelt. Tidsaksen måles i år og normeraksen deles inn i sosiale regler og kulturelle normer eller religiøse regler og statlige lover. Vi anser alle normer som like viktige og gir dem derfor lik vekt.

## 1.2 Problemdefinisjon

Hovedproblemet som prosjektet skal besvare er hvordan en historieteori kan visualiseres ved bruk av moderne interaksjonsdesign implementert i et webgrensesnitt.

**Prioritet 1:**

- Lage en interaktiv måte å presentere 3D-visualiseringen av den nye historieteorien, samt lage et brukergrensesnitt på web som bidrar til forståelse av teorien.

**Prioritet 2:**

- Optimalisere plattformen for brukerne ved hjelp av brukertesting og ulike verktøy som Google Lighthouse.

**Prioritet 3 – langsiktige mål:**

- Utvikle en portal for redigering av innhold, og mulighet for å legge til nytt innhold. Portalen kan bruke Sanity som system for innholdshåndtering (CMS).
- Tilrettelegge for videreutvikling av prosjektet ved hjelp av strukturert og forståelig kode.
- Visualisere hvilket element som er i fokus og gi mer info om elementet.

**1.3 Forutsetninger og begrensninger**

Det er en forutsetning for prosjektet at en 3D-modell skal benyttes for å visualisere historieteorien på en måte som gir økt forståelse for studentene. Det skal være lett for brukere å finne informasjon om teorien og de skal kunne interagere med 3D-modellen.

Begrensningen for prosjektet ligger i at nettsidens statiske innhold ikke kan endres eller oppdateres av brukerne, derfor må eksempler kodes manuelt inn i produksjon. Brukere skal kunne justere 3D-modellens verdier, men disse endringene vil ikke bli lagret.

**1.4 Målgruppe**

Målgruppen for prosjektet er studenter og forelesere innen historiefaget. Foreleserne skal bruke nettsiden i undervisning og det er derfor viktig at det er enkelt å forklare teorien, justere verdier og navigere i modellen. Studentene skal bruke nettsiden til å tilegne seg informasjon og benytte interaktive metoder for å få en dypere forståelse av teorien.

**1.5 Problemløsning**

Prosjektet startet med å undersøke målgruppen og tidligere løsninger for å utvikle nye ideer. Det ble videre laget sidestruktur og designprototyper for å teste brukervennlighet før dette ble implementert i produktet. I utviklingen av produktet ble React [1] brukt som Javascript-rammeverk og Three.js [2] ble brukt som et bibliotek for visning av 3D-modeller. Utforming av produkt ble påvirket av ulike undersøkelser og tester gjennomført på representanter fra brukergruppen. Prosjektet kombinerer ulike fagfelt som interaksjonsdesign, webutvikling, og 3D, for å skape et sammensatt produkt som skal løse oppgaven.



## 1.6 Prosjektplan

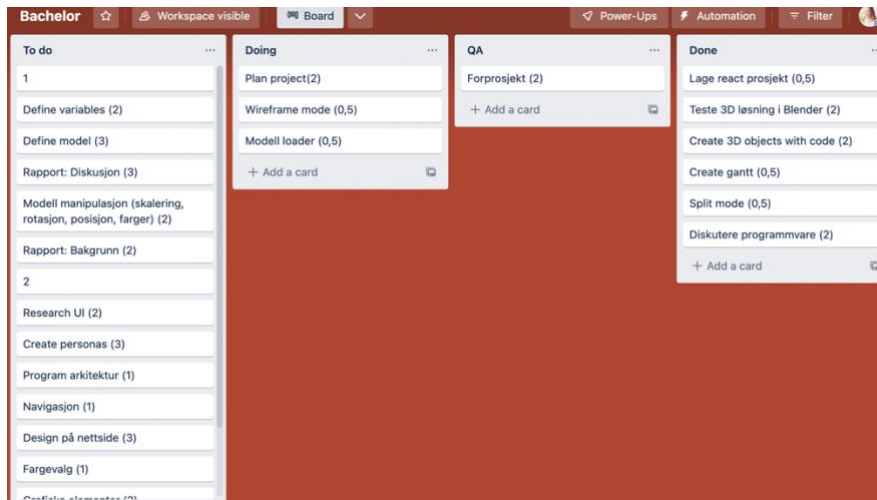
Arbeidet ble fordelt slik at Sondre hadde hovedansvar for teknisk utvikling av produkt og Marthe hadde hovedansvar for research, interaksjonsdesign og dokumentasjon. Gruppen jobbet sammen med planlegging og utvikling av gode løsninger for modelloppsett, presentasjon av modell og interaksjonsløsninger. Alle delene av prosessen ble vurdert og diskutert sammen for å sikre kvalitet i prosjektet. Det var tett samarbeid med oppdragsgiver gjennom hele prosessen.

Gantt-diagrammet viser den overordnede prosjektplanen. Det startet med planlegging og research, etterfulgt av design, testing og implementering. Underveis benyttet prosjektet en agil arbeidsmetode der det med korte intervaller ble utviklet prototyper som ble evaluert i samarbeid med oppdragsgiver. Disse prototypene implementerte nye løsninger og ble benyttet som kvalitetssikring og som en forsikring om at prosjektet ble utviklet i riktig retning.

Task	January	February	March	April	May
Planning	■				
Research	■				
Design		■			
Testing		■			
Implementation		■			
Final touches				■	
Rapport	■				

Illustrasjon 1.1: Gantt-diagram

Trello ble brukt for å holde oversikt over oppgavene i prosjektet og hvor lang tid som var gitt til de ulike oppgavene. Her ble det delt inn i kategorier ut ifra prioritet og de ulike fasene i prosjektet. Fullførte oppgaver ble diskutert og evaluert i forhold til kravene. På denne måten ble oppgavene gjennomført på en effektiv måte samtidig som de ble kvalitetssikret underveis. Oversikten ble kontinuerlig oppdatert med nye oppgaver etterhvert som prosjektet utviklet seg, som gjorde at gruppen til enhver tid hadde oversikt over hva som gjenstod i prosjektet.



Illustrasjon 1.2: Skjerm bilde av oversikt i Trello tidlig i prosjektet

## 1.7 Rapportstruktur

### Kapittel 2 – Teoretisk bakgrunn

Hvert underkapittel forteller om relevant teori for prosjektet, dette inkluderer historieteorien, interaksjonsdesign, webutvikling, designtenkning og tidligere løsninger.

### Kapittel 3 – Løsning

Dette kapittelet omhandler hvordan gruppen har gått fram for å løse problemet, samt hvilke metoder og verktøy som er benyttet for å produsere løsningen. Resultater fra brukertester og dets påvirkning for produktet er også inkludert.

### Kapittel 4 – Diskusjon

Kapittelet tar for seg valg som er tatt i forhold til visualisering av teorien, utforming av design og interaksjonsmønster, samt teknisk utvikling og kildekode. Til slutt blir resultatene for testene og mulighet for videreutvikling diskutert.

### Kapittel 5 – Konklusjon

En kort oppsummering av prosjektets utvikling og endelig resultat.

### Kapittel 6-7 – Referanser og vedlegg

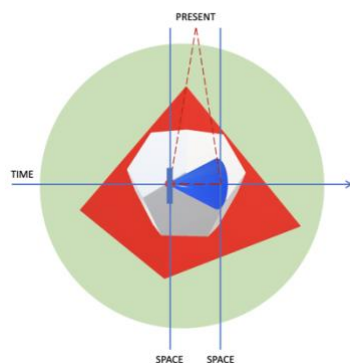
Liste over referanser og vedlegg som er brukt i utformingen av ideprosessen og produktet.

## 2 Teoretisk bakgrunn

Prosjektet er inntatt ulike fagfelt og går i dybden på interaksjonsdesign og web utvikling. I tillegg er prosjektet inntatt 3D-modellering, webpublisering, visuelt design og matematiske utregninger for å få et sammensatt produkt. Designtenkning har vært viktig gjennom hele arbeidsperioden for å finne gode løsninger.

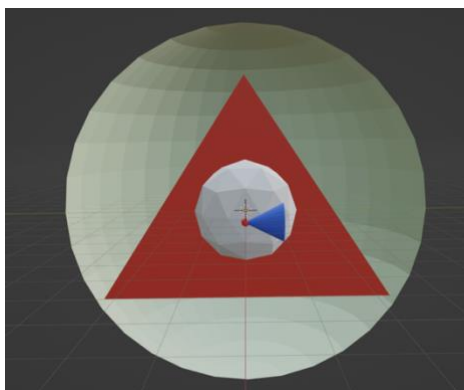
### 2.1 Teori

Teorien for prosjektet ble presentert av oppdragsgiver og er illustrert nedenfor i enkle todimensjonale og tredimensjonale modeller med tilhørende forklaring av strukturene.



<b>Insignificancies</b>	Insignificant meetings.
<b>Events</b>	A person becomes important.
<b>Relations</b>	Establishing a relationship (expectations - rules).
<b>Models</b>	Wedding: specific types of ceremony, proposal, ring etc.
<b>Structures</b>	Family, with related life type, values, and rules.
<b>Ultrastructures</b>	Monogamy-polygamy, endogamy-exogamy etc.

Illustrasjon2.1: Teori fra Apostolos Spanos



Illustrasjon2.2: 3D-modell fra tidligere prosjekt

### 2.2 Interaksjonsdesign

Interaksjonsdesign handler om hvordan mennesker og teknologi samhandler, samt å lage brukervennlige løsninger som baserer seg på brukerens ønsker og behov [3]. Brukeropplevelse, ofte omtalt som UX, er interaksjon mellom brukere og produktet, og er en kombinasjon av brukervennlighet, funksjonalitet og design. Ettersom brukerne har ulike behov, preferanser og adferdsmønstre, må

produktet designes for brukerne, gjerne kalt brukergruppen. Donald Normans designprinsipper legger vekt på synlighet, sammenheng, respons, konsistent design, begrensninger og hint for å sikre en god brukeropplevelse [4]. Brukergrensesnittet er den synlige delen av webdesignet som brukeren interagerer med og blir gjerne omtalt som UI. Dette inkluderer alt av oppsett, menyer, knapper, ikoner, typografi og andre designvalg. Ved design av brukergrensesnittet er det viktig å prioritere brukeren fremfor teknologien, og ta valg basert på funksjon fremfor utseende av produktet [5]. Produktet skal designes for de vanligste oppgavene og skal ikke distrahere brukerne fra oppgavene de vil gjennomføre.

Googles Material Design-avdelingen har forsket og compilert et omfattende rammeverk for digital flate-design. Dette inkluderer et kapittel om tilgjengelighet som beskriver retningslinjer og beste praksis ved utvikling av grensesnitt [6]. Jakobs lov sier at brukere tilbringer mesteparten av tiden på andre sider, og foretrekker at nye sider fungerer på samme måte som sider de allerede kjenner til [7]. Dette betyr at dersom det er likhet mellom forskjellige sider, vil brukere ofte overføre forventninger basert på tidligere erfaringer [8].

## 2.3 Webutvikling

Ifølge Universell utforming i diskriminerings- og tilgjengelighetsloven har «offentlige og private virksomheter rettet mot allmennheten plikt til å sørge for universell utforming av virksomhetens alminnelige funksjoner» [9]. Etersom prosjektet er rettet mot allmennheten, og er i regi av Universitetet i Agder, er det ekstra viktig at prosjektet tar hensyn til dette. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) standarden [10] er utviklet for å gi retningslinjer for å skape mer tilgjengelige brukergrensesnitt. Standarden har som formål å øke tilgjengeligheten for brukere med funksjonsnedsettelse, men filosofien tilsier at å følge retningslinjene vil gjøre innholdet mer tilgjengelig for alle brukere [11].

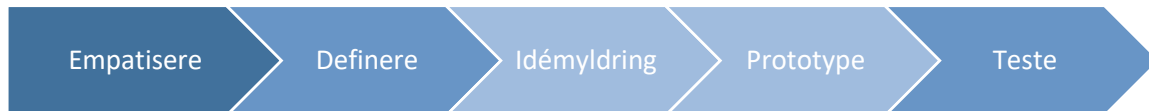
Dokumentasjonsforum som React [1] og Pmndrs [12], i tillegg til diskusjonsforum som Stackoverflow [13] og Three.js Discourse [2] ble brukt til feilsøking og optimalisering av kode. Ny teknologi som OpenAI sin ChatGPT kan brukes til feilsøking av kode, eller hjelp til å løse problemstillinger som dokumentasjon eller fora ikke har svar på. Github sitt tilleggsverktøy Copilot er integrert i koderedigeringsprogrammet Visual Studio Code og hjelper utviklere med å skrive kode raskere.

