



OsloMet – storbyuniversitetet

Institutt for Bygg- og energiteknikk – Energi og miljø i bygg

Postadresse: Postboks 4 St. Olavs plass, 0130 Oslo

Besøksadresse: Pilestredet 35, Oslo

GRUPPE NR.

1

TILGJENGELIGHET

Åpen

Telefon 67 23 50 00

[www.oslomet.no](http://www.oslomet.no)

## BACHELOROPPGAVE

PROSJEKTOPPGAVENS TITTEL Effekten av miljøvurdering i tidligfasen med støtte av BIM	DATO 22.05.2018
	ANTALL SIDER: 54 ANTALL VEDLEGG: 5
FORFATTER/PROSJEKTGRUPPEN Vemund Mollestad Rislaa Kyrre Skullerud Brandt-Madsen Maren Transet	VEILEDER Eilif Hjelseth

UTFØRT I SAMARBEID MED Veidekke Entreprenør AS	KONTAKTPERSON Eirik Kristensen
---------------------------------------------------	-----------------------------------

<p>SAMMENDRAG</p> <p>Byggenæringen er i en omstillingsfase hvor miljø må bli integrert som en naturlig del av virksomheten. Hvem er det som bestemmer miljøprofil for et byggeprosjekt og er dette valget tatt kun med hensyn til miljø, eller bruker aktører det som et salgstriks i markedet?</p> <p>I denne rapporten har det vært ønskelig å utvikle en ny rutine i tilbudsprosessen. Ved å gjennomføre LCA, gir det en "personlig" miljøvurdering til hvert enkelt byggeprosjekt. Det ble gjennomført kvalitative intervjuer med forskjellige aktører i bransjen, hvor miljøvalg og kostnader har stått i fokus.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3 stikkord:
Miljøvurdering
Tidligfase
BIM

## Forord

Denne rapporten er en avsluttende oppgave for bachelorstudiet i ingeniørfag; energi og miljø i bygg, ved OsloMet – Storbyuniversitetet. Oppgaven utgjør 20 studiepoeng og er utført våren 2018, i samarbeid med Veidekke Entreprenør.


Vi vil takke vår veileder, førsteamanuensis Eilif Hjelseth, for gode retningslinjer, tett oppfølging og god veiledning under oppgaveskrivingen. I tillegg ønsker vi å rette en stor takk til vår eksterne veileder hos Veidekke; leder for kalkyle & BIM, Eirik Kristensen som har bidratt til økt kompetanse, høy tilgjengelighet og godt samarbeid.

Denne rapporten tar for seg miljøvurdering i tidligfasen med støtte av BIM. Hele bransjen har benyttet seg av Statsbygg sitt program; Klimagassregnskap.no, men da dette programmet ble lagt ned i overgangen til 2018 erstattet Veidekke det med programmet Oneclick som et alternativt program til livssyklusanalyser.

Veidekke var interessert i å se i hvilken grad en kan bruke BIM som en informasjonsbærer for å utføre miljøvurderinger i tidligfasen og hvor interessert entreprenørens kunder er i dette. Etter gode samtaler med Veidekke Entreprenør, intervjuer under hos diverse aktører og veileder fra skolen, har gruppen utviklet en prosess for informasjonsflyten mellom Solibri, Excel og OneClick.

Målgruppen for rapporten er studenter ved byggtekniske fag og fagpersoner innen bygg- og anleggsbransjen.

  
Maren Transet

  
Vemund M. Rislaa

  
Kyrre Brandt-Madsen

## Sammendrag

Denne oppgaven har som formål å se effekten av å utføre miljøvurdering i tidligfasen og hvordan BIM og andre digitale verktøy kan bidra til å gjøre denne prosessen mer effektiv og oversiktlig. Oppgaven ønsker å formidle hvordan en entreprenør raskt og enkelt kan presentere en LCA for en byggherre og hvordan dette kan resultere i et mer miljøriktig bygg. Oppgaven inneholder en problemstilling og fire underproblemstillinger. Forskningsspørsmålet omhandler effekten av miljøvurderinger ved hjelp av BIM. Underproblemstillingene tar for seg spørsmål innenfor LCA, BIM, tidligfase og i hvilken grad entreprenørens kunder vil ha interesse av en slik vurdering.

Som start på prosjektet og utvikling av oppgaven, ble det utført litteraturstudie. Inspirasjon fra tidligere oppgaver var med på å legge et grunnlag for problemstillingen og hvordan oppgaven skulle angripes. Det var mye litteratur som dekket de ulike temaene, men det var lite om LCA, BIM og tidligfase knyttet sammen. Videre ble rammeverket IDDS og IDM tatt i bruk for å kunne kartlegge potensielle utfordringer, hvordan disse kan løses og besvares.

For å kartlegge hvordan byggherrer velger miljøprofil og hvilken interesse de ville ha av forskningsspørsmålet, ble det utført semi-strukturerte intervjuer hos fire av entreprenørens kunder. Disse intervjuene viste stor spredning i hvilken grad det fokuseres på miljø og da spesielt miljøsertifiseringer. Kunnskapen om BIM og LCA var varierende hos intervjuobjektene, men de var positive til forslagene gruppen la frem.

Det ble tidlig besluttet, sammen med Veidekke Entreprenør, at oppgaven skulle resultere i et produkt eller en prosess. Etter å ha studert Veidekkes rutiner for miljøvurderinger, var det ønskelig å komme med forslag til en ny prosess for LCA-beregninger ved hjelp av programvaren entreprenøren allerede benyttet seg av. Gruppen ga denne prosessen navnet; *Climatic*

## Abstract

The purpose of this project is to see the effect of performing environmental assessment in the early stages of the project, and how BIM and digital tools can help to make this process more effective and simple. The task wishes to convey how a contractor quick and easy can present a LCA analysis for a builder, and how this can result in a building with more environmentally impact. The task contains a research question and four hypotheses. The research question deals with the impact of environmental assessments using BIM, while the hypotheses research within LCA, BIM, early phase and the extent to which the contractor's customers will be interested in such an assessment.

The literature study was conducted at the start of the project and helped develop the research questions and the four hypotheses. The information from these previous tasks was obtained and helped to lay the foundation for the problem. There was a lot of literature covering the various themes, but there was little about LCA, BIM and early phase together. As a framework for this project the IDDS and IDM was used to map potential challenges and how these can be solved and answered.

In order to find out how builders choose the environmental profile and how interested they would be in the research question, four semi-structured interview were held with the contractors customers. These interviews showed a high degree of dispersion to what extent focusing on the environment and, in particular, environmental certifications. The knowledge about BIM and LCA varied with the interviewees, but was positive to the suggestions the group presented.

In the early stages it was decided with Veidekke Entreprenør that the task should result in a product or process. After studying Veidekke's environmental assessment routines, it was decided to design a new process for LCA calculations using softwares the contractor already used. This process is called; Climatic.

# Innholdsfortegnelse

<b>Forord</b>	<b>2</b>
<b>Sammendrag</b>	<b>3</b>
<b>Liste over figurer</b>	<b>7</b>
<b>Terminologi</b>	<b>8</b>
<b>1 Innledning</b>	<b>9</b>
1.1 Bakgrunn . . . . .	9
1.2 Formål . . . . .	9
1.3 Problemstilling . . . . .	10
1.4 Forutsetninger og begrensninger . . . . .	10
1.5 Problembeskrivelse . . . . .	11
1.6 Litteraturstudie . . . . .	12
1.7 Samarbeidspartnere . . . . .	13
<b>2 Teoretisk bakgrunnsinformasjon</b>	<b>13</b>
2.1 Tilbudsprosessen . . . . .	13
2.2 Vårt perspektiv på BIM . . . . .	15
2.3 LCA og LCC . . . . .	15
2.4 Teoretisk rammeverk for analyse . . . . .	16
2.5 Analyse ved hjelp av IDDS . . . . .	19
2.6 Rammeverk for prosessen . . . . .	20
<b>3 Metode</b>	<b>21</b>
3.1 Drøfting av metode . . . . .	22
3.1.1 Valg av metode . . . . .	22
3.1.2 Gjennomføring av prosessen Climatic . . . . .	22
3.1.3 Gjennomføring av kvalitative intervjuer . . . . .	22
3.2 Refleksjon og kvalitetsikring . . . . .	23
3.2.1 Validitet . . . . .	23
3.2.2 Reliabilitet . . . . .	23
3.2.3 Objektivitet . . . . .	24
3.2.4 Generaliserbarhet . . . . .	24
3.2.5 Etikk rundt miljø . . . . .	24
<b>4 Resultat</b>	<b>25</b>
4.1 Prosessen Climatic . . . . .	25
4.2 Intervju . . . . .	32

4.2.1	Prosjekt 1 . . . . .	32
4.2.2	Prosjekt 2 . . . . .	34
4.2.3	Prosjekt 3 . . . . .	36
4.2.4	Prosjekt 4 . . . . .	38
<b>5</b>	<b>Diskusjon</b>	<b>40</b>
5.1	Diskusjon rundt Climatic . . . . .	40
5.1.1	Arbeidsprosess . . . . .	43
5.1.2	Mennesket . . . . .	45
5.1.3	Interoperabel teknologi . . . . .	47
<b>6</b>	<b>Anbefalinger til videre utvikling av Climatic</b>	<b>49</b>
<b>7</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>51</b>
	<b>Referanser</b>	<b>55</b>
	<b>Vedlegg</b>	<b>57</b>
.1	Cynefin framework . . . . .	57
.2	Forklaring til figurer i flytskjema . . . . .	58
.3	Formel brukt i Excel . . . . .	58
.4	Referansedataen i excel-arket . . . . .	59
.5	Intervjumul fra IMDi . . . . .	60

## Liste over figurer

1	Cynefin rammeverk oversatt til norsk . . . . .	11
2	Organisasjonskart for Veidekke Entreprenør AS . . . . .	13
3	Veidekke sitt flytskjema i tidligfasen . . . . .	14
4	Livsyklusstadiene i følge standardene NS 3454 og NS-EN 15804 [7] [8]. . . . .	16
5	Utgangspunkt for rammeverket IDDS [10] . . . . .	19
6	Oversikt over hva som vektlegges i de ulike faktorene i IDDS . . . . .	20
7	Kartet er en illustrasjon over prosessene i oppgaven og hvilke faser disse går under. . . . .	21
8	Flytskjema for prosessen. Climatic <sup>®</sup> - utviklet av Vemund Rislåa, Maren Tråset og Kyrre Brandt-Madsen . . . . .	26
9	Information takeoff på Solibri . . . . .	27
10	Valg av excel-mal . . . . .	27
11	Rådataen som blir hentet ut av Solibri . . . . .	28
12	Det ferdige excel-arket som blir lastet opp i OneClick . . . . .	29
13	Den identifiserte dataen på OneClick sine nettsider [19] . . . . .	30
14	Den uidentifiserte daten på OneClick sine nettsider [19] . . . . .	31
15	Status for miljø i prosjekt 1 . . . . .	33
16	Status for miljø i prosjekt 2 . . . . .	36
17	Status for miljø i prosjekt 3 . . . . .	37
18	Status for miljø i prosjekt 4 . . . . .	39
19	Oppsummering av SWOT-analyse for Climatic . . . . .	43
20	Oppsummering av SWOT-analyse for arbeidsprosess . . . . .	45
21	Oppsummering av SWOT-analyse for mennesket . . . . .	47
22	Oppsummering av SWOT-analyse for Interoperabel teknologi . . . . .	48
23	Samspillet mellom de tre faktorene per dags dato . . . . .	50
24	Forslag til flytskjema for bruk av Climatic i tilbudsprosessen . . . . .	53
25	Cynefin framework med alle fem domene . . . . .	57
26	Forklaring av figurene til flytskjema . . . . .	58
27	Formel 1 benyttet i excel-arket . . . . .	58
28	Formel 2 benyttet i excel-arket . . . . .	58
29	Referansedata . . . . .	59
30	Intervjumal hentet fra IMDI [23]. . . . .	60

## Terminologi

**BIM** Bygnings informasjons modell

**LCA** Livssyklusanalyse

**LCC** Livssyklus kostnader

**RPA** Robot som utfører en prosess automatisk

**AI** Kunstig intelligens

**Skaffeperioden** Prosessen en bedrift gjennomgår for å gi tilbud på et prosjekt

**Mapping** Koder mellom forskjellige programvarer, slik at de "forstår" hverandre

**IFC** Format for utveksling av bygningsinformasjonsmodellering

**EPD** Kortfattet dokument som oppsummerer miljøprofilen til et produkt

**ITO** Information takeoff, et verktøy på Solibri

**SimpleBIM** Programvare som hjelper å trimme unødvendig data og egenskaper

**3D** Tredimensjonalt

**BREEAM** Ledende miljøsertifiseringsverktøy for bygninger i Norge

**LEED** Ledende miljøsertifiseringsverktøy for bygninger i verden

**Add on** Tilleggsfunksjon i et program

**Grønne bygg** I denne oppgaven er grønne bygg definert som bygg med en form for miljøvurdering, miljøsertifisering eller der det er gjennomført andre former for miljøtiltak



# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

I samarbeid med Veidekke Entreprenør AS, har det vært et ønske å se på muligheten av å gjennomføre LCA i tilbudsprosessen og hva slags effekt dette gir. Veidekke merker økt interesse hos byggherrer for optimalisering av mer miljøvennlige byggverk. Det krever planlegging av riktig miljøstrategi i tidligfasen av et prosjekt. Per dags dato er det ikke vanlig å gjennomføre LCA- beregninger i denne fasen. I de prosjektene dette har blitt utført så er det i prosjekteringsfasen, noe som kan være ugunstig med hensyn til at de store valgene for et prosjekt burde gjøres i tilbudprosessen. Ved å gi den utførende entreprenøren de beste forutsetningene å jobbe med og gi riktig pris til byggherren, vil det derfor være viktig med en LCA-beregning i tilbudsprosessen. Da dette gir retningslinjer på lønnsomheten ved valg av materialer i forhold til type byggverk.

Grunnlaget for en suksessfull byggeprosess avhenger av planleggingen og avgjørelsene som blir tatt i tidligfasen av et byggeprosjekt. Det er derfor valgt å fokusere på denne perioden ettersom det omtales lite i undervisning og forskning. Det er også her pengene ligger og entreprenøren gjør en kost/ nytte vurdering før de eventuelt gir en pris på et prosjekt som skal utføres. Det er viktig at det er redegjort for å redusere risiko og sannsynliggjøre mulighetene før bedriften tar på seg prosjektet, for i verste fall klarer en ikke å gjennomføre og store økonomiske konsekvenser kan forekomme.

## 1.2 Formål

Målet med denne oppgaven er å se på hvilken effekt det vil være å utføre en LCA i tilbudsprosessen. Veidekke ønsker å tilby sine kunder best mulig produkt i forhold til pris ved innkjøp og videre drift. Innholdet i denne rapporten er en del av bedriftens jobb om kontinuerlig forbedring og kunne i større grad sette et fokus på riktige miljøbeslutninger og identifisere hvilke tiltak som har størst effekt. Et dypere studie på dette området vil gjøre bedriften til en bedre støttespiller for kunden, som lettere vil se lønnsomheten ved en slik investering. Rapporten vil også se på hvem som blir påvirket av denne analysen og hvilken avgjørelser som må taes for at dette skal gjennomføres.

Gruppen ønsker at produktet som blir utviklet i denne oppgaven skal bli en del av tilbudsprosessen til Veidekke og at de skal dra nytte av det som har blitt undersøkt. Det har vært tett samarbeid mellom partene for å få til ønsket resultat.

### 1.3 Problemstilling

Basert på bakgrunnen for oppgaven er det utarbeidet problemstilling. Problemstillingene endret seg i forhold til erfaringer og avgrensninger som ble gjort underveis.

***”Hva er effekten av å gjennomføre miljøvurderinger i tidligfasen med støtte av BIM?”***

Basert på problemstillingene er det satt opp underproblemstillinger som gruppen mener er rimelig å bekrefte eller avkrefte.

1. Entreprenøren har nok innflytelse i en tidligfase til å påvirke byggherrens beslutninger
2. Ved å bruke BIM som informasjonsbærer for LCA, vil man få ut et LCA-overslag
3. Det er nok informasjon i tidligfasen til å utføre en LCA beregning
4. Entreprenørens kunder har interesse av en slik beregning

### 1.4 Forutsetninger og begrensninger

Rapporten avgrenser seg innenfor nye byggprosjekter i privat sektor. Den vil ta for seg bolig- og næringsbygg i Oslo, og ser på hvilke elementer og beslutninger som må til for å utføre LCA-overslag i tilbudsprossessens med BIM som informasjonsbærer. OneClick og Solibri er software som blir benyttet i oppgaven, men det er ikke fokusert på å analysere disse på noe dypere nivå.

Veidekke har kjøpt lisens til Oneclick og i samsvar med denne programvaren har modelleringsprogrammet Solibri, Simplebim og Excel blitt benyttet. Det er ikke gjort noe dypere studier i programmene, annet enn at de har blitt anvendt som verktøy for å få frem den beste løsningen for en LCA- beregning i samsvar med en kalkylemodell.

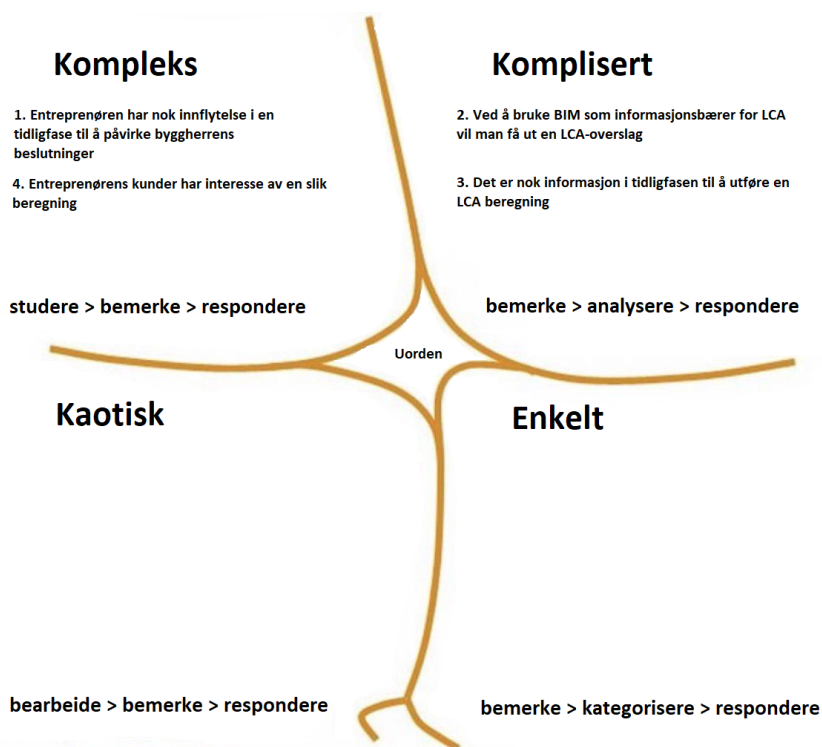
Det vil ikke bli fokusert på BREEAM-sertifisering eller andre miljøsertifiseringer utenom de poengene som eventuelt kan hentes ved en LCA-vurdering, og det intervjuobjekter forteller om. Dette fordi BREAAM er noe som de aller fleste i byggebransjen kjenner til og sertifiseringene blir for store og diffuse å bruke i forhold til hva som er ønsket å finne i denne rapporten.

## 1.5 Problembeskrivelse

Undersøke og løse problemer kan være komplisert. For å gjøre dette enklere er **Cynefin rammeverk** benyttet

Cynefin er et verktøy som skal hjelpe til med å definere problemet ved å dele situasjoner inn i fem forskjellige domener. Rammeverket kan brukes i forskjellige situasjoner der en kategoriserer problemet eller en beslutning og svarer på dem. Det er fire forskjellige domener; kompleks, komplisert, kaotisk og enkel (se vedlegg .1) [1].

Ved hjelp av Cynefin rammeverk har underproblemstillingene blitt kategorisert ut i fra de forskjellige domenene og hvordan gruppens kompetansenivå var i startfasen av oppgaven. Underproblemstillingene og domenene er listet i figur 1. Definisjon på domene finnes i vedlegg .1.



Figur 1: Cynefin rammeverk oversatt til norsk

Det har derimot vist seg utover i rapporten at noen av problemene som har blitt kategorisert har vært enklere å løse enn først antatt. Disse hadde nok blitt kategorisert annerledes hadde det vært en gruppe eller person med mer kompetanse

innenfor fagområdet. Nå som gruppen har fått utarbeidet mer kompetanse rundt dette fagfeltet, viser det seg at underproblemstillingene ”Ved å bruke BIM som informasjonsbærer for LCA vil man få ut et LCA-overslag” og ”Det er nok informasjon i tidligfase til å utføre en LCA beregning”, kunne blitt kategorisert som **enkel** av mange kompetente grupper og personer. I figur 1 vil disse problemene fortsatt stå som **komplisert** ettersom de ble kategorisert tidlig i prosessen.

## 1.6 Litteraturstudie

Det er mye studie rundt temaene som blir omtalt i denne oppgaven og måter de blir benyttet samtidig eller vær for seg. Det er igjen få oppgaver som omhandler problemstillingene som er satt til denne oppgaven. Derfor er det studert litteratur som bygger oppunder temaene hver for seg eller delvis kombinert.

**Prosjektvurderinger i tidligfasen - av Knut Samset**, er teori som legger et grunnlag for forståelsen av tidligfasen og hvordan prosjektvurdering bør gjøres i denne perioden. Boken gir informasjon om tidligfasen, hvilke vurderinger som må gjøres og metoder som kan brukes ved å analysere problemer og utfordringer på et så tidlig tidspunkt. Boken bygger på forfatterens egne erfaringer [2].

**Life Cycle Assessment av Kathrina Simonen**, ved University of Washington, er en håndbok som omhandler Life cycle assesment (LCA). Håndboken går innpå det grunnleggende rundt LCA, hva slags miljøpåvirkninger som inngår og hva slags data og standarder som blir benyttet. Det tar også for seg implementering av LCA-analyser, men lite om effekten av LCA i tidligfasen [3].

**BA 2015, Veileder - Tidligfase i byggeprosjekter**, er en veileder utviklet for byggherrer og utførende aktører og tar for seg byggeprosjektet fra idéfasen til beslutningen om bygging er tatt. Den har et fokus på løsningsalternativer, verdiøkende prosesser og på å trygge prosjektgjennomføringen. Den baserer seg på kilder fra seriøse aktører og presenterer tidligfasen på et nivå som gjør at den kan benyttes av alle. Denne veilederen legger til grunn for informasjon om tidligfasen i denne oppgaven. Veilederen er basert på referanser/kilder fra blant annet NTNU, AACE international, Metier AS, med flere og er utarbeidet av kjente aktører som COWI, SINTEF, NTNU, med flere [4].

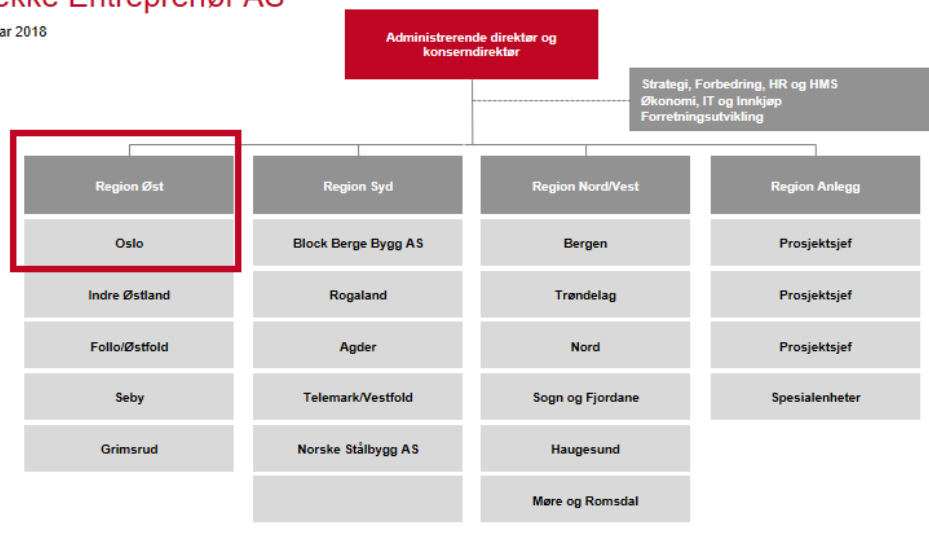
## 1.7 Samarbeidspartnere

### Veidekke Entreprenør AS

Veidekke ASA er en av Skandinavias største entreprenører og eiendomsutviklere. Selskapet har hovedkontor i Oslo og består av tre virksomhetsområder; Entreprenør, Eiendom og Industri. Denne oppgaven er utviklet i samarbeid med Veidekke Entreprenør AS, distrikt Oslo, samt tilhørende aktører innenfor selskapets aktuelle prosjekter som har vært med på utformingen av oppgaven.

### Veidekke Entreprenør AS

Pr. februar 2018



Figur 2: Organisasjonskart for Veidekke Entreprenør AS

## 2 Teoretisk bakgrunnsinformasjon

I dette kapitlet belyses bakgrunnsinformasjonen for oppgaven. Dette innebærer blant annet redegjørelse for tilbudsprosessen, gruppens perspektiv på BIM og hva LCA og LCC er. Det vil også bli fremstilt teoretisk rammeverk for analyse, samt analysering ved hjelp av IDDS og prosessutvikling ved hjelp av IDM.

### 2.1 Tilbudsprosessen

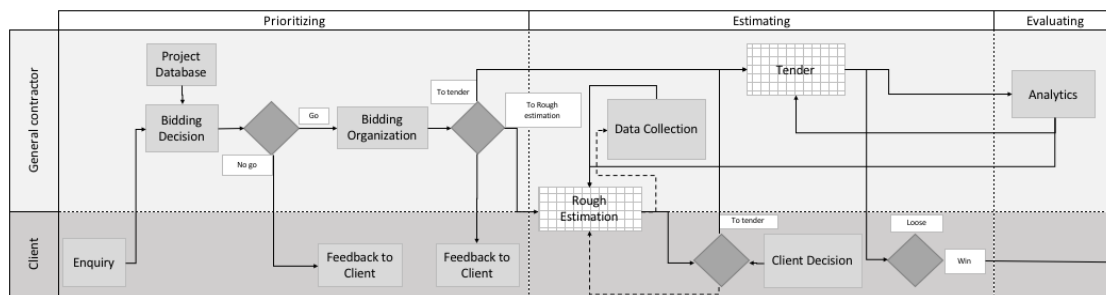
Tidligfase i et byggeprosjekt er en periode som strekker seg fra uker til år i et tidsperspektiv. Prosjektets omfang er forskjellig fra byggverk, aktører og sektor. Beslutningene som blir gjort i tidligfasen er med på å legge grunnlaget for resten av byggeprosjektet.

