

Hovedoppgave

NTNU
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for bygg- og miljøteknikk

Guro Prestegårdshus

Kan endring av prosesser øke ombruk?

En studie av innovasjon, bærekraft og digitalisering i bygg-, anlegg- og eiendomsnæringen

Hovedoppgave i Bygg- og miljøteknikk

Veileder: Eilif Hjelseth

Januar 2022

Guro Prestegårdshus

Kan endring av prosesser øke ombruk?

En studie av innovasjon, bærekraft og digitalisering i bygg-, anlegg- og eiendomsnæringen

Hovedoppgave i Bygg- og miljøteknikk
Veileder: Eilif Hjelseth
Januar 2022

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for bygg- og miljøteknikk



Kunnskap for en bedre verden

Guro Prestegårdshus

Kan endring av prosesser øke ombruk?

En studie av innovasjon, bærekraft og digitalisering i bygg-, anlegg- og eiendomsnæringen

Masteroppgave i Bygg- og miljøteknikk

Veileder: Eilif Hjelseth

Juni 2022

Norges tekniske-naturvitenskapelige universitet

Fakultet for ingeniørvitenskap

Institutt for bygg- og miljøteknikk



Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Det bygges på lånt tid. Norges største fastlandsnæring må ta grep for å bruke ressurser på en bærekraftig måte. Endring trengs, og det trengs nå. Digitalisering er en akselerator for å drive næringen inn i et nullutslippssamfunn. Den digitale hverdagen er kommet for å bli, og det er tid for at BAE-næringen skaffer seg kunnskap om og setter til verks strategier for optimal bruk av digitale verktøy. Denne oppgaven binder digitalisering og bærekraft sammen, og ser på potensialet for raskere utvikling på begge områder. Digitalisering bidrar til styrket informasjonsgrunnlag som gir bærekraftig utvikling. Denne sammenheng er forsket på og forklares gjennom oppgaven.

Hvordan digitalisering kan øke ombruk i byggenæringen forskes på i denne oppgaven. Det sees på hvilke muligheter som finnes, og hvilke barrierer som står i veien for å øke graden av ombruk. Informasjonsforvaltning er en sentral del av digitalisering, og høye krav til dokumentasjon av materialer. Rammeverket som evaluerer personer, prosess og teknologi er introdusert for å undersøke hvorfor byggenæringen er en av de minst innovative næringene i Norge. Prosess og kunnskap er sett på som kritiske faktorer for innføring av ny teknologi. Dokumentanalyse, litteraturstudie og casestudie har satt kunnskapsgrunnlaget for forskningen.

Funn i denne studien har resultert i tiltak for private og offentlige aktører. Det er oppfordret til endringer i BAE-næringen for å oppnå en mer bærekraftig næring gjennom digitalisering. Funnene viser at: (1) Ved innføring av ny teknologi må det utarbeides og følges opp en endringsstrategi som gjør bedrifter mottakelig for nye teknologiske løsninger, her må prosess og personer stå sentralt. (2) Det bør innføres høyere skatter og avgifter ved bruk av jomfruelige materialer, og økt gevinst for byggeprosjekter som er medregnet lang levetid for byggene og materialene. (3) Det må gjøres endring av dagens lovverk slik at det blir mer økonomisk lønnsomt og enklere å ombruke materialer og velge innovative løsninger for prosjekter. (4) Næringen trenger økt fokus på informasjonsdeling og motivasjon for samarbeid på tvers av bedrifter, aktører og organisasjoner. (5) Det bør stille strengere krav til dokumentasjon av og ansvar for langtids kvalitet, kontinuerlig vedlikehold og renovasjon av bygninger til utbyggere.

Videre arbeid er oppfordret til å undersøke hvordan byggenæringen kan gå fra høyest økonomisk lønnsomhet ved nybygg til verdiskapning gjennom rehabilitering. Den eksisterende bygningsmassen har høyere verdipotensial enn hva som ansees i dag. Sirkulær økonomi, ombruk og bevaring vil stå sentralt i årene fremover, hvor digitalisering kan øke muligheten for å lykkes med en mer levedyktig næring.

Abstract

We are building quicker than we manage to rebuild the earth. Norway's largest mainland industry must take action to use resources in a sustainable way. Change is needed, and it is needed now. Digitization is an accelerator to drive the industry into a zero-emission society. The digital everyday life is here to stay, and it is time for the construction industry to acquire knowledge about and implement strategies for optimal use of digital tools. This thesis links digitization and sustainability together, and looks at the potential for faster development in both areas. Digitization contributes to a strengthened information base that provides sustainable development. This connection has been researched and explained through the thesis.

How digitization can increase reuse of materials in the construction industry is researched in this thesis. Opportunities for reuse and what barriers stand in the way of increasing the degree of reuse is researched. Information management is a central part of digitization, and with high requirements for documentation of materials its highly needed. The framework that evaluates people, process and technology has been introduced to investigate why the construction industry is one of the least innovative industries in Norway. Process and knowledge are seen as critical factors for the introduction of new technology. Document analysis, literature study and case study have set the knowledge base for the research.

Findings in this study have resulted in measures for private and public companies. Changes in the construction industry are encouraged in order to achieve a more sustainable industry through digitization. The findings show that: (1) When introducing new technology, a change strategy must be prepared and followed up that makes companies receptive to new technological solutions. Here the process and people must be central. (2) Higher taxes and fees should be introduced for the use of virgin materials, and increased profits for construction projects that include a long service life for the buildings and materials. (3) Changes must be made to current legislation so that it becomes more economically profitable and easier to reuse materials and choose innovative solutions for projects. (4) The industry needs increased focus on information sharing and motivation for collaboration across companies and organizations. (5) There should be stricter requirements for documentation of and responsibility for long-term quality, continuous maintenance and renovation of buildings for developers.

Further work is encouraged to investigate how the construction industry can go from the highest economic profitability of new construction to value creation through rehabilitation. The existing building stock has a higher value potential than what is considered today. Circular economy, reuse and preservation will be central in the years ahead, where digitization can increase the possibility of success with a more viable industry.

Forord

Masteroppgaven er skrevet for Bygg- og miljøteknikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet i Trondheim våren 2022. Valgt emne er underlagt hovedprofil Prosjektledelse. Oppgaven vektlegges med 60 studiepoeng.

Interessen for bruk av digitale verktøy i byggenæringen og kobling til mer bærekraftig bygningsmasse har blitt dyrket gjennom skriving av denne oppgaven. Det er områder som får økende oppmerksomhet for hver dag som går, og gir en bransje i endring. Arbeidet med masteroppgaven har vært givende og lærerik. Jeg er takknemlig for å ha fått lov til å undersøke et område som er meget preget av fremtidstenking og ikke enda realiserte løsninger. Det har gjort meg bedre rustet til en arbeidshverdag i en byggebransjen som står ovenfor en stor omveltning med nye krav til reduksjon av klimautslipp og økt dokumentasjonskrav til bygningene våre.

Jeg ønsker å rette en takk til professor Eilif Hjelseth som har bistått med veiledning og engasjement underveis i oppgaven. I tillegg vil jeg takke alle informanter for å ha bistått med nyttig informasjon som har vært med å utforme denne oppgaven. Deres bidrag i form av erfaringsdeling, tanker og refleksjoner rundt case og tema har gjort det mulig å vise nye løsninger og perspektiv til problemstillingen.

Trondheim, xx.juni 2022

Guro Prestegårdshus

Guro Prestegårdshus

Innhold

Figurer	vi
Tabeller	vi
Begreper	vi
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn for oppgaven	1
1.2 Problemforståelse	2
1.3 Omfang og avgrensning	4
2 Faglig bakgrunn	6
2.1 Personer, prosess, teknologi	6
2.2 Informasjonsledelse	7
3 Metode	9
3.1 Forskningsdesign	9
3.2 Litteraturstudie	10
3.3 Casestudie	12
3.4 Dokumentanalyse	12
3.5 Kvalitetsvurdering	13
3.6 Vurdering av metode	15
4 Litteraturstudie	17
4.1 Beskrivelse av litteraturen	17
4.2 Evaluering av litteraturen	19
5 Dokumentanalyse	21
5.1 Dagens praksis	21
5.2 Holdninger til bærekraft gjennom digitalisering	27
5.3 Morgendagens løsninger	28
5.4 Ny lovgiving	35
6 Casestudie	40
6.1 Svartlamon, et byøkologisk forsøksområde	40
6.2 Prosjektbeskrivelse	41
6.3 Perspektiver fra intervju	45
7 Diskusjon	47
7.1 Hvordan bedre informasjonsforvaltning gjennom digitale verktøy?	48
7.2 Hvordan kan næringen og myndigheten legge til rette for mer bærekraftig utvikling?	52
7.3 Hvordan tilrettelegge for nyskaping og innovasjon?	53

7.4 Veien videre	57
8 Konklusjon	58
Referanser	60
Vedlegg	64

Figurer

1	PPT-rammeverket	6
2	Informasjonsflyten ved en endringsmelding	8
3	Statistikk over utgivelsesland	17
4	Klimagassutslipp fra energibruk i bygninger i Europa	22
5	Avfallshirarkiet	23
6	FNs bærekraftsmål	24
7	Undersøkelse av informantenes tro på BIM	26
8	Dagens forretningsmodeller har ulike mål	27
9	SSBs innovasjonsundersøkelse	28
10	Digitale løsninger for bygg-, anlegg- og eiendomsnæringen	30
11	Én ambisjon, mange svar	34
12	Materialers syklus med dagens regelverk	36
13	Tidslinje av prosjektets gang	42
14	Estimert fremdriftsplan for Eksperimentboligene	42
15	Handlingsrom og informasjon	48
16	Bedre beslutningsgrunnlag ved erfaringsdeling	49
17	Bygningsinformasjonsmodell	50
18	BIM i prosjektetslivsløp	50
19	Verdiskaping gjennom verdikjeden	55
20	Fra dagens praksis til optimal	56

Tabeller

1	Strukturell oppbygging	5
2	Søkeord litteraturstudie	11
3	Genererte mengder avfall fra nybygging, rehabilitering og riving for 2020	22
4	Oppsummering av ulike tilnærminger	35
5	Sammendrag av resultater	47

Begreper

Life Cycle Analysis (LCA)

Livssyklusanalyse eller livsløpsvurdering, innsamling og vurdering av data om produkters miljøpåvirkning.

Bærekraftige bygg

Defineres ved å ta hensyn til hele byggets innvirkning på miljøet, vurdert i hele byggets levetid fra ide til jevnet med grunnen. Økonomisk, sosialt og miljømessig aspekt vurderes ved bygningers grad av bærekraftighet.

Bærekraftig utvikling

”En bærekraftig utvikling blir definert som en utvikling som tilfredsstillter dagens generasjoners

behov uten at det går på bekostning av framtidige generasjoners muligheter for å tilfredsstille sine behov. Menneskenes behov kan grovt deles inn i grunnleggende behov, som må ivaretas for å sikre overlevelse på et visst minstenivå, og mer sosiokulturelt definerte eller sekundære behov som kan utvikles i mange retninger.” (St. meld. 58, (1996), avsn. 1.1)

Digitalisering

Bruke teknologi til å forbedre, forenkle og fornye. Tilby nye tjenester som legger til rette for økende verdiskapning og innovasjon.

Digitale verktøy

Digitale hjelpemidler for å utføre en jobb.

BREEAM

Miljøsertifiseringsordning for bygninger.

Klassifiseringssystem

Metode for å sette kategorier til et byggeprosjekt. En merkelapp for hvor for eksempel bærekraftig en bygning er.

ISO 19650

Standard for organisering og digitalisering av informasjon om byggverk, inkludert bygningsinformasjonsmodellering.

Taksonomi

Navnsetting av systematiske enheter(SNL, 2021b). I denne oppgaven referert til i EUs taksonomi, med definisjonen bærekraftig klassifiseringssystem for økonomisk aktivitet.

Sirkulær økonomi

Økonomisk system som bygger på prinsipper fra sirkulære kretsløp. Alle ressurser har en anvendelse, og det skal ikke skapes avfall(H. R. Nilsen, 2021).

Forretningsmodeller

Beskriver den logiske begrunnelsen for hvordan en organisasjon skaper, leverer og kaprer verdi.

Bygningsinformasjonsmodellering (BIM)

bruk av en delt digital fremstilling av et byggverk for å legge til rette for prosjektering, bygging og driftsprosesser for å danne et pålitelig grunnlag for beslutninger.

Ombruk

Produkter eller materialer brukes på nytt til samme formål som før, uten at de bearbeides i noe særlig grad. I denne oppgaven omtales gjenbruk og ombruk som materialer som i tilnærmet ingen grad blir bearbeidet, men brukt i sin originale form.

Gjenbruk

Ting som er blitt overflødige, umoderne eller unødvendige brukes på nytt eller omformes i stede for å kastes.

Informasjonsledelse

Hvordan informasjonssystemer blir brukt i organisasjoner. Hvilke måter for å registrere, administrere, lagre, dele, beholde og gi informasjon blir benyttet internt og eksternt.

Databehandling

Bearbeiding av informasjon, i form av en systematisk serie operasjoner på et sett med data(Rossen, 2021). I denne oppgaven definert som elektronisk databehandling.

Informasjonsforvaltning

Helhetlig tankesett på aktiviteter, verktøy og andre tiltak for å sikre best mulig kvalitet, utnyttelse og sikring av informasjon. Organisering er systematisk og sammenhengende med virksomhetens arbeidsprosesser(Digdir, n.d.).

1 Innledning

Dette kapittelet omfatter og beskriver hvorfor oppgaven er utformet på følgende måte, hvilken problemforståelse som ligger til grunn for arbeidet og enkelte hypoteser tilhørende problemstillingen. Oppbygging av oppgaven med tilhørende omfang og avgrensning er beskrevet for å forklare valg som er gjort underveis.

1.1 Bakgrunn for oppgaven

Digitalisering av bransjen trenger nye muligheter for utvikling og endret bruk av digitale verktøy. Fokuset gjennom oppgaven er rettet mot digitalisering og potensielle løsninger for databehandling og informasjonsdeling som gjør arbeidet med beslutningstaking i tidlig fase enklere og mer begrunnet i fakta. Som et grunnlag til oppgaven er det utforsket litteratur om bærekraftig utvikling innenfor BAE-næringen. For å avgrense oppgaven er fokuset på miljøperspektiv valgt.

I Norge kom overforbruksdagen i år 4.april(Earth Overshoot Day, n.d.). Det er dagen hvor Norge har brukt opp kontoen for fornybare naturressurser. Hvor landet etter denne dagen bruker mer av jordens ressurser enn hva som kan fornyes i det tempoet landet forbruker ressursene. Det vil si at Norge etter 04.april låner naturressurser av jorda. Dagen kommer tidligere og tidligere på året som gjør at "lånet" stiger og stiger og aldri tilbakebetales til jorda, med unntak av årene med pandemi(WWF, n.d.). I denne oppgaven skal det undersøkes hvordan og hvilke teknologier som kan bidra til tilbakebetaling av lånet, samt hjelpe å forstå hvilket informasjonsgrunnlag som må ligge til grunn for beslutningstaking som styrker bærekraftig utvikling i byggebransjen.

Gjennom arbeid med prosjektoppgave i TBA4531 Prosjektledelse, fordypningsprosjekt ble det oppdaget at det er mye litteratur på temaet bærekraft, og noe litteratur som omtaler og forklarer digitale verktøy og deres funksjon i BAE-næringen. Det er derimot lite forskning på koblingen mellom digitalisering og bærekraft, og hvordan økt tilgang på informasjon gjennom digitale verktøy kan ha en positiv effekt på beslutninger omhandlet miljø og klimafotavtrykk. Det er et relativt nytt område som har fått økende fokus de siste to årene, men det er fortsatt lite systematisk tilnærming til sammenhengen. I denne oppgaven skal det sees på hvilke vurderinger og veiledere som har staket ut kursen på området de siste årene, og presentere hjelpemiddel som kan konkretisere og strukturere arbeidet med utvikling av en mer bærekraftig BAE-næring hvor digitalisering spiller en sentral rolle.

Det er valgt å ta med litteraturstudie fra prosjektoppgaven gjennomført i høst. Grunnet det har lagt grunnlaget for hva som forskes på i denne masteroppgaven. All litteratur tilknyttet litteraturstudie er kopiert og noe omformulert, men regnes som tidligere arbeid og ikke tilhørende arbeidsmengde ved denne masteroppgaven. Dette gjelder metodebeskrivelsen av litteraturstudie og all tekst i det egne kapittelet Litteraturstudie. Konklusjonen fra litteraturstudiet er tatt med i oppgaven, og det er denne konklusjonen deler av masteroppgaven er bygget videre på. En ny og egen konklusjon for denne oppgaven er utarbeidet etter undersøkelser i dokumentanalyse og casestudie.

1.1.1 Konklusjon av litteraturstudie

Det utvikles stadig nye hjelpemidler for å oppnå en mer bærekraftig byggebransje. Det er stor fokus på klassifisering for å kunne profilere sitt byggeprosjekt med "Excellent" eller lignende merkelapper. Hva det er mindre fokus på er hvordan byggenæringen skal ta bærekraftige beslutninger i tidligfase. Flere kilder poengterer at påvirkningskraften til prosjekt drivere er størst i tidligfase, og hvor effekten av å ta de mest bærekraftige valgene er størst.

Når et byggeprosjekt har begynt å utvikle spesifikke løsninger og fastsette utformingen av bygget kan det allerede være for sent å introdusere en helhetlig bærekraftig strategi. For å ta en beslutning ønsker man tilstrekkelig og tilfredsstillende informasjon som med stor sikkerhet kan si om man tar en riktig beslutning. Et problem i tidligfase er at det er tidkrevende og kostbart å oppdrive nok informasjon til å vite med stor sikkerhet hva det mest bærekraftige valget er, som gjør det mindre

attraktivt og lønnsom å velge en helhetlig bærekraftig strategi dekkende hele livsløpet fra ide til gjenvinning.

De utvalgte artiklene er av variert art. Noen artikler holder høy teknisk standard, andre baserer seg på enkle prinsipper som ikke krever forkunnskaper om f.eks. BIM og LCA. Det har vært vanskelig å finne litteratur som presenterer et helhetsperspektiv. Samtidig som det er vanskelig å finne beste praksis i byggebransjen gjennom hvordan forskjellige bedrifter skaffer seg tilstrekkelig informasjon for å ta en bærekraftig beslutning i tidligfase. Området er lite utforsket, derfor anbefales det videre forskning på hvilke informasjon som må være tilgjengelig for å ha tilstrekkelig beslutningsgrunnlag for en bærekraftig beslutning i tidligfase.

1.2 Problemforståelse

Arbeid i tidligfase er tverrfagelig og det er mange faktorer som spiller inn på hvilke avgjørelse som blir tatt. Alle bransjer jobber med bærekraft og digitalisering, og det er tilkoblet flere tolkninger. Ikke bare jobber byggenæringen på tvers av sektorer og virksomheter, men resultatet skal mette et behov i samfunnet. Det er derfor desto viktigere å definere problemstillingen i oppgaven godt og være klar over hensikten med oppgaven.

“If I had an hour to solve a problem and my life depended on the solution, I would spend the first 55 minutes determining the proper question to ask. . . for once I know the proper question, I could solve the problem in less than five minutes.”

- Albert Einstein

Problemforståelsen er blitt til gjennom en iterativ prosess. Det ble utviklet et utgangspunkt for forskningsspørsmål og problemstilling tidlig i prosessen med oppgaven. Etterhvert som det gjennomført undersøkelse gjennom casestudie og kunnskapsheving ved søk etter litteratur ble problemstilling og forskningsspørsmål revidert. Dette for å gi mest mulig relevante resultater til hva som kommer til å bli en realitet i byggebransjen i årene fremover. Hele veien har det vært viktig å skape et forskningsgrunnlag som gir forskeren kunnskapsgrunnlag for å drive næringen fremover i en mer bærekraftig og digital retning.

1.2.1 Hensikt med masteroppgave

Informere byggenæringen om hvilke muligheter som finnes eller er på vei for å ta faktabaserte, bærekraftige valg i tidligfase, er en av hensiktene med forskningen. Det er ment å hjelpe byggenæringen til å sette en mer miljøbevisst og bærekraftig retning i byggeprosjekter ved å vise hvordan digitalisering bidrar til dette. Oppgaven vil ikke løse alle problemer knyttet til bærekraft og beslutninger i tidligfase, men heller fokusere på hva som finnes og stake ut en vei som kan være et hjelpemiddel for forståelsen av de mye omtalte begrepene bærekraft og digitalisering.

1.2.2 Forskningsgrunnlag

Tidligere undersøkelse ved litteratursøk har vist et begrenset forskningsgrunnlag. Digitalisering i BAE-næringen er fremadgående og enkelte paralleller er trukket mellom digitalisering og bærekraft. Selv om bærekraft blitt mer og mer omtalt de siste årene er det et forskningsgap og mangel på systematisk forbedring innen bærekraft gjennom digitalisering. Det er en tendens til at utviklingen innen bærekraftig bygging og digitalisering trekker i to forskjellige retninger. Denne oppgaven ønsker å binde dem sammen, og se på potensialet for raskere utvikling på begge områder om det sees i sammenheng ved at digitalisering bidrar til styrket informasjonsgrunnlag som bidrar til bærekraftig utvikling.

1.2.3 Problemstilling

Problemstillingen er formet som et spørsmål for å kunne brukes til diskusjon i denne oppgaven. Problemstillingen fokuserer på å få frem forskjellige vinklinger og erfaringer, og lyder som følger:

Hvordan kan digitalisering øke ombruk i byggenæringen?

Det finnes mange forskjellige metoder og fremgangsmåter å skape et bærekraftig bygg på. Først vil det undersøkes vidt med divergerende metode for å gi kunnskap om hvilke praksis som finnes i byggenæringen. Deretter vil det benyttes konvergerende metode for å ikke gape over alle metoder og praksiser som er på markedet, men omtale de som er mest utbredt og de som virker mest lovende og nytenkende.

Det er utarbeidet et forslag til praksis basert på hva som finnes i bransjen og muligheter i fremtiden. I tillegg er det foreslått metoder og fokus i tidligfase som fremmer bærekraftig beslutningstaking. Problemstillingen er utarbeidet og revidert gjennom undersøkelse til masteroppgaven og som en videreutvikling fra prosjektoppgaven skrevet høsten 2021.

1.2.4 Forskningsspørsmål

Forskningsspørsmålene ble funnet gjennom å ha en hypotese om at byggenæringen ikke bruker nok tid og ressurser i tidligfase til å utarbeide en bærekraftig strategi for beslutninger. Med denne hypotesen i bakhodet ble det undersøkt hva som faktisk gjøres i næringen på dette området gjennom litteraturstudiet. I litteraturstudiet var problemstillingen: *Hvilke informasjonsgrunnlag finnes for å ta bærekraftige valg i tidligfase?* Med større kunnskap om hvilke informasjonsgrunnlag som er å oppdrive, og som mangler, er det blitt bygget videre på dette i arbeidet med forskningsspørsmål til masteroppgaven. Det har resultert i følgende forskningsspørsmål som blir utgangspunktet for masterskriving på området om informasjonsgrunnlag for bærekraftige beslutninger:

1. Hvordan bedre informasjonsforvaltning gjennom digitale verktøy?
2. Hvordan kan næringen og myndigheten innføre endringer for å få bedre prosesser?
3. Hvordan kan digitalisering øke nyskapning og innovasjon?

Hvordan forskningsspørsmålene kan tolkes er definert under, og sammen med valgte nøkkelord skal fremtidig arbeid forhåpentligvis ikke vike for mye fra opprinnelig problemforståelse.

Hvordan bedre informasjonsforvaltning gjennom digitale verktøy?

