

Magnus Gravningen

Hvordan XR kan nyttiggjøres i BAE-næringen med VR og Vrex som eksempel for å undersøke modenhet

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk

Veileder: Erling Onstein

Juni 2020

Magnus Gravningen

Hvordan XR kan nyttiggjøres i BAE-næringen med VR og Vrex som eksempel for å undersøke modenhet

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk
Veileder: Erling Onstein
Juni 2020

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for vareproduksjon og byggteknikk



Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Formålet med denne rapporten er systematisk å kartlegge bruken og mulighetene av XR i BAE-næringen etter stegnormen «Neste Steg», samt å undersøke modenheten til VR og Vrex med hjelp av IDDS som rammeverk. Med XR er det de tre teknologiene AR, MR og VR det menes. Vrex er en software for bruk i VR som selges og utvikles av Vixel AS.

Problemstillingen til denne masteroppgaven er todelt og lyder som følger:

«Hvilke muligheter finnes med XR i BAE-næringen? Hva er utfordringen med VR som teknologi, Vrex som software og menneske på kort, mellomlang og lang sikt med tanke på å implementere Vrex i prosjekter i BAE-næringen?»

For å undersøke hvilke muligheter som finnes med XR i BAE-næringen benyttes stegnormen «Neste Steg» for å kartlegge bruken i de åtte stegene fra idefase til avvikling. Bruken av XR er begrenset i de tre første stegene, men er mer tydelig i de fem siste stegene. I steg 4, detaljprosjektering vil VR med rett data i modellene kunne benyttes til visualisering og møtevirksomhet. I steg 5 vil VR kunne benyttes til visualisering, opplæring og simulering, MR vil kunne benyttes for opplæring og simulering, samt projisering av modeller, mens AR kan benyttes for projisering av modeller. I steg 6 vil VR og MR være et godt hjelpemiddel for simulering, mens VR med software som Vrex kan benyttes for avvikshåndtering. I steg 7 kan VR, MR og AR benyttes som hjelpemiddel til rehabilitering og vedlikeholdsarbeider. Til slutt i steg 8 kan AR og MR være et godt hjelpemiddel for å identifisere skjulte objekter og informasjon om bygningselementer.

IDDS er et rammeverk som er benyttet for å identifisere utfordringer med VR, Vrex og menneske på kort, mellomlang og lang sikt. VR, Vrex og menneske er tre forskjellige bobler. På kort sikt er det et godt samspill mellom VR og Vrex, mens menneske ikke er koblet på. På mellomlang sikt vil alle tre boblene gå inn i hverandre, noe som vil symbolisere at samspillet mellom VR, Vrex og menneske er blitt bedre. På lang sikt vil boblene gå helt inn i hverandre, og det kan sees på som at VR, Vrex og menneske går veldig bra sammen. For å kunne oppnå samspillet mellom VR, Vrex og menneske som er på mellomlang eller lang sikt er en avhengig av spesifikke drivere for endring innad i bedriften som har et ønske om å ta i bruk nye teknologier. Jo nærmere ledelsen disse driverne for endring er, jo større påvirkningskraft for implementering av teknologien vil de ha.

VR og Vrex kan dermed sees på som modne, men bedrifter er avhengige av å få med mennesker. For økt implementering er en dermed avhengig av å finne drivere for endring.

Abstract

The purpose of this report is to systematically map the use and possibilities of XR in the construction industry according to the norm "Neste Steg", and to investigate the maturity of VR and Vrex with the help of IDDS as a framework. XR is the three technologies AR, MR and VR. Vrex is a software for use in VR that is sold and developed by Vixel AS.

The research question for this master's thesis is twofold and reads as follows:

"What are the opportunities with XR in the construction industry? What is the challenge of VR as technology, Vrex as software and human in the short, medium and long term in terms of implementing Vrex in projects in the construction industry?"

To investigate the possibilities that exist with XR in the construction industry, the "Neste Steg" norm is used to map the use in the eight steps from idea phase to liquidation. The use of XR is limited in the first three steps but is more evident in the last five steps. In step 4, detailed design, VR with the right data in the models can be used for visualization and meeting activities. In step 5, VR can be used for visualization, training and simulation, MR can be used for training and simulation, as well as projecting models, while AR can be used for projecting models. In step 6, VR and MR will be a good tool for simulation, while VR with software such as Vrex can be used for deviation management. In step 7, VR, MR and AR can be used as aids for rehabilitation and maintenance work. Finally, in step 8, AR and MR can be a good tool for identifying hidden objects and to get information about building objects from the model.

IDDS is a framework used to identify challenges with VR, Vrex and human beings in the short, medium and long term. VR, Vrex and human are three different bubbles. In the short term, there is a good interaction between VR and Vrex, while humans are not connected. In the medium term, all three bubbles will blend into one another symbolizing that the interaction between VR, Vrex and human has improved. In the long term, the bubbles will blend into each other, and it can be seen that VR, Vrex and human beings go very well together. To be able to achieve the interaction between VR, Vrex and human being in the medium or long term is dependent on specific drivers for change within the company. These specific drivers for change have a desire to adopt new technologies. When the drivers of change are close to the management, they will have a bigger impact in the implementation.

VR and Vrex can thus be seen as mature, but companies will be dependent on getting people involved. Therefore, for increased implementation companies depend on finding drivers for change within their own organization.

Forord

Denne masteroppgaven er skrevet som en avsluttende oppgave ved Bygg- og miljøteknikk med studieretning Digitale byggeprosesser på NTNU i Gjøvik. Denne masteroppgaven er skrevet underveis i et semester som ble ganske annerledes enn noen kunne se for seg ved oppstart i januar. Med alle restriksjoner som har vært har det vært mange uventede utfordringer som har måtte løses, noe som har vært en veldig lærerik prosess. Jeg vil alt i alt si at jeg er godt fornøyd med det denne masteroppgaven har endt opp med å bli.

Oppgaven er skrevet i samarbeid med Vixel AS, og jeg vil rette en stor takk til Rune Vandli i Vixel AS for all hjelp gjennom perioden det er arbeidet med oppgaven. Å samarbeide med en ekstern bedrift har vært til stor hjelp med tanke på omfanget på oppgaven.

Ønsker i tillegg å rette en stor takk til veileder ved NTNU i Gjøvik, Erling Onstein, for all veiledning, gode samtaler og diskusjoner rundt oppgaven gjennom hele semesteret. Den interessen Erling har vist har vært til stor inspirasjon og motivasjon for arbeidet gjennom et lærerikt og morsomt semester.

Vil i tillegg takke Christoffer Lea fra Kjeldaas AS for å stille seg tilgjengelige for intervju og spørsmål.

Til slutt ønsker jeg å takke Henrik Teien for gjennomlesning, og god hjelp underveis i ferdigstillingen av denne masteroppgaven.

Innholdsfortegnelse

Figurliste	ix
Begrepsliste	x
1 Innledning	1
1.1 Problemstilling	1
1.2 Hensikten med denne masteroppgaven	1
2 Metode	3
3 Bakgrunnskunnskap	4
3.1 XR	4
3.1.1 VR	4
3.1.2 AR	4
3.1.3 MR	5
3.2 GNSS	6
3.3 Vixel AS	6
3.4 BCF	7
3.5 IDDS	8
3.6 «Neste Steg»	9
3.6.1 Steg 1: Strategisk definisjon	10
3.6.2 Steg 2: Program- og konseptutvikling	10
3.6.3 Steg 3: Bearbeiding av valgt konsept	11
3.6.4 Steg 4: Detaljprosjektering	11
3.6.5 Steg 5: Produksjon og leveranser	12
3.6.6 Steg 6: Overlevering og ibruktakelse	12
3.6.7 Steg 7: Bruk og forvaltning	13
3.6.8 Steg 8: Avvikling	13
4 Hoveddel	14
4.1 «Neste Steg» for beskrivelse av bruk av XR	14
4.1.1 Steg 1: Strategisk definisjon	14
4.1.2 Steg 2: Program- og konseptutvikling	14
4.1.3 Steg 3: Bearbeiding av valgt konsept	15
4.1.4 Steg 4: Detaljprosjektering	15
4.1.5 Steg 5: Produksjon og leveranser	18
4.1.6 Steg 6: Overlevering og ibruktakelse	20
4.1.7 Steg 7: Bruk og forvaltning	21
4.1.8 Steg 8: Avvikling	22
4.2 Hvordan brukes Vrex?	23

4.2.1	Brukergrupper	23
4.2.2	Bruksområder for Vrex.....	24
4.3	Plassering av Vrex i «Neste Steg»	28
4.3.1	Beslutningsstøtte	28
4.3.2	Digital befaring	30
4.3.3	Fagteknisk visuell inspeksjon	31
4.3.4	Instruering	32
4.4	IDDS for beskrivelse av bruken av Vrex i dag, og veien videre	33
4.4.1	Hva er målet med bruk av VR og Vrex med tanke på IDDS?	33
4.4.2	Kort sikt.....	33
4.4.3	Mellomlang sikt.....	36
4.4.4	Lang sikt	38
5	Diskusjon.....	41
5.1	Hva er VR/AR/MR/XR	41
5.2	Hvorfor er «Neste Steg» benyttet?	41
5.2.1	«Neste Steg» kontra andre rammeverk.....	42
5.3	IDDS for beskrivelse av bruken av VR i dag, og veien videre	43
5.3.1	Muliggjørere	43
5.3.2	Drivere for endring	43
5.3.3	Barrierer	44
5.3.4	Muligheter.....	44
5.3.5	Hvilket nivå må tilfredsstilles?.....	44
5.3.6	Hva mangler for å implementere VR og programvarer som Vrex?.....	45
5.3.7	Hvem er drivere for endring?	45
5.4	Dokumentet fra Vixel AS	47
5.5	Hva skal til for at XR benyttes i større grad?	47
5.5.1	Hvorfor benyttes ikke XR i større grad?.....	47
5.5.2	Hva skal til for å ta i bruk XR?	49
5.6	Uforutsette hendelser	49
6	Konklusjon.....	51
7	Videre arbeid.....	52
8	Referanser	53
9	Vedlegg	56

Figurliste

Figur 1 - Viser eksempel på romlig kartlegging. Hentet fra Microsoft (2018).	6
Figur 2 - Viser hvordan det ser ut når personer møtes i Vrex. Hentet fra (Vrex, 2020b)	7
Figur 3 - Viser IDDS. Hentet fra cib (2015, p. 6)	8
Figur 4 - Viser en oversikt over "Neste Steg". Hentet fra Bygg21 (2016b, p. 4).	9
Figur 5 - Viser steg 1 i "Neste Steg". Hentet fra Bygg21 (2016b, p. 16)	10
Figur 6 - Viser steg 2 i "Neste Steg". Hentet fra Bygg21 (2016b, p. 17)	10
Figur 7 - Viser steg 3 i "Neste Steg". Hentet fra Bygg21 (2016b, p. 18)	11
Figur 8 - Viser steg 4 i "Neste Steg". Hentet fra Bygg21 (2016b, p. 19)	11
Figur 9 - Viser steg 5 i "Neste Steg". Hentet fra Bygg21 (2016b, p. 20)	12
Figur 10 - Viser steg 6 i "Neste Steg". Hentet fra Bygg21 (2016b, p. 21)	12
Figur 11 - Viser steg 7 i "Neste Steg". Hentet fra Bygg21 (2016b, p. 22)	13
Figur 12 - Viser steg 8 i "Neste Steg". Hentet fra Bygg21 (2016b, p. 23)	13
Figur 13 - Viser MMI. Hentet fra Fløisbonn, et al. (2018)	15
Figur 14 - Viser informasjonskrav sitt hierarki. Hentet fra Standard Norge (2019a, p. 10)	17
Figur 15 - Viser planleggingen av informasjonsleveranser. Hentet fra Standard Norge (2019a, p. 14)	17
Figur 16 - Viser simulering av kran i HoloLens fra HoloForge Interactive. Hentet fra video fra HoloForge Interactive (2020)	19
Figur 17 - Viser eksempel på simulering av arbeidsprosess i VR. Hentet fra PaleBlue (2020a)	19
Figur 18 - Viser skjermbilde fra Trimble Sitevision. Hentet fra Trimble Inc (2020)	20
Figur 19 - Viser skjermbilde fra vGIS. Hentet fra vGIS (2020b)	21
Figur 20 - Viser IDDS med hensyn på kort sikt	34
Figur 21 - Viser IDDS med hensyn på mellomlang sikt	37
Figur 22 - Viser IDDS med hensyn på lang sikt	38
Figur 23 - Viser Statsbyggs Prosjektmodell. Hentet fra Statsbygg (2020)	42
Figur 24 - Viser implementering av VR i prosjekt. Laget i Bizagi Modeler	51

Begrepsliste

BCF	BIM Collaboration Format
Big Room	Møterom mye brukt i VDC-metodikken. Bord og skjermer er satt opp for størst mulig samhandling
BIM	Bygningsinformasjonsmodell / Bygningsinformasjonsmodellering
CAD	Computer-aided design / Dataassistert konstruksjon
CTO	Chief technology officer
HMD	Head Mounted Display
IDDS	Integrated Design and Delivery Solutions
LOD	Level of Detail
LOIN	Level of Information Need
MMI	Modell-Modenhets-Indeks
SMC	Solibri Model Checker
VDC	Virtual Design and Construction
VR-rigg	Fullt oppsett av VR-utstyr som er klart til bruk

1 Innledning

Hvordan nye teknologier tas i bruk i byggebransjen og hvordan implementeringen av slike teknologier er har alltid vært fascinerende. Denne masteroppgaven vil ta for seg XR i byggebransjen. Rapporten er todelt hvor den første delen er en mulighetsstudie av XR i byggebransjen, mens den andre delen vil fokusere på VR, programvaren Vrex og deres modenhet i byggebransjen.

Vixel AS er et firma det er inngått samarbeid med på denne masteroppgaven. Vixel AS jobber mest innen samhandling og design/engineering med programvaren Vrex, men har også begynt å se på mulighetene for å koble sammen arbeidere som benytter AR/MR på byggeplass med prosjekterende rådgivere som benytter VR på kontorene.

Når en leser gjennom denne rapporten vil en til å begynne med få et godt overblikk over hvordan XR benyttes eller kan benyttes i BAE-næringen. Dette overblikket er hjelpsomt for leseren å ha i bakhodet når en dykker dypere ned i VR og Vrex. VR er et mye brukt buzz-ord, ikke bare i BAE-næringen, men i samfunnet generelt. Noen av mine tanker før arbeidet med denne masteroppgaven gikk ut på hvorfor en teknologi som virker så fantastisk ikke er brukt i mye større grad enn det allerede er. Er det for unikt og sært? Er ikke teknologi og software modne nok? Eller er det for stor motvilje blant ansatte til å ta det i bruk? Dette er spørsmål som vil bli diskutert og forsøkt å konkludere rundt i denne rapporten.

1.1 Problemstilling

Denne masteroppgaven har en todelt problemstilling. Problemstillingen lyder som følger:

«Hvilke muligheter finnes med XR i BAE-næringen? Hva er utfordringen med VR som teknologi, Vrex som software og menneske på kort, mellomlang og lang sikt med tanke på å implementere Vrex i prosjekter i BAE-næringen?»

Først blir det sett overordnet på hvordan XR, altså VR, AR og MR, kan benyttes i BAE-næringen gjennom hele byggefasen fra idefase til avvikling. Dette gjøres for å gi leseren et godt bilde av hvordan XR kan nyttiggjøres i de forskjellige stegene av et byggeprosjekt, samt å gi leseren et godt fundament for den neste delen av rapporten. Den andre delen av rapporten vil bestå av å se på hvordan Vixel sitt system Vrex benyttes i byggebransjen. Dette vil bidra til at en får erfaringer rundt hvilken nytte VR har i et prosjekt, hvordan det brukes, og hvor moden VR er som en teknologi for og benyttes i byggebransjen.

1.2 Hensikten med denne masteroppgaven

Som det avsluttende arbeidet på Bygg- og miljøteknikk med studieretning Digitale byggeprosesser må det skrives en masteroppgave. Et av målene med dette arbeidet er å lære, men det må i tillegg være en hensikt med det arbeidet som gjøres.

Det vil i denne rapporten bli sett på hvordan XR benyttes i BAE-næringen. Hensikten med den første delen av rapporten er å gi leseren et overblikk over eksisterende muligheter for bruk av XR i BAE-næringen. Dette er for å kartlegge hva som finnes per dags dato av løsninger og bruksområder. Dette er en viktig del av rapporten med tanke på å sette seg inn i hvilke muligheter som finnes.

Den andre delen av rapporten som tar for seg Vixel sitt system for VR kalt Vrex, har som hensikt å beskrive hvordan Vrex brukes for å undersøke modenheten til VR som

teknologi, Vrex som software og menneske som bruker av denne løsningen. Hensikten med å dette er å kartlegge hvor utfordringene med implementering av VR ligger. Ved å benytte IDDS som rammeverk er det mulig å kartlegge hvordan disse tre elementene vil påvirke hverandre på kort, mellomlang og lang sikt. Leseren av denne rapporten vil dermed få et godt overblikk over hvorvidt det er VR, software eller menneske som må modnes videre med tanke på å ta i bruk VR på prosjekter.

2 Metode

Denne rapporten har en kvalitativ metode. Arbeidet i denne rapporten er todelt. Den første delen dreier seg om å samle inn informasjon om XR i byggebransjen, for så å strukturere denne informasjonen med hjelp av «Neste Steg». Den andre delen av rapporten vil dreie seg om å undersøke hvordan Vrex benyttes, for så å benytte IDDS som rammeverk for å se på modenheten til VR som teknologi og Vrex som programvare på kort, mellomlang og lang sikt.

Bakgrunnskunnskapskapitlet er en viktig del av en oppgave som denne. For at leseren skal kunne sette seg godt inn i hoveddelen av rapporten er det viktig at leseren forstår mye av begrepene og teoriene som er hentet fra andre. Ved å ha et kapittel som tar for seg viktig bakgrunnskunnskap som det er gjort et godt arbeid med vil det bidra til at leseren får samme forståelse av begreper som undertegnede har.

Den første delen av hoveddelen tar for seg bruken av XR og plasserer den etter de åtte stegene i «Neste Steg». Hensikten med dette er å danne seg et bilde av hva som finnes av tilgjengelige løsninger, og hvilke muligheter en har med XR i byggebransjen. Dette kan sees på som en mulighetsstudie, og er viktig for det videre arbeidet med rapporten. Dette er i tillegg et godt kapittel for å få et overblikk over hvordan, og til hva XR kan benyttes.

Den andre delen av hoveddelen fokuserer på Vrex. Leseren vil her få et godt innblikk i hvordan Vrex benyttes i bransjen. Etter at både leser og forfatter har fått et godt innblikk i hvordan Vrex benyttes vil kjente rammeverk som «Neste Steg» og IDDS benyttes. «Neste Steg» vil benyttes for å gi et godt overblikk over hvordan Vrex kan benyttes i de forskjellige stegene. IDDS vil benyttes som et rammeverk for å se på sammenhengen mellom VR, Vrex og menneske. Dette gjøres på kort, mellomlang og lang sikt for å undersøke modenheten til VR som teknologi og Vrex som software.

Diskusjonskapitlet er i denne rapporten benyttet for å underbygge de påstandene som er kommet med i hoveddelen. Dette er for å gi rapporten mer faglig tyngde. Det vil i denne delen bli trukket inn relevant faglitteratur som vil bygge oppunder eller utfordre de ideene og påstandene som er presentert av undertegnede.

3 Bakgrunnskunnskap

I denne delen av rapporten vil leseren få kjennskap til teori som det forutsettes at leseren må ha kunnskap om for å kunne sette seg inn i rapporten. Fire teknologiske begreper som det vil være viktig å vite forskjellen på for å få et godt utbytte av denne rapporten er begrepene VR, AR, MR og XR. Det er viktig å forstå forskjellen på disse begrepene da de enkelt kan blandes sammen, samt at det i mange tilfeller kan være mange individuelle tolkninger av disse begrepene. Det er derfor viktig å vite hva forfatteren av denne rapporten legger i de forskjellige begrepene for å unngå misforståelser.

3.1 XR

XR er en forkortelse for «Extended Reality», eller «Utvidet virkelighet» på norsk. XR blir beskrevet av Marr (2019) som en samlebetegnelse for teknologiene som samler den fysiske og den virtuelle verdenen. Det er per våren 2020 VR, AR og MR som går innunder samlebetegnelsen XR.

3.1.1 VR

VR er en forkortelse for «Virtual Reality» eller «Virtuell virkelighet» på norsk. VR er beskrevet av Bardi (2019) som at en lager et simulert miljø ved hjelp av datateknologi. I VR får brukeren en unik opplevelse av å være inne i visningen og kan samhandle med omgivelsene på en annen måte enn en kan gjøre ved å benytte en vanlig dataskjerm. En får en følelse av å være tilstede i opplevelsen ved at sanser som syn og hørsel blir lurt ved hjelp av god grafikk og gode lydeffekter til å tro at en er ute i den virkelige verden.

Bardi (2019) har beskrevet to måter å bruke VR på, hvor den mest vanlige bruken av VR, og den som er relevant for denne masteroppgaven er med det som kalles «head-mounted display» som forkortes HMD. HMD kan enklest forklares som lukkede briller en tar på seg. Ved å benytte slike briller kan en hvor som helst gå inn i en virtuell verden. Det finnes en rekke forskjellige måter å benytte slik VR på. Noen eksempler er HTC Vive, Oculus Quest og billigere løsninger som benytter mobiltelefoner.

En annen måte å benytte VR på ifølge Bardi (2019) er det som kalles «CAVE automatic virtual environments» hvor en ved hjelp av skjermer i store rom lager et miljø hvor en kan simulere forskjellige scenarier. Eksempler på bruk av slik VR er en skipssimulator eller flysimulator hvor en har bro som på et skip eller cockpit som i et fly, og simulerer reisene ved hjelp av skjermer.

3.1.2 AR

AR er en forkortelse for «Augmented Reality» eller «Utvidet virkelighet» på norsk. Det blir av Emspak (2018) beskrevet som en teknologi som legger informasjon på verden slik vi ser den. Denne informasjonen kan være i form av lyd, bilde eller tekst. I AR legges dermed elementer til den virkelige verden slik at en får mer informasjon som et lag på den fysiske verden.

I AR blir det som beskrevet av Bardi (2019) benyttet datakraft, sensorer og algoritmer for å kartlegge posisjonen og retningen til et kamera. Det legges deretter datagenererte bilder på det som vises av kameraet dersom en benytter AR på en skjerm, eller direkte som et lag foran øynene dersom en benytter en brilleløsning.

Det finnes en rekke forskjellige måter å se på AR på. Som tidligere nevnt kan briller benyttes, men det kan også benyttes mobiltelefoner eller andre løsninger som for

eksempel projektorer. En av de mest kjente formene for AR kan sies å være Pokémon Go som er et mobilspill som legger datagenererte bilder oppå det som vises av mobilkameraet. Et annet kjent eksempel på AR er Head-Up-Display i biler som projiserer informasjon som retningsbeskrivelser og fart opp i frontruta. Brillen som Microsoft sine HoloLens og Google sine Google Glass er eksempler på briller som benytter seg av AR-teknologi. Bruk av slike briller kalles ofte for MR.

3.1.3 MR

MR er en forkortelse for «Mixed Reality» eller «Blandet virkelighet» på norsk. MR er beskrevet av Rogers (2018) som en videreutvikling av AR. I MR kan interaktive virtuelle objekter legges på den fysiske verden, noe som i likhet med AR blander sammen den virkelige og den virtuelle verdenen. Når det gjelder forskjellen på MR og AR er det teknologien som er ulikt. I MR benyttes hodesett som bæres som en brille, for eksempel Google Glass og HoloLens. Disse brillene tar hensyn til geometrien til omgivelsene, noe som betyr at en kan feste objekter til elementer brillene oppfatter.

3.1.3.1 Posisjonering i HoloLens

I HoloLens finnes det et system for posisjonering. Hvordan dette systemet fungerer er interessant å se på for å se på muligheter for å benytte denne posisjoneringen i større grad for eksempel ute på byggeplass. Viktige spørsmål å stille seg da er om posisjoneringen er nøye nok slik at forflytning i modellen vil samsvare med forflytning i virkeligheten.

3.1.3.1.1 Koordinatsystem

Microsoft (2019a) benytter seg av kartesisk koordinatsystem som plasserer ut objekter i henhold til x, y og z-aksen for å plassere hologrammene i HoloLens. De kaller et koordinatssystem som benytter seg av et virtuelt og et fysisk koordinatsystem, og som til sammen gir mening i den virkelige verden, for et romlig koordinatsystem (spatial coordinate system). I dette koordinatsystemet oppgis koordinatene i meter.

3.1.3.1.2 Referanseramme

Microsoft (2019a) benytter stasjonær referanseramme (stationary frame of reference) og vedlagt referanseramme (attached frame of reference). Stasjonær referanseramme benyttes i de tilfellene hvor en ønsker å plassere ut objekter på et fast sted. Dette gjøres ved at HoloLens lager et koordinatssystem når brillene startes. Et slikt koordinatssystem er nøyaktig innenfor et område som er fem meter bredt. Med vedlagt referanseramme vil objektene følge med brillene ettersom en beveger seg rundt.

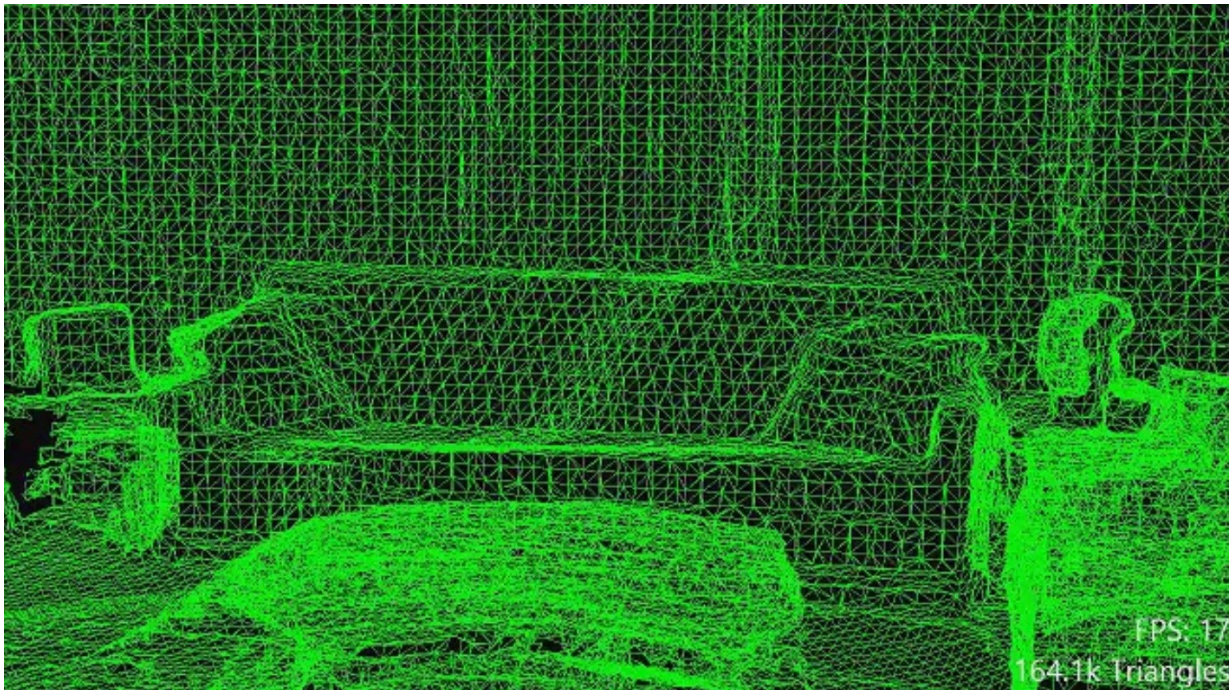
3.1.3.1.3 Romlige ankere

For å kunne benytte HoloLens over større områder enn områder med bredde og lengde på fem meter benytter Microsoft (2019a) noe som kalles «Spatial anchors» som kan oversettes til romlige ankere. Et romlig anker benyttes for å presisere viktige punkter i verden som HoloLens må ta hensyn til til enhver tid. Når et hologram plasseres ut i HoloLens, vil en kunne plassere hologrammet ut med hensyn på et eller flere ankere. Dette vil bidra til at modellen opprettholder god stabilitet over flere titalls meter. Disse ankrene kan i tillegg lagres, slik at det ikke er nødvendig å plassere ut hologrammet på nytt for hver gang brillene blir avslått.

3.1.3.1.4 Romlig kartlegging

Microsoft (2018) benytter noe som er kalt «Spatial mapping», som kan oversettes til romlig kartlegging, for å lage en representasjon i HoloLens av overflater i den virkelige

verden. I **Figur 1** kan en se et eksempel på hvordan dette ser ut. Rommet blir kartlagt ved at det dannes et nett som legger seg detaljert over alle objekter.



Figur 1 - Viser eksempel på romlig kartlegging. Hentet fra Microsoft (2018).

3.2 GNSS

I bruk av AR ute på byggeplass er god posisjonering viktig for å plassere modeller korrekt ut i terrenget. Kartverket (2019a) har beskrevet GNSS (Global Navigation Satellite System) på en god måte. GNSS er en samlebetegnelse for satellittnavigasjonssystemer. Det finnes en rekke slike systemer, hvor amerikanske GPS (Global Positioning System) er det mest kjente, men det finnes flere systemer i tillegg. Eksempler på disse er russiske GLONASS, kinesiske BeiDou og europeiske Galileo. Ved hjelp av satellitter sendes det ut navigasjonsmeldinger i form av radiobølger på to forskjellige frekvenser. Disse leses av mottakerutstyr og benyttes for å beregne posisjonen til mottakeren.

For å kunne benytte GNSS til arbeid som krever presise posisjoner er det nødvendig å korrigere signalene. Kartverket (2019b) har en posisjonstjeneste kalt CPOS som korrigerer signaler for GPS, GLONASS, Galileo og BeiDou. Signaler kan også korrigeres med en RTK-basestasjon dersom en ønsker å benytte noe annet enn kartverkets løsninger. Ved hjelp av CPOS kan en oppnå en nøyaktighet på ned mot 8 mm.

3.3 Vixel AS

Vixel AS er samarbeidspartneren for denne masteroppgaven. De har i stor grad bidratt med informasjon om deres systemer, samt diskusjoner underveis i arbeidet med rapporten. Vixel AS er et firma som er basert på Gjøvik og arbeider med løsninger for VR rettet mot blant annet samhandling i byggebransjen.