Store entreprenørselskap som Veidekke har mulighet til å utføre de fleste byggeprosjekter på markedet, og de ønsker selv å utvikle både små og store prosjekter [5]. Måten entreprenørselskapet får vite om et byggeprosjekt er forskjellig. Det er blitt mer vanlig med pris- og designkonkurranser eller totalentrepriser, både i offentlig og privat sektor. Det hender også at byggherre kontakter Veidekke direkte og spør om de vil være med å regne på et prosjekt, eller at de forhandler med kjente byggherrer. Offentlige anskaffelser blir lagt ut på doffin.no

Sett fra entreprenørens perspektiv er det viktig å gjøre en vurdering på om det er et prosjekt som er verdt å satse på. Vurderingene som blir gjort er; type entreprisform, om de har kapasitet og kriterier til prosjektet. Ved en totalentreprise er det alltid en balansegang om hvor detaljert det skal regnes.

I en tilbudsprosess er det vinn eller forsvinn. Dersom bedriften er med på å prisgi et prosjekt er utfallet i hvert sitt ytterpunkt. Byggherren velger ut ifra prisen som er gitt, kompetansen til firmaet og teamet som er satt til å utføre det eventuelle prosjektet. Det er svært viktig å få med seg informasjonen som er blitt gitt fra byggherre og regne på totalpakken av prosjektet.

Mengden av informasjon om et prosjekt er ikke avgjørende for å regne riktig, men at informasjonen i størst mulig grad er relevant. Dersom verdifull informasjon om prosjektet blir misforstått eller utelatt kan alvorlige konsekvenser forekomme for bedriften. Verste utfall for en entreprenør er at de får store økonomiske belastninger og ikke kan gjennomføre prosjektet.



Figur 3: Veidekke sitt flytskjema i tidligfasen

## 2.2 Vårt perspektiv på BIM

Veidekke definerer BIM som en digital objektbasert modell av et byggverk. BIM er potensielt den største informasjonskilden i et prosjekt. Fra skaffefase til overlevering av byggverket legges det gradvis nødvendig informasjon som alle aktører i prosjektet benytter seg av. Nøkkelen for å få til ønsket resultat i BIM er god informasjonsflyt mellom de forskjellige aktørene i prosjektet. En livssyklusanalyse av bygget fremkommer ved å hente ut mengder fra Solibri, sortere disse mengdene i excel, deretter videreføre det til Oneclick.

## 2.3 LCA og LCC

I en tilbudsprosess kan det gi stor gevinst fra entreprenørens side å vise til en livssyklusanalyse sammen med et perspektiv på livssykluskostnadene av byggverket. Da har kunden mulighet til å få et større bilde av kost/nytte verdi for deres produkt. Ved å flette inn disse analysene som en del av en tilbudsprosess har byggherre og entreprenør mulighet til å komme med forslag til endringer som gir utslag på miljø og kostnader.

**Life cycle assessment (LCA)**, er en standard metode for å spore og rapportere miljøpåvirkninger på et produkt eller på en prosess gjennom sin livssyklus. LCA ser på hele prosessen fra materialutvinning, fremstilling- og produksjon, konstruksjon og bygget når det er i bruk, til det må rives (se figur 4). ISO 14040 og ISO 14044 er standarder som brukes som prinsipper og rammeverk opp mot en LCA-analyse [3]. Siden en LCA ikke har noe analyse av kostnadene, brukes det en LCC-analyse til dette.

**Life cycle cost (LCC)**, er en metode for å beregne kostnader for oppføring, drift og vedlikehold av et bygg. En ferdig LCC gir årskostnadene til et bygg eller anlegg. NS3454 benyttes som et hjelpemiddel til LCC analyse. Den beskriver forholdet mellom livssykluskostnader, årlige kostnader, levetidskostnad og årskostnader. I tillegg fastlegger LCC hovedposter for disse kostnadene[6][7].

Produksjonsstadiet			Konstruksjon prosess stadiet		Bruker stadiet							Slutten-på-livet stadiet				Fordeler og belastninger utover systemgrensa		
Rå materialet	Transport	Fremstilling	Transport til byggeplass	Installasjon på byggeplass	Bruk/gjennomføring	Vedlikehold	Reparasjon	Erstatning	Oppussing	Operativ energibruk	Operativ vannbruk	Dekonstruksjon/Rivning	Transport	Avfallshåndtering	Deponering	Bruke om igjen	Gjenoppretting	Resirkulering
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D	D	D

Figur 4: Livsyklusstadiene i følge standardene NS 3454 og NS-EN 15804 [7] [8].

En livssyklusanalyse ser normalt på de fire første stadiene. Men dette kommer helt an på hva en har lyst til å se på. Dersom det er interessant å se på forbedringer av materialet i bygningen så er det ikke nødvendig å ta med alle de andre stadiene.

### Valg av LCA-software

Grunnen til at Statsbygg endret metode for LCA-beregninger var fordi klimagassregnskap.no trengte en oppdatering rent teknisk. Statsbygg eier klimagassregnskap sammen med en annen aktør, og denne aktøren var ikke villig til å legge penger i denne oppdateringen. Det ble så lagt ut et offentlig anbud, der Bionova vant med sin software OneClick. Denne sofwaren falt også i smak hos miljøavdelingen på Veidekke. Flere miljøorganisasjoner som BREEAM, LEED, Energie Carbone med flere, anbefaler OneClick [9].

## 2.4 Teoretisk rammeverk for analyse

Som et rammeverk for oppgaven har gruppen, sammen med veileder, kommet frem til at IDDS var det mest gunstige. Det finnes flere forskjellige typer rammeverk som fungerer bra, men IDDS ble valgt fordi den er skreddersydd for bruk i en byggebransje som er i endring. Ved hjelp av IDDS kartlegges problemer og de blir løst. IDDS vil bli forklart mer grundig videre i kapittelet.



## **Integrated Design & Delivery Solutions**

Integrated design & delivery solutions (IDDS) er et teoretisk rammeverk utviklet av International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB). Målet til CIB er *”Å være en byggesektor hvor folk med tradisjonelle og nye ferdigheter praktiserer mer samarbeid og kommunikative prosesser, støttet av gjennomgripende, men nesten gjennomsiktig, kunnskap og informasjonbasert teknologi”* [10]. Dette betyr at det er ønskelig å effektivisere bygg- og anleggsbransjen, spesielt med hensyn til BIM og andre dataverktøy, ved hjelp av samspillet mellom mennesket, arbeidsprosessen og teknologien.

Prosjekter som benytter IDDS vil være avhengige av at de forskjellige faggruppene har en god helhetsforståelse av prosjektet. God kommunikasjon og samarbeid på tvers av faggruppene er derfor nødvendig for å komme frem til ønsket resultat. Ved å samle en mengde av delt data, informasjon og kunnskap fra tidligere prosesser vil det være en helhetlig tankegang i prosjektets ulike faser. For denne oppgaven vil det bety at faggruppene har kunnskap om livsløpsanalyser, BIM og hvordan dette skal presenteres ovenfor en byggherre, slik at de kan se nytten av å investere i en slik analyse.

Rammeverket bygger på fire viktige elementer; samarbeidsprosesser, forbedrede ferdigheter, integrert informasjon -og automasjonssystemer og kunnskapsforvaltning.

### **Samarbeidsprosesser i alle prosjektfaser**

I byggesektoren er det viktig med godt samarbeid og god kommunikasjon mellom aktørene. Bedre praksiser og prosesser må utvikles for å fremme samarbeidsevnen i prosjekter. Organisasjoner i bransjen og styrende organer må engasjere seg i utviklingen av en slik prosess. I tillegg er det behov for at ting må kunne dokumenteres, ha opplæring og autorisere prinsippene i et kontraktokument mellom aktørene. Forbedring av samarbeidsprosesser i alle prosjektfaser vil spare aktører i bransjen for tid og kostnader, men vil også øke kvaliteten på det ferdigstilte bygget [10].

## **Forbedrede ferdigheter**

Ettersom prosjekter blir mer og mer avanserte og komplekse, er det viktig med deltakere som har god teknisk kunnskap og kompetanse rundt integrert arbeidsprosess. Ved å ha en god informasjons- og kunnskapsflyt mellom deltakerne fra de ulike fagfeltene vil det resultere i økt effektivitet når det gjelder å møte alle typer prosjektobjektiver [11]. For Veidekke er det viktig at de sprer kompetanse og erfaring ved bruk av Climatic til kolleger og kunder, slik at alle kan se nytten av en slik analyse.

## **Integrert informasjon og automasjonssystemer**

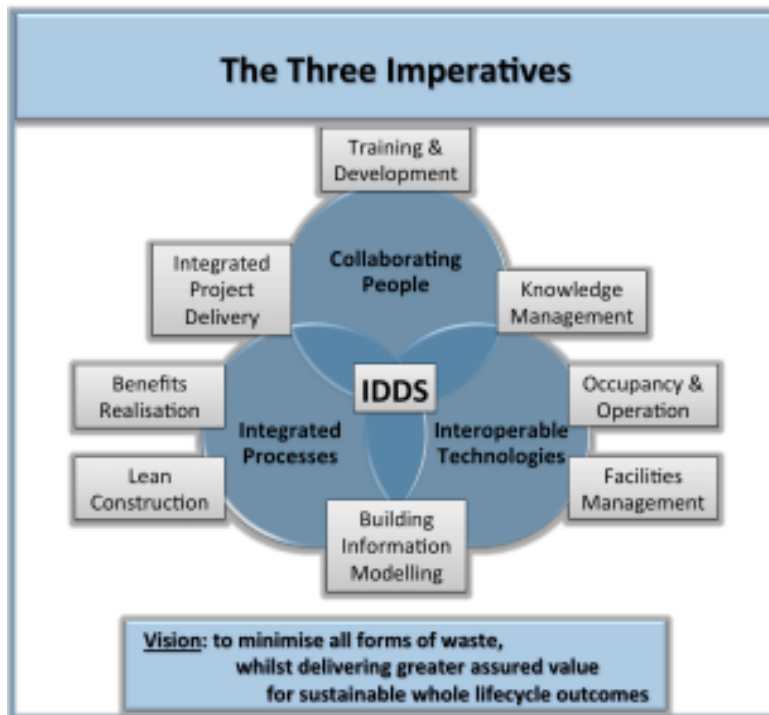
For å oppnå god informasjonsflyt på tvers av programvarene må bruken av digitale verktøy fungere optimalt. Et ønske er å få en automatisk informasjonsflyt uten å måtte korrigere prosessen og skille ut unødig informasjon. Ved å benytte seg av IDM (se avsnitt 2.6) som metode, vil bygningsmodellen supplere hver enkelt aktør med den informasjonen som de skulle trenge til riktig tidsbruk. For å hindre at viktig data blir tapt, benyttes IFC som et standardisert filformat [11].

## **Kunnskapsforvaltning**

Det er viktig å dra nytte av erfaringer og derfor kan det vært gunstig å samle inn kunnskap som en innhenter fra forskjellige prosjekter og forvalter dette videre på andre prosjekter. Derfor har det blitt oppfordret flere steder at ansatte må dokumentere viktig kunnskap og erfaringsdata som de tilegner seg på sine prosjekter, slik at det i en senere fase blir utviklet strukturerte sjekklister.

Ved utførelse av Climatic vil det være viktig å samle inn kunnskap fra prosessen. Både positive og negative erfaringer bør være med, slik at man ved neste utførelse vil kunne optimalisere og effektivisere prosessen

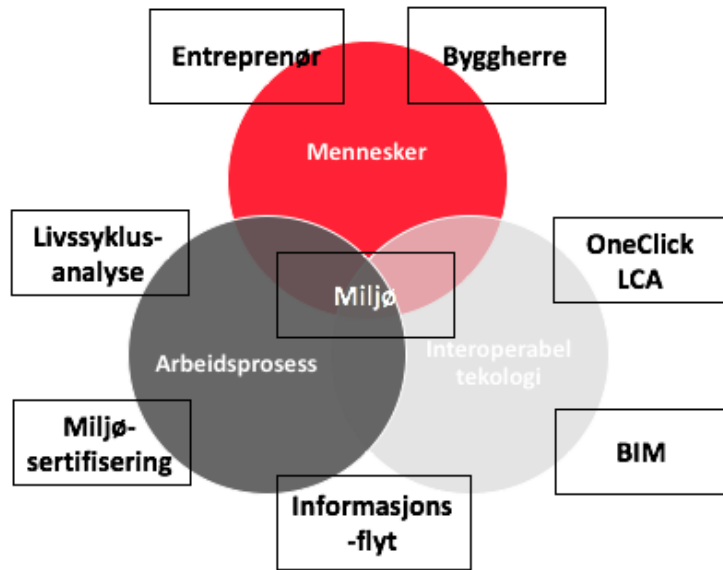
## 2.5 Analyse ved hjelp av IDDS



Figur 5: Utgangspunkt for rammeverket IDDS [10]

Rammeverket IDDS vil bli benyttet til å analysere svarene en får fra intervjuobjektene og til videre utvikling av Climatic. Det vil da bli sett på samspillet mellom mennesket, arbeidsprosessen og teknologien.

- **Mennesket** er alle aktører som er involvert i en tidligfase av et byggeprosjekt. Aktørene er gjerne en byggherre som utlyser et tilbud, arkitekt og rådgivere som er ansatt av byggherren.
- **Arbeidsprosess** er arbeidet som knyttes til en miljøvurdering. Disse vurderingene kan være et ønske om et livsløpssyklus av bygningen, energimerke eller en miljøsertifisering. Prosessen skal være en rutine hos entreprenøren. Målet er å få dette mer automatisert og som en del av tilbudsfasen.
- **Teknologi** blir benyttet for å enkelt utføre de nevnte arbeidsprosessene. Dataprogrammer, simuleringsprogrammer og digitaliserte modeller er noe av teknologien som blir brukt som informasjonsbærer til arbeidsprosessene.



Figur 6: Oversikt over hva som vektlegges i de ulike faktorene i IDDS

## 2.6 Rammeverk for prosessen

IDM er benyttet som et rammeverk for prosessen i oppgaven. Ettersom det er tidligfasen som analyseres, var det interessant å finne ut av hvor lite informasjon som trengs fra Solibri for å få frem en analyse i Oneclick. Her er oppgaven å analysere hvilken informasjon som er tilgjengelig i input, altså Solibri, og hvordan denne skal bearbeides videre. Et ønske er at dette i stor grad skal skje automatisk. Rammeverket er med på å gjøre informasjonsflyten mellom de ulike programmene i Climatic mer oversiktlig og forståelig.

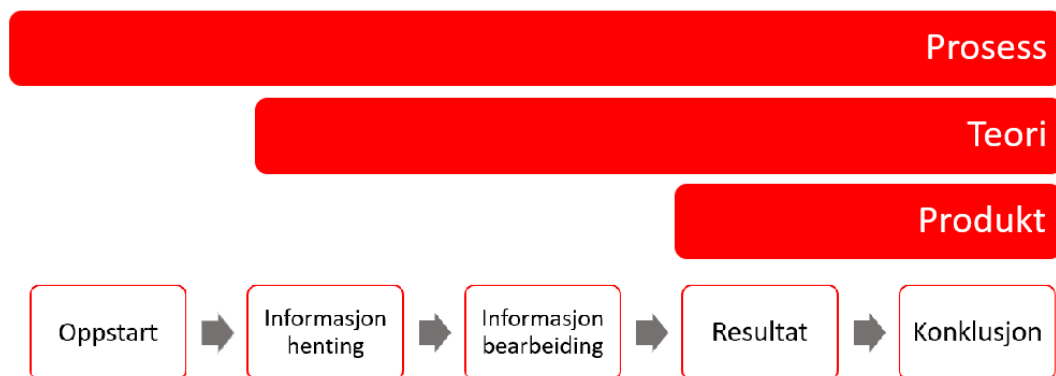
### Information Delivery Manual - IDM; ISO 29481: Part 1: 2016

Information Delivery Manual (IDM) er en metode som spesifiserer utveksling av informasjon i byggets prosesser. Det er en direkte oversatt manual for en informasjonsleveranse. Med en konkret prosess spesifiserer IDMene den digitale utvekslingen mellom partene. Prosessen kan til etterfølge benyttes som grunnlag for implementering i software og som tillegg til en avtale mellom partene som digitale ytelser. IDM er utviklet i det internasjonale buildingSMART samarbeidet og er godkjent som internasjonal standard. Grunnen til at denne prosessen blir brukt er fordi at det kan være utfordrende å levere den riktige informasjonen når en har bruk for den. Dette gjør at mottakeren umiddelbart kan igjenbruke den i egne IT-systemer, som kan medvirke til en forbedring av byggeprosessen. I en byggeprosess

utveksles det mengder av informasjon mellom flere forskjellige parter. Informasjonen blir levert på forskjellig måte med ulikt innhold. Det blir levert med direkte personlig kontakt, over telefon eller i papirdokumenter som mail og liknende, kan dette medvirke til en forbedring av byggeprosessen [12].

### 3 Metode

For gjennomføring av oppgaven, ble det utviklet et prosesskart. Det er en udetaljert fremdriftsplan for gjennomføring av oppgaven. Kartet illustrerer gangen i prosjektet fra start til slutt, samt forskjellige prosesser i de tre fasene, prosess, teori og produktutvikling. Videre bygger prosjektoppgaven på rammeverket IDDS som har vært med på å fastsette begrensninger og bearbeiding av resultater.



Figur 7: Kartet er en illustrasjon over prosessene i oppgaven og hvilke faser disse går under.

I første prosess ble det holdt et oppstartmøte med samarbeidspartner og veileder. Her ble det valgt tema og utviklet en problemstilling for oppgaven. Et ønske om at prosjektoppgaven skal resultere i et produkt, i form av en ny prosess eller et nytt verktøy, ble også bestemt. I andre og tredje prosess hentes og bearbeides informasjon. Her samles relevant og nødvendig fagstoff og litteratur som benyttes som støtte i intervjuer og videre utvikling av oppgaven (se kapittel 1.6). Intervjuene ble også gjennomført i denne fasen for å kartlegge bransjens fokus på miljø. I prosess fire samles alle resultater i oppgaven og produktet, i form av prosessen (3.1.2), påbegynnes. I den siste prosessen presenteres det en konklusjon og en diskusjon rundt resultatene, samt forslag til videre forskning.

## **3.1 Drøfting av metode**

### **3.1.1 Valg av metode**

Valg av metode avhenger av problemstillingen og hvordan type informasjon gruppen ønsker seg. Implementering av BIM og miljø i tidligfasen er et bredt tema, med mye informasjon og mange uavhengige meninger fra ansatte og kunder. Etersom det ble planlagt semi-strukturerte intervjuer av få og konkrete personer var gruppen avhengige av å få mest mulig informasjon ut av disse. Derfor var det naturlig å velge kvalitativ metode ettersom det er lettere å innhente bred informasjon hos intervjuobjektene.

### **3.1.2 Gjennomføring av prosessen Climatic**

Veidekke benytter Solibri som verktøy til å hente informasjon fra 3D-modeller i alle typer prosjekter og er godt innarbeidet i arbeidsrutinene. OneClick er nylig blitt tatt i bruk hos miljøavdelingen og er ikke like godt innarbeidet. Derfor er det interessant å se på nye og mer effektive måter å benytte seg programvaren på. Per dags dato benytter Veidekke seg av simpleBIM som mellomleddet fra Solibri til OneClick. Dette var ønskelig for Veidekke å endre. Det har derfor blitt undersøkt om hvilken ulike metoder som kunne bli benyttet som mellomledd i denne prosessen.

For å komme frem til en ny prosess, har Excel blitt benyttet som et alternativt mellomledd til SimpleBIM. Grunnen til dette er at SimpleBIM er et program som blir lite benyttet i bedriften, det gir lite informasjon til hvilke elementer som overføres fra Solibri og det er ingen mulighet til å gjøre eventuelle endringer i programmet. Excel er derimot et program som blir benyttet hos alle, er lett å bruke og gir en oversikt over mapping mellom software det blir benyttet opp mot. Her er det muligheter for å gjøre nødvendige endringer før en analyse gjennomføres. Denne løsningen har gruppen kommet frem til ved hjelp av møter med ansatte hos Veidekke og etter metoden ”learning by doing and reflecting”.

### **3.1.3 Gjennomføring av kvalitative intervjuer**

For å finne ut av hva bransjen trenger og tenker, ble kvalitative intervjuer gjennomført. Det ble på forhånd valgt å bruke intervjumalen fra IMDi (se vedlegg .5) som skulle følges på en semi-strukturert måte. Denne strukturen ble valgt fordi den egner seg best til intervjuer der det har kun vært et møte med aktørene, slik det var i disse tilfellene. Alle prosjektene utenom prosjekt 3 ble tatt opp. Dette fordi at det ble stilt åpne spørsmål under intervjuene, og at det er en risiko at diskusjonen kunne avvike fra intervjumalen. Ved å transkribere fra lydfilen etter

intervjuene var det enklere å få relevant informasjon i rapporten, og mistolkninger ble unngått [13].

Målet med å gjennomføre kvalitative intervjuer er for å innhente informasjon om bevisstheten rundt miljø i bransjen, og hva som kan gjøres for at det blir mer bevissthet rundt det. Det er også ønskelig å se responsen hos aktørene angående bruken av LCA beregninger i tidligfasen av et byggeprosjekt.

I Veidekke holdes det på med mange store og spennende prosjekter. Det blir sett på flere av disse prosjektene og undersøkt bevisstheten rundt miljø fra de forskjellige aktørene. Prosjektene og aktørene som er intervjuet er listet under.

1. **Prosjekt 1** - Prosjektleder fra byggherre.
2. **Prosjekt 2** - Sentral lederskikkelse, BREEAM-AP og prosjektleder fra entreprenør.
3. **Prosjekt 3** - Prosjektleder fra entreprenør.
4. **Prosjekt 4** - Prosjektleder fra byggherre.

## **3.2 Refleksjon og kvalitetsikring**

### **3.2.1 Validitet**

Ved forskning er det viktig at informasjonen og resultatene fra intervjuene og litteraturstudiet har god validitet. Med det menes at resultatene av et forsøk eller en studie kan trekke gyldige beslutninger om det en har satt seg som formål å undersøke [14]. Det er derfor viktig at informasjonen som opptas i løpet av forskningsperioden kan måle seg opp mot de problemstillingene oppgaven skal undersøke [15].

### **3.2.2 Reliabilitet**

Reliabilitet er pålitelighet, noe som kan være usikkert i forhold til informasjonen som innhentes fra intervjuene. Derfor er det viktig at spørsmålene som blir stilt er åpne og at det snakkes fritt rundt teamet slik at det ikke oppstår misforståelser og at alle synspunkter blir drøftet. Ved ledende spørsmål kan det være fare for at intervjuobjektene gir det resultatet som er ønsket fra intervjuerens side [16].

### 3.2.3 Objektivitet

Intervjurundene er blitt gjennomført i samarbeid med flere aktører som har forskjellige roller i henhold til et byggeprosjekt. Det er derfor ikke så lett å få en objektivt tilnærming. Det var stort sett subjektive svar fra intervjuobjektene, noe som var bevisst ettersom det var valgt å holde semi-strukturerte intervjuer med varierende spørsmål. Utfallet av dette er en bredere oppfatning av bevisstheten rundt miljø og valgene som har blitt tatt i de ulike prosjektene [17].

### 3.2.4 Generaliserbarhet

Prosessen som blir utarbeidet i denne oppgaven har som ønske å bli generalisert hos Veidekke, det vil si at det blir allmenngjort. Prosessen skal også være mulig å utføre hos andre aktører, men da må det mest sannsynlig gjøres noen tilpasninger [18].

### 3.2.5 Etikk rundt miljø

Som Norges største entreprenør, mener gruppen at Veidekke har et samfunnsansvar når det kommer til etikk og miljø. Ved å innføre Climatic som en rutine hos Veidekke, vil gevinsten av prosessen trolig tjene flere aktører enn byggherre og sluttbruker. Climatic vil kunne se på bedre løsninger med tanke på miljøet i tidligfasen av et prosjekt og vil da bidra til FNs togradersmål og Norges mål om å redusere klimagassutslippet med 40 %.

Flere av de store entreprenørene presenterer årlig en miljørapport for sine organisasjoner, som viser til resultater, mål og tiltak som gjøres og som skal gjøres. Dette viser til at entreprenøren har verdier som tar hensyn til miljøbelastningen som kloden blir utsatt for i dag og i generasjonene som skal leve etter oss. Det er mye fokus på det "grønne skiftet" og byggebransjen er i et stadie nå hvor det må gjøres tiltak for et bedre miljø. En bedrift som aktivt jobber med å forbedre sine miljøperspektiv kan derfor oppleve et konkurransefortrinn i nåtidens og fremtidens prosjekter.

For Veidekke er det viktig å tenke langsiktig. Det handler ikke bare om å minske risikoen ved å utbedre metoder i tidligfase, men det å søke etter utvikling av bedre metoder og utnyttelser av teknologi. Dette er en etisk forpliktelse gruppen mener at Veidekke har.

Et ønske i denne oppgaven er å engasjere byggherre til å se mulighetene ved å bygge mer miljøriktig bygg. Ofte vil dette resultere i en noe dyrere investeringskostnad, men igjen gi en mer gunstig driftskostnad. Spørsmålet rundt kostnadene utdypes



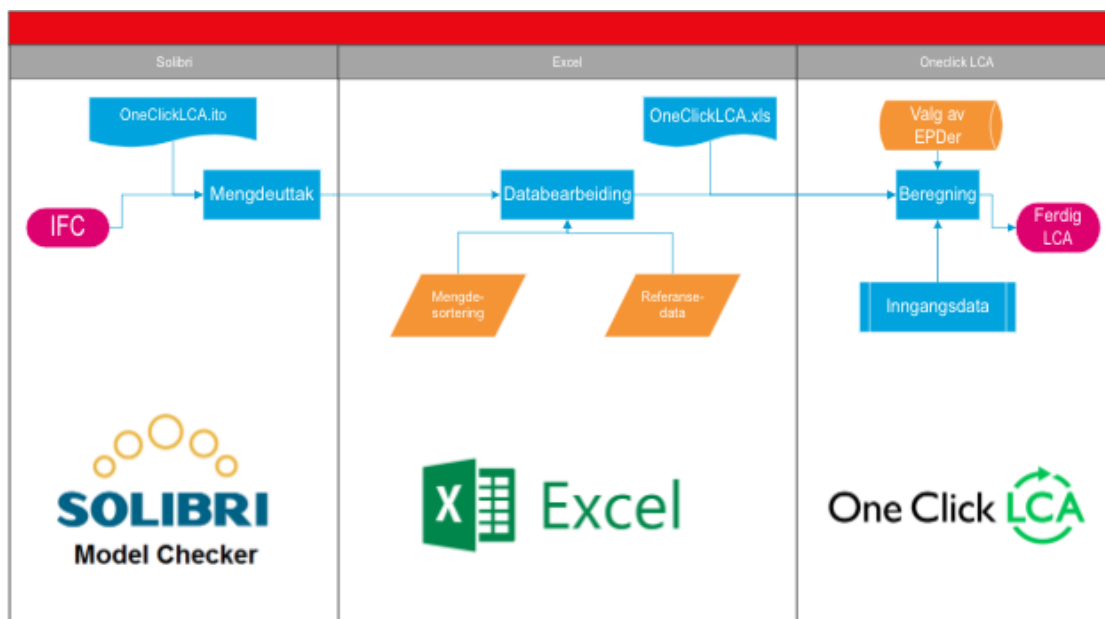
ikke ytterligere i denne oppgaven. For at en byggherre skal se verdien i en LCA - analyse i tidligfasen av et prosjekt, må først og fremst bedriften forstå utbytte av det. Markedet i dag har et stort fokus på miljøsertifisering, som blant annet BREEAM og LEED. Det er blitt en ”populær” måte å profilere et byggverk på som miljøriktig, som igjen er driver hos mange utbyggere. Om tanken bak dette er *grønnere bygg* eller om det er rent profittdrivende for å skaffe seg relevante kunder, kan en stille spørsmål rundt. Her vil resultatet kanskje ha en positiv virkning i begge retninger? LCA vil forhåpentligvis presentere en mer oversiktlig analyse over de materialvalgene som er tatt med hensyn på miljø.