Ved dette spørsmålet vil det først undersøkes hvilke metodikk og struktur som velges for å oppnå tilfredsstillende informasjonsforvaltning. Det skal sees på hvilke digitale verktøy som brukes for informasjonsflyt i prosjekter, og hvilken oppnådde effekt de har. Det skal staves ut kriterier og forutsetninger for å oppnå tilfredsstillende informasjonsforvaltning. Innunder dette og de andre forskningsspørsmålene vil det bli undersøkt hvordan informasjonsdeling kan bli en norm og ha positiv gevinst for hele bransjen som en helhet.

Hvordan kan næringen og myndigheten innføre endringer for å få bedre prosesser?

Det er mange forskjellige områder som kan utforskes og kommenteres. Derfor skal det i denne oppgaven fokuseres på informasjonsgrunnlaget som trengs for å oppnå mer bærekraftig utvikling. Det er fokusert på hvilke krav til dokumentasjon som i dag stilles og i nær fremtid kan bli vedtatt fra Regjeringen. Det blir sett på hva det vil gjøre med bransjen, og hvilke endringer som må gjøres for å tilfredsstille en bransje med mer fokus på bærekraft. I tillegg undersøkes det hvilke forutsetninger som må ligge til rette for å oppnå disse endringene.

Hvordan kan digitalisering øke nyskapning og innovasjon?

Under dette spørsmålet skal det undersøkes hvilke endringer som er på vei inn i markedet, og hvorvidt de kan slå rot. Det skal sees på hvordan nye forretningsmodeller kan bidra til nyskapning

og endret tankesett når det gjelder verdi i bygninger og verdiskapning gjennom hele verdikjeden. Til slutt vil det undersøkes hvordan morgendagens bransje kan se ut og hvilke muligheter som finnes for å henge med på en bransje i utvikling. Den fjerde revolusjon har sitt inntog, hvor byggenæringen kan få stort utbytte av å henge med på utviklingen av den digitale verden. Det vil bli presentert noen forslag for hvordan næringen kan kaste seg på den hurtige utviklingen som skjer i andre bransjer.

1.2.5 Hypotese

Det er flere hypoteser for funn i undersøkelse av bærekraftige beslutninger i tidligfase. En av de bunner i at det er lite fokus på helhet og skape holdning at bærekraft er viktig og prioriteres i prosjekter. Som igjen fører til at man ikke fokuserer så mye på miljøavtrykk utover i byggeprosessen hvor prosjekter ofte er mer presset på tid og økonomi.

En annen hypotese som er interessant å se på er at den finnes lite litteratur og kunnskap om samhandling mellom bærekraft og digitalisering av byggebransjen. Det er en tro om at digitale verktøy kan hjelpe beslutningstakere med å se hvilke alternativer som er mest bærekraftig tidlig i et byggeprosjekt, muligens allerede i initieringsfase. Digitale verktøy er desto viktigere for å kunne analysere store mengder data som gir en visualisering og sammenligning mellom forskjellige alternativer. Men hvordan skal man bruke nye kraftige digitale verktøy for å optimalisere beslutningstaking?

1.3 Omfang og avgrensning

Det kunne vært undersøkt på hvilket område byggsektoren har potensiale for energireduksjon, hvordan bygninger kan bidra til grønn energiproduksjon og minske belastningen på strømmettet eller lignende problemstillinger. Men det er valgt å omtale det i liten grad da denne oppgavens hovedfokus har vært digitalisering og teknologier som har en nytte for en mer bærekraftig byggebransjen. Veien videre på andre områder med forskjellige tiltak får ta del i fremtidig forskning.

Det kunne vært fokusert mer på nye forretningsmodeller som er mer egnet til bærekraftig og digital utvikling i bransjen, og sett på hvordan de kan være bygget opp. Tidsbegrensning gjorde at det kun er blitt gjennomført et kurs for å skaffe grunnleggende kunnskap om hvordan skape en forretningsmodell, men omtalt i liten grad i denne oppgaven. Ved en senere anledning kan det være nyttig å undersøke andre markedsområder og forretningsmodeller som støtter og ivaretar innovative løsninger som presenteres i byggebransjen.

Utvikling av leiemarked og tjenestebaserte løsninger fremfor eie kunne vært utforsket. Det er mange tegn som tyder på at det er mer bærekraftig å leie en bolig, og at noen andre har ansvar for vedlikehold og hele byggets levetid enn selveiere av boliger for eksempel. Slik utviklingen ser ut i dag styrer det mer mot tjenestebaserte løsninger, som blir flere og mer utbredt på totalmarkedet i verden. Hvordan det vil påvirke byggebransjen kunne vært utforsket, men er valgt å ikke omtale da det var begrensning på tid i utarbeidelse i denne oppgaven.

1.3.1 Strukturell oppbygging

Oppgavens struktur er blitt satt etter IMRaD-modellen(NTNU, n.d.), grunnet det er en universell oppbygging av forskningsoppgaver. Det gjør det enklere for lesere å vite hvilke deler av oppgaven som har hvilket innhold. Oppgavens deler og innhold er som presentert:

Tabell 1: Strukturell oppbygging

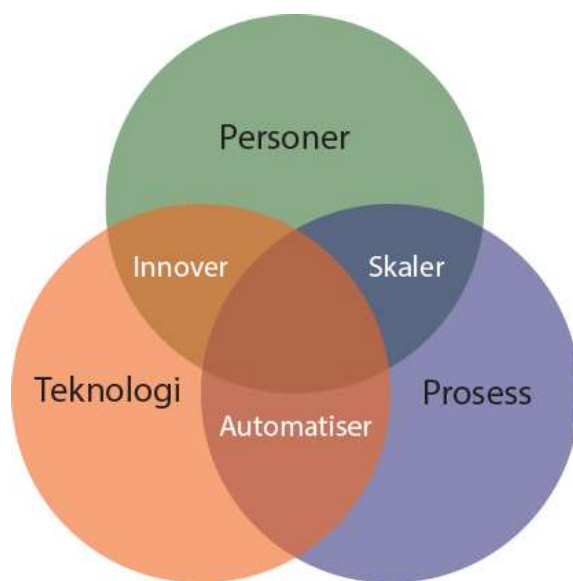
Innledning	Bakgrunn for valgt tema, problemstilling med utfyllende problemforståelse og oppbygging av oppgaven. Det presenteres tidligere kunnskap i fagfeltet og manglende kjennskap til tema som skal undersøkes.
Faglig bakgrunn	Gjør rede for begreper og teori som anvendes senere i oppgaven, og legger deler av grunnlaget for videre diskusjon.
Metode	Beskriver metodisk tilnærming for forskningsgrunnlaget, samt begrunner valg av design og metode for å svare på problemstillingen.
Resultat	Redegjør, forklarer og vurderer funnene det empiriske studie. Her er resultat fra dokumentanalyse og casestudie presentert.
Diskusjon	Resultatene drøftes og settes i sammenheng med problemstillingen og tilhørende forskningsspørsmål.
Konklusjon	Oppsummering av oppgavens hovedfunn og svar på problemstillingen.

2 Faglig bakgrunn

Faglig bakgrunn er en del av grunnlaget for det som skal undersøkes, og setter grunnlaget for gjennomføring av oppgaven(O. Dalland, 2020, s. 243). Denne delen av oppgaven er opplysningsgrunnlag og informasjon som har skapt forståelse for hvordan personer, prosess og teknologi henger sammen, samt informasjonsledelse kan forme byggeprosjekter. Undersøkelsene gjort i forbindelse med problemstillingen er presentert, og satt utgangspunktet for arbeidet med casestudie, dokumentstudie og arbeid med anbefalinger som er presentert senere i oppgaven.

2.1 Personer, prosess, teknologi

PPT-rammeverk er en metode for å evaluere om det er balanse mellom personer, prosess og teknologi innen en bedrift. Rammeverket kan brukes som vurdering av implementering av ny teknologi, for eksempel digitale verktøy, både for en aktør eller en bransje.



Figur 1: PPT-rammeverket (egenillustrert)

2.1.1 Personer

Innen kategorien personer favnes menneskelige ressurser i bedriften. Det er alle personer som gjør oppgaver for bedriften, hvor alle personene utgjør totalresultatet av alt som blir produsert. Personene gjør oppgavene som utgjør prosess. Et viktig element er å lokalisere de riktige menneskene, og plassere de på de passende oppgavene. Nøkkelpersoner må inneha riktig ferdigheter, erfaring og motivasjon for oppgaven(Plutora, 2020).

Det trengs full støtte fra personene. De involverte trenger å forstå hva de skal gjøre, hvorfor de gjør det og hva det vil føre til. Dette gjelder generelt i en bedrift for å opprettholde motivasjon, og føle mening med oppgavene en utfører. Ved endring er det ekstra viktig, da det er ikke selvsagt at personer vil sitte med svarene selv. Ledelsen, som beslutter endringen, må gi tydelig svar på dette.

2.1.2 Prosess

Serien av handlinger som utføres av ansatte for å nå bedriftens mål er prosess(TrueNxus, n.d.). Uten prosess er det ingen klar retning, og de ansatte vet ikke hva de skal gjøre. Uten ansatte vil ikke prosess eksistere. De er avhengig av hverandre. Ved introduksjon av prosesser på en

arbeidsplass må det være flere faktorer som er på plass. Det er viktig å ta i betraktning de eksisterende prosessene og hvordan de påvirker nye prosesser, ellers kan det føre til konflikt mellom prosesser og forvirring hos ansatte.

Om suksess ikke kan måles, vil man ikke kunne skape forandring. Ved å sette klare mål, i form av for eksempel KPI-er (key project management), vil endringer kunne måles og det vil være mulig å se om man har oppnådd ønsket effekt. For å nå målene må alle forstå prosessen, hva deres rolle er og hva de som enkeltindivider forventes å oppnå. Klare tydelige instruksjoner og riktige personer i prosessen er nøkkel til suksess.

2.1.3 Teknologi

Å introdusere ny teknologi uten å vurdere påvirkningen det gir for prosess og personer er som å kjøpe et basseng uten å vite hvordan man svømmer (DeveloperWeb, 2022). Teknologi i seg selv løser ingen problemer. Ofte investeres det i ny teknologi og deretter inkorporeres personene og prosessen i den nye teknologien, som er bakvendt logikk og vil vise seg å ikke fungere optimalt. Teknologi må ansees som en investering som trenger forarbeid for å bidra med verdiskaping.

The first rule of any technology used in a business is that automation applied to an efficient operation will magnify the efficiency. The second is that automation applied to an inefficient operation will magnify the inefficiency.

- James M. Morgan (2006)

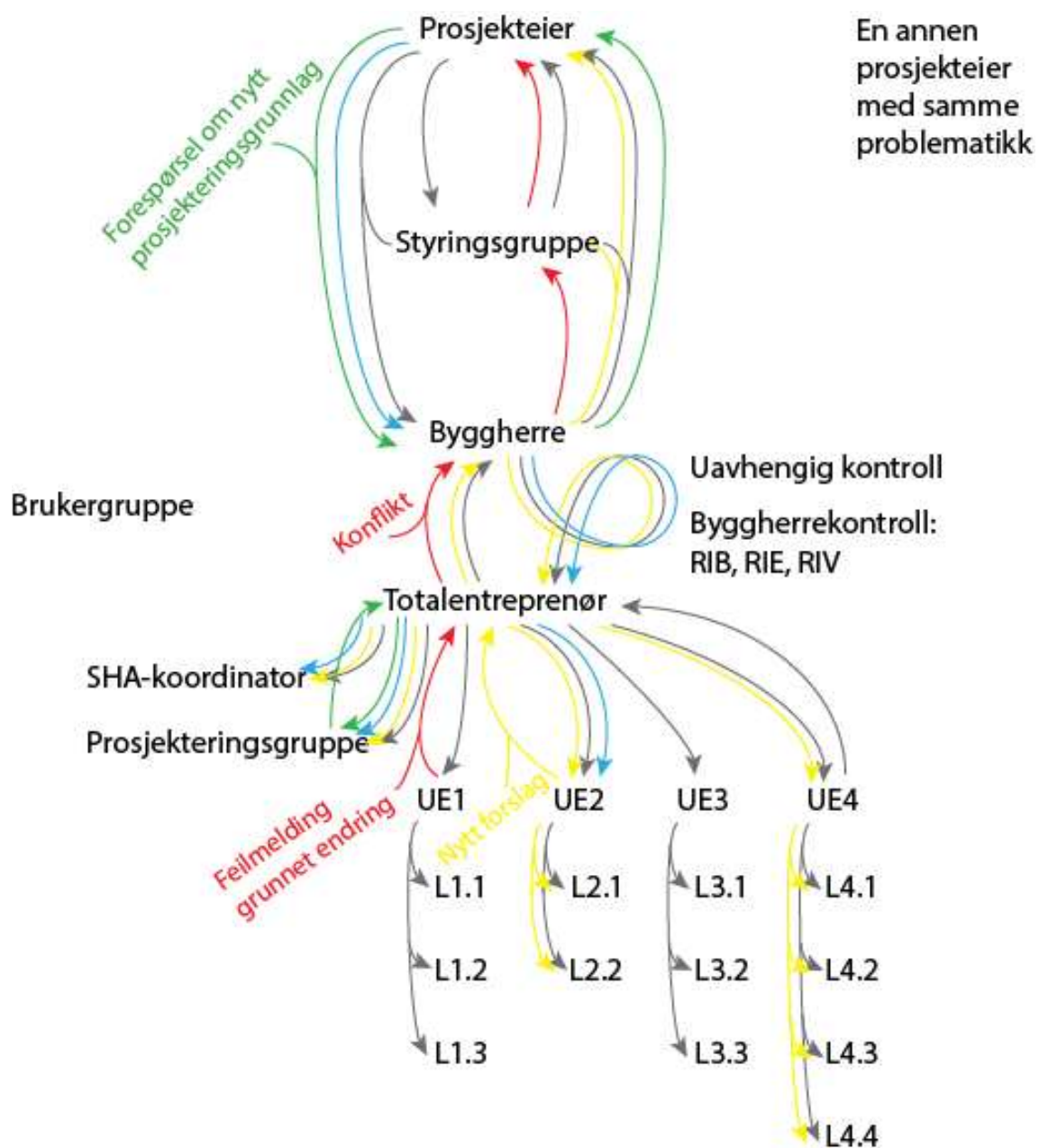
Teknologien må være enkel og effektiv for at personer skal kunne bruke den. Det må startes med å implementere enkle systemer som dekker behovene, og oppskaleres når bedrifter er moden. Det lages nye og forbedrede digitale verktøy hver dag, finn ut hva som trengs og let etter det. Deretter definer prosesser og lær opp personer slik at når det investeres i teknologi er bedriften moden for bruken av den.

2.2 Informasjonsledelse

Ledelse er ikke bare å styre et prosjekt fra start til slutt, det er også å sørge for at rett informasjon er tilgjengelig til rett tid for rette personer. Hvorfor er informasjon så viktig? Her er noen eksempler på hvilke utfordringer som forekommer med dagens manglende digital informasjonsflyt (Hjelseth & Tollnes, 2019, s. 191):

- Bygg- og anleggsnæringen har mange fagområder, og til og med innen samme fagområde er det kommunikasjonsbrist og produktinformasjon som går tapt.
- 25-30% av byggekostnader skyldes splitting av prosesser og manglende kommunikasjon.
- I snitt legges samme informasjon inn minst 7 ganger i forskjellige systemer.
- Omtrent 40% av bygningsskader i Norge skyldes feil eller forglemmelse i prosjekteringsprosessen.
- Omtrent 20% kommer av manglende beskrivelse og spesifisering i krav fra byggherre.

I et byggeprosjekt er det mange involverte parter som skal informeres og være med å beslutte. Det trengs informasjon fra prosjekterende for å beslutte en endring, hvor det er byggherre/prosjekteier som sitter med mandatet til å ta beslutningen. Under er informasjonsflyt ved endringsforslag illustrert.



Figur 2: Informasjonsflyten ved en endringsmelding (egenillustrert)

Det kommer frem at det er stor sannsynlighet for at informasjon går tapt på veien. Alle pilene illustrerer informasjon som blir sendt, stort sett via e-post mellom partene. Beslutningen av en endring tar lang tid da det skal sendes gjennom mange aktører, som sier ifra om hva som fungerer ved det nye forslaget og ikke. Ved å miste verdifull informasjon fra en part kan det føre til feil prosjektering, og implementering av løsninger som ikke fungerer i praksis. Lederens ansvar er å strukturere et informasjonens system som fungerer hvor involverte parter får oppdatert informasjon.

Informasjonsflyt og -ledelse har lite fokus i dag. Det trengs utvikling med gode, enkle og brukervennlige løsninger på dette området. Hvor det bør være universelle rammeverk for strukturering av informasjon. Dette vil hjelpe med forvaltning, og samtidig gjøre det enklere med å stille ansvar for informasjonsbehandling til parter i byggeprosjekter. Med rammeverket settes kriteriene til delingsnivå og nivå av vedlikehold av informasjonen, hvor oppdatering av data er nødvendig for å holde for eksempel digitale tvillinger oppdatert til dagens situasjon.

3 Metode

I dette kapittelet forklares det hvilke metode som er brukt og hvorfor de er benyttet. Metodene er valgt bevisst for å gi tilfredsstillende grunnlag for å svare på problemstillingen. Oppgaven har grunnlag fra dokumentanalyse og casestudie, samt bakgrunn fra litteraturstudie gjennomført i tidligere prosjektoppgave. Fremgangsmåten for forskningsmetodene vil bli presentert i følgende.

3.1 Forskningsdesign

Forskning går ut på å undersøke noe ved hjelp av vitenskapelig metode for å bringe frem ny kunnskap på et område eller om et tema(Lackner, 2021). Kunnskap er forståelse av teorier, fakta, begreper, prinsipper, prosedyrer innenfor fag, fagområder og/eller yrker(O. Dalland, 2020, s. 277). Denne oppgaven benytter forskningsmetoder for å gi nye muligheter til praksis og bidra til innovativ tenkning i BAE-næringen. Ved utarbeidelse av oppfordringer om ny praksis har undersøkelse av nåværende praksis og retningslinjer for BAE-næringen lagt grunnlaget for hva som kan være gjennomførbart og hvilke endringer som kreves for realisering av digital utvikling av bransjen.

3.1.1 Valg av metode

Det trengs ulike metoder til å få frem ny kunnskap og etterprøve om påstander er sann gyldige eller holdbare. Metoder er redskaper i en undersøkelse(O. Dalland, 2020, s. 53-57). Alle metodene som er valgt har en funksjon, og gjennom at flere metoder er systematisk gjennomgått og vurdert.

I prosjektoppgaven ble det valgt å gjennomføre litteraturstudie for å få en oversikt av hva som finnes av akademisk litteratur og forskning på området med digitalisering og sammenhengen med bærekraft. Litteraturstudie var kvalitativt orientert. Funn i litteratursøket har satt grunnlaget for valg av metode til arbeid i denne masteroppgaven. Ved systematisk gjennomgang av akademisk litteratur viste det seg at det var lite forskning på området med bærekraft og digitalisering i byggenæringen. Derfor ble det valgt å ha en bredere søkebase gjennom Google og andre søkemotorer som ikke var begrenset til akademisk litteratur.

Dokumentanalyse er en analyse av kvalitativ data(Storsul, n.d.). Hvor den kvalitative orienteringen sørger for at egenskapene eller karaktertrekkene i dokumenten blir belyst(O. Dalland, 2020, s. 55). Det er fanget opp meninger og opplevelser som ikke lar seg tallfeste eller måle. Enkelte av dokumentet i dokumentanalysen er av kvantitativ art, det omfatter rapportene som baserer seg på spørreundersøkelser. Dette for å gi statistisk grunnlag, og for å undersøke om påstander stadfestet i denne oppgaven er tuftet på faktagrunnlag, og meninger og holdninger som går igjen generelt. En viss representasjon i næringslivet, har vært viktig for å slutte meninger og anbefalinger i denne oppgaven.

Semistrukturerte intervjuer gjennomført i casestudie er av kvalitativ metode. Kvalitativ metode innebærer å bruke seg selv som instrument for å hente inn data. Følelser og egne interesser kan spille inn på den nødvendige kritiske distansen, da intervjuer er et instrument som innhenter empirien(O. Dalland, 2020, s. 244). Bevissthet av dette, ved gjennomføring av intervjuene, har gjort at det har vært lettere å unngå å rose/male svarene til informantene, samtidig som det har blitt forsøkt å styre samtalen i en objektiv retning fremfor subjektiv, følelsesstyrt retning.

Forskeren har gjennomført mange intervjuer i jobbsammenheng tidligere, erfaringene ved dette ble videreført i intervjuene gjennomført i denne oppgaven. Selv om intervjuer i et forskningsperspektiv er annerledes enn i en ansettelsesprosess, har det vært et bidrag for å sørge for at riktig preparasjon med intervjuguide og kunnskapsgrunnlag var lagt til rette for en god gjennomføring. Tidligere har forskeren erfart at en rigid struktur av intervjuet har gjort at intervjuobjekter strever med å snakke løst om sine erfaringer og meninger. Derfor er det blitt valgt å ha en semistrukturert form, hvor spørsmål er forberedt, men det er lagt opp til at informantene har godt tid til avsporinger og snakke fritt om temaer som ikke nødvendigvis er direkte knyttet opp til problemstillingen. Dette ble valgt for at informantene kunne styre samtalen i en viss grad og dermed gi nye perspektiver som var viktig for vedkommende å formidle.

De semistrukturerte intervjuene gjennomført i oppgaven er førstehåndskilder med førstehåndsinformasjon. Dokumentanalyse er beretninger som ikke er generert av forskeren(Storsul, n.d.). Dokumentanalyse er andrehånds- eller tredjehåndsberetninger. Informasjonen i dokumentanalysen er dermed tolket av noen andre, for så å tolkes av forskeren. Flere ledd med tolkning og analyse kan modifisere innholdet, og meningene kan bli forvridt eller overtolket. Det har vært en av tingene som har blitt tatt hensyn til og egne tolkninger har prøvd å blitt minimert ved fremstilling av resultatene.

3.2 Litteraturstudie

Metodedelen til litteraturstudie er hentet fra prosjektoppgaven, gjennomført foregående høst. Denne oppgaven er basert på et strukturert litteratursøk gjennom bestemte databaser. Det er primært brukt Oria og Google Scholar som søkemotorer da det viste seg tidlig at disse ga flest relevante treff. ASCE Library, Scopus, Elsevier ble også vurdert, men ga mye av de samme resultatene som Oria så Oria ble foretrukket søkemotor i dette litteratursøket.

Gjennom litteratursøket ble hver aksjon loggført i excel. Oppsettet ble, gjennom flere operasjoner, bygd opp av informasjon fra grovsøk, statistikk av treff fra ulike søkeord, resultat fra fasene og informasjon fra de utvalgte artiklene. Resultat fra ulike søkekombinasjoner(vedlegg A), dokumentasjon fra fase 1(vedlegg B) og fase 2(vedlegg C) er vedlagt i rapporten. Fremgangsmåte for metoden er hente fra forelesning i faget TBA4128 Prosjektledelse videregående kurs(Engebø, 2021).

Fase 1 og 2

Litteratursøket ble gjennomført ved å dele inn prosessen i to. Hvor fase 1 innebar å søke fritt på utvalgte søkeord, og plukke ut relevante artikler ut fra tittel og publikasjonssted. Dette ga et resultat på 55 artikler. Fase 2 ble gjennomført ved å lese abstract og konklusjon i artiklene for så å vurdere om de var relevante sett opp mot problemstillingen. Etter fase to ble det gjenværende 9 artikler som virket relevante for videre undersøkelse på området.