## 2.4 Designtenkning

Designtenkning er en prosess for kreativ problemløsning som er mye brukt innen interaksjonsdesign. Denne designprosessen tar utgangspunkt i brukerne og samfunnet sine behov for å utforme en løsning

som er tilpasset målgruppen [14]. Ved å sette brukeren i sentrum kan teknikken bidra til å utvikle effektive løsninger for å møte brukernes behov. Designtenkningsprosessen har fem steg:

1. Undersøke målgruppen for å forstå behovet og få empati for brukerne
2. Definere problemet og kartlegges brukernes behov
3. Lage ideer og nye løsninger til problemet
4. Lage ideene om til enkle prototyper som kan testes
5. Teste prototypene for å finne ut hva som fungerer og hva som kan forbedres



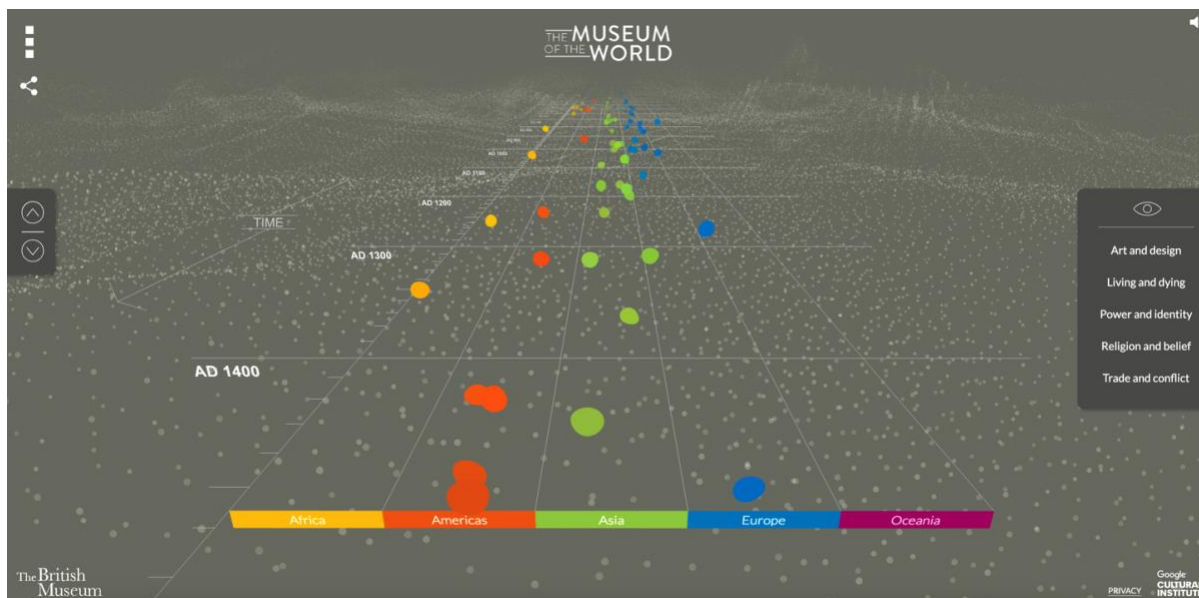
*Illustrasjon 2.3: Designtenkning*

## 2.5 Bruk av teknologi i utdanning

Nordisk institutt for studier av innovasjon, forskning og utdanning (NIFU) har skrevet rapporten «Pedagogisk bruk av teknologi i høyere utdanning» [15] for UNIT/DIKU/NOKUT – Direktoratet for høyere utdanning og kompetanse. Denne forskningen tar for seg både de ansattes og studentenes perspektiv ved bruk av teknologi i høyere utdanning. Her hevdes det blant annet at «digital teknologi i seg selv ikke gjør undervisning mer pedagogisk. Derimot kan digital teknologi benyttes på en måte som gir pedagogisk merverdi» [15]. Fra de ansattes perspektiv viste det seg at det både kunne være ressurs- og kostnadskrevende, i tillegg kunne det skape frustrasjon da det viste seg å være begrenset kompetanse ved bruk av digitale verktøy i en læringssituasjon. Bachelorrapporten tar senere for seg hvordan prosjektet tar hensyn til denne forskningen.

## 2.6 Historiepresentasjon på web

Tidligere løsninger for presentasjon av historieteori på web inkluderer British Museum sitt «Museum of the World» [16] som viser en oversikt over hendelser gjennom tiden. Her er hendelser markert som interaktive elementer som er sortert etter sted og har ulike farger basert på hvilken kategori de tilhører. Tidsaksen går innover i nettsiden og kan endres ved å bla på siden eller ved bruk av knapper.



Illustrasjon 2.4: “The Museum of the world” [16]

«Histography» er en interaktiv nettside som illustrerer verdenshistorien basert på hendelser fra Wikipedia [17]. Her vises ulike hendelser som punkter på en tidslinje der brukeren kan trykke på de ulike punktene for å få mer informasjon som er hentet direkte fra Wikipedia. Brukeren kan sortere hendelsene basert på kategorier og kan bestemme tidsperioden ved hjelp av en tidslinje.



Illustrasjon 2.5 «Histography», [16]

## 2.7 Interaktive 3D-modeller på web

Tidligere løsninger som ble funnet av interaktive 3D-modeller på web har ofte utviklere som målgruppe. Eksempelvis er three.js sin redigeringside [18] og Dragon3DGraff sitt TertiusAxis [19] prosjekt tilpasset arbeid med 3D-modeller fremfor forklaring av konsepter og teorier. Felles for disse 3D-

arbeidsområdene er at de har funksjoner for å justere modellen dynamisk. Disse løsningene kan derimot ikke benyttes i visualisering av teorien da de ikke tillater å integrere informasjon i modellen. Et annet alternativ for å vise 3D-objekter på web er ved å bruke video som er knyttet opp mot navigasjon på siden. Disse løsningene er ofte mer benyttet ved historiefremføring. I mange tilfeller er dette mindre teknisk komplisert og gir bedre ytelse i forhold til maskinvaren. Et eksempel på dette er Apple sin markedsføringsside for AirPods [20].

### 3 Løsning

Dette kapittelet tar for seg metoden for prosjektet og endelig produkt. Det blir presentert ulike krav for løsningen, hvordan datainnsamling er blitt håndtert og gjennomført, og prosessen for å visualisere teorien. Resultatene fra testene blir presentert og det blir beskrevet hvordan disse påvirket produktets utvikling.

#### 3.1 Krav

Kravene som ble presentert av oppdragsgiver var at prosjektet skulle presentere en 3D-modell på en nettside der brukeren selv kan justere verdier for å endre modellen. Basert på dette ble det definert flere funksjonelle og ikke-funksjonelle krav for prosjektet.

##### 1. Presentere teori på nettside

Teorien skal forklares på nettsiden ved hjelp av modellen. Teorien skal presenteres og deretter underbygges med et eksempel for å bidra til en dypere forståelse hos brukerne.

##### 2. Presentere interaktiv 3D-modell på nettside

Den gitte 3D-modellen skal presenteres på en nettside der brukerne dynamisk kan endre modellen ved å justere modellens verdier.

##### 3. Fungerende interaksjonsdesign

Prosjektet skal benytte en brukersentrert designprosess der navigasjon og interaksjon er tilrettelagt brukernes behov.

#### Ikke funksjonelle krav

##### 1. Følge retningslinjer for universell utforming (WCAG)

Prosjektet skal brukes i opplæring ved Universitetet i Agder og bør derfor følge WCAG-standarden for universell utforming.

#### 3.2 Datainnsamling

Det ble gjort en undersøkelse på en gruppe studenter og forelesere fra FHP for å samle kvantitativ informasjon om målgruppen. I undersøkelsen kombinerte bruk av enkle svaralternativer i tillegg til muligheten for fritekst for å sikre nøyaktige tilbakemeldinger. Undersøkelsen kartlegger målgruppens demografi, personlighetstrekk, teknologiske ferdigheter og studievaner [21]. Den tar også for seg hvilke apper og nettsteder brukerne benytter seg av og hvor mye skjermtid de har i gjennomsnitt hver dag. Undersøkelsen ble laget i Google forms, et spørreskjema uten navn og identifikasjonsspørsmål i henhold til retningslinjene til NSD for å verne om personopplysninger. Lovdata har lover om



behandling av personopplysninger og personvernforordningen (GDPR) er et regelsett fastsatt av EU. Ettersom prosjektet kun skal behandle anonyme opplysninger og ikke samle inn personopplysninger, er det ikke nødvendig å melde inn prosjektet til Sikt/NSD [22]. Undersøkelsen følger Sikt sin personvernhandbok for forskning og benytter «Samtykke/ allmenn interesse som behandlingsgrunnlag – mal for informasjonsskriv» [22] for å formidle pålagt informasjon til deltakerne av undersøkelsen. Resultatene fra undersøkelsen ligger i vedlegg D - UX-undersøkelse (Svar).

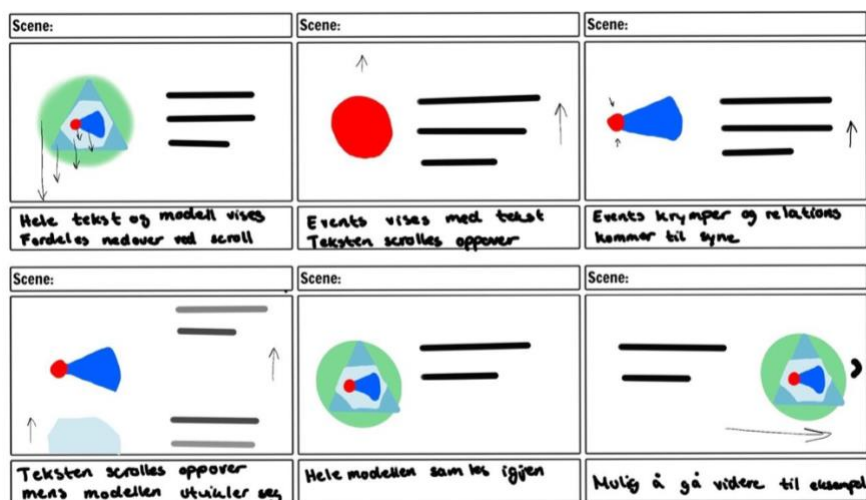
### 3.3 Metode og verktøy

Underkapittelet tar for seg ulike metoder og verktøy som er benyttet i prosjektet for å visualisere teorien og bygge produktet. Det er tatt i bruk personas, prototyping, programmering i Javascript og 3D-modellering. Denne oversikten gir innsikt i hvordan prosjektet er gjennomført og hvilke verktøy som er benyttet i prosessen.

#### 3.3.1 Visualisering av teori

Målgruppen er førsteprioritet ved utvikling av nettsidens interaksjon og navigasjon. Designtenking med brukergruppen i fokus gjør at grensesnittet er spesielt utviklet for god kommunikasjon mellom produkt og bruker. Hovedutfordringen for løsningen var at historieteorien var abstrakt og vanskelig å formidle. Det var et behov for å visualisere det abstrakte konseptet, og gjennom en idemyldringsprosess ble det utviklet og vurdert flere måter for å visualisere teorien.

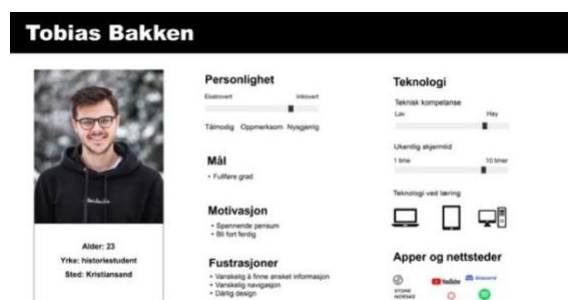
Det ble benyttet storyboard som verktøy for å planlegge interaksjon på teorisisden. Websiden skal vise en abstrahert visualisering av teorien med forklarende tekst til de ulike elementene. Illustrasjonen under viser storyboardet for disse interaksjonene.