## 4 Resultat

I dette kapitlet vil det først bli presentert resultatet av prosessen som har blitt utviklet. Deretter vil resultatene fra intervjuene, som har blitt analysert ved hjelp av IDDS (se kapittel 2.4), bli presenteres fra prosjekt en til prosjekt fire.

### 4.1 Prosessen Climatic

For å enkelt formidle resultatet av denne prosessen har det blitt laget et flyt-skjema. Figur 8 viser prosessen fra Solibri til OneClick og hva som skjer i de ulike delprosessene. Hva som skjer i de forskjellige programmene blir utdypet mer under. Forklaring til de forskjellige figurene finnes i vedlegg .2.



Figur 8: Flytskjema for prosessen. Climatic<sup>®</sup>- utviklet av Vemund Rislåa, Maren Transet og Kyrre Brandt-Madsen

### Solibri model checker

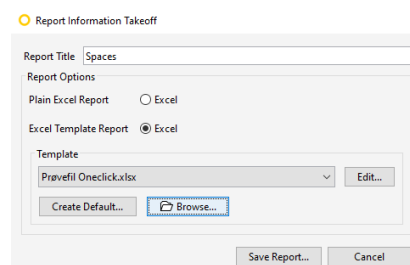
Solibri model checker er det første leddet av prosessen som er utviklet i denne oppgaven. I dette programmet legges en eller flere IFC filer inn. I form av en 3D modell kan en navigere seg rundt i bygget og nødvendig informasjon om volum, antall, type materiale med mer, hentes herfra. Her er det viktig at ARK og RIB har vært nøye med å navnesette de forskjellige komponentene likt. Funksjonen på Solibri som blir benyttet i prosessen heter «Information takeoff» - her bestemmes det selv om man ønsker informasjon om vegger, dekker, tak og lignende og hvilken enhet man vil ha ut. Videre er det lagt inn en mapping mellom Solibri og Microsoft Excel, der hentes det ut ønsket data om bygget.

Component	Material	Volume	Area	Length	Type	Color
Beam	Betong	2.51 m3		14.54 m	640X300	Yellow
Beam	Betong	32.72 m3		155.80 m	Boligsprang	Cyan
Column	Betong	432 l		2.70 m	400X400	Magenta
Column	Betong	2.33 m3		11.10 m	700X300	Orange
Column	Betong	4.33 m3		11.10 m	1300X300	Red
Column	Betong	4.44 m3		62.40 m	D300	Blue
Column	Betong	5.20 m3		26.40 m	D500	Green
Column	Betong	21.22 m3		235.80 m	300X300	Purple
Column	Betong	102.20 m3		408.80 m	500X500	Brown

Figur 9: Information takeoff på Solibri

I oppgaven er det valgt å bruke en referansemødel fra et byggeprosjekt. Denne modellen er en "kalkyle-mødel" og inneholder en mindre spisset informasjon en for eksempel en prosjekteringsmødel.

I denne modellen er det blant annet informasjon om hvilke elementer som inngår, hvilken type materiale det er og hvor mye volum dette materialet har. I figur 9 er det et utklipp fra eksempelet som er brukt. Her er det allerede tatt en "Information takeoff" og elementene er sortert i blant annet komponent og materiale. Disse kategoriene er bestemt via en ITO-mal som manuelt lastes inn. Hvert element i bygget kommer så nedover med tilhørende material, volum, areal, lengde, type og en fargekode. Dette er de samme enhetene som er valgt i Excel-malen. Disse enhetene ble valgt på grunnlag av at OneClick baserer sine beregninger på type materiale og volum. Entreprenøren var også interessert i å få en oversikt over areal og løpemeter, så disse ble også tatt med i Excel-arket. I figur 9 er det valgt "Takeof All", så alle elementer inngår. Det kan også tas ut deler av bygget eller bare en vegg. I "Report"



Figur 10: Valg av excel-mal

## Microsoft Excel

Mellomleddet i prosessen fra Solibri model checker til OneClick er Microsoft Excel. Excel blir benyttet for mengdesortering av de ulike komponentene slik at de forskjellige komponentene får riktig benevning. I figur 11 kan en se første arket på excel. Dette er rådataen som kommer fra information takeoffen fra Solibri.

CLASS	IFCMATERIAL	VOLUME [M3]	AREA [M2]	LENGTH [M]	COMMENT
Beam	Betong	2,51		14,54	640X300
Beam	Betong	32,72		155,8	Boligsprang
Column	Betong	0,432		2,7	400X400
Column	Betong	2,33		11,1	700X300
Column	Betong	4,33		11,1	1300X300
Column	Betong	4,44		62,4	D300
Column	Betong	5,2		26,4	D500
Column	Betong	21,22		235,8	300X300
Column	Betong	102,2		408,8	500X500
Column	Betong	252,3		1051,26	800X300
Column	Stål	1,08		35,1	120X200
Column	Stål	11,05		418,66	100X200
Door	Background Fill	0,302	8,4		Skyvedør pocket 2fl
Door	Background Fill	1,75	36,17		YD B
Door	Background Fill	1,94	45,68		YD C
Door	Background Fill	2,4	54,78		ID C
Door	Background Fill	2,49	49,02		Kjeller
Door	Background Fill	3,07	62,83		Garasjeport 1
Door	Background Fill	5,98	149,31		Skyvedør pocket 1fl
Door	Background Fill	7,51	152,87		ID B
Door	Background Fill	28,4	790,02		ID A
Door	Background Fill	104,77	2264,71		YD A
Ramp	Betong	0,381			BDE-017 Påstøp,
Ramp	Betong	138,66			Rampe
Ramp	Påstøp/avretting	0,456			Rampe
Roof	Betong	272,83	909,43		Betong
Roof	Betong	3311,43	9174,56		
Roof	Taktekning	2321,31	7019,38		Taktekning
Slab	Background Fill	3,7	36,96		
Slab	Background Fill	12,72	42,39		Iacteramme

Figur 11: Rådataen som blir hentet ut av Solibri

Videre sorteres informasjonen i rådataen til fem forskjellige ark; volum, areal, lengde, referansedata og til slutt arket som skal inn i OneClick (se figur 11). Dette har blitt gjort fordi det da er enklere å holde en oversikt over de forskjellige komponentene med tilhørende benevning. Komponentene er linket til referansedataen (se vedlegg .4) slik at de sorteres til riktig ark.

CLASS	IFCMATERIAL	QUANTITY	QTY_TYPE
Beam	Betong	2,51	M3
Beam	Betong	32,72	M3
Column	Betong	0,432	M3
Column	Betong	2,33	M3
Column	Betong	4,33	M3
Column	Betong	4,44	M3
Column	Betong	5,2	M3
Column	Betong	21,22	M3
Column	Betong	102,2	M3
Column	Betong	252,3	M3
Column	Stål	1,08	M3
Column	Stål	11,05	M3
Door	Background Fill	0,302	M3
Door	Background Fill	1,75	M3
Door	Background Fill	1,94	M3
Door	Background Fill	2,4	M3
Door	Background Fill	2,49	M3
Door	Background Fill	3,07	M3
Door	Background Fill	5,98	M3
Door	Background Fill	7,51	M3
Door	Background Fill	28,4	M3
Door	Background Fill	104,77	M3
Ramp	Betong	0,381	M3
Ramp	Betong	138,66	M3
Ramp	Påstøp/avretting	0,456	M3
Roof	Betong	272,83	M3
Roof	Betong	3311,43	M3
Roof	Taktekning	2321,31	M3
Slab	Background Fill	3,7	M3
Slab	Betong	12,72	M3

▶ Rådata
Volum
Areal
Løpemet
Referansedata
OneClickLCA

Figur 12: Det ferdige excel-arket som blir lastet opp i OneClick

Det siste arket, figur 12, er arket som lastes opp til OneClick. Dette arket er også linket opp mot referansedataene slik at den henter de riktige verdiene fra rådataen. Som for eksempel sier referansedataen at betong skal angis i  $m^3$ , da henter den volumet fra rådataen og inn i det siste arket. Referansedataen kan endres på, slik at hvis man trenger en komponent i en annen benevning, kan man enkelt endre det i referansedataen, og det siste arket henter riktig data i forhold til benevningen. Videre i prosessen blir excel-arket lastet opp i OneClick.

## LCA software

Ved hjelp av en mapping mellom Excel og OneClick, importerer programmet data fra regnearket og plasserer det i forhold til materiale, klasse, mengde og ressursnavn.

Før excel-arket lastes opp i OneClick, er det viktig å opprette en tilsvarende bygning, som den en ønsker å importere data fra. Dette kalles et prosjekt. Programmet vil betrakte denne bygningen som en kvadratisk boks og tar utgangspunktet i BRA som er oppgitt. Informasjon som gateadresse, land og type bygning er også mulig å legge inn.

Etter dette har blitt gjort, vil det være mulig i importere filen. Resultatet av den importerte filen ser ut slik ut som i figur 13 og i figur 14. Det vil da komme opp to rullegardiner med identifiserte data og uidentifisert data. Ved importering av excel-fil vil også OneClick komprimere og slå sammen materialer som er like, sånn at det ikke vil være like mange linjer å jobbe med som i utgangspunktet.

▼ ✓ Identifiserte data: 12 / 65,87 % av volumet							
Materiale	Klasse	Kommentar	Mengde	Del	Ressursnavn	Mapping	Bestem senere
betong	SLAB	Betong, 2 rows	9128 M3	35,67 %	Stålarmering, nett, 7850kg/m3, sc	Endring	? <input type="checkbox"/> Slett
betong	ROOF	Betong, 2 rows	3584 M3	14,01 %	Ferdigbetong, B35 M45, sink dep	Endring	? <input type="checkbox"/> Slett
betong	EXTERNA...	Betong, 6 rows	2570 M3	10,05 %	Ferdigbetong, B35 M45, sink dep	Endring	? <input type="checkbox"/> Slett
membran	SLAB	0.0	548 M3	2,14 %	Insulation panel ,from polyurethan	Endring	? <input type="checkbox"/> Slett
betong	COLUMN	Betong, 8 rows	392 M3	1,53 %	SØYLE, B45 M45 (Spenncon)	Endring	? <input type="checkbox"/> Slett
aluminium	EXTERNA...	Aluminium, 3 rows	150 M3	0,58 %	Aluminium, profile	Endring	? <input type="checkbox"/> Slett
betong	RAMP	Betong, 2 rows	139 M3	0,54 %	Lavkarbon ferdigbetong, Lavkarbonklasse ...	Endring	? <input type="checkbox"/> Slett

Figur 13: Den identifiserte dataen på OneClick sine nettsider [19]

▼ **Data som krever kartlegging: 27 / 34,13 % av volumet** Du behøver å mappe elementer kun én gang. Vi husker valgene dine. Slett alle <1%

Importerte data					Map data til		
Materiale	Klasse	Kommentar	Mengde	Del	Målrressurs	Bestem senere	
taktekning	ROOF	Taktekning	2321 M3	9,07 %	Velg mapping	?	<input type="checkbox"/> Slett
platekledning, lekt, gips...	EXTERNA...	UVK 010 Klimavegg + puss,	2071 M3	8,09 %	Velg mapping	?	<input type="checkbox"/> Slett
gipsplate, gipsplate, bin...	EXTERNA...	IVGS-050 Gyproc GS 70/70.	770 M3	3,01 %	Velg mapping	?	<input type="checkbox"/> Slett
plater 600x600, lekt, iso...	SLAB	0.0	738 M3	2,88 %	Velg mapping	?	<input type="checkbox"/> Slett
gipsplate, bindingsverk a...	EXTERNA...	Gipsplate, Bindingsverk av €	601 M3	2,35 %	Velg mapping	?	<input type="checkbox"/> Slett
puss, lettklinker, puss	EXTERNA...	Puss, Lettklinker, Puss, 2 ro	284 M3	1,11 %	Velg mapping	?	<input type="checkbox"/> Slett

Figur 14: Den uidentifiserte daten på OneClick sine nettsider [19]

Grunnet den høye andelen med identifiserte data (se figur 13) er fordi andre brukere fra Norge og andre land har mappet materialet og lagt det mot ressursnavnet, slik at dette skjer automatisk ved en opplasting.

Den uidentifiserte dataen, som en kan se i figur 14, er data som enda ikke har blitt mappet av en bruker. Det er her det største arbeidet ligger. Her må alt av data mappes manuelt opp mot materialet og klassen. Denne manuelle prosessen vil bare bli mer og mer automatisert etterhvert som det blir gjennomført flere analyser.

### Hvordan kan Climatic påvirkes?

I Climatic og resultatene fra denne prosessen, inngår det ulike vurderinger. Gruppen har valgt å dele disse i *harde-* og *myke vurderinger*. Dette innebærer i hvilken grad prosessen kan påvirkes og utfallet av resultatene; hvilke verdier er faktiske verdier og hvilke kan endres.

Som gruppen erfarer fra miljøavdelingen på Veidekke, er det vanlig at det kun tas forbehold for de teoretiske verdiene ved en LCA-beregning og at referansebygget vil være den avgjørende faktoren for resultatet som kommer ut. Det er med andre ord ikke noe poeng å se på faktiske verdiene da referansebygget vil nulle disse ut. Derfor er det mer interessant og se på valg av referansebygg og hvordan dette utformes.

Et referansebygg er en bygningsmodell med samme BRA og funksjon som det prosjekterende bygget. Geometrien vil være som en skoeske med et romprogram tilpasset bygningskategorien. Dette bygget vil benytte seg av de ”vanlige” materialene som vil bli benyttet uten eventuelle miljøtiltak, og følge teknisk forskrift

(TEK17) [20]. Per dags dato er det ingen gjeldende standard for referansebygg og entreprenøren står, i en viss grad, fritt til å utforme dette. BREEAM prosjekter blir derimot kontrollert av en ”revisor”, som må godkjenne de tallene som fremkommer. En miljøkonsulent kan for eksempel få disse tallene ned på mellom 7-10 CO<sub>2</sub> ekvivalenter/ $m^2$  og referansebygget kan komme opp mot 11-13 CO<sub>2</sub> ekvivalenter/ $m^2$ . Hvor lett det er for en revisor å motbevise disse tallene eller si at det er feil, er vanskelig. Resultatet havner ofte på flere tusen tonn CO<sub>2</sub> ekvivalenter. Det er derfor spennende å se på denne delen av de myke vurderingene og se at miljøkonsulentene har så fritt handlingsrom innen for dette området.

Ettersom det ikke er noe gjeldende standard for referansebygg, kan entreprenører ”jukse” seg til bedre resultat. Hvis det er to entreprenører med to forskjellige referansebygg. En med et bygg med ”uærlige” verdier og en med ”ærlige” verdier, vil mest sannsynlig den entreprenører med de ”uærlige” verdiene vinne. Dette er fordi mange byggherrer ikke ser på bakgrunnen for resultatet, men bare resultatet. Slike egenbestemte referansebygg har nå blitt oppdaget, og det vil bli utarbeidet en ny norsk standard som definerer metodikken i klimagassregnskap og bruk av sammenlignbare referansebygg. Denne standarden får navn; NS 3720 [21].

## 4.2 Intervju

### 4.2.1 Prosjekt 1

Prosjekt en er et middels stort prosjekt på sentrale Skøyen. Her skal det utvikles næringslokaler og boliger. Veidekke har totalentreprisen på næringsdelen av prosjektet og byggherren har satt krav til miljøsertifisering; BREEAM NOR EXCELLENT. I dette intervjuet har det blitt lagt vekt på bakgrunnen av valget deres når de har valgt å sette så strenge miljøkrav, og om det er noe entreprenøren kunne gjort som en påvirkning til deres valg av miljøprofil.

*”Det er våre eksterne miljørådgivere som bestemmer hvordan miljøprofil vi skal ha på vårt prosjekt, derfor har Veidekke ingen påvirkning annet enn at de kan til en viss grad makebytte hvilke BREEAM poeng de ønsker å utføre.”*

Det kommer tydelig frem i intervjuet at byggherren ikke kjenner til LCC og LCA beregninger og hva slags nytte dette gir. De er mer opptatt av designet på bygget og mener at dagens marked krever en BREEAM- sertifisering dersom det skal være interessant å leie av dem.

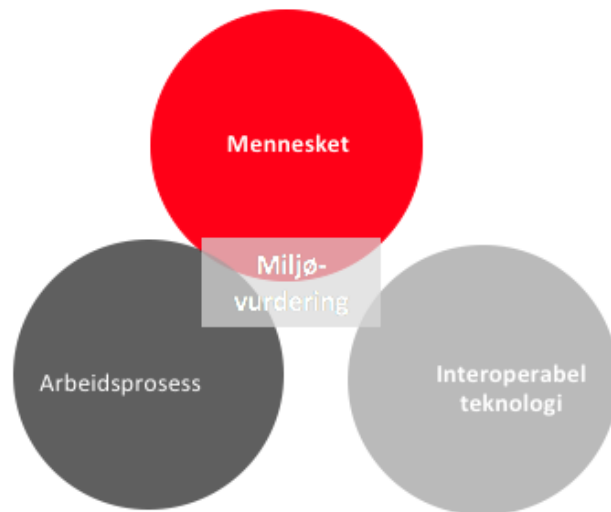


Problemstillingen i bacheloroppgaven blir fremstilt og forklart på en enkelt måte; At det er ønskelig å bruke modellen i samsvar med et miljøregnskap og se på utslagspostene innenfor LCA og LCC i håp om at dette er noe som faller i byggherrens interesse.

*”Vi har ikke hatt så dybdefokus på materialvalget i dette prosjektet, men vurdert at det skal fremstå som solid og vedlikeholdsmessig lønnsomt. Bygget skal fremstå som over gjennomsnitt på design. Vi har hatt mer fokus på design enn material.”*

## Vurdering

Byggherren hadde hatt et tett samarbeid med miljørådgivere før entreprenør ble valgt til deres byggeprosjekt. De kjente godt til BREEAM-sertifisering og har et krav om ”Very good” på deres prosjekter. Derimot LCA analyser var noe nytt og per dags dato var ikke dette interessant å dra inn i en anskaffelsesprosess. Men ettersom de var opptatt av at materialvalget skulle være vedlikeholdsmessig og lønnsomt skulle en tro at de hadde fått bruk for en LCA og LCC analyse allikevel.



Figur 15: Status for miljø i prosjekt 1

## 4.2.2 Prosjekt 2

Prosjekt to er et kontor- og boligprosjekt i Oslo Sentrum. Veidekke Entreprenør AS har totalentreprisen i dette prosjektet. Som innledende spørsmål, spør vi aktørene om hva slags tanker de har rundt grønne bygg.

*”Kortversjonen for en byggherre er at for det første så ønsker man jo ut i fra et samfunnsansvar perspektiv, å bidra til at bygg blir grønnere, og da tenker jeg på mer enn bare energi, men at det faktisk gjøres på en miljømessig riktig måte enn det vi gjorde tidligere, og hele tiden gjøre det bedre og bedre. (...) Det andre er at det er lettere å få tak i leietakere. De som er ikke er opptatt av det de diskutere man med uansett. Men de som er opptatt av det kan vi diskutere med i motsetning til nabobygget et annet sted i sentrum, som ikke har den profilen, da faller de, eller de bør i hvert fall falle, ut av diskusjonen med leietakere som er opptatt av å dokumentere miljøet. Og dermed så har du penger i forhold i det å kunne leie ut. (...) Og det tredje elementet, og det er ganske betydelig, og det er i forbindelse med salg av bygg. (...) Skal man vekke interessen hos en eller annen investor eller direktør som sitter i Frankfurt eller New York, som får flere ark på bordet hver dag, må det være en eller annen klasse på bygget som han kjenner igjen, som f.eks BREEAM.”*

Videre blir det spurt om hvorfor det ble valgt å bygge etter miljøsertifiseringen BREEAM.

*”Det er det som ble sagt i stad, det er en ting leietakere begynner å ha mye mer fokus på det. I hvert fall statlig kommunale bedrifter har implementert dette i sin strategi, grønt fokus, de må leie bygg som er BREEAM eller miljø sertifisert. Og at det er penger i det, på grunn av investorer som kommer og ser kun etter BREEAM-sertifiserte bygg, for da vet de hva de betaler for. (...) Det har nesten blitt en norm i Norge.”*

Det blir lagt fram et forslag til bruken av en Climatic til aktørene, og det blir spurt om en slik analyse ville hatt noe påvirkning på valgene som ble gjort. Representanten fra byggherren svarer følgende:

*”Man borrer jo, i hvert fall håper jeg det, langt ned for å se hvilket kvaliteter som ligger i den leveransen vi får fra Veidekke. Og for vår del er det jo vi som skal svare på driftskostnadene i det lange perspektivet for vi har jo tenkt til å fortsette å eie den. Og i sånt perspektiv, vil det jo definitivt være noe man la vekt på. Også har vi jo et annet perspektiv, og det er jo at vi er eid av et kommunalt foretak, som er eid av Oslo kommune. Og da er jo et poeng i seg selv, at man av og til må flytte grenser, for eksempel å bruke massivtre i et større omfang enn andre har*

*gjort før. Det at man kan være med å flytte noen grenser, kan i seg selv være en grunn å akseptere merkostnad, selv om du aldri får som forventet. Fordi du vil påvirke bransjen. Så ja, det ville i hvert fall bli vurdert. Uten at jeg kan si at svare er det ene eller det andre.”*

Intervjuet avsluttes med at aktørene forteller litt om hva de tror må til for at bransjen skal få et enda større løft til å bygge grønnere bygg.

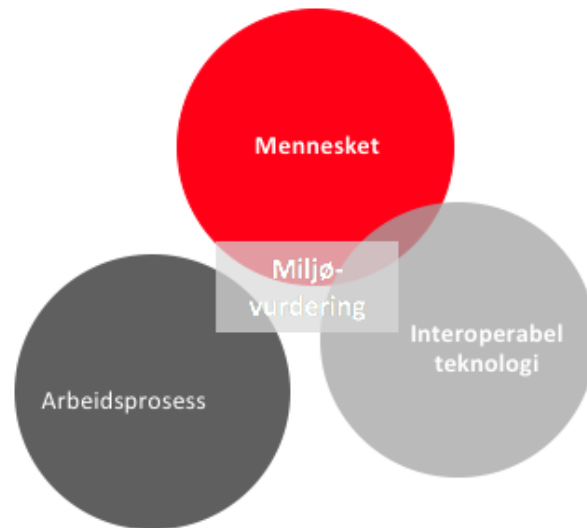
*”For det første så synes jeg at myndighetssiden bør være enda flinkere til å stille krav, og samtidig kunne levere og gjøre det mulig, større grad av fleksibilitet til at man kan gjøre ting som kanskje er i strid med reguleringsplanen hvis du kan dokumentere at det er riktig miljømessig. Sånn at det alltid vil være en vurdering. Men også å være litt kjappere i forhold til å følge de teknologiske mulighetene som ligger i markedet, og da er det ikke for å fange opp sånne bygg og sted som vi har her. Her er vi jo i stand til å betale for det. Men når du skal bygge på områder der leieprisen må kanskje ha en tredjedel av det den er her, så du har nødt kutte svinger og ligge på minimumsnivå, og da er det greit at minimumsnivået er håndterlig.”*

BREEAM-AP på prosjektet tilføyer at man må sette krav til de tekniske entreprenørene og at digitaliseringen vil gjøre det lettere å ha fokus på grønne bygg.

*”Jeg føler at tanken til bruk av BREEAM, det er å pushe bransjen i riktig retning. Det er ikke så mange år tilbake hvor vi skulle samle EPDer eller type dokumenter til BREEAM, og da var det vanskelig. Nå i dag er det det letteste få til. (...) Vi prøver å pushe de tekniske entreprenørene til å levere EPDer, for det har ikke de gjort tidligere. (...) Det må settes krav til de under oss, de må også opp et hakk for at vi skal klare å levere de grønne bygga som vi har lyst å levere til byggherren. (...) En ting til som også er viktig, er de verktøyene vi har til rådighet. Det blir mye enklere for oss å ha fokus på grønnere bygg når vi har verktøyene som BIM og kan integrere LCC- og LCA, klimagassregnskap, energiberegner, alt mulig i en og samme modell. Får vi de verktøyene sånn som vi har gjort med OneClick, så bidrar det til at vi løfter oss noen hakk vi også. Vi slipper å jobbe manuelt, og det er tidsbesparende”*

## Vurdering

Alle aktørene i prosjekt to er bevisst rundt miljø og viktigheten rundt det og mener at dette er noe som kommer til å bli en selvfølge innen bransjen om noen år. Aktørene er positivt til ideen om bruk av en Climatic i tidligfase, og sier at dette er noe som ville blitt vurdert. Det har allerede blitt benyttet LCA analyse for å få BREEAM-poeng i prosjektet. Representanten fra byggherren mener derimot at myndighetene bør være flinkere til å sette krav og samtidig kunne gjøre det mulig å bygge mer miljøvennlige bygg. I andre byer der leieprisen er en tredjedel enn det den er i Oslo, er det ikke like lett å investere i grønne bygg.



Figur 16: Status for miljø i prosjekt 2

### 4.2.3 Prosjekt 3

Et stort utbyggingsprosjekt på Østkanten av Oslo er det lagt vekt på løsninger til en billigere penge for kjøperen. Det er hverken gjort noen livsløpssyklus eller miljøsertifisering av bygget, dermed er det veldig interessant å gå i dybden på hva slags valg de har tatt for å skape såkalte ”grønne løsninger”

Veidekke vant pris- og design konkurransen om å få hovedentreprisen. Noe uvanlig fikk entreprenørene til denne konkurransen i oppgave om å prise og designe alt selv. Dette på bakgrunn av at byggherren er lei av at entreprenøren alltid skal pirke og gjøre endringer på ”spekken” de har fått tildelt, slik det er i de fleste anbuds konkurranser. Når det ble avklart at det var Veidekke som fikk prosjektet ble det tatt opp i et avklaringsmøte senere i prosessen om det skulle bli gitt en miljøsertifisering. Det som er interessant å legge merke til her, er at byggherren har et krav om at alle boligene sine skal bygges med sertifiseringen ”BREEAM – NOR GOOD”.

Så hvorfor har ikke prosjektet en BREEAM-sertifisering når byggherren stiller krav om dette?