Søkeord i fase 1

For å skape tydelig nok avgrensning i litteratursøket er det blitt søkt på forskjellige kombinasjoner av forskjellige søkeord. Med varierende suksess ble følgende søkeord utprøvd gjennom tittelsøk og åpne søk ved søkeord som innhold i tekst:

Tabell 2: Søkeord litteraturstudie

Søkeord
BIM
Sustainability
Early phase
Environment
Decision
Construction
Building
Decisionmaking
Planning phase
Planning
Evaluation
Property management
Green building
Engineering

Ved det var det enkelte søkeord som viste seg å gi mest treffende søk. De tre søkeordene som gikk mest igjen i treffene på de utvalgte artiklene var sustainability, early phase og construction. Det er valgt å kun søke med engelske ord for å utvide treff basen, da det viste seg å være lite treff ved å begrense seg til norske artikler.

Kriterier i fase 2

For å vurdere artiklene som ble funnet i fase 1, er det brukt TONE-prinsippet. TONE står for troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egnethet (NTNUbibliotek, 2017). Gjennom hjelpespørsmål under ble artiklene vurdert som gode kilder eller forkastet.

Troverdighet

- Hvem står ansvarlig for artikkelen?
- Hvilken utdanning har forfatterne?
- Hva er publikasjonsstedet?

Objektivitet

- Hvordan er dataene i artikkelen presentert og diskutert?
- Er hensikten med artikkelen å overtale leseren eller informere leseren?
- Er saken belyst fra flere sider?

Nøyaktighet

- Er forskningsmetodene godt nok forklart?
- Baserer artikkelen seg på ny og oppdatert data?

- Kan informasjonen bekreftes i minst to andre kilder?

Egnethet

- Hvor relevant er dataene for oppgaven?
- Kan den kaste nytt lys over problemstillingen?
- Hvem er artikkelen skrevet for?

3.3 Casestudie

Casestudie er en studie av en enkelt enhet. Formålet med en casestudie kan være å utvikle kunnskap om og helhetlig forståelse av en utvalgt enhet. Forskeren kan gå i dybden av enheten og komme frem til detaljer og beskrivelser av et fenomen (Wæhle et al., 2020). I denne masteroppgaven er det valgt et byggeprosjekt bestående av fem boliger og tilhørende felleshus. Det for å øke kunnskapen om dette prosjektet, og metoder som ble brukt. Det er et utradisjonelt prosjekt, som har fått oppmerksomhet nasjonalt og internasjonalt.

I vedlegg E ligger intervjuguide til semistrukturerte intervjuer gjennomført i casestudie. Spørsmålene til intervjuobjektene er ikke de samme for hvert intervju. Utviklingen av spørsmålene har vært en iterativ prosess, etter hvert intervju har det kommet nye opplysninger som er tatt med og undersøkt nærmere i neste intervju. Intervjuene er tilpasset til de forskjellige rollene intervjuobjektene var innehaver av, da selvbyggere, arkitekt og prosjektleder og daglig leder av Svartlamon boligstiftelsen.

3.3.1 Seleksjon av casestudie

Det er valgt å undersøke et byggeprosjekt av noe original karakter, da det viser et annet perspektiv enn gitt i dokumentanalyse. Eksperimentboligene under Svartlamon boligstiftelse prosjektert av Nøysom Arkitekter er valgt som case. Grunnen til at dette prosjektet ble valgt som case er at det var en pioner innenfor ombruk da det ble bygget. Det er flere nye metoder som er brukt, og har dermed gitt grunnlaget for en annen vinkling til masteroppgaven enn hva som ville blitt gitt ved undersøkelse av tradisjonelt, kommersielt byggeprosjekt.

3.4 Dokumentanalyse

Først ble det gjennomført et breddesøk for å skaffe kunnskapsbakgrunn om hvordan BAE-næringen tilnærmer seg problemene tilknyttet bærekraft og digitalisering som Norge står overfor i dag. Det ble her kartlagt hvilke områder som er mest kritiske for byggenæringen å utvikle seg innenfor og hvilke endringer som må forekomme for at nye løsninger kan bli implementert. Grunnen til å gjennomføre et breddesøk som resulterte analyse av over 200 kilder i form av bøker, artikler, webinarer, videoer, nettsider, lover, kurs, standarder og rapporter var å for at oppgaven skulle gi mest mulig nyttig erfaring og forskningsgrunnlag. Dermed ble det valgt å bruke mye tid på undersøkelse for å legge mest mulig nytteverdi i problemstilling og problemforståelse.

Etterfølgende ble all litteraturen strukturert i forskjellige type tekst, etter forskjellige temaer og grad av relevant ut i fra problemstillingen. Det ble vurdert hvilket publikasjonssted dokumentene tilhørte. Vurderingen av dokumenter gikk etter fire kriterier, som er hentet fra emne ved Uio (Storsul, n.d.):

Autensitet

- Er dokumentet det det gir seg ut for å være?

Troverdighet

- Er dokumentet upartisk fremstilt eller av subjektive meninger?
- Er meningene tuftet på relevant erfaring fra en troverdig kilde?
- Får publikasjonssted godtgjørelse for å publisere dokumentet?

Representativitet

- Hvor representativt er dokumentet?
- Representerer det enkeltindivids meninger eller taler det på vegne av en institusjon, organisasjon eller lignende?

Tolkning

- Representerer utdraget i denne oppgaven det som er formulert i dokumentet?
- Er teksten tolket av forfatteren eller forskeren?

3.4.1 Seleksjon av litteratur

Litteraturen ble analysert ved punktene over og det ble deretter plukket ut artikler som var relevante til problemstillingen og forskningsspørsmålene. Det har vært mange artikler som har vært lest og analysert som ikke er blitt med i denne oppgaven, da de har vært mindre relevant for problemstillingen. Men det har vært med å skape et større kunnskapsgrunnlag og ledet i retningen denne teksten til slutt har landet på.

Det har vært en kombinasjon av backward snowballing og fritt søk gjennom Google. Backward snowballing er at man går gjennom referanselisten til en tekst og undersøker videre referanser derfra som er relevante (Wohlin, 2014). Det er gjort dersom det er et spesifikt tema som er omtalt og referert til i teksten som leverer en mer utdypende forklaring om et begrep eller løsning eller det ønskes mer litteratur enn den som er levert i teksten. Ved mye bruk av backward snowballing kan det ende med at man får svært ensformig litteratur og ensidig perspektiv, derfor er det hovedsakelig brukt fritt søk på forskjellige områder på Google. Som oftest ble det valgt å søke på Google eller Google Scholar om det fantes annen litteratur enn den som ble levert i referanselisten, for å sørge for å ikke få ensidig perspektiv.

3.5 Kvalitetsvurdering

I denne forskningsoppgaven er studienes og undersøkelsenes kvalitet vurdert. Det er gjennomført ved vurdering av validitet, reliabilitet og objektivitet. Det er vurdert om kvalitetskravene til oppgaven er oppfylt, og i hvilken grad forskningsgrunnlaget har gitt en grundig forankring til anbefalinger som er presentert i oppgaven. Et gjennomgående mål med forskningen er at sannheten blir funnet, da det er viktigere enn at forskeren har rett i sine antagelser (O. Dalland, 2020, s. 59).

3.5.1 Validitet

Validitet handler om hvorvidt en metode er egnet til å undersøke det den skal undersøke (Steinar Kvale, 2015, s. 276). Det handler om gyldighet, hvorvidt man kan trekke gyldige slutninger ut i fra arbeidet. Under er alle valgte metoder tatt for seg og sett om gir et valid grunnlag for å fatte slutninger.

Litteraturstudie er en analytisk og systematisk gjennomgang av akademisk litteratur, som kan sees på som valid grunnlag for slutninger. Det er valgt ut uavhengig litteratur som har kunnskapsheving og forskningsgrunnlag som premisser for utarbeidelse av litteraturen. Det vil gi mer gyldig slutningsgrunnlag enn insentiv for inntektsbringende undersøkelser. Litteraturstudie resulterte i

et snevert utvalg av litteratur, som var vurdert som for smalt og med for lite relevans til å skape et utbytte av denne oppgaven. Derfor er det hentet inn dokumenter gjennom en større søkebase med mindre fokus på akademisk litteratur.

Dokumentanalysen viste at det var stort sprik i hvilke resultater som ble funnet og hvilke dokumenter som dukket opp med forskjellige søkeord og forskjellige publikasjonssted. Enkelte av dokumentene er valgt ut for å vise hvilke holdninger og meninger det er til bærekraft og digitalisering i byggenæringen. Her er noen av slutningene grunnlagt på enkeltindividers meninger, det kan sees på som mindre valide slutninger tatt i denne oppgaven. For å sikre høyere gyldighet, er svar undersøkt opp mot rapporter gjennomført av uavhengige parter. Det har gitt høyere validitet til slutningene etter funn i dokumentanalysen.

Casestudie er basert på personlige meninger gitt av informantene. Siden meningene og ytringene til intervjuobjektene er subjektive, har det vært et premiss å undersøke om meninger har grunnlag generelt i bransjen eller om det kun er enkeltindividets meninger som kommer frem i denne oppgaven. Dette for å gjøre slutningene fra casestudien noe mer gyldige. Siden det er valgt å fokusere på deres erfaringer, for å få mest mulig ut av intervjuene, har det vært viktig å vise perspektiver fra de tre informantene.

3.5.2 Reliabilitet

Reliabilitet betyr pålitelighet eller troverdighet. Det handler om forskningsresultatenes konsistens og troverdighet (C. Dalland, 2014, s. 63). Og hvorvidt arbeidet som er presentert er til å stole på (O. Dalland, 2020, s. 58). Her er det først presentert forskerens motivasjon og bakgrunn, for å kunne vurdere forskerens pålitelighet. Deretter er det gjort rede for hvordan data er samlet inn og hvilke feilkilder som kan ha påvirket resultatet som gir grunnlaget for å vurdere arbeidets pålitelighet.

Det er valgt å undersøke området med bærekraft gjennom digitalisering grunnet det finnes lite forskning på området. Fra tidligere forskning, med prosjektoppgave, ble det funnet at det er lite systematisk tilnærming til området. Resultatet fra oppgaven skal brukes til kunnskapsheving og eget bidrag i arbeidslivet til økt satsning på innovasjon og digitalisering. Det har vært et premiss at undersøkelsene og læringen underveis i oppgaven har skapt et kunnskapsgrunnlag hos forskeren for å være bedre rustet til nyskapning når forskeren kommer ut i arbeidslivet, som er vurdert som et behov etter forskerens arbeidserfaring fra byggebransjen. Det er ønskelig å kunne formidle kunnskapen som forskeren har opparbeidet seg til å forbedre utdanning innenfor ingeniørfag.

Forskeren er student på siste semester ved studiet Bygg- og miljøteknikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, med retningsvalg prosjektledelse innenfor bygg og anlegg. Gjennom studiet har forskeren hatt fag rettet mot prosjektledelse. Forskeren har noe erfaring fra byggebransjen som byggelederassistent og prosjektlederassistent fra ansettelse hos byggherre. Tidligere erfaring fra prosjektleder innen kulturbransjen og ledererfaring fra servicenæringen har gitt kunnskap om lederperspektiv, beslutningsprosesser og prosjektplanlegging til denne oppgaven.

Data er samlet inn gjennom intervjuer for casestudie, litteraturstudie og dokumentanalyse. Metodene er forklart over i avsnittene med tilhørende navn. Det er flere feilkilder som kan ha påvirket arbeidet. Forskeren har ikke gjennomført noen av metodene før, dermed kan det være metodene er blitt utført med ugunstig fremgangsmåte. Metodene er undersøkt hvordan skal gjennomføres i forkant, men det er likevel en feilkilde da man ofte ikke mestrer en metode før man har gjennomført det i praksis.

En annen feilkilde kan være at det er fokusert for mye på breddekunnskap på forskjellige områder. Det kan ha skapt et for bredt forskningsgrunnlag, og for lite analyse i dybden på et tema. Det har vært gjort få begrensninger underveis, og heller fokusert på kunnskapsheving på mange områder som kan ha påvirkning på den digitale utviklingen i byggenæringen. Det har muligens skapt en mindre konkret konklusjon. Og det har gjort det vanskelig å plukke ut spesifikke dokumenter som er relevant underveis, som har gjort at flere dokumenter som ikke er direkte knyttet til problemstillingen er analysert.

3.5.3 Objektivitet

Ordet objektivitet står for saklighet, upartiskhet og allmenngyldighet (SNL, 2021a). Det er viktig at forskeren er bevisst på sine verdier på det menneskelige, politiske og faglige plan. Bevisstheten vil gjøre forskeren bedre rustet til å skille ut vitenskapelige verdier og forholdet til dem (O. Dalland, 2020, s. 61). Forutinntatthet om at byggenæringen ikke har nok kunnskap om digitale verktøy til å håndtere informasjonen som kreves av økende dokumentasjonskrav har forskeren prøvd å legge fra seg underveis i undersøkelsen. Alle hypoteser som forskeren har sittet med er utprøvd og undersøkt ved å se på rapporter med kvantitativ orientering til oppgaven. Der det har vært tvil eller ikke kvantitative undersøkelser tilgjengelig, er det undersøkt et bredt utvalg av dokumenter som ser problemstillinger fra flere sider.

Det har allikevel vist seg krevende å være fullstendig verdinøytral. Byggenæringen står indirekte fra 40% av klimagassutslipp, og verdens overforbruksdag kommer tidligere og tidligere hvert år. Det har vært vanskelig å ikke ha en innstilling om at det ikke gjøres nok tiltak innen byggebransjen i dag. Det er prøvd å fokusere på løsninger for hvordan næringen kan ta steg i riktig retning, og undersøke hvilke områder som gir størst effekt på helhetlig klimagassreduksjon og holistisk tankesett.

3.6 Vurdering av metode

Etter gjennomført datainnsamling er det igjen gjennomført en vurdering av metodevalg, og om metodevalget har gitt tilstrekkelig og god nok informasjon til å kunne slutte en konklusjon. Her blir valg av metode drøftet og forklart hva de forskjellige metodene har bidratt med i forskningsarbeidet. Det er analysert om hvilke forskningsgrunnlag som kunne vært med for å gi et enda bedre slutningsgrunnlag som refleksjon etter at datainnsamlingen er gjennomført. Dette er gjort for å reflektere over egne vurderinger, om metodene har fungert og om det har tjent sitt formål med å svare på problemstillingen.

Semistrukturert intervjuform har gitt nye perspektiver og samtidig belyst nye problemstillinger og barrierer for utviklingen av en mer bærekraftig BAE-næring. Som igjen har ført til undersøkelse av litteratur og da spesielt innrettet mot lovgivning ved TEK (Byggeteknisk forskrift) og SAK (Byggesaksforskriften) for å dekke et kunnskapsgrunnlag om praksis i dag og hvordan det setter begrensninger for næringens utvikling i en retning med mer ombruk og kvalitetsprinsipper som bygger på langvarig levetid fremfor "bruk og kast". Det vil påstås at semistrukturert intervju styrket grunnlaget for og til en viss grad satte en retning for hvilke litteratur som ble valgt ut i teoridelen av oppgaven. Gjennomføring av undersøkelser knyttet til casestudie var tidlig i arbeidet med denne oppgaven, som viste seg å være gunstig for videre undersøkelse.

Dokumentanalysen ble til før, under og etter intervjuene i casestudie. Intervjuene førte til hypoteser og temaer som ble ønsket å undersøke nærmere. Seleksjon av dokumentene har vært en iterativ prosess, da dokumentene som ble valgt ut i starten av arbeidet med denne oppgaven var ikke relevant i slutfasen. Det kommer av at fokuset underveis i arbeidet og problemforståelsen har endret seg. Dokumentstudie har vært en givende metode, da den har satt friere rammer for hvilke dokumenter som skal analyseres som også har resultert i mengde på rundt 300 dokumenter som har blitt analysert. Det har vært ønskelig å undersøke mange dokumenter for å kunne tilpasse oppgavens konklusjon og anbefalinger til noe som kan gi verdi for forskeren av denne oppgaven og forhåpentligvis andre med interesse for digital utvikling i byggebransjen.

Det var vurdert å gjennomføre intervjuer med byggherrer, byggeiere og entreprenører. Det kunne skapt en bredde og forståelse for hvordan forskjellige bedrifter bruker digitale verktøy i sitt arbeid i et byggeprosjekt. Men det ble heller valgt å gjennomføre et bredt søk med forskjellig dokumentgrunnlag i dokumentanalysen. Grunnen til at det ble valgt var fordi det tar lang tid å gjennomføre intervjuer, og derfor ville den samme tiden føre til å kunne undersøke enda flere dokumenter enn å få en mindre forskningsgrunnlag. Ved å velge intervjuer kunne det ført til mer kvalitativt grunnlag til oppgaven, men det ble fokusert på innhenting av kvantitativ data.

Det hadde vært fordelaktig å gjennomføre spørreundersøkelser med fokus på dagens tilnærming

til BIM, og generelt digitale verktøy i forskjellige faser av byggeprosjekter. Det kunne styrket grunnlaget for konklusjonen som er trukket. Der ville det vært nyttig å ha noen intervjuer dersom det hadde dukket opp informasjon i spørreundersøkelsen som trengte utdyping for å virkelig forstå svarene. I denne oppgaven er det tatt med enkelte rapporter som er kommet ut av omfattende spørreundersøkelser, det har vært en nyttig informasjon og gitt statistisk grunnlag for oppgaven. Rapporten, 10th Annual BIM Report 2020, har gitt verdifull informasjon, og det hadde vært nyttig å gjennomføre en lignende undersøkelse for aktører i byggenæringen i Norge. Tidsbegrensning gjorde at det ikke ble gjennomført.

4 Litteraturstudie

Det ble utarbeidet en egen problemstilling til litteraturstudiet, tidligere gjennomført. Litteraturstudie ble gjennomført for å undersøke hva som finnes av litteratur om beslutningstaking i tidligfase med fokus på bærekraft. Litteratursøket som er beskrevet i denne teksten er et av grunnlagene for å svare på problemstillingen:

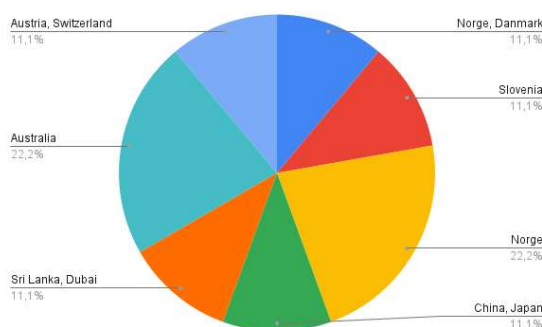
Hvilke informasjonsgrunnlag finnes for å ta bærekraftige valg i tidligfase?

Problemstillingen er valgt for å sette lys på beslutninger i tidligfase. Den omfatter og setter lys på informasjonsgrunnlag som er tilgjengelig for å ta en beslutning tidlig i et byggeprosjekt. Her menes tidligfase som konseptutvikling og forprosjektering, på samme grunnlag som arkitektfagets ytelsesbeskrivelse (Arge, 2008, s. 8).

Videre er det valgt tilhørende nøkkelord som artikler bør på en eller annen måte inneholde og omhandle. Nøkkelord for å klassifisere tekst og forskningen tilhørende problemstillingen er: beslutningsgrunnlag, tidligfase og bærekraft.

4.1 Beskrivelse av litteraturen

I dette litteratursøket er det fokusert på mangfold i litteraturen og relevans opp mot problemstillingen. Det har resultert i et variert utvalg av artikler. Litteratursøket viste at det er blitt større fokus på dette området de siste årene. Av de valgte kildene er 7 av de utgitt i løpet av de siste seks årene, 2 av de er utgitt før det og alle kildene er utgitt etter 2006. Det er valgt å ikke fokusere på hvilke land forfatterne kommer fra, men det er en større andel norske og australske forskningsartikler som er tatt med i det endelige utvalget av litteratur.



Figur 3: Statistikk over utgivelsesland

4.1.1 Begrepet bærekraft

Flere kilder peker på at bærekraft defineres på forskjellige måter, noe som kan skape forvirring av hvilket perspektiv man skal ha når man snakker om bærekraft. Begrepet Triple Bottom line ble introdusert i opp til flere av de utvalgte kildene, deriblant BIM-enabled sustainability assessment of material supply decisions (Ahmadian et al., 2017). Triple bottom line ble først introdusert av Elkington (Elkington., 1997), og belyser bærekraft gjennom de tre perspektivene sosial, miljø og økonomisk bærekraft som er direkte knyttet til valg av mål for bærekraftig utvikling (Ding, 2008).

En annen definisjon av bærekraft er presentert av United Nations World Commission on Environment and Development, UNWCED (Karunasena et al., 2016). Hvor bærekraft er mål i hvilken grad mennesker lever i harmoni dets miljø inkludert vurdering av behovet og velværet til fremtidige generasjoner. Flere utenfor byggebransjen bruker denne måten å omtale bærekraft på, for eksempel Norsk friluftsliv med sitt veletablerte prinsipp "sporløs ferdsel" (Arneberg, 2021).

Bærekraft er mer og mer i vinden. Det kan argumenteres for at bærekraft blir brukt som et buzzword i media. Noen vil til og med si at begrepet bærekraft er blitt så vidt at det har helt mistet sin mening og omfatter ingen spesiell betydning, hvor det på sitt verste ender opp som et slagord for ekstremisme(Økland et al., 2021).

4.1.2 Internasjonal og nasjonal retning

Den European standard EN 15978, Bærekraftige byggverk - Vurdering av bygningers miljøprestasjon - Beregningsmetode ble utviklet i 2011 for å introdusere beregningsregler for å kunne vurdere nye og eksisterende bygningers miljøprestasjon(Standard Norge, 2012). Standarden presenterer en beregningsmetode for miljøprestasjon som er ett av aspektene i bærekraftsperspektiv til byggenæringen, som kan gi retning for å beregne miljøprofilen til et bygg.

Norges klimamål er å redusere utslippene med minst 50 prosent innen 2030 sammenlignet med nivå av utslipp i 1990(Klima- og miljødepartementet, 2021, Norges klimamål, avsn. 1). Målet setter retning for norsk politikk og alle næringers ansvar for å redusere klimagassutslipp på et nasjonalt og internasjonalt nivå. Ett av tiltakene som indirekte kan bidra til dette på nasjonalt nivå er statens prosjektmodell, ved kvalitetssikring av konseptvalg(KS1) og kvalitetssikring av styringsunderlag samt kostnadsoverslag(KS2). Concept of choice er her en viktig del av steget KS1, og sammen kan de danne et solid grunnlag for å sette prosjekter i en bærekraftig retning(Økland et al., 2021).

Litteratursøket gjennomført i sammenheng med denne oppgaven viser at det er viktigere enn noensinne å ha mål for reduksjon av klimagassutslipp ikke bare på et nasjonalt nivå, men internasjonalt nivå. Det er ingen tvil om at hele verden må bidra uansett forutsetning. Byggebransjen gjør noe av sitt bidrag ved å utvikle klassifiseringer for hvor bærekraftig et bygg er.

4.1.3 Klassifiseringssystem i bruk

Det finnes uendelig mange klassifiseringssystemer i bruk i dag, i Sustainable construction—The role of environmental assessment tools er 20 av de presentert(Ding, 2007). Bare i europa er over 60 building sustainability assessment methods(BSAM) introdusert(Markelj et al., 2014). Mange er tilpasset forskjellig land sine metoder for å bygge på. Building research establishment environmental assessment method(BREEAM) er det mest utbredte og brukte sertifiseringssystemet innenfor bærekraft internasjonalt, som tar et holistisk synspunkt av hele bygningens øko syklus(Nilsen et al., 2019).

Klassifiseringssystemene i dag har stort sett fokus på testing av individuelle parametre som energibruk, analyse av påvirkning på miljøet, undersøkelse av dagslysbelysning, forutse påvirkning av hele byggets livssyklus eller andre spesifikke kombinasjoner av parametre(Markelj et al., 2014). Ved utregning av poengskår på de forskjellige parametrene oppnår byggeprosjektet en sertifisering som for eksempel “Very Good” i BREEAM sin rangering. De forskjellige parametrene kan vekte forskjellig, så en prosjektgruppe kan velge seg ut noen fokusområder eller velge å ha en helhelig vektning på mange forskjellig kriterier.