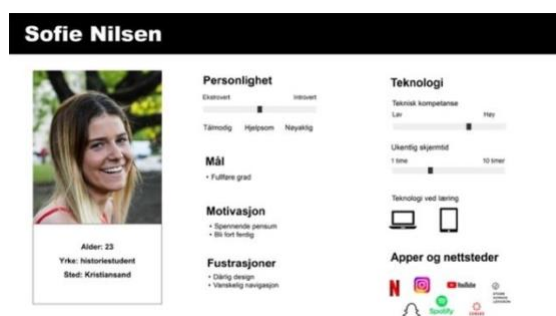
Illustrasjon 3.1: Storyboard til teori siden

### 3.3.2 Personas

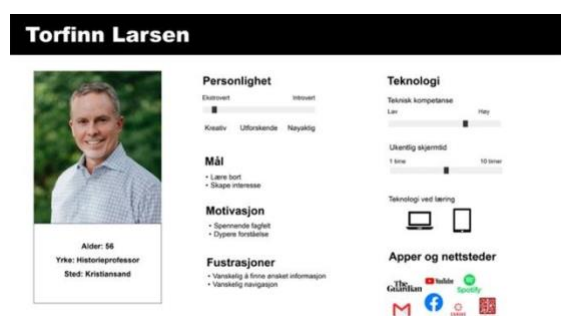
Det er laget personas som representerer brukergruppene i prosjektet for å enklere kunne sympatisere med brukerne underveis i prosessen [14]. Det ble kjørt en undersøkelse på målgruppen der resultatene ble sortert og gruppert, og dannet grunnlaget for prosjektets personas. Gruppene består av forelesere, unge mannlige studenter, unge kvinnelige studenter og eldre mannlige studenter. Her er personaen sin personlighet, motivasjon, mål og frustrasjoner presentert sammen med teknologiske ferdigheter, skjermtid og hvilke apper og nettsteder de benytter seg av. Ved å benytte personaene vil prosjektet gi et brukersentrert resultat, og sikre at brukernes behov blir prioritert gjennom hele prosessen. Personaene er presentert nedenfor og finnes i vedlegg C - Personas.pdf.



Illustrasjon 3.2: Persona – Tobias Bakken



Illustrasjon 3.3: Persona – Sofie Nilsen



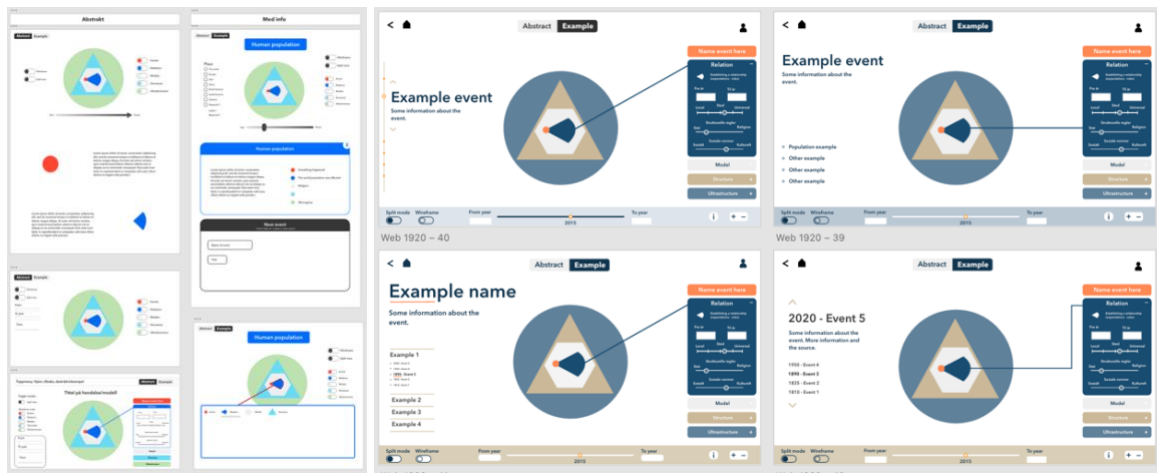
Illustrasjon 3.4: Persona – Torfinn Larsen



Illustrasjon 3.5: Persona – Vebjørn Isaksen

### 3.3.3 Prototyper

Adobe XD er et digitalt prototype-verktøy for web [23] som ble brukt til å lage prototyper for arkitektur og design slik at det enkelt kunne justeres og testes før det ble implementert på nettsiden. Programmet ble benyttet for å lage oversikt over sidene i prosjektet og til å teste nettsidens design.



Illustrasjon 3.6: Oppsett og designvalg

### 3.4 Kode

Produktet er en nettside skrevet med rammeverket React og biblioteket Three.js, mer spesifikt React Three Fiber og Drei som er React abstraksjoner av Three.js. Disse løsningene kombinert, gir utvikler en effektiv måte å skrive ansvarsseparert og gjenbrukbar kode på. Det ble gjennomført flere runder med refaktorering for å sørge for ansvarsseparasjon<sup>1</sup> og semantisk kode. Basert på omfanget til prosjektet og status i dagens webutviklings miljø, ble React vurdert som mest hensiktsmessig Javascript rammeverk. Denne løsningen benytter foreløpig ikke server- og databaseprogrammering (fullstack applikasjon), men legger til rette for at dette kan utvikles senere. React-løsningen gir også bedre fleksibilitet fremfor Wordpress eller andre publiseringssystem, men er ikke like krevende å skrive som en fullstack applikasjon. I utviklingsprosessen benyttet gruppen en agil arbeidsflyt der komponenter og funksjoner ble utviklet, testet, refaktorert og så implementert.

### Modellering og importering

Blender, som er et 3D-modelleringsprogram med åpen kildekode [24], ble brukt til å lage de forskjellige modellene som skulle vises på nettsiden. Modellene ble eksportert i det komprimerte GLB formatet som Three.js kan lese og redigere. Det ble bygget en klasse som kunne importere og håndtere disse eksterne modellene dynamisk. Denne løsningen tillater at mer komplekse modeller kan produseres og importeres.

<sup>1</sup> Ansvarsseparasjon er praksisen å bryte ned et system i mindre mer håndterbare deler som har sitt eget spesifikke mål eller ansvar. Disse skal ikke blande seg inn i andre komponenter sitt ansvar. [40]

### **Klasser**

For å sørge for modularitet og bedre gjenbruk av kode, ble det laget modulære klasser for viktige elementer. Rendering av canvas-elementet og modellinnlasting skjer gjennom slike gjenbrukbare klasser. Disse klassene bruker egendefinerte innstillinger som parametere for å tilpasse instansen til bruksområdet. Det er enkelt å legge til flere innstillinger for å tilpasse klassen ytterligere. Dette var en viktig del av arkitekturen som sørget for at utviklingsprosessen ble mer semantisk og lesbar.

### **Semantikk**

Retningslinjene i WCAG-standarden er benyttet for å sikre semantisk HTML og god tilgjengelighet for brukerne [10]. Det er brukt semantisk riktige HTML-tagger for tekst og overskrifter. Det er gjort et skille på lenker til forskjellige sider og navigasjonselementer på enkeltsider. Blant annet er knappetagger brukt for navigasjon på sidene og React sin lenke-komponent brukt for navigasjon mellom sidene. Andre hensyn var riktig bruk av «label»-tagger til korresponderende «input»-tagger. I prosjektet er SCSS, som er en CSS-preprosessor [25], brukt for å få tilgang til bedre struktureringsmuligheter, variabler og funksjoner. Dette gir fordeler som gir bedre oversikt i dokumentet, samt gjenbrukbar kode.

### **Versjoner**

Den agile arbeidsmetoden resulterte i mange små iterasjoner av det fullstendige produktet. Med jevne intervaller ble disse iterasjonene sammensatt til en compilert versjon som ble delt med oppdragsgiver for å evaluere fremgang og prosjektets retning. Kildekoden ble lastet opp på en Github-mappe for versjonskontroll, og de compilerte versjonene ble lagret lokalt. Endringslogg for disse versjonene ligger som vedlegg F – Versjonslogg.pdf.

Lenke til Github mappen:

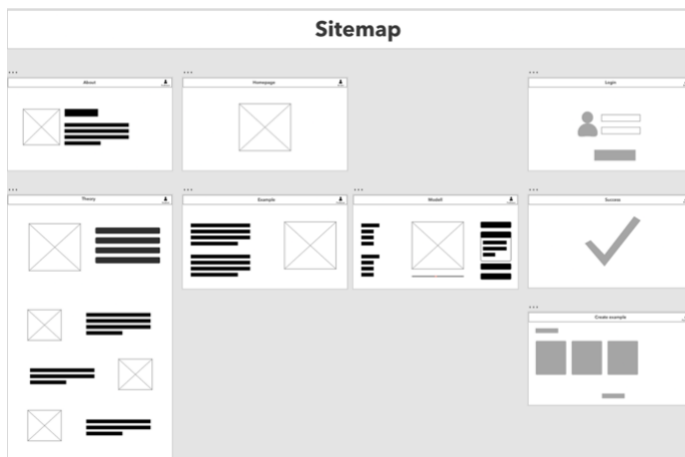
<https://github.com/noise-displacement/interactive-temporal-conciousness-model>

## **3.5 Resultat / Implementering**

Det endelige produktet er en nettside som kombinerer tre ulike metoder for å presentere historieteorien. Her kombineres ulike læringsteknikker som lesing, utforsking og interaktiv testing. Sammen kan disse gi en dypere forståelse hos brukeren. Disse inkluderer en abstrakt og dekonstruert visning av teorien, et konkret eksempel og en redigerbar modell. Produktet er basert på resultatene fra undersøkelsen av målgruppen, og er utviklet gjennom prototyping og testing der informasjonsformidling er hovedfokus. Siden er som nevnt tidligere bygget med React og benytter seg av «single page application» SPA arkitektur for en sømløs opplevelse. De tre sidene bruker three.js på forskjellige måter for å visualisere teorien og dens egenskaper.

Produktet skal etter hvert publiseres som en underside på: <https://digitalhistory.uia.no/>

Her er foreløpig lenke til produkt: <https://itcm.6th.no/>



*Illustrasjon 3.7 sidestruktur og informasjonshierarki*

Undersøkelsen indikerte at det var stor forskjell i skjermtid og teknologisk kompetanse blant brukergruppene som det var viktig å tilrettelegge for. Nettsiden skal derfor kombinere tradisjonell interaksjon med en mer moderne og utforskende interaksjon for å tilfredsstille de ulike gruppene. Det var variasjoner i hvilke teknologier som ble benyttet ved studiet, men laptop og nettbrett var mest brukt blant deltakerne i undersøkelsen. Selv om det var store forskjeller i den teknologiske kompetansen, var Youtube og Spotify nettsteder de fleste i brukergruppen kjente godt til. Derfor er disse sidene brukt som inspirasjonen til produktets navigasjon, designvalg og andre interaktive elementer. Brukerne har ulike mål og frustrasjoner, og det skal derfor være enkelt for alle brukerne å nå sine mål på en effektiv måte.

### **3.5.1 Format**

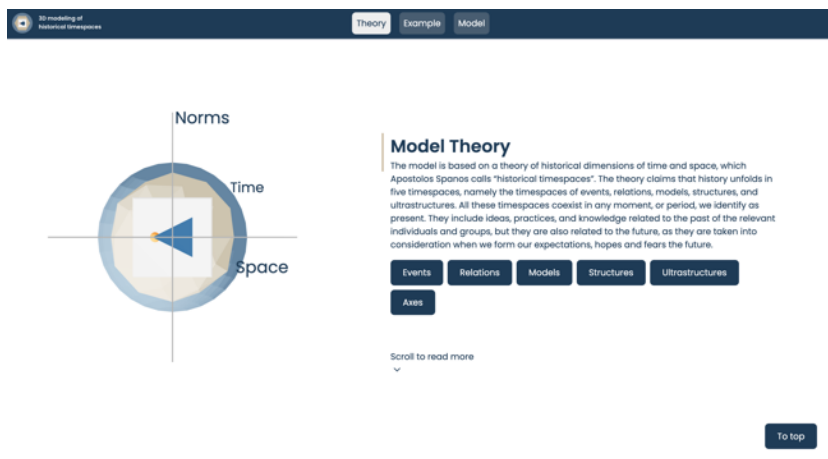
Basert på bruksområdet og brukernes teknologivaner, er det valgt et format som er en nettside tilpasset PC, nettbrett og touchskjermer. Nettsiden fungerer derfor godt ved undervisning på PC-skjermer, prosjektorer og andre touchskjermer i tillegg til at den er tilgjengelig for alle studenter ved digital undervisning og selvstudium. Analysen i rapporten «Pedagogisk bruk av teknologi i høyere utdanning» viste at bruken av digitale verktøy ofte krever mye ressurser og kostnader» [15], derfor tar denne løsningen utgangspunkt i teknologi som brukeren allerede er kjent med. Nettsiden er gjennom hele prosjektet testet mot PC og nettbrett med design, oppsett og navigasjon i fokus. Det ble derfor implementert CSS klasser som sørger for responsivitet på tvers av de fleste flater og orientasjoner. Prinsipielt følger dette også anbefalingen til WCAG-standarden som sier at å utforme grensesnittet for diverse brukere, så blir opplevelsen bedre for alle [31].



Illustrasjon 3.8: Mockup av nettsiden

### 3.5.2 Teoriside

Teorisiden gir en introduksjon til teorien og har en konstruksjon av modellen der hver del blir forklart. Analysen i rapporten «Pedagogisk bruk av teknologi i høyere utdanning» viser at bruk av digitale verktøy ikke uten videre gjør undervisningen mer pedagogisk, men kan benyttes på en måte som gir pedagogisk merverdi [15]. På teorisisden brukes teknologien til å visualisere en abstrakt teori slik at brukeren skal få en bedre forståelse av konseptet. Ideen til å lage en slik interaktiv visning av teorien er inspirert av Apple sin nettside for AirPods generasjon 3 [20] fordi de har en god evne til å formidle informasjon med dette formatet. For best mulig å forklare den abstrakte teorien ble det vurdert at å dele den opp, for så å sette den sammen igjen, ville gi brukeren en enkel og oversiktlig forklaring av teorien.