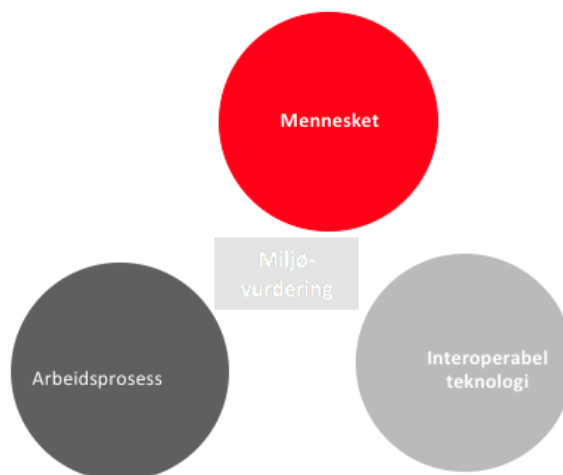
*”Det er rett og slett på grunn av kostnadene for papirarbeidet. Kjøperen får et like godt bygg, men de må betale mer bare for å få informasjonen ned på papir. Det er jo det som er så tragisk i denne sammenhengen; Ville kjøperen lagt 50 000 kr mer for å kun få sertifiseringen på papir? - Tror ikke boligmarkedet er helt der enda.”*

Hvilke påvirkninger kan Veidekke ha i tidligfasen for at det skal bygges grønnere?

*”Entreprenøren får ikke gjort så mye i forhold til å påvirke en byggherre til å bygge grønnere, for ”in the end of the day” er de kun opptatt av penger. De kan si så mye de vil om at det er opptatt av miljø og bla bla, men alt dreier seg jo om penger. Det entreprenøren KAN gjøre er at de ofte sitter med en liten ”sukkerbit” de kan gi til byggherren. Eksempel: La oss si at markedsprisen er 32 000 kr / BRA, men med de fasadene byggherren ønsker seg vil det koste Veidekke 34 000kr/BRA - da kan Veidekke komme meg et forslag om å si ”ved at vi gjør noen endringer på det dere ber om kan vi gi en markedspris på 31 000 kr/BRA” - Noe som gjør at byggherren tjener mer.”*

## Vurdering

Prosjektleder hadde frarådet byggherren om å bruke tid og penger på en BREEAM-sertifisering. Vedkommende så heller ikke noen grunn til å kjøre en LCA, på bakgrunn av at dagens standard på bolig var god nok, og at bygget kom til å leve i lang tid.



Figur 17: Status for miljø i prosjekt 3

#### 4.2.4 Prosjekt 4

Prosjekt fire er et boligprosjekt i utkanten av Oslo. Der har byggherre hatt med Veidekke Entreprenør fra startfasen, helt siden tomtekjøp for å vurdere prosjektet. I intervjuet med byggherren spørres det først om Veidekke Entreprenør kommer inn tidlig nok til å være med på miljøavgjørelser:

*”Vi har hatt med Veidekke Entreprenør fra starten, helt fra tomtekjøp for å vurdere prosjektet videre. Sånne ting som det der skal jo komme tidlig. Det er annerledes når det er annen ekstern entreprenør, da er det jo anbudsprosess osv. da kommer man inn senere. Da er det mye som er gitt, så det med å ha kompetansen i samme hus er jo at vi prøver å jobbe med hverandre så tidlig som mulig”*

Dette prosjektet har stort fokus på miljø, og har blant annet en BREEAM-sertifisering og reklamert med godt innelima og økt trivsel på grunn av tiltakene som er blitt gjort. Videre spørres det om hvorfor det er valgt å sertifisere prosjektet;

*”Det var en avgjørelse som ble gjort i ledelsen hos oss (...) Det finnes så mange måter å miljøsertifisere på, alt fra svanemerking, LEED osv. men de fant ut at BREEAM var den som passet best med vår miljøstrategi (...). Så det at det stemte så godt med strategien, var det som gjorde at de landet på BREEAM.”*

Intervjuet går over på miljøsertifiseringer, valg av BREEAM og om potensielle kjøpere påvirkes av dette. For dette prosjektet har byggherren tatt regningen for miljøsertifiseringen, så dette har ingen påvirkning på kvadratmeterprisen. For å komme tilbake til problemstillingen og bruken av BIM, forklares det at entreprenøren har stor verdi av BIM og hvordan har kan dette ha en verdi hos utbygger?

*”Jeg tror nok det kan ha det, men da må nok vi ta tak i det. Det ligger jo der klart til oss å sette oss inn i det, men vi har bare ikke begynt å bruke det enda. Jeg tror absolutt det kan ha en verdi og spesielt mot kundene våre. Hvis vi utvikler en modell litt videre som vi kan vise til kundene våre og sånne ting, så. Det tror jeg det absolutt det har et stort potensial for å få en verdi ut av det”*

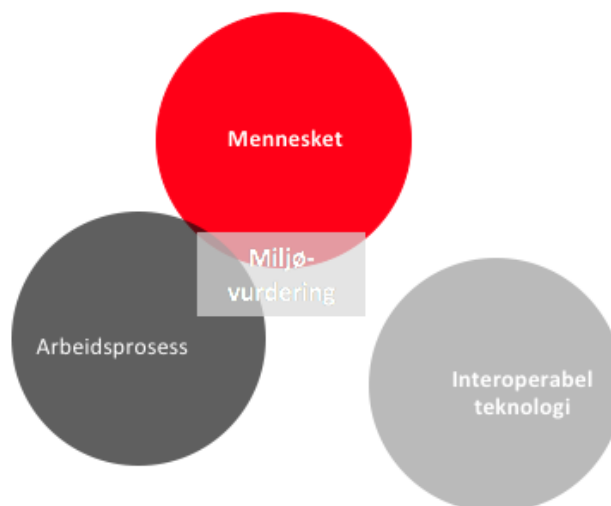
Her viser byggherre at de kjenner til BIM og 3D-modeller og ser nytten av det, men benytter det i svært liten grad. Neste spørsmål blir kjennskap til bruken av LCA og LCC, og om dette vil ha noen effekt i tidligfasen;

*Nå har ikke jeg vært med i tidligfasen på det prosjektet (...) Men det er jo sånne vurderinger man må ta hele tiden og da ha med seg Veidekke Entreprenør tidlig og*

*hele veien, som vi prøver å få til når vi sitter i samme huset, så er jo det sånt vi prøver å avdekke og vurdere sånne ting sammen og se hva som er best for helheten.*

## Vurdering

Byggherren i dette prosjektet kan redegjøre godt for valg av miljøprofil og prosessene som må til for å gjennomføre en BREEAM-sertifisering. De har godt samarbeid med entreprenør og lar Veidekke Entreprenør komme til tidlig i prosessen for å være med på avgjørelser og komme med forslag. Bruken av teknologiske hjelpemidler er kjent hos byggherre, men brukes i svært liten grad. Byggherren tror det vil bli et større fokus på bruk av BIM, blant annet for å vise simuleringer til kunder, og mener at dette er noe de må ta tak i selv.



Figur 18: Status for miljø i prosjekt 4

## 5 Diskusjon

I dette kapitlet blir problemstillingen belyst, resultatene fra prosessen og de tre faktorene i IDDS diskutert gjennom fire vurderinger; styrke, svakheter, trusler og muligheter. Før hvert underkapittel blir det presentert en figur som viser resultatet fra SWOT-analysen, slik at de viktigste punktene som blir tatt opp i diskusjonen vises.

For å kutte ned 40% av klimagassutslippene i verden som byggebransjen står for, må det en forandring til. Det ”grønne skifte” er et populært ord å bruke i byggebransjen, og det er flere bedrifter som bruker miljø som et salgsargument, eller slagord. Hva er et miljøvennlig bygg? Er byggebransjen egentlig opptatt av miljø, eller bygges det bare etter kundens ønsker? Alle aktører er opptatt av å tjene penger, de er nødt til det for å overleve. Hvem er det som sitter igjen som vinner? Redder vi verden med å bruke masse penger for å få en miljøsertifisering ned på et papir? Er kunden som skal bruke sluttproduktet opptatt av dette?

### 5.1 Diskusjon rundt Climatic

Nysgjerrighet og undersøkelse av forskjellige metoder har vært avgjørende for å komme frem til Climatic. Veidekkes måte for å få frem en LCA beregning var å benytte SimpleBIM som mellomledd fra modellen i Solibri til Oneclick. SimpleBIM betrakter mengden av de forskjellige elementene, men gir ingen spesifikk informasjon over hvilke elementer den leser. Dermed er det vanskelig å vite hva resultatet blir i Oneclick. For å få oversikt over mengdeuttak, materialer og annen data er Climatic utviklet til å gå via Excel. Dette gir en bedre oversikt, større mulighet for å gjøre endringer og miljørådgiverne hos entreprenøren må ikke nødvendigvis forholde seg til 3D-modellen.

#### Styrke

Oversikten over informasjonen som blir flyttet mellom de ulike programvarene resulterte i den største styrken til prosessen. Mangel på oversikt kom frem som det svakeste leddet i den eksisterende rutinen, derfor var det ønskelig å benytte en annen metode for å hente data fra modellen på. Excel er et program som allmennheten kjenner til og mange har programmet tilgjengelig. I tillegg er også programvaren Solibri godt kjent i byggebransjen.

I Oneclick er det enkelt å laste opp Excel-filen, men programmet krever at oppsettet som blir laget i excel er nøyaktig lik det Oneclick har for å få til mappingen. En test av prosessen ble gjennomført og resultatet viste at Oneclick klarte å bearbeide



65.87% (se figur 13) av dataen som ble lastet opp. De resterende 34.13% måtte sorteres i Oneclick. Marginen avhenger av hvor nøyaktig modellen i Solibri er og at flere av komponentene ikke er definert i Oneclick. Derfor er det naturlig at en tidligfase-modell inneholder flere unøyaktigheter enn prosjektering- og ferdig-modell. I testen som ble kjørt ble det benyttet en kalkyle-modell. Resultatet ga 65.87% og ansees som akseptabelt.

SimpleBIM kan for såvidt behandle de samme dataene som Excel, men en får ikke oversikt over elementene som blir behandlet. Dermed er Excel et bedre og mer oversiktlig verktøy å bruke som informasjonsflyt.

## **Svakheter**

Selv om Excel gir en bedre oversikt over informasjonsflyten enn SimpleBIM, er det usikkert om denne prosessen er noe mer tidsbesparende. I dag har SimpleBIM en "add-on"-funksjon, som sender data direkte fra programmet og inn på OneClick. Med Excel må denne opplastingen skje manuelt. Selv om det baserer seg på samme modell er det en mulighet at OneClick gjenkjenner flere elementer fra SimpleBIM, ettersom denne får en IFC-fil fra Solibri. Dette er ikke blitt testet.

OneClick baserer seg på "gjentakelse" eller "hyppig bruk". Det vil si at den gir et alternativ på den mest brukte EPD'en i forhold til hva som sist ble brukt på samme materiale. Dette må da eventuelt kontrolleres og endres før en beregning. Hvis det var mulig å overføre tilgjengelig EPD'er fra Oneclick til Excel ville en hatt større mulighet til å gjøre nødvendig endringer i Excel før opplasting til OneClick.

Mappingen fra Excel til OneClick var følsom og Oneclick ville ikke frigi kodingen mellom programmene. Anbefalingen fra Oneclick var derfor å benytte den ferdige malen som fantes på deres nettside. Malen ble prøvd, men denne var sensibel for redigering. Utslaget var at gruppen opprettet en ny mal i Excel og tok kopi av Oneclick sitt oppsett. Kodingen mellom Solibri gjorde at elementene herfra plasserte seg i den nye Excelmalen. Dette resulterte i at OneClick-malen måtte ha et eget ark i Excel. Før opplasting må dette arket plasseres fremst og så lastes opp. Dette ga mer manuelt arbeid og var i utgangspunktet ikke ønskelig.

## **Muligheter**

Climatic bør i stor grad skje automatisk og med minst mulig mellomledd. Med mer manuelt arbeid og flere programmer innblandet, øker sjansen for feil. En fordel i prosessen hadde vært å unngå manuell opplasting av "information take off - ITO" i Solibri, og opplastingen av opplysningene fra Excel til Oneclick. En mulighet kan være å overføre data direkte fra Solibri til OneClick via en "add-on". Slik at arbeidet med å benytte sorteringsverktøyet til både Solibri og Excel unngås.

Eventuelt kan det benyttes en form for robot, RPA, som overfører data automatisk, men fortsatt hatt muligheten til å kontrollere data.

Hadde kodingen mellom Excel og OneClick vært tilgjengelig, ville dette gitt mer kontroll på hvordan programmene leser hverandre og muligheten for videreutvikling ville vært større.

Det ble også forsøkt å overføre tilgjengelig EPD'er fra Oneclick til Excel, men det måtte kopieres manuelt og egen database måtte opprettes. Dette var svært tidkrevende og unødvendig. Et forbedringspotensiale for Oneclick er derfor å gjøre EPD'er tilgjengelig i et Excelark, slik at det kan bli brukt som database i egen mal. Det åpner opp for å samle flere prosesser i samme program. Dette avhenger av at det blir en automatisk oppdatering av Excelarket når nye materialer kommer på markedet og endringer av EPD'er.

For at OneClick skal gjenkjenne flere materialer, er det viktig at aktører som arkitekter og rådgivere koder og navnsetter komponentene likt som entreprenøren. På denne måten vil treffprosenten på materialer i OneClick øke betraktelig og Climatic vil bli mer effektiv.

## **Trusler**

For en prosess som Climatic er det alltid noen trusler som inngår. Kodingen mellom de forskjellige programmene kan endres, noe som kan gjøre det utfordrerne for OneClick å forstå informasjonen fra excel-arket.

Entreprenørens kunder er også en mulig utfordring for Climatic. Som det fremkommer i intervjuene er det noe manglende kunnskap og kompetanse rundt LCA-beregninger og hvordan kundene skal se utbytte av dette.

Andre prosesser i samme programvare vil også være en mulig trussel. Som allerede nevnt i svakheter, kan det utføres samme prosess via SimpleBIM, eller tilsvarende software, i stedet for Excel. Denne måten er noe mer tidsbesparende og gir en tilsvarende analyse, men mangler oversikten over informasjonsflyten - her er Climatic bedre.



Figur 19: Oppsummering av SWOT-analyse for Climatic

### 5.1.1 Arbeidsprosess

#### Styrke

De fleste aktører har stort fokus på miljøtiltak, og det er lav terskel for å gjøre en byggeprosess mer miljøvennlig. Miljøsertifisering, energimerke og andre faktorer som kildesortering og fossilfri byggeplass er blant de mest populære valgene til en grønnere byggeprofil.

Bransjen gir et inntrykk om at endringer må til for å redusere energiforbruket og flere utslippsfaktorer. Det er blitt bedre rutiner for å gjennomføre miljøsertifisering, og materialvalgene er mer gjennomtenkt. Det utvikles nye software som er med på å støtte disse prosessene og bidrar til å gjøre de enklere.

#### Svakheter

Det finnes en rekke utfordringer som må jobbes med i bransjen for å få optimalisert de riktige miljøkravene. Kommunikasjon er en viktig faktor til dette. De sentrale aktørene i en byggeprosess må få en bedre kommunikasjon i en tidligfase for å ta de riktige miljøavgjørelsene som blir utført senere i produksjonen. I tillegg får en inntrykk av at det mangler kjennskap til hva som ligger i de forskjellige miljøtiltakene og hvorfor de har blitt valgt til akkurat deres prosjekt. Dersom en er bestemt på en sertifisering på byggeprosessen er det viktig å kjenne til at det kan komme en del kostnader for dokumentasjon av å få sertifiseringen godkjent.

For Veidekke er OneClick et relativt nytt program. På grunnlag av dette er viten om programmet ukjent hos mange og prosessen har et forbedringspotensialet. Det er også merkelig at det ikke finnes noe særlig rammeverk på referansebygget som hører til programmet. Er det miljøbygg som er blitt utelatt i skyggen av denne grunn? Skal de som har vært flinke og ærlige med sitt referansebygg bli ”straffet” for at referansebygget er tilsvarende likt ferdig byggverk?

## **Muligheter**

Automatisering har en evne til å bidra med å forbedre en arbeidsprosess. Verden blir mer digitalisert og det er tidsbesparende dersom digitaliserte verktøy blir benyttet. I et byggeprosjekt er det mange aktører med forskjellig timeplan som skal si sitt og derfor bør det vurderes å ta flere avgjørelser fra hver sin digitaliserte arbeidsstasjon og se på muligheten til å lage en mer oppskriftsbasert prosess istedenfor ”nytt” oppsett hver gang.

Som det ble nevnt i intervju til prosjekt 2 (kap. 4.2.2) bør myndighetene gå frem som en pilot og bli enda flinkere til å oppmuntre og stille krav til miljøtiltak i nye bygninger. Myndighetene bør også være med på å tilrettelegge for byggeprosjekter som ønsker å satse på en miljøprofil, ikke bare i Oslo men i hele landet. Utenfor Oslo, er leieprisene lavere og markedet for miljøbygg mindre attraktivt. Det vil derfor ikke være like lønnsomt for en byggherre å satse på miljøtiltak.

## **Trusler**

Gruppen mener den største trusselen til arbeidsprosessen er tid og penger. Ved å gjennomføre miljøvurderinger kreves det mer kapasitet i tilbudsprosessen, dette vil koste ekstra og kan gjøre at miljøvurdering blir utelukket i prosjektet.

Det finnes flere miljøvurderinger som er mer anerkjent enn en livssyklusanalyse, som for eksempel LEED- og BREEAM-sertifisering. Slike vurderinger er ut i fra gruppens oppfatning mer kostbart å gjennomføre, men igjen mer anerkjent. Dette gjør at interessen for bygg med slike vurderinger er mer interessant for byggherrer og leietakere. Resultatet er at en sertifisering ofte blir valgt framfor en livssyklusanalyse. Det mest optimale vil være å gjennomføre en sertifisering og en livssyklusanalyse, noe som i få tilfeller gjøres.



Figur 20: Oppsummering av SWOT-analyse for arbeidsprosess

### 5.1.2 Mennesket

#### Styrke

Fokuset rundt miljøvurderinger går i samme retning som viktigheten rundt HMS. Miljø blir en selvfølge og det er noe alle aktørene må tenke over. Det blir investert mer i å bygge etter en miljøprofil enn det gjorde tidligere. Miljø er et sterk fokus hos de forskjellige aktørene, nødvendigvis ikke fordi de forskjellige enkeltindividene brenner for miljø, men fordi det er noe en må tenke på og bygge etter i dagens marked. Det har også blitt mer vanlig hos de forskjellige byggherrene å gjøre BREEAM-sertifisering til en standard i deres byggeprosess, ettersom at flere uttaler seg om at det er leietakerne, særlig utenlandske, som setter krav til miljøsertifisering. En kan anta at det er et resultat av at det snakkes mer om miljø blant folk og at "alle" skal ha et såkalt miljøriktig bygg. I tillegg ansettes det flere miljørådgivere, både hos rådgivende firmaer og i entreprenørbransjen.

## **Svakheter**

Som nevnt tidligere er bransjen veldig opptatt av miljø og miljøsertifiseringer. Gruppen oppfatter dette som noe vagt og har fått et inntrykk av at flere av bedriftene har en ambisiøs miljøprofil, men mangler innsikt i hvilke mål de har satt seg og at bakgrunnen for dette er å tjene penger.

Flere aktører i bransjen kan ha manglende kunnskap innenfor LCA vurderinger og ser ikke utbytte av en miljøvurdering. De har allerede gode innarbeidede rutiner og er ofte opptatt av hva de har gjort tidligere. Her kan Climatic vise utbytte av en miljøvurdering ved å vise resultatet fra to forskjellige materialer, på denne måten er den enklere for aktørene å så nytten av hvilke tiltak som må til.

## **Muligheter**

Et bedre kjennskap til BIM og verktøyene som kan brukes til deling av informasjon mellom aktørene, kan bidra til at flere tar del i teknologiprosessen og gjør seg selv mer inkluderende. Entreprenører, byggherrer og bedrifter i bransjen bør ha opplæring til sine ansatte for å bevisstgjøre mulighetene til miljøsertifisering og andre miljøtiltak. På denne måten vil de ansatte få en grunnleggende kompetanse rundt miljø og forstå viktigheten rundt tiltakene.

En annen mulighet vil være å redegjøre for hvilke kostnader og investeringer det innebærer å gjøre disse tiltakene. Byggherrer er som sagt opptatt av økonomien rundt investeringene de skal gjøre. Kombineres en miljøsertifisering med LCA og en LCC, ville dette også sett på det økonomiske perspektivet.

## **Trusler**

Den største utfordringen er at aktører må være villig til å foreslå livssyklusanalyse for sine kunder eller leietakere. Ut i fra intervjuene som ble gjennomført, fikk gruppen inntrykk av at det er få som hadde kjennskap til en livssyklusanalyse. De som har kjennskap til en slik analyse hadde benyttet seg av det i svært liten grad. Dette er noe en entreprenøren eller en rådgivende ingeniør bør gjennomgå og eventuelt foreslå for en byggherre, slik at verdien av det kommer frem.



Figur 21: Oppsummering av SWOT-analyse for mennesket

### 5.1.3 Interoperabel teknologi

#### Styrke

Teknologien gjør at det blir mindre misforståelser og konflikter blant partene, fordi resultatene ofte blir vist mer visuelt og er mer forståelig for aktører som har mindre kjennskap til miljø. Climatic fremstiller resultatene på en måte slik at det skal være enkelt å forstå. Dette vil forhåpentligvis bidra til at det blir enklere for entreprenører som Veidekke å "selge" inn miljø i en tidligfase av et byggeprosjekt.

#### Svakheter

Byggebransjen er i en tidsalder hvor papirtegninger byttes ut med digitaliserte nettbrett og liknende verktøy på arbeidsplassen, dette betyr at det er mange byggereidere som må gjøre om på sine rutiner og gjøre seg kjent med digitaliseringen. Selv om det over tid vil bli lønnsomt, så skal det litt tid før alle aktører i en slik prosess jobber mer effektivt. Det er også en stor investeringskostnad i å investere i teknologiske verktøy. Climatic baserer seg i stor grad på verktøy entreprenøren allerede skal ha, og skal kunne tilpasses nye verktøy i fremtiden.

Kanskje det mest sårbare med teknologien er dersom det slutter å fungere. Utfordringene er store dersom ikke 3D modellen vil oppdateres, eller at internetforbindelsen blir brutt.

## Muligheter

Digitaliserte verktøy bidrar til å gjøre jobben enklere, og det kan diskuteres om antallet ansatte kan reduseres dersom bruken av BIM utfører jobben vel så bra. Særlig er det en trussel blant rådgivende ingeniører som bruker mye tid på å beregne for hånd, når BIM verktøy gjør det mye kjappere. Et eksempel er bedriften Spacemaker som benytter kunstig intelligens for å analysere tomtearealer og byplanlegging. Selve prosessen kan være kostbart å gjennomføre fordi den ikke er ferdig utviklet, men den benytter en brøkdel av tiden til en tilsvarende arkitekt/rådgiver på planleggingen. I likhet med rådgiverne bruker arkitekten også mye tid på layout noe som BIM gjør istedenfor slik at arkitekten kan bruke mer tid på utforming og design.

## Trusler

Teknologien har noe utfordring mellom de forskjellige generasjonene i bransjen. Majoriteten av de yngre tar teknologien lett og har få utfordringer ved å lære seg ny programvare og nye rutiner. Den eldre generasjonen kan ha noe større utfordringer i form av at de holder fast på gamle rutiner og har mindre kompetanse på ny teknologi. Her har Climatic en fordel. Ettersom Climatic bruker velkjente programmer som Solibri og Excel, vil både yngre og eldre kunne benytte seg av denne prosessen.



Figur 22: Oppsummering av SWOT-analyse for Interoperabel teknologi



## 6 Anbefalinger til videre utvikling av Climatic

Prosesen som er utarbeidet i denne oppgaven er ikke et ferdig produkt. Det vil derfor i dette kapittelet gå innpå videre utvikling og forbedringer innenfor de tre faktorene til IDDS.

### Arbeidsprosess

**Automatisere arbeidsprosessen.** Tilbakemeldingene viser at det er ønskelig at prosessen blir mer automatisert enn det den er per dags dato. Det kan for eksempel være at informasjonsflyten mellom de forskjellige programmene skjer automatisk. Som nevnt tidligere er simpleBIM byttet ut med Excel for å få mer oversikt over informasjonen som blir flyttet mellom programmene. Denne metoden er ikke mer tidsbesparende, men automatikk vil forhåpentligvis bidra til dette.

**Utførelse av en livssyklusanalyse og livssykluskostnadsanalyse.** For byggherrer er det viktig å drive bra butikk. Det er derfor viktig at en får mest profitt ut fra produktet som selges eller leies ut. Det kan derfor være interessant å se på kostnadene opp mot en livssyklusanalyse. På denne måten tror gruppen at det vil bli mer interessant for en byggherre å utføre en slik analyse i tidligfase.

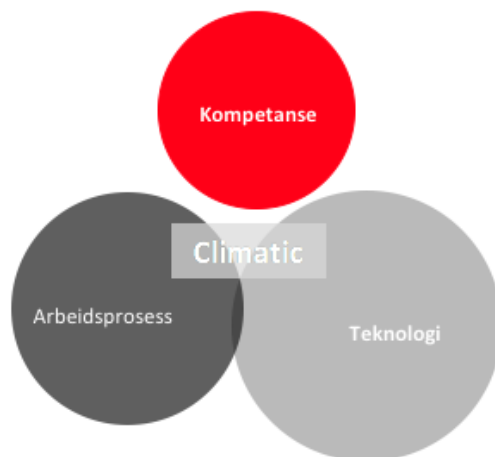
### Kompetanse

**Kompetanse i avdelingen.** Når det kommer til kompetanse rundt prosessen er det per dags dato bare prosjektgruppen som vet hvordan prosessen fungerer. Det har derimot blitt laget en brukermanual som forklarer hva en gjør i hvert program som blir benyttet. En av grunnene til at Solibri og Excel ble benyttet i denne prosessen er fordi de fleste har kjennskap til disse programmene. Gruppen tror derfor at det ikke trengs noe stor utbedring hos disse, men heller kurs og gjennomføring på OneClick.

### Teknologi

**Tilpassing av brukermanualen.** Det er utviklet en brukermanual for Climatic. Denne tar kort for seg stegene fra Solibri til OneClick. Manualen er lagt ved som et eksternt vedlegg til oppgaven. Brukermanualen er ferdig utbedret, men kan tilpasses etter ønske.

**Annen programvare** Climatic bygger på software som er nevnt i denne oppgaven. Hvis det er aktører som benytter annen programvare eller metoder for LCA-beregninger, må Climatic tilpasses dette.



Figur 23: Samspillet mellom de tre faktorene per dags dato

## 7 Konklusjon

Konklusjonen er delt opp i to underkapitler. I det første kapittelet besvares funnene som har blitt gjort opp mot underproblemstillingene. Mens i andre kapittel blir problemstillingen konkludert.