4.1.4 Presenterte løsninger

I de utvalgte kildene er forskjellige løsninger for å oppnå fokus på bærekraft i tidligfase presentert. Enkelte løsninger er teknisk avanserte mens andre er basert på enklere prinsipper uten krav om avanserte programvarer. Artikkene, som presenterer en konkret løsning, er avhengig av avanserte analyseverktøy og er forbeholdt prosjekter hvor det er valgt å investere i utvalgte verktøy som f.eks. LCA eller BIM.

I artikkene Evaluation of BIM based LCA in early design phase (low LOD) of buildings(Nilsen et al., 2019) og LCA and BIM: Visualization of environmental potentials in building construction at early design stages((Röck et al., 2018) beskrives et verktøy for beslutningstaking ved å kombinere livssyklusanalyse(LCA) og bygningens informasjons modell (BIM). Röck, Hollberg, Habert og Passer

mener BIM kan sette grunnlaget for hvilke påvirkning et bygg gjør på dets omgivelser, mens LCA brukes som et beslutningstakings verktøy for å velge den mest bærekraftige løsningen. Nilsen og Bohne foreslår en BIM basert LCA som fokuserer på tidlig utviklingsnivå (low LOD) i designfase for å hjelpe med å forbedre avtrykket på miljøet og klima.

Et noe mer enkelt, og abstrakt, verktøy blir presentert av Karunasena, Rathnayake og Senarathne i *Integrating sustainability concepts and value planning for sustainable construction* (Karunasena et al., 2016). Konseptet går ut på å kombinere bærekraftig konsepter (SC) gjennom verdibasert planlegging (VP). Manglende bevissthet, lite støtte fra staten, initielle tid og kostnader er pekt på som barrierer for integrering av SC i VP. I artikkelen blir det forklart at det man vil spare tid og penger ved å kombinere bærekraft i verdibasert planlegging i prosjekter.

En noe eldre artikkel fokuserer på flerkriterie tilnærming i vurdering og rangering av prosjekter. I *Sustainable construction—The role of environmental assessment tools* er foreslått verktøy å bruke bærekraftindeks. Dette er en mindre rigid løsning, da stakeholders har mulighet til å bidra i identifisering og vektlegging av kriterier og del-kriterier ut fra hva som påvirker prosjektet mest i rammeverket for evaluering. Forfatterne peker på at det er et behov for mer kommunikasjon, interaksjon og anerkjennelse fra et designteam og andre sektorer for å promotere bygnings vurderingsmetoder, noe bærekraftindeks bidrar til (Ding, 2007).

4.1.5 Fremtidig forskning og arbeid

Flere av kildene avslutter med at det må videre skapes og tilgjengeliggjøres større datasett av beregninger på miljøregnskap for å ha tilstrekkelig beslutningsgrunnlag for å ta en bærekraftig beslutning i tidligfase. Flere artikler peker på at det må fokuseres på en holistisk tankegang når det gjelder bærekraft. Kriterier for bærekraftig bygging er i dagens situasjon en stor del av bærekraftig bygging, hvor fremtidige studier må utforske hvordan identifisere og skape bedre beslutningskriterier (Hayashi et al., 2016).

4.2 Evaluering av litteraturen

Litteratursøket har vist at det er vanskelig å finne noe som er svarer på problemstillingen i introduksjonen. Det er ny litteratur primært fra de 5 siste årene som er mest relevant. Det viser at det er utvikling på området, men sammenlignet med FNs bærekraftsmål, kunne man forventet å finne mer forskning på området.

4.2.1 Relevans

Det finnes lite informasjon og utviklede løsninger for bærekraftig beslutningstaking i tidligfase. Fokuset er noen steder på å utvikle verktøy for å skaffe informasjonsgrunnlaget for å ta de beste beslutningene. Litteratursøket har vist at det er en mangel av fokus på hva en prosjekteier kan gjøre i tidligfase, og allerede før prosjektet er definert, for å skape et bærekraftig resultat.

Flere kilder fokuserer på å velge ut enkelte elementer som skal evalueres for å finne den mest bærekraftige løsningen på dette enkelte elementet. Eirik Resch, Helge Brattebø og Inger Andresen gjør dette ved å velge å se på utslipp av CO₂ i produksjon i bygningselementer på et bygg inkludert tilhørende transport av materialene (Resch et al., 2020). Man kan velge å analysere alt i løpet av et bygg sin livssyklus, men det er svært tidkrevende. Enkelte kilder har påpekt at det da er vanskelig å bevare en holistisk tankegang, som kan være desto mer verdifullt for prosjektet som en helhet.

Noen artikler beskrives verktøy som ikke primært er utviklet for å bistå i beslutningstaking, men som kan være et biprodukt av en modell skapt med et annet hovedformål. Dette gjør det mer krevende å forstå når i et byggeprosjekt verktøyene skal brukes. Det kan også gjøre at ikke det blir utviklet en helhetlig strategi for å ta bærekraftige valg i tidligfase og resten av prosjektet livssyklus. I LCA kan resultatene variere mye mellom komplett og totalt ufullstendige, derfor kan det være for tidlig å basere en avgjørelse på LCA i tidlig designfase. Uten usikkerhets perspektivet,

kan tradisjonelle verktøy fungere som samsvars eller bekreftelses verktøy, heller enn beslutningsverktøy(Slavkovic et al., 2019).

Den vide definisjonen av bærekraft gjør at det har vært krevende å finne relevante kilder som treffer problemstillingen godt. Gjennom litteratursøket har det blitt fokusert på definisjonen av bærekraft som potensiale for å minske global oppvarming. Bærekraft kan innebære miljø-, økonomisk og sosialt perspektiv, noe som har vist seg å føre til vanskeligheter i utlukingsprosessen. En av de utvalgte kildene som viste seg å ha fokus litt langt ut på siden av problemstillingen var Integrating sustainability into construction engineering projects: Perspective of sustainable project planning, som presenterer løsningen for bærekraftige beslutninger gjennom bærekraftig prosjekt planlegging(SPP) med fokus på lederkontroll, risikorespons og arbeids konsensus(Yu et al., 2018).

4.2.2 Kvalitet

De forskjellige kildene har valgt forskjellige fremgangsmåter for å skaffe seg forskningsgrunnlag for å presentere en løsning eller se på eventuelle forbedringsområder i et byggeprosjekt. I denne rapporten er et plukket ut kilder med kvalitativ, kvantitativ, konseptuell og en blanding av flere metoder. Det er ingen fasit på hvilken metode som er mest givende, men kvaliteten i kildene hvor det er innhentet informasjon gjennom undersøkelser og støttet opp med et eller flere casestudier er vurdert som mer givende og vil få høyere vektlegging i videre arbeid på området. Artiklene med mindre analytisk grunnlag er sett på som mindre pålitelige.

Utgangspunktet for litteratursøket var en hypotese om at det ikke finnes tilstrekkelig forskning på hvordan man kan ta en bærekraftig beslutning i tidligfase. Forutinntatthet om hva man vil finne i et litteratursøk kan påvirke resultatet og dermed redusert kvaliteten på litteratursøket som en forskningsmetode. Det kan ha gjort undertegnede sårbar ved å ikke oppdage og vektlegge litteratur som motstrider hypotesen(Svartdal, 2019).

I dette litteratursøket er det hentet inn og vurdert en betydelig mengde kilder på kort tid som kan gå utover kvaliteten på vurderingene som er gjort underveis. Erfaringen til undertegnede på gjennomføring av et litteratursøk er svært begrenset, noe som kan ha gjort at mer relevante kilder har blitt luket ut mens mindre relevante er beholdt til siste gjennomlesning. På den måten vil erfaring og kompetanse være delaktig til å svekke kvaliteten på rapporten og forskningsresultatet i en fremtidig prosjektoppgave.

5 Dokumentanalyse

Det er gjennomført en dokumentanalyse for å finne svar på fire spørsmål:

- Hvilke meninger og holdninger er det til bærekraft gjennom digitalisering?
- Hva er dagens praksis og tilnærming til digitalisering og informasjonsforvaltning?
- I hvilken retning beveger privat næring seg i, hva er morgendagens løsninger?
- Hvilke endringer er på vei fra myndighetene?

I denne dokumentanalysen er det valgt å undersøke fremtidige krav fra myndighetene og fremtidig praksis og løsninger på markedet. Grunnen til at det er lagt så mye vekt på fremtidsperspektivet er at det som et resultat av denne oppgaven vil foreligge en veileder som beskriver og foreslår løsninger for å få bedrifter lenger frem i skoene. Casestudie, med resultater beskrevet senere, har sin hovedvekt på bærekraftsperspektivet og dermed var det en fordel med hovedvekt på teknologier og digital utvikling i byggenæringen under dokumentstudie.

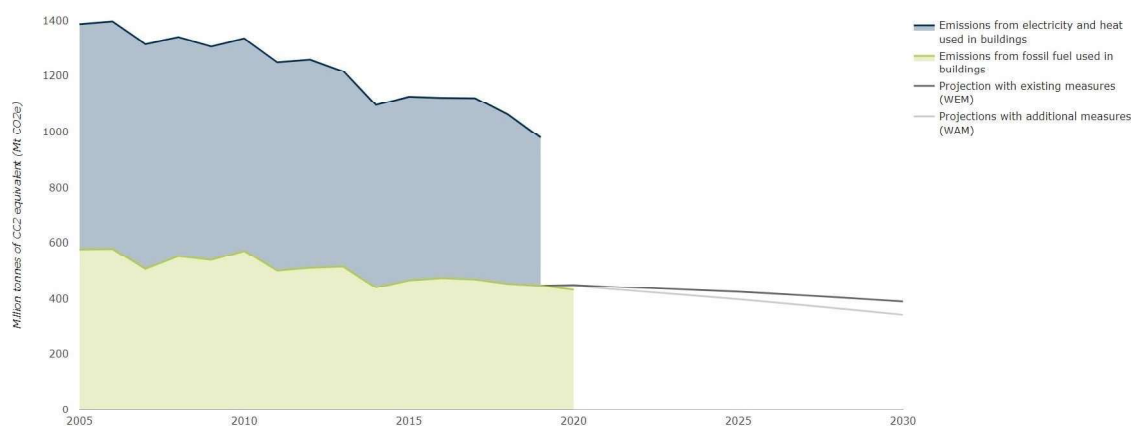
Undersøkelsene knyttet til dokumentanalyse er nøye utvalgt og analysert. Det har skapt forståelse for fagmiljøet, prinsipper og praksis i næringen. Litteraturen i dokumentgrunnlaget er i overvekt ny litteratur, stort sett de siste fem årene, da forskning på området er fersk og lite informasjon er tilgjengeliggjort fra området i tidligere periode.

5.1 Dagens praksis

5.1.1 Fokusområde

Direkte utslipp fra oppvarming av bygg har gått betydelig ned siden 1990, som nå ligger på 1,1% av total utslipp av klimagassutslipp i Norge. Hovedsakelig kommer det fra fyring med olje, parafin og gass, og fra metanutslipp fra vedfyring (Miljødirektoratet, n.d.). Det utvikles flere og flere muligheter for energieffektive bygninger. ZEB, Passivhus, Powerhouse er noen av type bygningene som fokuserer på å minske miljøfotavtrykket gjennom beregninger fra energibehov. Et nullutslippshus, Zero Emission Building, produserer nok fornybar energi til å kompensere for byggets totale klimagassutslipp gjennom hele levetiden (ZEB, n.d.). Standardene NS 3700 og NS 3701 definerer kravene til passivhus for boliger og yrkesbygg, og definerer dermed hus med langt lavere energibehov enn vanlige hus grunnet en rekke passive tiltak for å redusere behovet (Rygh, 2021). For å oppnå klassifisering som Powerhouse Paris Proof må byggeplasser være utslippsfrie, klimavennlige materialer, ombruk og gjenbruk må benyttes (Powerhouse, n.d.).

Gjennom klimaforliket, innst. S 390, 2011-2012, besluttet Stortinget at energikrav i byggt teknisk forskrift skal skjerpes til passivhusnivå i 2015 og nesten nullenerginivå i 2020 (DiBK, n.d.-d). Det har vært stort fokus på produksjon og sparing av energibehov i bygg, som har vist resultater ved bedre og bedre energiutnyttelse i bygninger i dag. Det er fortsatt energibesparelse som utpeker seg som tiltaket for mer bærekraftige bygninger. Ingen tvil om at det har vært positivt for klimagassutslipp og globalt energibehov, spesielt når det er enighet om at energikilder fra fornybare ressurser er veien å gå for å dekke økende energibehov i verden. Men med lave strømpriser og en generell oppfatning om at energien som brukes er ren og fornybar, er det vanskelig å skape etterspørsel etter energieffektivisering (Ann Kristin Kvellheim, 2018). Da spesielt utbedring av energieffektivisering i allerede stående bygg. Barrier er definert av Ann Kristin Kvellheim (2018) som “Bermudatriangelet”, som er tredelt med konservativ byggebransje, manglende etterspørsel etter energieffektivitet og passiv offentlig regulering. I dag skjer det positiv utvikling på alle tre områdene, som ser ut til at svekker “Bermudatriangelet” (Ann Kristin Kvellheim, 2018).



Figur 4: Klimagassutslipp fra energibruk i bygninger i Europa

Bygningssektoren er en sentral bidragsyter til klimagassutslipp, og representerer rundt en tredjedel av energirelaterte utslipp i EU (Europa Environment Agency, n.d.). Som er illustrert over, kommer fortsatt en stor del av energibruket fra fossilt brensel. I Norge er denne andelen betydelig lavere, men mye av norsk produksjonen og materialer som leveres til Norge foregår utenlands. Derfor må Norge som en del av Europa jobbe sentralisert for at energibruk senkes i hele verdensdelen.

5.1.2 Avfallshåndtering

Tabell 3: Genererte mengder avfall fra nybygging, rehabilitering og riving for 2020 (SSB, n.d.-a)

	Tonn	Andel	Endring i prosent(2019-2020)
Byggeaktivitet i alt	2 135 747	100,0	9,6
Nybygging	646 742	30,3	-1,7
Rehabilitering	510 806	23,9	3,3
Riving	978 200	45,8	22,9

Avfall står for omtrent 4,4% av utslippene. I hovedsak kommer det fra metan fra nedlagte avfallsdeponier og CO₂ fra avfallsforbrenning, og mindre utslipp fra blant annet avløp og kompostering (Miljødirektoratet, n.d.). Fra en samfunnsøkonomisk analyse om effekter av avfallsminimering viser at det er lønnsomt å redusere avfallsmengden fra nybygg. Som en del av resultatene viser det seg å være mer bedriftsøkonomisk og samfunnsøkonomisk lønnsomt å redusere avfallsmengden enn å gjenvinne avfall eller ombruke byggevarer (DiBK, n.d.-a). Resultatet er overraskende, men kan forklares ved at feilbestillinger og feil i montering vil være forklaringer. Det må fokuseres på flere områder for å oppnå en minskning av byggavfall, hvor det må inngå å redusere mengden generert avfall, øke ombruk og redusere materialgjenvinning. Med endrede kriterier til graden av klassifisering og sertifiseres av materialer kan økt ombruk og materialgjenvinning bli mer attraktivt for utbyggere.



Figur 5: Avfallshirarkiet(SNL, 2022)

Byggesektoren står for innkjøp av 40 prosent av materialressursene som tilføres økonomien. Innkjøpet av alle materialene vil ende et til deponi til slutt, avhengig av hvor lenge materialene holdes i verdikjeden. Bygg- og anleggsvirksomheten bidrar til 21 prosent av avfallsmengdene i Norge (Bygg21, 2018b). Byggesektoren kan redusere utslipp i avfallssektoren gjennom avfallsreduksjon og økt materialgjenvinning (Bygg21, 2018a). Et av strakstiltakene Norsk Eiendom anbefaler er å planlegge for avfallsminimering og høy sorteringsgrad (KXA, n.d.), hvor enkle grep med riktig verktøy kan bidra til dette. Byggenæringen er langt fra å nå EUs mål på 70% sortering av avfall, hvor gjennomsnittet på materialgjenvinningsgrad i dag er på 42 prosent (COWI, n.d.).

5.1.3 Klimagassregnskap

Klimagassregnskap er et verktøy for å regne ut og vise klimagassutslipp ved fremstilling av tall. I klimagassregnskap brukt i byggeprosjekter i dag tas det hensyn til tre livsløpsfaser, produksjon, transport til byggeplass og utskiftning av materialer med kortere levetid enn bygget (Difi, n.d.). Bygningsdelene 22, 23, 24, 25, 26 og 28 i NS 3451 - Bygningsdelstabellen er omfattet, se vedlegg X. Det eksakte klimagassregnskapet er først komplett når byggets levetid er over, da man har all informasjon tilgjengelig. For å estimere utslipp og sette utslippsramme og referanseverdier utarbeides det et klimagassbudsjett. Klimagassregnskap og -budsjett er de mest utbredte måtene å måle byggeprosjekters klimagassutslipp på, og mest brukt for å måle klimafotavtrykk. Grunner er at det er enkelt å følge opp og sette mål når utslipp er referert til som en tallverdi, for eksempel krav om maksimal utslippsramme på x kg CO₂e/m² BTA.

Klimagassbudsjett og -regnskap er en måte å strukturere data om utslipp av bygningsmaterialer på. For at nybygg skal vesentlig redusere klimagassutslipp må det stilles høye krav til utslippsramme, og følges opp at målet om maksimalt klimagassutslipp ikke overgås. I et byggeprosjekt vil det bli konsekvenser hvis et prosjekt overgår den økonomiske rammen, på samme måte må det være for krav av klimagassutslipp. Å utarbeide et klimagassregnskap fører ikke til lavere utslipp i seg selv, tvert i mot. Bruken av regnskapet og budsjett er det som fører til lavere klimagassutslipp. Ved hver innføring av et nytt verktøy må det tenkes gjennom hva det tilfører og bruken av resultatene.

5.1.4 Bærekraftsmålene

FNs 17 bærekraftsmål har et variert nedslagsfelt. Det er beregnet for alle typer bedrifter og organisasjoner, hvor alle vil finne noen mål som trer inn under deres virksomhetsområde. Når man

skal handle i tråd med bærekraftsmålene bruker man noen av de 17 målene, med 169 delmålene og tilhørende 231 indikatorene til å definere hvor bærekraftig bedrifter er og hvor bærekraftig man ønsker at den skal bli. I følge Kim Gabrielli, Direktør i UN Global Compact Norge, er bærekraftsmålene verdens beste businessplan(DigitalNorway, 2022). UN Global Compact har utviklet et verktøy for å gjøre det enklere å strukturere og finne frem til hvilke bærekraftsmål en bedrift i en gitt sektor burde fokusere på(UN Global Compact, n.d.). På denne måten vil man få oversikt over hvor bærekraftig bedrifter er opp mot FNs bærekraftsmål.



Figur 6: FNs bærekraftsmål (FN, n.d.)

“Samarbeid for å nå målene” er mål 17, som handler om samarbeid på tvers av landegrensler, næringer og bedrifter. Her er det en flere tiltak som kan gjøres for at byggenæringen skal skåre høyere på dette området. Fokuset på samarbeid og det som en faktor for bærekraftig drift blir ofte ikke prioritert. Grunnen kan være at det sees på som et konkurransefortrinn å ikke dele kunnskap og erfaringer. Men for at hele bransjen skal utvikle seg i en bærekraftig retning, hvor datahåndtering spiller en viktig rolle, er samarbeid et premiss. Det vil bli sett på hvorfor samarbeide og hvordan byggebransjen kan sikre bedre samhandling.

5.1.5 Standarder

ISO 19650 Organisering og digitalisering av informasjon om byggverk, inkludert bygningsinformasjonsmodellering (BIM) - Informasjonsforvaltning med BIM er standarden som setter retningslinjer for behandling av informasjon. Standarden er siktet inn for bruk av involverte i anskaffelse, prosjektering, bygging og/eller ferdigstillelse av byggverk, samt involverte i levering av aktiviteter for forvaltning av byggverk, inkludert drift og vedlikehold(Standard Norge, 2019). En viktig del av serien 19650 er informasjonsforvaltning, som kan fremstilles ved modenhetsnivåer. Det er flere suksessfaktorer for god informasjonsforvaltning i et byggeprosjekt. Det kan settes krav til nøkkelpersoner og aktører for levering av avtalt informasjon. Det må da være tilstrekkelig kunnskap og tilgang på data for rollene som skal levere informasjonen. Informasjonsforvaltning for byggverk, som beskrevet i NS-EN ISO 19650-serien, er følgende nøkkelpinsipper presenter som viktig:

- Forvaltning av byggverk knyttes til forretningsmessige mål gjennom policy, strategi og planer for forvaltning
- Hensiktsmessig informasjon til rett tid
- Lederskap og styring av informasjonsforvaltning kommer fra øverste ledelse hos eier/drifter

- Det er fokus på kunden
- Bruk planlegg-utfør-kontroller-korrigerer-syklus
- Skap engasjement og oppmuntring til ensartet informasjonsleveranser
- Fokus på læring og kontinuerlig forbedring

Standarden fungerer som et rammeverk for informasjonsforvaltning i en byggeprosess. Den definerer hva som kreves av informasjon i ulike stadier for å ta riktige beslutninger. Rammeverket skal hjelpe eier til å strukturere og tilgjengeliggjøre informasjon som krevet i behovsutredning, via prosjekteringsfasen og gjennom hele byggets livsløp. Første deler av ISO 19650-serien ble utgitt i 2019, så implementering og bruk av denne i byggeprosjekter er i startfasen. Det vil ta tid før prinsippene får sin rot i praksis, selv om de fleste av prinsippene i seg selv ikke er nye, men det kan fungere som en beste praksis i en fremtidig større bruk av BIM. Betydningen av standarden vil avhenge av hvilken grad den blir tatt i bruk i bransjen(Hjelseth, 2020).

Det finnes flere veiledere til bruk av ISO 19650, både norske og internasjonale. Deriblant er de internasjonale veilederne BIM and ISO 19650 from a project management perspective av Efca(Efca, n.d.) og Information Management according to BS EN ISO 19650 utarbeidet av UK BIM Alliance(UK BIM Alliance, 2020). Hvor det nevnes i sistnevnte hvordan standarden kan komplimenteres ved å benytte seg av åpen data og prinsipper utviklet av buildingSMART.

Standarden ISO 14001, Ledelsessystemer for miljø, er analysert. Den omtaler prinsipper for miljøpolicy, miljømål og oppnåelse av disse(Standard Norge, 2015). Standarden omtaler i liten grad informasjonsforvaltning og digitalisering, selv om det kan sees på som økt fordel ved god informasjons håndtering og riktig bruk av digitale verktøy om man benytter seg av standarden.