Illustrasjon 3.9: Teorisiden

Det er ulike måter å navigere på denne siden for å sikre at alle brukerne enkelt kan komme i gang. Siden kan navigeres vertikalt, og dette illustreres med en pil nedover og en beskrivende tekst. Det er knapper som linker til de ulike delene av teorien, slik at brukeren kan trykke seg til avsnittet de ønsker å lese. Når brukerne trykker på en knapp, blar nettsiden ned til riktig del, og brukeren får visuell bekreftelse på at det finnes mer innhold.

Modellene ble laget i Blender, eksportert i et komprimert GLB-format og deretter importert i Three.js. Når brukeren blar nedover på siden blir modellen satt sammen del for del med en beskrivende tekst. Løsningen for oppsettet ble å dele opp innholdet i tekst og illustrasjon. Canvas elementet på venstre side har en fast (CSS Sticky) posisjon. På høyre side vises teksten der brukeren kan bla nedover. Teksten som vises, bestemmer posisjonen til modellene ved at den vertikale overflytverdien sendes til funksjonen som kalkulerer posisjonene for modellen. Når modellene sin posisjon treffer 0 i koordinatsystemet slutter overflytverdien å påvirke modellens posisjon.

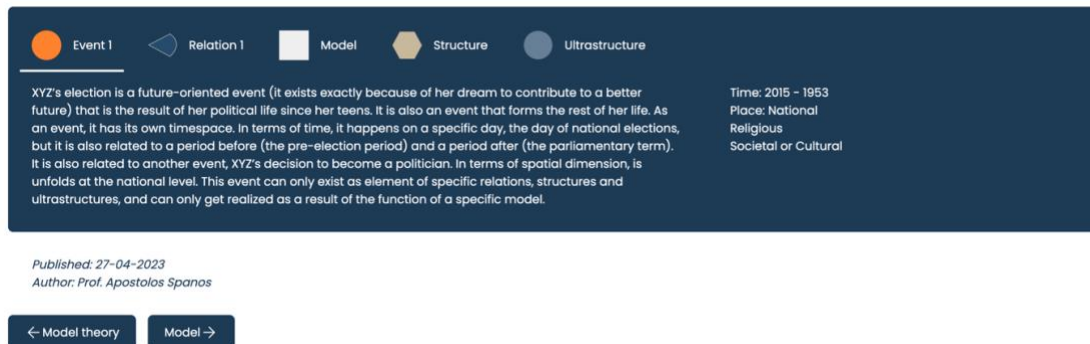
### 3.5.3 Eksempelside

Eksempelsiden underbygger teorien med en forklarende tekst samtidig som den gir en visuell og interaktiv demonstrasjon av eksempelet. Ettersom prosjektet er en læringsressurs er det viktig at det kan brukes som et godkjent verktøy i utdanning. Det er derfor lagt til informasjon om forfatter og kilder under hvert eksempel. Illustrasjonen av modellen bruker canvas-klassen med innstillinger som gjør at den passer som et element på siden. Informasjonen som vises i modellen er tilknyttet eksempelet som er valgt, og verdiene kan ikke endres ettersom dette er et definert eksempel.

The screenshot shows a web interface for a 3D model. The top navigation bar includes 'Theory', 'Example', and 'Model' tabs. Below this, the 'Conscious citizen' example is selected. The page is split into two main sections: text on the left and a 3D visualization on the right. The text section contains a title and three paragraphs of descriptive text. The 3D visualization shows a blue sphere with a yellow dot, representing a model. A 'Controls' panel is overlaid on the 3D view, providing navigation instructions: 'LMB + Drag = Rotate', 'Control + LMB + Drag = Pan', and 'Scroll = zoom'. At the bottom of the 3D view, there are 'Split' and 'Labels' toggle buttons and a zoom control with '+' and '-' buttons.

Illustrasjon 3.10: Eksempelsiden

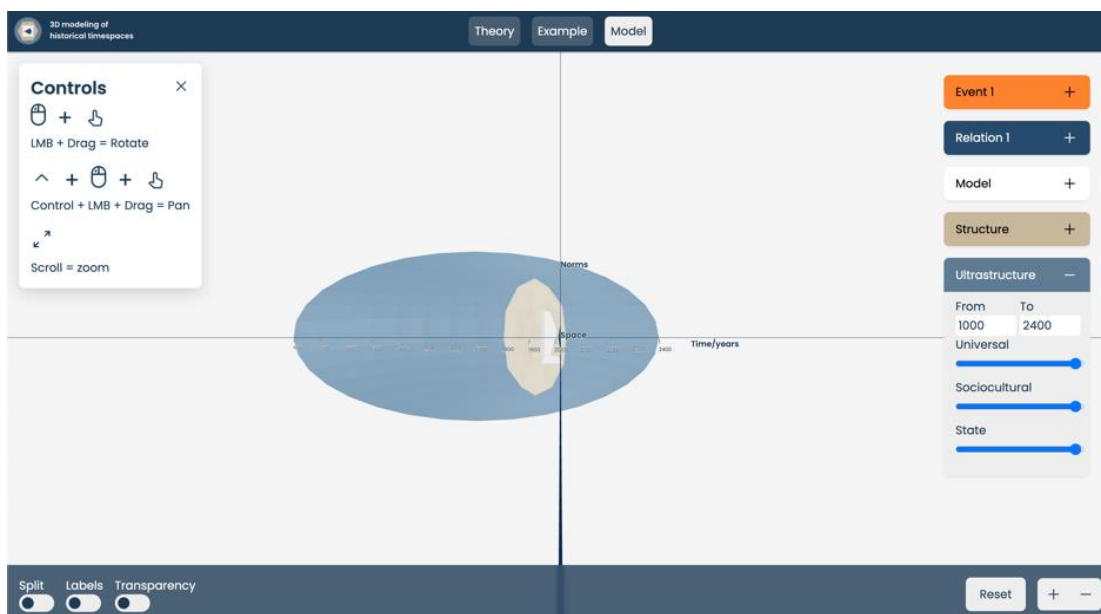
Under eksempelteksten er det en seksjon som gir konkret informasjon om de individuelle strukturene og deres sammenheng til eksempelet. Dette bryter opp eksempelteksten slik at brukeren lett kan få oversikt over hvordan de forskjellige strukturene henger sammen.



Illustrasjon 3.11: Seksjon på eksempelsiden

### 3.5.4 Modellside

Modellsiden har en interaktiv 3D-modell som brukeren kan endre ved å justere ulike verdier. Ettersom hensikten er å vise de ulike elementene, i tillegg til hvordan de henger sammen, var det utfordrende å finne best mulig metode for å vise dette til brukeren. Modellen er delt i to på steds-aksen som gjør at brukeren kan se elementene inni hverandre. I tillegg ble det lagt til ulike moduser som brukeren selv kan skru av og på for å forenkle og bedre kunne forklare modellen. Disse modusene inkluderer etiketter, gjennomsiktighet og splittmodus.



Illustrasjon 3.12: Modellsiden



Modellsiden var den mest teknisk kompliserte delen av prosjektet. Ettersom teorien ikke var ferdigstilt da visualiseringskonseptene ble utviklet, var det viktig at koden ble skrevet slik at endringer lett kunne foretas. Det ble idemyldret fram ulike løsninger til hvordan modellen skulle tegnes i Three.js. En løsning var å bruke innebygde metoder for å bygge modellene. Dette hadde noen fordeler som hastighet og simplisitet i system, men var ikke like skalerbart som å importere eksterne modeller.

Siden benytter en verktøymeny inspirert av Spotify med knapper og brytere som påvirker visningen av modellen. Den har en gjennomiktig glasseffekt for å vise brukeren at verktøylinjen er tilknyttet modellen. Det er benyttet brytere fremfor valgbokser for å kommunisere at brukeren har skrudd av eller på en innstilling. Slike brytere er mye brukt i applikasjoner i dag og de viser tydelig ved hjelp av farger og animasjon hvilken tilstand de har.

Det er ulike måter for å navigere i modellen på som tar hensyn til ulik teknisk kompetanse og funksjonsnedsettelse. Modellen kan navigeres med både med mus og styreflate i tillegg til knapper og tastatur. Hastigheten for zooming av modellen ble testet og justert for å bedre brukeropplevelsen. Brukere med høyere teknisk kompetanse er ofte mer smidige og utforskende på nettsider, og kan enkelt navigere i modellen med styreflate og mus. For brukere med lavere teknisk kompetanse har verktøymenyen knapper for å gjøre tilsvarende handlinger.

Modellsiden har en instruksjon til hvordan modellen skal navigeres, presentert i en boks som vises når siden lastes. Ideen om å ha en slik introduksjon kom fra Histography [17] som har en kort introduksjon til hva brukeren skal gjøre. Instruksjonen benytter ikoner som er tydelige og universelle slik at brukeren får en forståelse av hvordan sidens navigasjon fungerer. Ikonene endres basert på brukerens plattform da navigasjonen av modellen er forskjellig på ulike operativsystemer.

### 3.5.5 Navigasjon

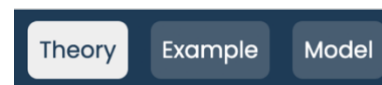
Navigasjonen på nettsiden er tilpasset målgruppen og basert på et mønster som brukerne er kjent med fra før. Rapporten «Pedagogisk bruk av teknologi i høyere utdanning» viste at tekniske utfordringer skaper frustrasjon blant både ansatte og studenter som igjen kan føre til at løsningen ikke blir brukt i undervisningen [15]. Ettersom nettsiden skal brukes for å lære et komplekst konsept i tillegg til å være et verktøy for forelesere til å forklare modellen, er det viktig at nettsiden er enkel å bruke for alle brukergrupper. Den tar høyde for at brukergruppen har ulik teknisk kompetanse, baserer seg på andre nettstedet brukerne er kjent med og gir tilbakemelding om hvor på nettstedet brukeren befinner seg [3]. I tillegg har siden flere alternativer for å navigere til samme sted. Navigasjonen er tilrettelagt for at brukerne har ulike behov og det er derfor alltid mulig å gå tilbake dersom brukeren har navigert feil. For å tydeliggjøre hvor brukeren kan interagere med nettsiden er musepekeren endret til en peker.

Nettstedet kan også navigeres med tastatur, noe som er viktig for personer med funksjonsnedsettelse og dersom siden vises på skjermer med begrenset funksjonalitet.

Prosjektet tar utgangspunkt i «Jakobs lov» [7] om at brukere tilbringer mesteparten av tiden på andre nettsider. Brukerne foretrekker derfor at nettsiden fungerer på samme måte som sider de allerede er kjent med slik at det er enkelt å navigere. Undersøkelsen av målgruppen ga en indikasjon på hvilke nettstedet brukerne benytter og dette påvirket det endelige navigasjonsmønsteret til produktet. Den globale navigasjonen øverst på nettsiden er en horisontal meny som navigerer til de ulike sidene på nettstedet. I tillegg til hovedmenyen er det også knapper på forskjellige steder på nettstedet som linker til de samme sidene slik at brukerne kan benytte ønsket navigasjon. Det er lagt til overganger ved navigasjon mellom sidene slik at det skal være lett å forstå hvordan disse henger sammen. Ettersom undersøkelsen viste at de fleste i målgruppen besøkte YouTube jevnlig, bruker nettsiden liknende metode for å vise hvor brukeren er. Dette er gjort ved å endre farge på navigasjonselementet som korresponderer med siden brukeren har valgt.



Illustrasjon 3.13: Knapper Youtube



Illustrasjon 3.14: Navigasjonsknapper

### 3.5.6 Respons

Ved interaksjonsdesign er det viktig å designe for responsivitet og gi tydelig tilbakemelding til brukeren [4]. Dette er gjort på nettsiden med en kombinasjon av mikrointeraksjoner, tydelige tilbakemeldinger og ulike designvalg. En kjent løsning på dette er å bytte farge på elementer når brukeren berører eller trykker på en knapp. Slike mikrointeraksjoner er små tilbakemeldinger til brukeren om at handlinger de gjennomfører har betydning [26]. Det er implementert andre mikrointeraksjoner på knapper og brytere når bruker holder musepekeren over dem, som blant annet endringer i farge, posisjon og musepeker for å tydelig signalisere at bruker kan interagere med elementet. Ved å benytte fargeendring kombinert med animasjon bidrar dette til at personer med ulike funksjonsnedsettelse også får bekreftelse på interaksjon. Dette tilfredsstiller et av WCAG-målene om å tilrettelegge for funksjonsnedsettelse, slik at opplevelsen blir bedre for alle [10].