### Underproblemstillingene besvares

Viser til interessante funn med utgangspunkt i underproblemstillingene som besvares på følgende måte:

1. **Entreprenøren har nok innflytelse i en tidligfase til å påvirke byggherrens beslutninger.**

#### Funn:

Uavhengig av entreprisform er det entreprenøren som utfører byggherres ønsker. Før entreprenøren kommer inn i prosjekter er det som regel klargjort hvordan miljøstrategi og materialbruk bygget skal ha. Et unntak finnes dersom entreprisformen er en pris- og designkonkurrans, da har entreprenøren mulighet til å bistå med flere forslag til utforming og grønne valg.

Ut i fra de studiene som har blitt gjort, og resultat av intervjuene viser til at en entreprenør ikke har noen påvirkningsmulighet hos byggherrer i tidligfasen. Dette er veldig synd, da det heller burde bli rettet et større fokus på samarbeid hos de aktuelle aktørene i et byggeprosjekt.

2. **Ved å bruke BIM som informasjonsbærer for LCA, vil man få ut et LCA-overslag**

#### Funn:

Det er ingen tvil om at ved å bruke BIM som informasjonsbærer til en LCA vil en få ut en livssyklusanalyse. Det har derimot vist seg at ved utførelse av en slik prosess, er navnsettingen på de forskjellige byggkomponentene i BIM-modellen annerledes fra aktør til aktør. Det er derfor viktig å være konsekvent på at alle aktørene bruker lik navnsetting for å få ut en best mulig analyse.

### 3. Det er nok informasjon i tidligfasen for å utføre en LCA beregning.

#### Funn:

Tester av ulike modeller opp mot prosessen er blitt gjennomført og resultatet er at det nok informasjon i både en kalkylemodell og en arkitektmodell / tidligfase-modell til å gjennomføre LCA overslag. Resultatet av disse analysene vil variere med hvor mye informasjon det er om materialene i hver enkelt modell, men testene som er gjennomført ansees å være akseptable og ligger over 65%. Ettersom dette er et overslag, er det nødvendig å gjøre en mer fullstendig analyse etterhvert som prosjekteringsfasen påbegynnes.

### 4. Entreprenørens kunder har interesse av en slik beregning.

#### Funn:

Etter det gruppen oppfattet virket det ikke som entreprenørens kunder helt så utbytte av LCA. De var ikke helt klare over hva en slik analyse inneholdt og var noe usikre på hvilken nytte en slik investering ville ha. Fra intervjuene som ble gjennomført kommer det frem at de fleste byggherrene hadde et stort fokus på BRREAM og miljøsertifiseringer, og hvilke tiltak og krav som måtte til for å gjennomføre dette.

Da de derimot fikk presentert ideen om LCA overslag, svarte flere at de synes dette hørtes interessant ut og ville benytte seg av det hvis entreprenøren tok initiativ til å utføre analysen.

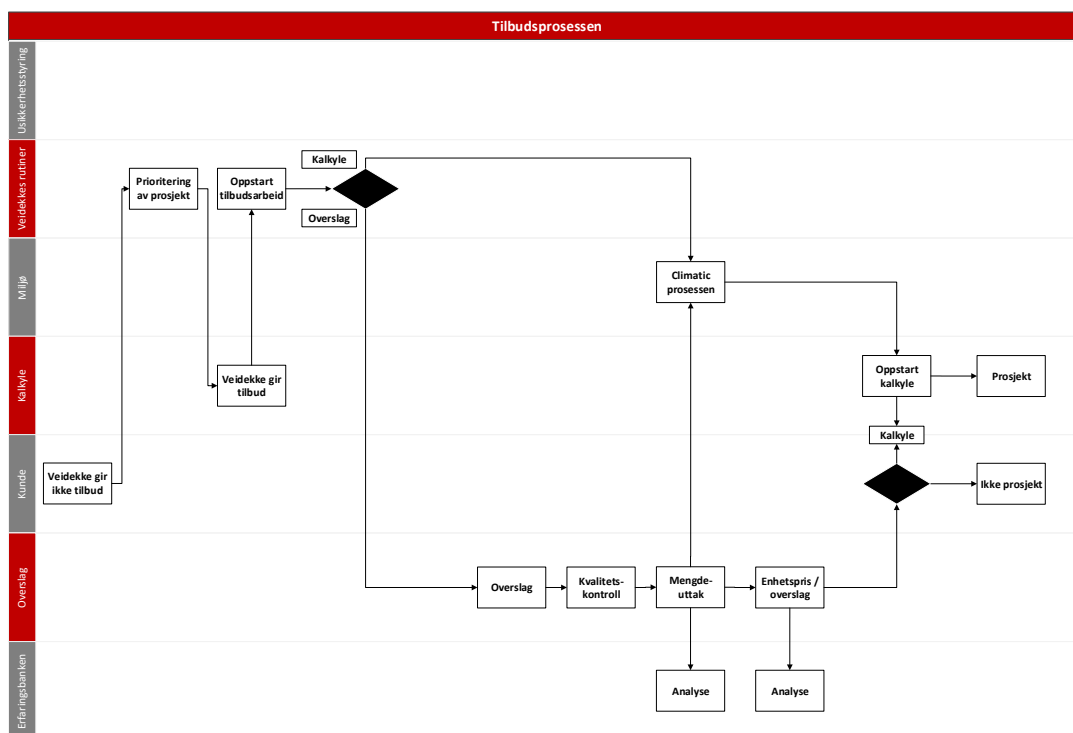
## Sluttvurdering

På bakgrunn av de intervjuene som er gjennomført, kommer det frem at dagens marked har et stort fokus på sertifiseringer og energimerking av bygg. Kunder i Norge, men også utenlandske investorer, er svært opptatt av BREEAM-sertifisering og stiller krav til dette ved valg av bygg. LCA-beregninger er ikke like populært på dagens marked, da det fremdeles er ukjent for mange. Etter gruppen hadde presentert sine tanker om å legge frem en slik analyse, sammen med det økonomiske overslaget til et prosjekt, virket intervjuobjektene positive til dette. Men at det er noe entreprenøren selv må ta initiativ til ved en slik prosess.

Climatic vil bidra til at kunden kan få en oversikt over de tiltakene som gjøres og se at en slik investering vil lønne seg. Gruppen oppfatter derfor at det gir effekt å gjennomføre miljøvurderinger i tidligfasen med støtte fra BIM. Veidekke, distrikt Oslo har som mål å få dette inn i en fast rutine for alle sine prosjekter, da de

ser nytten av å kunne legge frem en ”personlig” miljøvurdering for hvert enkelt prosjekt. Ved å innføre Climatic som rutine i tilbudsprosessen, vil Veidekke kunne få et fortrinn når det kommer til å vinne anbudet. Dette viser at både Veidekke tenker på miljøet når de bygger bygg og at de gjør det lille ekstra for å få oppdraget.

Effekten av Climatic vil være mer betydelig for en byggherre dersom det gjennomføres sammen med en LCC beregning. En byggherre ønsker å tjene penger på sitt prosjekt, og må da se verdien av de investeringene som vil komme frem med en LCA analyse. Dette vil bety at en høyere investeringskostnad kan lønne seg over tid, med tanke på energiforbruk, holdbarhet og vedlikehold



Figur 24: Forslag til flytskjema for bruk av Climatic i tilbudsprosessen

Gruppen ser det som mest hensiktsmessig at Climatic kommer inn i tilbudsprosessen. Her vil entreprenøren kunne legge frem et overslag av sin livssyklusanalyse til kunden tidlig og komme med anbefalinger til miljøtiltak. På denne måten kan entreprenøren komme med anbefalinger som både bidrar til fbedre miljø og som kan bidra til at livssyklusen til bygget er bedre. I figur 24 er Climatic lagt inn etter valget om *overslag* eller *kalkyle*, så den vil være uavhengig av pris metode. Dette blir den første miljøprosessen til Veidekke i tilbudsfasen.

Forhåpentligvis vil bransjen se nytten av å benytte Climatic som en ærlig og mer lønnsom miljøvurdering i tidligfasen av et prosjekt.

## Referanser

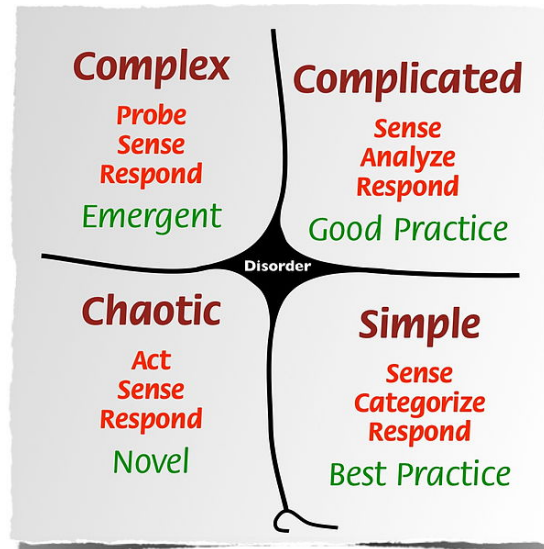
- [1] The Cynefin Framework  
<https://www.mindtools.com/pages/article/cynefin-framework.htm> / mindtools.com/12.12.17/ 13.02.18
- [2] Prosjektvurdering i tidligfasen: Knut Samset (2001) Trondheim/Hentet ut: 16.02.18
- [3] *Simonen, Katharina, Life Cycle Assessment, First edition. New York: Routledge. 2014* /Hentet ut: 31.01.18
- [4] BA 2015 - Tidligfase i byggeprosjekter Veileder  
<https://www.prosjektnorge.no/wp-content/uploads/2017/12/BA2015-tidligfase.pdf> / [prosjektnorge.no/](http://prosjektnorge.no/) side 6 og 7/ Paul Torgersen, Metier/ 26.01.2016 /Hentet: 16.02.18
- [5] Intervju med Petter Nøstdal hos Veidekke.  
Lydfil er tatt opp 23.04.18/ Skabos Vei 4, Oslo.
- [6] Hva er LCC?  
<https://www.anskaffelser.no/bygg-anlegg-og-eiendomsbae/livssyklus-kostnader/hva-er-lcc> / [anskaffelser.no](http://anskaffelser.no/) /Skrevet: 09.11.17 / Hentet: 02.02.18
- [7] *Norsk Standard. 3454. Livssyklus-kostnader for byggverk - Prinsipper og klassifisering. 2013.03.01* /Hentet: 12.02.18
- [8] *Norsk Standard - Europeisk standard. 15804. Bærekraftige byggverk - Miljødeklarasjoner - Grunnleggende produktkategoriregler for byggevarer. 2014.02.01* /Hentet: 12.02.18
- [9] OneClick LCA  
<http://www.bionova.fi/en/news/one-click-lca-allows-everyone-do-environmental-assessments-buildings-and-products> 12.02.18
- [10] *Owen, Robert L., Amor, Robert., Dickinson, John D., Prins, Matthijs. & Kiviniemi, Arto. Integrated Design & Delivery Solutions (IDDS). Rotterdam: International Council for Reserch and Innovation in Buildings and Construction. 2013* /Hentet: 26.02.18
- [11] *Owen, Robert L. CIB White Paper on IDDS Integrated Design & Delivery Solutions. 2009* /Hentet: 26.02.18

- [12] IDM <https://bips.dk/artikel/hvorfor-idm/> 3.05.2013/ Anonymisert forfatter/  
Hentet: 14.03.18
- [13] *Kvale, S.. InterViews: An Introduction to Qualitative Research Interviewing. Thousand Oaks, CA: Sage Publications. 1996* Hentet: 22.05.18
- [14] Validitet <https://snl.no/validitet/> Artikkelen er hentet fra papirleksikonet Store norske leksikon / Sirianne Dahlum (UiO)/ Sist oppdatert; 20.02.18 Hentet: 14.03.18
- [15] *Lund, T., Haugen, R. Forskningsprosessen, Unipubforlag. 2006* /Hentet: 06.03.18
- [16] Relabilitet <https://snl.no/reliabilitet> Frode Svartdal. 18.05.18. Hentet: 22.05.18
- [17] NDLA - definisjon på objektivitet <https://ndla.no/nb/node/66402?fag=16381>  
06.12.2010
- [18] Hva er generaliserbarhet og hva brukes det til? <http://film.hioa.no/8-generaliserbarhet/> Anne Gerd Granås, HiOA, 2015 / Hentet: 06.03.18
- [19] *One Click LCA (2015). Helsinki: Bionova Ltd* /Hentet: 18.04.2018
- [20] <http://www.statsbygg.no/files/samfunnsansvar/miljo/KlimagassberegningerSB-Veiledning.pdf> 01.09.2015 / Hentet: 21.04.18
- [21] Ny norsk standard med metode for klimagassberegninger for bygninger på høring <https://www.standard.no/nyheter/nyhetsarkiv/energi-og-klima/2017-nyheter/ny-standard-med-metode-for-klimagassberegninger-for-bygninger-pa-horing/> 11.05.18
- [22] *French, Simon. Cynefin: uncertainty, small worlds and scenarios 2017.21.12* /Hentet: 14.02.18
- [23] Intervjugal fra IMDi: <https://www.tolkeportalen.no/no/brukerundersokelser/Verktoy/Eksempeldel-2/> 04.05.18



# Vedlegg

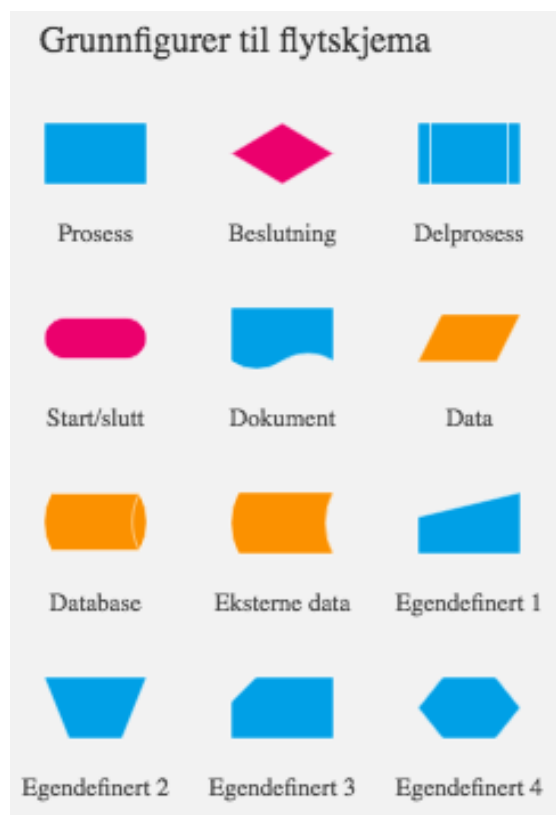
## .1 Cynefin framework



Figur 25: Cynefin framework med alle fem domene

**Det kaotiske domene** er når en er uviten om mer eller mindre alt. Man har vanskelig for å se noe mønster og forhold mellom dem. Man observerer og handler forsiktig. Etterhvert kan man se sammenheng og gjenkjenne hendelser. Vi finner ulike årsaker, men vet ikke helt sikkert at det er riktig. Det er nå det har gått over til **det komplekse domene**. Man begynner å observere mer og man ser mønster og forhold mellom dem. Det blir satt opp kontrollerte forsøk for å bekrefte observasjonen og til slutt er man sikre på forståelse og virkning. I dette domene må en samle inn data og analysere disse for å estimere parameterne. Prosessen har gått over til **det kompliserte domene**. Når man har kommet så langt at man har nok erfaring til å vite parameterne og mer datainnsamling er unødvendig, er man inne i det siste domene, **det enkle domene**, som betyr at man kan forstå og forutse årsak og virkning [22].

## .2 Forklaring til figurer i flytskjema



Figur 26: Forklaring av figurene til flytskjema

## .3 Formel brukt i Excel

```
=HVIS(D2="M3";Rådata!C2;(HVIS(D2="M2";Rådata!D2;(HVIS(D2="M";Rådata!E2))))))
```

Figur 27: Formel 1 benyttet i excel-arket

```
=INDEKS(Referansedata!$B$2:$B$28;(SAMMENLIGNE(A2;Referansedata!$A$2:$A$28;0)))
```

Figur 28: Formel 2 benyttet i excel-arket

#### .4 Referansedataen i excel-arket

Class	Unit
BEAM	M3
COLUMN	M3
EXTERNAL WALL	M3
FLOOR COVERING	M3
FOOTING	M3
FOUNDATION	M3
HORIZONTAL FINISH	M3
INTERNAL WALL	M3
VERTICAL FINISH	M3
SLAB	M3
STAIR	M3
STAIR FLIGHT	M3
WINDOW	M3
FINISH	M3
CEILING COVERING	M3
DOOR	M3
PLATE	M3
RAILING	M3
ROOF	M3
SITE	M3
WALL COVERING	M3
COVERING	M3
CURTAIN WALL	M3
OPENING	M3
SPACE	M3
RAMP	M3
WALL	M3

Figur 29: Referansedata

## .5 Intervjugal fra IMDi

<b>Fase 1:</b> <b>Rammesetting</b>	<b>1. Løst prat (5 min)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uformell prat</li> </ul>
	<b>2. Informasjon (5-10 min)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tema for samtale (bakgrunn, formål)</li> <li>- Forklare hva intervjuet skal brukes til og forklare taushetsplikt og anonymitet</li> <li>- Spør om noe er uklart og om respondenten har noen spørsmål</li> <li>- Informere om eventuelle opptak, sørg for samtykke til eventuelle opptak.</li> <li>- Start opptak</li> </ul>
<b>Fase 2:</b> <b>Erfaringer</b>	<b>3. Overgangsspørsmål: (15 min)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hva slags erfaringer har du med... (temaet)? Det er ofte hensiktsmessig å ta utgangspunkt i deltakernes erfaring med det temaet som skal diskuteres.</li> <li>- Sjekkliste eller oppfølgingsspørsmål</li> <li>- Praktisk oppgave kan erstatte overgangsspørsmål: Kan du bruke tre minutter til å skrive ned stikkord for hva dere mener kjennetegner...?</li> </ul>
<b>Fase 3:</b> <b>Fokusering</b>	<b>4. Nøkkelspørsmål: (50-60 min)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3-5 nøkkelspørsmål</li> <li>- Oppfølgingsspørsmål eller sjekkliste</li> </ul>
<b>Fase 4:</b> <b>Tilbakeblikk</b>	<b>5. Oppsummering: (ca.15 min)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Oppsummere funn</li> <li>- Har jeg forstått deg riktig?</li> <li>- Er det noe du vil legge til?</li> <li>- Eventuelt: Utdeling av gavekort og reiseregning.</li> </ul>

Figur 30: Intervjugal hentet fra IMDI [23].



OsloMet – storbyuniversitetet

Institutt for Bygg- og energiteknikk – Energi og miljø i bygg

Postadresse: Postboks 4 St. Olavs plass, 0130 Oslo

Besøksadresse: Pilestredet 35, Oslo

GRUPPE NR.

1

TILGJENGELIGHET

Åpen

Telefon 67 23 50 00

[www.oslomet.no](http://www.oslomet.no)

# BRUKERMANUAL

PROSJEKTOPPGAVENS TITTEL Brukermanual til Climatic	DATO 22.05.2018
	ANTALL SIDER: 8 ANTALL VEDLEGG: 0
FORFATTER/PROSJEKTGRUPPEN Vemund Mollestad Rislåa Kyrre Skullerud Brandt-Madsen Maren Transet	VEILEDER Eilif Hjelseth

UTFØRT I SAMARBEID MED Veidekke Entreprenør AS	KONTAKTPERSON Eirik Kristensen
---------------------------------------------------	-----------------------------------

SAMMENDRAG Dette er en brukermanual utviklet for prosessen Climatic.
-------------------------------------------------------------------------

3 stikkord:
Solibri
Excel
OneClick LCA

# Innholdsfortegnelse

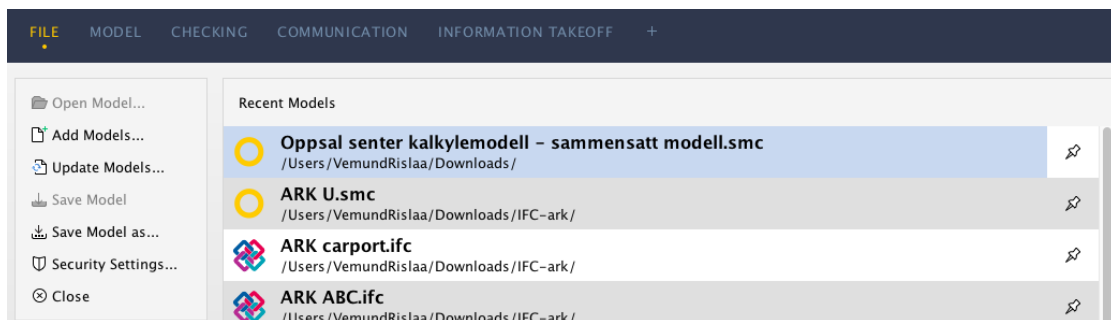
<b>1</b>	<b>Brukermanual</b>	<b>2</b>
1.1	Steg en: Solibri . . . . .	2
1.2	Steg to: Excel . . . . .	4
1.3	Steg tre: OneClick LCA . . . . .	6
1.4	Prosesskart . . . . .	8

# 1 Brukermanual

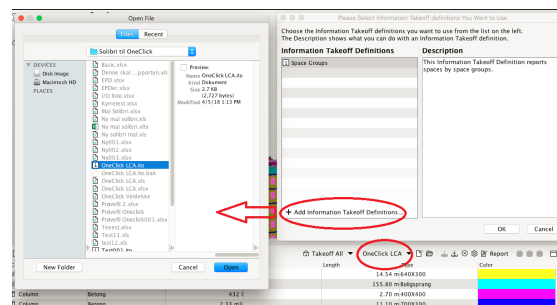
Denne manualen er ment som et hjelpemiddel opp mot prosessen utarbeidet i bacheloroppgaven ”Effekten av miljøvurdering i tidligfasen med støtte av BIM”, skrevet av Maren Transet, Vemund Mollestad Rislåa og Kyrre Skullerud Brandt-Madsen ved OsloMet – storbyuniversitet.

## 1.1 Steg en: Solibri

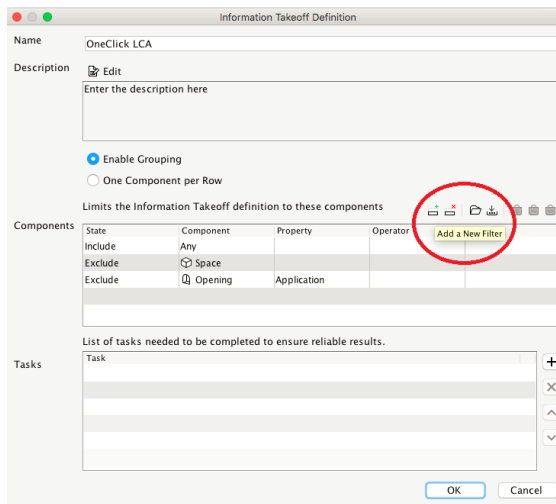
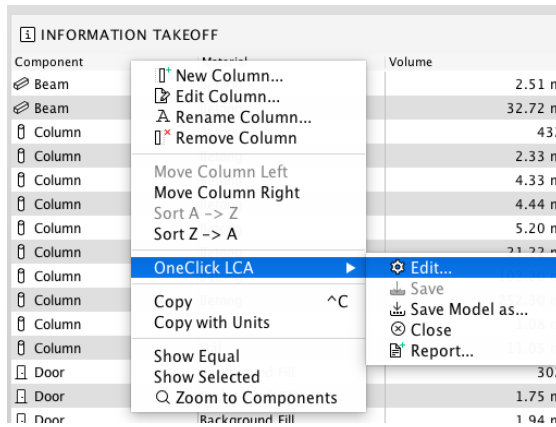
1. Last opp ønsket 3D-modell i Solibri.



2. Importer ”OneClickLCA.ito” template



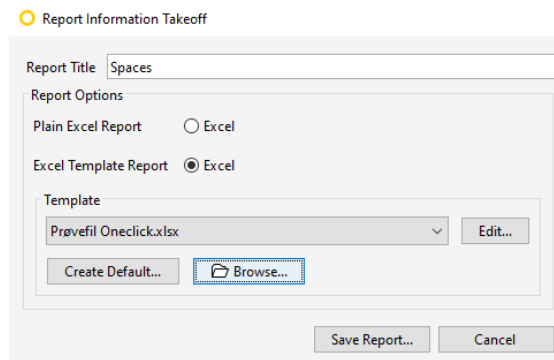
3. Filtrer ønsket komponenter.