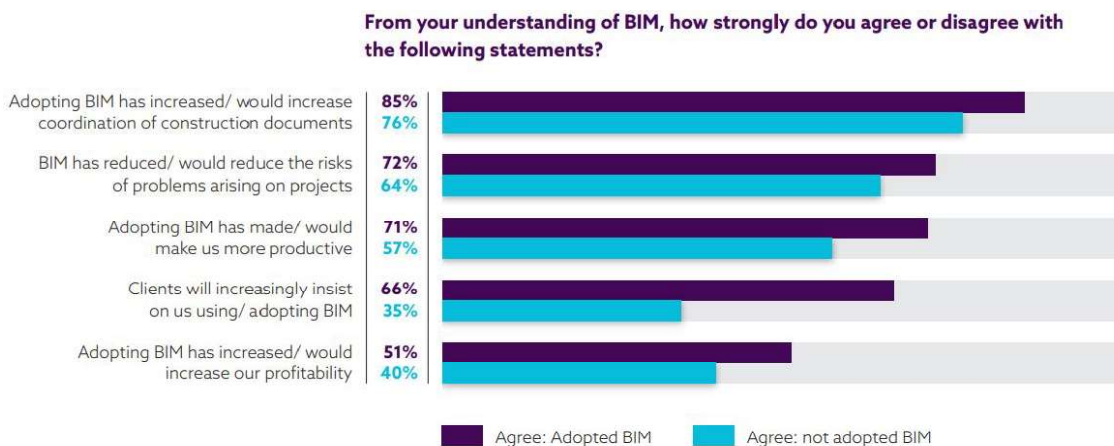
Lite kobling mellom digitalisering og miljøperspektivet av bærekraft er gjennomskinnelig i standardene. ISO 19650 er på vei inn i bransjen, men har fortsatt ikke slått rot. Det finnes ikke gode eksempler på bruk kan være en av barrierene for at den ikke er tatt mer i bruk i bransjen i dag. Standarder trenger å være enkle og brukervennlige. Som en konsekvens av komplisert språk og prinsipper vil standardene bli mindre bruk. Det er et hinder for at beste praksis, forklart i standarder, brukes i dag.

5.1.6 Rapporter

Det er valgt å analysere en rapport gjennomført av National Building Specification (NBS), et globalt firma som har tilhørssted i Storbritannia(NBS, n.d.). I 2010 undersøkte de hva markedet tenkte om den nye måten å jobbe på: Bygningsinformasjonmodell. I den undersøkelsen fant de at 43% av 400 personer hadde aldri hørt om BIM før de ble spurt om det i undersøkelsen. Mens i 2020 er det oppe på 73% som er kjent med og bruker BIM(NBS, 2020).

Sometimes when we use labels such as BIM we end up losing focus on what truly matters – and that is the end result. - Mike Turpin, BIM Consultant and Director Innovation Futures (NBS, 2020)

Bruken av BIM er på vei opp, men fortsatt er det mange som ikke ser på BIM som foretrukket verktøy for informasjonsbehandling. Selv nå er det kun 40% som rapporterer at BIM er normen. Det samme gjelder for BS og ISO standarders prosesser, hvor sammenkobling av standarder og BIM er den riktige veien å gå for beste praksis av informasjonsforvaltning(NBS, 2020).



Figur 7: Undersøkelse av informantenes tro på BIM (NBS, 2020)

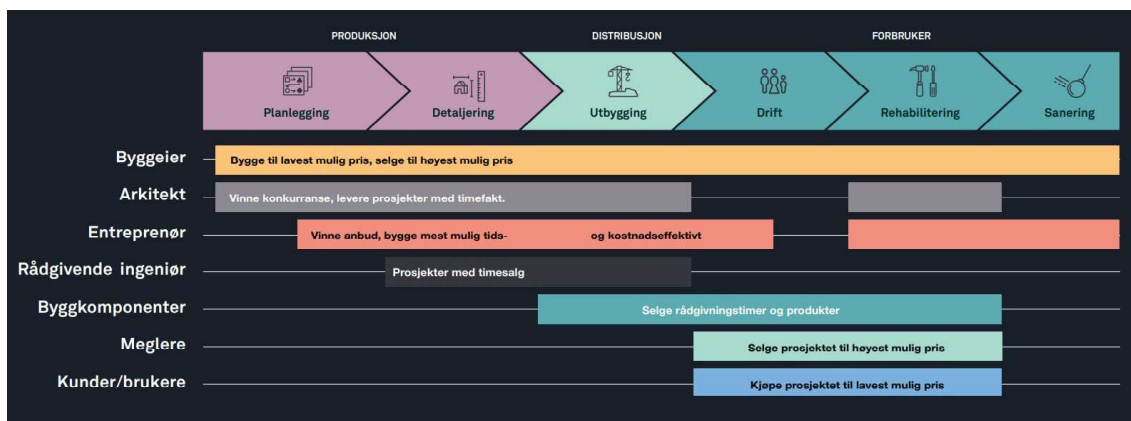
Over er svarene fra spørsmål om hvorvidt BIM har eller kommer til å ha betydning på forskjellige områder. Det er stor enighet om at BIM har eller kommer til å øke koordinering av dokumenter knyttet til konstruksjon, det vil redusere risikoen for at problemer øker i prosjektet, vil gjøre oss mer produktive. Men det er kanskje noe overraskende at kun 51% mener BIM har eller vil øke lønnsomhet, hvor 40% mener det ikke har eller ikke vil gi økt lønnsomhet i prosjekter (NBS, 2020). Det kan være et tegn på at mange ikke ser nytteverdien og hvordan oppnå økt økonomisk lønnsomhet ved bruk av BIM.

Byggnett-strategien av DiBK skal gjennom digitalisering bidra til enklere og mer effektive byggeprosesser. De har støtt utfordringer med implementering av ByggNett. Utfordringene har vært kostnader og kvalitet, uforløst potensiale ved å gå fra papir til digitalt, krevende byggesaksprosesser, manglende samordning og store forskjeller i kompetanse innen digitalt arbeidsområde (Ann Kristin Kvellheim, 2018). Dagens praksis er å bruke BIM primært til visualisering og prosjektering, hvor informasjonsdeling ikke spiller en sentral rolle.

5.1.7 Økonomisk lønnsomhet

I en undersøkelse publisert i 2021 peker 53 prosent av respondentene, informanter fra privat næring, på økonomisk lønnsomhet som en av tre største hindrene for å gjennomføre bærekraftsinnsatsen (Skift Norge, n.d.). Det er en vanlig misforståelse at kvalitet er dyrere enn å bygge med lavere kvalitet og kortere holdbarhet. Gjennom lengre levetid vil bygg bedre utnytte sin levetid som ressurs. Utbytte fra byggeprosjekter er tenkt på som en kortvarig inntekt, hvor hele ressurs sirkelen til et bygg ikke er tatt i betraktning. Av erfaring vet man at mange assosierer bærekraft med høye kostnader og lav avkastning på kort sikt, mens høyere inntjening skjer på lengre sikt (Rambøll, 2021a).

Den delen av bærekraftsperspektivet er økonomisk bærekraft, på linje med sosial og miljø. Alle disse perspektivene virker sammen. Dersom ledere hadde blitt målt og rapportert på miljøytelse på linje med økonomisk rapportering ville insentivet for å sette miljø høyere i prosjektering. KPI-er, Key Performance Indicator, som måler bærekraft kan bidra til målrettet arbeid for byggeprosjekter. For at dette skal skape en effekt må enkelte grep gjøres for at det skal bli attraktivt å innføre en strategi for høye miljømål. Økonomi er i de fleste bunntinjen for avgjørelser i prosjekter.



Figur 8: Dagens forretningsmodeller har ulike mål (Tek Pluss, 2022)

Utbytte av ressursene i hele verdikjeden er begrenset. Det er mange aktører som samarbeider om et byggeprosjekt. Disse aktørene har som oftest forskjellige mål og inntektskilder. Som illustrert under er byggherrens oppgave å beholde verdien og et langt livsløpet for bygg. Da det er byggeier alene som får gevinst av å bygge kvalitet, er det der incentiv for samhandling og motivasjon for å bygge bærekraftige bygg som beholder sin verdi i lang tid og bidrar til mindre ressursbruk på lang sikt. Langsiktig perspektiv på kvalitet, holdbarhet og funksjonalitet ser ut til å ha gått på bekostning av kortsiktig profitt. Å velge materialer og løsninger med lang varighet lønner seg likevel på sikt, og da blir livsløpsverdien til bygget i tillegg høyere (Fremtidsbygg, 2019).

5.2 Holdninger til bærekraft gjennom digitalisering

I dette kapitlet sees det på hvordan bransjen jobber i dag for å komme til en mer bærekraftig og digital hverdag. Det er samlet informasjon fra rapporter og strategier for å representere hva forskjellige bedrifter i BAE-næringen tror vil bli realisert i fremtiden. Introduksjon til nåværende situasjon blir gitt.

Det er 36% av respondentene i en undersøkelse gjennomført av Rambøll som svarer at de er enig eller svært enig i at digitalisering spiller et viktig verktøy i virksomhetens innsats i å nå FNs bærekraftsmål (Skift Norge, n.d.). Undersøkelsen gikk ut på hvordan virksomheter opplever offentlige digitale tjenester. Mali Hole Skogen, teknologi- og bærekraftsdirektør i IKT Norge, sier det er et viktig funn at veldig få etterspør bærekraftskriterier når de kjøper inn ny teknologi. Det er kun 9% som er fornøyd med tempo på omstillingen av det grønne Norge. Det pekes på at det finnes ikke en veldig tydelig overordnet kobling mellom bærekraft og digitalisering på politisk nivå. Norge er et godt stykke unna målene som KS (kommunesektorens interesseorganisasjon, utviklingspartner og landets største offentlige arbeidsgiverorganisasjon) og Regjeringen ble enige om for to år siden (Rambøll, 2021b).

Det er viktig å se på et samarbeid på tvers av verdikjeden. I Norge er det god tilgang på jomfruelige materialer, samtidig som det er billigere å bruke de enn ombrukte materialer. Det er fortsatt billigere å kjøre materialer rett på deponi. Uten lønnsomhet og krav går det ikke å øke graden av ombruk i Norge. Det trengs et samkjørt regelverk for å styrke massehåndteringen ved ombruk (Tekna, n.d.).

Slik regelverket er i dag er det ikke lov å gi bort byggevarer uten dokumentasjon, produksjonsdokumentasjon for alle materialer som skal brukes i et bygg kreves. Det er mulig materialer i dag er for billige. Når man rehabiliterer i dag kan man bruke materialene om igjen uten at de trengs resertifisering, men andre regler gjelder for ombruk. Det viktigste blir gjort før man begynner å bygge, god planlegging legger grunnlag for ombruk og bærekraftig materialforvaltning (Direktoratet for byggkvalitet – DiBK, 2020). Dagens regelverk er lite fleksibelt og medfører dermed at store deler av byggavfall håndteres som avfall, og kan ikke gjenbrukes i som nye byggevarer uten videre. Det trengs en opprydning i Norsk regelverk for å sikre at ikke avfallsreglementet setter begrensninger

for sirkulær økonomi(COWI, n.d.).

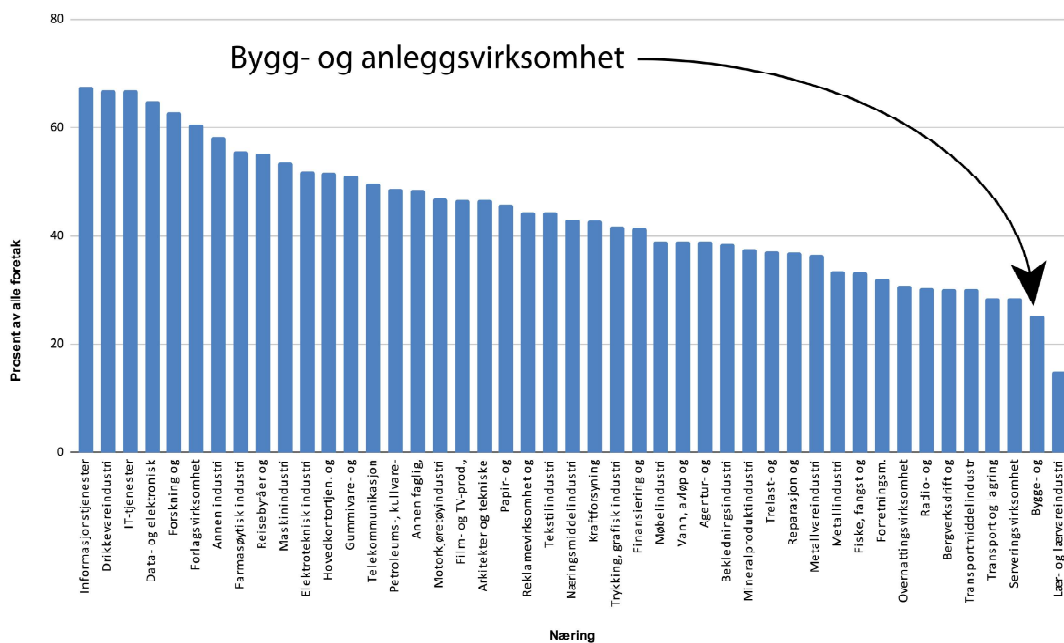
Anders Fylling, direktør for faglig ressurscenter i Statsbygg, mener aktørene i byggebransjen havner lett i kamp om de små marginene heller enn i jakt på de beste løsningene. Dagens forretningsmodeller har ulike mål hvor aktørene i et byggeprosjekt drar i forskjellige retninger. Systemet, verdikjedene, praksisen, politikken, maktdynamikken, de vanlige relasjonene må utfordres. Den mentale forestillingen om hvordan det skal bygges og samfunnet utvikles må bli utfordret. Samarbeid på tvers av verdikjeden er manglende, og trenger å bli høyere. Veien er lang, men gjennom regenerativ økonomi, nye forretningsmodeller og innovative løsninger settes det retning for en byggenæring forbi netto null(Tek Pluss, 2021).

Sjef forsker Anita Moum ved SINTEF Byggforsk mener byggenæringen trenger nytenkning rundt verdikjeder, planlegging, fremdrift, forretningsmodeller, prosesser og arbeidsplasser for å forberede næringen på å ta steget inn i fremtiden. Hvor fremtidens inntog viser behov for ny kunnskap og kompetanseheving(SINTEF, n.d.).

Informasjonsledelse kan beskrives som å håndtere relevante faglige fakta. Ved det å sette fagkunnskap i system, slik at det kan deles digitalt(Hjelseth & Tollnes, 2019, s. 162). Ved prosjektering av et byggeprosjekt er det store mengder data som skal forvaltes, visualiseres og analyseres. Informasjonen tilknyttet alle deler av et bygg kan systematiseres gjennom bruk av flere forskjellige digitale verktøy. Informasjonen er der, men som oftest er det ikke satt i noen form for system eller bare befinner seg som notater fra møter eller prosjektplaner til entreprenør eller byggherre. Dersom informasjonen deles fritt i etterkant av byggets ferdigstillelse vil det bidra til økt kunnskap om metoder som er benyttet og oversikt over verdiene som finnes i bygninger på nasjonalt nivå.

5.3 Morgendagens løsninger

Her sees det på teknologier og strategier som har potensiale for å få innvirkning på byggenæring. Innovasjon er mangelvare i byggebransjen, og vil belyst her.



Figur 9: SSBs innovasjonsundersøkelse basert på SSB (n.d.-b)

Ut i fra innovasjonsundersøkelsen gjennomført av SSB kommer Bygg- og anleggsvirksomhet nest dårligst ut av alle næringer. Det er noe overraskende da byggenæringen er største fastlandsindustri.

Bygg- og anleggsvirksomhet er hele 16 prosent lavere enn gjennomsnittet. Det sier noe om hvor lite mottakelig byggenæringen er for å ta i bruk innovative løsninger, og hvor lite innovasjon som har sitt utspring fra byggenæringen. For at bygg- og anleggsvirksomhet skal adaptere til ny teknologi og øke grad av digitalisering og bærekraftig må næringen ta grep og bli mottakelig for og oppfordre til innovasjon.

5.3.1 Digitale løsninger på markedet

Det finnes mange forskjellige verktøy som er introdusert på markedet for å føre til informasjonsbehandling og analyse av bygninger. De gir gevinster til et prosjekt dersom man bruker de på en god måte. av erfaring kan digitale verktøy sees på som en byrde, da det krever opplæring. Men det kan spare tid og penger om man bruker det riktig. Her blir noen utvalgte verktøy introdusert, med også hvilken gevinst det kan gi i et prosjekt.

Parametrisk design

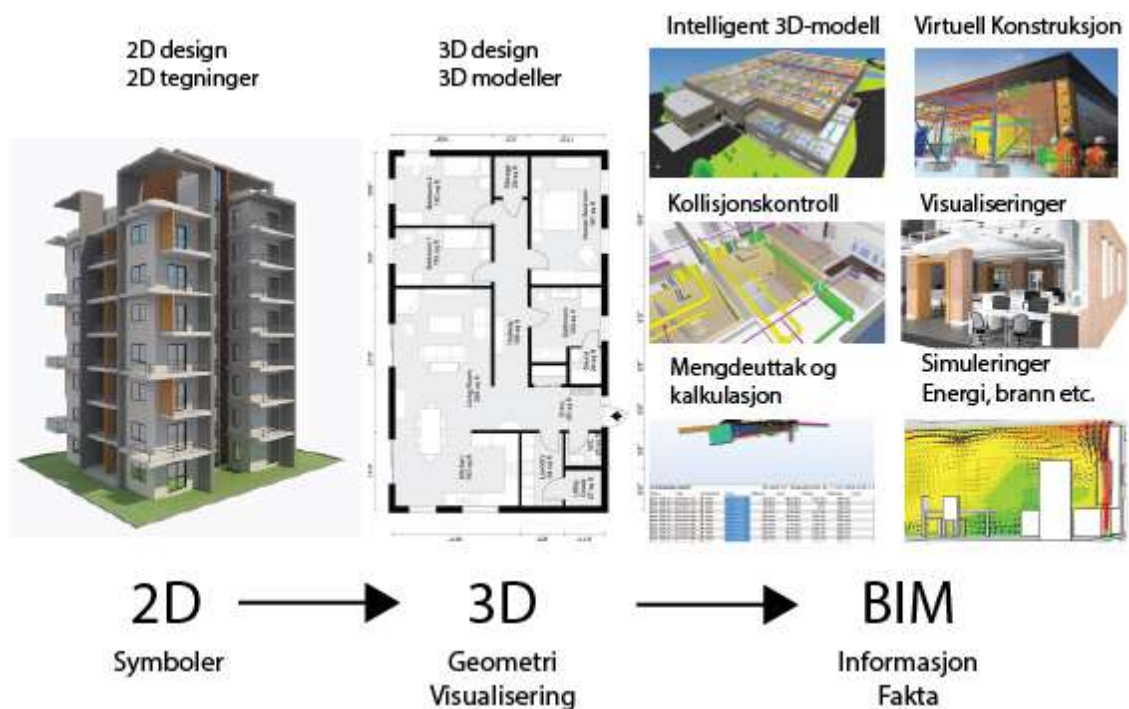
Hvis man søker på parametrisk design på Google kommer det opp omtrent 68 900 resultater, og hvis man søker på parametric design dukker det opp omtrent 59 700 000 resultater. Til sammenligning hvis man søker på lean construction finnes det omtrent 219 000 000 resultater. Som sier litt om hvor lite utbredt parametrisk design er i Norge, men det er på vei opp som et anerkjent verktøy for design. Det er stort sett brukt av arkitekter som en metode for optimalisering av bygg, og vil da føre til positive virkninger for et byggeprosjekt.

Parametrisk design er en algoritme basert metode som slår sammen design konsepter med ferdig produsert design. Det har vært det mest debatterte design tilnærmingen blant arkitekter. Det har skaffet mye oppmerksomhet for dets funksjon til å skape komplisert geometri og strukturer gjennom samspill av elementer(Parametric Architecture, n.d.). Slik det fungerer er at arkitekter tegner et bygg og regner programmet ut tekniske løsninger og materialene for hver endring man legger inn. Når bygget er ferdig tegnet er spesifikasjoner til produksjon ferdig samtidig. For å få maksimalt utbytte av parametrisk design vil designet sendes til produksjon, hvor elementene da blir produsert som byggeklosser av CNC-maskiner(Computer Numeric Control). En løsning som er utforsket er et program hvor CNC-maskinene og arkitektens data snakker direkte sammen og sender instruksene digital. CNC-maskiner er enkelt forklart datastyrte roboter som hamrer, sager, driller og høvler(Treteknisk, n.d.).

På den manuell og tradisjonelle måten ved å sitte ved tegnebordet blir det flere feil og mer tidsbruk, sammenlignet med parametrisk design. Når dette blir en praksis vil det føre til mindre feilbestillinger av materialer, og dermed mindre avfall fra byggeplassen. Det vil gjøre at produksjon går fortere, da alle elementer er spesialtilpasset. Det vil føre til mindre avkapp, da dette gjøres på fabrikk hvor det er lettere å ombruke og optimalisere materialbruken i større grad. I tillegg vil det i ettertid finnes en digital modell som har nøyaktig informasjonsgrunnlag til alle elementer i bygget, som gjør restaurering mindre krevende. På sikt kan man med metoden få ned kostnader og få unike spesialtilpassede løsninger for bygninger(Treteknisk, n.d.). Høy arkitektonisk verdi øker sannsynligheten for at bygget ønskes å bevares lenger. På den måten kan man si det treffer alle punkter for bærekraft, miljø, sosial og økonomisk perspektiv for et nybygg.

Bygningsinformasjonsmodell (BIM)

Bygningsmodell(3D) med tilknyttet informasjon om objektene er BIM. I-en kommer fra informasjon som er koblet til elementene, og BM står for bygningsmodellering. Se figur 24 for utviklingen av bygningsinformasjonsmodell. Bruk av BIM inkluderer som oftest en eller flere forskjellige programmer. Autodesk Revit er et mye brukt BIM-program, her bygges modellen opp og tilknyttet egenskaper til elementer. Den digitale modellen øker sin verdi til prosjektet om den deles og forstås av de som skal jobbe med bygget. For deling uten at man er avhengig av at aktørene har det opprinnelige programmet, Revit, brukes IFC-format(Industry Foundation Classes)(Hjelseth & Tollnes, 2019, s. 158). IFC-format er et åpent filformat som er plattformen-øytralt, og dermed tillater interoperabilitet mellom BIM-programmer(Fileinfo, n.d.).



Figur 10: Digitale løsninger for bygg-, anlegg- og eiendomsnæringen basert på Hjelseth and Tollnes (2019, s. 178)

For å benytte seg av BIMs fulle potensiale vil informasjonsledelse være en viktig bidragsyter. BIM handler om å utvikle en byggeprosess som gir bedre bygg og anlegg, og prosessen er informasjonssensitiv. Veien å gå er å se på informasjon som en innsatsfaktor på lik linje med materialer og arbeid, hvor kvalitete og kvantitet på informasjon kan vurderes på samme måte som andre varer og tjenester (Hjelseth & Tollnes, 2019, s. 157). På denne måten vil valg og beslutninger være basert på tilstrekkelig og riktig informasjonsgrunnlag gjennom eksakt fakta.

Digitale tvillinger

En digital tvilling er en digital rekonstruksjon av noe som eksisterer i den virkelige verden. Det kan være en representasjon av et fysisk objekt, et sted, et system, en prosess eller til og med et menneske. Den digitale representasjonen speiler det virkelige objektet, og lærer og endrer seg i takt med objektet den representerer. Dette objektet kan for eksempel være et hus. Digitale tvillinger i sin enkleste form kan være et dashboard, eller i sin mest komplekse form en 3D-modell full av detaljert sanntidsinformasjon (Digital Norway, n.d.).

Med digitale tvillinger kan man teste ut nye løsninger, forutsi fremtidige hendelser, analysere tidligere resultater, overvåke prosesser og hindre eller varsle om kritiske hendelser. Med utviklingen av tingenes internett (IoT) blir digitale tvillinger mer og mer aktuelle og kan brukes på flere elementer og systemer. Internet of thing gjør digitale tvillinger mer aktuelt, men vil ikke utbroderes videre her. I bygg- og anleggsbransjen blir tekniske tegninger til eksakte 3D-versjoner av bygninger, hvor all informasjon er samlet på ett sted og oppdateres i sanntid. Det har stort potensiale for deling av informasjon for drift og vedlikehold, og for å kartlegge verdiene i bygninger som finnes i dag. Bedre informasjonsforvaltning og modellering gir bedre grunnlag for nye investeringsmuligheter.