Løsningen som Vixel AS har er kalt Vrex (2020a) og er en løsning for blant annet visuelle inspeksjoner, håndtering av BCF-saker, diskusjoner og løsning av problemer. Fordelen med Vrex er at alt dette kan gjøres ved å møtes i VR. Ved hjelp av Vrex er det ikke nødvendig og møtes fysisk. Det er i Vrex enkelt i konseptfasen å dele planer for å sikre at det er et felles mål med prosjektet. Videre kan Vrex benyttes til å gjøre visuelle inspeksjoner ved at en kan bevege seg rundt i modellen sammen med andre deltakere og diskutere de løsningene som er modellert. Ved hjelp av BCF-formatet kan en se saker som er laget i Vrex eller andre programvarer som for eksempel Solibri Model Checker. Disse sakene kan sees i VR ved at en blir flyttet til lokasjonen i modellen hvor saken hører til. Det kan i tillegg lages nye saker direkte i VR med Vrex ved å ta bilder og/eller legge ved tekst ved hjelp av tale til tekst-funksjon. Før bygget bygges kan en ved hjelp av Vrex gå igjennom løsningene som er modellert for å forberede seg bedre med tanke på hvilke løsninger som skal bygges. Noen av fordelene som oppgis med å benytte Vrex (2020a) er blant annet 65 % reduksjon av e-poster relatert til håndtering av saker, samt at ¾ brukere av Vrex hevder at de får en klarere forståelse av problemene som vises.

Vrex er skybasert, og det finnes flere måter å importere modeller inn i Vrex. En måte er å benytte slikt oppsett som benyttes på NTNU. Der benyttes BIMsync som en løsning for å samle modellene og sakene. Denne modellen, inkludert saker, hentes opp i serverløsningen i Vrex, og nye saker laget i Vrex sendes automatisk tilbake til BIMsync. Alternativt kan en importere modellen og sakene direkte opp i serverløsningen. Deretter kan en ved å dele en romkode invitere hvem som helst som har Vrex-programvaren til å delta i et møte uavhengig av hvor en befinner seg i verden. Så lenge en har internett og utstyret som kreves, kan en møtes. I **Figur 2** kan en se hvordan en annen møtedeltaker ser ut i Vrex. Her ser en hvilken retning personen ser i, samt at en ser hvordan personen beveger hendene sine. For enkelt å kunne finne hverandre kan en forflytte seg selv til den andre personen, eller den andre personen til seg selv. Det er i tillegg mikrofoner på VR-brillene slik at en kan kommunisere med hverandre.



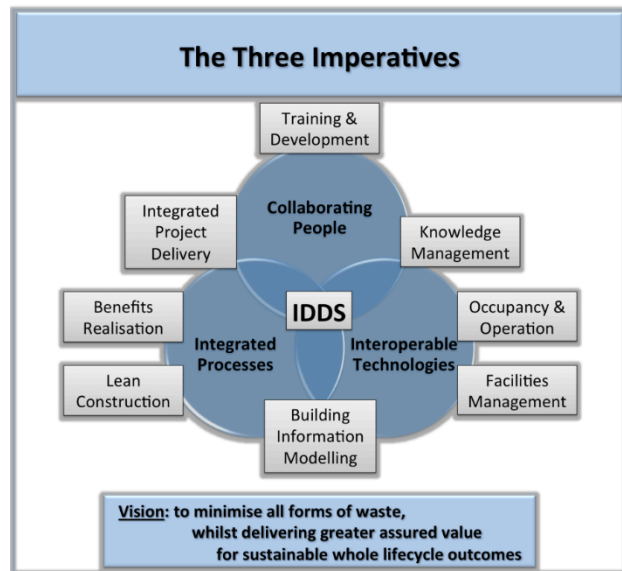
Figur 2 - Viser hvordan det ser ut når personer møtes i Vrex. Hentet fra (Vrex, 2020b)

3.4 BCF

BCF er en forkortelse for BIM Collaboration Format og er beskrevet av KUBUS BV (2019) som et åpent filformat hvor en kan legge kommentarer i form av tekst, skjermbilder og mer som et lag på IFC-modellen. Formatet ble introdusert i 2009 av Solibri Inc og Tekla Corporation. Dette formatet bidrar til å forbedre kommunikasjon mellom parters som må samhandle i et prosjekt. Kommentarerene kalles ofte for saker (issues), og kan separeres fra IFC-modellen. Enkelt forklart er det et XML-skjema som inneholder saker funnet i en BIM-programvare og som kan vises i en annen BIM-programvare.

3.5 IDDS

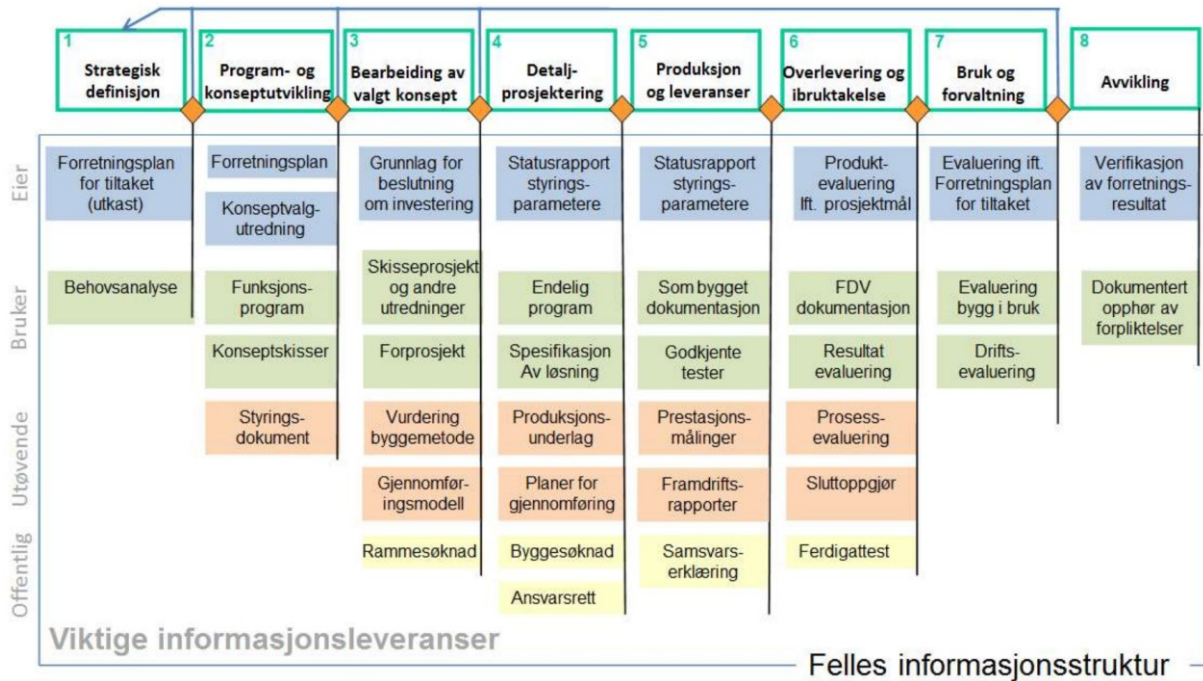
IDDS er et rammeverk utgitt av cib (2015) som har som hensikt å identifisere muliggjørere, drivere for endring, barrierer og muligheter med nye prosesser og teknologier. IDDS står for Integrated Design and Delivery Solution. **Figur 3** viser eksempel på hvordan IDDS kan se ut. Der er samarbeidende mennesker, integrerte prosesser og interoperable teknologier hver sine bobler. Hvordan disse boblene står i forhold til hverandre beskriver hvordan de tre aspektene, menneske, teknologi og prosess, henger sammen. Dette kan sees på kort sikt, mellomlang sikt og lang sikt. Ved å benytte dette rammeverket vil en kunne se modenheten til teknologien, hvordan den kan utvikles videre og hva som kreves for å utvikle den videre.



Figur 3 - Viser IDDS. Hentet fra cib (2015, p. 6)

3.6 «Neste Steg»

«Neste Steg» er et rammeverk utarbeidet av Bygg21 (2016b). Hensikten med «Neste Steg» er beskrevet som «å utvikle en felles norm for faseinndeling av byggeprosjekter, og slik utvikle et effektivt, felles språk for bransjen» (Bygg21, 2016b, p. 3). **Figur 4** viser en forenklet oversikt over «Neste Steg». En mer detaljert oversikt kan sees i vedlegg 1. Det er satt opp fire punkter for hva «Neste Steg» skal lede til. Disse er «Bedre informasjonsflyt mellom aktørene, Øke produktivitet og verdiskaping, Øke forståelsen for ulike perspektiver og helheten, og Felles begrepsbruk for bygg- og anleggsprosjekter.» (Bygg21, 2016b, p. 5).



Figur 4 - Viser en oversikt over "Neste Steg". Hentet fra Bygg21 (2016b, p. 4).

Ut ifra **Figur 4** kan en få et godt overblikk over hvordan «Neste Steg» er bygget opp. Rammeverket består av de fire perspektivene eier-, bruker-, utøvende- og offentlig-perspektiv. Det beskrives hva som skal utføres med hensyn på disse fire perspektivene. Videre har en de åtte stegene som går fra steg 1 som er strategisk definisjon til steg 8 som er avvikling. Årsaken til at det er kalt steg er at en skal kunne utføre ett eller flere steg samtidig. Det er ikke nødvendig å fullføre et steg før en går inn i et annet steg. Disse stegene er bedre forklart i kapittel 3.6.1 til 3.6.8.

Bygg21 (2016b) beskriver at målet med rammeverket er at «Neste Steg» skal bidra som en veileder til at det blir lettere å avklare hva som skal utføres til hvilken tid i byggeprosjekter. «Neste Steg» skal benyttes på tvers av samarbeidende bedrifter i byggeprosjekter, og tvinger bedriftene til å tenke langsiktig ved å ta for seg hele prosjektets levetid. Rammeverket bidrar til at deltakerne i et prosjekt vil ha bedre kontroll over hvordan en skal forholde seg til beslutninger, samt hvordan rollene i prosjektet er definert.

For å få en bedre forståelse over «Neste Steg» vil den neste delen av dette kapitlet ta for seg de åtte stegene som er beskrevet i rammeverket.

3.6.1 Steg 1: Strategisk definisjon

Steg 1 er av Bygg21 (2016b, p. 16) kalt strategisk definisjon. Formålet for dette steget er at det skal identifiseres en begrunnelse for hvorfor det ønskes å gjennomføre tiltaket, samt at de overordnede målene og rammene for tiltaket skal identifiseres. Det må under dette steget utarbeides en forretningsplan, behovsanalyser, markedsvurderinger, samt at relevante planer fra det offentlige må undersøkes. Det vil være fordelaktig å undersøke liknende tiltak for å høste erfaringer. En overordnet prosjektplan må etableres. Videre vil det være nødvendig å legge en plan for hvordan forventninger til tiltaket skal styres på en korrekt måte.

Steg 1 bidrar dermed til å identifisere om det er et faktisk behov for tiltaket, samt om tiltaket vil være forretningsmessig smart å videreutvikle.

3.6.2 Steg 2: Program- og konseptutvikling

Steg 2 er av Bygg21 (2016b, p. 17) kalt program og konseptutvikling. Formålet for dette steget er å sjekke gjennomførbarheten til prosjektet, samt å identifisere hvilken prinsipppløsning som er mest hensiktsmessig å arbeide videre på. Det vil i dette steget være nødvendig at eier av tiltaket konkretiserer målene, rammene og suksesskriteriene for prosjektet. Med hensyn på brukeren må konsekvensene ved tiltaket avklares. For det utøvende perspektivet må det undersøkes hvor omfattende tiltaket er, samt legges en plan for gjennomføring. For det offentlige perspektivet er en gjennomgang av arealplaner, samt avklaringer i henhold til myndighetskrav viktig å gjennomføre.

Steg 2 skal konkludere om hvorvidt tiltaket er gjennomførbart og hvilket konsept som er best egnet. Her skal det avgjøres hvilket konsept en skal gå videre med.

STEG 1 – STRATEGISK DEFINISJON	
Formål: Identifisere begrunnelse, overordnede mål og rammer for tiltaket.	
Typisk input: Idé eller problem som skal løses (bruker). Forretningsmessig strategi og forretningsplan for virksomheten (eier).	
Kjerneprosesser	
Eierperspektiv	Identifisere eierens mål og ambisjoner, forretningsmessige rammer - utarbeidelse av forretningsplan (business case) for tiltaket.
Leveranser	Forretningsplan for tiltaket.
Brukerperspektiv	Identifisere gapet mellom behov og tilstand.
Leveranser	Behovsanalyse
Utøvendeperspektiv	Prioritering av markeder, prosjekter og gjennomføringsveie
Leveranser	Markedsvurderinger
Offentlig perspektiv	Planstatus og andre føringer (vern etc.)
Leveranser	Relevante planer tilgjengelig.
Viktige hjelpeprosesser: Hente inn erfaringer fra tidligere tilsvarende tiltak (prosjektvurderinger).	
Ledelsesprosesser	
Planlegging	Etablere overordnet prosjektplan og mer detaljert plan for neste fase
Anskaffelser	De første betraktningene rundt sammensetningen av prosjektteamet. Kontrahere eventuelt rådgivere for steg 1.
Kommunikasjon	Interessentanalyse. Etablere strategi for å styre forventninger.
Utsjekk for bærekraft - økonomi	Sjekk status med tanke på økonomi og investeringskapasitet.
Utsjekk for bærekraft - Miljø	Sjekk at en levedyktighetsvurdering av kundens behov og tomt er gjennomført. Inkludere gjenbruk av bygg og materialer.
Utsjekk for bærekraft - Sosialt	Vurdere tiltakets etiske sider og konsekvenser av disse.
Typisk output: Anerkjennelse av brukerens behov for et tiltak. En begrunnet vurdering av om det er forretningsmessig fornuftig å utrede tiltaket med tanke på gjennomføring. Hvilke muligheter har vi?	
Kommentar: I dette steget konstateres det om en idé er ønskelig å forfølge eller om det er avdekket et problem som må avklares og utredes. Steget kan være initiert av eier selv, eller ved at en bruker som har et behov for endring tar kontakt med eieren. Handlingsrommet må identifiseres og vurderes, inkludert om det finnes økonomisk forsvarlige tiltak. Typiske spørsmål er: Trenger vi dette? Bidrar tiltaket til forbedring? Er det gjennomførbart? Får vi lov? De første vurderingene rundt et mulig prosjekt gjøres ut fra eierens strategiske plan og ambisjonsnivå. Mange eiere har ikke kompetanse til å gjennomføre disse analysene selv og ofte vil de første rådgiverne bli kontrahert for å bidra til utredninger. Gjennomføringsstrategi eller entreprisreform er ennå ikke avgjort.	

Figur 5 - Viser steg 1 i "Neste Steg". Hentet fra Bygg21 (2016b, p. 16)

STEG 2 – PROGRAM OG KONSEPTUTVIKLING	
Formål: Konstatere om tiltaket er gjennomførbart og avgjøre hvilken prinsipppløsning som er mest hensiktsmessig.	
Typisk input: Forretningsplan for virksomheten. Foreløpig forretningsplan for tiltaket (begrunnelse og strategiske mål – Business case) og behovsanalyse knyttet til tiltaket.	
Kjerneprosesser	
Eierperspektiv	Utrede muligheter og forutsetninger. Leie eller eie? Konkretisere mål, rammer og suksesskriterier for prosjektet.
Leveranser	Alternativanalyser. Finansiell ramme. Overordnet gjennomføringsmodell. Eventuell konseptvalgutredning (KVU). Oppdatert forretningsplan.
Brukerperspektiv	Utarbeide program (funksjons- og/eller romprogram). Utrede alternative handlinger og deres konsekvenser, inkludert nullalternativet. Skisser som illustrerer programmet. Avklare prinsippvalg (konseptvalg).
Leveranser	Funksjonsprogram. Konseptdokumentasjon. Skisser og illustrasjoner.
Utøvendeperspektiv	Utarbeide grov definisjon av omfang. Utvikle første rammeplan for gjennomføring.
Leveranser	Foreløpige styringsdokumenter
Offentlig perspektiv	Gjennomgang av arealplaner. Tidlig avklaring og vurdering av myndighetskrav. Eventuelt konseptvalg-utredning (KVU) og KS1 før avslutning.
Leveranser	Store offentlige prosjekter: KVU og KS1-rapport.
Viktige hjelpeprosesser: Utvikle prosjekt mål (samfunns mål, effektmål og resultatmål). Omsette behovet i et program og kostnadsestimater. Utrede alternative konsepter. Nytte/kostnadsvurderinger. Vurdere lokalisering og tomt. Forbedre gjennomføringsstrategi, inkludert overleverings- og risikohåndteringsstrategi. Utforme ytelles-beskrivelser, ansvar- og ytelles-matriser, og teknisk- og kommunikasjonsstrategi.	
Ledelsesprosesser	
Planlegging	Oppdatere og detaljere overordnet prosjektplan. Eventuelt planprogram.
Anskaffelser	Etablere en foreløpig innkjøpsstrategi av tjenester og gjennomføringsmodell. Evt. OPS velges nå. Forberede kontraktstruktur (KNS) og organisasjonsstruktur (ONS). Fortsette med å samle prosjektteamet, for eksempel kontrahere arkitekt og rådgivere etter behov.
Kommunikasjon	Etablere en plan for kommunikasjon og informasjonshåndtering. Etablere foreløpig BIM-strategi og krav. Bruke BIM til å visualisere mulige alternativer
Utsjekk for bærekraft - økonomi	Grove kostnadsestimater og nyttevurderinger. Bruk av LCC/LCA til å understøtte viktige valg mellom alternativer. Forberede en FDV (Forvaltning-Drift-Vedlikehold) strategi
Utsjekk for bærekraft - Miljø	Sjekk at levedyktighet er med i mulighetsstudiet, med vurderinger som energi og klimapåvirkninger. Vurdere eventuelt bruk av BREEAM eller andre sertifiseringsordninger. Forberede en miljøstrategi
Utsjekk for bærekraft - Sosialt	Vurdere positive og negative fordelings effekter av tiltaket og kartlegge interessenters posisjoner og påvirkning til/fra prosjektet. Involvere relevante interessenter. SHA-målssetting og ambisjoner.
Typisk output: Konklusjon på om tiltaket er gjennomførbart. Vurdering av hvilket konsept (prinsipppløsning) som best tilfredstiller eierens forretningsplan og brukerens behov. Konklusjon om hvorvidt en går videre og hvilket konsept som skal utvikles.	
Kommentar: Basert på behov utredes forskjellige konsepter og programmer som tilfredstiller behovet. I dette steget skal det gjennomføres forskjellige analyser og konseptutredninger slik at den beste prinsipppløsningen identifiseres og det besluttes om man vil gå videre med prosjektet, med foreløpige konkretiseringer av omfang, pris og kvalitet. Mange eiere har ikke kompetanse til å gjennomføre disse analysene selv og ofte vil de første rådgiverne bli kontrahert for å bidra til utredninger. Alternative løsninger skisseres og presenteres for valg av konsept. I dette steget fastlegges overordnet gjennomføringsstrategi inkludert anskaffelsesstrategi. Eventuell OPS modell må nå være bestemt. Eventuell samspilsentreprise bør også vurderes i dette steget. Underlaget fra Steg 2 blir underlag for samhandling med eieren. Handlingsrommet må identifiseres og vurderes, inkludert om det finnes økonomisk forsvarlige tiltak. Typiske spørsmål er: Trenger vi dette? Bidrar tiltaket til forbedring? Er det gjennomførbart? De første vurderingene rundt et mulig prosjekt gjøres ut fra eierens strategiske plan og ambisjonsnivå. Gjennomføringsstrategi eller entreprisreform er ennå ikke avgjort.	

Figur 6 - Viser steg 2 i "Neste Steg". Hentet fra Bygg21 (2016b, p. 17)

3.6.3 Steg 3: Bearbeiding av valgt konsept

Steg 3 er av Bygg21 (2016b, p. 18) kalt bearbeiding av valgt konsept. Formålet med dette steget er å se på de tekniske løsningene, strategiene og planene for tiltaket med den hensikt at det kan tas en beslutning om en skal iverksette tiltaket. Med hensyn på eierperspektivet må forretningsplanen godkjennes, samt at konsekvenser må kartlegges. For brukerperspektivet må krav og behov konkretiseres, og funksjoner og løsninger må utredes. For det utøvende perspektivet må rammene og planen for gjennomføring konkretiseres. Det offentlige perspektivet må gjennomføre regulering og konsekvensutredning, samt at rammesøknad må utarbeides.

Steg 3 skal føre til en endelig beslutning om investering i tiltaket. En må dermed vite omfanget, ha en gjennomføringsplan og et kostnadsoverslag.

3.6.4 Steg 4: Detaljprosjektering

Steg 4 er av Bygg21 (2016b, p. 19) kalt detaljprosjektering. Formålet med dette steget er å utarbeide et arbeidsunderlag som er detaljert og kvalitetssikret slik at tiltaket kan utføres sikkert og korrekt. Med hensyn på eierperspektivet skal nødvendige beslutninger tas. Det må sørges for at ressurser og kompetanse er tilgjengelig slik at forretningsplanen kan følges. For brukerperspektivet skal krav og behov bli ivare tatt gjennom prosjekteringen. For det utøvende perspektivet må hva som skal utføres og hvordan være klargjort. For det offentlige perspektivet må ansvar avklares, og kontrolleres at prosjekterte løsninger og premisser samsvarer.

Steg 4 skal gi en detaljert plan for gjennomføringen av tiltaket. Dette skal ved hjelp av et korrekt underlag bidra til at tiltaket produseres med rett kvalitet til rett tid.

STEG 3 – BEARBEIDING AV VALGT KONSEPT	
Formål: Utvikle prinsippene for teknisk løsning og realistiske strategier og planer for tiltaket slik at endelig beslutning om iverksettning og finansiering kan tas på et riktig grunnlag.	
Typisk input: Konseptdokumenter (valgt prinsipløsning), programmet (hva som skal utvikles), skisser og illustrasjoner, funksjonsprosjekt (kapasiteter), styringsdokumenter (foreløpig gjennomføringsstrategi).	
Kjerneprosesser	
Eierperspektivet	Klarlegging av konsekvenser av tiltaket. Bekreftelse av forretningsplan – valg og prioritering av styringsparametere.
Leveranser	Grunnlag for endelig beslutning om investering, kostnadskalkyle, finansieringsplan, kontrakts- og organisasjonsstruktur. Oppdatert forretningsplan.
Brukerperspektivet	Konkretisering og verifisering av krav og behov. Gjennomføre utredning av funksjoner og løsninger med nødvendig detaljeringsgrad.
Leveranser	Romprogram. Eventuelt skisseprosjekt. Forprosjektdokument.
Utøvedeperspektivet	Konkretisere og verifisere rammer og planer for gjennomføring.
Leveranser	Gjennomføringsmodell med planer for gjennomføring, skissert løsning for byggemetode, tekniske føringer.
Offentlig perspektiv	Gjennomføre evt. reguleringsprosess og konsekvensutredning. Lage rammesøknad. Eventuelt KS2 før avslutning.
Leveranser	Reguleringsplan, rammesøknad. Evt. konsekvensutredning. Større offentlige prosjekter: KS2
Viktige hjelpeprosesser: Stille krav som legger til rette for funksjonstesting. Oppdatere gjennomføringsstrategi inkludert overleverings- og risikohåndteringsstrategier. Kontrahere eventuelle 3. parts konsulanter, og vurdere forsknings- og utviklings muligheter. Vurdere byggestrategi (eventuelt prefabrikasjon) og byggarbet.	
Ledelsesprosesser	
Planlegging	Oppdatere prosjektpånen. Utvikle en prosjekteringsplan og gevinstrealiseringsplan.
Anskaffelser	Oppdatere innkjøpsstrategien i henhold til gjennomføringsmodellen. Fortsette å samle prosjektteamet, eventuelt kontrahere supplerende spesialrådgivere. Hvis samspillsentreprise eller totalentreprise kontraheres også entreprenør i dette steget. Kontraktoppfølging.
Kommunikasjon	Videreutvikle strategien for kommunikasjon og informasjonshåndtering, samt å definere roller i forhold til dette. Verifisere BIM-strategi og etablere modell for prosjektering, bygging og drift.
Utsjekk for bærekraft - Økonomi	Mer detaljert kostnadsestimat for investering og drift. Sørg for at prøvedrift etc. kommer med i kontraktene. Verifisert lønnsomhetsanalyse og årskostnadsberegning.
Utsjekk for bærekraft - Miljø	Sjekk at en preanalyse av levedyktighet er gjennomført i henhold til krav og at eventuelle avvik er meldt inn. Lage miljøoppfølgingsprogram.
Utsjekk for bærekraft - Sosialt	Følge opp relevante interessenter. Planlegge for sikker og etisk produksjon. Utvikle SHA-plan.
Typisk output: Endelig omfang for løsning (funksjoner og rom). Konkret gjennomføringsplan og kostnadsoverslag (iverdsett budsjett). Forprosjektdokument. Endelig beslutning om å finansiere og gjennomføre prosjektet.	
Kommentar/eksempler: I forprosjektet detaljerer man det valgte konseptet. Programmet detaljeres til romnivå, løsninger kontrolleres slik at man er trygg på at prosjektet kan realiseres. Kalkylene detaljeres og kvalitetssikres. Det lages modeller/tegninger som representerer de viktigste valgene for prosjektet. I tilfelle totalentreprise blir entreprenør kontrahert på grunnlaget av resultatet fra dette steget. I en samspillsentreprise blir dette steget brukt til å utvikle prosjektet i fellesskap. Leveransen fra dette steget danner grunnlaget for å fortsette samhandlingene eventuelt som en totalentreprise eller utførelsesentreprise (kontraktform besluttes ved utgangen av steget). Slutten av dette steget er normalt siste mulige tidspunkt for å avlyse prosjektet.	

Figur 7 - Viser steg 3 i "Neste Steg". Hentet fra Bygg21 (2016b, p. 18)

STEG 4 – DETALJPROSJEKTERING	
Formål: Utvikle tilstrekkelig detaljert og kvalitetssikret arbeidsunderlag slik at sikker og rett utførelse er mulig.	
Typisk input: Velfatt løsning (omfang) og gjennomføringsstrategi med tilhørende kostnad, tidsplan, kvalitet og usikkerhet. Leverandørers detaljerte system- og produktinformasjon.	
Kjerneprosesser	
Eierperspektivet	Sørg for at nødvendige ressurser og kompetanse er på plass for å sikre at prosjektet kan utvikles i henhold til forretningsplan og sikre at gevinstene kan realiseres. Ta nødvendige beslutninger underveis.
Leveranser	Prosjektpånen for produksjon, overlevering og ibruktakelse. Oppdatert forretningsplan.
Brukerperspektivet	Sikre at krav og behov er ivare tatt i prosjekteringen. Forberede systematisk ferdigstillelse.
Leveranser	Spesifikasjon av løsning (arbeidsunderlag)
Utøvedeperspektivet	Klargjøre hva som skal utføres og hvordan (utførelses mobiliseringsfase). Sikre ressurstilgang.
Leveranser	Produksjonsunderlag, planer for kvalitet, tid og gjennomføring.
Offentlig perspektiv	Avklare ansvar og sikre samsvar mellom prosjektert løsning og premisser.
Leveranser	Ansvarsrett, byggesøknad, samsvarserklæring (Prosjektering)
Viktige hjelpeprosesser: Oppdatere gjennomføringsstrategi inkludert strategi for overlevering og risikohåndtering. Oppdatere prosjektets gjennomføringsplan, byggestrategi inkludert rekkefølge og SHA-plan. Utarbeide byggesøknader og gjennomføre 3. parts kontroller.	
Ledelsesprosesser	
Planlegging	Oppdatere prosjektpånen. Følge opp prosjekteringsplanen. Etablere en produksjonsplan.
Anskaffelser	Oppdatere innkjøpsstrategien. Planlegge og etablere produksjons- og leveranseteam. Kontraktoppfølging.
Kommunikasjon	Bruke strategien for kommunikasjon og informasjonshåndtering, med revisjoner etter behov. Komplette BIM for koordinering, kollisjonskontroll, fremdriftssimulering (4D) og kostnadskontroll (5D).
Utsjekk for bærekraft - Økonomi	Detaljert kostnadsestimat investering og drift basert på konkrete avklaringer.
Utsjekk for bærekraft - Miljø	Lage avfallsplan for prosjektet. Sjekk at detaljer vedrørende bygningsfysikk er gjennomgått med hensyn til lufttetthet, kuldebroer og lignende.
Utsjekk for bærekraft - Sosialt	Prosjektene inn sikkerhet for bygging og drift i løsningene. Sørg for universell utforming.
Typisk output: Riktig og omforent underlag for å produsere tiltaket til rett kvalitet og tid. Tilstrekkelig detaljert plan for gjennomføring.	
Kommentar/eksempler: I dette steget skal det produseres underlag for produksjon. Dette gjøres av rådgivere og/eller leverandører. I en utførelsesentreprise lages underlaget ferdig som BIM eller beskrivelse og tegninger som entreprenørens priser. Ideelt sett er disse tegningene så komplette at de kan bygges etter, men vanligvis må de justeres slik at de stemmer med entreprenørens valg av utstyr og metode. I en totalentreprise eller en samspillsentreprise lages produksjonsunderlaget i tett samarbeid med underentreprenørene og leverandørene. I totalentrepriser overlates ansvaret for koordinering til totalentreprenøren.	

Figur 8 - Viser steg 4 i "Neste Steg". Hentet fra Bygg21 (2016b, p. 19)

3.6.5 Steg 5: Produksjon og leveranser

Steg 5 er av Bygg21 (2016b, p. 20) kalt produksjon og leveranser. Formålet med dette steget er at en gjennom byggeprosessen skal følge de gjeldende planene slik at arbeidet utføres sikkert og korrekt med en gang. Med hensyn på eierperspektivet må nødvendige beslutninger tas, samt at det må sikres at ressurser og kompetanse nødvendig for gjennomføring av prosjektet er på plass. For brukerperspektivet må det gjennomføres testing av komponenter og system, samt sikre at krav og behov ivaretas gjennom byggefasen. Med hensyn på det utøvende perspektivet skal prosjektet administreres og følges opp. Det som produseres skal leveres etter de mål og rammer som er avtalt. For det offentlige perspektivet skal det avklares ansvar, og samsvar mellom premissdokumenter og det som er produsert skal sikres.