4. Skriv ut rapport på excel-arket "OneClickLCA.xls".







## 1.2 Steg to: Excel

1. Kontroller informasjonen.
2. Endre referansedata ut i fra hvilken enhet man vil benytte.

Class	Unit			
BEAM	M3			
COLUMN	M3			
EXTERNAL WALL	M3			
FLOOR COVERING	M3			
FOOTING	M3			
FOUNDATION	M3			
HORIZONTAL FINISH	M3			
INTERNAL WALL	M3			
VERTICAL FINISH	M3			
SLAB	M3			
STAIR	M3			
STAIR FLIGHT	M3			
WINDOW	M3			
FINISH	M3			
CEILING COVERING	M3			
DOOR	M3			
PLATE	M3			
RAILING	M3			
ROOF	M3			
SITE	M3			
WALL COVERING	M3			
COVERING	M3			
CURTAIN WALL	M3			
OPENING	M3			
SPACE	M3			
RAMP	M3			
WALL	M3			

Rådata | Volum | Areal | Lopemeter | Referansedata | OneClickLCA

### 3. Rett opp eventuelle feil.

CLASS	ITEMATERIAL	QUANTITY	QTY_TYPE	COMMENT
Beam	Betong	2,51	M3	640X300
Beam	Betong	32,72	M3	Boligsprang
Column	Betong	0,432	M3	400X400
Column	Betong	2,33	M3	700X300
Column	Betong	4,33	M3	1300X300
Column	Betong	4,44	M3	D300
Column	Betong	5,2	M3	D500
Column	Betong	21,22	M3	300X300
Column	Betong	102,2	M3	500X500
Column	Betong	252,3	M3	800X300
Column	Stål	1,08	M3	120X200
Column	Stål	11,05	M3	100X200
Door	Background Fill	0,302	M3	Skyvedør pocket 2fl
Door	Background Fill	1,75	M3	YD B
Door	Background Fill	1,94	M3	YD C
Door	Background Fill	2,4	M3	ID C
Door	Background Fill	2,49	M3	Kjeller
Door	Background Fill	3,07	M3	Garasjeport 1
Door	Background Fill	5,98	M3	Skyvedør pocket 1fl
Door	Background Fill	7,51	M3	ID B
Door	Background Fill	28,4	M3	ID A
Door	Background Fill	104,77	M3	YD A
Ramp	Betong	0,381	M3	BDE-017 Påstøp
Ramp	Betong	138,66	M3	Rampe
Ramp	Påstøp/avretting	0,456	M3	Rampe
Roof	Betong	272,83	M3	Betong
Roof	Betong	3311,43	M3	
Roof	Taktekning	2321,31	M3	Taktekning
Slab	Background Fill	3,7	M3	
Slab	Betong	12,72	M3	Lasterampe

### 4. Flytt det siste regnearket "OneClick LCA" fremst.

Wall	Betong	517,47	M3	UVB-003 Betongyttervegg under r
Wall	Betong	677,97	M3	IVB-006 Betongsjakt innervegg, 20
Wall	Betong	1308,3	M3	IVB-004 Betonginnervegg, 200 mr
Wall	Bindingsverk av tre isolert	9,38	M3	IV-044 Bindingsverk av tre, 2-si
Wall	Gipsplate, Bindingsverk av s	29,53	M3	IVT-039 Komplette skjørtStør 100m

## 1.3 Steg tre: OneClick LCA

1. Legg til nytt prosjekt.



2. Importer excel-arket til OneClick.
3. Kontroller dataen.

▼ ✓ Identifiserte data: 12 / 65,87 % av volumet

Materiale	Klasse	Kommentar	Mengde	Del	Ressursnavn	Mapping	Bestem senere
betong	SLAB	Betong, 2 rows	9128 M3	35,67 %	Stålarmering, nett, 7850kg/m3, sc	Endring ?	<input type="checkbox"/> Slett
betong	ROOF	Betong, 2 rows	3584 M3	14,01 %	Ferdigbetong, B35 M45, sink dep	Endring ?	<input type="checkbox"/> Slett
betong	EXTERNA...	Betong, 6 rows	2570 M3	10,05 %	Ferdigbetong, B35 M45, sink dep	Endring ?	<input type="checkbox"/> Slett
membran	SLAB	0.0	548 M3	2,14 %	Insulation panel ,from polyurethan	Endring ?	<input type="checkbox"/> Slett
betong	COLUMN	Betong, 8 rows	392 M3	1,53 %	SØYLE, B45 M45 (Spenncon)	Endring ?	<input type="checkbox"/> Slett
aluminium	EXTERNA...	Aluminium, 3 rows	150 M3	0,58 %	Aluminium, profile	Endring ?	<input type="checkbox"/> Slett
betong	RAMP	Betong, 2 rows	139 M3	0,54 %	Lavkarbon ferdigbetong, Lavkarbonklasse ...	Endring ?	<input type="checkbox"/> Slett

#### 4. Map uidentifisert data.

▼ **Data som krever kartlegging: 27 / 34,13 % av volumet** Du behøver å mappe elementer kun én gang. Vi husker valgene dine. Slett alle <1%

Importerte data					Map data til		
Materiale	Klasse	Kommentar	Mengde	Del	Målestatus	Bestem senere	
taktekning	ROOF	Taktekning	2321 M3	9,07 %	Velg mapping	<input type="checkbox"/>	Slett
platekledning, lekt, gips...	EXTERNA...	UVK 010 Klimavegg + puss,	2071 M3	8,09 %	Velg mapping	<input type="checkbox"/>	Slett
gipsplate, gipsplate, bin...	EXTERNA...	IVGS-050 Gyproc GS 70/70,	770 M3	3,01 %	Velg mapping	<input type="checkbox"/>	Slett
plater 600x600, lekt, iso...	SLAB	0.0	738 M3	2,88 %	Velg mapping	<input type="checkbox"/>	Slett
gipsplate, bindingsverk a...	EXTERNA...	Gipsplate, Bindingsverk av ε	601 M3	2,35 %	Velg mapping	<input type="checkbox"/>	Slett
puss, lettklinker, puss	EXTERNA...	Puss, Lettklinker, Puss, 2 rø	284 M3	1,11 %	Velg mapping	<input type="checkbox"/>	Slett

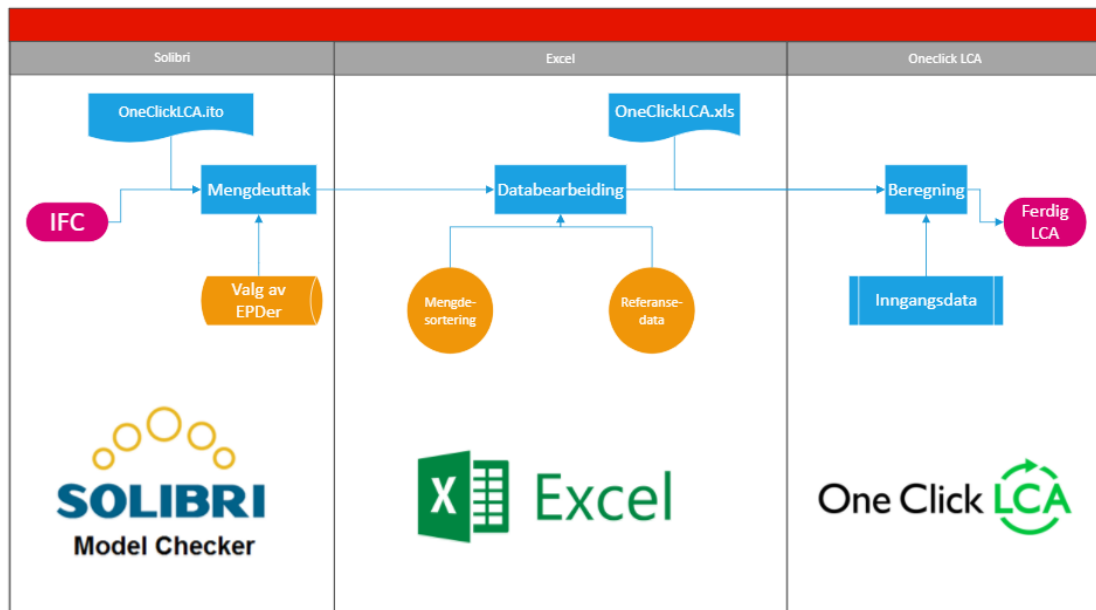
#### 5. Legg inn resterende inngangsdata.

▼ **Designfase: 1 design** Parametere + Legg til et design Bruk standardinnstillinger Flere handlinger

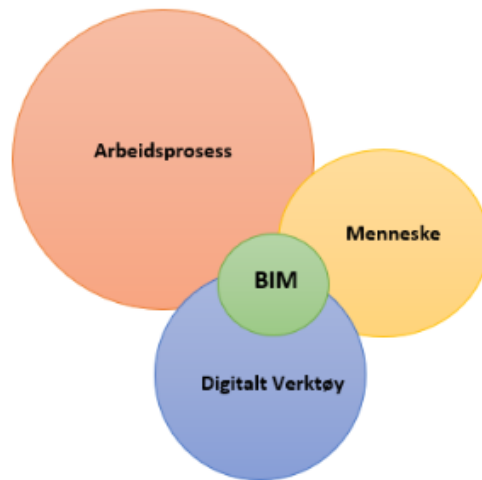
Indikator	Enhet	Test01
LCA, EN-15978 ?	kg CO2e	<div><p>Tast inn data</p><ul style="list-style-type: none"><li>Resultater</li><li>&gt; Inngangsdata: Beregningsperiode</li><li>○ Inngangsdata: Byggeplassdrift</li><li>&gt; Inngangsdata: Bygningsmaterialer</li><li>&gt; Inngangsdata: Energiforbruk</li><li>○ Inngangsdata: Water consumption</li><li>○ Inngangsdata: Compensate to local conditions</li><li>&gt; Inngangsdata: Bygningsareal</li><li>Importer fra fil</li></ul></div>

One Click LCA © and 360Optimi © copyright Bionova Ltd | Version: 14.04.2018.

## 1.4 Prosesskart



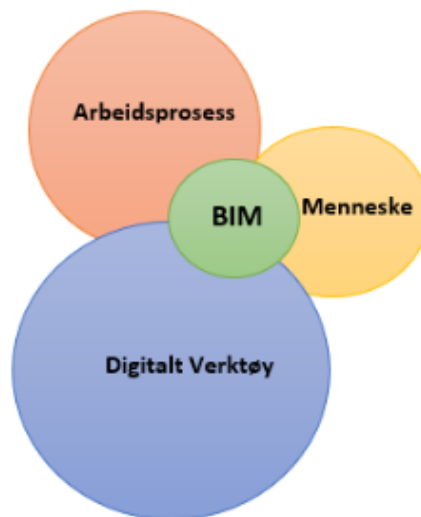
## IDDs - Arbeidsprosess



Figur 5.7: Boblediagram - arbeidsprosess

Det overordnede ansvaret i prosjekter ligger hos byggherre og utbygger, de benytter seg av byggeregler og standarder. Ut i fra disse utarbeides fremdriftsplaner, prosjekteringen og produksjonen. Det meste av jobben til prosjektleder og byggherrer innebærer dette, at de tekniske fagene klare å levere jobben sin til riktig tid og med et tilfredsstillende resultat.

## IDDs - Interoperabel teknologi



Figur 5.8: Boblediagram - Teknologi

Her er det teknologibruken som er den mest betydningsfulle. Nå brukes det BIM - verktøy i de fleste prosjekter. BIM åpner for mange nye muligheter, men krever kompetanse og kursing på rådgivere og prosjektleder-nivå.

Modellen knytter også borerobot inn i systemet da den sees på som et digitalt verktøy. Roboten kan redusere håndverkerne for store mengder arbeid, tidsbruk og samholdet til menneske blir mindre fokusert.

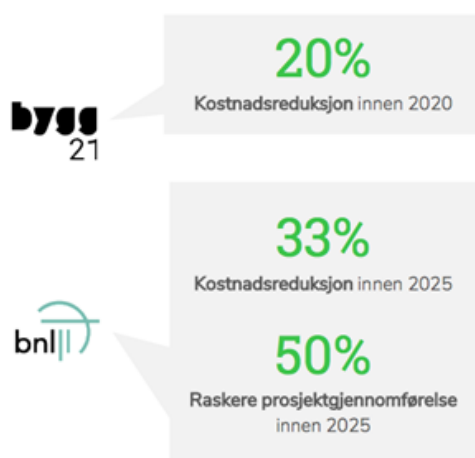
Rammeverket er brukt til å vise sammenhengen mellom fokusområdene. Menneske som fokusområdet har hittil vært å anse som den viktigste delen av en byggeprosess. Dette er nå på vei til å endres ved en digitalisering av næringen.

## 5.4 Samarbeid for digitalisering, før Digitalt Veikart

Det overordnet målet til det digitale veikartet er å få til en heldigital konkurransedyktig, bærekraftig og seriøs næring.

Det skal mer til enn å «sette strøm på papir» for å ta ut potensialet i digitalisering. Søm-løs informasjonsflyt, standardisering, industrialisering og automatisering er prinsipper som gjennomsyrrer oppgavene for å nå målene.[47]

Hovedmålene til veikartet er de som knytter den digitale endringen av monterings fasen på byggeplassen man finner i denne veilederen/oppgaven sammen med veikartet . Ved å ta for seg enkeltvis de grunnleggende målene til det digitale veikartet og bygg21 kommer det tydelig frem at robot og andre digitale verktøy kan bidra i en positiv retning.



Figur 5.9: Viser hovedmålene for bygg21 og samarbeid for digitalisering.

## 50% lavere klimagassutslipp

Robot bidrar med å få redusere transport av montører fra arbeidsgiver til byggeplass for alle fagene da de kun trenger å møte opp den dagen de skal montere og ikke gjøre noe forarbeid. Dette reduserer ekstra CO<sub>2</sub>-utslipp fra montører fra flere fag og ulike biler/biler.

Med økt digitalisering og med fokus på bruk av BIM vil bestillingen og transport/levering skje mer effektivt og presist. Altså redusere transporten til og fra byggeplass slik at det ikke er unødvendig mange lastebiler tur-retur pga. ekstra bestillinger, endringer og feil.

## **33% kostnadsreduksjon og bygg21 sine 20%**

Borerobot fører direkte til færre lønnede timer til montører. Montørene må måle opp, bore, slå inn anker før de kan begynne med selve monteringen av kanaler, rør og elektro. Dette må stort sett alle fagene gjør hver for seg etter tur, med mindre de representerer samme firma. Her tar roboten alle under en og samme operasjon. Effektiviteten øker igjen når robotene kan jobbe om natten når det er stengt for de ansatte. Robotene vil fungere mer eller mindre selvstendig, men under oppsyn og for påfyll av materiale o.l. Borerobot vil og jobbe mer effektivt siden det er færre hindringer og personer i veien etter arbeidstid. Byggeplassen er derfor klar til morgenen etter med god margin. Økt effektivitet gir mer stabil fremdrift uten forsinkelser og feil koordinering, som fører til færre uforutsette kostnader.

Borerobot reduserer også helseskadelig arbeid for montørene ved at de slipper å arbeide like mye over skulderhøyde, som kjent belaster rygg, ledd og skuldre. Et resultat av dette er bedre helse, miljø og sikkerhet, som igjen da kan forhindre kostbare skader og sykemeldinger.

Ved bruk av digitale hjelpemidler reduseres kostnadene ved å ha mindre og samtidig ingen feilprosjektering siden det kontinuerlig blir kjørt kollisjonstester av de tekniske anleggene på tvers av alle fag. Løpende sjekkes det og byggbarheten og kjøres simuleringer av bygget. Verktøy som nettbrett og BIM-kiosk hjelper arbeiderne i å skape forståelse ved å visualisere det i 3D og ikke på papir, som minsker sjansen for misforståelser og da følgende feil utført arbeid. Forståelse, tidlig innsikt og kollisjonstesting er med på å forhindre forsinkelse og ineffektivitet, som til slutt vil resultere i reduserte kostnader.

## **50% raskere prosjektgjennomføring**

En borerobot øker fremdriften ved at den tar over alt det repeterbare arbeidet når byggeplassen er stengt. Ved at alle hull er boret og anker står ferdig, skaper det en lettere logistikk for prosjektleder ved koordinering av montasjen for de ulike fagene. Under store nye næring- og leilighetsbygg vil dette redusere byggetiden betraktelig. Direkte hjelper roboten til å nå målet til det digitale veikartet med å få en 50% raskere prosjektgjennomføring.

Digitalisering, gode 3D-modeller gir korrekte beregninger, et mer tilrettelagt design og utforming for utbygger og brukerne. Etter en detaljert modell vil det være mulig for prosjektleder å koordinere på et tidligere tidspunkt i prosessen, både når leveranser skal bli gjort og når og hvordan innleide aktører og kontrollører skal komme. Her kan tidsbesparingen være enorm, siden det daglig er et høyt antall mennesker med små og store arbeidsoppgaver på en byggeplass. Det er da en god digital modell med 4D (tidsaspektet), 5D (kostnadsbildet) og 6D, (drift og vedlikehold) gir muligheten for å skape innsikt og oversikten man trenger. Hastigheten på utbyggingen belager seg på detaljnivået i den digitale modellen. Potensialet er stort, men hvor mye man kan skrape av på den totale prosjektgjennomføringen avhenger av kunnskapen, kompetansen og målet til alle de involverte partnerne helt fra starten av.

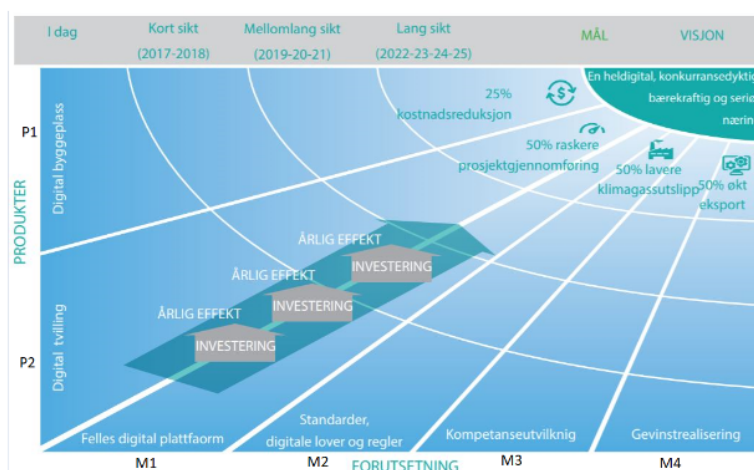


## 50% økning i eksport av produkter og tjenester

Målet til veikartet om å øke eksporten er ikke noe roboten bidrar med i like stor grad. Av eksportvarer bør man se mer på tjenestene og mulighetene for unike digitale løsninger og spesialprodukter. Når en økt digitalisering og globalisering med åpne standarder og et felles språk har skapt gode muligheter som krysser landegrensene. Ulempen med dette er at det kan øke trusselen for det norske markedet som er preget av høye lønns- og produksjonskostnader.

### 5.5 Hvordan få en mer effektiv og produktiv drift i BEA-næringen

For at det digitale veikartet og verktøy som borerobot og andre lignende hjelpemidler skal få et ordentlig fotfeste må det skje en omorganisering av næringen. Det må tilrettelegges og standardiseres krav for bruk av ovennevnte verktøy og arbeidsmetoder fra blant annet BNL, DiBK og standard Norge for at byggeprosessen skal få den omveltningen den trenger. Boreroboten kan være selvgående og gjøre arbeid for ti personer på halve tiden, men det er til ingen nytte hvis resten av byggeprosessen henger etter og ikke har tilpasset seg godt nok for å få gevinsten.



Figur 5.10: Viser forenklet framvisning av det digitale veikart.

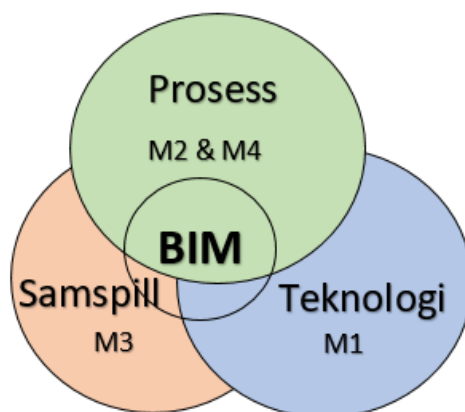
Bildet i figuren 5.10 viser tankegangen i veikartet i en forenklet versjon av figur 2.3 hvordan tjenester og produkter ikke alene klarer å gjøre endringene som må til. Det trengs mulighetene og midlene for å få tankene over til handling. For at de digitale hjelpemidlene skal implementeres raskest mulig må kompetansenivået økes betydelig. Det gjelder for de som er under utdanning, men likeså mye for generasjonene som allerede er ute i jobb.

Robotene som bidrar positivt til målene til «Samarbeid for digitalisering» og Bygg21 er nevnt i resultatdelen. Roboter er på vei til og har tatt over store næringer de siste årene. Et eksempel er bilindustrien hvor produksjonen følger et samlebånd med effektive stasjoner, en blanding av robot og menneske som jobber i harmoni. Toyota er et godt eksempel som ville effektivisere sine produksjonsbånd med å minimere avfall og unødvendig deler/operasjoner av produksjonen. De begynte med ledelsen, og for å bevege seg fremover måtte de erfarne lederne videreføre sin kunnskap til sine mindre erfarne kolleger. Omstillingen i en slik stor bedrift er stor og har tatt tid. Dette er i dag det som er varemerket til Toyota Production System (TPS) sammen med to andre grunnpilarer. Det ene er å alltid strebe etter

forbedring (alltid forhindre tap) og den andre er å ha respekt for medmennesker. De satser sterkt på lange ansettelse og forhold over lengre tid med en gjensidig tillit mellom ledelse og arbeidere.

Lean – tankegang (TPS) kan, men vil ikke være en god måte å jobbe etter for alle deler av byggenæringen. Aspektene som handler om å minimere avfall fra f.eks. byggeplass og satsning på god kompetanse hos ansatte over lengre tid er et tankesett som vil gagne næringen på sikt. BREEAM-sertifiseringen fokuserer på temaer som energi, innovasjon, materialbruk, ledelse, forurensing, transport og avfall. Disse er gode bidragsytere på å øke effektiviteten og få flere bærekraftige bygg, bygd av sunne bedrifter.

## 5.6 Sammenheng mellom «Veikart» og «IDDs»



Figur 5.11: Boblediagrammet henger sammen med figur 5.10, og viser samspillet mellom arbeidsprosesser, teknologiske løsninger og det psykososiale samspillet.

I figuren 5.11 ser man det ideelle samspillet mellom arbeidsprosesser, teknologiske løsninger og det psykososiale samspillet som sammen danner gode løsninger. I dette tilfellet er det BIM som er bindeleddet mellom kategoriene fra «veikartet». «Samarbeid for digitalisering» sitt «veikart» er delt inn produkter som må utvikles og hvilke muligheter/metoder som må etableres som forutsetninger for videre fremgang. Disse er produktene P1-funksjonell digital byggeplass og P2-Digital tvilling. Forutsetningene er M1-Felles digital plattform, M2-Standarder, digitale lover og regler, M3-Kompetanseutvikling, M4-Gevinstrealisering. Diagrammet over vises med bobler som representerer disse og hvordan det ideelle samspillet mellom dem burde være. Under prosess ligger standarder(M2) og gevinstrealisering(M4). I teknologi-boblen ligger målet om å nå en felles digital plattform(M1) og i samspill-boblen tar man for seg kompetanseutviklingen og den menneskelige faktoren.

For å oppnå reduserte byggekostnader, raskere gjennomføring og mindre utslipp av klimagasser må man se på sammenhengen mellom de ulike delene av det digitale veikartet og avhengigheten mellom dem. Produktene er et resultat av at prosessarbeid, teknologiske nyvinninger og menneskene på tvers av fag og organisasjoner jobber sammen.

## Teknologi

Den funksjonelle digitale plattformen og infrastrukturen er kanskje det mest målbare tjenesten i veikartet, en gamechanger for næringen. Den står riktig nok ikke alene og avhengig av at M2, M3 og M4 lykkes for å kunne bli en praktisk arbeidsplattform. Målet er at den skal sørge for sømløs informasjonsflyt uansett når og hvilke aktør som er involvert i et prosjekt.

Teknologiske nyvinninger i seg selv kan forenkle arbeidsmetodene til mange bedrifter på et mindre plan. Det finnes f.eks. enkle applikasjoner for drift, timeregistrering og personal som automatiserer arbeid på et viss nivå. Teknologien er ferskvare og hele tiden under utvikling, noe som gjør at mange organisasjoner og bedrifter sliter med å holde tritt med den løpende utviklingen. Hvis man ser på det i et worst-case-scenario ender man opp med applikasjoner, roboter og løsninger ingen får glede av, siden næringen ikke har systemene og kompetansen på plass.

## Prosess

Gevinstrealiseringen M2 er utfordrende når flertallet av gevinstene er komplekse og på mange måter teoretiske ut i fra dagens situasjon. Hva er gevinsten med å etablere en funksjonell digital byggeplass kan man spørre seg. Svaret på det er en mer sømløs, effektiv, selvgående, tids- og kostnadsbesparende byggeprosess for hele BAE-næringen. Verdiskapningen skjer i verdinettverket rundt selve tjenesten og produktet. M4-etableringen av standarder for effektiv informasjonsforvaltning må være grunnmuren i hvordan byggeprosjektene anskaffer og benytter seg av informasjonen. Sistnevnte er et kjent problem for de som skal innhente seg informasjon til dagens byggeprosjekter. De aktørene som den siste tiden har satset tungt på digitalisering har bygd seg opp en stor database med produktinformasjon, priser, kostnad og levering. Skanska, Statsbygg og Backegruppen er noen av disse og siden de har satset stort sitter de også med kortene tett til brystet. Dette er grunnen til at prosessen trenger hjelp av etablerte standarder og informasjonsdatabaser. Hentet fra produsenter og leverandører av tekniske installasjoner, materialer, betong osv. Informasjonsleverandørene skal støtte beslutningsprosessene.

## Samspill

Veikartet viser at en funksjonell digital byggeplass og en digital tvilling skal det være et resultat av å etablere en plan for å øke bredde- og spisskompetansen for nyutdannede og de mer etablerte aktørene. For å ro dette i havn må alle utdanningsinstitusjoner ha fellesfag som omfavner digitalisering, gjerne mer fremoverlent enn statusen til næringen på daværende tidspunkt. Hvordan forme morgendagen er essensielt. Teknologi er ferskvare og derfor er det uhyre viktig at næringen både privat og offentlig jobber sammen for å få utnyttet den på best mulig måte. Ut i fra intervjuene utført i denne rapporten er alle aktørene tydelige på det samme, når kommunikasjon og samspill fungerer kan man lykkes. Under stiftelsesmøte for «Samarbeid for digitalisering» 3.mai sa Jon Sandnes «Vi er dømt til å lykkes når så mange vil».[48]

Dette er et godt utgangspunkt for å klare den største utfordringen av de alle, nemlig kompetanseløftet må entreprenørene, organisasjoner, politikere og resten av BAE-næringen gi og ta.

Eksempel på et dilemma som bare kan løses av felles samarbeid er kontraktene rundt det digitale arbeidet, hvor bruken av den nye teknologien endrer alle satte normer og standarder. Man må altså digitalisere sammen, med det menes at de tekniske entreprenørene, byggentreprenørene, arkitekter og rådgivere må dele sin fagkunnskap som er den ene siden av det. På den andre siden har man myndighetene sine regelverk, kommunal saksbehandling, offentlige utbyggere og eiendom - eiere og forvaltere. Når disse sidene får ordnet sine affærer før de så får samhandlet og begynt å produsere ser man gevinstrealiseringen av satsingen. Borerobot og BIM er enkeltstående symboler på hva som er mulig å få til.

## 5.7 Bakteppet til digitaliseringen

Digitalisering har positive assosiasjoner for det meste, men det kreves også store forandringer og ofre for å få til ideelle løsninger. Det medfører store endringer for BAE-næringen, og man må derfor se på hvordan digitalisering påvirker omgivelsene.

### Miljø

På grunn av en raskt økende befolkningsvekst og urbanisering er det et økende behov for BAE-næringen sine ytelser innen, kompetanse, planlegging og utviklingen av smarte byer.[49]

Oslo er et eksempel på hvordan urbanisering påvirker utbyggingen av byen og pressområder. Det bygges høyere og mer avanserte bygninger enn noen gang før. Større bygg betyr større fotavtrykk i miljøet. For å redusere klimautslipp før, under og etter bygging har gode planlagte digitale modeller mye å bidra med. Bygningsautomasjon hjelper til å styre bygget bærekraftig gjennom byggets levetid.

### Økonomi

Ved å implementere digitale hjelpemidler som BIM vil man endre de tradisjonelle måtene å jobbe på. Dette vil redusere byggekostnader og øke samspille mellom partene da informasjonsdelingen vil gå mye mer sømløst enn i dag. Bedre informasjonslogistikk og hurtigere tilgang på informasjon vil redusere beslutningstiden fullstendig. Resultat av dette er mindre ventetid, raskere avgjørelser og økende automatisering. En økt bruk av mobile løsninger, sensorer og store datamengder vil gi en forenklet tilgang til ny og oppdatert informasjon. Høyere kompetanse og mer struktur vil danne plattformen for automatisering, og kobling mellom sensorer og adaptive systemer skaper fremtiden til autonome selvstyrende systemer. Integrated Concurrent Engineering (ICE) er et eksempel på hvordan reduksjon av ventetid kan oppnås ved å designe nye arbeidsmetoder. Dette står det mer om i tillegget «Digital kartlegging, hva gir det oss?».

### Megatrendenes påvirkning

Digitalisering er en av de fem påviste globale megatrendene som påvirker BAE-næringen. De resterende fire er globalisering, disruptiv teknologi og nye forretningsmodeller, ubegrenset tilgang til informasjon og urbanisering.