Automatisering

Dette er blitt gjort i mange år allerede og er en anerkjent metode. Automatisering er teknikken å få systemer til å fungere uten, eller med liten grad av menneskelig medvirkning (Andersen, 2021). I byggebransjen er det fortsatt flere muligheter til mer automatisering, på alt fra små komponenter til fullskala bygg og anlegg. Det kan skje ved prefabrikkering, masseproduksjon, 3D-printing og lignende. Automatisering gir mindre rom for menneskelige feil og igjen bedre utnyttelse av ressurser.

AR

Augmented Reality(AR), kalt utvidet eller forsterket virkelighet på norsk, legger til informasjon til den virkelige verden. IKEAs space er en app hvor du legger til møbler basert på et bilde fra virkelige verden, slik at man for eksempel kan se hvordan et nytt kjøkken vil se ut i det eksisterende rommet som allerede er der. Hvis man er i Trondheim kan man peke på bygninger og gater med mobilen og få opp informasjon om gatenavn og de ulike bygningene, alt man trenger er en mobiltelefon for å legge informasjon oppå den virkelige verden(Itera, 2020). Bruk av AR i fremtiden kan bidra til å enklere få spesialistvurderinger på byggeplassen under utførelse, ved at eksperter kan bistå fra et kontor langt borte fra og samtidig visualisere hva som skal gjøres. Det kan bidra til at kunnskap om bygningene som eksisterer blir delt og dermed kan det bidra til en enklere prosess for ombruk og videresalg av bygninger. Som igjen fører til at verdier i bygninger lever lenger. Forskjellen på AR og VR er at VR stenger ute den virkelige verden, mens AR tillegger den virkelige verden et ekstra lag med digital informasjon.

VR

Virtual Reality(AR), virtuell virkelighet på norsk, vil innenfor bygg- og anleggsbransjen bidra til mer optimale bygg for brukerne og kunne oppdage feil før selve byggingen begynner. Hvis det skal bygges et sykehus kan de som skal jobbe på sykehuset gå gjennom sykehuset ved å koble på seg VR-briller som viser modellen som om man befinner seg i et ferdig bygg. På den måten kan brukerne gi beskjed om løsningene er optimale for funksjonen til bygget allerede før det er påbegynt. Som en positiv effekt vil man kunne unngå ombygging inn i bruksperiode som følge av manglende kunnskap om brukernes behov. Det skaper bedre samhandling på tvers av involverte aktører i et byggeprosjekt.

Digitalt prosjekthotell

Det er ikke noe nytt å samle dokumenter i en felles app- eller nettbasert tjeneste. Men å optimalisere bruken av det kan gagne mange. Et digitalt prosjekthotell er svært utbredt og kjent for mange. Det er en felles digital lagringsplass hvor alt av dokumenter tilknyttet et prosjekt legges. Det brukes i dag til å laste opp og dele møtereferater, fremdriftsplaner, figurer, tegninger og lignende på en digital lagringsplass. Oppbyggingen, strukturen og bruken i et prosjekthotell er forskjellig fra prosjekt til prosjekt.

Optimal bruk vil være når all relevant informasjon ligger inne samme sted med et intuitivt oppsett. Slik at oversendelse av dokumenter eller kommunikasjon per e-post blir minimal. Kommunikasjon mellom partene bør ligge lagret i prosjekthotellet for transparens og effektivitet. Strukturen på et prosjekthotell bør være planlagt og formidles til alle parter som skal jobbe i prosjekthotellet. På den måten forbedrer man kommunikasjonen mellom partene og sørger for bedre samhandling på tvers av aktører og roller.

Digital FDV-dokumentasjon

Det er flere tjenester som tilbyr lagring og forvaltning av FDV-dokumentasjon(forvaltning, drift og vedlikehold) digitalt. Det kan være alt fra et digitalt arkiv hvor produktdatablad, monteringsvedlegg og lignende legges inn i systematiske grupperinger, til BIM hvor elementene blir tilknyttet informasjon ettersom elementer blir montert i bygget. Dersom det planlegges for forvaltning av FDV-dokumentasjon allerede før utførelsen av et bygg begynner vil prosessen med innsamling av informasjon til drift og vedlikehold bli enklere og føre til bedre håndtering av informasjonen.

Dersom FDV-dokumentasjon blir bundet til elementer i en 3D-modell vil det gjøre prosesser med for eksempel renovering enklere og mer effektivt. Da er det enkelt å klikke seg inn på elementet man vil bytte ut og se hvilke spesifikasjoner elementet innehar. Det vil også være mulig å utvide funksjonen, ved at det blir gitt en automatisk varslings dersom det er feil eller mangler på et system eller tilknyttet et element. På denne måten kobler man sammen digital FDV-dokumentasjon med digital tvilling, som også kan være et utspring fra BIM.

Felles datamiljø, CDE

Common data environment, CDE, er ikke en teknologi i seg selv, det er en avtalt kilde til informasjon for et gitt prosjekt eller byggverk. Det skapes for å samle inn, forvalte og fordele forskjellige typer informasjon gjennom en styrt prosess.

RFID og QR

Radio-frequency identification(RFID) identifiserer og sporer enheter. QR koder gir en unik kode til et produkt slik at det gjenkjennes og tilkobles informasjon. Det sørger for sporing av leveranser, sikrer effektiv logistikk og forenkler framtidig drift(**108**). RFID og QR gir dermed kontroll på hva som befinner seg på byggeplassen til enhver tid.

Kunstig intelligens, AI

Artificial intelligence eller kunstig intelligens gir en hovedfordelen med modellering, mønstergjenkjenning, forutse og optimalisere. En retning for bruk er gjennom smarte roboter, digitale tvillinger og blokkjeder. Byggenæringen kan ha en fordel av implementering, da spesielt på område med automatisering, risiko- og skadebegrensning, høy effektivitetsgrad og digitalisering(Pan & Zhang, 2021).

4D printing

4D printing er 3D printede moduler som reagerer på for eksempel temperaturforskjeller, de endrer struktur ettersom det blir varmere eller kaldere. Det er materialer som krymper eller endrer størrelse og struktur ved å reagere med temperatur, fuktighet eller andre ytre faktorer. Det kan brukes til selvhelbredende rør som er på vei til å sprekke for eksempel. På den måten kan byggene vare lengre og det er tryggere.

Andre teknologier/teknologiområder som brukes, men som ikke blir omtalt videre her

- Sensorer
- Konnektivitet
- Blokkjede (Blockchain)
- Algoritmer
- Big data
- 3D-printing
- Visualisering
- Cloud Computing
- Roboter
- Droneteknologi
- Internet of things (IoT)
- 5G
- Energiteknologi
- Cybersikkerhet

5.3.2 Strategier for digital hverdag

Byggenæringens landsforening (BNL) har en ambisjon om å gjøre BAE-næringen heldigitalisert innen 2025. Dette gjennom felles innsats fra alle aktører i BAE-næringen. På veien dit har BNL utviklet Digitalt veikart for bygg-, anlegg- og eiendomsnæringen. I denne står målsettingene om at digitalisering skal føre til en betydelig kostnadsreduksjon, halvering av byggetiden og klimautslippene.

Næringen uttrykker at byggherre og byggeier, spesielt offentlige, kan ha en påvirkning på utviklingen mot heldigitalisering ved å være bevisst på og bruke sin makt som bestiller og innkjøper. For å realisere en heldigital byggenæring har bygge-, anleggs- og eiendomsnæringen pekt på fire forutsetninger som må ligge til grunne(BNL, 2017):

1. Etablere felles digital plattform med felleskomponenter for bygge- og anleggsprosjekter
2. Sørge for at norske standarder, lover og regler blir tilrettelagt for digital samhandling

3. Kompetanseutvikling i bedrift og utdanningssystemet
4. Realisere gevinster ved å spre beste praksis om digitale arbeidsprosesser og forretningsmodeller, og måle effekten av dette

Grønn Byggallianse og Norske Eiendom har laget Eiendomssektorens veikart mot 2050 - Grunnlag for Digital eiendomsledelse som skal bidra til å stake ut en vei mot digitalisering i byggenæringen(66). Det er fem punkter som legger grunnlaget for dette:

1. Etablere en strategi for digitalisering
2. Kartlegg og evaluer dagens IT-løsninger for bedriften
3. Utarbeide en kravspesifikasjon for IT-systemer
4. Utarbeide beskrivelser for digitale egenskaper for alle aktuelle innkjøp i bedriften
5. Implementering og oppfølging av nye digitale løsninger

Veikartet skal hjelpe det enkelte eiendomsselskap i sin bestilling av nye IT-systemer, og gi informasjon til leverandører av IT-systemer om funksjonene og behovene eiendomsbransjen har. Det er usikkerhet i bransjen hvorvidt veikartet er tydelig og klarer å sette en retning for byggenæringen, men initiativet er et steg av mange steg inn i en mer digital BAE-næring. Utfordringer som er pekt på er lav kompetanse i næringen og manglende felles terminologi og anvendbare retningslinjer.

Morgendagens problemer løses med gårsdagens verktøy
- BNL (2017)

Bygg21 med fasenormen "Neste steg" omtaler ikke digitalisering som et av sine prinsipper eller råd. Men digitale verktøy kan bidra til å oppnå strukturert arbeid mot alle miljøkvalitetene som er omtalt. Det blir omtalt at når noen kvaliteter detaljreguleres i verktøy eller forskrifter, mens andre blir mindre vektlagt eller utelatt, kan det føre til en uheldig suboptimalisering(Bygg21, 2018b). Ved digitale verktøy kan flere av miljøkvalitetene tas hensyn til i beslutninger, da datagrunnlaget for analyse har mulighet til å være en omfattende ved digitalisering. Bygg21s kvalitetsprinsippene som kan vurderes gjennom digitale verktøy:

1. Stimulere til kontakt, aktivitet og opplevelser
2. Gir gode lysforhold og utsyn
3. Gir god luftkvalitet og lav støybelastning
4. Ivaretar sikkerhet
5. god tilgjengelighet til og på stedet
6. Har lang levetid
7. Gir smart utnyttelse av arealene
8. Utnytter energien godt
9. Er bygget med god ressursutnyttelse og lave klimagassutslipp
10. Gir lave drifts- og vedlikeholdskostnader

Bestillere og myndighetene kan ta i bruk kvalitetsprinsippene. For at de skal ta de i bruk trengs det kompetanse og gode verktøy og metoder.

En ekspertgruppe kalt Digital21 skal fremme næringslivets evne og mulighet til å utvikle og ta i bruk ny teknologi og kunnskap i takt med den økende digitaliseringen(Digital21, n.d.), gjennom fem oppgaver:

- Etablere relevant kunnskaps- og teknologibase og utvikle ny næringsvirksomhet
- Sikre tilstrekkelig kompetanse med riktig innretning
- Gjøre dataressurser tilgjengelig og ha en næringsrettet utvikling av infrastrukturen
- Sørge for cybersikkerhet - som et nødvendig premiss
- Utvikle offentlig rammeverk som stimulerer innovasjon og digitalisering

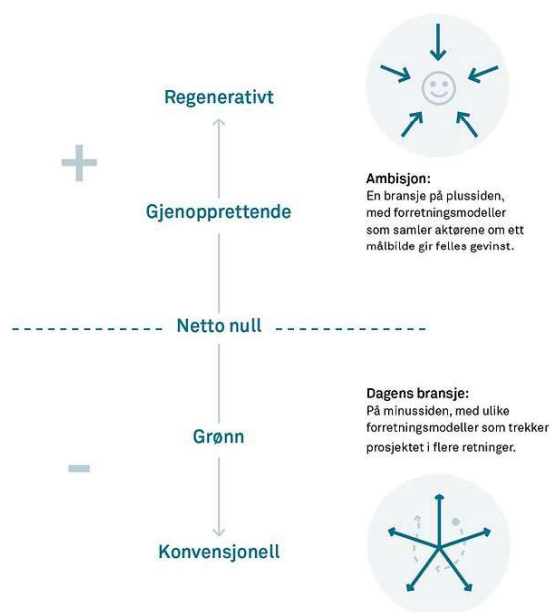
En del av løsningen for de første to oppgavene er anbefalinger samlet i Digitale grep for norsk verdiskapning. Her er muliggjørende teknologi for ulike næringer beskrevet. For byggenæringen er det mange teknologier som spiller en rolle i den digitale utviklingen. Det er mange forskjellige bedrifter som skal ta i bruk teknologiene, og for å utnytte seg av mulighetene de nye teknologiene gir må bedriftene kunne lære på tvers av næringene. Digital21 ser på teknologiområdene kunstig intelligens, stordata(Bigdata), tingenes internett(IoT) og autonome systemer som særlig viktige for Norge, og foreslår det som strategiske satsningsområder(Digital21, 2018).

Tek Pluss er et innovasjonsprosjekt initiert av Statsbygg og Æra som ser på nye forretnings- og samarbeidsmodeller i bygg- og eiendomsbransjen, med hensikt om å skape en mer bærekraftig bransje og samfunn(Tek Pluss, n.d.-a). Deres arbeid gjennom Byggflokken 2.0 er tatt med her for å vise hva som foregår av innovasjon på området med bærekraft. I Tek Pluss, Nye forretningsmodeller som transformerer byggebransjen forbi netto null, lanseres ni konsepter som bidrar til å drive bransjen i en ny retning.

Aktørene i byggebransjen havner lett i kamp om små marginer heller enn i jakt på de beste løsningene

- Anders Fyilling, direktør faglig ressurscenter, Statsbygg

Tek Pluss introduserer konseptet regenerativt. Den regenerative økonomien er et tankesett om å bevege seg forbi netto null, hvor målet er å gi tilbake naturressurser og ikke bare minimere klimafotavtrykk. For å få til dette er det må involverte aktører samle om ett målbilde som gir felles gevinst for hele samfunnet. Slik det er i dag forbruker man eller degenerer man mer enn man skaper, som for eksempel naturressurser og materialer eller mennesker og kulturer.



Figur 11: Én ambisjon, mange svar (Tek Pluss, n.d.-b)

Tabell 4: Oppsummering av ulike tilnærminger

ISO 19650	ISO 19650 bidrar med systematisering av informasjonsforvaltning og beskriver beste praksis for det i standard-serien.
Bygg21	Bygg21, med fasenormen “Neste steg”, vil skape et helhetlig tankesett som gjør at byggeprosjekter tar hensyn til alle miljøkvaliteter gjennom 10 kvalitetsprinsipper og 3 råd. Det er beskrevet som beste praksis for kvalitetssikre bygg.
Digital21	Digital21 fokuserer på kunnskapsheving gjennom å informere om hvilke digitale muliggjørende teknologier som finnes og hva de kan brukes til.
Eiendomssektorens veikart mot 2050	Grønn Byggallianse og Norsk Eiendom gjennom Eiendomssektorens veikart mot 2050 vil sette retning i eiendomsnæringen ved å hjelpe eiendomssektoren med valg av IT-systemer og oppdatere IT-sektoren på hvilke behov som trengs i eiendomsmarkedet av digitale løsninger.
EUs taksonomi	EUs taksonomi fokuserer på sertifisering som “grønne” bygg, hvor man enten klassifiseres som grønn eller ikke. Det er et krav i EU å følge taksonomien, men i EØS er det pågående politisk arbeid om hvordan taksonomien skal lovgives.
Tek Pluss	Tek Pluss, innovasjonsprosjekt av Statsbygg og Æra, mener fremtiden skapes gjennom regenerativitet. Hvor det introduseres ni konsepter som dytter bransjen mot det regenerative.
Digitalt veikart for bygg-, anlegg- og eiendomsnæringen	BNL, gjennom Digitalt veikart for bygg-, anlegg- og eiendomsnæringen, har en ambisjon om å heldigitalisere BAE-næringen innen 2025.

For å skape regenerativ økonomi er det utviklet og samlet ni konsepter som bidrar til dette på ulike måter. Konseptene gir et bredt spenn i hvilke områder innovasjon kan bidra til økt bærekraft i byggenæringen. Det er en samling av fokus på samarbeid, kontraktsstrategier, nye markedsområder og digitalisering gjennom informasjonsinnsamling og -deling. Som skaperne bak Tek Pluss forklarer må bransjen utfordre systemet, verdikjedene, praksisene, politikken, maktdynamikken, de samme gamle vanlige relasjonene og ikke minst de mentale forestillingene man har om hvordan det bygges og samfunnet utvikles. Konseptene er kort omtalt under, beskrivelse er hentet fra konseptporteføljen, Tek Pluss - Nye forretningsmodeller som transformerer byggebransjen forbi netto null(Tek Pluss, 2021).

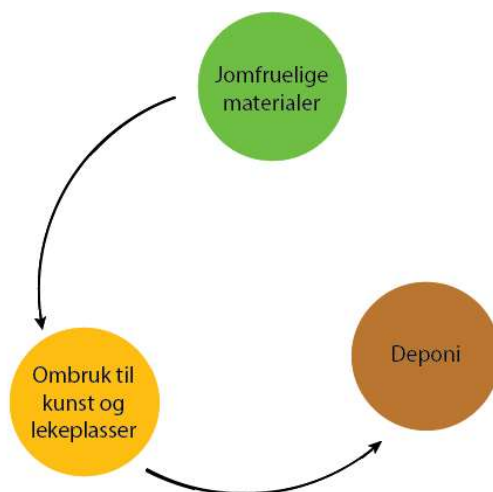
5.4 Ny lovgiving

5.4.1 Standardisert lovverk

Nybygg blir mer og mer bærekraftige- og miljøsertifisert i en eller annen form. Likevel er rundt 30 prosent av avfallsmengden i EU rent byggavfall(COWI, n.d.). Dagens regelverk er lite fleksibel og lite fokusert på gjenbruk, som fører til at byggavfall håndteres som avfall og ikke ombrukes. Det er et potensiale for endring av regelverk, hvor fokuset bør ligge på utbedring av teknisk forskrift som ikke begrenser, men heller oppfordrer til, sirkulær økonomi. For at regelverket skal oppfordre til minsket avfall i byggsektoren må regelverket ryddes og endres.

Stegene frem til en grønn sirkulær økonomi er mange. På veien dit har Regjeringen utviklet en nasjonal strategi for en grønn, sirkulær økonomi. Lovverk som komplimenterer EUs retning for grønn giv vil komme, men hvor lenge til det er klart og implementert i bransjen er ikke sikkert. Strategien omtaler BAE-næringen(bygg, anlegg og eiendomsnæringen) på flere områder. Deriblant omtales det at regjeringen utarbeider bedre retningslinjer for ombruk av byggevarer og vurderer endringer i nasjonale krav, slik at disse i større grad fremmer ombruk(Klima- og miljødepartementet, 2021).

Her fortelles det også om regjeringens initiativ til samarbeid om digitalisering og bedre flyt av informasjon om materialene ved for eksempel produktdatablad.



Figur 12: Materialers syklus med dagens regelverk (egenillustrert)

Gjennom digitalisering og mulighetene det gir, vil regjeringen legge økt vekt på digitaliseringspolitikken. Digitale løsninger gir muligheten til å analysere, samle inn og dele store mengder data. Ved å utnytte mulighetene som ligger der og skape løsninger for å tilgjengeliggjøre data for næringsliv, forskning og myndigheter vil bransjen gjøre større fremskritt og utviklingen i byggenæringen vil gå forttere enn tidligere. I andre land er det innført tiltak som materialpass og materialbanker som bidrar til økt ombruk(Sandberg, n.d.). Rambøll har startet en plattform for videresalg av byggematerialer, kalt Rehub, som kan bli et startskudd for utvikling i en ny retning. I strategien hevdes det at regjeringen vil støtte opp om innovasjon i næringslivet for digitalt baserte forretningsmodeller og markeds plasser for sekundære råvarer og materialer(Klima- og miljødepartementet, 2021).

Byggteknisk forskrift (TEK17) tillater fravik fra preaksepterte ytelser, inkludert en tilknyttet standard, dersom det dokumenteres at de valgte ytelsene oppfyller funksjonskravene i forskriften på minst samme nivå som de preaksepterte(DiBK, n.d.-b). Det er valgfritt å bruke standardene, men det er ikke anbefalt, en krevende dokumentasjonsprosess og dermed sjelden vurdert som aktuelt.

5.4.2 EU taksonomien

Et viktig regelverk for internasjonal gjennomføring og et vei i retning mot en mer bærekraftig byggenæring er EUs taksonomi. Dette er en vekststrategi for å gjøre Europa til den første klimanøytrale regionen i verden innen 2050(NHO, n.d.). EUs taksonomi er en måte å få bygninger innenfor en grense som er akseptert som "grønn", på den måten vil markedet ha mer oversikt over hva som er klassifisert som bærekraftig eller ikke. Den er en enkel måte som kan få stor påvirkning på lovgivningen også i Norge. Per i dag er ikke EUs taksonomi fullstendig trådt i kraft i Norge, det vil være en gradvis implementering i norsk lov i de kommende årene. Det utvikles det en avtale innad i EØS om taksonomien(Finansdepartementet, 2021). Fra EU er miljømål 1 og 2 gjeldende fra 1.januar 2022. Miljømål 3-6 er gjeldende fra 1.januar 2023(NHO, n.d.).

For at en aktivitet skal klassifiseres som bærekraftig må den oppfylle følgende kriterier:

1. Bidra vesentlig til minst ett av seks miljømål
 - (a) Begrensning av klimaendringer
 - (b) Klimatilpasning
 - (c) Bærekraftig bruk og beskyttelse av vann- og havressurser

- (d) Omstilling til en sirkulærøkonomi
 - (e) Forebygging og bekjempelse av forurensing
 - (f) Beskyttelse og gjenopprettelse av biologisk mangfold og økosystemer
2. Ikke vil være til skade for noen av de andre miljømålene
 3. Oppfylle minimumsvilkår for sosiale rettigheter

Regjeringen vil innføre krav for å oppfylle EUs taksonomi. Det kan tenkes at det vil være et konkurransefortrinn for de som klarer å oppfylle EUs taksonomi selv om ikke alle kravene i taksonomien er implementert i norsk lov enda. Eiendomsnæringen kan her spille en sentral rolle for å fremme en utvikling og en større markedsinteresse hos kunder. Grønne lån og grønne obligasjoner kan være godt egnet ved finansiering av yrkesbygg, borettslag og utleieboliger (Bygg21, 2018b).

5.4.3 Gjeldende regelverk

Byggteknisk forskrift (TEK) setter gjeldende praksis for byggebransjen. Det er øverste regelverk for bygging. Ansvar for regelverket som gjelder for nye bygg ligger hos kommunal- og moderniseringsdepartementet (KMD), som har videreført forvaltning av byggteknisk forskrift til Direktoratet for byggkvalitet (DiBK). Endringer av forskriften blir sendt ut på høring, hvor alle har mulighet til å publisere sine høringssvar. Denne prosessen er åpen, demokratisk og det tar ofte lang tid før lovendringsforslaget trer i kraft.

Forskriften om tekniske krav til byggverk setter minimumskrav av egenskaper til et bygg for å kunne oppføres lovlig i Norge. Funksjonskrav er gitt i forskriften, i mange tilfeller er funksjonskravene i tillegg fortolket og gitt som ytelseskra. Norske standarder og anvisninger fra SINTEFs byggforskserie er verktøy som kan brukes til å lage gode bygg (DiBK, n.d.-b). Ved dette er det mange som benytter seg av løsningene presentert i standardene og byggforsk.

I Byggteknisk forskrift paragraf 2-1. Dokumentasjon for oppfyllelse av krav. Generelt står det at det er mulig å fravike preaksepterte ytelse, inklusiv en tilknyttet standard, dersom det dokumenteres at de valgte ytelsene oppfyller funksjonskravene i forskriften på minst samme nivå som de preaksepterte. Å fravike fra preaksepterte ytelse forutsetter at det foreligger dokumentasjon som viser at kravene i forskriften er ivaretatt med minst samme ytelse, inklusiv effektivitet og pålitelighet (DiBK, n.d.-b). Dette setter grunnlaget for dokumentasjon som er krevd ved ombruk av materialer. Dokumentasjonsprosessen er mer tidkrevende som dermed ofte gjør det mer kostbart å velge å vike fra preaksepterte ytelse, i tillegg til at dette er frarådet av DiBK.