Steg 5 skal bidra til at tiltaket gjennomføres etter planer og avtalt kvalitet.

3.6.6 Steg 6: Overlevering og ibruktakelse

Steg 6 er av Bygg21 (2016b, p. 21) kalt overlevering og ibruktakelse. Formålet med dette steget er å overlevere et prosjekt som er feilfritt. Det skal sikres at systemer tilfredsstillende byggets bruk. Med hensyn på eierperspektivet skal det vurderes om bygget samsvarer med forretningsplanen, samt at tester og prøvedrift må aksepteres. For brukerperspektivet må brukere læres opp, bygget tas i bruk og ibruktakelsen må evalueres. Med hensyn på det utøvende perspektivet må det iverksettes tiltak for avvik i bygget. For det offentlige perspektivet må det sendes dokumentasjon og ferdigattest må lages.

Steg 6 skal føre til at kvaliteten ved det som er produsert kontrolleres. Her finner en ut om det som ble produsert ble slik det var planlagt.

STEG 5 – PRODUKSJON OG LEVERANSER	
Formål: Gjennomføre leveransen i henhold til planer og intensjoner, sikkert og med rett utførelse første gang.	
Typisk input: Produksjonsunderlag og planer for gjennomføring.	
Kjerneprosesser	
Eierperspektiv	Sørge for at nødvendige ressurser og kompetanse er på plass for å sikre at prosjektet er i henhold til forretningsplan. Ta nødvendige beslutninger underveis.
Leveranser	Statusrapport i henhold til styringsparametere. Oppdatert forretningsplan.
Brukerperspektiv	Sikre at krav og behov ivaretas under bygging. Testing av komponenter og systemer – godkjenning av tester. Planlegge driften.
Leveranser	"Som bygget"-dokumentasjon - spesifikasjon av bygget løsning
Utøvende perspektiv	Administrere prosjekterings-, produksjons- og leveransesteamet, inkludert byggeplassebesøk og fremdriftsoppfølging. Styrer fysisk produksjon og montasje. Leverer i henhold til mål og rammer. Systematisk ferdigstilling.
Leveranser	Leveranse av fysisk utførelse og dokumentasjon. Prestasjonsmålinger
Offentlig perspektiv	Avklare ansvar og sikre samsvar mellom premissdokumenter og faktisk produserte løsninger.
Leveranser	Søknad om ferdigattest
Viktige hjelpeprosesser: Oppdatere miljøstrategi, byggestrategi og SHA-plan. Implementere overleveringsstrategien inkludert en avtale om underlag for opplæring, drift og vedlikehold, og fremtidige driftsavtaler.	
Ledelsesprosesser	
Planlegging	Følge opp prosjekteringsplanen og produksjonsplanen. Oppdatere og detaljere plan for overlevering og prøvedrift.
Anskaffelser	Kontrahere produksjons- og leveransesteamet i tilfelle utførelsesentrepriser. Kontraktoppfølgning.
Kommunikasjon	Brake strategien for kommunikasjon og informasjonshåndtering, med revisjoner etter behov. Oppdatere BIM med endringer og informasjon fra leverandører.
Utsjekk for bærekraft - Økonomi	Produksjonskalkyle - sjekke samsvar med forutsetninger og antakelser fra tidligere steg. Følge opp prosjektøkonomi underveis.
Utsjekk for bærekraft - Miljø	Sikre at viktige momenter vedrørende bærekraft er gjennomgått med entreprenørene og leverandørene. Sørg for gode systemer for å følge opp lufttetthet, kuldebroer og bygningsdetaljer.
Utsjekk for bærekraft - Sosialt	Sikre en prosess som gir sikker og etisk råvareleveranse og produksjon. Følge opp kompetansekrav, adgangskontroll og ID-sjekk.
Typisk output: Produksjonen gjennomføres i henhold til planer og avtalte kvaliteter. Som byggets dokumentasjon og FDV-dokumentasjon.	
Kommentar/eksempler: Prosjektet gjennomføres på bakgrunn av underlaget produsert av rådgivere – enten underlagt byggherren eller totalentreprenøren. I dette steget er det viktig å sikre at det blir produsert FDV-dokumentasjon (forvaltning, drift og vedlikehold) for løsningen, og at driftsorganisasjonen mobiliserer for å ta imot leveransen når steget er ferdig. Opplæring av driftspersonell og brukere bør vurderes.	

Figur 9 - Viser steg 5 i "Neste Steg". Hentet fra Bygg21 (2016b, p. 20)

STEG 6 – OVERLEVERING OG IBRUKTAKELSE	
Formål: Overlevere feilfritt prosjekt og sikre at alle systemer er riktig innstilt til den tilsktede bruken.	
Typisk input: Dokumentasjon på at leveransen er komplett, testet og at rett kvalitet er oppnådd.	
Kjerneprosesser	
Eierperspektiv	Vurdere om bygget tilfredsstillende forretningsplanen. Aksept av tester og prøvedrift.
Leveranser	Produktevaluering i henhold til prosjektmål. Verifisering av Forretningsplan. Overta ansvar for forvaltning.
Brukerperspektiv	Opplæring av brukere (både driftspersonell og sluttbrukere). Fase inn bygget i virksomheten. Prøvedrift. Evaluering av resultatet.
Leveranser	FDV dokumentasjon inkludert FVD-plan, gjennomført opplæring. Overta ansvar for drift.
Utøvende perspektiv	Iverksette korrigerende tiltak ved avvik/mangel på aksept. Kontraktavslutning.
Leveranser	Prosessevaluering. Sluttoppgjør.
Offentlig perspektiv	Sende inn dokumentasjon
Leveranser	Ferdigattest mottatt.
Viktige hjelpeprosesser: Gjennomføre aktivitetene i overleveringsstrategien. Opplæring. Funksjonstesting, bruksevaluering.	
Ledelsesprosesser	
Planlegging	Følge opp plan for overlevering og prøvedrift. Oppdatere plan for gevinstrealisering.
Anskaffelser	Avslutte prosjektkontrakte(n). Viktig å være nye i kontraktavslutningen, dokumentere samsvar, ikke ta over for tidlig.
Kommunikasjon	Sikre overføring av informasjon til brukere. Komplette "som bygget" modell.
Utsjekk for bærekraft - Økonomi	Sluttføring av prosjektøkonomien, ferdigkalkyle.
Utsjekk for bærekraft - Miljø	Sikre at alle viktige momenter om levedyktighet er gjennomført og dokumentert.
Utsjekk for bærekraft - Sosialt	Veldokumentert, sikker og etisk overlevering og ibruktakelse.
Typisk output: Produksjonen er ferdig og kvaliteten sjekkes ut ved funksjonstester, prøvedrift og kontroller. Brukere tar resultatet i bruk og får sine første erfaringer med å bruke det. Det store spørsmålet besvares: ble det slik som intensjonen var i forprosjektet?	
Kommentar/eksempler: Prosjektet er ferdig bygd og skal overleveres til eier og brukere. Brukere flytter inn og tilpasser sin virksomhet i bygget. FDV-dokumentasjonen sammen med opplæring skal gjøre driftsorganisasjonen i stand til å forvalte bygget på en god måte. En må sikre at FDV-dokumentasjonen er en brukerhåndbok, ikke en stabel produktark. Sørg for samspill mellom driftssystem og forvaltningssystem. Noen eiere forlanger at bygget skal dokumenteres via prøvedrift før de endelig tar over ansvaret. Slutten av dette steget er ofte for dårlig definert. Dette må ha fokus i arbeidet når kontrakt inngås.	

Figur 10 - Viser steg 6 i "Neste Steg". Hentet fra Bygg21 (2016b, p. 21)

3.6.7 Steg 7: Bruk og forvaltning

Steg 7 er av Bygg21 (2016b, p. 22) kalt bruk og forvaltning. Formålet med dette steget er å sikre god og økonomisk drift av prosjektet slik at behovene til bruker dekkes. Med hensyn på eierperspektivet skal det i dette steget realiseres gevinst på investeringen, samt forvaltning av tiltaket. For brukerperspektivet må bruken evalueres med tanke på hvordan bygget er i bruk og kvaliteten på bygget. Med hensyn på det utøvende perspektivet skal optimal drift sikres, samt testing og kontroll opp mot det som er avtalt i kontrakten. For det offentlige perspektivet må blant annet driftstillatelser følges opp.

Steg 7 skal føre til at en til enhver tid har oppdaterte FDV-dokumentasjon, samt at bruks- og driftserfaringer skal dokumenteres.

3.6.8 Steg 8: Avvikling

Steg 8 er av Bygg21 (2016b, p. 23) kalt avvikling. Formålet med dette steget er å avslutte eierskapet eller bruksperioden til tiltaket på en levedyktig og forsvarlig måte. Med hensyn på eierperspektivet skal analyser av tiltaket utføres, samt sluttregnskap. For brukerperspektivet skal driften som har foregått i tiltaket opphøre. Med hensyn på det utøvende perspektivet er det avhending av bygg og tomt som er gjeldende, samt at forpliktelser skal opphøre. For det offentlige perspektivet er leveransene blant annet tinglyst salg, og om dokumentavgift er gjort opp.

Steg 8 kan ende i to forskjellige scenarioer, salg og rivning. Ved salg skal alt av dokumenter for levedyktighet av tiltaket overføres til ny eier. Ved rivning er det nødvendig å dokumentere miljøeffekten av rivning, samt at tomtens beskaffenhet må dokumenteres for fremtidig utnyttelse.

STEG 7 – BRUK OG FORVALTNING	
Formål: Sikre teknisk god og økonomisk drift som tilfredstiller behovene til bruker av prosjektet og gir tilstrekkelig effekt.	
Typisk input: Komplette FDV-dokumentasjon, Testresultater og verifikasjoner. Erfaringer fra bruk.	
Kjerneprosesser	
Eierperspektiv	Realisere gevinst på investeringen i form av utnyttelse (forbedrede tjenester) og/eller leieinntekter. Forvaltning av bygget eller anlegget. Eventuelt etter-evaluering samfunnsøkonomi (evt. nytte/kost beregninger).
Leveranser	Etter-evaluering av forretningsplan. Etablering av finansiell dekning for investeringen.
Brukerperspektiv	Ikke redusert brukskvalitet. Evaluere og måle forbedringer, bruksegenskaper og brukertilfredshet.
Leveranser	Bruksevalueringer (Post Occupancy Evaluation). Måleresultat. Driftsevalueringer.
Utvørendeperspektiv	Sikre optimal drift. Testing og kontroll i henhold til kontrakt.
Leveranser	Avslutning av garantiansvar.
Offentlig perspektiv	Oppfølging av driftstillatelser, konsesjoner etc.
Leveranser	Evalueringsrapporter.
Viktige hjelpeprosesser: Lukke eventuelle punkter i forhold til overleveringsstrategien. Evaluering av resultatmål, effektmål og samfunns mål. Oppdatere "som-bygget", BIM og FDV-underlag i henhold til ombygginger og bruk av bygget. Dokumentere ytelse og effekt.	
Ledelsesprosesser	
Planlegging	Iverksette gevinstrealiseringsplan.
Anskaffelser	Følge opp eventuelle driftskontrakter og garantiperiode.
Kommunikasjon	BIM av bygget i bruk. Oppdatere BIM for ombygginger.
Utsjekk for bærekraft - Økonomi	Følge opp driftsøkonomien, dokumentere nivå reell driftskostnad mot prosjektert nivå driftskostnad.
Utsjekk for bærekraft - Miljø	Dokumentere energiforbruket og CO ₂ -belastningen, evt. andre styringsparametere.
Utsjekk for bærekraft - Sosialt	Sørge for etisk og sikker drift og bruk.
Typisk output: FDV-dokumentasjon oppdateres jevnlig/holdes vedlike. Dokumenterte bruks- og driftserfaringer.	
Kommentar/eksempler: Bruken og den kommersielle driften av bygget er som forutsatt. Bygget vedlikeholdes periodisk, og det gjennomføres utskiftninger av teknisk utstyr i henhold til normal slitasje og levetid. Utvikling av virksomheten gjør over tid at det igangsettes mindre og større ombygginger av bygget. Dette dokumenteres ved oppdatering av FDV-dokumentasjon og BIM. Profesjonell forvaltning er en egen profesjon som er avgjørende for dette steget. Se egne standarder, f.eks. NS-EN 15221-serien, ISO 41000 Facilities Management integrated Management System - Requirements (with guidance for use). Dette er ikke dekket her. Ved større endringer av virksomheten som påvirker det kommersielle aspektet av bygget for eiere og brukere bør det settes i gang en behovsanalyse, slik som beskrevet i Steg 1. Dette er starten på et nytt investeringsstiltak. Densom salg er det aktuelle forretningsformålet, eller behovet eller bærevnen opphører, går en videre til Steg 8 Avvikling.	

Figur 11 - Viser steg 7 i "Neste Steg". Hentet fra Bygg21 (2016b, p. 22)

STEG 8 – AVVIKLING	
Formål: Levedyktig og forsvarlig avslutning av eierskapet eller byggets bruksperiode.	
Typisk input: Endring i forretningsdrift (bortfall/ending av behov, bortfall av levedyktighet). Lønnsomhetsvurderinger vedrørende videre eierskap og drift.	
Kjerneprosesser	
Eierperspektiv	Føre sluttregnskap og utføre analyser.
Leveranser	ROI (Return on Investment). Endelig verifisering av forretningsplan for tiltaket.
Brukerperspektiv	Opphør av drift
Leveranser	Drift opphørt. Forpliktelser kvittert ut.
Utvørendeperspektiv	Avhending av bygg, eventuelt tomt, og opphør av forpliktelser.
Leveranser	Komplett dokumentasjon på avhending.
Offentlig perspektiv	
Leveranser	Tinglyst salg, dokumentavgift mm gjort opp.
Viktige hjelpeprosesser: Engasjement av rivefirma. Planlegging av sikker og miljøriktig rivning/resirkulering/gjenbruk. Engasjere bistand til avhending. Planlegging av salg, markedsføring av eiendommen.	
Ledelsesprosesser	
Planlegging	Planlegge salg eller rivning.
Anskaffelser	Kontrahere megler for avhending (salg), eller riveentreprenør for fjerning av eksisterende konstruksjoner.
Kommunikasjon	Overføring av BIM til eventuell ny eier.
Utsjekk for bærekraft - Økonomi	Markedsvurdering, salgspris.
Utsjekk for bærekraft - Miljø	Sikre miljøriktig rivning og resirkulering av materialer.
Utsjekk for bærekraft - Sosialt	Sikre etisk og sikker rivning og/eller avhending av eiendommen.
Typisk output: Ved salg skal all relevant dokumentasjon for å ivareta levedyktighet følge over til ny eier. Ved avvikling (fjerning/rivning) er dokumentasjon på miljøeffekt nødvendig, samt dokumentasjon av tomtens beskaffenhet med tanke på fremtidig utnyttelse.	
Kommentar/eksempler: Den kommersielle virksomheten i bygget/anlegget (bruken) bortfaller og ny tilsvarende virksomhet er ikke aktuell. Eier vurderer ny investering i bygget/anlegget (Steg 1) som uaktuelt eller ulønnsomt for alternativ bruk/ny investering. Da peker utviklingen mot avvikling (rivning eller salg/avhending)*. Først da kan en konstatere sikkert hvor god den opprinnelige investeringen har vært. *For eksempel kan den kommersielle virksomheten ha behov for større lokaler enn tomtens tillater, eller konsesjon for driften kan gå ut, eller virksomheten gå konkurs etc. Eier/drifter finner at bygget/anlegget er i en forfatning som er for dyr å drifte videre/repasere slik at det må rives. Tomten kan brukes til et mer samfunnsnyttig/lønnsomt formål. Eier av bygget ønsker ikke å ha bygget i sin portefølje og selger dette til en annen aktør.	

Figur 12 - Viser steg 8 i "Neste Steg". Hentet fra Bygg21 (2016b, p. 23)

4 Hoveddel

4.1 «Neste Steg» for beskrivelse av bruk av XR

Dette kapitlet har som hensikt å kartlegge hvordan XR brukes og hvordan det kan brukes i de forskjellige fasene av et byggeprosjekt.

For enklere å kunne beskrive i hvilke scenarioer i byggeprosjekter det vil være mest hensiktsmessig å benytte XR benyttes rammeverket «Neste Steg». Årsaken til at «Neste Steg» blir benyttet for dette er at «Neste Steg» har en logisk inndeling av byggeprosjekter i åtte steg fra strategisk definisjon til avvikling. «Neste Steg» kan da benyttes for å se på hvordan XR kan tas i bruk i de forskjellige stegene. Bakgrunnen for hvor XR plasseres i henhold til «Neste Steg» blir gjort med tanke på informasjon fra Vixel AS, litteraturstudie, samt forfatterens egne tanker rundt hvor XR passer inn.

Det er viktig i denne delen av rapporten å se det at XR ikke vil være nødvendig å benytte seg av i alle stegene, da det viktigste er at det er et definert bruksområde. Det vil være naturlig at VR er den mest benyttede teknologien i de første stegene, mens AR og MR som teknologi har større nytte i de siste stegene grunnet mer visualisering. I noen av stegene kan det til og med være slik at det ikke er noe behov for hverken VR, AR eller MR. Det vil være viktig at XR ikke plasseres inn i et steg kun med den hensikt å plassere teknologien inn i steget. Er det ingen nytte i et spesifikt steg vil det dersom XR plasseres inn i steget kun føre til at XR blir sett på mer som et leketøy enn at en faktisk får fram nytten slike teknologier kan ha i et byggeprosjekt.

Hovedfokuset i denne rapporten er VR-teknologien, men det vil allikevel fokuseres noe på AR/MR i denne delen av rapporten. Årsaken til at AR/MR også vil bli plassert inn etter «Neste Steg» er for å gi et helhetlig bilde av når, og til hva, både VR og AR/MR fungerer best. Det er teknologier som er såpass like at det vil gi en bedre helhet i rapporten og nevne kort hvor og hvordan AR/MR burde benyttes, slik at forskjellige deler av byggefasen ikke utelukkes.

4.1.1 Steg 1: Strategisk definisjon

Steg 1 går mye ut på at en har en ide som en ønsker å sette ut i live. I dette steget av et byggeprosjekt er det ikke lett å se den største nytten av XR. VR kan ha en viss nytte i det å sjekke ut liknende prosjekter som det en har en ide om å utføre. Det vil si at en for å få inspirasjon kan dra på befaring i andre liknende bygg. Disse befaringsene kan gjøres ved å reise til bygget dersom det enkelt lar seg gjøre, eller en kan befare det remote via VR. Fordelen ved å benytte VR til befaring av liknende prosjekter er at en kan se flere forskjellige prosjekter uten å måtte tenke på reisevei. Dersom en har modeller tilgjengelig vil VR i dette steget være til stor nytte for å undersøke disse forskjellige konseptene.

4.1.2 Steg 2: Program- og konseptutvikling

I likhet med steg 1 kan steg 2 utnytte VR for eieren med tanke på å undersøke forskjellige løsninger. Dette kan for eksempel være å undersøke liknende bygg i VR som er bygget, eller lage enkle modeller av det en kan se for seg en ønsker å bygge. Ved å se i VR kan eier enklere se for seg hvilke løsninger som tilfredsstillende behøver eieren har til bygget. I prosjektet som skal utføres vil det i dette steget ikke være produsert noen detaljerte modeller. Det vil dermed være vanskelig å benytte XR i stor grad på de konseptene en selv har.

4.1.3 Steg 3: Bearbeiding av valgt konsept

Når det gjelder steg 3 går det for det meste ut på å kartlegge behov. VR kan i denne fasen benyttes for å for eksempel se på modeller av utstyr en tenker kan benyttes i byggene. En kan også tenke seg at det offentlige perspektivet vil ha nytte av å se i VR hvordan konseptet utvikler seg fra ide til et mer konkret konsept. VR kan for det offentlige perspektivet bidra til at for eksempel saksbehandlere får et bedre inntrykk av hva de faktisk må godkjenne, samt hvilke endringer som eventuelt må gjøres med tanke på reguleringsplaner. I tillegg vil naboer kunne få et godt inntrykk av hvordan konseptet vil påvirke en selv.

4.1.4 Steg 4: Detaljprosjektering

I denne delen av byggefasen vil bruken av VR i større grad komme til sin rett. Et av formålene med dette steget er å produsere et produksjonsunderlag som er tilstrekkelig godt nok til at en kan bygge bygget på en kostnadseffektiv måte. Bruken av VR vil i stor grad gå på visualisering og samhandling i dette steget. Det vil være viktig å ha rett informasjonsbehov i modellen med tanke på å utnytte VR optimalt. Hva som er rett informasjonsbehov vil være individuelt for hvert prosjekt, hvilke krav de forskjellige perspektivene har til modellene og hvilken detaljeringsgrad det skal modelleres etter.

Det må i dette steget avgjøres hvilken detaljeringsgrad det som modelleres skal ha, og da kan det være hensiktsmessig å benytte kjente detaljeringsnivåer som for eksempel LOD, LOIN og MMI. Som vist av **Figur 13** kan en se at MMI (Modell Modenhets Indeks) går fra MMI 100, som er skisse, til MMI 500, som er som bygget. Dette viser gangen en modell vil ta i dette steget. Når en kommer inn i steg 4 har en allerede et ferdig konsept som vil si at en er ved MMI 200. Formålet med dette steget er å lage et produksjonsunderlag. Det vil si at en ved utgangen av steg 4 vil være på MMI 400 eller MMI 500 ved særdeles høy detaljeringsgrad. Det vil være interessant å se på hva som skal til for å finne riktig informasjonsbehov for at en skal kunne benytte produksjonsunderlaget i VR.



Figur 13 - Viser MMI. Hentet fra Fløisbonn, et al. (2018)

4.1.4.1 Informasjonsbehov

I dette steget vil det før det begynnes med å detaljprosjekttere være viktig å bestemme seg for hvilken detaljeringsgrad informasjonen i modellen skal ha. For dette formålet kan LOIN (Level of Information Need) benyttes. Når LOIN er bestemt vil en kunne vite i hvilken grad XR vil kunne benyttes i prosjektet. Årsaken til at LOIN er viktig er at, slik det er beskrevet av Standard Norge (2019a, p. 23) ved hjelp av LOIN at det bestemmes kvalitet, mengde og detaljnivå på informasjon som finnes i en modell. For å få ut informasjonen det er behov for med tanke på å kunne benytte VR, må LOIN settes til rett nivå samtidig som informasjonen plasseres korrekt i modellen. Det vil si at LOIN må defineres til å ha høyt nok informasjonsnivå til at en får all informasjon en trenger, men ikke så høyt at en har informasjon som ikke er nødvendig å ha med i modellen.

Parametre for hvordan en skal definere kvaliteten på informasjon er noe som kan defineres innad i et firma eller et prosjekt. Det er viktig at disse parametrene er felles for

alle som jobber med modellering og informasjonshåndtering i et prosjekt. Dette vil bidra til at det er en felles forståelse for hva som menes med tanke på detaljeringen av informasjonen.

Modellene som kan benyttes med tanke på VR i dette steget har ved hjelp av LOD og LOIN fått definert hvor detaljerte de skal være. Denne detaljeringsgraden vil være avgjørende for hvordan en kan benytte modellen i VR. En modell med høyt detaljeringsnivå kan benyttes til mer i VR enn en modell med et lavere detaljeringsnivå. For å spesifisere det, vil det si at en modell som for eksempel kun inneholder geometrien vil kun kunne benyttes for visualisering, mens i en modell som har informasjon knyttet til geometrien vil en kunne få vist informasjon om de spesifikke bygningselementene i VR.

Dersom det kjøres kollisjonskontroll i en programvare som Solibri Model Checker, vil en kunne få vist sakene i BCF-formatet. Disse BCF-sakene vil en kunne vise i VR hvor de er knyttet til lokasjonen de hører til i modellen. Dette gjør at en kan teleportere mellom saker, og diskutere hvilke tiltak som må gjøres med hver sak. Dersom det finnes mye informasjon i modellen knyttet til bygningselementene vil det bidra til at en kan ta avgjørelser rundt hvorvidt det trengs å endre på geometrien, materialer eller andre bygningsspesifikke elementer. VR kan i denne fasen for prosjekterende være et verktøy mot det å redusere mangler og avvik i produksjonsunderlag før det når byggeplassen i steg 5.

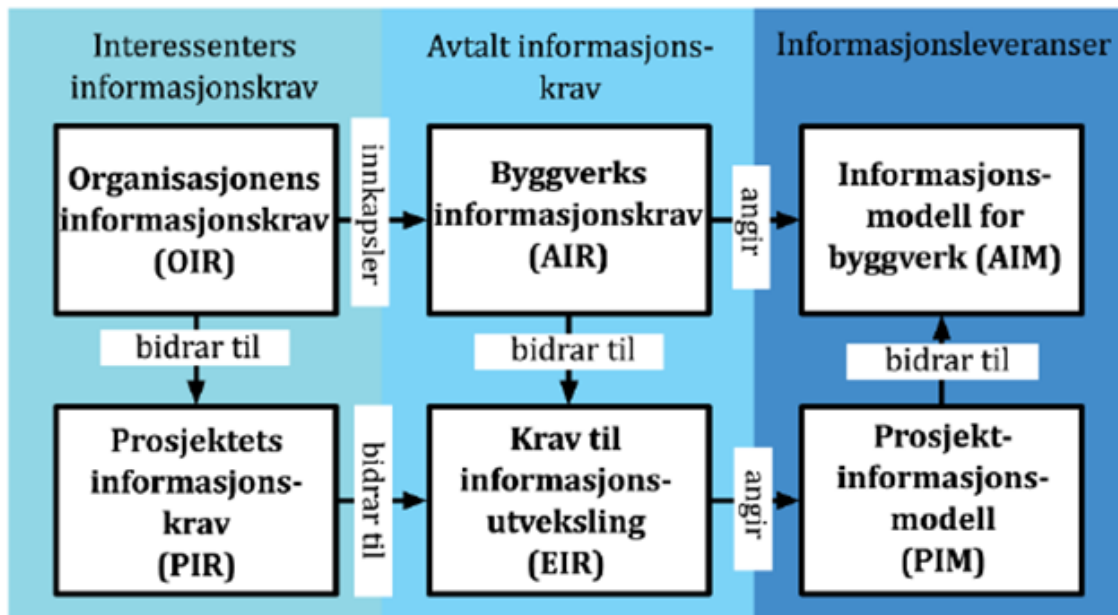
4.1.4.1.1 Involvering av de forskjellige perspektivene

Med hensyn på eierperspektivet og brukerperspektivet vil en i dette steget kunne benytte VR til å få et unikt innblikk i hvordan det ferdige bygget vil fremstå. For eier betyr dette at eieren kan få et bedre inntrykk av hvordan det ferdige bygget vil se ut og være i bruk før bygget i det hele tatt er bygget. Dette bidrar til at eieren har et bedre beslutningsgrunnlag for om det som skal bygges faktisk er slik det var ønsket at det skulle bli.

For brukerne av bygget vil det være hensiktsmessig at de er involvert i detaljprosjekteringen i form av testing av bygget. Dette kan gjøres for eksempel ved at modellen av bygget utstyres med modeller av utstyret som skal benyttes slik at rommene er identiske med slik de vil være når det arbeides i en reell arbeidssituasjon. Ved å kjøre simuleringer i VR som brukerne av bygget deltar på, vil brukerne få mulighet til å komme med innspill til hvilke forbedringer på bygget som kan forenkles hverdagen deres. Å la brukerne bidra med innspill i detaljprosjekteringen kan bidra til å avdekke mangler/avvik med bygget som de prosjekterende ikke har forutsetninger til å sette seg inn i grunnet manglende kompetanse innen hvordan hverdagen til brukerne er. Dette kan igjen bidra til at bygget får en større grad av utnyttelse for brukerne ved at bygget fungerer slik det skal, noe som igjen vil bidra til å redusere behovet for å renovere bygget på grunn av at det ikke var tilfredsstillende i bruk.

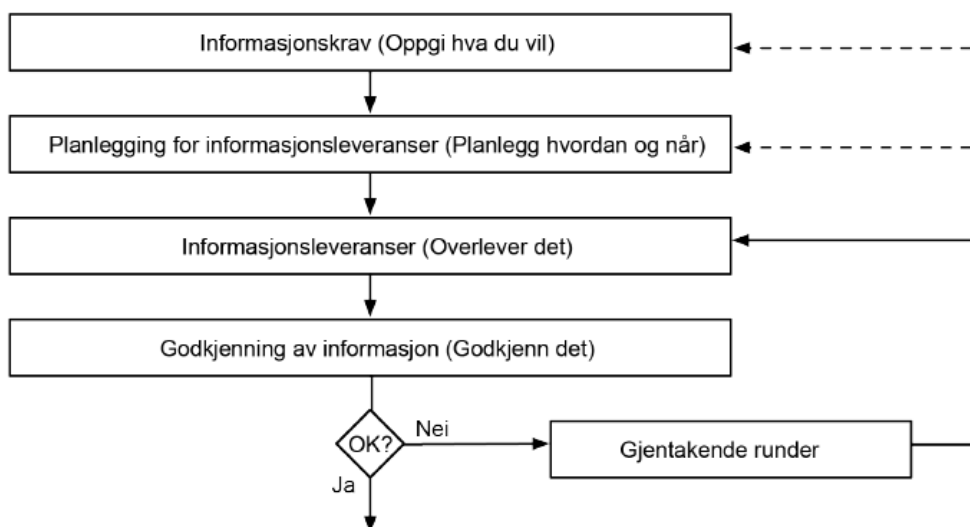
Alle perspektivene vil i dette steget ha muligheten til å komme med sine innspill til hvilke krav de har til bygget. Disse kravene vil igjen stille krav til informasjonsbehov i modellene som utvikles. Standard Norge (2019a) viser i ISO 19650 en figur som viser hierarkiet til informasjonen i et prosjekt. Der er det delt inn i interessenters informasjonskrav, avtalt informasjonskrav, og informasjonsleveranser. Ut ifra **Figur 14** får en et tydelig inntrykk av hvilken påvirkning alle interessenter til bygget burde ha med tanke på informasjonsbehov i modellen. På interessenters informasjonskrav vil de forskjellige perspektivene ha mulighet til å komme med sine krav til bygget. Disse kravene må legges inn i organisasjonens informasjonskrav (OIR). OIR leverer

inngangsfaktorer til byggverkets informasjonskrav (AIR), som igjen bestemmer hvilket innhold, struktur og metodologi informasjonsmodellen for byggverket (AIM) skal ha.