Figur 5.12: En grafisk fremstilling av de globale megatrendene fra det digitale veikart.

Diagrammet over viser trender som påvirker arbeidsmetoder og tankegang, hvordan konkurransen mellom aktørene utspiller seg og grensesnittet mellom aktørene ivaretas. Det er ingen tvil om at den digitale revolusjonen vil endre BAE-næringen for godt.

Arbeidsmarkedet krysset landegrensener for en tid tilbake og er nå tilnærmet globalt, noe som kan true Norge som er preget av høye lønn- og produksjonskostnader. Dette åpner på den andre siden muligheter for økt samarbeid og kompetanseutvikling med andre nasjoner. Ved økende tilflytting fra andre land og generell befolkningsvekst er urbanisering av områder og byer et faktum. Dette øker spesielt behovet for bærekraftig byutvikling og effektiv infrastruktur i de utsatte områdene.

Nå som all informasjon er tilgjengelig til enhver tid endrer dette hvordan samspeillet mellom aktørene i næringen utspiller seg. Informasjon om kunder, produkter og tjenester har i lang tid vært det som ga konkurransefortrinnet, nå har de mistet det.

Ulempen med teknologi og informasjon er at det er ferskvare og går fort ut på dato. Nye teknologiske nyvinninger som 3D-printing av produkter og hus krever en helt annen forretningsmodell, ressurser og arbeidsprosesser enn ved tradisjonell husbygging.

Hva som er digitalisering kan diskuteres, men det er ganske klart at det må mere til enn å «sette strøm på papir». De hjelper lite å digitalisere plantegningene og bruke apper som sjekkliste i stedet for penn og papir. Det kan endre arbeidsprosesser til en viss grad, men ikke sluttproduktet eller måten det blir produsert på.

## Potensielle scenariene for BAE-næringen

Siden digitalisering er et noe ukjent farvann for næringen og uvisshet rundt hvordan utviklingen fremover vil være er det opparbeidet ulike scenarier for fremtiden. Grunnen til dette er at i liknende situasjoner i historien har hatt god nytte av å tydeliggjøre fremtidig usikkerhet. WEF (world economic forum) laget i 2013 flere ulike scenario for den globale BAE-næringen for å bedre forstå mulige utviklingsløp og forretnings omgivelsene fremover. Scenariene gir et estimert bilde av hvordan forretningsklima kan være i 2025. De fire ulike scenariene er “The Race” - rotteracet - globalt perspektiv og transaksjonsorientert. “The Collaborative Leap - Globalt brette opp ermene - globalt perspektiv og verdiorientert. “The Zero-Sum Game” - Proteksjonisme/frykt - lokalt perspektiv og transaksjonsorientert. “The Aspirational Communities” - lokal nasjonal dugnad - lokalt perspektiv og verdiorientert. Detaljer rundt de ulike scenariene finnes i «Digitalt Veikart». [51]

De forskjellige scenarioene er laget for å skape årvåkenhet for å ligge i forkant ved endring.

## Fremtidige byggeplassen

Hvordan vil den ideelle byggeplassen se ut? Byggeplassen 20 år frem i tid er vanskelig å se for seg i detalj, men man ser jo antydninger på hvor teknologien går og hva som er sannsynlig at kan skje.

Fremover vil datasystemer komme til å bestille mye eller alt av materialer fra digitale modeller, basert på typen formål bygget skal ha og ut i fra de ulike modulene som skal inn. Kjøkken, stue, bad, soverom beregnes ut fra bruk og antall mennesker for varig opphold. For at slike systemer skal komme på plass må det etableres bedre databaser med alle mulige tilgjengelige standarder, kompetanse og praksis på samarbeidende format. Før et slikt system er på plass må næringen ha hjelp av mennesket til bestilling og levering, enda. Man ser for seg en hverdag som mer og mer er preget av robot og automasjonssystemer med kunstig intelligens generelt. Allerede finner man velfungerende autonome systemer i fly- og droneteknologi. Bilindustrien kommer også med forskjellige løsninger, selv om de fortsatt ikke er 100%.

Ved at robotene endelig har slått litt røtter i den norske byggenæringen betyr det at det kommer bare til å komme mer av det. Boreroboten fra nLink er bare i startfasen og om kort tid vil den fungere på følgende måte: Roboten får plantegninger som er koordinatfestet. Da trengs det ikke stikking med totalstasjon for at den skal vite hvor den er. Den manøvrerer seg selv rundt etter plantegningen, begynner i den ene delen av bygget og gjør seg ferdig systematisk, rom for rom. På større prosjekter og knappe tidsfrister ser man for seg at de kan sette opp en robot i hver etasje for optimal fremdrift. En mann følger bygget når robotene går, fortrinnsvis på kvelds- eller nattestid da det ikke er andre forstyrrelser i bygget. Roboten må kunne utføre flere oppgaver enn kun å bore, som er dagens standard. Den vil kunne sette inn plugg/anker etter boring, via et roterende ledd på eksisterende robotarm eller en løsning hvor roboten har to armer på samme plattform.

Det er få robotsystemer som har kommet så langt inn på markedet i skrivende stund, men det er andre lignende konsepter som er under bygging og testing. Roboter vil fortrinnsvis ha mest å bidra med der det er mye belastende arbeidsoppgaver. For å møte disse behovene finner man allerede blant annet flisleggings roboter, vaske- og malerobot og murer-robot som legger murstein ferdig med mørtel per dags dato.

Det er tydelig at byggeplassene vi kjenner til i dag vil endres til det ugjenkjennelige i tiden som kommer. Ved å nå jobbe godt med å utvikle kompetansen fra tidlig skolegang og leke seg med den allerede tilgjengelige teknologien, vil man ha en reell sjanse til å møte utfordringene med hevet hode.

## 5.8 Mulighetsanalyse

For å oppsummere hensikten, problemene og metodene brukes rammeverket «Drivers to change». Bakgrunnsinformasjon om rammeverket i finner man faglig rammeverk for analyse - teoretiske rammeverk.

### Drivers to change

Digitalisering sees på som en effektiviseringsmulighet for byggebransjen med nye måter og tenke på. Pådriverne for endring er å skape effektive sømløse systemer som gir mer bærekraftige, lønnsomme og energieffektive bygg.

Dette er basert på nyere teknologiutvikling og menneskelig erfaring. Det har nå blitt satt høyere og nye krav til standarder, disse hjelper til å skape nye muligheter for digitalisering.

For å unngå hindringer og skape bedre forståelse mellom mennesker, kan digitale programvarer og samhandlingsplattformer løse mange hindringer. Man er avhengig av at engasjerte entreprenører, utbyggere og representanter fra myndighetene stiller opp og bidrar med gode holdninger og et godt kompetansegrunnlag.

### **Enables**

Gjennom en digitalisering av næringen blir BIM sett på som en av de grunnleggende verktøyene til et prosjekt både for bygging, vedlikehold og drift. Fremgangsmåten i prosjektering og produksjon bestemmer grunnlaget for effektiviseringen utover i byggeprosessen. Økt digitalisering skaper rom for nye måter å tenke på, her er papirløse/heldigitale byggeprosjekter et godt eksempel på nye konsepter. Nye verktøy som robotiserer og automatiserer manuelle øvelser. Boreroboten er bare en av de potensielle robotiserte tjenestene. En økt digitalt hverdag kan bidra til å oppfylle målene og visjonen fra myndighetene.

### **Barriers**

Digitalisering i byggebransjen er et hjelpemiddel for å nå hovedmålet om å effektivisere næringen, det er uhyre viktig at kompetansen som kreves for å bruke de nye verktøyene er tilfredsstillende. Ved bruk av digitale verktøy øker viktigheten og relevansen til god opplæring og kunnskap. Fra rapporten er det et eksempel fra aktør nr. 5 og 6, hvor prosjektering for oppheng til borerobot viste seg å være utfordrende på grunn av manglende kompetanse og erfaring fra denne måten å jobbe på. Den nåværende roboten kan ikke erstatte de oppgavene en montør bidrar med i en byggeprosess, og kan derfor ikke bli sett på som optimal enda. Teknologien bak roboten er relativt ny for byggebransjen, og det kreves fortsatt tid til testing samt å finne feilkilder som bidrar til oppgradering og forbedring. Det trengs mer erfaring og kompetanse for at man skal kunne aktivere en standard for bruk av verktøyet som borerobot og dens tjenester.

For å kunne se den ønskede effekten av å digitalisere må aktørene og menneskene i næringen jobbe sammen med kommunikasjon og samspill. Menneskesvikt er en av de store, og kanskje vanskeligste faktorene man kan gjøre noe med. Eneste man kan gjøre er å erstatte de med automatiserte systemer hvor det er mulig å hente en gevinst. Fagene arbeider med ulike kompetansenivåer, metoder og blir påvirket av sine arbeidsplattformer. Dette skaper store spenn i hvordan bedrifter jobber tverrfaglig med hverandre. Dette bidrar direkte til forsinkelser, spesielt i prosjekter med fag representert av forskjellige firma.

### **Opportunities**

Mulighetene som oppstår ved en digitalisering i byggebransjen er så mange at det er vanskelig å forutse hvordan det vil se ut om bare fem år. Derfor er det blitt delt inn i flere tydelige mål og planer både regionalt og nasjonalt. En av disse er Bygg21, hvor målet er å redusere byggekostnadene med 20% innen utgangen av 2019. Et enkelt mål sett alene, men har innbakt veldig mange ulike parametre med store utfordringer som kompliserer fremgangsmåten for å angripe dette. LEAN-tankegang muliggjør måter å redusere overfladisk produksjon og kutte ned på ikke-optimale løsninger. Her åpnes det muligheter for å potensielt velte om hele produksjonsbånd. Det digitale veikart åpner også for utallige operasjoner i næringen, med formål om å tette hullet mellom digitale enkeltkomponenter og kompetanse.

# Kapittel 6

## Konklusjon

Hensikten med dette kapittelet er å konkludere i korte trekk det viktigste fra rapporten. Konklusjonen er basert på resultatene og diskusjonsdelen.

Det er ingen tvil om at byggenæringen er under utvikling og beveger seg mot en hel-digitalisert og «papirløs» byggeplass. Det er fortsatt et stykke igjen før næringen når hel-digitalisering da hindringene er mange. Det gjelder alt fra ny teknologi, arbeidsprosesser og samspillet mellom mennesker. Inntrykket fra kartleggingen i denne rapporten er likevel at aktørene er positive og hindringene er mulig å forsere.

Gruppen har drøftet aspektene rundt de største utfordringene, samt løsningene for å nå målet om en mer digitalisert hverdag. Det er derfor produsert en tilleggsrapport rettet mot bedrifter i næringen som har et ønske om å øke sin digitale kompetanse.

Problemstillingen i oppgaven er: «Hvordan digitalisering bidrar til effektiv og optimal montasje av installasjoner på byggeplass». Ved å ta utgangspunkt i hva som skal til for å optimalisere montasje av installasjoner med digitale verktøy søkte man veiledning i «Samarbeid for digitalisering». Da ble det tydelig at det ikke nødvendigvis bare er teknologien som holder tilbake utviklingen. Etter å ha gjennomført intervjuer med ulike aktører fra ulike fag med sine synspunkt, samt litteraturstudie ble det mulig å se sammenhengen.

Mye av teknologien er allerede der i dag, dagsaktuell robotisering og programsystemer som f.eks. åpenBIM. Hva er det som hindrer det i å bli brukt mer når det er klare gevinster rundt en digitalisering av byggeplassen?

Funnene fra denne forskningsbaserte rapporten er ganske klare, men har fortsatt mange aspekter ved seg hvor gruppen har valgt et rammeverkt for å begrense seg.

Den enkelte bedrift kan gjøre en vesentlig innstats selv, men det kreves også mer overordnede føringer.

De viktigste punktene som gruppen har konkludert med for å nå veikartet sitt mål er;

- Bygg- og anleggseiere må stille krav til digital prosjektgjennomføring og digitale hjelpemidler.
- Offentlige myndigheter må tilrettelegge for digitale lover og regelverk.
- Vareeiere må dele sin vareinformasjon på åpne formater iht. standarder.
- Digital kompetanse sikres med stor satsning på ny- og etterutdanning.
- Tverrfaglig samarbeid mellom aktørene gjennom hele byggeprosessen.
- Mer positiv holdningsendring til teknologien som er i vente.





# Bibliografi

- [1] *Thue, Jan Vincent. (2018, 20. februar). Prefabrikasjon. I Store norske leksikon. Hentet 20. mars 2018.*  
Hentet fra: <https://snl.no/prefabrikasjon>
- [2] *Telenor -teknologi-norge, hentet ut 19.03.18.*  
Hentet fra: <https://www.telenor.no/om/teknologi-norge/dette-er-5g.jsp>
- [3] *Internet of things, hentet ut 20.03.18.*  
Hentet fra: [https://en.wikipedia.org/wiki/Internet\\_of\\_things](https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things)
- [4] *Eksempel på BIM på byggeplass, hentet ut 19.03.18.*  
Hentet fra:  
<https://buildingsmart.no/nyhetsbrev/2011-01/skoleeksempel-pa-bim-pa-byggeplass>
- [5] *Eksempel på BIM på byggeplass, hentet ut 04.03.18.*  
Hentet fra:  
<http://holmansnv.com/wp-content/uploads/2011/07/BIM-KIOSK.pdf>
- [6] *Kunstig Intelligens, hentet ut 01.03.2018.*  
Hentet fra:  
[https://snl.no/kunstig\\_intelligens](https://snl.no/kunstig_intelligens)
- [7] *Bygg artikkel, hentet ut 01.03.18.*  
Hentet fra:  
<http://www.bygg.no/article/1329223>
- [8] *Artikkel fra Teknisk Ukeblad om roboter, hentet ut 01.03.18.*  
Hentet fra:  
<https://www.tu.no/artikler/norsk-robot-loser-en-av-de-tyngste-jobbene-for-bygningsarbeid-275707>
- [9] *Artikkel fra norskvvs om roboter, hentet ut 04.03.18.*  
Hentet fra:  
<http://www.norskvvs.no/bygg/robotene-overtar/>
- [10] *Balfour Beatty artikkel om innovasjon, hentet ut 04.03.18.*  
Hentet fra:  
<https://www.balfourbeatty.com/innovation2050>
- [11] *Tingenes Internett, hentet ut 28.02.18.*  
Hentet fra:  
<https://www.telenor.no/bedrift/aktuelt/millioner-a-spare-med-tingenes-internett.jsp>

- [12] *BIM håndbok fra Eastman, C etal. (2011), hentet ut 22.01.18.*  
Hentet fra:  
Eastman, C., etal. (2011). *BimHandbook: A guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. Hoboken, Wiley
- [13] *Statsbygg.*  
Hentet fra:  
<http://www.statsbygg.no/Oppgaver/Bygging/BIM/>
- [14] *Getbuildingworks.*  
Hentet fra:  
<https://getbuildingworks.com/open-bim-vs-closed-bim/>
- [15] *Graphisoft - åpent BIM.*  
Hentet fra:  
[http://www.graphisoft.com/archicad/open\\_bim/](http://www.graphisoft.com/archicad/open_bim/)
- [16] *Åpent BIM.*  
Hentet fra:  
<http://www.openbim.org/>
- [17] *Artikkel fra ingeniørnytt om borerobot.*  
Hentet fra:  
<http://www.ingeniørnytt.no/nyheter/verdens-foerste-mobile-borerobot>
- [18] *LEAN.*  
Hentet fra:  
<https://www.leancommunications.no/om-oss/hva-er-lean/>
- [19] *Digital veikart for BAE.*  
Hentet fra:  
<https://www.bnl.no/globalassets/dokumenter/rapporter/210917-digitalt-veikart-for-bae-3.pdf>
- [20] *Byggeprosess.*  
Hentet fra:  
<http://uukurs.dibk.no/modul-6/byggeprosess/faser-i-byggeprosess/>
- [21] *Arbeidstilsynet - HMS i bygg og anlegg.*  
Hentet fra:  
<https://www.arbeidstilsynet.no/hms/hms-i-bygg-og-anlegg/>
- [22] *Arbeidstilsynet - Ergonomi.*  
Hentet fra:  
<https://www.arbeidstilsynet.no/tema/ergonomi/>
- [23] *Artikkel for kjennetegn av trygg arbeidsplass, hentet ut 20.01.18.*  
Hentet fra:  
<https://frifagbevegelse.no/meninger/kulturforskjeller-gir-hmstrobbe-6.158.217974.61586863>
- [24] *Trehus boka, .*  
Hentet fra:  
Trehusboka - håndbok for trehusbygging i Norge 2014, Knut Ivar Edvardsen, Trond Ramstad

[25] *Byggteknisk forskrift (TEK 17), 2010.*

Hentet fra:

Byggtekniskforskrift(TEK17),2010

[26] *Byggteknisk forskrift for TEK 17 veiledning.*

Hentet fra:

fc [https://dibk.no/globalassets/byggteknisk-forskrift-tek17/veiledning-til-byggteknisk-forskrift-tek17-01.07.2017\\_oppdatert-12.12.2017.pdf](https://dibk.no/globalassets/byggteknisk-forskrift-tek17/veiledning-til-byggteknisk-forskrift-tek17-01.07.2017_oppdatert-12.12.2017.pdf)

[27] *Arbeismiljøloven.*

Hentet fra:

<https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2005-06-17-62>

[28] *IDDs - rammeverk.*

Hentet fra:

[https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/el/IDDS\\_White\\_Paper-1owen2.pdf](https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/el/IDDS_White_Paper-1owen2.pdf)

[29] *Kvalitativ metode.*

Hentet fra:

Holmeogsolvang1996

[30] *Etikk og anonymitet.*

Hentet fra:

<https://www.etikkom.no/forskningsetiske-retningslinjer/etiske-retningslinjer-for-forskning-pa-internett/personopplysninger-konfidensialitet-og-anonymisering/>

[31] *Store Norske Leksikon - Validitet.*

Hentet fra:

<https://snl.no/validitet>

[32] *Estudie - Reliabilitet.*

Hentet fra:

<https://estudie.no/reliabilitet/>

[33] *Store Norske Leksikon - Reliabilitet.*

Hentet fra:

<https://snl.no/reliabilitet>

[34] *Store Norske Leksikon - Objektivitet.*

Hentet fra:

<https://snl.no/.search?utf8=%E2%9C%93&query=+objektivitet>

[35] *Kilder til metodekapittel.*

Hentet fra:

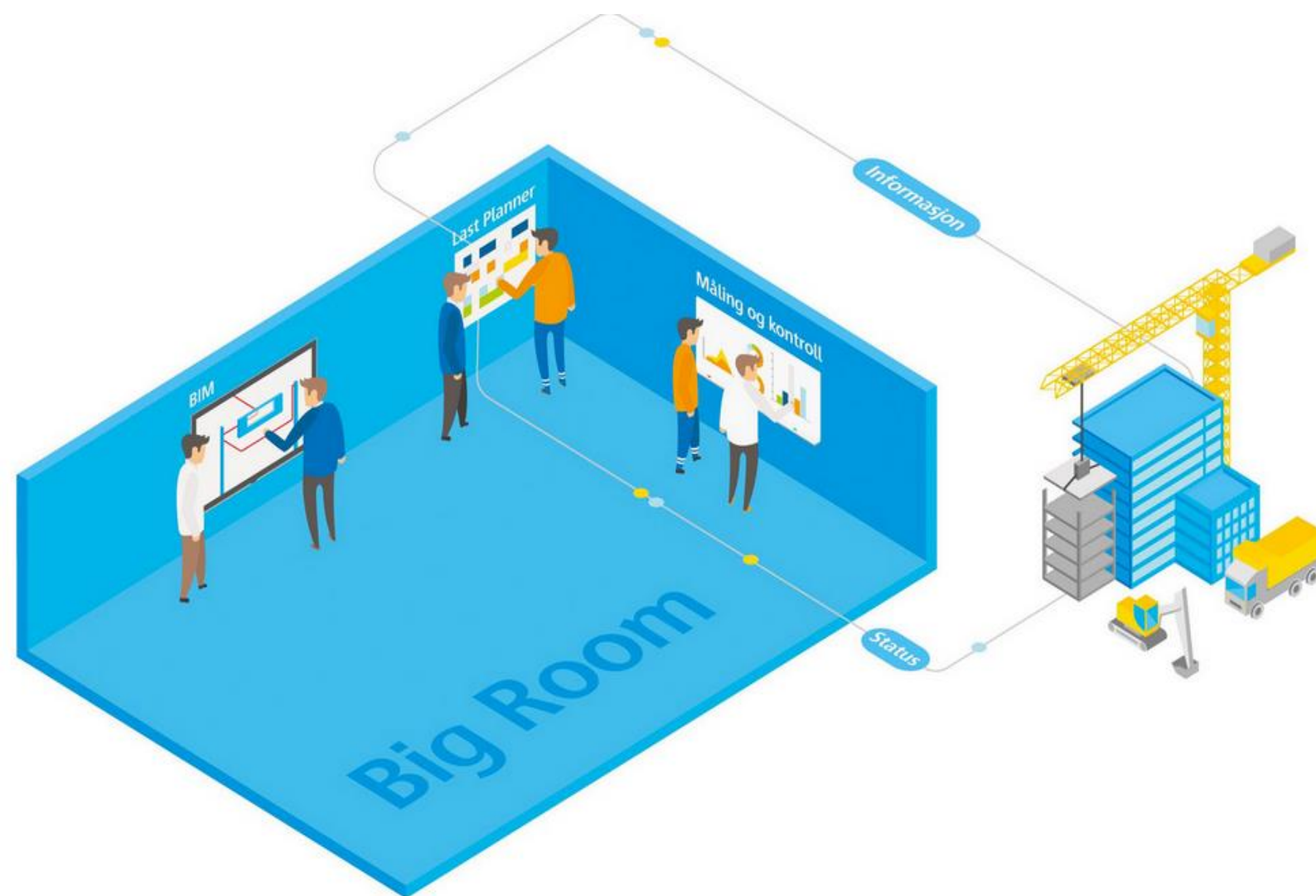
<https://www.etikkom.no/FBIB/Introduksjon/Metoder-og-tilnarminger/Kvantitativ-metode/>

[36] *Kilder til metodekapittel.*

Hentet fra:

<https://www.etikkom.no/forskningsetiske-retningslinjer/Medisin-og-helse/Kvalitativ-forskning/1-Kvalitative-og-quantitative-forskningsmetoder--likheter-og-forsk>

- [37] *Kilder til metodekapittel.*  
Hentet fra: <https://ndla.no/nb/node/82849?fag=2603>
- [38] *Digital prosjektering, hentet ut 19.03.18.*  
Hentet fra: <https://buildingsmart.no/nyhetsbrev/2011-01/skoleeksempel-pa-bim-pa-byggeplass>
- [39] *Armeringsrobot TyBot".*  
Hentet fra: <http://www.bimplus.co.uk/technology/meet-rebar-robot/>
- [40] *Flislegging Robot.*  
Hentet fra: <http://www.simplebotics.com/2014/05/high-precision-tiling-robot-is-three-times-faster-than-human-worker.html>
- [41] *Scannerobot.*  
Hentet fra: <https://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/industrial-robots/doxel-ai-startup-using-lidar-equipped-robots-on-construction-sites>
- [42] *Male/vaskerobot "OutoBot".*  
Hentet fra: <https://phys.org/news/2017-03-outobot-robot-high-rise.html>
- [43] *Tegnerrobot - youtube video.*  
Hentet fra: <https://www.youtube.com/watch?v=YMi-yM01zBI>
- [44] *Tegnerrobot - youtube video.*  
Hentet fra: <https://www.youtube.com/watch?v=zU10DYrgU1A>
- [45] *"Papirløse" byggeprosjekt.*  
Hentet fra: <https://transformationtools.no/articles/2017/Heldigitalt-byggeprosjekt/>
- [46] *Robotteknologi.*  
Hentet fra: <https://bygg.tekna.no/wp-content/uploads/2018/03/Roboter-i-bygningsindustrien.pdf>
- [47] *Digitale veikart, hentet ut 08.05.18.*  
Hentet fra: <https://www.bnl.no/globalassets/dokumenter/brev/2017-02-19-digitalt-veikart-bae-naeringen.pdf>
- [48] *"Papirløse" byggeprosjekt, hentet ut 08.05.18.*  
Hentet fra: <http://bnl.no/dette-er-bnl/aktuelt/samarbeid-for-digitalisering/>
- [49] *Miljø - befolkningsvekst.*  
Hentet fra: <https://www.nrk.no/nyheter/befolkningsvekst-i-norge-1.11558019>
- [50] *Generell digitalisering, hentet ut 18.05.18.*  
Hentet fra: <http://www.bygg.no/annonsorinnhold/1288796>
- [51] *Ulike scenarioer, kilde side 15.*  
Hentet fra: <https://www.bnl.no/globalassets/dokumenter/brev/2017-02-19-digitalt-veikart-bae-naeringen.pdf>



# Digital kartlegging, hva gir det oss?

Et sammendrag for byggenæringen av bacheloravhandlingen  
«Digitalisering av monteringsfasen på byggeplass»  
og en beskrivelse av digital status i BAE – næringen.

Utarbeidet av: Anton Nguyen, Nina Thune-Larsen & Ola Moen Fretheim  
OsloMet. 23.mai 2018

# Innholdsfortegnelse

<b>Introduksjon .....</b>	<b>2</b>
<b>Konkrete funn i bacheloroppgaven .....</b>	<b>3</b>
Forbedringspotensial hos borerobot: .....	3
Forbedringspotensial i næringen: .....	4
<b>Digitalisering av bygg-, anleggs- og eiendomsnæringen.....</b>	<b>5</b>
<b>Hva gjør bedrifter i dag?.....</b>	<b>5</b>
Eksempler på initiativ fra næring og myndigheter:.....	5
<b>Digitalisere sammen.....</b>	<b>7</b>
Handling foran ord .....	7
<b>Kompetanseøkning .....</b>	<b>7</b>
Utdanningsløp .....	7
Styrke innovasjonen hos lærlingene .....	8
<b>Samarbeid for digitalisering, tidligere Digitalt Veikart .....</b>	<b>8</b>
<b>Tilrettelegging for digitale verktøy .....</b>	<b>9</b>
<b>Digitalisering av din bedrift .....</b>	<b>10</b>
Fyll inn dagens status og kommende mål for din bedrift.....	11
<b>Konklusjon og avslutning .....</b>	<b>12</b>
Veien videre.....	12
<b>Referanseliste .....</b>	<b>13</b>

# Digital kartlegging, hva gir det oss?

## Introduksjon

Denne rapporten er et todelt dokument som gir et sammendrag av bachelor oppgaven "Digitalisering av monteringsfasen på byggeplass" og belyser hvordan bygg- anlegg og eiendomsnæringen (BAE-næringen) kan bli heldigital innen 2025 og dermed sikre en konkurransedyktig og bærekraftig byggenæring.