5.4.4 Lovendringsforslag

For øyeblikket ligger det lovendringsforslag inne til behandling hos Stortinget. Forslaget, Klimabasert energikrav til bygg, er sendt av DiBK på oppdrag fra KMD. Endringer i kapitlene 9 og 14 i TEK17, og tilhørende endringer i kapitlene i 5, 8 og 12 i byggesaksforskriften (SAK10) er omfattet (DiBK, n.d.-c). Det er foreslått å sette krav til kartlegging av materialer egnet for ombruk, miljøkartleggingsrapporter og ombruksrapporter, samt pliktig føring av klimaregnskap. Materialkartleggingsrapport er allerede et krav, men under annet navn. Forslagene vil i liten grad føre til økonomiske og administrative konsekvenser. Noe høyere kostnad knyttet til kartlegging av ombruk vil det bli for utbygger. For byggeier, kjøper og leietaker kan det kunne medføre noe økte kostnader, men det vil også kunne føre til besparelser (DiBK, n.d.-d).

Endringer i SAK10 fører til krav om dokumentasjon om klimagassregnskap jf. byggteknisk forskrift § 14-6 første ledd. Klimaregnskapet som dokumenterer faktisk bruk av byggematerialer, skal vedlegges søknad om ferdigattest. Kravet om klimagassregnskap er omtalt innen kapitlene for søknad og dokumentasjon, ferdigstillelse og ansvar (DiBK, n.d.-d).

5.4.5 Høringssvar

Det er registrert 96 høringssvar til lovendringsforslaget, Klimabasert energikrav til bygg. Det er valgt å gjennomgå høringssvar fra Skanska, HENT, Norconsult, Multiconsult, Rambøll, COWI, Asplan Viak og OBOS etter størrelsen på bedriftenes betydelig omsetning i byggenæring. Høringssvar fra Statsbygg og SINTEF byggforsk er også analysert, for å undersøke innspill fra forskningsinstitusjon og statlig eid selskap. Under er en kort oppsummering av bedriftenes høringssvar.

Skanska er enig i at nZEB er riktig nivå for de nye energikravene, men at tiltakene ikke oppnår nZEB nivå. De stiller seg positive til at klimaregnskap kommer inn som et krav i teknisk forskrift, men at det er behov for strengere krav til en reduksjon og av klimagassutslipp(Skanska Norge, 2021).

HENT applauderer innføringen av ombruk og klimagassregnskap, men savner fortsatt et utslippstak på klimagassberegninger. De hadde forventet en innstramming på energikravene(HENT, 2021).

Norconsult melder fra om flere endringer av forslaget om TEK17, det trengs det å defineres hvor ansvar for klimagassberegningene ligger. Samtidig poengterer de viktigheten av at bransjen benytter samme metodikk for energiberegninger og klimagassberegninger(Norconsult, 2021).

Multiconsult er grunnleggende uenig i foreslått innretning for nye energiregler, og mener oppdateringen av TEK17 ikke innfrir forventningene. De mener endringene ikke er tilstrekkelige for å nå 1,5 gradersmålet. SAK bør være ansvarsbelagt(Multiconsult Norge, 2021).

Rambøll Norge mener kravet til klimagassberegninger ikke er i tråd med EU taksonomien, men at inkludering av krav til klimagassutslipp er svært positivt. Neste steg må være å begrense klimagassutslipp med absolutte tall. Minimumsnivå for energieffektivitet er lite ambisiøse og holdes på samme nivå som i dag. De foreslår en løsning med mulighet til å balansere klimagassutslipp fra drift med klimagassutslipp fra materialer. Ny forskriftstekst bør inkludere anbefaling eller krav til merking av bygningsdeler, eksempelvis i BIM. De mener det er fin inkludering av ombruksrapport, men noe vag. Rambøll undrer seg også over hvor ansvaret for klimagassregnskap ligger(Rambøll Norge, 2021).

COWI, fagnettverk for klimagassberegninger og LCA stiller seg positive til å inkludere krav til klimagassregnskap i forbindelse med nybygg og rehabilitering av eksisterende bygg. De mener videre at paragraf om klimagassregnskap krever for lite av prosjektene, da flere av utslippene knyttet til bygging bør inkluderes, for eksempel transport av materialer. Generelt mener de at det kan settes strengere krav til totalt klimagassutslipp i bygg, og peker på Danmarks trinnvis innfasing av CO2-krav til bygninger som en inspirasjonskilde for utforming av krav(COWI Fagnettverk for klimagassberegninger og LCA, 2021).

Asplan Viak, Civitas, Aase Teknikk stiller seg positive endringer av kapittel 9, ytre miljø, og har forslag til forbedringer av krav til registrering av innkjøpte byggevarer, tydeligere krav til tilrettelegging for endringsdyktighet og ombrukbarhet, bedre tilgjengeliggjøring av ombrukskartlegginger og tydeligere krav til avfall. De mener dagens forskriftskrav til klimagassutslipp bør skjerpes og være i samsvar med EU taksonomien(Asplan Viak, Civitas, Aase Teknikk, 2021).

OBOS er i utgangspunktet positiv, men mener mange av forslagene er uklare og udefinerte. Til forskjell fra tidligere undersøkte høringssvar mener OBOS det er riktig at ansvar for klimagassregnskapet bestemmes av ansvarlig søker(OBOS, 2021).

Statsbygg stiller seg bak intensjonen om å bidra til redusert klimagassutslipp og bedre ressurtsutnyttelse, men mener intensjonen ikke er bevart i endringsforslaget. Grunnen til at de mener det er fordi energikravene i forslaget er ikke skjerpet og er ikke i tråd med definisjonen av nesten nullenerginivå. De ønsker at kjeller inkluderes i klimaregnskapet(Statsbygg, 2021).

SINTEF Byggforsk mener energikravene i en ny TEK bør skjerpes til nesten nullenerginivå, inkludere krav til vektet levert energi i tillegg til energibehov og stimulere til økt energifleksibilitet, samt at det bør stilles tydeligere energikrav til rehabilitering. I tillegg mener de at bør stilles krav til klimagassutslipp fra materialer, da det ikke er tilstrekkelig med kun krav om klimagassregnskap. Krav om klimagassregnskapet bør utvides til å omfatte flere bygningstyper, livsløpsmodeller og

bygningdeler(SINTEF Byggforsk, 2021).

I tillegg nevner noen at ombrukskartlegging bør utføres så tidlig som mulig, samme gjelder klimagassutslipp. Hvor Asplan Viak, Civita og Aase peker på at det er viktig å vurdere miljøpåvirkning tidlig i prosessen, og ved dette utarbeides miljømål og -tiltak som følges opp jevnlig i likhet med funksjonelle, tekniske og økonomiske hensyn. Det er også blitt omtalt av flere at TEK17 bør forenkle krav til rehabiliteringsprosjekter. Generelt bør det skilles mellom krav til rehabiliteringer og nybygg når det gjelder energikrav, påstås av flere.

6 Casestudie

Det ble gjennomført et casestudie for å finne svar på følgende spørsmål:

- Hvilke utfordringer knyttet til byggesøknad, og generell med saksgrunnlag, møtte prosjektgruppen på?
- Hvordan ble prosjekteringsgrunnlag satt når de ikke visste hvordan resultatet kom til å se ut til slutt?
- Kan prinsipper og tankesett implementeres i storskala og/eller kommersielt marked?

Casestudie som er valgt er gjennomført av Nøysom arkitekter på oppdrag fra Svartlamon boligstiftelse. Prosjektet går under navnet Eksperimentboligene. Store deler av informasjon i dette kapitlet er hentet fra intervjuene, og dermed ikke henvist til kilde. Masteroppgaven, Eksperimentboligene på Svartlamon, skrevet av to arkitekter som tegnet og var prosjektledere for Eksperimentboligene er lagt som grunnlag for byggdetaljer og prosess (Haanes & Ohren, 2015).

6.1 Svartlamon, et byøkologisk forsøksområde

Svartlamon er et avgrenset område i Trondheim. Det er avgrenset som en trekant mellom Lilleby og Nyhavna. Vedlagt ligger kart over områdets avgrensning, og tilhørende områder som er regulert i reguleringsplanen for Svartlamon. Eksperimentboligene er bygget på tomt B16.

6.1.1 Byøkologisk forsøksområde

Svartlamon er Norges første og eneste byøkologiske forsøksområde. Det byøkologiske forsøksområde omfatter både fysiske forsøk og prosessrelaterte forsøk. Fysiske forsøk går ut på utprøving av nye løsninger innenfor boligtyper, teknologi og arkitektur med hovedfokus på å utnytte fysiske ressurser i området. Prosessrelaterte forsøk går ut på utprøving av nye plan-, planleggings-, forvaltnings-, rehabiliterings-, bygge- og samvirkeprosesser med hovedfokus på å utnytte de menneskelige ressursene i området (Trondheim Kommune, 2006).

Det Danske Miljøvernministeriet definerer byøkologi som følgende: *Byøkologi betegner en særskilt miljøinnsats som med utgangspunkt i et konkret byområdes miljøtilstand, brukernes deltagelse, søker å fremme helhetsorienterte løsninger på problemstillinger som er knyttet til områdets ressursforbruk, miljøbelastning og naturinnhold* (Trondheim Kommune, 2006).

Det var en lang kamp for at Svartlamon skulle få byøkologisk status. I 2001 fikk de gjennomslag, og Svartlamon ble første og foreløpig eneste byøkologiske forsøksområde i Norge. Nå i dag er det Svartlamon boligstiftelse som forvalter og drifter Svartlamon, ved brukermedvirkning og medbestemmelse av alle beboere på Svartlamon. Svartlamon boligstiftelse leier boligområdet på Svartlamon, bortsett fra noen hus blant annet Eksperimentboligene som de eier. Det er boligstiftelsen som forvalter eiendommene. Alle med leiekontrakt fra boligstiftelsen er medlem av beboerforeningen. Avgjørelser tas på beboermøte med beboerforeningen, hvor målet er å oppnå konsensus (Svartlamoen beboerforening, n.d.).

6.1.2 Reguleringsplan for Svartlamon, R219b

I 2006 ble reguleringsplanen, slik den er i dag, for Svartlamon vedtatt. Hovedmålene med reguleringsplanen er å gi grunnlag for nye ideer innen bærekraftig bolig- og næringsutvikling, bevare og videreutvikle eksisterende kulturmiljø med dets egenart, legge til rette for rimelig leie for beboere og nyetablerte virksomheter, samt legge til rette for stor grad av medvirkning og styrke tilhørigheten (Trondheim Kommune, 2006, s. 1).

I reguleringsplanen er tomt B16, tomten eksperimentboligene er bygget på, planlagt for fri bebyggelse med boligformål, hvor begrenset næringsvirksomhet tillates. Det er satt krav om maksimalt to etasjer ekskludert loft og kjeller. Det er tillatt med eksperimentell utforming. Videre er det presentert at for område B16 bør kreativitet og formglede gjenspeile valg av uttrykk til bygningsmassen(Trondheim Kommune, 2006, s. 8).

6.2 Prosjektbeskrivelse

Eksperimentboligene er fem boliger med tilhørende felleshus. Hvert hus har omtrent 30 m² flateareal inkludert drivhus på utsiden av husene. Noen av husene er bygget med to separate etasjer, andre har valgt å holde en åpen løsning fra tak til gulv med platå halvveis svevende mellom etasjene. Boligene har en høyde på 5,4 m på det laveste til 6,4 m til det høyeste. Bestiller og byggeier er Svartlamon boligstiftelse. Arkitektfirma som utførte prosjektet var Nøysom arkitekter. Det var ni selvbyggere som bygget prosjektet sammen med snekker og byggmester for Svartlamon. Prosjektet hadde et bruttoareal på 350 kvm(Nøysom arkitekter, n.d.). I vedlegg xx finnes plantegninger for bygget.

Bakenfor, ved husets bakside, ble det bygget et felleshus. Felleshuset er et fellesområde med vaskemaskin, plass til klestørking, lagringsplass et felles kjøkken og oppholdssted. Felleshuset ble utarbeidet grunnet det var et behov for et sted med felles vaskemaskin, da vaskerier i nærheten var dyre og upraktisk for beboerne. Et fellesområde hvor beboerne kan møtes å ha felles tilholdssted står i tråd med prinsippene bofellesskapet på Svartlamon er grunnlagt på.

Området B16, i vedlegg x, er en lang smal tomt med slak helning nedover mot Standveien og Dora. Det er en tomt med areal 15x35m. Det er en tomt med gode solforhold. Støy fra jernbanen like ved kan sjenerer, selv om jernbanen er utstyrt med støyskjerm. Tomten ble ansett som en glimrende tomt for bygging av eksperimentelle boliger i hjertet av Svartlamon.

6.2.1 Fremdriftsplan

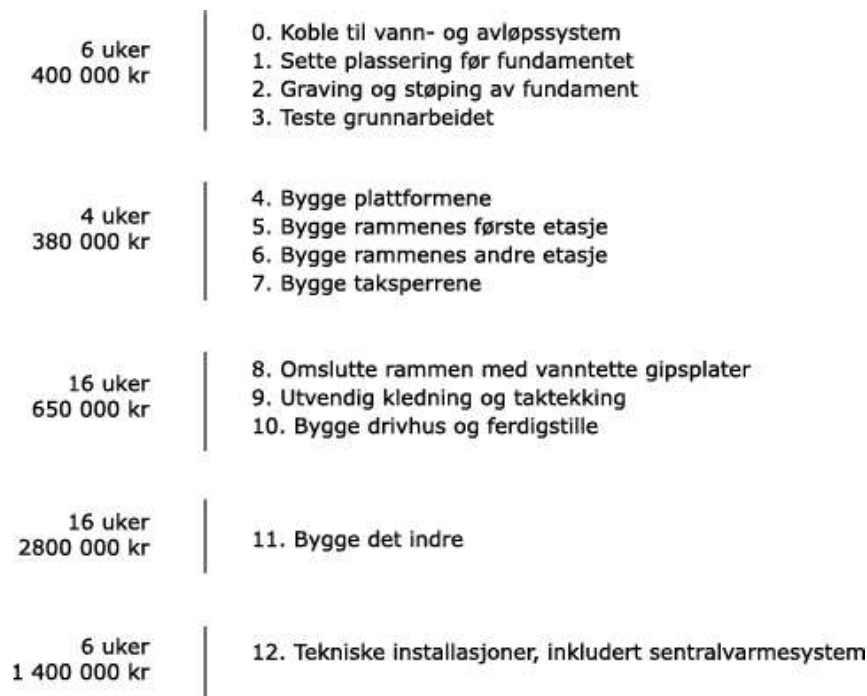
Prosjektet ble lyst ut til beboere på Svartlamon, hvor alle kunne sende inn søknad om de ønsket å bli selvbyggere og sitte som en del av prosjektets fremdrivere og skapere. Det ble valgt ut fem søkere som ble en del av prosjektgruppen. Prosjektlederne, arkitektene, sammen med selvbyggerne og resten av prosjektgruppen diskuterte løsninger for byggene. Rammen ble tegnet og konseptene for naturlig ventilasjon og diffusjon av kondens ble deretter satt. Materialvalg for rammen ble bestemt. Selvbyggerne tegnet løsninger for huset inni skallet og vurderte mulig ytre kledning. Jakten etter brukte materialer ble en kontinuerlig prosess som fremskapte beslutninger om valg av løsninger etterhvert som bygget tok form.

Prosjektet ble skapt



Figur 13: Tidslinje av prosjektets gang (egenillustrert)

Eksperimentboligene ble til



Figur 14: Estimert fremdriftsplan for Eksperimentboligene (egenillustrert, basert på Haanes and Ohren (2015))

Det var krevende å sette tidsperspektiv fordi man hadde lite til ingen kunnskap om hvor lang tid det kom til å få inn gjenbrukte materialer. Det tok lenger tid enn planlagt, og prosjektplanen avvirket fra gjennomføringen på flere områder. Dette er et prosjekt man kan lære av og bruke erfaringer i fremtidige prosjekter. I et prosjekt med selvbygging vil det naturlig ta lenger tid enn om profesjonelle bygger det. Samtidig vil det ta tid med omprosjektering og nye bestemmelser om utforming etterhvert som ombrukte materialer blir bestemt og kjøpt inn. Tidsperspektivet har flere usikkerheter og høyere risiko for feilbudsjettering av tid, enn tradisjonelle byggeprosjekter.

6.2.2 Byggeprinsipper

Eksperimentboligene er et selvbyggerprosjekt. Det vil si at beboerne som skal bo i boligene bygger boligene selv. På Svartlamon leier alle, det er beboerforeningen som eier boligene. Et av suksesskriteriene for prosjektlederene var at selvbyggerene skulle ha mest mulig påvirkning til å lage boligen sånn de selv ønsket. Derfor måtte designet være enkelt, ikke legge opp til kompliserte byggeprosesser.

What we learned is that real participation is about helping to create an architectural framework that won't hinder the future residents in adapting to changing circumstances. A framework for growth, if you will.

- Haakon Haanes og Trygve Ohren (Haanes & Ohren, 2015)

Skalløsningen, rammen, for bygget ble designet av arkitektene. Dette for at selvbyggerne, som hadde lite til ingen erfaring med bygging, skulle ha et utgangspunkt å starte med. Og for at huset skulle stå trygt, at konstruksjonen var bærende og tålte forskjellig oppbygging av løsningen de forskjellige selvbyggerne valgte å lage inni skallet. Skallet er vanntett, og med naturlig ventilerende prinsipper.

Skallet er et aktivt hus, som baserer seg på naturlig ventilasjon og diffusjon av kondens gjennom veggene. At et hus er aktivt legges det i at man kan ventilere ved å åpne et vindu eller flytte på en vegg uten spesialutstyr eller bruk av unaturlige materialer. En "aktiv modul" som prosjektet er tuftet på, oppfordrer brukerne til å aktivt tilpasse seg miljøet.

Skallet ble bygget av selvbyggerne. Derfor ble det brukt enkle byggeteknikker som skulle gjøre det mulig å gjennomføre for selvbyggerne uten eksperthjelp. Svartlamon snekker og byggemester lærte bort enkle prinsipper, men selvbyggerne måtte finne ut av mye av byggeteknikken selv. Youtube ble flittig brukt for å lære seg hvordan man for eksempel skulle sette opp en vegg.

For skallet var det ønskelig å bruke enkle naturlige materialer med tanken om at alt som blir tatt ut av naturen skal tilbake til naturen en dag. Blant annet hampfibermatter ble brukt til isolasjon, sammen med trefiber. Betong ble brukt i minst mulig grad, og ble derfor bare benyttet til pælene som satte fundamentet for byggene. Trevirke ble brukt til å bygge opp rammen til skallet, det ble her ikke benyttet gjenbrukt tre da arkitektene var usikre på kvaliteten av ombrukt trevirke og måtte forsikre seg om at den bærende konstruksjonen holdt.

Innsiden av skallet ble omgjort fra åpen plass til en bolig ved ombrukte materialer. Selvbyggerne brukte det de fikk, deriblant rimelige feilbestilte materialer fra lokale leverandører som for eksempel en stor feilbestilling av OSB plater og materialer fra rivningsprosjekter. Selvbyggerne bestemte selv i hvilken grad og hvor mye ombrukt materiale de ønsket å bruke, hvor skalaen strakk seg fra nesten fullstendig bruk av brukte materialer til noe nytt materiale og noe ombruk. Hvor maksimalt ombruk ikke i seg selv alltid var målet for alle, men heller redusere avfallsmengden som leverandører og rivningsprosjekter produserer.

Det ble fokusert på at komponentene skulle være enkle å ta fra hverandre igjen og ombrukes eller gjenbrukes i andre prosjekt når eksperimenboligenes levetid var over. For eksempel etterstrevde de å bruke skruer fremfor spiker, minst mulig bruk av lim som gjør det vanskelig å dekomponere elementer og enkel sammensetning av bygget struktur.

6.2.3 Kriterier

Prosjektet hadde en satt økonomisk ramme på 3 millioner. Dette inkluderte alt av kostnader tilknyttet prosjektet. Energiforsyningsanlegg og arbeider gjennomført av profesjonelle var en stor utgiftspost. Det ble satt en økonomisk ramme på 50 000 kr som selvbyggeren kunne bruke til alt utenom rammeverket. Prosjektet holdt seg innenfor 3 millioner kroner, og nådde sine økonomiske mål.

Tidsramme for prosjektet var mindre definert. Tidsrammen ble satt av lånepremisser. Selvbyggerne måtte fullføre prosjektet før byggelånet ble omgjort til byggelån, da de ikke ville ha råd til å betale rentene fra et byggelån mens byggingen pågikk. Byggelån er et lån som utbetales underveis når byggearbeidet gjennomføres, hvor man betaler renter på det man har brukt. Byggelån har høyere rente enn et boliglån, derfor vil det lønne seg med en kortest mulig byggeperiode (Sparebank1, 2022). Byggelån ble omgjort til byggelån som var en omtrentlig dato som beboerne måtte forholde seg til.

Grunnet Svartlamons status som byøkologisk forsøksområdet fikk de dispensasjon fra de fleste byggtekniske krav gitt i byggteknisk forskrift. De måtte forholde seg til brannkrav, som følge av de mange nærliggende trehusene. Konstruksjonskrav måtte også tas hensyn til, for å sikre at bygningen trygt kunne leves i. Det gjorde at oppbygging og grad av ombruk kunne være mye mer fleksibel enn i andre prosjekter. Informantene mener det ikke være mulig å gjennomføre et byggeprosjekt på samme måte som eksperimenterboligene er bygget opp om det ikke hadde vært for dispensasjonen fra lovverk, slik kravene er stilt i dag. Det var ikke et mål i seg selv å utfordre og "trosse" krav, men det ble oppfordret til, fremfor rådet fra, å bygge eksperimentelt.

6.2.4 Bærekraftig byggeprosjekt

Miljøaspektet og holde klimagassutslipp så lave som mulig var et mål med prosjektet. Prosjektgruppen undersøkte flere metoder for energiforsyning. De ønsket en energieffektiv, miljøvennlig energiforsyning. Men det var ikke så enkelt å integrere det i husene de skulle bygge som de ikke visste hvordan ville se ut. Etterhvert forsto de at de måtte bestemme seg for en løsning som var kompatibel med bygningene. Det at de bygget bygningene selv og visste hvilke løsninger de hadde valgt var et så stort bidrag til bærekraftig bygninger, at det veide opp for mindre miljøvennlige løsninger på andre områder.

Økonomisk vil prosjektene vise seg lønnsomt også i et langtidsperspektiv. Beboerne har kunnskap om hvordan byggene er bygget opp, hvilke materialer de består av og dermed også vet de hvordan drifte og vedlikeholde boligene deres. Boligene er ikke laget for videresalg, da de eies av Svartlamon boligstiftelse. Beboerne som bor der i dag har muligheten til å tilpasse huset sitt til hvilke behov den må fylle i alle livssituasjoner. En informant fortalte at de nå, flere år etter prosjektet ble startet, skal bygge inn en del av huset i et mer lukket område. For å skape en plass hvor ungdom kan ha mer privatliv, slik tilpasser de husene sine til livsstadium og oppdøkkende behov underveis i livet. Med lite ressursbruk kan de skape nye funksjoner, som er bærekraftig i seg selv.