Figur 14 - Viser informasjonskrav sitt hierarki. Hentet fra Standard Norge (2019a, p. 10)

For å ha muligheten til å benytte XR til det fulle er god håndtering av informasjonsbehovet til modellen viktig. For å lage et kort sammendrag av hvordan en skal identifisere hvilken informasjon som skal være med i modellen er **Figur 15** fra ISO 19650 fra Standard Norge (2019a) til god hjelp. Det må være et bestemt informasjonskrav hvor de forskjellige perspektivene får muligheten til å oppgi deres behov til bygget. Informasjonsleveransene må så planlegges for å tilfredsstille den tiltenkte bruken, og de forskjellige behovene til den tiltenkte bruken før de må overleveres og eventuelt godkjennes.



Figur 15 - Viser planleggingen av informasjonsleveranser. Hentet fra Standard Norge (2019a, p. 14)

4.1.4.2 Visualisering

Når informasjonsbehovet til modellene er bestemt, og det er påbegynt arbeid med å utvikle modeller kan VR benyttes for visualisering. Underveis i prosjekteringen kan en fortløpende ved hjelp av de forskjellige perspektivene gjennomføre visuelle kontroller. For eierperspektivet kan disse kontrollen gå ut på for eksempel materialvalg og tekniske løsninger. For brukerperspektivet kan VR benyttes for å undersøke om det som modelleres faktisk vil fungere tilfredsstillende i en realistisk arbeidssituasjon, samt at brukerperspektivet vil få et inntrykk av materialvalg og fargevalg. For det utøvende perspektivet vil det kunne gjennomføres visuelle kontroller av byggbarheten til det som prosjekteres. For det offentlige perspektivet kan visualisering bidra til å gi naboer et inntrykk av det som skal bygges i nabolaget, mens myndigheter kan gjennomføre visuelle inspeksjoner av om det som prosjekteres tilfredsstillende satte krav.

Visualisering kan i steg 4 bidra til at de som prosjekterer tidlig vil ha muligheten til å få tilbakemeldinger på om det som er prosjektert tilfredsstillende de forskjellige perspektivene sine behov. VR kan dermed være et verktøy som kan bidra til at en får god kontroll underveis i prosjekteringsfasen.

4.1.4.3 Møtevirksomhet

Et annet viktig bruksområde for VR i dette steget er møtevirksomhet. Vrex er et system som kan benyttes for å gjennomføre virtuelle møter. Denne løsningen gjør at møtedeltakere kan møtes i VR fremfor og måtte møtes i virkeligheten. Slik møtevirksomhet kan bidra til å redusere klimagassutslipp, samt at det vil være en kostnadsbesparelse i det å slippe og sende folk vekk fra kontor for å samles. I ekstreme tilfeller slik som virusutbruddet Covid-19 som foregår samtidig med arbeidet med denne masteroppgaven, vil slike løsninger bidra til at møtevirksomhet i byggebransjen kan gå mer som normalt.

4.1.5 Steg 5: Produksjon og leveranser

I steg 5 er prosjektet gått over i fasen hvor det bygges. Formålet med dette steget er å levere det som er prosjektert i steg 4. Det er i dette steget identifisert tre bruksområder for XR. VR vil kunne benyttes for visualisering av modeller, VR og MR vil kunne benyttes for opplæring og simulering, mens AR og MR vil kunne benyttes for å projisere modeller ut i den virkelige verden.

4.1.5.1 Visualisering

Ved å se modellen i VR vil en kunne se nøyaktig hva som skal bygges og hvilke løsninger som skal benyttes i de forskjellige delene av bygget. Dette kan bidra til at arbeiderne ute på byggeplass kan sette seg inn i det som skal bygges på en annen måte enn det som vil være mulige ved å se på en BIM-modell på en 2D-skjerm. Slike forberedelser kan bidra til at arbeiderne blir bedre forberedt på hvordan de skal utføre en oppgave, som igjen vil føre til økt produktivitet og redusert sjanse for feil utførelse på byggeplass.

Dersom det oppdages at det finnes feil i produksjonsunderlaget når det bygges, kan en gå inn i modellen i VR for så å finne det som er feil i modellen. Ved hjelp av BCF-formatet vil en kunne sende bilder og informasjon om avviket/saken, samt at den ansvarlige personen for saken/avviket kan kobles opp mot saken/avviket. VR kan dermed benyttes for enkelt å kunne sende informasjon mellom byggeplass og kontor for raskt å kunne rette opp i mangler i modeller.

4.1.5.2 Opplæring og simulering

Underveis i byggeprosessen er det viktig at deltakerne i prosjektet vet hvordan arbeidsoppgavene deres skal utføres. Ved hjelp av VR og programvare for opptrening av spesifikke arbeidsoppgaver vil en kunne trene på det som skal gjøres før det utføres. Å trene i VR kontra å trene i virkeligheten vil i lengden være mindre kostnadskreven, da en kun trenger VR-utstyr og programvare for den spesifikke opptreningen. Slik opptrening vil redusere behovet for å trene opp ansatte ute på prosjekt, da de vil ha opparbeidet seg større kunnskap om hvordan arbeidet skal utføres.

MR vil i dette steget kunne benyttes for å simulere arbeidsoppgaver, samt å projisere det som er prosjektert ut på byggeplass. Ved å benytte seg av MR vil en ha muligheten til å se på modellen av det som skal bygges i briller, og dermed ha hendene frie når en simulerer arbeidsoppgavene. En kan dermed benytte brillene samtidig som en bygger et spesifikt bygningselement, og på den måten ha instruksjoner og visuelle forklaringer på hvordan det skal bygges samtidig som en bygger objektet. Det kan dermed sikres at det bygges korrekt samtidig som det utføres siden en har fremgangsmåten på hvordan det skal bygges på øyet.

MR kan i tillegg brukes for å simulere for eksempel heisekraner, slik som vist i **Figur 16**. Der kan det sees en løsning fra HoloForge Interactive (2020) hvor en kan simulere bruk av kraner i HoloLens ute på byggeplass. Kranene styres ved hjelp av kontrollene som faktisk benyttes i kranene i virkeligheten, noe som gir det en virkelighetsnær opplevelse. Slik simulering kan i dette steget benyttes til blant annet å trene kranførere til å utføre en spesifikk arbeidsoppgave for å redusere faren for ulykker, samt at det kan benyttes for opptrening av nyansatte.



Figur 16 - Viser simulering av kran i HoloLens fra HoloForge Interactive. Hentet fra video fra HoloForge Interactive (2020)

Et annet eksempel på simulering av heisekraner, men med hjelp av VR er vist i **Figur 17**. Eksempelet kommer fra PaleBlue (2020a) som er et firma som har en rekke simuleringprogramvarer for bruk i VR. VR Construction fra PaleBlue (2020a) er et simuleringverktøy rettet mot byggebransjen hvor en kan simulere bruken av kraner i et prosjekt før det skal utføres i virkeligheten. I simuleringen kan en samhandle med andre kranførere eller andre deltakere i byggeprosjektet.

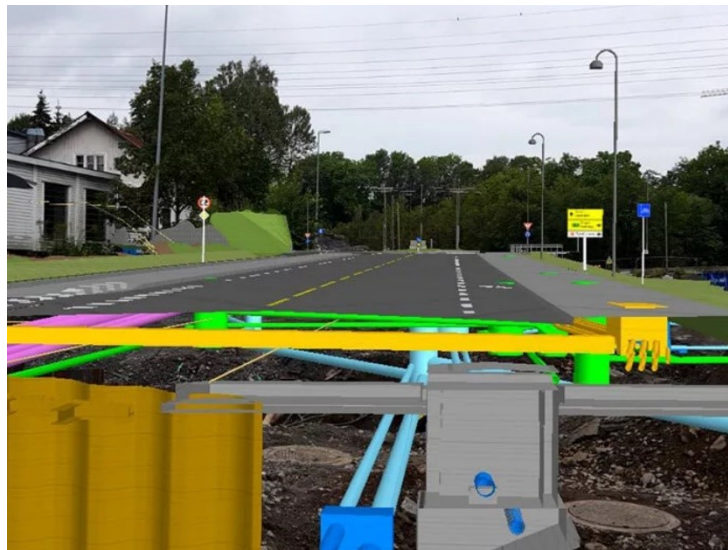


Figur 17 - Viser eksempel på simulering av arbeidsprosess i VR. Hentet fra PaleBlue (2020a)

4.1.5.3 Projisering av modeller

Å projisere modeller ute på byggeplassen kan gjøres ved hjelp av AR og MR ved å koble lokasjonen opp mot utstyret som benyttes. På AR kan lokasjonen kobles opp mot visningen på en telefon eller nettbrett ved hjelp av GNSS. Hodesett for MR har ikke løsninger for oppkobling mot GNSS per dags dato og er avhengig av posisjonering på en annen måte. Posisjonering i HoloLens, som er et eksempel på en type hodesett for MR, kan leses om i kapittel 3.1.3.1. Ved å projisere modellene ut på byggeplassen kan en blant annet se fremdrift ved at en kan se hvor mye som gjenstår kontra det som faktisk er bygget. For arbeiderne sin del kan det benyttes til å se hva som er det neste som skal bygges dersom de har en 4D-modell tilgjengelig. PaleBlue (2020b) er et eksempel på et firma som har løsning for å vise BIM-modeller eller CAD-tegninger projisert ut på arbeidsplassen. Et annet eksempel er Synchro (2020) som har løsningen SYNCHRO XR for HoloLens hvor en kan vise 4D-modellen i MR ved hjelp av HoloLens.

AR og MR kan i tillegg benyttes for å se bygningsdeler som en ikke nødvendigvis kan se med det blotte øye. Dette kan være blant annet elementer som ligger skjult i vegger eller under bakken. Når det gjelder elementer som ligger skjult i vegger kan AR og MR med god hjelp av en detaljert modell og god posisjonering bidra til at en kan se hvor ledningsnett, rørsystemer og andre elementer i veggene befinner seg. Dette kan bidra til at en har bedre kontroll over hvordan arbeidsoppgaver burde utføres uten å gjøre skade på det som finnes i veggene. For AR og MR med tanke på å



Figur 18 - Viser skjermbilde fra Trimble Sitevision. Hentet fra Trimble Inc (2020)

identifisere elementer under bakken kan det benyttes løsninger for å se rørsystemer og annet innhold i modellene. Et eksempel på en slik løsning er Trimble Inc (2020) sin Sitevision. I Sitevision kan en vise modeller av bygg, veier og rørsystemer. Ved hjelp av GNSS og korreksjonssignaler vil en få en nøyaktighet som er presis nok til å benyttes.

Figur 18 viser hvordan det kan se ut på mobilen som er koblet til Sitevision når en viser en modell av vei med rørsystemer. Her kan en se hvor rørsystemene skal ligge, eller hvor det allerede ligger rørsystemer under veien, og benytte denne informasjonen til å utføre arbeidet på en bedre måte.

4.1.6 Steg 6: Overlevering og ibruktakelse

Når en kommer inn i steg 6 er en kommet over i fasen hvor bygget/tiltaket overleveres til eier/bruker, samt at det tas i bruk. I denne fasen vil XR kunne benyttes for å forenkle prosessen med å ta i bruk et nytt bygg. XR vil kunne benyttes for blant annet simulering av arbeidsprosesser, samt avvikshåndtering.

4.1.6.1 Simulering

Når det gjelder simulering av arbeidsprosesser kan særlig MR og VR benyttes i stor grad. Simulering av arbeidsprosesser kan være særlig nyttig når et nytt eller renvert bygg tas i bruk. Brukeren vil da ha muligheten til å sette seg inn i arbeidsprosesser før disse skal

gjennomføres i praksis. Dette kan bidra til at en kan utnytte bygget bedre allerede fra start, samt at feil bruk av utstyret under opplæring ikke vil få konsekvenser i form av at deler på utstyret blir ødelagt eller raskere utslitt grunnet feil bruk. En simulering av arbeidsprosesser i VR kan i tillegg gjøres mens bygget er under oppføring, altså parallelt med steg 5. Opplæringen kan dermed være ferdig når bygget er klart til bruk, noe som reduserer behovet for å ha en lengre innkjøringsperiode.

4.1.6.2 Avvikshåndtering

Når en bygning tas i bruk kan det forekomme avvik fra det som er bestilt. I slike tilfeller kan VR for avvikshåndtering benyttes. Løsninger for VR slik som Vrex vil kunne benyttes i dette steget. Dette er løsninger hvor en har modellen av bygget i VR, og en ved hjelp av BCF-formatet vil kunne ta bilder og kommentere de avvikene en har i bygget. Disse avvikene vil en da enkelt kunne sende til den ansvarlige i prosjektet, og en vil dermed enkelt ha et system for å gi beskjed ved avvik. Disse beskjedene må så følges opp i et system hvor personen som har sendt inn informasjonen har mulighet til å se status, samt tilbakemeldinger.

4.1.7 Steg 7: Bruk og forvaltning

I steg 7 er bygget/tiltaket i fasen hvor det brukes. Det vil si at bygget brukes til den bruken det var planlagt at det skulle brukes, samt at bygget vil kreve løpende vedlikehold for at bygget skal opprettholde standarden det hadde da det ble bygget.

4.1.7.1 Rehabilitering og vedlikeholdsarbeid

I denne fasen vil det være behov for løsninger som vil forenkle arbeidet med å vedlikeholde, samt å oppgradere bygget. For slike arbeidsoppgaver vil det være hensiktsmessig å benytte AR og MR. Et eksempel på slik teknologi er vGIS (2020a) som er en programvare for å vise GIS og BIM fra de tre programvareprodusentene Autodesk, Bentley og Esri. I vGIS er det løsninger for å vise modeller i AR, MR og VR. Ved å vise modeller i AR har en mulighet til enkelt å få opp modellene på telefonen, for så å se



Figur 19 - Viser skjermbilde fra vGIS. Hentet fra vGIS (2020b)

modellen på skjerm der det skal plasseres ut. Når det gjelder MR kan en brille som HoloLens benyttes. Da har en mulighet til å se modellen som en naturlig utvidelse av den virkelige verdenen. Programvaren vGIS kan dermed benyttes for å se gjennom vegger, veier og andre elementer fra bygg- og anleggsnæringen.

Programvarer som beskrevet i dette underkapittelet kan være med på å bidra til at rehabilitering og vedlikeholdsarbeid kan utføres på en måte hvor en har bedre kontroll over hvor det ligger skjulte elementer som kan gjøre at arbeidet pådrar seg uforutsette

kostnader. Et godt eksempel på hvordan slik informasjon kan nyttiggjøres er det som er visualisert i **Figur 19**. Der kan en se hvordan en kan benytte programvaren for å vise hvor rørsystemer ligger under veier. Denne informasjonen kan benyttes for de som graver, slik at det ikke graves over rør og ledninger.

4.1.7.2 Erfaringer fra anleggsbransjen med tanke på steg 7

Kjeldaas AS er et entreprenørfirma som driver med blant annet grunnarbeider og ledningsfornyelse. Det ble det diskutert med Christoffer Lea i Kjeldaas AS om hvilke muligheter og utfordringer de ser med bruk av XR i anleggsbransjen. Det ble da blant annet diskutert rundt å benytte AR for å finne igjen rørsystemer for vann og avløp, noe som er veldig relevant i Steg 7. Hovedutfordringen som ble trukket fram av Kjeldaas AS er at det som finnes av va-nett ikke stemmer overens med det som er modellert. Dette ble vist med et eksempel hvor det var lagt inn ortofoto, den originale modellen av va-nettet, samt en modell av hvordan va-nettet faktisk var. En kunne enkelt se at kummene i modellen ikke var der hvor de faktisk var i virkeligheten, mye på grunn av tilpasninger som ble gjort ute i produksjon. Det var dermed nødvendig å lage en ny modell over rørsystemet som tok utgangspunkt i kummene og hvordan rørene gikk ut fra kummene for å ha en modell som stemte overens med virkeligheten, og for å ha et korrekt datagrunnlag videre i prosjektet. Dette ble sett på som et vanlig problem med gamle modeller, og det bidrar til at en ikke kan importere eldre modeller inn i AR uten faktisk å kontrollere hvor korrekt dataen er på forhånd.

Denne utfordringen vil være gjeldende for mange prosjekter med dårlig datagrunnlag, men det vil være muligheter for at dette vil bedres i fremtiden når dagens prosjekter med bedre datagrunnlag skal fornyes eller renoveres. Det vil når nye teknologier tas i bruk i forskjellige steg av byggeprosessen være perioder hvor en ikke får utnyttet teknologien på grunn av hvordan i dette tilfellet rørsystemer ble tegnet før.

4.1.8 Steg 8: Avvikling

I dette steget er bygget/tiltaket i fasen hvor det rives. I rivefasen av et bygg kan en teknologi som AR være til stor nytte. Ved å benytte seg av enten AR på en telefon eller MR i form av f.eks. HoloLens vil en ved hjelp av korrekt posisjonering kunne se hva som finnes i f.eks. en vegg før en river den. Hvordan posisjonering i HoloLens fungerer kan leses om i kapittel 3.1.3.1.

Å benytte AR og/eller MR vil bidra til at en enkelt vil kunne se bygningselementer som blant annet hvor rørsystemer og ledningsnett ligger i vegger før en skal rive den spesifikke veggen. Dette kan bidra til at en i større grad kan planlegge hvordan en skal rive et bygg ved at en kan «se» igjennom veggene, og på denne måten avdekke elementer som kunne ført til problemer senere i rivingsfasen. En vil i tillegg ved hjelp av informasjon som ligger i modellene få informasjon om hvilke materialer som er benyttet i bygget, forutsatt at modellen er oppdatert ettersom bygget er oppdatert gjennom livsløpet. Denne informasjonen kan hjelpe til med å få opp blant annet produktdatablader som forteller hvordan de forskjellige materialene skal gjenvinnes på en mest mulig miljøvennlig måte.

4.2 Hvordan brukes Vrex?

Leseren av denne rapporten har nå kommet over i den andre hoveddelen av rapporten. Denne delen vil ta for seg Vrex som et eksempel på hvordan VR benyttes i BAE-næringen og hvor modent VR er som et hjelpemiddel. Informasjonen i dette delkapittelet er hentet ut ifra et dokument Vixel AS (2020) har utarbeidet med tanke på å lære opp nye ansatte, samt å identifisere den faktiske bruken av programvaren. Dette dokumentet er lagt ved rapporten og kan leses i vedlegg 2. Dette kapittelet vil være viktig å ha med da det danner grunnlaget for den mer analytiske delen av rapporten som går ut på å plassere bruken av Vrex etter «Neste Steg», samt å bruke IDDS for å beskrive bruken av VR i dag og veien videre.

4.2.1 Brukergrupper

For å definere hvordan Vrex brukes med hensyn på forskjellige brukere har Vixel AS (2020) satt opp fire forskjellige personas som har karakteristikk for de forskjellige brukergruppene. Disse vil beskrives nedenfor. Disse fire brukergruppene er delt inn etter teknisk evne, og brukergruppene er «Passiv», «Guidet», «Gjennomføring» og «Superbruker».

4.2.1.1 Passiv

Den passive brukeren deltar ikke aktivt i VR. Dette er en bruker som har på VR-headsettet, og benytter dette kun for å se det som en annen møteleder viser. Dette er brukere som krever fysisk hjelp for å kunne benytte VR. Å bruke VR slik kan fungere godt dersom en har behov for rådgivning av forskjellig sort. Typiske deltakere i den passive gruppen er byggherre, sluttbruker, ekstern fagrådgiver, kommunal aktør, naboer og andre eksterne interessenter, samt fagarbeidere.

4.2.1.2 Guidet

Den guidede brukeren har kompetanse til å benytte Vrex, klarer altså å starte programvaren, men har problemer med navigeringen. Denne brukeren vil ha behov for å bli guidet rundt i VR for å slippe selv å måtte benytte navigasjonsknapper og andre knapper på kontrollene. Den guidede brukeren er typisk en prosjektdeltaker som er en aktiv beslutningstaker. Typiske deltakere i den guidede gruppen er byggherre, fagansvarlig og fagarbeider.

4.2.1.3 Gjennomføring

Brukeren som går innunder gjennomføring har kompetanse til å bruke Vrex til å gjennomføre et møte i VR uten hjelp fra andre når en har ferdig oppsatt VR-utstyr. Denne brukeren har i tillegg kompetanse til å guide andre brukere, og vil kunne bli benyttet som en VR-fasilitator. Typiske deltakere i denne brukergruppen er prosjektledere og BIM-teknikere.

4.2.1.4 Superbruker

Superbrukeren er brukeren som kan Vrex inn og ut. Denne brukeren kan gi støtte til andre brukere både fysisk og remote. Superbrukeren kan skaffe og sette opp VR-utstyr. Ved oppstart av prosjekter vil denne brukeren typisk bli benyttet for opplæring i bruk av VR. Typiske deltakere i denne brukergruppen er VR-team, BIM-teknikere, BIM-managere og CTO-er.

4.2.2 Bruksområder for Vrex

Vrex har en rekke forskjellige bruksområder for de forskjellige brukergruppene. Bruksområdene som er identifisert av Vixel AS (2020) er beslutningsstøtte, digital befaring, fagteknisk visuell inspeksjon og instruering. Disse bruksområdene vil bli beskrevet slik det er identifisert av Vixel AS (2020) videre i dette delkapittelet.

4.2.2.1 Beslutningsstøtte

Når det gjelder beslutningsstøtte er det delt inn i tre forskjellige kategorier av beslutningsstøtte. Disse er når alle involverte er fysisk til stede, remote og solo.

4.2.2.1.1 *Alle involverte er fysisk til stede*

Beslutningsstøtte hvor alle involverte er fysisk tilstede er typisk et «Big Room»-møte som holdes ukentlig eller annenhver uke. I et slikt møte samles ledere, seniorer, og 5-15 fagansvarlige. Formålet med møtet er å gå igjennom arbeidet som er gjort siden forrige møte og å gå igjennom utfordringer og avvik på prosjektet. BCF-saker vil være sentralt i dette møtet. Det vil være behov for noe hardware i gjennomføring av et slikt møte. Storskjerm og minst ett VR-headset vil være nødvendig. Jo flere VR-rigger som er tilgjengelig, jo flere deltakere vil kunne samles i VR.

Vixel AS (2020) har identifisert 14 punkter for gjennomføringen av et beslutningsmøte hvor alle involverte er fysisk til stede. Når det gjelder forberedelser for møtet må møtelederen ha identifisert problemer/diskusjonsområder som skal tas opp. Agendaen må sendes til alle møtedeltakere i forkant av møtet. Og til slutt må det forberedes i hvilken grad VR skal brukes i møtet. Når det gjelder krav til VR-forberedelser må én møtedeltaker ha Vrex-bruker. Denne møtedeltakeren vil typisk være den personen som blir kalt VR-fasilitator. Modeller må være oppdaterte. Et Vrex-møterom må være satt opp. En møtedeltaker må ha alle BCF-saker som er relevante tilgjengelig. Dersom tilgjengelig kan det kobles flere VR-rigger til rommet. VR-fasilitatoren må i tillegg sette opp integrasjon for BCF-saker til sesjonen. Når det gjelder å bruke VR i møtet, så vil en typisk bruker få hjelp til å ta på VR-brillene. VR-fasilitatoren vil deretter ha muligheten til å samle deltakerne i VR slik at deltakerne ikke har behov for å navigere rundt selv. Fasilitatoren vil ha kontroll over navigasjon. Når deltakere er samlet vil det være mulig å ha diskusjoner hvor en blant annet kan benytte laserpeker for å vise hva en snakker om. VR-fasilitatoren vil kunne rydde i geometrien ved å gjemme objekter eller skjære snitt, for så å ha muligheten til å lage nye saker eller legge til kommentarer på eksisterende saker.

Når det gjelder møtedeltakerne er de typisk passive deltakere. Det vil være behov for å ha en bruker som går i kategorien gjennomføring for å ta rollen som VR-fasilitator. Dette er typisk en BIM-tekniker, prosjektleder eller et VR-team. Beslutningene i VR vil bli tatt av enten byggherre eller fagansvarlig. Denne beslutningen vil så bli mottatt av en BIM-tekniker eller prosjektleder.

4.2.2.1.2 *Remote*

Beslutningsstøtte remote er når et team har behov for å ta beslutninger uten at det er et stort behov for å møtes fysisk. I slike tilfeller kan VR og Vrex være et godt hjelpemiddel for å ta disse beslutningene.

Vixel AS (2020) har identifisert 16 punkter for beslutningsstøtte remote. Når det gjelder forberedelser til møtet må møtelederen ha identifisert problemstillinger som er aktuelle for bruk i VR. Det vil i tillegg være en rekke forberedelser for selve bruken av VR. Alle møtedeltakerne må ha tilgang til Vrex, og minst én må ha Vrex-bruker. Alle modeller

som skal benyttes må være oppdatert til siste modellerte modell. Et møterom må settes opp i Vrex. Når det arbeides remote, må det være minst én VR-rigg på hver lokasjon møtedeltakerne befinner seg på. Alle må møte opp i riktig VR-rom til riktig tid. I tilfelle det oppstår problemer på kommunikasjonskanalene, trengs alternative kommunikasjonskanaler. Til slutt må alle ha tilgang til de aktuelle BCF-sakene. Når det gjelder selve bruken av VR, vil VR-fasilitatoren stort sett ta seg av navigeringen og forflytte de andre møtedeltakerne slik at alle deltakere befinner seg på samme lokasjon. Fasilitatoren vil i tillegg ha som oppgave å rydde i geometrien og utføre målinger, samt legge til kommentarer på sakene. De andre møtedeltakerne har som oppgave å diskutere, samt at de har mulighet til å benytte seg av en virtuell laserpeker som hjelpemiddel.

Når det gjelder møtedeltakerne vil de måtte være på et kompetansenivå med en guidet bruker. VR-fasilitatoren må være i kategorien gjennomføring eller superbruker. I beslutningsmøter som foregår remote i VR vil beslutningene tas av byggherre, fagansvarlig eller byggeplassleder. Beslutningene vil sendes til BIM-teknikere, prosjektleder eller fagarbeidere. For teknisk støtte er deltakere prosjektleder, BIM-tekniker og/eller VR-team.

4.2.2.1.3 Solo

Beslutningsstøtte solo er når en deltaker i et prosjekt benytter VR uten andre deltakere for å ta beslutninger. Dette blir typisk gjort for å svare på eller kommentere BCF-saker i VR.

Vixel AS (2020) har satt opp 10 punkter som forklarer gjennomføringen av et beslutningsmøte som foregår uten andre deltakere. For forberedelsene går det ut på at en deltaker i et prosjekt har en aktuell problemstilling deltakeren ønsker å se på i VR. Når det gjelder krav til VR, må brukeren ha en Vrex-bruker, oppdaterte modeller, et Vrex-møterom, tilgang på VR-briller, samt at alle relevant BCF-saker må være tilgjengelig i Vrex. Når brukeren er kommet inn i VR må en finne fram til den eller de BCF-sakene eller det området en har et ønske om å utforske. En må så gjennomføre en vurdering på bakgrunn av det en ser, samt gjøre eventuelle målinger, kontroll av data og rydding i geometrien. Deretter må det lages en kommentar som kan legges inn i en eksisterende eller nyopprettet BCF-sak.

Vixel AS (2020) oppgir at en deltaker i et prosjekt som benytter VR til beslutningsstøtte solo må være på nivå med en guidet bruker. Dette kan til nød gå, men siden den guidede brukeren har problemer med å navigere i VR vil det for VR-bruk solo være å anbefale at bruker har kompetanse på nivå med en bruker som går i kategorien gjennomføring for å få mest mulig utbytte av økten i VR. Beslutninger vil her typisk bli tatt av BIM-teknikere eller prosjektledere. Mottakeren av beslutningen er BIM-teknikere eller prosjektleder. Teknisk støtte er i dette tilfellet et VR-team.

4.2.2.2 Digital befarung

Digital befarung er delt inn i to kategorier. Disse er når alle involverte er fysisk til stede, og remote aktivitet.

4.2.2.2.1 Alle involverte er fysisk til stede

Digital befarung hvor alle involverte er fysisk til stede har den hensikt å undersøke modellene for å sjekke om bygget vil tilfredsstillende de krav som er satt av de forskjellige brukergruppene. Dette kan være å kontrollere overfladiske aspekter, samt konstruksjonsmessige aspekter. I slike møter vil byggherre, sluttbruker og andre

interessenter få mulighet til å gi sine innspill på hvorvidt bygget er funksjonelt og hva som eventuelt må utbedres for å forenkle bruk og drift av bygget.

For gjennomføring av slike møter har Vixel AS (2020) identifisert 14 punkter. Når det gjelder møteforberedelser må møtelederen ha identifisert hvilke områder eller modeller som skal gjennomgås. I tillegg må VR-utstyr være satt opp, én eller flere VR-rigger avhengig av hvor mange som skal delta i VR samtidig. For forberedelser til bruk av VR må det forsikres at alle har tilgang til Vrex. Modeller må være oppdatert til siste versjon. I Vrex må et møterom settes opp. En VR-fasilitator må ha mulighet til å opprette BCF-saker, samt ha tilgang til tidligere saker. Når det gjelder selve bruken av VR vil VR-fasilitatoren ha styringen. Fasilitatoren vil navigere rundt, og teleportere de andre deltakerne til de forskjellige posisjonene. Alle deltakere vil ha muligheten til å diskutere rundt det de ser i VR. Fasilitatoren kan gjennomføre målinger, undersøke IFC-data og rydde i geometrien. Det som diskuteres kan av fasilitatoren legges inn i kommentarer på BCF-saker. Vixel AS har identifisert at det må være mulighet for å lage en rapport over det som er diskutert slik at dette kan godkjennes av de andre møtedeltakerne.

På digitale befaringer hvor alle involverte er fysisk tilstede har Vixel AS (2020) satt minimumskompetanse på brukerne av VR på passiv. Det vil i tillegg være behov for en bruker som er på kompetansenivå med gjennomføring eller superbruker. Denne brukeren vil være VR-fasilitatoren. Beslutningene vil i slike møter tas av byggherre, kommune og andre interessenter. Disse beslutningene vil bli mottatt av prosjektlederen.

4.2.2.2 Remote aktivitet

Digital befarung som en remote aktivitet har som hensikt å la alle brukergrupper undersøke det som er modellert for å identifisere hvorvidt det tilfredsstillende de behov som de forskjellige brukergruppene har. Ved å gjennomføre slike befaringer i VR vil behovet for å reise reduseres.