### 3.5.7 Designvalg

Den visuelle identiteten til prosjektet inkluderer prosjektets farger, typografi og grafiske elementer. For å sikre et godt brukergrensesnitt der budskapet står i fokus, er det benyttet ulike designprinsipper i utforming av profil og navigasjon. Sidens enkle oppsett er inspirert av British Museum sitt «Museum of the World» [16]. I tillegg er Gestalt prinsippene om nærhet og likhet benyttet ved plassering og

gruppering av elementer på siden [8]. Elementene er gruppert etter tema og funksjon der elementene som hører sammen er plassert nær hverandre og har tydelig avstand til andre elementer.

Fargevalget skulle både passe til modellen, fungere for personer med funksjonsnedsettelse, og styrke troverdigheten til prosjektet i sin helhet. Fargene måtte skille mellom de ulike delene av modellen fra hverandre i tillegg til at de skal kunne brukes på ulike deler av nettsiden. På grunnlag av dette inkluderer prosjektet en blåfarge som primærfarge, en oransje farge for blikkfang, beige og lys grå som nøytrale farger. For å sikre god lesbarhet er fargene på tekst testet med «Colors farge kontrast sjekker» [27], i tillegg til at de viser gode resultater i Chrome sin Lighthouse-analyse om tilgjengelighet. Fontfamilien Poppins er brukt som har god lesbarhet samtidig som den sikrer et gjennomgående design.

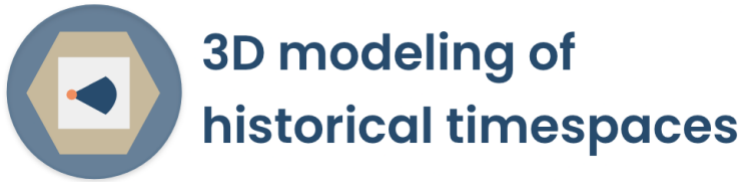


Illustrasjon 3.15: Fargevalg



Illustrasjon 3.16: Fargevalg med variasjoner

Logoen baserer seg på abstraksjonen av teorien og skal være et enkelt ikon som visualiserer modellen. Den styrker den visuelle identiteten til prosjektet og benytter prosjektets farger og typografi. I tillegg er den enkel og fungerer som et symbol og logo for hele prosjektet.



*Illustrasjon 3.17: Logo*

Prosjektet benytter ikoner fra «Google icons» for å få et gjennomgående design og for å sikre allmenn forståelse. I tillegg er ikonene under åpen lisens som betyr at de kan brukes fritt [28]. Ettersom brukergruppen er kjent med andre nettsider som også benytter disse ikonene vil det styrke brukeropplevelsen og gjøre navigasjonen på siden enklere. Ved å bruke disse vil det være enkelt å legge til nye ikoner senere i prosjektet som samsvarer med resten av designet. I tillegg til bruk av Google ikoner er det laget noen egne ikoner der det var nødvendig. Disse er laget i Adobe Illustrator eller Adobe XD der SVG-koden er brukt i kildekoden. Dette styrker den visuelle profilen bidrar til dermed til bedre kommunikasjon.

### **3.6 Validering og testing**

Testing av prosjektet er viktig for å oppdage problemer i designet, finne forbedringsmuligheter og for å bedre forstå brukerne [21]. Det er benyttet personas for å ta designvalg gjennom hele prosessen, og det er benyttet prototyper for å evaluere produktet. Prototypene ble benyttet for å sjekke om krav er oppnådd og alltid ha en fungerende løsning å vise til. Det er også brukt ulike testverktøy for tilgjengelighet, responsivitet og optimalisering gjennom prosessen som ga konkrete resultater og forbedringsmuligheter. I tillegg er produktet testet på brukere for å få reell interaksjon med nettsiden.

#### **3.6.1 Digital undersøkelse**

Som nevnt tidligere ble det tidlig i prosjektet gjennomført en test for å samle informasjon om målgruppen, og hvilke teknologier de allerede er kjent med. Undersøkelsen inkluderte svar fra 13 deltakere som representerer brukergruppen. Deltakerne bestod av 9 menn og 4 kvinner, der 3 av deltakerne var forelesere. Ettersom testen kun ble kjørt på et fåtall personer i målgruppen, bør resultatene vurderes som veiledende fremfor en gyldig representasjon av hele målgruppen. Resultatene ble vurdert etter forskjeller og likheter blant deltakernes svar, og ga en veiledning om hvem som blir sluttbrukerne av produktet.

### 3.6.2 Digitale verktøy

Det ble kjørt ulike tester med digitale verktøy underveis i prosessen. «Google Lighthouse» er et analyseverktøy som ble brukt for å sjekke kvaliteten og ytelsen på siden. Basert på dette kan det gjøres utbedringer som kan øke testresultatene på siden. I tillegg er det kjørt tester for responsivitet og mobilvennlighet. Siden er testet med Google sin test for mobilvennlighet [29], og nettsiden er gjennom hele prosessen testet på ulike skjermer for å sikre et responsivt design med fungerende navigasjon og interaksjon.

### 3.6.3 Brukertesting

Mot slutten av prosjektet ble det utført en brukertesting av produktet som testet interaksjon med fokus på UI og UX. Det ble ikke undersøkt forståelse av innhold eller motivasjon for videre læring da dette var utenfor tidsrammene og begrensingene til bachelorprosjektet. Deltakerne av brukertesten var seks studenter og forelesere ved UiA med ulik akademisk bakgrunn. Testene bestod av spørsmål og oppgaver som deltakerne skulle løse samtidig som interaksjonen med nettsiden ble overvåket av en observatør. Brukertestlabben på UiA ble benyttet for å kjøre testene slik at det var lett for observatøren å se hvordan brukeren løste de ulike oppgavene uten å forstyrre testingen. Brukernes interaksjon ble notert uten at det ble samlet noen personopplysninger.

Resultatene fra testene indikerer at brukerne synes helhetsinntrykket til nettsiden har et moderne og profesjonelt preg som var lett å navigere. Resultatene indikerer også at teorisiden var lettest å forstå og navigere, og flere ga positive tilbakemeldinger på metoden som er brukt for å visualisere teorien. Resultatene av testene finnes i vedlegg G - Brukertest resultater.pdf. De ulike problemene og hvordan disse ble løst er diskutert i kapittel 4.9 «Testresultat og forbedringer».

## 4 Diskusjon

Dette kapitlet tar for seg ulike strategier og løsninger som er vurdert og brukt i utforming av produktet. Fokuset er rettet mot valg som ble tatt i forhold til visualisering av teorien og funksjonaliteten til webløsningen. I tillegg er det drøftet rundt valg av navigasjon og interaksjonsmønstre, samt ulike tekniske utfordringer som oppstod og hvordan de ble løst i arbeidsperioden. I slutten av kapitlet er det vurdert hvor godt prosjektet fungerer og hvilke muligheter som kan være aktuelle for fremtidig utvikling.

### 4.1 Forståelse og visualisering av teori

En av de største utfordringene gjennom hele arbeidsperioden har vært hvordan teorien skal visualiseres. I idemyldringsfasen ble det vurdert flere forskjellige metoder for å visualisere teorien. En av disse metodene var å lage en modell som former seg dynamisk etter et større datasett. Denne metoden visualiserer hvordan en historisk hendelse utvikler seg i de ulike aksene og som videre automatisk bygger strukturene. Denne løsningen ble ikke valgt da den blir svært kompleks både i form av datainnsamling og teknisk utvikling, men den kan være en idé for videreutvikling av prosjektet.

Et annet konsept innebar å lage en video-visualisering av modellen som gir en forklarende og abstrakt versjon som viser strukturen i modellen, uten bruk av mye spesifikk data. En av utfordringene med denne løsningen er gjenbruk og oppdatering av informasjon som vil medføre et behov for å endre visualiseringen.

Det ble også diskutert muligheten for å lage en 3D-modell med integrert data som visualiserer de ulike aksene ut ifra hvilken synsvinkel brukeren ser gjennom. Om brukeren ser ned gjennom Y-aksen for eksempel, vil de se hva som hadde vært formålet med Y-aksen og data som tilhører denne aksene. Dette kunne blitt gjort med ulike lag som brukeren kan bla seg gjennom når de ser i en spesifikk akse. Inspirasjon for dette konseptet kommer fra kunstverk som endrer seg ut ifra synsvinkel. Dette ville vært en krevende løsning i forhold til konsept og implementasjon, ettersom den har en mer kunstnerisk tilnærming i motsetning til en informativ tilnærming.

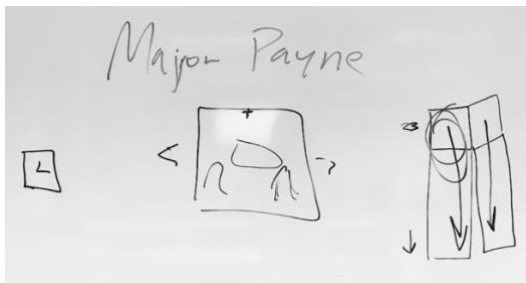
En av utfordringene i prosjektet er at teorien ikke er utgitt og at prosjektet er en av de første som forsøker å løse visualiseringen av teorien. Det er tre mennesker som sammen har jobbet med denne visualiseringen, og selv om det er en god løsning, så er det ikke gitt at det er den beste måten å visualisere teorien på. Dette konseptet skal i løpet av neste semester testes og vurderes om det gir akademisk merverdi.

## 4.2 Ideer til løsning

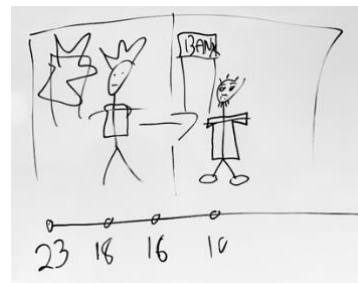
Oppstartsfasen bestod av å komme med løsninger til hvordan teorien kunne presenteres visuelt med bruk av teknologi på en måte som målgruppen forstår. Ettersom et av kravene for prosjektet var at en teori skulle presenteres ved bruk av teknologi, var det viktig med en idéfase der mange forskjellige ideer for hvordan problemet kunne løses ble diskutert. Ideene til hvordan teorien skulle visualiseres inkluderte enkle 3D-modeller, komplekse modeller med konkrete eksempler og andre løsninger som illustrerte teorien i de ulike aksene. Alle ideene ble diskutert i samarbeid med oppdragsgiver og vurdert basert på formidlingsevne og hvor intuitiv løsningen var. Hovedutfordringen var å finne metoder for å interaktivt visualisere den abstrakte teorien og deretter lage et universelt oppsett for ulike hendelser.

### Visuelt med grafikk

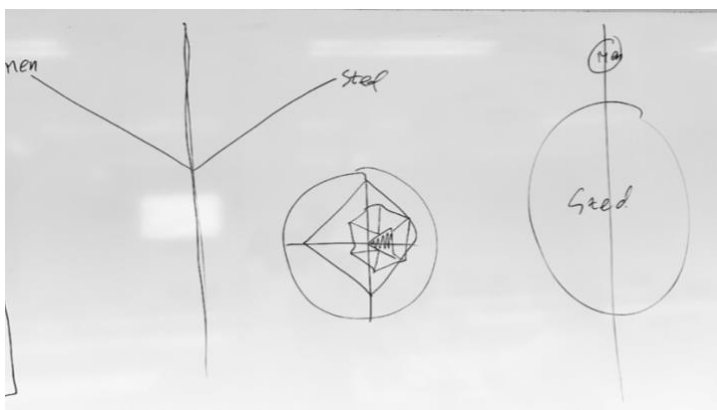
Det ble diskutert om historien skulle presenteres visuelt med grafikk, men utfordringen ble å definere hva som skulle vises og hvordan løsningen ville fungere i praksis. Illustrasjonene under viser hvordan dette kunne blitt løst på ulike måter, og det ble vurdert å bruke Blender og Adobe After Effects for å gjennomføre disse løsningene.



Illustrasjon 4.1: Ulike vurderte interaksjonsmønstre



Illustrasjon 4.2: Idé til grafisk løsning



Illustrasjon 4.3: Ideer til akser og modell

### Synsvinkel spesifikk 3D-modell

En annen idé var å lage en 3D-modell med integrert informasjon som automatisk endres ut fra synsvinkelen til brukeren. Det er et konsept som krever mye planlegging, der de ulike kategoriene må

defineres og det må avklares hvilken informasjon som skal presenteres samtidig. Dette ville vært vanskelig å skalere og det kan også være utfordrende å få laget en komplett modell.

### **Video med flere lag**

En løsning som ble diskutert var å lage en video som benytter lag til å vise de ulike delene av modellen. Dette ville trolig vært relativt enkelt å lage, men hadde resultert i en stor arbeidsmengde for å oppdatere og endre innholdet.