### Bachelor oppgaven

Problemstillingen fra oppgaven lyder "Hvordan digitalisering bidrar til effektiv og optimal montasje av installasjoner på byggeplass", og tar for seg hvordan ny type robotteknologi kan øke produksjonen på byggeplass, sikre kvalitet og redusere sykefraværet

Den viser også til et minimums kompetansekrav for bruk og drift av automatiserte systemer og roboter innen montasjeområdet. Dette dokumentet kommer med forslag til hva som bør være satt i system hos bedrifter og myndigheter og gir ikke den absolutte løsningen på implementering av digitale løsninger.

Opgaven er basert på dybdeintervjuer av aktører med og uten erfaring med digitale verktøy og hjelpemidler. Det kartlegges hvilke arbeidsmetoder som fungerer, stagnerer og hvilke verktøy som har en positiv påvirkning på byggeprosessen. Under legges det vekt på resultater og tanker fra prosjektperioden og resonans om veien videre.

### Digitalisering av BAE-næringen

BAE-næringen er Norges største landbaserte næring. Gjennom prosjektet "Digitalt Veikart" og den nyetablerte foreningen "Samarbeid for digitalisering", har byggenæringen satt seg ambisiøse mål frem mot 2025:

- 50% lavere klimagassutslipp
- 50% raskere prosjektgjennomføring
- 25% kostnadsreduksjon
- 50% økning i eksport av varer og tjenester

For at dette skal være mulig må en samlet BAE næring etablere en felles digital plattform med felleskomponenter for bygg, anlegg og eiendom.



## Konkrete funn i bacheloroppgaven

Fra intervjuer med involvert aktørene med borerobot, montasje og prosjektering er det tydelig at det er enkelte tiltak som må på plass for at teknologien og systemene skal bli utnyttet på korrekt måte. Tiltakene og forbedringspunktene er forklart under.

### Forbedringspotensial hos borerobot:

Standardisere bruk av borrhdimensjon:

- Dette er en mindre viktig del i det store bildet, men for å få den ønskede økte effekten bør en standard borrhdimensjon for alle oppheng hvor det blir brukt robot lages. at m8 (8 mm diameter) bor blir brukt som standard med mindre større enkelt konstruksjoner skal installeres. Ved å ikke bytte bor reduseres menneskelig involveringen under drill-arbeidet, som er lik kortere tidsbruk.

Nye arbeidsoppgaver:

- For at involveringen av borerobot skal nå sitt fulle potensial må den fullføre et par oppgaver den ikke gjør 100% i dag. Den bør få en arm til eller en tilleggsfunksjon som skyter inn anker i det borede hullet. Dette forenkler jobben til montør ved å eliminere utplasseringen av anker.
- Når borerobot borer for mer enn ett av de involverte fagene må den tydelig markere hvilket fag som har hvilke hull etter boringen. I dag er det manuell merking med spray.
- Roboten bør bli mer selvgående og autonom når den i dag manøvreres på plass av en operatør før den kan bore innenfor radiusen den når. Enda bedre utnyttelse av en koordinatfestet digital modell bør muliggjøre for mer selvdrift.

Utnyttelsen av innsamlet data fra robot:

- Det lagres en del data fra boring med robot. Alle hull blir koordinatfestet ut i fra nullpunktet i bygningsinformasjonsmodellen og kan hentes ut igjen for drift og vedlikehold hvis det er vedlikehold på ventilasjonskanaler og rør. Denne informasjonen eksisterer nå, men det er ikke etablert noe effektivt system for forvalter av bygget etter overtakelse.
- For å bevise hms, inneklime og miljø registreres vekt og volum av borestøv som ikke blir inhalert av arbeiderne.

Lignende lister kan man finne for andre robot-løsninger i næringen, man må, som ved boreroboten se hva som påvirker det eksakte digitale verktøyet og hva formålet til det er.

Forbedringspotensial i næringen:

	<i>Kort sikt</i> 1 - 2 år.	<i>Mellomlangt sikt</i> 3 - 5 år.	<i>Langt sikt</i> 6 - 10 år
<i>Teknologi</i>	Flere gjennomførte prosjekter med BIM og autonom Borerobot.	Flere prosjekter er heldigitale. Bore- og scannerrobot er standardvare.	Heldigital Prosess er standardvare.
<i>Kompetanse</i>	Fokus på etterutdanning, kursing i BIM.	Ansettelse av nyutdannede innenfor teknologi og digitalisering.	Digitalisering, BIM, programmering er en del av all teknisk høyere utdanning.
<i>Standarder/regelverk</i>	Myndighet og næring samarbeider om et felles regelverk. Faste kostnadsrammer for planlegging og drift. Basert på erfaring med mulighet for endring.	Standarder for digitale verktøy systemer er satt. Lett å navigere for alle.	Velprøvd regelverk, finpusset for den «nye» digitale hverdagen.
<i>Arbeidsmetoder</i>	Prøve og feile med koordinering av robotiserte løsninger. Kartlegge hva som funker og lære av det.	Lært av kort sikt og tilrettelagt for sømløs prosjektering og produksjon.	Heldigitale prosjekter, så tradisjonelle metode er foreldet. Roboter har tatt over arbeidsoppgaver.
<i>Kontrakter</i>	Bruke er erfaringer fra pilotprosjekter. Fokus på nye HMS rutiner rundt digitalisering.	Standardkontrakt er satt for robotisert teknologi. BIM og heldigitalisering er en selvfølge.	Det finnes ikke kontrakter eller byggeprosjekter som ikke har dette fra starten av.

## Digitalisering av bygg-, anleggs- og eiendomsnæringen

Digitalisering er en av dagens globale megatrender, som omformer samfunn og næringer. Både privat og offentlig sektor står overfor store utfordringer innen bærekraft og produktivitet, hvor digitaliseringen utgjør en stor del av svarene.

Bygge-, anleggs- og eiendomsnæringen (BAE-næringen) er Norges største fastlandsnæring. Investeringene i 2017 var 520 milliarder kroner (Prognosecenteret). Basert på beregninger gjort i Storbritannia er det norske gevinst- potensialet opp mot 100 milliarder kroner årlig, dersom næringen blir heldigital. De største gevinstene er knyttet til kostnadseffektivisering og verdiøkning. Stat og kommune er store byggherrer og innsparingene vil derfor komme fellesskapet til gode.

Mange aktører i næringen har kommet langt i å ta i bruk digitale verktøy.

Implementering av BIM (Bygningsinformasjonsmodellering), har eksempelvis brakt norske bedrifter til en ledende posisjon i bruk av digitale modeller for prosjektsamarbeid. Utfordringen er at man hittil i for stor grad digitaliserer hver for seg. I en fragmentert næring klarer man ikke å ta ut ønskede gevinster. Det er derfor et stort behov for å koordinere nødvendige fellesaktiviteter og øke tempoet for å digitalisere sammen.

Selv om markedet har utviklet mange nye digitale verktøy, er det fortsatt mange prosjekter som løses analogt. Avansert bruk og kobling av store datamengder i hele byggeprosessen har et enormt verdipotensial som BAE-næringen enda ikke har tatt ut.

### Hva gjør bedrifter i dag?

Flere bedrifter ligger langt fremme i digitaliseringen og går foran i utviklingen av digitale løsninger. En voksende trend hos store og mellomstore entreprenørene er at de velger å ansette egen digital kompetanse for å styrke bedriftens posisjon og konkurransekraft. Anleggsbransjen har ligget et lite steg foran bygge bransjen i omfanget av bruk av 3D-modeller. Grunnen til det er at anleggsbransjen har hatt stor nytte av fremdriften Geografiske informasjonssystemer (GIS) og digital kartteknologi har hatt de siste årene.

Generelt er satsning på ny teknologi bra, men hvis byggenæringen skal nå sine mål i 2025 om 25% kostnadsutt, 50% raskere prosjektgjennomføring, 50% lavere klimagassutslipp og 50% økt eksport må en samlet BAE-næring begynne å digitalisere sammen.

### Eksempler på initiativ fra næring og myndigheter:

#### Sintef Byggforsk

Sintef Byggforsk er ledende på forskning og utvikling av løsninger næringen bruker hver dag. "Vi forsker på verktøy, metoder og teknologier som fremmer deltakelse og samhandling i digitaliseringsprosesser, og har inkluderende digitalisering høyt på agendaen".<sup>i</sup>

Sintef Byggforsk ønsker å være med å lede digitaliseringen av BAE-sektoren. Sintef digital ønsker å finne ut hva digitalisering har å si for bygge bransjen, hva skal satses på og hvilke muligheter kan realiseres med "Big Data" og kunstig intelligens.<sup>ii</sup>

## Direktoratet for byggekvalitet (DiBK)

Myndighetene har en viktig rolle i utvikling av en digital byggenæring. DiBK har utviklet ByggNett, en strategi som viser hvordan DiBK skal bidra til enklere og mer effektive byggeprosesser, større forutsigbarhet og innovasjon i byggesektoren.

Fellestjeneste bygg er en viktig del av denne strategien der målet er å etablere en regelverksplattform som kontrollerer og kanaliserer byggesøknader til rett kommune. Dermed blir det enklere for søkeren å levere komplette byggesøknader. Oslo kommune er en av de første kommunene som gjør byggesøknaden heldigital.

## Statsbygg

Statsbygg etablerte i 2016 DigiBygg, som deres digitale satsingsprosjekt. De jobber hardt og fremoverlent for ligge i front med digitale løsninger for byggenæringen. På grunn av den store satsingen har de allerede fullført et såkalt "papirløst byggeprosjekt", et påbygg på Høgskolen i Østfold.

<sup>iii</sup> De er også underveis på et nytt heldigitalt prosjekt, ny trafikkstasjon på Gol.

## Backegruppen

Backegruppen vil heldigitalisere byggeprosessen og har satt seg tre hovedmål; å utvikle kunnskap om hva den heldigitale byggeplassen innebærer, utvikle en teknologisk plattform og sikre et verktøy som har kunnskapen og samtidig er lett å bruke. Måltallene tar utgangspunkt i "Samarbeid for digitalisering" sine mål for næringen. Backegruppen samarbeider med BI og Sintef på forsikrings-siden, fordi de har en filosofi om å skape noe som er litt annerledes og vil ut av den tradisjonelle tenkningen. Backegruppen er tydelige på at de ser etter helheten i digitaliseringen, delmålene blir til sammen hovedmålene i det de kaller for DigiBuild. <sup>iv</sup>

## Nye Veier

Nye Veier ønsker å være fullt digitalisert innen 2020 <sup>v</sup>, de ønsker å overgå antall BIM-leveranser enn den nåværende håndbok "HB V770". Den er det nåværende modellgrunnlaget for modelldata og modeller. Å "dele med tillit" er avgjørende for å oppnå gode og delte resultatene av BIM-prosjekteringen.

## Eiendom og drift

Offentlig aktører innenfor eiendom har hatt signifikant forbedring på prosjektering og planlegging de siste årene, de har også rettet fokuset mot miljøvennlige løsninger. Det er spesielt en forbedring innenfor nybygg, det legges vekt på fleksibiliteten hos bygget, slik at det er lett å bytte leietaker. Dilemmaet om hvordan best ivareta miljømessige hensyn for bygg som er 15,50 og 80 år gamle. Bane NOR Eiendom er et av Norges største eiendomsselskap som eier, utvikler og forvalter all jernbaneeiendom i Norge. Porteføljen omfatter totalt 2500 bygg og 3300 leiekontrakter. De har på tross av mye gamle bygningsmasser et mål om være en av de beste aktørene på forvaltning av ny og gammel eiendom.

Bane NOR Eiendom har som mål å redusere både miljøutslipp og energikostnader, for å klare dette har de tatt i bruk IT-systemer som sikrer god styring av energikostnader og gir full oversikt over energiforbruket i hvert enkelt bygg. Med god kartlegging av hva slags egenskaper, drift og vedlikehold av bedriftene sitter man tilslutt i en situasjon hvor man kan ha se løpende hvor man eventuelt taper penger. <sup>vi</sup>

## Digitalisere sammen

### Handling foran ord

Å «digitalisere sammen» er noe man har snakket hyppig om den siste tiden, men hvem er det vi egentlig digitaliserer for? Store deler, hele 80% av alle firmaer i BAE-næringen er mellom 5 og 20 ansatte, kun 170 av firmaene i næringen har over 100 ansatte. Dette betyr at det er ulike forutsetninger og ulike behov hos bedriftene i næringen. Byggeprosjekter består av flere involverte aktører som må snakke sammen og for å lykkes er avhengig av at kommunikasjon og dokumentasjon flyter fritt til rett person til rett tidspunkt. Dette skapes med en felles samhandlingsplattform, som er en av de viktigste fundamentene for å kunne nå de satte målene og en bærekraftig bransje. Ved å ha en åpen felles kommunikasjonsplattform er det viktig å snakke samme språk og data. Siden starten på 2000-tallet har det vært enighet om å benytte seg av det felles filformat IFC, som utnytter kunnskapen fra arkitektmodellen. Denne plattformen må derfor være en samling med åpne standarder hvor sluttbruker alltid skal eie/leie sine egne data og stå fritt til å nytte leverandør etter eget ønske. <sup>vii</sup>

Hvor mange IT-systemer og programmer trengs for å bli inkludert i livsløpet til et bygg? Hvorfor skal man for eksempel registrere bruttoareal, gårds og bruksnummer, oppvarmingsbehov og viftekapasitet mange ganger i det samme prosjektet? Det er tydelig behov for flere systemer som kartlegger og lagrer informasjon på samme digitale plattform både offentlig og privat. <sup>viii</sup>

## Kompetanseøkning

### Utdanningsløp

“Informasjons- og kommunikasjonsteknologien endrer utdanning, forskning og hele samfunnet på grunnleggende måter i rask takt. Derfor er digitalisering viktig for både pedagogisk kvalitet og relevans i norsk høyere utdanning.”<sup>ix</sup> Viktigheten for å øke digital kompetanse er understreket i Tilstandsrapporten for høyere utdanning fra 14.mai 2018.

Det kommer nye utdanninger med fokus på økt kunnskap om digitalisering. NTNU har de siste årene fått bachelor innen automatiseringsteknikk, master innen data- og robotteknologi og digital byggeprosess, samt et årsstudium innen bygningsinformasjonsmodellering, som dessverre skal legges ned (2018-19). <sup>x</sup>

Selv om spisskompetanse innen digital teknologiutvikling er nødvendig for å nå effektmålene i «samarbeid for digitalisering» i 2025, er det viktig å huske på at det fortsatt er menneskene som er brukere av teknologien.

Derfor må utdanningen ta hensyn til at generell BIM kompetanse må kombineres med forståelse av produksjon og drift. Effekten av digitalisering ligger i at hele laget i verdikjeden er med.

### Styrke innovasjonen hos lærlingene

Det er viktig å involvere fagarbeidere i bedriftenes innovasjonsprosesser, fordi mange av de selvgående og løsningsorienterte arbeiderne etablerer egne bedrifter. De er direkte med på å forme hvordan næringen fornyer og forbedrer seg.

Innovasjonsprosesser begynner "nedenfra og opp", da forbedringspotensialet for det meste ligger hos opplevelsen og erfaringene fra kunder og forbrukere.

For at det skal være ekstra positivt for bedrifter å jobbe med målrettet arbeid for forbedring og fornyelse av produkter bør det etableres en ordning med særskilt tilskudd for de som vil satse.

Veidekke trekkes frem som et godt eksempel på arbeid innen digitalisering, og har i lang tid satset mye på lærlinger og innovasjonsprosesser. De har opplevd stor suksess med prosjekter med studenter og lærlinger som robotiserte porter, VR-teknologi for til økt samhandling og selvrapporterende strømskap. De er med andre ord en bedrift som godt kan få glede av tilskuddsordningen "innovativ lærling". Midlene skal gå til opplæring og veiledning av lærlingene i denne typen prosjekter. Ordningen legger fokus på opplæring på Vg3-nivå, med andre ord bedriften som har hovedansvar for oppfølging og -læring. "Innovativ lærling" er lagt frem for kunnskapsdepartementet i mai 2018. Dette er en av mange tiltak som vil være med på utvikle den fremtidige digitale kompetansen i næringen.<sup>xi</sup>

På høyskoler og universiteter bør det vurderes å skaffe praksisplasser for de tekniske fagene for å minske overgangen fra skole til arbeidsliv. Skolene er helt avhengig av at bedrifter er villige til å stille opp med prosjekter og eventuell veiledning. Dette gjelder primært for de større entreprenørene, men en eller annen form for støtteordning fra staten burde være reell for at det ikke skal ansees som «tap». En slik praktikant-løsning øker ikke bare kunnskapen og oversiktsbildet til de nyutdannede, men gjør også overgangen fra skolen til arbeidslivet mindre.

## Samarbeid for digitalisering, tidligere Digitalt Veikart

BNL er landets største interesseorganisasjon for bedrifter og arbeidsgivere i byggenæringen i Norge og har de tre siste årene vært en av pådriverne for etablering av Digitalt Veikart for BAE næringen. Den nyetablerte foreningen "Samarbeid for digitalisering" skal finne felleskomponentene for bærekraftige digitale løsninger på kort og langt sikt og legge til rette for at hele byggesektoren blir effektivisert ved å digitalisere sammen. Gjennom tydelig definerte mål, prosjektinitiering, nettverksbygging, utnyttelse av spesialkompetanse og formidling av beste praksis skal foreningen bidra til å skape merverdi for medlemmene og samfunnet.

Produsenter og leverandører må ta større eierskap til tidsriktig produktinformasjon og dele dette på åpne formater. For at informasjonen er skal flyte må den hentes et sted. Dette er grunnleggende for at samarbeid for digitalisering skal lykkes. Bedrifter må skape produkt databaser med info tilgjengelig på norsk, så man kan eliminere finansiering av oversettelse. Standarder kan tilgjengeliggjøres enklere i byggenæringen om man har en norsk kontekst i buildingSMART dataordboken.<sup>xii</sup>

Nye arbeidsprosesser som BIM krever at eksisterende varestrukturer og informasjonsinnhold samkjøres med åpne internasjonale standarder. For Byggetjeneste, EFO og NRF handler digitalisering om å gjøre produktinformasjon lettere tilgjengelig for byggenæringen. Denne informasjon skal bidra til verdiskapning i hele verdikjeden. En viktig del av arbeidet er å koble egenskaper i bSDD mot ETIM og etablere en felles datastruktur som skal benyttes i NOBB, EFO og NRF databasene. <sup>xiii</sup>

## Tilrettelegging for digitale verktøy

For at bedrifter skal kunne ta steget inn, eller øke sin kompetanse på området innenfor robotisering må noe praktisk forarbeid være i orden. Det er ikke produkter som må på plass, for de kan enkelt anskaffes med kapital, det er de mer “hands-on” systemene og kompetansen om de nye produktene. Eksempelvis ser man for seg en passe stor bedrift som vil investere i borerobot. “Veikartet” fra Samarbeid for digitalisering bidrar med å bevisstgjøre bedriftens ståsted. Bedriften er lagdelt som en løk. Sett at en montør har mange års erfaring, men begynner å lide av dårlige skuldre og knær. Sett innefra og ut må behovet være der (HMS aspekt), deretter må prosjektleder ha ønske om en mer stabil fremdrift ikke preget av forsinkelser. De prosjekterende må ervervet nok digital kompetanse for å modellere detaljrikt nok. For at de prosjekterende skal kunne ha den nye kompetansen må ledelsen i firmaet ha sett nytten av fersk digital kompetanse i firmaet. Dette kan selvfølgelig gå motsatt vei også, men til syvende og sist skjer det ingenting uten en beslutningsendring hos sistnevnte ledd.

Digitale verktøy som borerobot er ikke ukjent for markedet, men er enda ikke et fast produkt på alle byggeplasser i Norge. Det er flere årsaker som forklarer dette, en av dem er mangel på standarder for selve bruken av denne typen hjelpemidler. Det er vanskelig å utføre jobber riktig når det er lite regler og systemer å jobbe etter. Problemene oppstår allerede i ved utarbeiding av kontrakter. Verdien av selve jobben og tjenesten er ikke tydeliggjort enda, så det er vanskelig for leverandør å sette en markedspris. Ansvarsbyrden er et spørsmål, hvem får skyld hvis uhellet skal være ute, dette er semi-automatiserte systemer som skal jobbe i harmoni med håndverkere. Når det gjelder selve arbeidsutførelsen skyldes problemene lite praktisk erfaring med teknologien og få gjennomførte prosjekter.

Utfordringene med automatiserte systemer generelt er at de er nye og noen må lede veien med vilje og store økonomiske satsinger. Statsbygg med prosjektet DigiBygg er et godt eksempel på en utbygger med stor vilje til og muligheten til å satse digitalt.

Vilkårlig av typen teknologi som skal integreres i en bedrift er bedriften avhengig å ha gjort en behovsanalyse på hva som trengs, hvor gevinsten er for bedriften, hva den gjeldende forretningsplan er og hvilke kompetanse som kreves.

## Digitalisering av din bedrift

En premisse for at en digital byggenæring skal kunne skje i løpet av få år er man avhengig av at bransjeorganene leder an og setter føringene. På dette grunnlag kan bedrifter som ønsker en økt digital involvering melde seg på. For at en entreprenør skal kunne være med på anbudsrunder til et heldigitalt byggeprosjekt, som den nye vegstasjonen på Gol (2018) må de ha systemene, kompetansen og utstyret tilgjengelig.

Et direkte bidrag "veikartet" har er at det muliggjør "selvgransking" av bedrifter, en individuell evaluering som ikke skiller på små eller store bedrifter. Det er umulig å spikre en mal for hvordan bedrifter skal angripe digitalisering av sin bedrift, når alle har forskjellig formål. 80% av alle firma i BAE-næringen har mellom 5-20 ansatte og kan ikke digitaliseres på samme måte som et større konsern.

Alle bedrifter bør gjøre en kartlegging av egen digital status for å tilpasse seg den digitale utviklingen.

Bedriftene må altså;

- ❖ Kartlegge egen bevisstgjøring av sin bedrifts digitale status.
  - Hva er min bedrifts behov?
  - Hva trenger/mangler den?
- ❖ Tegne sitt egne veikart
  - Kalkulere egne måltall og planlegge hvordan man skal komme dit.
  - Registrere effekten av planen.



Fyll inn dagens status og kommende mål for din bedrift

	<i>Nåværende status</i>	<i>Kort sikt 1 – 2 år</i>	<i>Mellomlangt sikt 3 – 5 år</i>
<i>Teknologi og utstyr</i>			
<i>Kompetanse og kurs</i>			
<i>Regelverk og retningslinjer</i>			
<i>Arbeidsmetoder og prosess</i>			
<i>Kontrakter</i>			
<i>Økonomiske utfordringer</i>			
<i>Bemanning</i>			

## Konklusjon og avslutning

I et forsøk etter å tette gapet mellom ståstedet for mange bedrifter i BAE-næringen og den økende digitale utviklingen, er denne rapporten noe som skal få bedriften til å bli bevisste hvor man befinner seg i den pågående digitale revolusjonen. Etter å ha snakket med flere involverte parter i BAE-næringen de siste fem månedene har man opparbeidet et godt bilde av status i næringen. For å komme et steg nærmere en funksjonell og bærekraftig næring må visse produkter, tjenester og forutsetninger på plass. Innenfor digital kompetanse gjelder det å løfte kunnskapen til et markant høyere nivå. Her må høyere utdanningsinstitusjoner starte og fortsette utviklingen av nye bachelor og mastergrader samtidig som at grunnskolen må tilrettelegge for den digitale utviklingen med nytt pensum.

Det må skje en endring i hvordan man utdanner fagfolk, noe som åpner for enda mer praksis i ungdomsskole og på videregående nivå. Praksisplasser og løsninger etableres i ingeniørens bachelor- og masterprogram, så teori kan gjøres om til praksis, før de går ut i jobb.

Det er ikke bare mangler i kompetansen til mannskapet på byggeplassen som skaper hindringer. En tydelig faktor hos alle intervjuobjektene er at mangel på eller en tvetydig kommunikasjon som forårsaker store forsinkelser. Svaret som kan tilnærmet fjerne årsaken er gode bygningsinformasjonsmodeller som fungerer som en kommunikasjonsplattform i tillegg til verktøy i byggeprosessen. Plattformen utvikles hvis ønsket om å kjøre heldigitale pilotprosjekter fortsetter, da åpnes muligheten for å ta lærdom og utbedre regler og standardverk etter erfaringene. Næringen trenger erfaring for å ha noe å lage regler, standarder, krav og forskrifter etter. Denne nye arbeidsmetoden skal sømløst skli inn og være en del av og støtte under den fremtidige byggeprosessen, derfor vil det koste tid og penger før ting faller på plass. Prosjekter skaper innovasjon, men med for mye "silotankegang" hos de ulike aktørene skaper det mer ulemper i form av overflødig kunnskap og en stagnerende næring.

### Veien videre

Veien videre ser lovende ut. Det er teknologiske fremskritt, bedrifter vil øke sin digitale kompetanse og vil satse på utviklingen av lærlinger. På bakgrunn av nettopp dette har regjeringen foreslått i det reviderte statsbudsjettet 2018 å bevilge 10 millioner NOK til fleksible videreutdanningstilbud innen digital kompetanse.<sup>xiv</sup>

På kort sikt, 1-2 år frem i tid vil bruken av robotiserte verktøy som borerobot øke og selve roboten dekke alle oppgaver knyttet til montering av oppheng og annen produksjon. Gode og detaljerte BIM systemer blir utgangspunktet inn i den heldigitale og papirløse byggeplassen.

Den digitale utviklingen skjer meget raskt, både nasjonalt og internasjonalt. I løpet av kort tid vil vi antagelig se tekniske løsninger som vi ikke tror er gjennomførbare i dag.

## Referanseliste

---

- i* <https://www.sintef.no/inkluderende-digitalisering/>
- ii* <https://www.sintef.no/siste-nytt/inviterer-byggebransjen-til-konferanse-om-digitalisering/>
- iii* <http://www.statsbygg.no/Prosjekter-og-eiendommer/Byggeprosjekter/Digibbygg/>
- iv* <http://www.bygg.no/article/1346988>
- v* <https://www.veier24.no/artikler/nye-veier-fullt-digitalisert-innen-2020/382577>
- vi* <https://banenoreiendom.no/digitalisering-og-det-offentliges-eiendomsverdier>
- vii* <http://www.bygg.no/article/1353940>
- viii* <http://www.norskeiendom.org/leder-nyhetsbrev-januar-2017/>
- ix* <https://norgesuniversitetet.no/artikkel/digitalisering-hovedtema>
- x* [https://www.ntnu.no/studier/alle?studyLevels=590\\_790\\_390\\_490&fieldOfEdu=TEKNO](https://www.ntnu.no/studier/alle?studyLevels=590_790_390_490&fieldOfEdu=TEKNO)
- xi* <http://www.bygg.no/article/1352786>
- xii* <https://www.standard.no/Global/PDF/Standard%20Morgen/Terminologi/2%20I%C3%B8ns%20Sj%C3%B8gren.pdf>
- xiii* <http://www.vvsnrf.no/Nyheter/ArtMID/526/userid/6/ArticleID/129>
- xiv* <https://www.statsbudsjettet.no/Revidert-budsjett-2018/Statsbudsjettet-fra-A-til-A/Kompetansereform---Fleksibel-videreutdanning-i-digital-kompetanse/?department=KD#artikkel>