Det er av Vixel AS (2020) identifisert 15 punkter som tar for seg gjennomføringen av digitale befaringer som en remote aktivitet. For møteforberedelsene må møteleder ha identifisert hvilke områder av bygget som skal diskuteres. Det vil være en rekke krav til forberedelser til bruk av VR. Alle må ha tilgang til Vrex og oppdaterte modeller. Et Vrex-møterom må være satt opp. Møtedeltakerne må ha en egen VR-rigg på den lokasjonen de befinner seg på. De må i tillegg møte i korrekt VR-rom til korrekt tid. VR-fasilitatoren må ha tilgang til alle relevante BCF-saker, samt ha mulighet til å opprette nye. VR-fasilitatoren vil i stor grad ta seg av navigeringen, og teleportere de andre deltakerne dit det skal befares. Fasilitatoren har mulighet til utføre målinger, rydde i geometrien, samt sjekke IFC-dataen. Alle deltakerne vil kunne kommunisere med hverandre via mikrofoner og hodetelefoner i VR-headsettet. Fasilitatoren vil kunne legge inn kommentarer på det som diskuteres i eksisterende eller nye BCF-saker. I likhet med digital befarung hvor alle er fysisk til stede har Vixel identifisert her at det er nødvendig med en rapporteringsmulighet som oppsummerer det som er diskutert, og som kan godkjennes av de andre møtedeltakerne i etterkant av møtet.

På digitale befaringer som gjennomføres som en remote aktivitet har Vixel AS (2020) satt at deltakerne må ha et kompetansenivå med en bruker som er guidet. Årsaken til dette er at brukerne må ha muligheten til å starte Vrex selv uten assistanse. Beslutningene i disse befarungene vil bli tatt av byggherre, kommune eller andre interessenter. Prosjektlederen vil være mottakeren av disse beslutningene.

4.2.2.3 Fagteknisk visuell inspeksjon

Fagteknisk visuell inspeksjon har som hensikt å undersøke det som er modellert, og om det dekker de tekniske behovene. Dette vil bli utført av en fagansvarlig og vil bli utført alene.

Under denne bruken er det av Vixel AS (2020) identifisert 10 punkter for å forklare gjennomføringen. Når det gjelder forberedelser må brukeren ha valgt å benytte seg av VR som verktøy for å undersøke et eller flere områder eller lag av en modell. Når det gjelder krav til forberedelser til selve bruken av VR må det settes opp et Vrex-rom. I og med at økten skal gjennomføres solo kan dette rommet være offline. Modellene som skal undersøkes må være oppdaterte. Brukeren må i tillegg ha en VR-rigg tilgjengelig. For å ha muligheten til å kommentere og legge inn avvik må brukeren ha tilgang til å opprette BCF-saker. For bruken av VR vil brukeren selv måtte ta seg til området det er ønskelig å inspisere for å gjøre vurderinger. Brukeren vil ha mulighet til å gjøre målinger, sjekke IFC-data og rydde i geometrien ved for eksempel å gjemme geometri. Kommentarer og bilder av avvik kan legges inn i en eksisterende eller ny BCF-sak.

På fagteknisk visuell inspeksjon som gjennomføres alene har Vixel AS (2020) oppgitt at brukeren må ha minimumskompetanse på nivå med en bruker i kategorien gjennomføring. Årsaken til dette er at brukeren må ha kompetanse til å starte programvaren, opprette rom i Vrex, importere modeller, samt være komfortabel med å navigere seg rundt i modellene.

4.2.2.4 Instruering

Instruering remote er det siste bruksområdet Vixel AS (2020) har identifisert. Hensikten med dette bruksområdet er å instruere deltakere i et prosjekt i hvordan en skal løse en bestemt situasjon. Det er da ofte rådgivende ingeniører eller byggeledere som instruerer andre prosjektdeltakere. Byggeledere sitter med mye kunnskap om det som foregår på byggeplass, mens rådgivende ingeniører har god kunnskap til modellene og byggeplanene.

For gjennomføring av remote instruering har Vixel AS (2020) identifisert 15 punkter. Med hensyn på selve møtet må det være identifisert aktuelle problemer og diskusjonsområder for VR. Når det gjelder krav til forberedelser for bruk av VR må alle deltakere ha tilgang til Vrex, samt en VR-rigg på lokasjonen de befinner seg på. Et møterom må være opprettet i Vrex hvor alle møter opp til rett tid. Modellene som skal benyttes må være oppdaterte slik at de inneholder alle de siste endringene. Alle deltakere i møtet bør ha tilgang til alle de aktuelle BCF-sakene. For selve bruken av VR vil en VR-fasilitator ha mulighet til å navigere i modellen, samt teleportere de andre deltakerne rundt til de aktuelle lokasjonene som skal diskuteres. Alle møtedeltakere er delaktige i diskusjonen og VR-fasilitatoren har mulighet til å rydde i geometrien, samt å utføre målinger. Det kan legges inn kommentarer i BCF-sakene som beskriver hvordan et aktuelt avvik skal håndteres.

Instruering som foregår remote vil ha behov for møtedeltakere som har kompetanse på nivå med en guidet bruker ifølge Vixel AS (2020). Årsaken til dette kompetansenivået er at møtelederen, altså VR-fasilitatoren, vil lede instrueringen, og forflytte deltakerne rundt til områdene det skal instrueres ved. Instruktører er typisk prosjektledere, fagansvarlige eller BIM-teknikere. Deltakere som instrueres er typisk byggeplassledere eller fagarbeidere. Fasilitatorer og teknisk støtte kan være prosjektledere eller et VR-team.

4.3 Plassering av Vrex i «Neste Steg»

Når en vet hvordan Vrex benyttes i byggebransjen kan en ved hjelp av kapittel 4.2 plassere i hvilke faser av «Neste Steg» Vrex benyttes. Det som kommer mest tydelig fram er at programvarene i størst grad benyttes etter at modellene er modellert med et høyere detaljnivå. Det som kan sees som årsaken til at Vrex benyttes i disse fasene er måten programvaren er bygget opp på i form av muligheter for samhandling og bruken av BCF-saker for å håndtere avvik. For å kunne gi en oversiktlig gjennomgang over hvordan Vrex plasseres i «Neste Steg» vil det bli gått igjennom hvordan de fire forskjellige bruksområdene kan plasseres med tanke på «Neste Steg».

4.3.1 Beslutningsstøtte

Når det gjelder beslutningsstøtte vil dette typisk gjennomføres underveis i byggefasen. Big Room møter er vanlig praksis når en benytter VDC-metodikken i utførelsen av byggeprosjekter. Disse vil ofte gjennomføres underveis i byggeprosessen for å ha muligheten til å ta raske beslutninger på kort tid når mange sentrale personer er samlet på ett sted. Slike møter kan også gjennomføres underveis i prosjekteringen. Underveis i prosjekteringen vil beslutningsstøtte gjennomført remote eller solo være et godt hjelpemiddel for å diskutere rundt det som er modellert, eller for å inspisere modellerte elementer alene for å undersøke hvorvidt det som er modellert tilfredsstillende de forskjellige kravene som er satt til bygget. Beslutningsstøtte passer dermed godt inn i steg 4 og steg 5 fra «Neste Steg».

4.3.1.1 Steg 4: Detaljprosjektering

Beslutningsstøtte hvor alle involverte er fysisk til stede, remote, og solo passer godt inn i steg 4, detaljprosjektering. Vrex vil i dette steget kunne benyttes for å ta avgjørelser knyttet til hvordan det som skal bygges skal prosjekteres.

4.3.1.1.1 Hvor alle involverte er fysisk tilstede

For et typisk VDC-møte hvor alle involverte er fysisk tilstede vil en i dette steget kunne benytte Vrex for å gå inn på spesifikke avvik, utfordringer eller områder en har lyst til å diskutere i modellen. Når det gjelder avvik kan disse komme fra kollisjonskontroller i for eksempel en programvare som Solibri Model Checker (SMC). Kollisjonene eller avvikene som er funnet i SMC kan via BCF-formatet importeres inn i Vrex ved hjelp av for eksempel Bimsync slik at en kan vise nøyaktig de samme avvikene. I Vrex vil en da kunne få en god visning av avviket, og ha et godt beslutningsgrunnlag for hva som skal være den videre handlingen med det spesifikke avviket. I Vrex kan det legges inn kommentarer på avviket, samt en kan tilegne avviket til spesifikke personer i prosjektet. Når en importerer inn avvik i BCF-formatet fra for eksempel SMC vil det være viktig å på forhånd ha gått igjennom hvilke avvik en skal diskutere i fellesskap, da det kan være et betydelig antall avvik som er funnet av programvarer som SMC.

4.3.1.1.2 Remote

Når det gjelder beslutningsstøtte som foregår remote vil brukere i steg 4 kunne benytte Vrex til å gjennomføre møter i VR for å diskutere spesifikke områder av modellen. Disse møtene vil kunne gjennomføres i en rekke forskjellige former. Det kan være to prosjektdeltakere som skal ta avgjørelser for å sikre den videre fremdriften av prosjektet, det kan være flere fagansvarlige og andre sentrale aktører i prosjektet som møtes remote for å diskutere slik det ofte gjøres i et VDC-møte, eller det kan være andre sammensetninger av prosjektdeltakere. Å gjennomføre møte i Vrex remote i steg 4 gjør at en kan samle en rekke prosjektdeltakere på kort tid uten at det er behov for å samle alle fysisk på samme sted. Slike møter vil fungere godt i mindre forsamlinger, men kan

også gjennomføres med flere møtedeltakere. Blir det mange møtedeltakere vil det kreve en dyktig møteleder for å sikre at alle kommer til med sine innspill og at ingen prater i munnen på hverandre.

4.3.1.1.3 Solo

Beslutningsstøtte som foregår solo i steg 4 vil kunne benyttes når prosjektdeltakere ønsker å se det som er modellert i VR for å undersøke områder som er modellert delvis eller ferdig. Det kan være en rekke årsaker til at en prosjektdeltaker vil ønske å kunne se det som er modellert i VR. Et eksempel er etter en kollisjonskontroll i for eksempel SMC, og hvor en prosjektdeltaker har fått tilegnet en sak i BCF-formatet til seg med oppgave om å utbedre mangelen eller avviket. Prosjektdeltakeren vil da ha muligheten til å benytte Vrex for å se på BCF-saken i VR for å få et godt overblikk over hva utfordringen faktisk er, og hvordan den skal utbedres.

4.3.1.2 Steg 5: Produksjon og leveranser

Å benytte Vrex til beslutningsstøtte i steg 5, produksjon og leveranser, vil kunne bidra til at prosjektdeltakere enkelt kan sette seg inn i hva som skal bygges, samt at det med hjelp av BCF-formatet er muligheter for enkelt å sende beskjer til den ansvarlige prosjektdeltakeren hvis en kommer over avvik eller løsninger som må utføres annerledes for å kunne produsere det som er prosjektert.

4.3.1.2.1 Hvor alle involverte er fysisk tilstede

Å benytte Vrex i steg 5 i et møte hvor alle involverte er fysisk tilstede kan være til stor hjelp for å få en visuell forståelse av det som diskuteres og for å tilegne det som må utbedres til en spesifikk prosjektdeltaker. Vrex kan i dette steget benyttes i typiske statusmøter, samt hvis det kalles inn til et møte for å diskutere en hendelse som kommer brått opp og hvor det må tas en avgjørelse ganske kjapt. I disse møtene kan utfordringer ute på byggeplass diskuteres. Et eksempel kan være at det ikke går å bygge det som er modellert. I et møte hvor alle involverte er fysisk tilstede vil en da kunne gå inn i VR og finne fram til det området som ikke kan utføres som modellert. Når møtedeltakerne ser på det området kan de diskutere, samt komme fram til en løsning på utfordringen. Denne løsningen kan i Vrex legges inn som en kommentar for så og sendes til den ansvarlige for det området av modellen ved hjelp av BCF-formatet. Ved å arbeide på en slik måte vil en på statusmøter, og andre møter hvor alle involverte er samlet ha muligheten til å gå igjennom avvik, utfordringer og andre ting som oppstår ved hjelp av VR som et visualiserings- og samhandlingsverktøy.

4.3.1.2.2 Remote

Beslutningsstøtte remote ved hjelp av Vrex i steg 5 kan i stor grad benyttes dersom en ønsker å ta en beslutning for å sikre den videre fremgangen i prosjektet. Et eksempel på et tilfelle hvor det kan være relevant å benytte seg av beslutningsstøtte remote er dersom en fagarbeider/håndverker oppdager et avvik eller en utfordring i det som er modellert og ikke får produsert den delen av bygget. Fagarbeideren/håndverkeren vil da ha mulighet til å kalle inn til et møte med en BIM-teknikker eller en annen ansvarlig prosjektdeltaker for å møtes og diskutere i Vrex hvordan en skal løse utfordringen. Beslutningsstøtte remote i steg 5 behøver ikke å begrense seg til én-til-én møter, men kan i tillegg gjennomføres med betydelig flere deltakere. Det vil derimot kreve en dyktig møteleder for å unngå at det blir en kaotisk opplevelse.

En utfordring med å møtes remote er at alle må ha en VR-rigg og Vrex på lokasjonen de befinner seg på. VR-utstyr i store kvanta er kostbart, og det krever kompetanse å benytte. Det vil dermed finnes en rekke utfordringer knyttet til å benytte VR remote,

men dersom en har rett motivasjon og interesse for å benytte VR vil denne utfordringen kunne løses med korrekt opplæring.

4.3.1.2.3 Solo

Å benytte Vrex til beslutningsstøtte solo i steg 5 kan foregå i typiske situasjoner hvor en prosjektdeltaker, BIM-teknikker eller prosjektleder, har mottatt et avvik i BCF-formatet. Når prosjektdeltakeren har sett hva slags avvik som er mottatt, kan personen se nærmere på hvordan avviket skal løses ved hjelp av visualisering i VR. Dette kan bidra til å få et bedre innblikk i situasjonen, og hvordan en skal utføre avviket annerledes. Når avviket er rettet opp i, kan BCF-saken markeres som løst og prosjektdeltakeren som har opprettet saken vil bli informert.

4.3.2 Digital befarings

Digital befarings har som hensikt å undersøke om det som er modellert tilfredsstillende de behovene brukergruppene har oppgitt å ha. Befaringene som gjennomføres vil bli utført av flere forskjellige brukergrupper. Det offentlige-, utøvende-, bruker- og eierperspektiv vil kunne gjennomføre digitale befarings ved hjelp av Vrex for å undersøke hvorvidt det som er modellert oppfyller de behov som er til bygget eller ikke. Denne fasen vil være viktig for å kunne avdekke avvik og mangler i tidlig fase før bygget påbegynnes.

4.3.2.1 Steg 3: Bearbeiding av valgt konsept

Å benytte Vrex til digital befarings underveis i bearbeidingen av valgt konsept kan være til stor nytte for alle involverte i prosjektet med tanke på å sikre at en får frem behovene hvert perspektiv har til konseptet slik at bygget vil fungere så optimalt som mulig. Det er viktig å se at det i denne fasen ikke er ferdige modeller av bygget, da de vil utarbeides i detaljprosjekteringen i steg 4. Modellene som blir brukt i dette steget vil i stor grad være enkle modeller, uten mye detaljer.

4.3.2.1.1 Hvor alle involverte er fysisk tilstede

I steg 3 kan digitale befarings utføres som møter hvor alle involverte er fysisk tilstede. Da kan det være kalt inn personer fra alle perspektivene, offentlige-, utøvende-, bruker- og eierperspektiv. For at de prosjekterende skal vite hva de forskjellige perspektivene har for behov til bygget kan VR og Vrex benyttes til en viss grad. Spesielt for bruker- og eierperspektivet kan Vrex brukes for å vise forskjellige forslag på modellerte rom slik at eier-, bruker- og det utøvende perspektiv kan komme fram til felles løsninger på konseptet som er tilfredsstillende for alle involverte parter.

4.3.2.1.2 Remote

Digital befarings remote kan i steg 3 gjennomføres der det ikke er behov for å samle en rekke involverte parter på samme lokasjon. Et eksempel på et slikt tilfelle er oppfølging av det som ble diskutert på et møte hvor alle involverte var til stede. Dersom de prosjekterende har videreutviklet et konsept og ønsker tilbakemeldinger på dette konseptet kan Vrex benyttes for at for eksempel bruker- og eier-perspektivet kan koble seg opp på hver sin lokasjon og komme med innspill til den videre utviklingen av konseptet. Hvor realistisk det er å få koblet opp brukerperspektivet remote, da VR-utstyr er kostbart, kan diskuteres. Eventuelle mulige løsninger på dette kan være å videreutvikle en løsning i Vrex som tillater å koble seg på VR ved hjelp av en såkalt cardboard-løsning for mobiltelefoner.

4.3.2.2 Steg 4: Detaljprosjektering

I steg 4 vil digital befarings komme til sin rett for alle fire perspektiver. I dette steget skal bygget modelleres ferdig til en slik standard at en skal kunne bygge bygget. Det vil være

viktig å ha jevnlig kontakt med bruker-, eier- og det utøvende perspektivet for å sikre at alle løsninger blir gjennomførbare og tilfredsstillende med tanke på de forskjellige behovene.

4.3.2.2.1 Hvor alle involverte er fysisk tilstede

I steg 4 vil møter hvor alle involverte er fysisk til stede kunne benyttes for å forsikre seg om at det som er modellert tilfredsstillende alle krav de forskjellige perspektivene har til bygget, samt myndighetskrav. For det offentlige perspektivet vil en kunne benytte Vrex for å sjekke blant annet mål og andre elementer som er kritisk for den offentlige godkjenningen av bygget. Bruker- og eierperspektivet vil kunne benytte Vrex for å teste bygget i praksis. Disse perspektivene vil da få muligheten til å undersøke om det som er modellert tilfredsstillende de krav de har til bygget for at det skal være funksjonelt, men vil også få muligheten til å undersøke andre krav som er satt. Disse andre kravene kan være materialvalg, fargekombinasjoner og andre visuelle og tekniske installasjoner.

4.3.2.2.2 Remote

I likhet med steg 3 vill remote aktivitet i Vrex her kunne benyttes for å følge opp det som ble diskutert i møtet hvor alle involverte er fysisk tilstede. En vil da ha en løsning hvor prosjektdeltakere enkelt kan møtes for å ta raske avgjørelser rundt hvorvidt utbedringer og forandringer i det som er modellert er tilfredsstillende for de forskjellige perspektivene. Det vil i tillegg være mulig å benytte muligheten for å delta remote dersom enkelte møtedeltakere ikke har mulighet til å reise for å delta på et møte. Et møte remote vil spare en del tid i form av redusert reiseaktivitet, noe som kan gjøre det enklere å få kalendere til å gå opp.

4.3.3 Fagteknisk visuell inspeksjon

Formålet med den fagtekniske visuelle inspeksjonen er å kontrollere om det som er modellert kan bygges. Dette vil bli utført av det utøvende perspektivet. Vrex vil kunne benyttes for å sjekke byggheten til det som er modellert ved at kvalifisert fagpersonell undersøker det som er modellert. Dette er undersøkelser som vil foregå i steg 4, men det vil i tillegg være behov for å gjennomføre fagtekniske visuelle inspeksjoner i steg 7 og steg 8.

4.3.3.1 Steg 4: Detaljprosjektering

For det utøvende perspektivet vil det i dette steget være viktig å undersøke byggheten til det som er modellert. Ved hjelp av Vrex vil det utøvende perspektivet ha muligheten til å undersøke konstruksjonsmessige og andre bygningsmessige detaljer på nært hold i en visning som er virkelighetsnær. Dette kan bidra til å avdekke behov for andre løsninger for enklere å kunne gjennomføre byggefasen.

Her kan fagarbeidere og andre deltakere i prosjektet komme med innspill til hvilket databehov de har for å kunne benytte modellene tilfredsstillende i produksjon. Riktig data til riktig bruk vil være viktig for at ikke bare VR, men også BIM-modeller skal kunne brukes slik at det sparer tid. For riktig inndeling av bygningsdeler kan siffernivåinndelingen i Bygningsdelstabellen fra Standard Norge (2019b) benyttes. Videre kan MMI, LOD eller LOIN benyttes for å legge rett informasjon på rett bygningsdel.

4.3.3.2 Steg 7: Bruk og forvaltning

Når det gjelder steg 7 vil fagtekniske visuelle inspeksjoner i VR kunne gjennomføres med tanke på oppussing. Det utøvende perspektivet vil ved hjelp av Vrex kunne hente fram data om de materialer og produkter som er benyttet dersom denne informasjonen er lagt inn i modellen. I tillegg vil det være nyttig å gjennomføre inspeksjoner i VR for å

undersøke hvordan bygningsdeler er bygget opp ved hjelp av blant annet funksjoner som kan vise snitt. Dette vil forenkle prosessen med forvaltningen av bygget ved at en har god informasjon å basere videre arbeid på.

4.3.3.3 Steg 8: Avvikling

For steg 8 vil mye av bruken være den samme som i steg 7 når det gjelder fagtekniske visuelle inspeksjoner. Vrex vil være et godt verktøy for å planlegge avviklingen og eventuell rivning av bygget ved at en kan gjennomføre inspeksjoner av hvordan bygget er under overflaten, samt at en har mulighet til å få frem den dataen som ligger i modellen om bygningselementene. Dette kan være data som sier hvordan en skal demontere spesifikke installasjoner, samt hvordan forskjellige bygningsdeler skal gjenvinnes.

Den største utfordringen med å benytte VR til dette steget er at bygg som skal rives i stor grad er eldre bygg uten digitale modeller. Det vil dermed være umulig å benytte VR som hjelpemiddel i avviklingsfasen da. Å benytte VR for avvikling vil dermed være mer relevant når de byggene som har gode BIM-modeller skal rives.

4.3.4 Instruering

For instruering er hensikten å instruere prosjektdeltakere i hvordan en spesifikk bygningsdel eller del av prosjektet skal utføres. Vrex kan benyttes for instruering både i møter og remote. Dette kan ha stor nytte i prosjektering eller i produksjon, altså steg 4 og steg 5.

4.3.4.1 Steg 4: Detaljprosjektering

Instruering kan i steg 4 benyttes for at BIM-teknikere skal modellere korrekt. Dersom det er usikkerhet rundt hvorvidt en bygningsdel skal modelleres kan BIM-teknikeren innkalle til et møte, enten fysisk eller remote, med aktuelle fagansvarlige. Møtedeltakerne kan da bevege seg rundt i modellen i Vrex og diskutere hvordan spesifikke løsninger skal utføres, og hva som eventuelt må modelleres annerledes med tanke på det som allerede er modellert for at bygget skal være byggbart.

4.3.4.2 Steg 5: Produksjon og leveranser

Når det gjelder instruering i steg 5 kan Vrex benyttes for at fagarbeidere skal få opplæring i hvordan en spesifikk del av det som er modellert skal utføres på byggeplass. Fagarbeideren kan da ha et møte med BIM-teknikeren, eller produsenten av løsningen som skal monteres/bygges for å ha tilstrekkelig kunnskap til å bygge tilfredsstillende. Å benytte Vrex til opplæring kan bidra til at fagarbeiderne har den kunnskapen som trengs for å utføre arbeidet korrekt med en gang. Ved å gjennomføre opplæringen i Vrex har en mulighet til å ha møter remote. Det vil si at det ikke er behov for å reise rundt til hver byggeplass, eller å kalle inn flere firmaer samtidig for å ha opplæring på løsningene en selv har solgt. Det vil være mulig på kort tid å gjennomføre instruering i VR, enten med en klient eller flere samtidig.

4.4 IDDS for beskrivelse av bruken av Vrex i dag, og veien videre

Leseren har nå fått god innsikt i hvordan Vrex brukes i byggebransjen, i tillegg til å få et godt innblikk i hvilke steg og til hvilken bruk i et byggeprosjekt en kan benytte Vrex som en software. Denne kunnskapen er viktig for å kunne sette seg inn i hvordan utviklingen av VR, Vrex og menneske, altså brukeren, vil være på kort, mellomlang og lang sikt. Til dette formålet vil IDDS-rammeverket bli benyttet.

IDDS som rammeverk er godt egnet for å utføre, samt å vise analytiske vurderinger med tanke på kort, mellomlang og lang sikt med tanke på teknologi, prosess og menneske. I dette kapitlet benyttes IDDS-rammeverket for å vise hvordan Vrex ligger an i dag, og hvordan bruken av Vrex vil utvikle seg videre ettersom teknologi, prosesser og menneske vil modnes med tanke på å benytte VR. Det vil bli sett på hvordan en kan forvente seg utviklingen på kort, mellomlang og lang sikt. Dette er vurderinger som blir gjort og begrunnet av forfatteren av denne rapporten med bakgrunn i det som er identifisert tidligere i denne rapporten.

Før IDDS tas i bruk som et rammeverk er det viktig å definere hva teknologi, prosess og menneske er. Videre i rapporten regnes menneske som alle involverte i et prosjekt i BAE-næringen. Dette kan være mennesker som går innunder alle de fire perspektivene, utøvende-, offentlig-, bruker- og eierperspektiv. Med teknologi menes VR-teknologien, altså teknologien hvor en kan ta på seg briller og gå inn i en virtuell verden. Når det gjelder prosess vil det i denne rapporten menes programvaren Vrex. Årsaken til at Vrex sees på som en prosess i denne sammenhengen er at det er denne programvaren som kreves for at all samhandling og bruk av VR skal kunne foregå. Det er denne programvaren som gjør at menneskene kan nyttiggjøre seg av teknologien, og det er den som definerer hva som kan gjøres i VR innenfor teknologiens begrensninger.

4.4.1 Hva er målet med bruk av VR og Vrex med tanke på IDDS?

Før en setter seg inn i IDDS for bruk av VR og Vrex er det viktig at en har et klart mål med hva mennesket skal kunne gjennomføre ved hjelp av VR og Vrex, altså teknologien og prosessen.

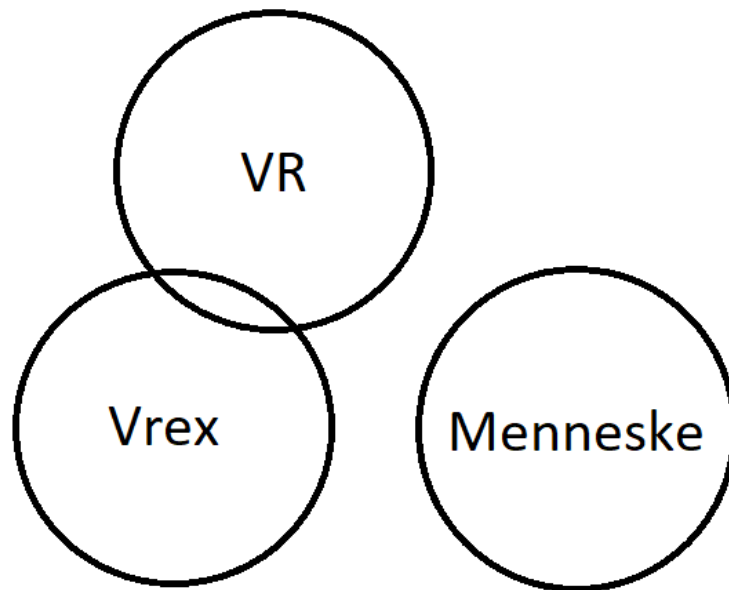
IDDS vil i dette kapitlet være et godt hjelpemiddel for å undersøke modenheten til Vrex og VR. Leseren av denne rapporten vil få et godt innblikk i hvordan teknologi, prosess og menneske fungerer sammen i dagens situasjon, samtidig som en vil få et innblikk i hvordan det kan utvikle seg videre på mellomlang og lang sikt ved hjelp av rett fokus og at de riktige menneskene interesserer seg for og jobber aktivt for å implementere bruk av VR i prosjekter.

Når det gjelder IDDS og bruk av VR og Vrex vil målet være at de tre boblene som representerer teknologi, prosess og menneske går inn i hverandre slik som vist i **Figur 3**. Når alle boblene går inn i hverandre slik vil det si at det er samspill mellom teknologi, prosess og menneske. En kan si at når de tre boblene går inn i hverandre, så er VR blitt en teknologi som kan benyttes som et hjelpemiddel i byggeprosjekter på lik linje med slik BIM benyttes. Dette vil være nødvendig for at en skal kunne implementere Vrex og andre liknende programvarer og VR som teknologi i byggeprosjekter med suksess.

4.4.2 Kort sikt

På kort sikt kan en se på situasjonen slik den er i dagens situasjon er og ett år fram i tid. Kort sikt er dermed årene 2020 og 2021. Bakgrunnen for denne inndelingen kommer fra

Digitalt veikart (2017, p. 3) hvor kort sikt er oppgitt som inneværende år og ett år fram i tid. Dette er en beskrivelse på tidsperspektiv som passer godt for denne rapporten, samt at det er hensiktsmessig å benytte samme tidsintervaller som Byggenæringens Landsforbund allerede benytter i Digitalt veikart.



Figur 20 - Viser IDDS med hensyn på kort sikt

Figur 20 viser hvordan samspillet mellom menneske, teknologi og prosess er på kort sikt, hvor teknologi er byttet ut med VR og prosess er byttet ut med Vrex. Av denne figuren kommer det tydelig fram at VR og Vrex går godt sammen, mens menneske ligger utenfor som en egen boble. Årsaken til at inndelingen settes opp slik når det gjelder dagens situasjon er at VR og Vrex fungerer allerede godt sammen med tanke på den tiltenkte bruken. Det er mennesket som er utfordringen med tanke på implementeringen av VR i prosjekter. En er avhengig av spesifikke drivere for endring som er villig til å satse på teknologien og prosessen.

Mange bedrifter har et stort ønske om å benytte mye teknologi i den daglige driften, men for å kunne implementere ny teknologi er en avhengig av riktige forutsetninger og mennesker som brenner for ny teknologi. Kostnader og muligheter med teknologien er også viktige aspekter med tanke på når en skal implementere en ny teknologi. Teknologier er dyre innledningsvis, og vil typisk falle mye i pris ettersom teknologien blir eldre, videreutvikles eller produksjonskostnadene reduseres. Dette kan gjøre at det er vanskelig for bedrifter å vite når de skal ønske å begynne å investere med mindre en ser gode muligheter for hvordan investeringen kan spare kostnader, og på kort eller lengre sikt betale for seg selv.

For å hjelpe til med å få bedrifter til å investere i nye teknologier kan en løsning være innovasjonsstøtte for bruk av ny teknologi fra for eksempel Innovasjon Norge. Dette kan være støtte for investering i hardware og software for å øke konkurransedyktigheten eller å følge med på den teknologiske utviklingen. Et annet eksempel på måter å få bedrifter til å investere kan være for softwareselskaper å ha test-caser hvor bedrifter kan kjøre

softwaren på prosjekter til en rabbert kostnad. Slike test-caser kan være til fordel for både softwareselskaper og bedriften som benytter softwaren.