### **Enkel 3D-modell**

En annen løsning kunne være å videreutvikle 3D-modellen som ble gitt i prosjektet til en forbedret modell som gir en bedre forståelse av konseptet. Dette vil gi en presentasjon av modellen i tillegg til at den kan presenteres med informasjon og eksempler. Det ble diskutert ulike løsninger for å bygge en slik modell, enten ved hjelp av blender, kode eller andre metoder. Ved å vise modellen på en nettside vil den være enkel å benytte seg av samt fleksibel i forhold til oppdateringer.

### **Interaktiv 3D-modell på nettside**

En idé basert på en enkel presentasjon av modellen var å gjøre den interaktiv på en nettside der brukeren selv kan justere variabler. Dette åpner for økt interaktivitet og muligheten til å tilpasse designet til målgruppen, men det krever samtidig en solid programvarearkitektur. Det vil være behov for grundig utforskning av metodikk og presentasjonsmetoder, og medfører en større arbeidsmengde totalt sett. Når en 3D-modell skal presentere informasjon og samtidig være et interaktivt element brukeren kan justere, oppstår ulike utfordringer. Blant annet må 3D-modellen defineres med justerbare verdier og siden dette er en kompleks modell som illustrerer et ubestemt antall variabler, blir det nødvendig å forenkle modellen i tillegg til å fastsette noen konkrete variabler.

Gruppen vurderte at dette var løsningen som ville gjøre det enkelt å presentere teorien på en forståelig måte, og i tillegg gi muligheter for å vise konkrete eksempler og med gode skaleringsmuligheter for fremtidige oppdateringer. Det er stort potensial for kreative løsninger, som gjør prosjektet spennende å jobbe med.

## **4.3 Webløsning**

Flere ulike webløsninger ble vurdert på basis av fleksibilitet, arbeidsmengde og brukervennlighet. Oversikten nedenfor ble laget til forprosjektrapporten og kan finnes i vedlegg A – Forprosjektrapport.pdf.



	<b>Fordeler</b>	<b>Ulemper</b>
<b>Next.js/React.js + Sanity CMS</b>	Fleksibilitet	Kompleks og tidskrevende
<b>Webflow</b>	Enkelt å bruke, alle kan bidra	Mindre fleksibilitet
<b>Instorier</b>	Enkelt å bruke? Bygget på Next.js	Dyrt
<b>Wordpress - Divi</b>	Kjent for de fleste Lett å sette opp	Sannsynligvis mange rare løsninger Ikke så lett å dokumentere

Tabell 4.1

Etter vurderingen av de ulike løsningene, endte prosjektet opp med å bruke React basert på deres gode dokumentasjon og tredjepartspakker. Sanity CMS er planlagt for videreutvikling, men ble valgt vekk som krav i denne oppgaven da fokuset skal være på selve utformingen og visualisering av modell og teori. Wordpress kunne vært et godt alternativ til React ettersom det krever mindre utvikling i starten for å sette sammen et system, men av erfaring er det ofte komplisert å lage gode løsninger på trivielle problemer. Webflow og Instorier ble valgt bort da ingen av gruppemedlemmene hadde noe erfaring med disse systemene og deres begrensninger.

#### 4.4 Prosjektets utvikling

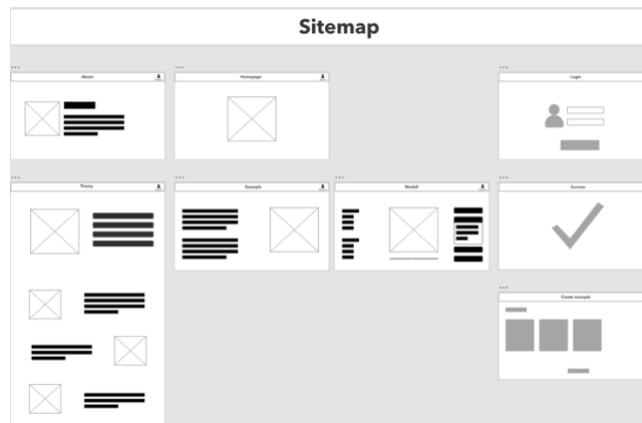
Kravene til prosjektets innhold endret seg gjennom hele prosessen, og en agil arbeidsmetode med tett dialog med oppdragsgiver var nødvendig for å utvikle prosjektet i riktig retning. Kravet for innhold i starten av prosessen var en 3D-modell som kunne endres med ulike verdier. Gjennom utviklingen og visualiseringsprosessen fikk oppdragsgiver bedre forståelse for modellens innhold, og måten modellen har visualisert teorien har gitt nye innblikk for hvordan den fungerer i praksis samt bidratt til videre utvikling.

Gjennom vurderinger og nye ideer ble det nødvendig med flere sider for å kunne presentere historieteorien på en mer forståelig måte. Sidestrukturene under viser utviklingen til prosjektet fra startfasen til endelig sidestruktur. Den første inkluderer en hovedside som er linket til modellsiden, eksempelsiden, om prosjektet og en kontaktside. Den oppdaterte sidestrukturen viser en hovedside med

tre undersider; teori, eksempel og modell. I tillegg er det en side om prosjektet og planlagte sider for innlogging for videreutvikling av prosjektet.



Illustrasjon 4.4: Sitemap tidlig i prosessen



Illustrasjon 4.5: Endelig sidestruktur

## 4.5 Navigasjon

I begynnelsen av prosjektet ble den beste navigasjonsflyten vurdert som «Teori» → «Modell» → «Eksempel», ettersom tankegangen var at brukeren skulle lære teorien, deretter teste modellen selv, for så å se eksempler på hvordan den fungerer. Prosjektet endret seg underveis og måten eksempelsiden og modellsiden skulle presenteres gjorde at rekkefølgen senere ble endret til «Teori» → «Eksempel» → «Modell». Den nye rekkefølgen følger likt oppsett som de fleste lærebøker, der teorien først blir presentert, etterfulgt av eksempler som underbygger teorien. Til slutt kan brukeren selv eksperimentere med modellen.

Navigasjon i 3D-modellen i Canvas-elementet på sider med overløp, førte til vanskeligheter da både HTML dokumentet og Canvas elementet prøvde å skalere samtidig. Det ble implementert en funksjon som sjekker om brukeren navigerer Canvas-elementet eller HTML dokumentet for å motvirke denne effekten.

## 4.6 UI

Dette kapitlet tar for seg prosjektets brukergrensesnitt og ulike designvalg underveis i prosessen. Identiteten til historiemodellen skal være med på å styrke budskapet og reflektere teoriens troverdighet og kvalitet.

### 4.6.1 Fargevalg

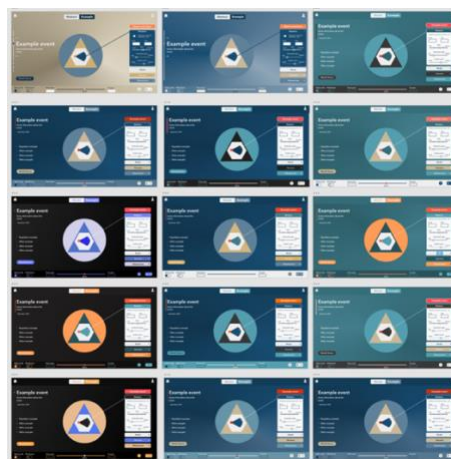
Etttersom prosjektet skal brukes til undervisning er det viktig at fargene styrker innholdets troverdighet og gjenspeiler kvaliteten. En undersøkelse presentert i «Colour assignment» [30], av Joe Hallock tok

for seg brukernes assosiasjoner mellom ord og ulike farger. Her kom det tydelig frem at blå var høyt representert ved ordene; «trust», «security», «high quality» og «reliability». I tillegg viste undersøkelsen at blå var en favoritt blant 46% av deltakerne og var samtidig favorittfargen til en stor prosentandel både for kvinner og menn i ulike aldre. Derfor vil den mørke blåfargen styrke sidens troverdighet, visuelle inntrykk og nå de ulike brukergruppene i prosjektet.

Det var utfordrende å finne farger som både gikk godt sammen, samtidig som de skilte de ulike delene i modellen fra hverandre. Først ble ulike farger testet på modellen og på elementer på nettsiden, og deretter vurdert opp mot hverandre for å finne en løsning som både fremmer budskapet og ser visuelt estetisk ut. Det ble gjort tester på ulike design med farget bakgrunn og her ble det tydeligere hvilke farger som fungerte med fokus på kontrast og visuelt uttrykk.



Illustrasjon 4.6: Testing av farger på modell



Illustrasjon 4.7: Testing av farger på elementer

## 4.6.2 Typografi

Fonter med og uten seriffer ble testet mot hverandre og vurdert basert på lesbarhet. Fonter uten seriffer er ofte brukt på nettsider og applikasjoner der det er mindre tekst, mens fonter med seriff er ofte brukt på lengre tekster for å gi et seriøst preg og skape flyt i teksten. Ettersom nettsiden skal presentere historieteori på en nettside er det viktig at lesbarheten er god, både på tekster og knapper, samtidig som den gir budskapet troverdighet og tyngde. Nettsiden ble testet med både seriff og sans seriff fonter, og i samarbeid med oppdragsgiveren ble sans seriff fonten Poppins valgt til å være best egnet. Resultat fra brukertestene tydet på at denne fonten ga god lesbarhet samtidig som den fremsto profesjonell og moderne.

### 4.6.3 Visning av modell

I arbeidet med oppgaven, ble det diskutert ulike metoder for å vise modellen på nettsiden slik at den blir forståelig for brukeren. En av hovedutfordringene ved visning av modellen var at noen av elementene skjærer gjennom hverandre dersom elementene overlapper. Det ble diskutert ulike løsninger for å forhindre dette, og en av disse inkluderte å fylle flatene på elementene. Det ble undersøkt om dette kunne gjøres med en GLSL shader<sup>2</sup>, men dette ble for komplekst. Det er for ressurskrevende og ville ikke resultert i en bedre forståelse av modellen. Noen av modellene, der det ga bedre forståelse, ble fylt i Blender og importert dynamisk.

Det at modellene skjærer gjennom hverandre er med å gi brukeren en forståelse for at strukturene er uavhengig av hverandre. Det ble laget ulike visningsmodus som brukeren selv kan skru av og på etter behov, og disse inkluderer etiketter, gjennomsiktighet og splittmodus. Det ble også vurdert å lage knapper for å rotere modellen, men på grunn av begrenset tid ble denne funksjonen nedprioritert da det ikke er nødvendig å rotere modellen for å forstå budskapet.

#### Etiketter

Verdiene på aksene og enhetene på tidsaksen vises alltid, men enhetene på sted og normer aksene vises dersom brukeren skrur på etikettene selv. Denne løsningen gjør at modellen er ryddig samtidig som brukeren kan skru på etikettene ved behov. Det er bygget egne klasser for tidslinjeetikettene da disse krever tilpasset matematikk for å posisjonere seg riktig. Årstall-etikettene er hovedgrunnen til at det ble byttet til absolutte årstall verdier, som gjorde det lettere å kalkulere årstall-mellomrommet.

#### Gjennomsiktighet

Ved å benytte wireframes er det mulig å se alle modellene samtidig og dermed se hvordan modellene står i forhold til hverandre. Utfordringene ved denne løsningen er at linjene kan være utfordrende å se, og det kan være vanskelig å skille de ulike modellene fra hverandre. For å tydelig skille modellene er fargen på wireframe-linjene satt til samme farge som den opprinnelige modellen. I de 10 første versjonene var transparentmodus styrt gjennom materialet i Three. Men i de siste versjonene er wireframe-versjoner av modellene laget i Blender og importert dynamisk. Dette ble gjort for enkelt å kunne styre tykkelsen på wireframene, som ikke lar seg gjøre i Three uten å lage en GLSL shader.

---

<sup>2</sup> GLSL Shaders er skript som modifiserer rendering i OpenGL programvarer. Three.js bruker OpenGL [43]

## Splittmodus

Å splitte modellen i flere akser gjør det mulig for brukeren å se modellen og hvor den skjærer i de ulike aksene. Splittmodus alene vil gjøre modellen mer abstrakt og uforståelig, men i kombinasjon med den fullstendige modellen vil denne funksjonen kunne skape dypere forståelse hos brukeren. Splitmodus ble laget ved å legge til et «clipping plane» (en boolsk operasjon som kutter modellene) i materialet til alle modellene og styre posisjonen til flatene med en state i forelderen.

## 4.7 Kildekode

Utviklingen av kildekoden var en utfordrende prosess der det oppstod mange problemer som måtte løses underveis. Disse problemene omfattet blant annet struktur og arkitektur, state-organisering og funksjoner, metoder og klasser som ikke fungerte som planlagt. I tillegg har det oppstått utallige feil eller bugs som ble fikset gjennom flere runder med feilsøking. Det har vært et kontinuerlig arbeid med kildekoden siden prosjektet startet, og det er blitt implementert i gjennomsnitt en ny versjon i uken.