4.4.2.1 Muliggjørere

Muliggjørere vil i dette tilfellet være de som legger til rette for at en skal kunne ta i bruk VR. Vixel AS vil være en av muliggjørerne med tanke på at de selger VR-løsninger, både portable og fast monterte, samtidig som de selger og utvikler Vrex. Det vil være viktig at Vixel AS har god oppfølging og veiledning i prosessen med implementeringen og bruken av VR. Å vite at en vil få god oppfølging kan bidra til at flere firmaer vil tørre å satse på nye teknologier.

Ledelsen i et prosjekt eller et firma vil også være en muliggjører for implementeringen av VR. Dersom et firma har et overordnet mål om å være langt fremme når det gjelder å benytte nye teknologier, vil det være enklere for prosjektdeltakere å få gjennomslag for å teste nye teknologier.

4.4.2.2 Drivere for endring

Når det gjelder drivere for endring vil dette være individer, hendelser eller en gruppe med individer som ser nytten av nye teknologier, i dette tilfellet VR. Disse individene vil ha et sterkt ønske om å benytte VR fordi de ser hvilken nytte det kan ha. Hendelser som er drivere for endring kan bidra til at bedrifter er nødt til å operere annerledes for å tilpasse seg nye situasjoner og på den måten må ta i bruk nye teknologier. Hvem som er drivere for endring, kan leses mer om i kapittel 5.3.7 hvor dette vil diskuteres.

På kort sikt vil enkeltpersoner i bedrifter ha muligheten til å påvirke ledelsen til å investere i VR-utstyr for å ta i bruk Vrex. Disse personene har da sett nytten Vrex kan gi i prosjekter med tanke på samhandling og visualisering. Dette er typiske personer som har en stor interesse for teknologi. De vil være de første i bedrifter som argumenterer for hvorfor en skal ta i bruk nye teknologier. Dette er personer som ofte har mye kunnskap om hva som finnes på markedet i form av nye tekniske løsninger, og hva disse kan gjøre for å forenkle og forbedre tradisjonelle arbeidsmetoder.

Hendelser som Koronaviruset som foregår samtidig som denne oppgaven arbeides med kan sees på som en driver for endring. Koronaviruset har ført til at en ikke har mulighet til å reise rundt på møter og befaringer slik en kunne før. Vixel AS har merket et oppsving i salg av Vrex og VR-utstyr da det blir et plutselig behov for andre måter å møtes på. Vrex har muligheten til å gjennomføre befaringer og møter med flere deltakere virtuelt, noe som gjør at en ikke har behov for å treffes i samme grad som en vil om en ikke har tilgang til Vrex.

4.4.2.3 Barrierer

Barrierer vil på kort sikt være det som gjør at en ikke tar i bruk VR og Vrex med en gang. Her vil det altså identifiseres hva som er faktorer som forklarer hvorfor VR ikke blir tatt i bruk i bedrifter på kort sikt.

Kostnad er en viktig faktor når det gjelder barrierer. VR er en relativt ny teknologi. Dette gjør at prisen foreløpig er relativt høy med tanke på hardware og software. Hardware er noe som utvikles fort, og priser detter ofte fort ettersom teknologien videreutvikles. Det finnes VR-løsninger i mange forskjellige prisklasser, alt fra billige cardboard-løsninger til mobiltelefon, til løsninger med flere bevegelsessensorer og egne hodesett. I mange tilfeller vil et dyrt oppsett gi bedre brukeropplevelse slik at det vil bli sett på som nødvendig å investere i en god VR-rigg for ikke å ødelegge opplevelsen.

Utfordringen med dette er å vite når en skal investere i VR-hardware og software med tanke på pris. En vil ofte være tidlig ute, men samtidig ikke betale alt for mye i forhold til hvor mye prisen vil falle på utstyret. Utfordringene med å vite hvor mye utstyret er verdt om ett år, samt inngangsprisen på utstyret, vil være en barriere for mange med tanke på investering.

Evnen til å se hvilke muligheter som ligger i å benytte VR vil være en barriere mot å ta det i bruk. Dersom sentrale personer i en bedrift ikke ser hvordan VR kan nyttiggjøres i deres bedrift, vil det være vanskelig å få overtalt disse personene til å skulle ønske å ta i bruk VR. For å overtale disse personene må personer som går i kategorien drivere for endring legge frem nytten av VR på en måte hvor en faktisk ser hva det kan bidra med. Fellesnevneren for implementering av alle teknologier er at teknologien må være moden og faktisk ha en nytte. Dersom en tar i bruk teknologier som ikke har en nytte i bedriften, eller ikke er moden nok, vil det kunne føre til at personene som er en barriere vil få enda større motstand mot å ta i bruk nye teknologier senere.

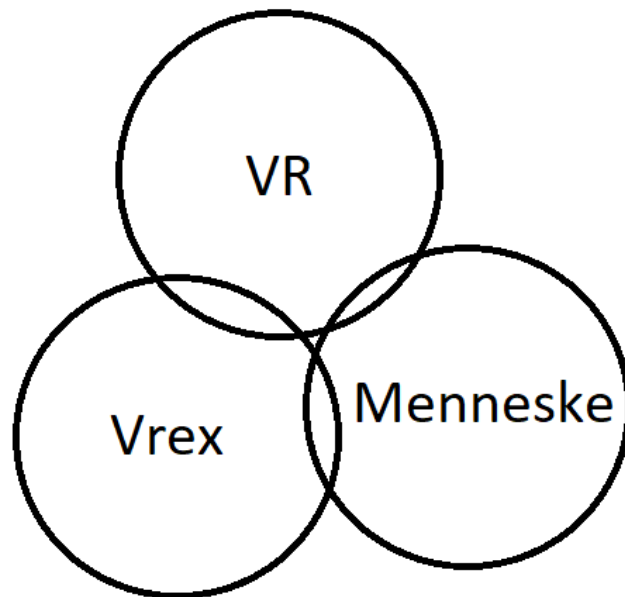
4.4.2.4 Muligheter

Å benytte VR og Vrex vil gi bedriften mange muligheter. Med tanke på Vrex er disse mulighetene presentert i beskrivelsen av Vrex, samt i kapittelet som tar for seg hvordan Vrex benyttes i praksis. Kort fortalt er disse mulighetene samhandling virtuelt hvor en kan møtes én-til-én eller i større grupper og diskutere aktuelle problemstillinger, gjennomføre befarung av det som er modellert, samt å benytte BCF-formatet til samhandling.

En annen mulighet er VR-utstyret som trengs. Når en har investert i VR-utstyr med tanke på å bruke Vrex vil en samtidig ha muligheten til å benytte VR-utstyret for andre programvarer. En vil dermed ha tilgjengelig hardware som kan nyttiggjøres til mye annen bruk, som for eksempel simuleringer og opplæring av ansatte. Det investeres i en teknologi som har et stort bruksområde.

4.4.3 Mellomlang sikt

På mellomlang sikt menes det i denne oppgaven et perspektiv som tar for seg hvordan VR og Vrex benyttes på et tidsperspektiv på to til fire år fram i tid, altså fra 2022 til 2024. Bakgrunnen for denne inndelingen er igjen Digitalt veikart (2017, p. 3). I løpet av tidsperioden fram til mellomlang sikt, altså kort sikt, vil teknologi, menneske og prosess ha tid til og modnes. Den teknologiske utviklingen vil fortsette, noe som vil bidra til endringer på både teknologi og prosess. Videre vil menneske bli mer vandt til teknologien som nå har blitt brukt en liten periode. Denne bruken av teknologien vil bidra til at modningsprosessen hos mennesker med tanke på ny teknologi vil gå videre. Det betyr at teknologien vil få bedre eller dårligere fotfeste, alt etter hvordan den bli mottatt i bransjen. Videre i rapporten vil det bli sett på hvordan en kan se for seg utviklingen av VR, Vrex og menneske vil være.



Figur 21 - Viser IDDS med hensyn på mellomlang sikt

Figur 21 viser hvordan samspillet mellom VR, Vrex og menneske er på mellomlang sikt. VR og Vrex går i likhet med **Figur 20** som viser kort sikt inn i hverandre. Samspillet mellom VR og Vrex vil bare utvikle seg og bli bedre og bedre ettersom Vixel får flere tilbakemeldinger og erfaringer fra brukere for hvordan Vrex skal optimaliseres og utvikles videre. Den største forskjellen på kort sikt og mellomlang sikt er at på mellomlang sikt begynner bobla som symboliserer menneske å gå inn i boblene til VR og Vrex. Dette symboliserer hvordan flere og flere deltakere i prosjekter og personer i bedrifter blir mottakelig for VR som teknologi og Vrex som prosessen for å nyttiggjøre seg av teknologien.

4.4.3.1 Muliggjørere

I likhet med kort sikt vil ledelsen i et firma eller et prosjekt, samt Vixel AS være blant muliggjørerne for å implementere VR og Vrex i et prosjekt. Videre vil den teknologiske utviklingen og modningen av VR og Vrex være en muliggjører som legger til rette for at flere vil ønske å ta det i bruk. Med dette menes det at VR som teknologi blir mer kjent og flere og flere vet hvordan det brukes og til hvilket formål det kan brukes.

4.4.3.2 Drivere for endring

Enkeltindivider innad i bedriften vil fortsatt være de som i størst grad driver bedriften mot å implementere VR og Vrex. Etter hvert som flere innad i bedriften får øynene opp for hvordan VR og Vrex kan hjelpe til i den daglige driften av et prosjekt, vil stadig flere ønske seg disse hjelpemidlene. Det vil derfor på mellomlang sikt være flere enkeltindivider som er drivere for endring enn det vil være på kort sikt. Når flere og flere viser interesse for å ta i bruk slik teknologi, vil det være enklere å få solgt det inn til styret, ledelsen eller de som avgjør hva slags teknologi som skal benyttes i prosjekter.

Flere brukere av både VR og Vrex vil gjøre at flere får bedre kjennskap til teknologien og programvaren. Dette bidrar til at en får kjennskap til styrker og svakheter ved bruk av

VR og Vrex. Jo flere som tar det i bruk, jo flere vil kjenne til det. Dermed vil dette skape en visshet om hva slags nytte en kan ha av å ta det i bruk, noe som vil drive flere til å ta det i bruk. Dermed kan en si at større andel brukere på mellomlang sikt vil være en driver for endring.

4.4.3.3 Barrierer

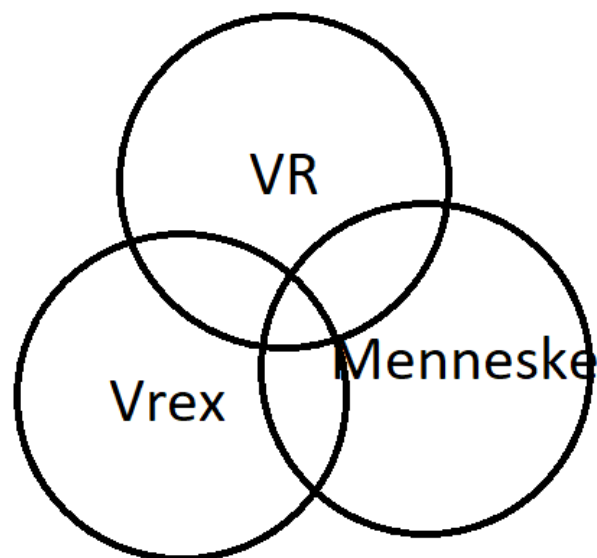
Den største barrieren for å ta i bruk VR og Vrex på mellomlang sikt ligger på motstand hos enkelte ansatte ved å sette seg inn i nye teknologier. Denne motstanden kan gå ut på at den enkelte ansatte ikke ønsker å sette seg inn i nye teknologier. Det kan være flere årsaker til dette. En av årsakene kan være at den ansatte allerede føler de eksisterende prosessene fungerer tilfredsstillende, og dermed ikke ser behovet for å lære seg nye måter å jobbe på. En annen årsak kan være evnen til å sette seg inn i nye teknologier. VR og Vrex vil føre med seg helt nye måter å jobbe på, og ny hardware og software som må læres. Dersom en ikke har motivasjon eller interesse for å lære dette, vil en ha problemer med å sette seg inn i VR og Vrex.

4.4.3.4 Muligheter

Mulighetene ved å benytte VR og Vrex er mange. Mange av mulighetene ble nevnt på kort sikt. En mulighet som ikke ble nevnt på kort sikt er interessen VR og Vrex vil kunne skape. Med dette menes interessen for å se modeller og utforske arbeidsmetoder på en ny måte. Dette vil kunne skape interesse, og gjøre arbeiderne mer motiverte.

4.4.4 Lang sikt

Når det gjelder lang sikt vil det i denne rapporten bli sett på et tidsperspektiv som er fem til åtte år fram i tid, altså 2025 til 2028. Denne inndelingen er gjort etter inspirasjon fra Digitalt veikart (2017, p. 3). Modningen av bruken av VR og Vrex vil ha hatt god tid når en kommer inn i tidsperioden som omfattes av lang sikt. VR som teknologi vil ha videreutviklet seg, Vrex som en prosess og en programvare vil også ha utviklet seg videre. Menneske vil ha hatt mer tid på seg til og modnes med tanke på VR og Vrex.



Figur 22 - Viser IDDS med hensyn på lang sikt

Figur 22 viser IDDS for lang sikt med hensyn på VR, Vrex og Menneske. Sammenlignet med **Figur 20** og **Figur 21** kan en tydelig se at boblen som omhandler menneske har forflyttet seg inn i boblene som omhandler VR og Vrex. Dette er et tegn på at VR, Vrex og menneske går godt sammen. Det vil si at VR som teknologi og Vrex som prosess/programvare fungerer godt sammen, og de som benytter denne kombinasjonen av hardware og software er fornøyd. En kan se på det som at denne måten å jobbe på har blitt en akseptert måte å jobbe på, og kan sees på som standarden for hvordan en skal samhandle på i et prosjekt. På lang sikt vil det være godt kjent hvilke fordeler en kan ha ved å benytte seg av VR og Vrex i prosjekt, enten om det går på samhandling, visualisering eller om det er et miljømessig perspektiv for å redusere reisevirksomhet.

4.4.4.1 Muliggjørere

På lang sikt vil muliggjørere være de som fortsetter å legge til rette for at en kan benytte VR og Vixel, samt de som legger til rette for å benytte det i bedriften. For VR vil muliggjørerne være produsentene av VR-utstyr. Vixel AS vil i tillegg være en muliggjørere. De selger komplette løsninger med VR-rigg og Vrex. For Vixel AS vil det være viktig at Vrex fortsetter å være et attraktivt produkt for kundene. De vil dermed måtte drive med feilrettinger og videreutvikling.

Innad i bedriften som benytter VR og Vrex er ledelsen den største muliggjøreren på lang sikt. På kort og mellomlang sikt vil det være større muligheter for å teste Vrex på prosjekter for enkelte ansatte som er interesserte i det. På lang sikt vil denne muligheten i større grad være brukt opp, da ledelsen vil ha et ønske om å se hva VR og Vrex faktisk bidrar med for å fortsette å investere i det.

4.4.4.2 Drivere for endring

Krav fra myndigheter, standardisering og internasjonale mål vil også være en driver for endring når det gjelder å ta i bruk VR og Vrex. Et eksempel på slike mål er de som er oppgitt i Digitalt veikart (2017) hvor en har 50 % reduksjon i klimagassutslipp, 25 % kostnadsreduksjon, 50 % raskere prosjektgjennomføring og 50 % økning i eksport av produkter og tjenester, samt en visjon som går ut på at byggenæring skal heldigitaliseres innen 2025. Alt dette vil på lang sikt være drivere for endring med tanke på at det legger føringer for hvordan bedrifter vil bli nødt til å tilpasse seg fremtiden med tanke på å ta i bruk digitale løsninger for å nå disse målene.

4.4.4.3 Barrierer

På lang sikt finnes det en rekke barrierer for at VR, Vrex, og menneske skal gå godt sammen. En av de største barrierene eller utfordringene er den videre teknologiske utviklingen. Selv om VR som teknologi har vært tilgjengelig noen år når denne masteroppgaven skrives, og den blir stadig mer og mer nyttiggjort i forskjellige bransjer, er det umulig å vite hvordan VR utvikles videre de neste åtte årene. Forhåpentligvis vil VR videreutvikles og tas stadig mer og mer i bruk, men det er også en fare for at VR som teknologi ikke vil være levedyktig ved at det ikke får den nytten som det er håpet at den skal få. Det kan for eksempel være at en annen teknologi tar over for VR, som for eksempel MR, eller en teknologi som kombinerer VR og MR.

4.4.4.4 Muligheter

På lang sikt vil en med å implementere VR og Vrex ha muligheten til å få nye prosesser på hvordan samhandling og møtevirksomhet gjennomføres i et prosjekt. Disse nye prosessene kan være et av stegene som kan bidra til å nå målene som er presentert i

Digitalt veikart (2017). På lang sikt kan dermed de nye arbeidsmetodikkene VR fører med seg bidra til at en når internasjonale og/eller nasjonale krav eller målsetninger.

5 Diskusjon

5.1 Hva er VR/AR/MR/XR

VR/AR/MR/XR er fire begreper som går veldig inn i hverandre. Disse er beskrevet i teori-kapittelet, men det er hensiktsmessig å gi en bedre beskrivelse på forskjellene mellom disse teknologiene da det er mye forskjellige beskrivelser som blir benyttet.

XR er samlebetegnelsen for VR, AR og MR. VR skiller seg fra AR og MR ved at en er fanget i en virtuell verden. Brukeren blir dermed sperret inne i en verden hvor alt er datagenerert. Altså en har på seg briller som en ikke kan se ut av. Det er dermed lett å skille VR fra AR og MR, men hva er det egentlig som skiller AR og MR?

For at leseren skal kunne sette seg ordentlig inn i diskusjonskapittelet er det viktig at en har en felles forståelse for AR og MR. Forfatterens tanker rundt forskjeller og likheter vil bli presentert her med bakgrunn av det som ble funnet ut i arbeidet med bakgrunnskunnskaps-kapittelet slik at det klargjøres hva som faktisk menes når de forskjellige begrepene benyttes i rapporten.

AR og MR er to veldig like teknologier som for mange kan være vanskelig å skille fra hverandre. MR kan sees på som en videreutvikling av AR, noe som kan begrunnes med mer avanserte muligheter for å arbeide med modellen, samt mer avansert hardware. Den største forskjellen mellom MR og AR er at i MR blir omgivelsene skannet og tatt hensyn til, mens i AR legges alt som et lag oppå omgivelsene. Enklere forklart vil det si at i MR blir det brillene ser kartlagt, og en kan så feste forskjellige objekter, hologrammer, til elementer i den fysiske verden. Et møbel kan settes ut på en spesifikk plass i rommet, og vil holde seg på denne plassen ved hjelp av teknologien som ble beskrevet i kapittel 3.1.3.1.

I AR vil en ha muligheten til å se modeller på en skjerm som i tillegg viser omgivelsene. Det vil ikke være de samme mulighetene til å sette ut objekter som det er i MR. For å gjøre det enkelt er det i denne rapporten fokusert på AR som benyttes på skjermer som for eksempel nettbrett eller mobiltelefoner, mens MR benyttes på egne hodesett som for eksempel HoloLens.

5.2 Hvorfor er «Neste Steg» benyttet?

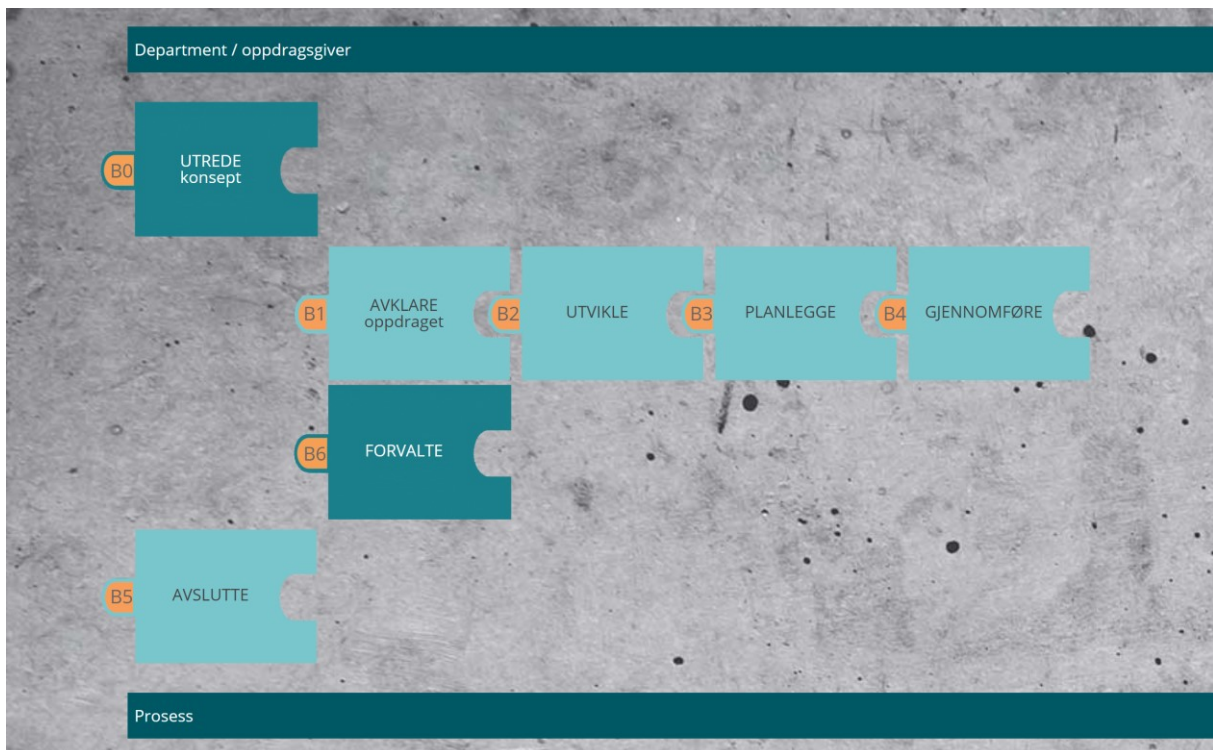
«Neste Steg» er et rammeverk som deler byggebransjen inn i åtte steg. Det er en logisk inndeling som tar for seg hele byggets levetid fra idefase til avvikling. Ved å benytte dette rammeverket var det mulig å plassere ut når bruk av VR, AR og MR er relevant i et byggeprosjekt på en oversiktlig måte. Det en kan se ganske klart av denne måten å identifisere hvor XR best kan benyttes i BAE-næringen er at en i tidligfase har størst nytte av VR, mens det gradvis går over til å være AR og MR som har mest nytte i drifts- og avviklingsfasen.

Det en kan se av bruk av «Neste Steg» for å beskrive bruken av XR er at i de tre første stegene er bruken av teknologiene ikke helt enkel å definere. Det tyder på at nytten til teknologiene ikke er den største i disse fasene. Det vil da være viktig at det ikke blir presset på for å benytte XR i disse stegene, men heller utsette bruken av de til stegene hvor det er større nytte av teknologiene. Årsaken til dette er at for å ta i bruk slike teknologier, vil det være hensiktsmessig at de har et klart bruksområde. Et klart bruksområde vil bidra til at det blir enklere å se nytten. Dersom en tar det i bruk i de

første stegene vil en ikke se potensialet, og en kan fort trekke en konklusjon om at XR ikke har den største nytten selv om det er selve bruksområdet som har vært feil.

5.2.1 «Neste Steg» kontra andre rammeverk

Det finnes andre inndelinger for hvordan en skal dele inn byggeprosjekter. Et eksempel er Statsbyggs Prosjektmodell vist i **Figur 23**. Årsaken til at «Neste Steg» er benyttet i denne rapporten er todelt. Den ene årsaken er at «Neste Steg» er et rammeverk som er benyttet en rekke ganger som eksempel i studieretningen «Digitale byggeprosesser». Den andre årsaken er den oversiktlige og omfattende inndelingen «Neste Steg» har.



Figur 23 - Viser Statsbyggs Prosjektmodell. Hentet fra Statsbygg (2020)

Fordelen med å benytte et kjent rammeverk er at en allerede har innarbeidet en del forkunnskaper om hvordan rammeverket kan benyttes. Dette vil bidra til at en får utnyttet potensialet i rammeverket i større grad enn om ikke har tidligere kjennskap til et rammeverk. Gjennom de to årene som har gått er «Neste Steg» benyttet kontinuerlig gjennom hele studieløpet av de forskjellige foreleserne vi har hatt. «Neste Steg» er dermed blitt et rammeverk som det er opparbeidet en del kjennskap til.

«Neste Steg» har i tillegg en god og omfattende inndeling som tar for seg et byggeprosjekt fra idefasen til avviklingen gjennom de åtte stegene. Siden det er en stegnorm er en heller ikke avhengig av at alle stegene kommer etter hverandre slik de ville gjort i en mer konservativ inndeling av faser. «Neste Steg» er satt opp slik at en skal kunne gjennomføre oppgaver som passer innunder for eksempel steg 4 samtidig som en er i steg 3 eller steg 5. Stegene er dermed ikke låst til spesifikke tidsperioder i et byggeprosjekt. På hvert steg er det i tillegg laget omfattende beskrivelser av hvilke leveranser som hører innunder steget, i tillegg til hva som skal utføres med hensyn på de forskjellige perspektivene i hvert steg. Den gode beskrivelsen av rammeverket bidrar til at det enklere opparbeides en felles forståelse av rammeverket.

5.3 IDDS for beskrivelse av bruken av VR i dag, og veien videre

Det vil i dette delkapittelet bli diskutert rundt bruken av IDDS som rammeverk for å identifisere posisjonen til bruken av VR og Vrex når det gjelder kort, mellomlang og lang sikt. Det vil bli diskutert rundt det som er kommet fram til i hoveddelen med tanke på muliggjørere, drivere for endring, barrierer og muligheter. Det vil her bli trukket fram faglitteratur som underbygger det som er kommet fram til. Årsaken til dette er å begrunne det som er kommet fram til slik at det ikke fremstår som at det bare er synsing fra undertegnede sin del.

5.3.1 Muliggjørere

At ledelsen i en bedrift eller på et prosjekt er en muliggjører samsvarer med det Fernandes, et al. (2006) konkluderte med i sin rapport hvor støtte fra ledelsen kan føre til en suksessfull implementering av VR. Årsaken til dette ble beskrevet med at ledelsen kan sikre nok penger og arbeidsressurser. Uten nok penger og arbeidsressurser vil implementeringen av en ny teknologi være komplisert å få til. Å endre prosessen en jobber på er ofte en tidkrevende prosess, og ved implementering av nye teknologier vil det være nødvendig med en opplæringsperiode. Ved god støtte fra ledelsen kan en opplæringsperiode gjennomføres på en god måte, noe som kan bidra til at bedriften vil få et større utbytte av investeringen.

Vixel AS og andre produsenter av VR-programvarer og VR-utstyr vil ha ansvaret for å produsere og følge opp VR-utstyret/programvaren slik at det fungerer optimalt. Flood, et al. (2003) beskrev viktigheten av at utstyret fungerer optimalt for implementeringen av nye teknologier. Vixel AS vil som produsent av Vrex, samt at de leverer VR-utstyr, ha et stort ansvar for at disse løsningene fungerer sømløst sammen, og at de settes opp korrekt for bedriften som har investert.

For å undersøke hvorvidt en ny teknologi vil lønne seg å investere i, er det en rekke forskjellige tiltak som kan utføres. Et eksempel er en kost-nytte-analyse som beskrevet av Laborde & Sanvido (1994). Dersom ledelsen i bedriften ser at VR og Vrex bidrar med noe, vil bedriften satse på løsningen og kreve at den benyttes. Dersom ledelsen ikke ser noe nytte av å benytte VR og Vrex, vil bedriften se etter andre løsninger. En kost-nytte-analyse kan være et hjelpemiddel for å presentere konkrete resultater som viser nytten av bruk av VR. Ledelsen kan sees på som en muliggjører i og med at de kan legge til rette for å ta i bruk slike teknologier.

5.3.2 Drivere for endring

Enkeltpersoner som er interesserte i å ta i bruk nye teknologier ble av Fernandes, et al. (2006) kalt «Champion» og det ble konkludert med at disse personene er nødvendige for at en skal kunne implementere nye teknologier som VR. Dette er individer som det er nødvendig å ha tilstede for at teknologier og programvarer som VR og Vrex skal bli tatt i bruk på et større nivå i et firma. Bedrifter som Vixel AS må klare å kontakte disse individene og få de til å få et ønske om å teste Vrex. Dersom disse individene er fornøyde og ser nytteverdien med Vrex vil de ha et godt argument for at bedriften skal ta i bruk slike teknologier. Disse individene som er drivere for endring vil i mange tilfeller ha muligheten til å gi sine innspill på teknologien til ledelsen som da kan legge videre føringer for implementeringen.

Harty & Laing (2009) beskrev drivere for endring som personer som har en egen drivkraft. Et eksempel som de beskrev det med var når BIM skulle implementeres. Studenter med interesse for og kunnskap om BIM ble ansatt for å undersøke BIM og

andre nye teknologier i kontrollerte miljøer for å teste ut nye teknologier og prosesser i praksis. Dette er et eksempel hvor enkeltindivider med stor interesse for nye teknologier gjør bedrifter klare for å ta i bruk nye teknologier. Slike personer vil VR og Vrex ha behov for med tanke på å bli implementert i større grad.

5.3.3 Barrierer

Når det gjelder å se på kostnader som en barriere har Laborde & Sanvido (1994) undersøkt og kommet med retningslinjer for implementering av nye teknologier hvor det blant annet ble anbefalt å gjennomføre en «Benefit-to-Cost»-analyse for å undersøke den faktiske nytten knyttet opp mot den økonomiske kostnaden med å implementere en ny teknologi. Ved å gjøre en slik analyse vil en ha muligheten til å få et større innblikk i hvor stor nytte en ny teknologi vil ha kontra kostnaden på den. Ved å ha et godt innblikk i nytten en programvare som Vrex gir kontra kostnaden på den, vil bedriften ha muligheten til å ta en god avgjørelse rundt hvorvidt programvaren bidrar med noe. I slike tilfeller kan god oversikt over kostnader og nytte bidra til å bryte ned barrieren med å ønske og investere.

Barrierer som går på menneskets mottakelighet for å benytte VR går godt sammen med de tre barrierene funnet av Flood, et al. (2003) hvor to av barrierene som ble funnet kan relateres til utvikleren av programvaren, mens den siste går på brukeren. De som går på utvikleren av programvaren er selve utviklingen av programvaren, og brukervennlighet og integrasjon av programvaren. Med tanke på Vrex er det Vixel AS som står for utviklingen, og de vil samtidig være ansvarlig for at brukervennligheten til Vrex er god nok til at brukere enkelt kan læres opp i programvaren. Den siste barrieren observert av Flood, et al. (2003) går ut på innstillingen til nye programvarer innad i firmaet, og mangel på evnen til å se hvilken nytte en kan dra av nye teknologier. Flood, et al. (2003) konkluderte med at byggebransjen er konservativ, og at programvarer må være enkle å ta i bruk for at bedrifter skal ta dem i bruk.

Gjennom undertegnede sin bruk av Vrex underveis i arbeidet med denne masteroppgaven var inntrykket at Vrex er en programvare som er intuitiv å bruke, og enkel å komme inn i. Vrex er satt opp slik at mye sa seg selv, uten behov for opplæring i stor grad. Dette er opplevelsen en bruker i tyveårene har hatt ved å være nybegynner i Vrex. Det er ikke forsket i denne rapporten på hvordan denne opplevelsen vil være for en bruker i en annen aldersgruppe.

5.3.4 Muligheter

Mulighetene det er avdekket at en vil ha med Vrex henger godt sammen med funnene gjort av Ozcan-Deniz (2019) hvor det ble funnet at den største verdien av VR i byggebransjen var reduksjon i kostnader, optimalisering av tidsplaner, forbedret beslutningsprosess og økt samhandling. Disse funnene ble gjort på bakgrunn av 27 case-studier fra 18 forskjellige byggefirmaer i USA som alle hadde investert i VR-rigg og programvarer. Ozcan-Deniz (2019) delte bruken av VR inn i fire hovedkategorier. Disse er undersøkelse av det som er modellert, prosjekt-koordinasjon, oppfølging av byggeprosessen og trening. I Vrex ligger det muligheter for alt dette, og da særlig på det som går på undersøkelser, oppfølging og koordinasjon. Når det gjelder trening finnes det andre VR-løsninger som fungerer bedre hvorav noen er nevnt tidligere i rapporten.

5.3.5 Hvilket nivå må tilfredsstillers?

Når det gjelder om det er kort, mellomlang eller lang sikt som må tilfredsstillers vil det være prosjektspesifikt. Hvordan VR skal brukes i prosjektet vil være den avgjørende

faktoren for om teknologien er tilfredsstillende for den bruken som er planlagt. I mange tilfeller vil teknologien være god nok, men et av problemene er at en mangler menneske og prosesser for å implementere nye teknologier. Dette vil bidra til at VR i mange tilfeller kan brukes i prosjekter, men det vil i større grad være behov for noen som går i kategorien endringsdrivere, altså personer som er interessert i å benytte seg av nye teknologier. På mer mellomlang og lang sikt vil det i større grad være gode prosesser for å ta i bruk nye teknologier til stede samtidig som mennesket er koblet bedre på både teknologien og programvarer som Vrex. Dette vil bidra til at det vil være gode muligheter for at stadig flere personer blir interessert i å benytte seg av VR og Vrex.

Slik det er på kort sikt vil dermed VR og Vrex være modent nok for bedrifter som har individer som er drivere for endring innad i bedriften. For bedrifter som ikke har personer som har stor interesse for VR og Vrex vil implementeringen være avhengig av gode prosesser rundt implementering av nye teknologier. Disse bedriftene vil dermed ikke implementere VR før en er på mellomlang eller lang sikt, og gjerne kan høste erfaringer og implementeringsprosesser fra andre bedrifter som allerede har gjennomført implementeringen.

5.3.6 Hva mangler for å implementere VR og programvarer som Vrex?

Når leseren av rapporten har fått et godt innblikk i hvordan VR benyttes i dag, samt hvordan utviklingen kommer til å se ut på kort, mellomlang og lang sikt er et viktig diskusjonsområde hva som faktisk mangler for å nå et nivå hvor VR brukes i stor grad.

En kan si at bruken av VR slik det er når denne masteroppgaven skrives er at det er unikt og sært. Med det menes det at det er en teknologi som ikke benyttes som en standardisert løsning på prosjekter, men som samtidig har en nytte innen sine bruksområder. For at en bedrift skal ta i bruk VR trengs drivere for endring innad i bedriften slik at det er noen som brenner for å ta i bruk teknologien.

For at VR som teknologi skal fungere, samt tas i bruk i stor grad i byggeprosjekter vil det være viktig å vite hva som faktisk mangler når det gjelder menneske, teknologi og prosess. Til dette er IDDS et godt rammeverk. Spørsmålet en må ha svar på er hva som skal til for å komme dit at menneske, teknologi og prosess går inn i hverandre?

Det som vil være en av hovedfaktorene for en suksessfull implementering av VR og programvarer som Vrex er å finne de personene som er drivere for endring. Disse personene vil i tillegg ofte være de som går i brukergruppene «Superbruker» og «Gjennomføring» da de har stor interesse for teknologien. Det vil i seg selv ikke være nok for firmaer som Vixel AS å komme i kontakt med personer som er interesserte i bruk av VR. Disse personene som er drivere for endring, vil i tillegg til å være interesserte i VR, ha muligheten til å påvirke innad i firmaer og prosjekter hvilke verktøy som skal benyttes. Kommer Vixel AS i kontakt med disse individene vil muligheten for å lykkes med å implementere Vrex i en ny bedrift være større.

5.3.7 Hvem er drivere for endring?

Som en kan lese ut ifra hoveddelen av rapporten er allerede Vrex og VR moden for og benyttes. En må dermed finne de korrekte menneskene for å motivere bedriften/prosjektet til å ta i bruk denne teknologien. En må dermed finne ut hvem som er menneskene som er typiske drivere for endring, altså de som først tar i bruk nye teknologier i en bedrift. Disse personene er de som vil være viktigst for at en bedrift vil ta i bruk programvarer som Vrex. Det vil dermed være interessant å diskutere rundt

hvem disse individene er, og hvordan en bedrift som Vixel AS kan få kontakt med disse individene.

5.3.7.1 Hvem er drivere for endring?

Gjennom arbeidet med denne rapporten er det kommet fram til at de individene som har en stor interesse i VR som teknologi er personer som er drivere for endring. Disse individene er igjen gjerne brukere av Vrex som går i brukergruppen «gjennomføring» eller «superbruker». Årsaken til at individer som er drivere for endring vil gå i brukergruppene «gjennomføring» eller «superbruker» er at i mange tilfeller vil disse individene ha et stort ansvar når det gjelder kompetanse innen VR innad i organisasjonen. Disse individene vil i stor grad få ansvaret for bruken av VR, og må dermed ha stor kjennskap til både hardware og software. Jo nærmere disse individene er ledelsen, jo lettere vil det bli å påvirke ledelsen til å investere i VR.

Kostnader er en stor utfordring ved implementering av nye teknologier. Fernandes, et al. (2006) hevdet at en ikke kunne hevde at spesifikke prosjektdeltakere kunne være drivere for endring da kostnadene ved implementering er høye. Dermed må avgjørelsen for å investere i VR-utstyr tas av ledelsen. Undertegnede mener det er noe sant i dette, men det er også viktig å ta alderen til rapporten til Fernandes, et al. som er fra 2006 til betraktning. Prisen på teknologier faller, og det blir dermed billigere å implementere med tiden. Kombinasjonen av VR-utstyr og software er fortsatt kostbart, og det vil være behov for at ledelsen godkjenner innkjøp. Sammenlignet med kostnaden på et prosjekt og en potensiell besparelse en kan oppnå med teknologien er ikke kostnaden så høy per dags dato. Det er mer påstanden om at spesifikke prosjektdeltakere ikke spiller en viktig rolle i å implementere VR som er verdt å utfordre. Det vil alltid være behov for noen som interesserer seg for teknologier for at en skal ta det i bruk. Dersom en prosjektdeltaker har et ønske om å benytte for eksempel VR og presenterer gode argumenter for ledelsen, vil denne prosjektdeltakeren være en driver for endring og være den som faktisk påvirker ledelsen til å prøve ut eller invester i VR-utstyr.

5.3.7.2 Hvordan kan Vixel AS komme i kontakt med drivere for endring?

Hvordan Vixel AS skal få tak i individene som er drivere for endring er et viktig punkt å skrive noe om. For at VR skal bli tatt i bruk i stor grad er en avhengig av at bedrifter som utvikler og selger programvarer og løsninger for VR, slik som Vixel AS, kommer i kontakt med de rette individene i bedrifter. Det finnes to måter for Vixel AS å komme i kontakt med disse individene på. Den ene er ved at Vixel AS tar kontakt med disse individene, den andre er at disse individene tar kontakt med Vixel AS. Dersom disse individene tar kontakt med Vixel AS betyr det at de allerede har kjennskap til Vrex og er interessert i hva Vrex kan bidra med i deres prosjekter. Disse individene er allerede interesserte, og dermed ikke så vanskelig å få til å teste ut løsningen. Utfordringen er å få med de som er interessert i å ta i bruk VR, men ikke nødvendigvis har stor kjennskap til Vrex.

For Vixel AS sin del vil det være viktig å komme i kontakt med de som er drivere for endring med tanke på VR, men ikke nødvendigvis kjenner til alt av løsninger. Disse individene kan dersom de overbevises av Vixel AS med tanke på nytten til Vrex være potensielle kunder for løsningen. Disse individene vil en kunne komme i kontakt med på konferanser, ved hjelp av målrettet reklame, nyhetsbrev eller at kontakter anbefaler Vrex.

5.4 Dokumentet fra Vixel AS

I kapittel 4.2 ble et dokument som ble utdelt fra Vixel AS benyttet for å beskrive bruken av Vrex. Dette er et dokument Vixel AS har utarbeidet for opplæring av ansatte og kan leses i sin helhet i vedlegg 2. Dette dokumentet er utarbeidet på bakgrunn av Vixel AS sine erfaringer på hvordan de har kartlagt at Vrex benyttes hos deres kunder. Årsaken til at dette dokumentet ble benyttet i stedet for å kontakte bedrifter som benytter Vrex er å sette begrensninger til oppgaven. Å ta kontakt med flere bedrifter, avtale møter og få tak i den informasjonen det var behov for ville vært en tidkrevende prosess, og situasjonen med koronaviruset ville ikke gjort det enklere. Da Vixel AS hadde denne informasjonen som var etterspurt var det hensiktsmessig å benytte denne i stedet for å kartlegge den samme informasjonen på nytt.

Det som er viktig å ha i bakhodet når en benytter dokumentet fra Vixel AS er at det omhandler Vrex som Vixel AS selger og utvikler. Det er dermed produsenten sin side på hvordan Vrex benyttes, og hvordan de forskjellige brukergruppene deles inn.

5.5 Hva skal til for at XR benyttes i større grad?

Gjennom denne rapporten får leseren et godt innblikk i XR, og spesielt VR med tanke på Vrex. XR er en samlebetegnelse for en fantastisk gruppe med teknologier. En kan derfor lure på hvorfor XR ikke er benyttet i større grad enn det allerede er.

5.5.1 Hvorfor benyttes ikke XR i større grad?

For å få svar på hvorfor XR ikke benyttes i større grad ble det sett som en fordel å få input fra BAE-næringen. Kjeldaas AS var behjelpelige med å fortelle om deres erfaringer med bruk av XR. Noe av dette kan leses om i kapittel 4.1.7.2, mens det i denne delen av rapporten vil trekkes inn flere diskusjonsområder som ble tatt opp i dette møtet. Til slutt vil undertegnede egne tanker presenteres.

5.5.1.1 Kjeldaas AS som eksempel

I et møte med Christoffer Lea i Kjeldaas AS ble det snakket om muligheter og utfordringer med bruk av XR i anleggsbransjen. Kjeldaas AS er et entreprenørfirma som driver med blant annet grunnarbeider og ledningsfornyelse. Anlegg er relativt forskjellig fra bygg når det gjelder modeller og krav til nøyaktighet, noe som også gjenspeiles i modellene som benyttes i produksjon. Gjennom møtet ble det snakket mye om hva som er mulig å benytte XR til, og i hvilken grad det faktisk vil være behov for en slik teknologi på anlegg.

Det er AR som Kjeldaas AS ser som den teknologien som kan ha størst nytte for dem. De ser for seg at det er mulig å benytte denne teknologien til å sjekke modeller før arbeidet begynner, samt til kontroll før og etter graving. AR ute i felt gir en unik mulighet for å kontrollere høyder som er modellert i virkeligheten. En får en mer virkelighetsnær fremstilling av hvordan det som er modellert vil være i virkeligheten. AR kan være et godt verktøy for å løse problemer underveis i prosjekteringen, slik at arbeid ikke må stoppe opp i produksjon. Når det gjelder å sjekke modeller kan AR benyttes til å gå igjennom modellene ute på byggeplass før arbeid starter. En kan da avdekke avvik eller mangler i modellen for å minimere risikoen for at arbeidet må stanses etter at det er startet opp grunnet mangler i modeller som ikke blir avdekket på forhånd.

Når det gjelder kontroll før og etter graving kan AR benyttes til å sjekke det som er modellert opp mot underlaget ute på byggeplass. Føreren av gravemaskinen kan dermed få et helhetsinntrykk i fullskala av det som skal graves før arbeidet begynner, og føreren

har mulighet til å sjekke modellen opp mot det som faktisk er gravd ut i ettertid. I mange tilfeller vil videre arbeid i en byggegrøp startes før hele gropa er gravd ut for å utligne endringer i trykk på grunnen, det vil dermed ikke være slik at en graver ut alt for så å begynne på videre arbeid. I denne fasen kan AR benyttes for å kvalitetssikre arbeidet som er gjort med gravemaskinen. I gravemaskinen er det gode hjelpemidler for at gravemaskinføreren skal kunne grave korrekt. Systemene i maskinene er GPS-styrt, og viser hvor dypt det må graves på det punktet hvor skuffen er plassert. I tilfeller hvor slikt utstyr er montert i gravemaskinen vil innføring av AR muligens skape mer støy for føreren enn det ville gitt verdi.

Ut ifra det som ble diskutert med Kjeldaas AS kommer det fram gode bruksområder til bruken av XR, og da særlig teknologiene AR og MR. De så at XR ville gi gode muligheter for visualisering og kontroll opp mot modeller. Som nevnt i kapittel 4.1.7.2 opplever Kjeldaas AS utfordringer med nøyaktighet på modeller, men de ser i tillegg noen utfordringer med hardware.

Slik Kjeldaas AS ser for seg at AR kan benyttes er i form av en applikasjon på smarttelefon eller nettbrett. Årsaken til at de ser for seg bruk av AR på smarttelefon eller nettbrett kontra i briller, som en typisk MR-løsning, er tilgjengelighet. Alle har per dags dato en smarttelefon i lomma, noe som gjør det enkelt for arbeidere å dra fram modellene. Den største utfordringen med å benytte smarttelefon til å se på modeller i AR er nøyaktigheten på den innebygde GPS-en. Trimble Inc. (2020) har en løsning kalt SiteVision som har en docking til telefonen. Denne docking gjør at en får koblet på en ekstern GPS-antenne som ved hjelp av korrigerings signaler fra CPOS sikrer en nøyaktighet på centimeters-nivå. Ulempen med en slik løsning er at en må ha dockingstasjonen for å få nøyaktig plassering. For at AR enkelt skal kunne benyttes burde det være slik at en kan dra telefonen rett opp fra lomma og kan vise modeller med centimetersnøyaktighet, uten å ha behov for å koble til utstyr til telefonen. XR må være enkelt å bruke, med utstyr som er lett tilgjengelig.

5.5.1.2 Generelle tanker rundt utfordringer

Gjennom arbeidet med denne masteroppgaven har undertegnede fått et godt innblikk i XR. Gjennom første delen av hoveddelen er det utarbeidet en oversikt over når VR, AR og MR kan benyttes i de forskjellige stegene av byggeprosessen, mens det i andre halvdel er fokusert mer på VR og Vrex. Det er dermed blitt utarbeidet et godt overblikk over når og til hva XR kan benyttes, og hvilke muligheter som finnes med teknologien.

XR har vært benyttet i en del år. Som noen av referansene som er benyttet i rapporten sier, ble allerede utfordringer knyttet til VR diskutert rundt midten av 2000-tallet. En kan dermed lure på hvorfor det ikke er tatt mer i bruk nå når en er kommet inn i 2020. En årsak til dette er at på midten av 2000-tallet var VR en veldig ny teknologi, og software og hardware fungerte ikke godt sammen. Dette er ikke tilfellet nå lenger. Slik det er kommet fram til i denne rapporten fungerer per dags dato hardware og software godt sammen. Utfordringen er å få med menneskene. VR benyttes på flere prosjekter med software som blant annet Vrex. Det er dermed i bruk på prosjekter, men en vil være avhengig av å benytte det på stadig flere prosjekter. Dette er en utfordring som på mellomlang og lang sikt vil kunne løses med hjelp av de rette driverne for endring og korrekte prosessene for implementering av nye teknologier. En er avhengig av at personer i bransjen ser nytten av XR for at det som teknologi skal kunne benyttes i stadig flere prosjekter.

5.5.2 Hva skal til for å ta i bruk XR?

Gjennom denne rapporten har leseren fått et godt innblikk i hvilke muligheter som finnes med XR, samt et godt innblikk i Vixel sin programvare for VR, Vrex. Med tanke på Vrex er det kommet fram til at VR-teknologien og programvarer som Vrex fungerer godt sammen, men at en mangler det siste på menneskesiden for at det skal bli tatt i bruk i stor grad. XR kan av den grunn sees på som unikt og sært, men hva er det som faktisk skal til for at en skal ta i bruk slike teknologier når det viser seg at teknologien og programvaren faktisk er moden nok?

Et av de viktigste punktene for at XR skal tas i bruk er at teknologien implementeres i mange prosesser. Med dette menes det at en utnytter det fulle potensialet med teknologien. For eksempel når Vrex benyttes kan en velge å benytte det kun til visualisering, men dersom en benytter mulighetene for samhandling i tillegg så har en mulighet til å implementere Vrex i mange flere prosesser gjennom flere steg av byggeprosessen. Dette vil være en av nøklene for en god implementering av XR.

Når XR implementeres inn i de eksisterende rutinene vil i mange tilfeller de som er mer restriktive til å ta i bruk ny teknologi tvinges til å ta i bruk denne teknologien for å kunne følge med på det som gjøres på prosjekter. Her vil det være viktig at bedriften har gode systemer i form av hardware og software som fungerer godt til den bruken det er tenkt, samt at det vil være behov for gode systemer for oppfølging av implementeringen og opplæringen. Her vil bedrifter som produserer software og selger hardware, slik som Vixel AS, ha et stort ansvar for at systemene tas korrekt i bruk. Et system som tas korrekt i bruk vil i større grad benyttes, da de ansatte ser nytten bedre. Å se nytten av det som implementeres er viktig for at motivasjonen hos de ansatte skal være til stede for å ta i bruk teknologien.

5.6 Uforutsette hendelser

Den største uforutsette hendelsen underveis i arbeidet med denne masteroppgaven har vært situasjonen med koronaviruset. Det vil være viktig å adressere denne situasjonen da den har ført med seg en rekke nye tanker rundt hvordan XR kan benyttes i BAE-næringen. For selve arbeidet med oppgaven har situasjonen ført til at det har vært nødvendig å tilpasse seg til gjeldende retningslinjer. Det vil bli feil å si at situasjonen ikke har påvirket arbeidet med oppgaven, men jeg kan si at resultatet denne masteroppgaven har ført til er et resultat jeg er godt fornøyd med.

Vrex som en løsning burde ha muligheter til å kunne dra stor nytte av koronasituasjonen. Siden dette er en programvare hvor en kan møtes i den virtuelle verden for å gjennomføre møter, vil dette kunne være en av flere løsninger som kan bidra til at byggebransjen kan gå mer eller mindre som normalt. Slike løsninger vil redusere behovet for møter på tvers av firmaer som arbeider på samme prosjekter.

Slik situasjonen var med koronaviruset underveis i arbeidet med denne oppgaven vil muligens en del bedrifter se nytten av å arbeide mer digitalt. Dette gjelder både prosjektbasert innad i firmaet, men det vil også gjelde løsninger for kommunikasjon på tvers av firmaer eller lokasjoner innad i firmaet. Dersom bedrifter som nå tvinges til å arbeide digitalt bruker eksempelvis Vrex og ser en nytte i denne bruken, kan dette være et springbrett for videre satsning på digitale samhandlingsløsninger og digitale arbeidsmetoder.

Slike hendelser som koronaviruset gjør at flere blir interesserte i å anskaffe seg løsninger slik som Vrex for å kunne fortsette å arbeide mer eller mindre som før. For Vixel sin del

har dette ført til en økning i salg av Vrex. Vixel AS hadde arbeidet med en portabel løsning hvor laptop og VR-utstyr ligger i en boks en enkelt kan ta med seg. De merket en stor pågang i interesse av denne løsningen da dette gjorde muligheten for å samhandle i VR bedre da arbeidere for eksempel kan ta med seg VR-utstyr på hjemmekontoret i stedet for at det må stå oppkoblet på kontoret.

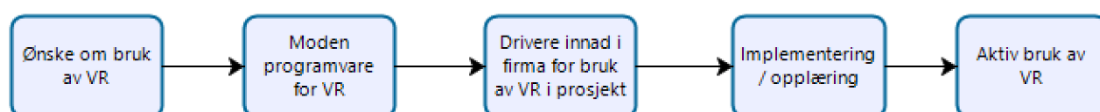
6 Konklusjon

I denne delen av rapporten vil det svares på problemstillingen som ble presentert tidligere i rapporten. Problemstillingen lød som følger:

«Hvilke muligheter finnes med XR i BAE-næringen? Hva er utfordringen med VR som teknologi, Vrex som software og menneske på kort, mellomlang og lang sikt med tanke på å implementere Vrex i prosjekter i BAE-næringen?»

Med «Neste Steg» som hjelpemiddel er det kartlagt hvilke muligheter XR kan ha i et prosjekt i BAE-næringen fra idefase til utvikling. Det ble kommet fram til at XR har størst nytte fra steg 4 til steg 8. Fra steg 4 finnes det gode modeller som XR kan utnytte. De største mulighetene er innen samhandling og visualisering. VR er et godt hjelpemiddel for samhandling i disse stegene ved hjelp av programvarer som Vrex. AR og MR er gode hjelpemidler som har bruksområde innen visualisering, simulering og opplæring. Den største utfordringen med bruk av XR er identifisert til å være i steg 7 og 8 hvor modeller er utdaterte og ikke tilfredsstillende dagens standarder når det gjelder informasjonsbehov.

Når det gjelder hva som er utfordringen til VR, Vrex og menneske på kort, mellomlang og lang sikt kan menneske sees på som den største utfordringen. VR og Vrex er modne, og kan implementeres i prosjekter på en god måte. Det må jobbes med å få menneskene til å se hvilken nytte VR og Vrex kan ha i et prosjekt. Til dette må firmaer som Vixel AS samarbeide godt med de individene som er drivere for endring. De som er drivere for endring er de som vil styre implementeringen av nye teknologier i bedrifter etter visse føringer fra ledelsen. Med godt samarbeid mellom personer som er drivere for endring, ledelsen i bedrifter og utviklere av software for VR vil en på mellomlang sikt kunne få utviklet et godt samspill mellom VR, Vrex og mennesker.



Figur 24 - Viser implementering av VR i prosjekt. Laget i Bizagi Modeler

For å ta i bruk VR i et prosjekt er **Figur 24** en god visualisering på hva som er kommet fram til i denne rapporten. Det er nødvendig med et definert ønske om hvor en skal benytte VR. Det er behov for en moden programvare for VR, som for eksempel Vrex. Det er nødvendig med spesifikke drivere for endring innad i bedriften som brenner for å ta i bruk VR. Det må være en god implementering av VR og programvaren som benyttes. I det ligger det at brukere må læres opp for å kunne bruke teknologien tilfredsstillende. Til slutt må VR benyttes aktivt i prosjektet for å utnytte potensialet i teknologien.

7 Videre arbeid

På videre arbeid vil det være viktig å følge opp bedrifter som benytter Vrex. Dette ble ikke prioritert i denne oppgaven da det var nødvendig å sette noen begrensninger på omfanget av oppgaven samt hvordan situasjonen var med Koronaviruset. En vil da ha muligheten til å se hvordan bruken av Vrex utvikles og modnes i bedriften. Det ville da vært interessant å undersøke hvordan spesifikke individer stiller seg til bruk av VR og Vrex over et lengre tidsperspektiv som for eksempel to år. Dersom en da ser på individer som kan kategoriseres som drivere for endring, samtidig som en ser på de som er mer motvillige mot nye teknologier, vil en ha mulighet til å se hvordan de benytter, og hvor motiverte de er for å benytte nye teknologier på dag én av undersøkelsen sammenlignet med siste dag av undersøkelsen. I en slik undersøkelse vil det også være interessant å trekke inn brukere fra de fire brukergruppene Vixel AS har satt opp for å se på hvordan deres bruk av VR vil utvikles de neste årene.

Et annet spennende område å forske videre på er langtidsvirkningene av Koronaviruset med tanke på implementering av XR i byggebransjen. Årsaken til at dette hadde vært interessant å se videre på er mulighetene for å møtes remote. Ved hjelp av XR kan møter gjennomføres remote på lik linje som de kan gjennomføres i et møterom. Det hadde dermed vært interessant å forske på hvor mange flere bedrifter som har vurdert løsninger på for eksempel VR for samhandling, og hvor mange bedrifter som faktisk har investert i disse løsningene under denne situasjonen.

8 Referanser

- Bardi, J., 2019. *What is Virtual Reality? [Definition and Examples]*. [Internett]
Available at: <https://www.marxentlabs.com/what-is-virtual-reality/>
[Funnet 19 Februar 2020].
- Bygg21, 2016a. *Resultat, Bygg21 Neste steg*. [Internett]
Available at: https://www.prosjektnorge.no/wp-content/uploads/2017/11/neste-steg_v1.2_19november2016.xlsx
[Funnet 06 Februar 2020].
- Bygg21, 2016b. *Veileder for fasenormen "Neste Steg"*. [Internett]
Available at:
<https://www.bygg21.no/contentassets/32bef76f835c48fca3303376f63878db/veileder-for-stegstandard-ver-1.2-med-logoer-201116.pdf>
[Funnet 06 Februar 2020].
- cib, 2015. *Research Roadmap Summary Integrated Design & Delivery Solutions (IDDS)*. [Internett]
Available at: <https://site.cibworld.nl/db/publication/browserecord.php?-action=browse&-recid=1327>
[Funnet 30 April 2020].
- Digitalt veikart, 2017. *Digitalt veikart*. [Internett]
Available at: <https://www.bnl.no/dokumenter/digitalt-veikart/>
[Funnet 06 April 2020].
- Empak, J., 2018. *What is Augmented Reality?*. [Internett]
Available at: <https://www.livescience.com/34843-augmented-reality.html>
[Funnet 20 Februar 2020].
- Fernandes, K. J., Raja, V., White, A. & Tsinopoulos, C.-D., 2006. *Adoption of virtual reality within construction processes: a factor analysis approach*, York: Elsevier.
- Flood, I., Issa, R. R. A. & O'Brien, W., 2003. *Barriers to the Development, Adoption, and Implementation of Information Technologies: Case Studies from Construction*, s.l.: University of Florida.
- Fløisbonn, H. W. et al., 2018. *MMI - Modell Modenhets Indeks*. [Internett]
Available at: <https://www.rif.no/wp-content/uploads/2018/11/mmi-modell-modenhets-indeks.pdf>
[Funnet 2 Mars 2020].
- Harty, J. & Laing, R., 2009. *Drivers for Change in Construction Procurement and its Impact on Management*, Aberdeen: Robert Gordon University.
- Holoforge Interactive, 2020. *Practicing in dangerous environments*. [Internett]
Available at: <https://www.holoforge.io/work/holoforge-industrial-training>
[Funnet 3 Mars 2020].
- Kartverket, 2019a. *GPS og GNSS*. [Internett]
Available at: <https://www.kartverket.no/Posisjonstjenester/GPS-og-GNSS/>
[Funnet 28 Januar 2020].

- Kartverket, 2019b. *CPOS*. [Internett]
Available at: <https://www.kartverket.no/Posisjonstjenester/CPOS/>
[Funnet 28 Januar 2020].
- KUBUS BV, 2019. *OpenBIM*. [Internett]
Available at: <https://www.bimcollab.com/en/Resources/OpenBIM/BCF>
[Funnet 21 Februar 2020].
- Laborde, M. & Sanvido, V., 1994. *Introducing New Process Technologies into Construction Companies*, Reston: American Society of Civil Engineers.
- Marr, B., 2019. *What Is Extended Reality Technology? A Simple Explanation For Anyone*. [Internett]
Available at: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2019/08/12/what-is-extended-reality-technology-a-simple-explanation-for-anyone/#50ddd0337249>
[Funnet 20 Februar 2020].
- Microsoft, 2018. *Spatial mapping*. [Internett]
Available at: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/spatial-mapping>
[Funnet 29 Januar 2020].
- Microsoft, 2019a. *Coordinate systems*. [Internett]
Available at: <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/coordinate-systems>
[Funnet 29 Januar 2020].
- Ozcan-Deniz, G., 2019. *Expanding applications of virtual reality in construction industry: A multiple case study approach*, Philadelphia: Thomas Jefferson University.
- PaleBlue, 2020a. *Simulators VR Construction*. [Internett]
Available at: <https://pale.blue/simulators/lifting-and-construction/vr-construction/>
[Funnet 10 Mars 2020].
- PaleBlue, 2020b. *Design avnd Verify using Virtual Reality VR Engineering*. [Internett]
Available at: <https://pale.blue/simulators/lifting-and-construction/vr-engineering/>
[Funnet 10 Mars 2020].
- Rogers, S., 2018. *What Is Mixed Reality And What Does It Mean for Enterprise?*. [Internett]
Available at: <https://www.forbes.com/sites/solrogers/2018/12/04/what-is-mixed-reality-and-what-does-it-mean-for-enterprise/#d597e555df99>
[Funnet 20 Februar 2020].
- Standard Norge, 2019a. *NS-EN ISO 19650-1:2018*, Lysaker: Standard Online AS.
- Standard Norge, 2019b. *NS 3451:2009+A1:2019 Bygningsdelstabell*, Lysaker: Standard Online AS.
- Statsbygg, 2020. *Statsbyggs Prosjektmodell*. [Internett]
Available at: <https://statsbygg.metierportal.no/Prosjektmodell/>
[Funnet 8 Mai 2020].
- Synchro, 2020. *SYNCHRO XR for HoloLens*. [Internett]
Available at: <https://www.synchro ltd.com/products-2/synchro-xr-hololens/>
[Funnet 10 Mars 2020].