### 4.7.1 Rammeverk og tredjepartspakker

React ble valgt som JavaScript rammeverk da det i fremtiden er tenkt at Digital historielab skal inneholde mye mer enn bare dette prosjektet. Hensikten med å velge et rammeverk som React var for modularitet i komponenter, samt sørge for at en større applikasjon kunne utvikles lettere i fremtiden. Ytterligere hensyn til fremtidssikring kunne vært å utvikle applikasjonen i Next.js eller et lignende rammeverk da dette lettere tillater kommunikasjon med server og databaser.

Fordelen med React er at dokumentasjonen og tilleggsressursene er svært gode, men også fordi gruppen var kjent med arbeidsflyten fra før. Det er også mange tilleggspakker for React som gjør utviklingsprosessen lettere. Three Fiber og Drei er slike tilleggspakker som har React abstraksjoner av Three.js gjør at funksjoner kan skrives som JSX kode<sup>3</sup>. Noen av ulempene er at React er et komplisert rammeverk som implementerer finurlige abstraksjoner av Javascript som noen ganger ikke er så intuitive. I tillegg er det å holde styr på livssyklusen til states og sørge for at de er optimalisert, ofte en utfordring.

Flere andre pakker ble vurdert, men ikke tatt i bruk, blant annet Redux [31] og React Three GUI [32]. React Three GUI ble tidlig testet ut for å forenkle utviklingsprosessen ved å unngå å skrive egen logikk

---

<sup>3</sup> JSX eller Javascript Syntax Extension er en XML lignende syntaks utvidelse for ECMAScript, som gjør at man kan skrive HTML ved hjelp av Javascript. [39]

for kontrollpanelet på modellsiden, men dessverre oppstod det problemer da systemet manglet nødvendige egenskaper, og det måtte derfor skrives egen logikk for kontrollpanelet. Redux er et bibliotek for global organisering av tilstand (states)<sup>4</sup> i applikasjoner. Det ble vurdert på grunn av problemet med «prop-drilling», der tilstand blir sendt gjennom flere komponentnivåer. Imidlertid ble det konkludert med at Redux var for komplekst å implementere, og derfor ble alternative løsninger utforsket.

Det var flere utfordringer med å skrive logikken for kontrollpanelene, blant annet “prop-drilling” og at state måtte oppdateres og sendes tilbake i komponent hierarkiet. For at systemet skulle være dynamisk og kunne bruke flere forskjellige varianter av eksempler, måtte disse statene lagres i tabeller der hele tabellen sendes som en state. Når disse statene blir sendt fra foreldrekomponenter til barnkomponenter må hele tabellen oppdateres i riktig rekkefølge slik alle verdiene blir bevart. Dette og prop-drilling var utfordringer som førte til at noe av koden til kontrollpanelene er noe vanskelig å lese. Men samtidig så er dette en interessant løsning for å komme rundt problemet med at React ikke tillater toveis data-binding, altså å sende verdier tilbake til forelderkomponenten.

#### 4.7.2 Skalering

En begrensning med Three.js er hvordan biblioteket ikke enkelt tillater direkte manipulasjon av vertiser. Det finnes dedikerte løsninger for dette som nevnt i kapittel 2.5, men implementering av dette ville vært for stort for omfanget til prosjektet. Formålet hadde vært å få ikke-uniform skalering i de forskjellige aksene, som var et av kravene fra oppdragsgiver og dette kravet måtte derfor løses på en alternativ måte.

##### Skalering i normer aksene

I Y-aksen måtte modellen skaleres ikke-uniformt ettersom verdiene er ulike i positiv og negativ retning. Gode løsninger for dette hadde vært å manipulere vertiser eller matriser direkte, men som nevnt tidligere var dette komplisert å implementere. Derfor er det brukt en ligning for ikke-uniform skalering. Dette er ikke en perfekt løsning, men fungerer inntil det blir implementert vertise eller matrise-manipulering.

Tidlig i prosessen ble det derimot gjort flere tester med både matrise- og vertiseredigering. I Three.js er flatene for modeller ikke sortert i lister, kun vertisene. En løsning kan være å sortere dem og få en liste over flater som kan manipuleres. Denne løsningen krever at flate-tabellen kryssrefererer verdier med vertise-tabellen. Det ble vurdert at dette er for komplisert for omfanget til dette prosjektet. Three.js gir også mulighet for å se matrisen, men dette er en verdi som kun er lesbar om ikke kildekoden redigeres. Langsiktig kan det være relevant å implementere en flate-sortering for optimal ikke-uniform skalering.

---

<sup>4</sup> States er React sin måte å lagre variabler i minne og er komponent spesifikk, ikke global. [41]

### Skalering i tid aksen

I oppstarten benyttet modellene en prosentvis skalering basert på startår og sluttår for hele tidslinjen. Med denne metoden var det lett å posisjonere modellene i midten, men kalkulasjonene var tungvint å lese og mer ressurskrevende. Halvveis i prosjektet ble prosentvis skalering byttet til absolutt år skalering der årstall er en-til-en med verdenskoordinater. Dette ble gjort da det oppstod et problem med nøyaktig posisjonering av årstall med prosentvis skalering. Dette vil gjøre at ligningene for posisjon er mer oversiktlig og det sparer ressurser. Denne løsningen gjør derimot at modellen kan bli veldig stor og at de andre aksene må skalere proporsjonelt med tidsakseskalaen.

For å få modellene i senter av skjermen ble det valgt å flytte modellene tilbake mot 0 i verdenskoordinater i motsetning til å flytte kameraet til modellen. Dette ble gjort da kameraet sin posisjon er kun en lesbar verdi, og fordi Three kan gruppere flere eller alle modellene sammen og transformeres samtidig. Ved veldig høye posisjonstall er det også en sannsynlighet for problemer med flyttallspresisjon ettersom det kan oppstå små feil i kalkulasjonene. Oppdragsgiver ville ha dagens årstall i senter, så modellen er sentrert rundt 2023.

### 4.7.3 Refaktorering

I den agile arbeidsmetoden var det først fokus på å bygge prototyper som fungerte, og deretter refaktorere koden. Dette var en praksis som sørget for separering av bekymringer, og en modulær og mer semantisk kode. Canvas-elementet er eksempelvis en klasse som er svært modulær og som lett kan tilpasses forskjellige bruksområder.

Det ble et behov for en separert og generell klasse for innlastning av modeller da visualiseringen og teorien var i konstant endring. For å unngå å hele tiden tilpasse klassen til endringene, ble det laget en klasse som kun laster inn modellene. I denne løsningen ble transformasjon og skalering av modellene gjort via parametere. Selve klassen gikk gjennom tre store refaktorerings faser:

- Første versjon hadde if-setninger i returfunksjonen som bestemte hvilken type modell som skulle gjengis. Dette var en lite modulær klasse som var vanskelig å lese.
- Neste versjon brukte React Three GUI variabler til å styre størrelse og posisjon. Dette var en mer modulær løsning da parameterne styrer modellen, og ikke klassen selv. Det var fortsatt flere if-setninger i returfunksjonen som gjorde det vanskelig å lese.
- Den siste versjonen fikser retur-funksjonen og gjør hele klassen mer lesbar. Denne versjonen er totalt agnostisk til hvilken modell som blir importert og returnert. Den benytter også det nye kontrollpanelsystemet for å kontrollere størrelse og posisjon. I denne versjonen ble konseptet med egendefinerte innstillinger for både Canvas og modellklassen lagt til, som igjen førte til stor modularitet.

Mot slutten av arbeidsperioden kom det en uforventet konferanse der oppdragsgiver ville vise frem prosjektet. Dette førte til at noen verdier i modell klassen måtte skrives inn før fremvisningen. Denne koden ble det ikke tid til å refaktorere siden ferdigstilling av prosjektet ble prioritert. Det burde vært planlagt enda mer tid til dette.

En svakhet i produktet er at det ikke ble tatt riktig hensyn til strukturering og gjenbruk av kode i SCSS dokumentet. Det er flere forskjellige måter dette kunne vært løst på; enten å bruke React som har mulighet for å laste inn separate dokumenter per modul som igjen ville løst separering. Alternativt kunne HTML strukturen vært bygget bedre slik at koden kunne vært gjenbrukt. Ideelt sett burde det også vært brukt et CSS-rammeverk som Tailwind.

#### 4.7.4 AI Verktøy

GitHub Copilot er et verktøy bygget med OpenAI sin GPT-modell. Dette verktøyet forsøker å forutse hva de neste linjene med kode skal være og gir brukeren et forslag. Verktøyet fungerer svært bra i noen sammenhenger og økte hastigheten på utviklingen. ChatGPT, et annet et AI-verktøy, ble brukt i noen sammenhenger for å gi forslag til unike løsninger som verken kodefora eller Copilot hadde gode svar på. Det ble også forsøkt å gjøre feilsøking med ChatGPT, men boten klarte sjelden å forklare problemet på en god måte. ChatGPT ble heller benyttet for skrivetips til rapporten og for å kunne bedre forklare historieteorien.

### 4.8 Testresultat og forbedringer

Testene gjort med «Google Lighthouse» viste forbedringsmuligheter innen tilgjengelighet med tydelige instruksjoner til hva som burde endres og basert på dette ble semantikk og HTML struktur endret. Det var blant annet noen «label» og «anker»-tagger som var skrevet feil, og endring av disse resulterte i bedre score. Ytelse (performance) scoren varierer noe fra test til test da webhotell og eksterne lenker kan påvirke innlastingstid.



Illustrasjon 4.8: Før endringer (venstre) og etter endringer (høyre)

Det ble gitt gode tilbakemeldinger fra testgruppen på hvordan de opplevde nettsiden og hva som kunne forbedres. Etersom deltakerne i testingen er studenter og forelesere ved ulike studier gir testene en indikasjon på hvordan navigasjonen og interaksjonen med nettsiden fungerer, men tester ikke forståelse



av innholdet. Det ble valgt deltakere med forskjellig bakgrunn for å få en indikasjon på om informasjonsflyten og interaksjonen fungerer for personer med forskjellig teknologiske ferdigheter og eventuelle funksjonsnedsettelse. Testgruppen kunne ha inkludert flere historiestudenter da dette er målgruppen, men det ble vurdert at testing av interaksjon ble prioritert. Dette fordi prosjektet ser på hvordan interaksjonsdesign og implementering av webløsning kan bidra til visualisering av en historieteori, ikke på forståelse av teorien.

Nedenfor presenteres problemene brukerne rapporterte i testingen og løsningene som ble implementert som følge av tilbakemeldingene.

<b>Problemer under testing</b>	<b>Implementerte løsninger</b>
Fant ikke informasjon om prosjektet	Forsiden viser informasjon om prosjektet og en knapp som leder bruker i riktig retning.
Ved navigasjon mellom sider ble ikke posisjon satt til toppen av siden.	Etter navigasjon starter innholdet fra toppen
Forstod ikke bruken av ordet «wireframe»	Endre navn fra «wireframe» til «transparency»
Bruker ønsket kamera resett knapp	Laget knapp for å resette siden
Vanskelig å lese etiketter	Jusstert fontstørrelse på etiketter
Vanskelig å forstå «slider» på modellsiden	Det ble ikke tid å endre til checkbokser, da dette krever en del omstrukturering av kode.
Ikke mobiloptimalisert	Lagt til CSS klasser for responsivitet for mobil

Tabell 4.2

#### 4.9 Videreutvikling av prosjektet

Prosjektet er en del av Digital historielab og har mange utviklingsmuligheter. Prosjektet som er utviklet i bachelorperioden er et fungerende konsept som visualiserer historieteorien. I løpet av prosessen ble det utforsket forskjellige metoder for å formidle teorien og gjennom undersøkelser og brukertesting ble det funnet at teorisiden fungerer best ved formidling av konsept. Interaksjonsmønsteret og måten informasjonen er presentert på bidrar til dette. Eksempelsiden fungerer tilfredsstillende og innholdet er presentert på en ryddig måte som ikke overvelder brukeren. Visualiseringen på høyre side viser eksempelets verdier presentert med 3D-modellen, men det er potensiale for mer aktiv interaksjon. I fremtiden vil denne løsningen kunne være grunnlaget for nye versjoner, og det kan også være nyttig å

se på alternative metoder for å presentere modellsiden, ettersom den ikke bidrar tilstrekkelig til økt forståelse for brukerne.

Med tanke på videreutvikling av prosjektet er det viktig at arbeidet er dokumentert og at koden er oversiktlig. Det er tatt hensyn til at variabelnavn og filstruktur er lett leselig, men det er fortsatt behov for refaktorering i koden for å få mer oversiktlig struktur. Målet er å sørge for god kode arkitektur samt å relevante designmønstre.