Trimble Inc., 2020. *Trimble SiteVision*. [Internett]
Available at: <https://sitevision.trimble.com/>
[Funnet 20 Januar 2020].

Trimble Inc, 2020. *The power of information reimaged*. [Internett]
Available at: <https://sitevision.trimble.com/>
[Funnet 5 Mars 2020].

vGIS, 2020a. *BIM and GIS data in Augmented Reality*. [Internett]
Available at: <https://www.vgis.io/>
[Funnet 17 Mars 2020].

vGIS, 2020b. *The Future Of Field Services Is Here*. [Internett]
Available at: <https://www.vgis.io/gis-ar-microsoft-hololens-esri-augmented-reality-utilities-infrastructure-bim-mixed-reality-mr-cad-autodesk-bentley-microstation/>
[Funnet 17 Mars 2020].

Vixel AS, 2020. *VREX*, Gjøvik: Vixel AS.

Vrex, 2020a. *VREX*. [Internett]
Available at: <https://vrex.no/>
[Funnet 21 Februar 2020].

Vrex, 2020b. *How Vrex works?*. [Internett]
Available at: <https://vrex.no/howitworks/>
[Funnet 21 Februar 2020].

9 Vedlegg

Vedlegg 1: «Neste Steg»

Vedlegg 2: Vrex prosess

Vedlegg 1: «Neste Steg»

Versjon 1.2 15.11.2016		Gjennomføring av bygg- og anleggsprosjekter: Neste steg							
	Steg 1 Strategisk definisjon	Steg 2 Program- og konseptutvikling	Steg 3 Bearbeiding av valgt konsept	Steg 4 Detaljprosjektering	Steg 5 Produksjon og leveranser	Steg 6 Overlevering og ibruttakelse	Steg 7 Bruk og forvaltning	Steg 8 Avvikling	
Formål med steget	Identifisere begrunnelse, overordnede mål og rammer for tiltaket	Konstatere om tiltaket er gjennomførbart og avgjøre hvilken overordnet prinsippvalgning som er mest hensiktsmessig.	Utvikle prinsippene for teknisk løsning og realitetsstudier og planer for tiltaket slik at endelig beslutning om iverksettning kan tas på et riktig grunnlag.	Utvikle tilstrekkelig detaljer og kvalitetssikret arbeidsunderlag slik at sikker og rett utførelse er mulig.	Gjennomføre leveransen iht planer og innspill, sikkert og med rett utførelse første gang.	Overlevere felfritt prosjekt og sikre at alle systemer er riktig innstilt til den tilsluttede bruken.	Sikre teknisk god og økonomisk drift som tilfredstillende behøvet til de som bruker prosjektet og gir tilstrekkelig effekt.	Levedyktig og forsvarlig avslutning av eterskapet eller byggets bruksperiode.	
Kjerneprosesser									
Eierperspektiv	Identifisere etters mål og ambisjoner, forretningsmessige rammer - utarbeidelse av forretningsplan (Business case).	Utvikle muligheter og forutsetninger. Løse eller eier? Konkretisere mål, rammer og mulekriterier for prosjektet.	Klarleggelse av konsekvenser av tiltaket. Bekrefte/avkrefte styringsparameter. valg og prioritering av forretningsparameter.	Sørge for at nødvendige ressurser og kompetanse er på plass for å sikre at prosjektet kan utvikles i henhold til forretningsplan og sikre at gevinstene kan realiseres.	Sørge for at nødvendige ressurser og kompetanse er på plass for å sikre at prosjektet er i henhold til forretningsplan. Ta nødvendige beslutninger underveis.	Vurdere om bygget tilfredstillende forretningsplan. Aksept av tester og prøvedrift.	Realisere gevinst på investeringer i form av utnyttelse (forbedrede tjenester) og lønnsomhet. Forvaltning av bygget eller anslaget. Eventuelt etter-evaluering av samfunnsøkonomi (evt nytte/kost beregninger).	Føre sluttregnskap og utføre analyser.	
Leveranser	Forretningsplan for tiltaket er etablert.	Alternativsanalyser. Finansiell ramme. Overordnet gjennomføringsmodell. Eventuelt konseptvalgutredning (KVU). Oppdatert forretningsplan.	Grunnlag for beslutning om investering. Kostnadskalkyle, finansiering, kontrakt- og organisasjonsstruktur. Oppdatert Forretningsplan.	Prosjektplan for produksjon, overlevering og ibruttakelse. Inngitte kontrakter. Oppdatert Forretningsplan.	Statusrapport i henhold til styringsparameter. Oppdatert Forretningsplan.	Produktevaluering i henhold til prosjektmål. Verifisering av forretningsplan. Overta ansvar for forvaltning.	Etterevaluering av Forretningsplan. Etablering av finansiell dekning for investeringen.	ROI Return on Investment. Endelig verifisering av forretningsplan for tiltaket.	
Brukerperspektiv	Identifisere gapet mellom behov og tilstand.	Utarbeide program (funksjons- og/eller romprogram). Gjennomføre mulighetsstudier. Utvikle alternative handlings- og løsningsalternativer, inkludert nullalternativet. Skisser til konsepter (Illustrert program). Avklare prisoppdrag (konseptvalg).	Konkretisering og verifisering av krav og behov. Gjennomføre utredning av funksjoner og løsninger med nødvendig detaljeringsgrad.	Sikre at krav og behov er ivarett i prosjekteringen.	Sikre at krav og behov ivarett under bygging. Følg opp med komponenter og systemer. Godkjenning av tester. Planlegge driften.	Opplyring av brukere (både driftspersonell og sluttbrukere) Fase inn bygget i virksomheten. Prøvedrift. Evaluering av resultatet.	Ivareta brukskvalitet. Evaluere og måle forbedringer, brukergenskaper og brukertilfredsheit.	Opphør av drift.	
Leveranser	Behovsanalyse. Tilstandsvurdering.	Funksjonsprogram. Konseptdokumentasjon. Konseptskisser og illustrasjoner.	Romprogram. Eventuelt skisseprosjektdokument. Forprosjektdokument.	Spesifikasjon av løsning (arbeidsunderlag).	'Som bygget' dokumentasjon - spesifisering av bygget/prosjekt.	FDV dokumentasjon. Gjennomført oppløring. Overta ansvar for drift.	Brukevalueringer (Post Occupancy Evaluation). Driftsvaluering. Måleresultater.	Drift opphørt. Forpliktelser kvittert ut.	
Utøvedersperspektiv	Prioritering av markeder, prosjekter og kapabilitet	Utarbeide grov definisjon av omfang. Utvikle første rammeplan for gjennomføring.	Konkretisere og verifisere rammer og planer for gjennomføring.	Klartgjøre hva som skal utføres og hvordan (utførelses- og mobiliseringsfase). Sikre ressurstilgang.	Administrere prosjekterings-, produksjons- og leveransetimet, inkludert byggeplanarbeid og fremdriftsoppfølging. Styre fysisk produksjon og montasje. Levere i henhold til mål og rammer.	Oversekket korrigeringer tiltak ved avvik/mangel på aksept. Kontraktavslutning	Sikre optimal drift. Testing og kontroll iht kontrakt.	Avhenging av bygg, eventuelt tomt, og opphør av forpliktelser.	
Leveranser	Markedsvurdering.	Ferdiglagte styringsdokumenter	Gjennomføringsmodell med planer for gjennomføring, skissert løsning for byggeteide, tekniske føringer	Produksjonsunderlag, planer for kvalitet, tid og gjennomføring.	Leveranse av fysisk utførelse og dokumentasjon. Prestasjonsmålinger	Prosessevaluering. Sluttoppgjør	Avslutning av garantiansvar	Komplett dokumentasjon på avhenging.	
Offentlig perspektiv	Planstatus og andre føringer (vern etc.).	Gjennomgang av arealplaner. Tidlig arkivering og vurdering av myndighetkrav. Eventuelt konseptvalg utredning (KVU) og KS1 før avslutning.	Gjennomføre evt. reguleringsprosessen og konsekvensutredning. Eventuelt KS2 før avslutning.	Måltidig ansvar og sikre samsvare mellom prosjektert løsning og premisser.	Måltidig ansvar og sikre samsvare mellom premissetokumenter og produserte løsninger.	Sendt inn dokumentasjon.	Oppfølging av driftstilbudene, funksjoner etc.		
Leveranser	Relevante planer tilgjengelig.	Store offentlige prosjekter: KVU og KS1-rapport	Reguleringsplan, rammeplan. Evt. konsekvensutredning. Større offentlige prosjekter: KS2	Ansvarstet, byggeskiss, samsvarserklæring (Prosjektering)	Søknad om ferdigattest.	Ferdigattest mottatt.	Evalueringrapporter.	Fluglyst salg, dokumentavgift mm gjort opp.	
Ledelsesprosesser									
Planlegging (Avhengig av gjennomføringsmodell og kontrakt)	Etablere overordnet prosjektplan og mer detaljert plan for neste fase	Oppdatere og detaljere overordnet prosjektplan. Eventuelt planprogram	Oppdatere prosjektplanen. Utvikle en prosjekteringsplan og gevinstrealiseringsplan.	Oppdatere prosjektplanen. Følge opp prosjekteringsplanen. Etablere en produksjonsplan.	Følge opp prosjekteringsplanen og produksjonsplanen. Oppdatere og detaljere plan for overlevering og prøvedrift	Følge opp plan for overlevering og prøvedrift. Oppdatere plan for gevinstrealisering.	Ivarettede gevinstrealiseringsplan.	Planlegge salg eller riving.	
Anskaffelser (Avhengig av gjennomføringsmodell og kontrakt)	De første betraktningene rundt sammensetningen av prosjektet. Kontrahere eventuelt rådgivere for steg 1.	Etablere en foreløpig innkjøpsstrategi av tjenester og gjennomføringsmodell. Eventuelt OFS må velges nå. Forberede kontraktstruktur (KNS) og organisasjonsstruktur (ONS). Fortsette med å samle prosjektteamet, for eksempel kontrahere arkitekt og rådgivere etter behov. Kontraktoppfølging.	Oppdatere innkjøpsstrategien i henhold til gjennomføringsmodellen. Fortsett å samle prosjektteamet, eventuelt kontrahere supplerende spesialrådgivere. Hvis samplig innkjøpsstrategi eller totalentrepris kontraheres også entreprenør i dette steget. Kontraktoppfølging.	Oppdatere innkjøpsstrategien. Planlegg produksjon og leveransetimet. Kontraktoppfølging.	Kontrahere produksjons- og leveransetimet i tillegg gjennomføringskontrakter. Kontraktoppfølging.	Avslutte prosjektkontrakt(e) (Viktig å være oppmerksom på kontraktavslutnings, dokumentere samsvare, ikke ta over for tidlig.	Følge opp eventuelle driftskontrakter og garantiperiode.	Kontrahere megler for avhenging (salg), eller eventuelle oppgjør for fjerning av eksisterende konstruksjoner.	
Kommunikasjon	Interessentanalyse. Etablere strategi for å styre forventninger.	Etablere en plan for kommunikasjon og informasjonshåndtering (forhold til interessenter). Etablere foreløpig BIM-strategi og krav. Bruke BIM til å visualisere mulige alternativer	Videreutvikle strategien for kommunikasjon og informasjonshåndtering (forhold til interessenter). Verifisere BIM-strategi og etablere modell for prosjektering, bygging og drift.	Bruke strategien for kommunikasjon og informasjonshåndtering, samt revisjoner etter behov. Komplette BIM for koordinering, kollisjonkontroll, fremdriftsimulering (4D) og kostnadskontroll (5D).	Bruke strategien for kommunikasjon og informasjonshåndtering, med revisjoner etter behov. Oppdatere BIM med endringer og informasjon fra leverandører	Sikre overføring av informasjon til brukere. Komplette "som bygget" modell.	BIM av bygget i bruk. Oppdatere BIM for ombygginger.	Overføring av BIM til eventuelt nye eier.	
Utsjekk for bærekraft - økonomi	Sjekk status med tanke på økonomi og investeringskapasitet - økonomisk levedyktighet.	Grov kostnadsmodell. Bruk av LCC/LEA til å underrette viktige valg mellom alternativer. Forberede en FDV (Forvaltning Drift- Vedlikehold) strategi	Mer detaljert kostnadsmodell for investering og drift. Sørg for at evt. prøvedrift kommer med i kontraktene. Verifisert lønnsomhetsanalyse og lønnsomhetsberegning.	Detaljert kostnadsmodell investering og drift basert på konkrete avklaringer.	Produksjonskalkyle - sjekk samsvare med forutsetninger og antakelser fra tidligere steg. Følge opp prosjektkonometri underveis.	Sluttetoff av prosjektkonometri, ferdigkalkyle	Følge opp driftskonometri, dokumentere nivå reell driftskostnad mot prosjektert nivå driftskostnad.	Markedsvurdering, salgspr.	
Utsjekk for bærekraft - miljø	Sjekk at en levedyktighetsvurdering av kundens behov og kvaliteter er gjennomført. Inkludere gjennbruk av tomt, bygg og materialer.	Sjekk at bærekraft er med i mulighetsstudiet, og vurderinger som energi og klimapåvirkninger. Vurder eventuelt bruk av BREEAM eller andre sertifiseringsordninger. Forberede en miljøstrategi	Sjekk at en analyse av bærekraft er gjennomført i henhold til krav og at eventuelle avvik er tatt inn. Lage en avfallsplan for prosjektet. Evt. miljøoppfølgingsprogram.	Sjekk at detaljer vedrørende bygging/fysikk er gjennomgått med hensyn til lufttetthet, kuldebroer og liggende.	Sikre at viktige momenter vedrørende bærekraft er gjennomgått med entreprenøren. Sørg for gode systemer for å følge opp lufttetthet, kuldebroer og andre byggingselementer.	Sikre at alle viktige momenter om bærekraft er gjennomført og dokumentert.	Dokumentere energiforbruket og CO ₂ -belastningen	Sikre miljømessig riving og resirkulering av materialer.	
Utsjekk for bærekraft - sosialt	Vurdere tiltakets etiske side og konsekvenser av disse.	Vurdere fordelingseffekter av tiltaket og kartlegge interessenters posisjoner og påvirkning til/fra prosjektet. Involvere relevante interessenter. SHA-innsettning og ambisjoner	Følge opp relevante interessenter. Planlegg for sikker og etisk produksjon. Utvikle SHA-plan.	Prosjektet inn sikret for bygging og drift i løsningsene. Sørg for universell utforming.	Sikre en prosess som gir sikker og etisk råvarerleveranse og produksjon.	Veldokumentert, sikker og etisk overlevering og ibruttakelse.	Sørg for etisk og sikker drift og bruk.	Sikre etisk og sikker riving og/eller avhenging av eiendommen.	

Vedlegg 2: Vrex prosess



BRUKES AV HVEM?

HVILKEN TEKNISK KOMPETANSE HAR DE?

I HVILKEN SITUASJON BRUKER DE DET?

HVA FORSØKER DE Å OPPNÅ?

PERSONAS FORDELT I NIVÅER AV TEKNISK VR KOMPETANSE

Vrex bør over tid inkludere en bred brukergruppe. Store, tunge prosjekter involverer alt fra personer med eierskap og stor innflytelse på prosjektet, til seniorer med tung kompetanse innen konstruksjon som bidrar med rådgivning fra mange års tidligere erfaring.

Jo mer Vrex legger til rette for å inkludere disse gruppene, jo bedre og mer brukt samhandlingsverktøy vil det være.

TEKNISK EVNE	«PASSIV»	«GUIDET»	«GJENNOMFØRING»	«SUPERBRUKER»
EVNE DEFINISJON	Blir påført VR briller, står passivt og deltar kun med syn	Starter Vrex selv, men trenger hjelp til navigasjon og knappbruk i VR	Kan starte Vrex selv, og kan gjennomføre et VR møte uten hjelp. Kan også guide andre.	Kan alt om Vrex og kan gi teknisk støtte til alle som trenger det, fysisk og remote
GRAD AV VR-AKTIVITET	Rådgivning ved behov spesielle	Aktiv beslutningstaker i hverdagen	VR fasilitator i hverdagen	Teknisk støtte, aktiv opplæring ved prosjekt oppstart
PERSONER	Byggherre Sluttbrukeren av bygget/produktet Ekstern fagrådgiver Kommunale aktør Nabo/ekstern interessent Fagarbeider	Byggherre Fagansvarlig Fagarbeider	Prosjektleder CAD Teknikker	VR-Team CAD Teknikker BIM Manager CTO
FORUTSETNINGER FOR BRUK AV VREX	Trenger å fysisk hjelpes for å kunne bruke VR	Krever å kunne guides i VR på en måte som ikke gjør det ubehagelig	Klarer seg selv med VR-oppsett hjemme eller på kontor	Klarer å skaffe seg VR utstyr selv, og kan bruke alt slags utstyr hvor som helst.

PS! Byggherre brukes i beskrivelsen av byggeprosjekter, men kan anses som «oppdragsgiver» på andre typer prosjekter som industri. Ellers er personas mellom industri og bygg ekstremt like

BESLUTNINGSSTØTTE

ALLE INVOLVERT ER FYSISK TIL STEDE

KONTEKST

5-15 fagansvarlige, ledere og seniorer sitter i et «Big Room» møte, der de går gjennom siste tidens arbeid, utfordringer, feil eller andre problemer og utfordringer på prosjektet. Ofte i form av BCF-issues, men også mange generelle saker på prosjektet.

Møtene holdes ofte ukentlig eller hver 14.dag

Tilgjengelig hardware

- Storskjerm er
- VR, minst ett oppsett

GJENNOMFØRING

MØTEFORBREDELSE

1. Møteleder har identifisert en rekke problemer / dis
2. Agenda blir gjort tilgjengelig for alle før møtet
3. Grad av VR bruk i møtet er ikke avklart, men forberedes i forkant i tilfelle behov



KRAV TIL VR FORBEREDELSE

4. En person trenger Vrex-bruker
5. Oppdatering av modeller
6. Eget Vrex virtuelt møterom
7. En person trenger tilgang til alle BCF saker relevante for møtet
8. Flere VR-rigger er koblet opp mot samme photon-rom
9. Fasilitator kan sette opp BCF integrasjon for sesjonen, og oppnå tilgang til alle BCF saker

VR AKTIVITET

10. Brukerne får på VR-briller med fysisk hjelp
11. Fasilitator går til sakens område, og samler den/de andre møtedeltakerne dit
12. Diskusjonen gjennomføres, med aktiv bruk av laserpeker
 - a. Kommunikasjons skjer ofte med folk i samme rom, både de i VR og utenfor VR, så å vite hvem man som snakker til deg kan være utfordrende å vite.
13. Fasilitator rydder i geometri, ved hjelp av skjæreplan, hide/unhide, og gjør målinger etter behov
14. Fasilitator avslutter med å lage en grundig kommentar som beskriver løsningen eller problemet

MØTEDELTAKERE

Minimumskompetanse - Passiv

1. Hvem tar beslutningene i VR?
 - a. Byggherre
 - b. Fagansvarlig
2. Hvem er mottakeren av beslutningen/beskjeden i VR?
 - a. CAD teknikker
 - b. Prosjektleder
3. Hvem kan være fasilitator?
 - a. CAD-teknikker
 - b. Prosjektleder
 - c. VR-team

Value proposition:

BESLUTNINGSSTØTTE

REMOTE

KONTEKST

Teamet ønsker en eller flere beslutninger uten å trenge å møtes fysisk, og de tenker at VR er beste måten å ta disse beslutningene på.

GJENNOMFØRING

MØTEFORBEREDELSE

1. Møteleder har identifisert en eller flere problemstillinger som er aktuelle for VR
2. VR behovet er grunnen til møtet

KRAV TIL VR FORBEREDESLE

3. Alle trenger tilgang til Vrex
4. Minst en trenger Vrex-bruker
5. Oppdatering av modeller
6. Eget Vrex virtuelt møterom
7. Alle trenger hver sin VR-rigg
8. Alle må møte opp til riktig tidspunkt
9. Alle møter opp i riktig photon-rom, fra ulike lokasjoner
10. Ved problemer/mangel på kontakt trengs alternative kommunikasjonskanaler for å «debugge» lyd og andre tekniske problemer.
 - a. Ting som ikke er riktig, må gjøres godt synlig
11. Alle må ha tilgang til BCF-saker via integrasjon
 - a. Alternativet er import av BCF-saker til Vrex BCF-API

VR - AKTIVITET

12. Fasilitator går til sakens område
 - a. Må kunne ta med andre deltakere rundt i området på en god måte
13. Fasilitator samler møtedeltakere til diskusjonsområdet
14. Alle gjennomføre diskusjon, og benytter ofte laserpeker aktivt
15. Fasilitator rydder i geometri (skjæreplan, hide/unhide) og utfører målinger
16. Lage en grundig kommentar som beskriver løsningen eller problemet

MØTEDELTAKERE

Minimumskompetanse: Guidet

1. Hvem tar beslutningene i VR?
 - a. Byggherre
 - b. Fagansvarlig
 - c. Byggeplassleder
2. Hvem er mottakeren av beslutningen/beskjeden i VR?
 - a. CAD teknikker
 - b. Prosjektleder
 - c. Fagarbeider
3. Teknisk støtte
 - a. Prosjektleder
 - b. CAD-teknikker
 - c. VR-team

Value proposition:

BESLUTNINGSSSTØTTE

SOLO – ALENE

KONTEKST

En bruker går inn i VR alene for å ta en beslutning. Beslutningen kan tas enten på bestilling fra andre, der en CAD-teknikker ber om en annen person sitt innspill i form av en BCF kommentar.

Eller det kan være på eget initiativ der en bruker ønsker å se eget arbeid i forhold til andres, og mener VR er et godt sted å gjøre en vurdering.

GJENNOMFØRING

MØTEFORBEREDELSE

1. Møteleder har identifisert en eller flere VR-aktuelle problemområder for vurdering

KRAV TIL VR FORBEREDELSE

2. Vrex bruker trengs av initiativtaker
3. Oppdaterte modeller
4. Eget Vrex virtuelt møterom
5. Tilgang på VR-briller
6. Tilgang til eventuelle BCF-saker via integrasjon eller via Vrex BCFapi

VR - AKTIVITET

7. Går til sakens område
8. Gjøre en vurdering
9. Gjøre målinger, IFC-datasjekker, samt rydding i geometri med hide/unhide/slice, measure
10. Lager en god og tydelig kommentar på problemet

MØTEDELTAKERE

Minimumskompetanse: Guidet

1. Hvem tar beslutningene i VR
 - a. CAD teknikker
 - b. Prosjektleder
2. Hvem er mottaker av beslutningen/beskjeden i VR?
 - a. CAD teknikker
 - b. Prosjektleder
3. Teknisk støtte
 - a. VR-team

Value proposition:

DIGITAL BEFARING

ALLE INVOLVERT ER FYSISK TIL STEDE

KONTEKST

Byggherre, sluttbruker eller andre interessenter ønsker å gå inn i modellen for å vurdere om løsningen dekker funksjonelle behov. Både overfladisk, men også konstruksjonsmessige aspekter som valg på teknisk rom, tilgang, og andre praktiske elementer for montering, vedlikehold eller bruk.

Dette skal utføres av noen som ikke er teknisk VR-kompetente, men som er viktige nok til å hentes inn fysisk for å ta en gjennomgang.

GJENNOMFØRING

MØTEFORBEREDELSE

1. Møteleder har identifisert et eller flere områder i bygge, samt et eller flere faglag i bygget, som trenger gjennomgang
2. VR er et valgt verktøy for møtet

KRAV TIL VR FORBEREDELSE

3. Alle har tilgang til Vrex
4. Oppdaterte modeller
5. Eget Vrex virtuelt møterom
6. Fasilitator trenger tilgang til å opprette BCF saker
7. En eller flere trenger VR-rigg
8. Fasilitator bør ha tilgang til BCF-saker

VR-AKTIVITET

9. Fasilitator går til sakens område
10. Fasilitator henter deltakerne rundt området på en god måte
11. Alle gjennomføre diskusjon
12. Fasilitator gjennomfører målinger og IFC-datasjekker, samt rydder i geometri med hide/unhide.
13. Fasilitator bør kunne lage kommentar på eventuelle saker som oppstår
14. Fasilitator trenger rapporteringsmulighet for oppsummering for godkjenning av øvrige møtedeltakere (PDF?)

MØTEDELTAKERE

Minimumskompetanse – Passiv

Hvem tar beslutningene i VR?

1. Byggherre/oppdragsgiver
2. Kommune
3. Eksterne interessenter

Hvem er mottaker av beslutningen/beskjeden i VR?

4. Prosjektleder

Teknisk støtte

5. VR-team

Value proposition:

DIGITAL BEFARING

REMOTE AKTIVITET

KONTEKST

Byggherre, sluttbruker eller andre interessenter ønsker å gå inn i modellen for å vurdere om løsningen dekker funksjonelle behov. Både overfladisk, men også konstruksjonsmessige aspekter som valg på teknisk rom, tilgang, og andre praktiske elementer for montering, vedlikehold eller bruk.

Dette ønskes gjort via VR for å slippe å reise, og fordi VR er ansett som et egnet verktøy

GJENNOMFØRING

Møteforberedelser

1. Møteleder har identifisert et eller flere områder i bygge, samt et eller flere faglag i bygget, som trenger gjennomgang
2. VR er et valgt verktøy for møtet

KRAV TIL VR FORBEREDELSE

3. Alle har tilgang til Vrex
4. Oppdaterte modeller
5. Eget Vrex virtuelt møterom uten forstyrrelser
6. Fasilitator trenger tilgang til å opprette BCF saker
7. Alle må ha hver sin VR-rigg
8. Alle møter opp til riktig tid
9. Alle møter opp i riktig photon-rom, fra ulike lokasjoner
 - a. Ved problemer/mangel på kontakt så trengs alternative kommunikasjonskanaler for å «debugge» lyd og andre tekniske problemer.
 - b. Ting som ikke er riktig, må gjøres godt synlig
10. Fasilitator trenger tilgang til BCF-saker

VR - AKTIVITET

11. Fasilitator går til sakens område
 - a. Må kunne ta med andre deltakere rundt i området på en god måte
12. Alle gjennomføre diskusjon
13. Fasilitator gjennomfører målinger og IFC-datasjekker, samt rydder i geometri med hide/unhide.
14. Fasilitator må kunne lage en grundig kommentar på eventuelle klager/saker som oppstår i møtet
15. Fasilitator trenger rapporteringsmulighet for oppsummering for godkjenning av øvrige møtedeltakere (PDF?)

MØTEDELTAKERE

Minimumskompetanse – Guidet

Hvem tar beslutningene i VR?

1. Byggherre/oppdragsgiver
2. Kommune
3. Eksterne interessenter

Hvem er mottakeren av beslutningen/beskjeden i VR?

4. Prosjektleder

Teknisk støtte

- a. VR-team

Value proposition:

FAGTEKNISK VISUELL INSPEKSJON

SOLO - ALENE

KONTEKST

En fagansvarlig ønsker å sjekke om BIM modellens utførelse dekker tekniske behov på tvers av fag, eller vil sjekke om sitt eget fagfelt er teknisk riktig konstruert.

GJENNOMFØRING

Møteforberedelser

1. Har identifisert et eller flere områder i bygge, samt et eller flere faglag i bygget, som trenger gjennomgang
2. VR er et valgt verktøy for aktiviteten

KRAV TIL VR FORBEREDELSE

3. Eget Vrex-rom uten forstyrrelser (Mulig offline?)
4. Oppdaterte modeller
5. Har tilgjengelig VR rigg
6. Tilgang til å opprette BCF-saker

VR-AKTIVITET

7. Tar seg til sakens område
8. Gjøre en vurdering
9. Gjøre målinger, IFC-datasjekker, samt rydde i geometri med hide/unhide/slice, measure
10. Kunne lage en god og tydelig kommentar på problemet

MØTEDELTAKERE

Minimumskompetanse – Gjennomføringsevne

1. Solo aktivitet
 - a. CAD teknikker
2. Teknisk oppstartstøtte
 - a. VR-team

Value proposition:

INSTRUERING

REMOTE

KONTEKST

En rådgivende ingeniør eller byggeleder ønsker å instruere andre i hvordan noe bør løses. Byggelederen står ofte på brakken og har kanskje ekstra informasjon fra byggeplass, mens rådgivende sitter med BIM modellen og kunnskap om byggeplanene.

GJENNOMFØRING

MØTEFORBEREDELSE

1. Har identifisert et eller flere VR-aktuelle problemer / diskusjonsområder
2. VR behovet er grunnen til møtet

KRAV TIL VR-FORBEREDELSE

3. Alle har tilgang til Vrex
4. Eget Vrex-rom uten forstyrrelser
5. Oppdaterte modeller
6. Alle bør ha tilgang til settet med BCF saker som skal diskuteres
7. Alle har hver sin VR-rigg
8. Alle møter opp til riktig tid
9. Alle møter opp i riktig photon-rom, fra ulike lokasjoner
 - a. Ved problemer/mangel på kontakt så trengs alternative kommunikasjonskanaler for å «debugge» lyd og andre tekniske problemer.
 - b. Ting som ikke er riktig, må gjøres godt synlig
10. Alle må ha tilgang til BCF-saker via integrasjon
 - a. Alternativet er import av BCF-saker til Vrex BCF-API

VR-AKTIVITET

11. Fasilitator går til sakens område
 - a. Må kunne ta med andre deltakere rundt i området på en god måte
12. Fasilitator samler møtedeltakere til diskusjonsområdet
13. Alle gjennomføre diskusjon, og benytter ofte laserpeker aktivt
14. Fasilitator rydder i geometri (skjæreplan, hide/unhide) og utfører målinger
15. Lage en grundig kommentar som beskriver løsningen eller problemet

MØTEDELTAKERE

Minimumskompetanse: Guidet

Instruktør

1. Prosjektleder
2. Fagansvarlig
3. CAD-teknikker

Mottaker av instruksjonene i VR

4. Byggeplassleder
5. Fagarbeider

Fasilitator og teknisk støtte

6. Prosjektleder
7. VR-team

Value proposition:

Fotoer

BIG ROOM AND ICE SESSIONS IN PROGRESS



VR-STASJONER TIL BRUK PÅ ICE ROM, BIG ROOM OG UTE PÅ BRAKKER.