#### **4.9.1 Redigeringsprofil til forelesere**

Det er planlagt at forelesere skal ha egne brukere og dermed kunne legge inn informasjon og eksempler selv via en redigeringside. Her skal også de som har tilgang kunne endre alt av tekst på plattformen etter hvert som teorien utvikler seg. Denne funksjonen krever mer arbeid med nye fagfelt som databaser, informasjonshåndtering, sikkerhet, livssyklus til siden og den totale arbeidsmengden hadde økt betraktelig. Derfor ble dette satt som et fremtidig mål for å begrense omfanget til bacheloroppgaven samt sørge for at fokuset er på visualisering i denne versjonen. I tillegg er det en begrensning på at det kun er forelesere som kan legge inn eksempler, noe som sikrer kvaliteten på innholdet.

Det er lagt til rette for at all tekst på siden i fremtiden skal hentes fra et CMS. Det er da også tenkt at forelesere skal kunne formatere teksten selv. Det var da viktig at denne formateringen blir vist på riktig måte. Første løsning på dette var å lage en HTML-oversetter da React ikke har dette innebygd. Dette fungerte ikke helt som forventet, så løsningen nå uten CMS er å bruke en funksjon som heter `dangerouslySetInnerHTML`. Denne funksjonen garanterer ikke at innholdet er helt rent, men de fleste CMS har innebygde løsninger for å sikre dette.

#### **4.9.2 Sammenlikne hendelser og optimalisering**

Underveis i prosessen ble det diskutert med oppdragsgiver om muligheten for å sammenligne flere eksempler. Det ble konkludert at dette er en egenskap som ikke skulle være en del av denne fasen av prosjektet, da det var utfordrende å designe en god løsning i løpet av arbeidsperioden. Webløsningen kan videre optimaliseres for ulike flater da flere i brukerundersøkelsen benytter mobile enheter. Ytelsen kan også forbedres da noen av funksjonene bruker unødvendig mye systemressurser.

## 5 Konklusjon

Prosjektet har tatt for seg hvordan en historieteori kan visualiseres ved bruk av moderne interaksjonsdesign som er implementert i et webgrensesnitt. Oppdragsgiveren ønsket opprinnelig en interaktiv 3D-modell som skulle visualisere teorien med målsetting å kunne benytte løsningen som et supplerende verktøy i undervisningen. Produktet løser oppdraget ved å både inkludere en interaktiv 3D-modell foreleserne kan bruke til undervisning, i tillegg til et brukergrensesnitt som visualiserer teorien med enkle modeller og eksempler. Løsningen kombinerer interaksjonsdesign, webutvikling og 3D i et brukergrensesnitt som er utviklet, testet og revidert for å optimalisere brukeropplevelsen. Utviklingen av de ulike interaksjonsmønstrene fungerer bra som et supplement til det opprinnelige kravet fra oppdragsgiver.

Gruppen jobbet bra med deres ansvarsområder og leverte sammen et produkt som oppnådde målene som var definert. Kravene var tydelig planlagt, og sluttproduktet inkluderer oppdragsgiveren sine opprinnelige mål i tillegg til å implementere flere funksjoner for å forbedre produktet ytterligere. Undersøkelser og brukertesting gjorde at produktets retning ble vurdert av uavhengige tredjeparts kandidater. Vurdering og implementasjon av deres tilbakemeldinger var nyttig for prosessen og resulterte i et bedre produkt. Det kunne vært foretatt noen endringer i prosessen for å skape et enda bedre produkt. Blant disse er større fokus på arkitekturmønster i kildekoden for bedre semantikk, og det burde tidligere i prosessen blitt evaluert om modell siden alene fungerte slik at alternative metoder for visualisering kunne utvikles.

Oppdragsgiveren er likevel fornøyd med utviklingen og resultatet av prosjektet, inkludert visualiseringen av teorien. Gjennom prosjektet har visualiseringen bidratt til utviklingen av teorien, og oppdragsgiver ønsker å videreutvikle prosjektet i samarbeid med bachelorgruppen for å forbedre og implementere flere egenskaper. Prosjektet skal publiseres som en del av Digital historielab og benyttes i forskning og undervisning av teorien.

## 6 Referanser

- [1] Meta Open Source, "React," Meta Open Source, 2023. [Online]. Available: <https://react.dev/>. [Accessed 3 Mai 2023].
- [2] Three.js, "Three.js forum," Three.js, 2023. [Online]. Available: <https://discourse.threejs.org/>. [Accessed 3 Mai 2023].
- [3] R. R. D. C. C. N. Alan Cooper, About Face: The Essentials of Interaction Design, 4th Edition, John Wiley & Sons Inc, 2014.
- [4] T. Nordbø, Introduksjon til interaksjonsdesign, Oslo: Universitetsforlaget, 2022.
- [5] C. P. Ben Shneiderman, Designing the User Interface: strategies for Effective Human-Computer Interaction, Pearson, 2010.
- [6] Google, "Accesible Design," 2022. [Online]. Available: <https://m3.material.io/foundations/accessible-design/accessibility-basics>. [Accessed 1 Mai 2023].
- [7] J. Nielsen, Jakob's Law of Internet User Experience, Nielsen Norman Group, 2000.
- [8] J. Yablonski, Laws of UX, O'Reilly Media, 2020.
- [9] F. E. Sandnes, Universell utforming av IKT-systemer, Oslo: Universitetsforlaget, 2011.
- [10] W3C, "W3C Accessibility Guidelines (WCAG) 3.0," W3C, 07 Desember 2021. [Online]. Available: <https://www.w3.org/TR/wcag-3.0/>. [Accessed 28 April 2023].
- [11] W3C, "WCAG 101: Understanding the Web Content Accessibility Guidelines," 12 Januar 2021. [Online]. Available: <https://wcag.com/resource/what-is-wcag/>. [Accessed 19 Mai 2023].
- [12] Poimandres, "Pmdrs.docs," Poimandres, 2023. [Online]. Available: <https://docs.pmnd.rs/>. [Accessed 3 Mai 2023].
- [13] Stackoverflow, "Stackoverflow," Stackoverflow, 2023. [Online]. Available: <https://stackoverflow.com/>. [Accessed 3 Mai 2023].
- [14] R. F. Dam, "The 5 Stages in the Design Thinking Process," Interaction Design Foundation, Juli 2022. [Online]. Available: <https://www.interaction-design.org/literature/article/5-stages-in-the-design-thinking-process>. [Accessed 28 April 2023].
- [15] S. M. S. A. C. B. E. H. Lene Korseberg, "Pedagogisk bruk av digital teknologi i høyere utdanning," Nordisk institutt for studier av innovasjon, forskning og utdanning (NIFU), Bergen , 2022.
- [16] G. c. i. The british museum, "The museum of the world," Weir + wong, 2015. [Online]. Available: <https://britishmuseum.withgoogle.com/>. [Accessed 15 Januar 2023].
- [17] M. Stauber, "Histography," 2015. [Online]. Available: <https://histography.io/>. [Accessed 10 Februar 2023].
- [18] R. (. Cabello, "three.js," 1 Mai 2023. [Online]. Available: <https://github.com/mrdoob/three.js>. [Accessed 1 Mai 2023].
- [19] D. Ilya, "Mesh Editing (Vertices and Faces)," discourse.threejs.org, 02 Mai 2020. [Online]. Available: <https://discourse.threejs.org/t/mesh-editing-vertices-and-faces/15563>. [Accessed 13 Januar 2023].
- [20] Apple, "Apple AirPods 3rd Generation," Apple, 2023. [Online]. Available: <https://www.apple.com/airpods-3rd-generation/>. [Accessed 15 Mai 2023].
- [21] N. Babich, "User & Usability Testing Questions: Ultimate Guide," Adobe , 21 Januar 2021. [Online]. Available: <https://xd.adobe.com/ideas/process/user-testing/usability-testing-questions-tips-examples/>. [Accessed 3 Februar 2023].

- [22] Sikt, "Personvernhandbok for forskning," Sikt, [Online]. Available: <https://sikt.no/personvernhandbok-forskning>. [Accessed 21 Februar 2023].
- [23] Adobe, "What is Adobe XD and what is it used for?," Adobe, 26 Oktober 2020. [Online]. Available: <https://www.adobe.com/products/xd/learn/get-started/what-is-adobe-xd-used-for.html>. [Accessed 23 Mai 2023].
- [24] Blender Org, "About Blender," Blender Org, 2023. [Online]. Available: <https://www.blender.org/about>. [Accessed 23 Mai 2023].
- [25] Y. Shiotsu, "What is SCSS," UpWork, 17 Oktober 2022. [Online]. Available: <https://www.upwork.com/resources/what-is-scss>. [Accessed 16 Mai 2023].
- [26] V. Batchu, "Micro-interactions: why, when and how to use them to improve the user experience," uxdesign.cc, 12 April 2018. [Online]. Available: <https://uxdesign.cc/micro-interactions-why-when-and-how-to-use-them-to-boost-the-ux-17094b3baaa0>. [Accessed 26 April 2023].
- [27] F. Bianchi, "Color Contrast Checker," Colors, 2023. [Online]. Available: <https://colors.co/contrast-checker/112a46-acc8e5>. [Accessed 10 April 2023].
- [28] Google Fonts, "Google Fonts Frequently asked questions," Google Fonts, 21 Mars 2023. [Online]. Available: <https://developers.google.com/fonts/faq>. [Accessed 23 Mai 2023].
- [29] "Test for mobilvennlighet," Google, [Online]. Available: <https://search.google.com/test/mobile-friendly/result?id=NWo6Hehvam8P0apaYJ7k1A>. [Accessed 2 Mai 2023].
- [30] J. Hallock, "Colour assignment," University of Washington, 2003. [Online]. Available: <http://www.joehallock.com/edu/COM498/index.html>. [Accessed 16 Mars 2023].
- [31] D. Abramov, "Redux," 2023. [Online]. Available: <https://redux.js.org/>. [Accessed 10 Mai 2023].
- [32] B. Gudjonsson, "React Three GUI," 18 Mars 2021. [Online]. Available: <https://github.com/birkir/react-three-gui>. [Accessed 10 Mai 2023].
- [33] A. Spanos, Introduction to historical consciousness, University of Agder: Textbook for the course HI-139, 2022.
- [34] P. Education, "World Population History," Population Connection, 2016. [Online]. Available: <https://worldpopulationhistory.org/map/1/mercator/1/0/25/>. [Accessed 15 Januar 2023].
- [35] Y. R. J. P. Helen Sharp, Interaction Design: beyond human – computer interaction, Indianapolis: John Wiley & Sons, 2019.
- [36] Paratype, "PT Sans & PT Serif," [Online]. Available: <https://company.paratype.com/pt-sans-pt-serif>. [Accessed 15 Mars 2023].
- [37] K. Moran, "Usability Testing 101," Nielsen Norman Group, 1 Desember 2019. [Online]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/usability-testing-101/>. [Accessed 14 April 2023].
- [38] J. Johnson, GUI Bloopers 2.0: Common User Interface Design Don'ts and Dos (Interactive Technologies), Morgan Kaufmann, 2007.
- [39] Facebook, "JSX," Meta, 4 August 2022. [Online]. Available: <https://facebook.github.io/jsx/>. [Accessed 5 Mai 2023].
- [40] Microsoft, "Architectural principles," Microsoft, 9 Mai 2023. [Online]. Available: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/architecture/modern-web-apps-azure/architectural-principles>. [Accessed 12 Mai 2023].
- [41] Meta, "Managing State," Meta, 2023. [Online]. Available: <https://react.dev/learn/managing-state>. [Accessed 13 Mai 2023].
- [42] ChatGPT, "ChatGPT," 12 Mai 2023. [Online]. Available: <https://chat.openai.com/>. [Accessed 15 Mai 2023].

- [43] Mozilla, "GLSL Shaders," Mozilla, 23 Februar 2023. [Online]. Available: [https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Games/Techniques/3D\\_on\\_the\\_web/GLSL\\_Shaders](https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Games/Techniques/3D_on_the_web/GLSL_Shaders). [Accessed 16 Mai 2023].

## **7 Vedlegg**

- Vedlegg A Forprosjektrapport.pdf**
- Vedlegg B Design Proses.pdf**
- Vedlegg C Personas.pdf**
- Vedlegg D UX-undersøkelse (Svar).pdf**
- Vedlegg E Temporal consciousness.pdf**
- Vedlegg F Endringslogg.pdf**
- Vedlegg G Brukertesting resultater.pdf**
- Vedlegg H Referat veiledning.pdf**
- Vedlegg I Timelister.pdf**
- Vedlegg J Pressemelding.pdf**
- Vedlegg K ChatGPT samtaler.pdf**
- Vedlegg L Notat.pdf**