I et sosialt bærekraftsperspektiv, hvor samfunn er preget av tillit, trygghet og tilhørighet, er dette et foregangsprosjekt. Selvbyggerne fikk tillit til å bygge sine egne bygg, selv med liten erfaring fra prosjektledelse eller bygging. De formet sin egen bolig, og oppnådde kunnskap og erfaring underveis. Tilhørigheten til bygningene, de andre i gruppen og alle i Svartlamon bofellesskap som bidro i prosjektet ble skapt gjennom lange dager med problemstillinger de måtte overkomme og løse sammen. Et premiss for byggingen var at selvbyggerne skal få bo i huset de selv har bygget så lenge de ønsker og følger Svartlamons regler, det skapte trygghet for fremtidig bosituasjon.

6.3 Perspektiver fra intervju

6.3.1 Intervju med tidligere Daglig leder av Svartlamon Boligstiftelse

Det ble gjennomført semistrukturert intervju med tidligere leder av Svartlamon Boligstiftelse. Informanten var daglig leder under hele prosessen med eksperimentboligene, hvor hun var noe involvert. Hun forteller også om Selbukassa, som er et annet byggeprosjekt Svartlamon boligstiftelse har gjennomført. Her var hun mer involvert i oppstarten og gjennomføringen av prosjektet. Selbukassa og Eksperimentboligene er tuftet på samme prinsipper og med samme prosjektmodell. Det var forskjellige selvbyggere og eksterne aktører involvert, men prosjektene er like utenom at det stilt strengere brannkrav til Selbukassa grunnet en ekstra etasje.

I intervjuet med tidligere Daglig leder fokuserte på søkeprosessen, godkjenninger av prosjektet og kontakt med kommunen for å realisert prosjektet. Gjennom spørsmålene havnet den nesten halvannen time lange samtalen inn på mange forskjellige områder. Spesielt ble erfaringer med å bo og styre bofellesskapet på Svartlamon forklart og delt med sine fordeler og utfordringer. Kommunikasjon med Eierskapsenheten ble nevnt som det mest utfordrende. Grunnen var at byggesøknaden til lang tid, selv om det allerede hadde blitt godkjent at tomten skulle brukes til å bygge boliger til bofellesskapet. Svartlamon er annerledes enn veldig mye annet i samfunnet, på veldig mange måter. Eierskapsenheten forvalter kontrakten mellom kommunen og Svartlamon boligstiftelse. Informanten opplevde at Eierskapsenheten motarbeidet absolutt alt som hadde med Svartlamon å gjøre. Eierskapsenheten fortalte selv at de behandlet alle likt i en søkeprosess, informanten mener det er synd at de er vanskelig med alle.

Informanten forteller at hun vil ta med seg prinsipper fra Svartlamon boligstiftelse videre i livet, og jobbe for et samfunn med mer fleksibel tanke sett rundt hva som er en bolig og byutvikling generelt. Hun har opplevd de positive sidene ved byøkologisk forsøksområde, hvor beboerne får brukermedvirkning mot at de tar et ekstra dagnadsansvar. De leier boligene rimelig, men opererer som de eier dem ved å holde boligene og fellesområder ved like og i god stand. Et mer inkluderende samfunn med flere forskjellige boligkvaliteter, mener hun gavner enkeltindividet så vel som samfunnet som helhet.

6.3.2 Intervju med arkitekt fra Nøysom arkitekter

Intervjuet ble gjennomført med en informant fra Nøysom arkitekter. Arkitektene som var med i prosjektet, var den gang prosjektet ble startet studenter ved NTNU. Arkitektene ønsket å teste ut den kompromissløse måten å bygge på, som selvbygging ga. Arkitektene hadde dialog med Trondheim kommune og byggesakskontoret, hvor byggesakskontoret var til stor hjelp for prosjektet. De leverte en helt vanlig byggesøknad for prosjektet, men de visste ikke nøyaktig hvordan byggene kom til å se ut så søknaden ble for et generelt bygg.

Arkitektene var rådgivere, i tillegg til å designe løsningen, helt fra oppstarten av prosjektet. De arbeidet tett med selvbyggergruppen gjennom prosjektering, gjennomføring og ferdigstillelse av prosjektet. De lærte bort byggeprinsipper til selvbyggerene, forklarte hvordan skallet skulle bygges og inspirerte med kunnskapen de hadde. De styrte prosessen sammen med flere andre involverte fra Svartlamon, deriblant deres innomhus snekker og Daglig leder av Svartlamon boligstiftelse.

Skallet som husene er satt sammen av er basert på at det skal være naturlig ventilasjon og passiv lufting i husene. Arkitektene designet skallet og leverte beskrivelse på hvordan det skulle bygges. Selvbyggerne bygget først skallet til byggene, som da besto av nye materialer. Det skapte rammen som selvbyggerne siden hadde mulighet til å bygge opp innvendig og sette opp ytterkledning etter eget valg.

Prosjektet hadde tidlig en visjon om at miljø skulle bli ivaretatt i stor grad. Gjennom dette satte de et kriterium om at byggestrukturen skulle være enkel, og ikke basert på kompliserte prinsipper eller begrense seg til materialer med høye miljøavtrykk. Det ble benyttet minst mulig betong, kun pælene under byggene er støpt av betong. Isolasjonen i veggene til skallet er bygget opp av blant annet hamp og trefiber, for å stå tråd med visjonen til prosjektet.

6.3.3 Intervju med selvbyggere

I intervjuet med to selvbyggere fra prosjektet ble brukt til å forstå hvordan de gikk frem for å skaffe ombrukte materialer, og hele prosessen med prosjektering av et bygg de ikke visste hvordan kom til å se ut. Markedet for ombrukte materialer var svært fattigere den gangen i 2017 da de begynte å lete etter materialer de kunne bruke i sine bygg. Det var en krevende prosess for byggegruppen. Det sammen med å lære seg alt om bygging fra bunnen av, da byggerne hadde lite til ingen erfaring med bygging, var en utfordring. Det ble også sett på som muligheter for å skape noe nytt ved å ikke være bundet til opplærte rammer for hvordan et bygg skal se ut og hvordan en byggeprosess skal utføres.

Prosesen med å finne materialer var lang. De startet med å undersøke hvor de kunne få tak i ombrukte materialer. De søkte på Finn, undersøkte rivningsprosjekter i nærheten og brukte nettverket sitt til å få tak i brukte materialer og feilbestilte nye materialer. Det var svært begrenset hva de klarte å søke seg frem til å nett av materialer. Det endte med at de gikk til rivningsplasser rundt om i Trondheim og spurt om de kunne få materialer. Der møtte de motstand, de fikk beskjed av rivningsaktørene at de ikke kunne avvike fra avfallsplanen. Enkelte steder kunne de få noen materialer, så det var noe forskjell på rivningsprosjektene, men det var ikke så enkelt som de først trodde. Gjennom kontakter fikk de tak i en del feilbestilte materialer som de kunne kjøpe veldig billig av materialleverandører. De brukte egen hus og områder som lagringsområde for materialene.

Gruppen med selvbyggere ble satt sammen på bakgrunn av intervjuer gjort av daglig leder og arkitektene. Det var enkelte premisser som lå til grunn, selvbyggerne skulle ha et stort engasjement for prosjektet, de skulle være villige til å legge ned mye tid og ressurser i prosjektet. Det ble en gruppe kombinert av forskjellige personer med forskjellig personer som ble tildelt prosjektet. Informantene forteller at god gruppedynamikk var et suksesskriterium for at prosjektets prosess skulle bli ivaretatt på en god måte. Når de jobbet titalls timer hver dag, hvor det var til tider kaldt og kroppen var sliten, var det store eierskapet til prosjektene en fremdriftsdriver.

Informantene nevnte at noe av det vanskeligste var å ikke vite hvordan det kom til å se ut. Den ene informant sa hun hadde nok designet 800 forskjellige løsninger til byggets innside og utside. Å ikke vite hvilke materialer de hadde tilgjengelig og fikk tak i, og dermed ikke vite hva de kunne regne med å putte inn hvor, gjorde at planlegging av løsningen måtte revideres om og om igjen. Hver gang de fant materialer til husene sine, var det tilbake til tegnebordet og endre på for eksempel en hylleseksjon fordi de fant et vindu som var større enn de hadde planlagt med. Det tok mye tid, men var også mye av læringen i prosjektet. Det førte til at de måtte bare ta beslutninger underveis som byggingen pågikk, og planleggingsfasen og gjennomføring gled tildels inn i hverandre. Det var da også vanskelig å kommunisere noe som ikke var enda, og som de ikke visste hvordan skulle bli.

7 Diskusjon

Diskusjonen består av resonnering av informasjonsgrunnet lagt i foregående litteratur. Drøftingen i dette kapitlet binder sammen problemstillingen Hvordan kan digitalisering gjøre byggenæringen mer bærekraftig? og tilhørende forskningsspørsmål. Det er fokusert på hvilke muligheter som finnes for utvikling i en mer bærekraftig retning og hvordan realisere disse mulighetene. Det er pekt på barrierer underveis for å sette ut noen fokusområder som trenger å bli modne for endring.

Gjennom forskningen er det funnet påstander, hvor det i diskusjonen er sett på hvordan næringen kan jobbe med å overkomme barrierer og endre dagens praksis. Sammendrag fra litteraturstudie, dokumentanalyse og casestudie finnes i tabellen under.

Tabell 5: Sammendrag av resultater

Litteraturstudie	<p>Lite fokus på bærekraftig beslutninger i tidligfase.</p> <p>Mindre attraktivt og lønnsomt å velge helhetlig bærekraftstrategi for hele byggets livsløp.</p> <p>Lite forskning på helhetsperspektiv av klimafotavtrykk i byggeprosjekter.</p>
Dokumentanalyse	<p>75% bruker BIM, men kun 40% mener det er normen.</p> <p>ISO 19650 har ikke slått rot i praksis enda.</p> <p>Uforløst potensiale ved å gå fra papir til digitalt.</p> <p>Mangel på kompetanse og kunnskap om BIM og informasjonsforvaltning.</p> <p>36% mener digitalisering er et viktig verktøy i å nå FN's bærekraftsmål.</p> <p>Regelverket i dag legger ikke til rette for ombruk.</p> <p>Det trengs nytenkning rundt å skape verdi på tvers av verdikjeden.</p> <p>Strategier for mer digital byggenæring og mer bærekraft i bransjen er publisert, men det er få som peker på sammenhengen mellom bærekraft og digitalisering.</p> <p>Byggherre og byggeier, og myndighetene, må påvirke utviklingen av mer bærekraftig og digital næring.</p> <p>Energikrav bør skjerpes til nesten nullenerginivå, forslag som er lagt frem ikke er i tråd med EU taksonomien.</p> <p>Generell positivitet til krav om klimagassregnskap, det bør stilles krav til utslippstak av klimagasser.</p> <p>Det stilles ikke tydelige nok krav til rehabilitering, ei heller strenge nok krav til nybygg for å oppnå nasjonale klimamål.</p>
Casestudie	<p>Det er lite tilrettelagt for ombruk, avfallsplaner setter en stopper for ombruk av materialer.</p> <p>Dagens krav i teknisk forskrift setter en stopper for ombruksprosjekter og setter hinder for selvbyggerprosjekter.</p> <p>Eierskapsenheten i Trondheim er lite positiv til nye innovative prosjekter.</p>

Gjennomgående i resultatene er forbedringspotensiale knyttet til bærekraftig utvikling i byggenæringen og grad av digitalisering i dag, som har et uforløst potensiale. Med dette lagt til grunne, er det videre diskutert områder som har forbedringspotensiale. De er sett opp mot forskningsspørsmålene, og ser på muligheter for endring. Det er fokusert på endringspotensiale og hva bestemt forslag til endring vil føre til i byggenæringen.

7.1 Hvordan bedre informasjonsforvaltning gjennom digitale verktøy?

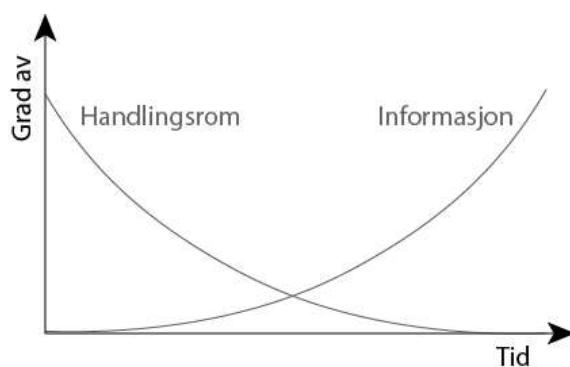
Forskningsspørsmål nummer en er blitt belyst gjennom dokumentanalyse og litteraturstudie. Det finnes mange måter å få større utbytte av fordelene digitale verktøy, det er en av påstandene som skal diskuteres og prøves å finne en løsning på i denne delen.

7.1.1 Hvorfor fokusere på informasjonsledelse?

Hva trenges for å ta gode beslutninger? Riktig informasjon med høy kvalitet til rett tid. Selvfølgelig er det mer enn det som kreves, det må være kompetente og godt egnede menneskene som skal ta avgjørelsen. Men alle som jobber med beslutningstaking må ha informasjon basert på eksakt fakta for å kunne ta en beslutning. Risikoen øker jo mindre informasjon man har om de forskjellige valgene og konsekvensene det vil gi å ta valget. Da man har mindre kunnskap om hva utfallene vil innebære. Derfor kommer det ofte ann på erfaring om hvor gode beslutningene er.

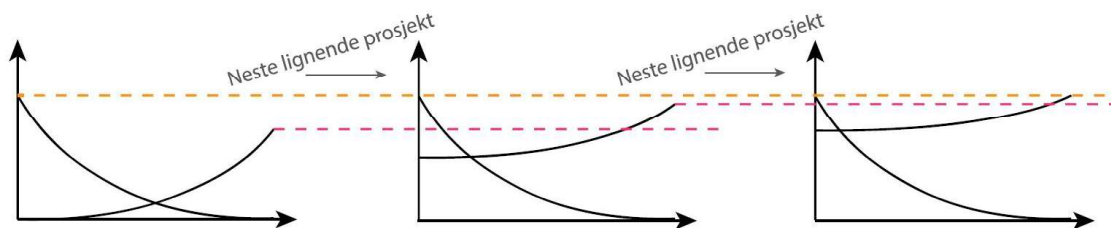
Det er store mengder datagrunnlag som skal analysere før en beslutning tas. For eksempel når det skal vurderes om hvilke materialer som er mest bærekraftig, må man vurdere transport til og fra, klimagassutslipp ved rivning, om det brukes fornybare energikilder til å produsere materialet, levetid av materialet og så videre. Å velge et materiale med lenger levetid vil ofte være lønnsomt i lengden, men det er ikke sikkert det er kortsiktig lønnsomt. Bunnlinja er økonomi, og samtidig er det vanskelig å få oversikt over miljøkostnadene man betaler for et produkt.

Forskning viser at individer har en tendens til å overvurdere egen evne til å forutsi, og samtidig nedvurdere andres evne til å ta beslutninger (Samset, 2008, s. 71). Godt beslutningsgrunnlag kan være helt avgjørende for et byggeprosjekt. Det er ikke bare individets vurdering av om det er en god eller dårlig beslutning som spiller inn, for igjen det overvurderes ofte. Hvis det skulle blitt tatt gode beslutninger på erfaring, måtte det settes enorme krav til erfaringsbank enkeltindivider sitter med. Hvorfor må man være så avhengig av enkeltindividets erfaring når man har muligheten til å samle alles erfaringer og kunnskap i skyen? Det mest objektive og nøytrale som finnes er beslutninger basert på fakta, hvor magedølelse har lite til ingen påvirkning på beslutningen. Men hvordan få til det?



Figur 15: Handlingsrom minker og kvalitet på informasjon øker utover i prosjekter (egenillustrert)

Informasjon er mer verd tidlig i byggeprosjekter, grunnet påvirkningen av beslutningene man gjør tidligere i prosessen har større påvirkning. I starten av et prosjekt er det mye usikkerhet, og det er mange beslutninger som skal tas på fattig informasjonsgrunnlag. Hvis det ikke finnes informasjon fra tidligere lignende prosjekter, står man ganske på bar bakke og må ta mange antagelser for å i det hele tatt være i stand til å ta en beslutning. Hvordan få mer kvalifiserte gjetninger? Et steg på veien er å skaffe erfaringer og kunnskap fra lignende prosjekter, som krever informasjonsforvaltning og -deling.



Figur 16: Bedre beslutningsgrunnlag ved erfaringsdeling (egenillustrert)

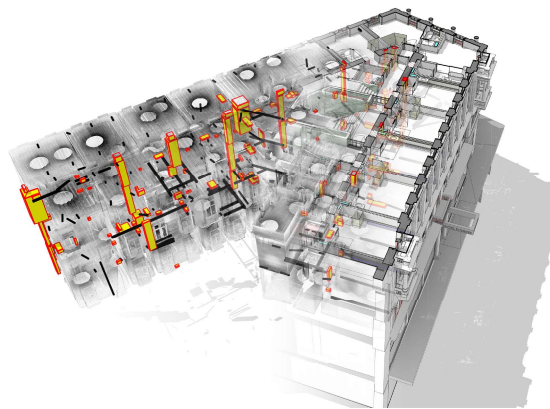
Som figuren viser vil gapet mellom informasjon tilgjengelig og grunnlag for beslutning bli mindre og mindre for hver gang et lignende prosjekt gjennomføres. Dersom dette går på tvers av alle bedrifter og organisasjoner vil man etterhvert samle opp en erfaringsbank som har senket risikoen ved gjennomføring av utradisjonelle byggeprosjekter betraktelig. Det vil føre til at det blir gjort bedre beslutninger tidlig i byggeprosjektet, som igjen gjør bygninger mer gjennomførte og bedre rustet til å vare lenger. Det kan minske feilprosjektering, feilbestillinger og feil i utførelsesfasen, som dermed igjen fører til mindre avfall i overtakelse og underveis i byggeperioden.

7.1.2 God bruk av BIM

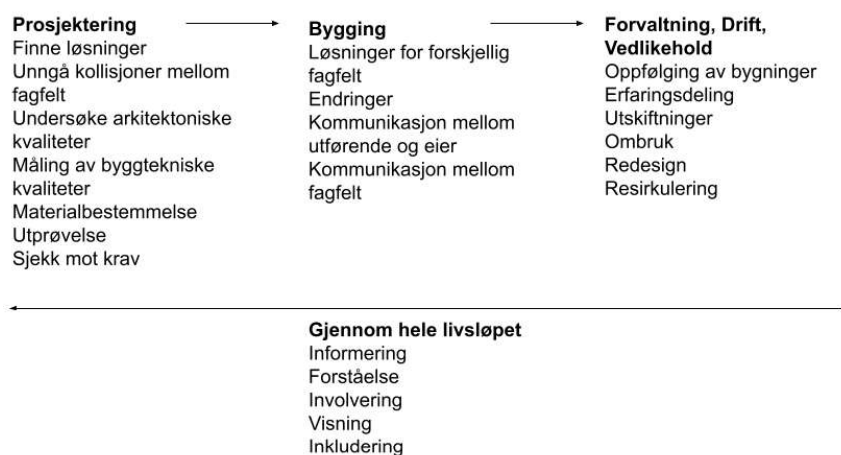
Det brukes BIM i noe grad, men stort sett bare til visualisering og får ikke realisert det fulle potensialet som BIM tilbyr. BIM er et verktøy som også leverer data til andre digitale verktøy, så ved å forstå hva man skal bruke BIM til samt hvordan det skal bidra i et prosjekt er alfa omega. Det hjelper ikke å begynne på en 3D-modell halvveis inn i prosjekteringen, eller når bygget er begynt bygget, det vil fortsatt kunne være et hjelpemiddel med tanke på at det er enklere å formidle prinsipper i bygget når du har det visuelt. Men det er så mye mer BIM kan tilby, og de som bruker BIM som utgangspunktet for informasjonsforvaltning og kommunikasjon vil ha en stor fordel på lang sikt. Spesielt når høyere krav til dokumentasjon til for eksempel ombruksrapportering, klimaregnskap, er på vei inn fra myndighetene.

Ved å fullstendig realisere mulighetene ved BIM vil det gjøre det enklere å holde orden på dokumentasjonen som trengs for å tilfredsstille krav og oppnå klassifisering. BREEAM og andre klassifiseringsordninger krever dokumentasjon, så hvis dokumentasjonen allerede er tilgjengelig og utfyllende vil prosessen med klassifisering gå enklere.

Gjennom et byggeprosjekt er det forskjellige faser og stadier. Tilgang til ulik informasjon trengs i de forskjellige stadiene. Gjennom prosjekteringsfasen trengs det tilgang til informasjon om byggtekniske krav, informasjon om grunnforhold, lysforhold og vær, tomtareal og nærliggende bygninger. I driftsfase trengs det informasjon om alle elementene i bygget, hvordan alle produkter fungerer, hvordan systemer styres og reklamasjonstid på forskjellige bygningsdeler og elementer. Det er mye informasjon å holde styr på. Ved en løsning med BIM som utvikler seg underveis i prosjektet og informasjon blir lagt til etterhvert som bygget utfolder seg vil gjøre det enklere og sikrere å holde informasjonen relevant og tilgjengelig.



Figur 17: Bygningsinformasjonsmodell (FCP, n.d.)



Figur 18: BIM i prosjektets livsløp (egenillustrert)

BIM bør være detaljert nok til at det vil gi godt nok grunnlag for FDV-dokumentasjon. Sånn blir modellen med informasjon bli hele veien gjennom byggets levetid. Ofte må det letes opp FDV-dokumentasjon langt ut i gjennomføringsfasen. Det trengs systemer for at dokumentasjonen legges inn med en gang informasjonen er tilgjengelig. Men hvordan få dette integrert som en norm i et prosjekt?

Struktur og planlegging av bruk

BIM trenger struktur og veiledning, det kan ikke forvente at en 3D-modell med tilkoblet informasjon skal løse alle problemer uten en plan for hvordan det skal brukes med gevinst. Plan for bruk er vel så viktig. Det må laget en plan for bruk som inkludert informasjonsdeling, kommunikasjon og hvilket omfang BIM skal den ha. Hvilken informasjon kan man utelate? Hvilke informasjon må være med? Når må hvilken informasjon være på plass? Dette er spørsmål en kan stille seg i arbeidet med utvikling av planen for bruk av BIM i prosjektet. Her er det nok en del pilotprosjekter som kan brukes til inspirasjon og som kunnskapsbank. Metodikken i prosjekter som har hatt stor fokus på BIM burde deles til alle som har interesse av det gjennom en åpen plattform.

Ser ikke på BIM som verktøy for å øke lønnsomhet

Dette kan skyldes av BIM ikke er en norm for strukturering av informasjon. Ofte blir bestillinger sendt på epost som en liste i excel, hvis leverandører operere. Alle i verdikjeden må bruke BIM som foretrukket metode for kommunikasjon av informasjon, det er først da det fulle potensiale for bruken av BIM vil vise seg som økonomisk lønnsom. Det vil føre til mindre feilbestillinger, mindre bruk på kommunikasjon ved enklere formidling av informasjon og mindre misforståelser. Potensialet for bedre oppfølging og mer oversikt over pengeflyt og tidsperspektiv ligger også til rette ved en norm om at BIM skal brukes til informasjonsforvaltning på tvers av hele verdikjeden

og av alle aktører involvert i et byggeprosjekt. Hvordan skal trenden om at BIM ikke er økonomisk lønnsomt snus?

7.1.3 Holde orden på informasjonen

Forvaltning av informasjon

Det har vært vanskelig å finne informasjon om hvordan data struktureres og forvaltes i byggeprosjekter. Det er mye data som skal komme inn i dokumentasjon og formidles spesielt ved prosjekter i milliardklassen. Men det er fortsatt vært vanskelig å finne ut av hvordan kommunikasjonen går og hvilke verktøy forskjellige bedrifter bruker for å formidle informasjon til alle involverte parter. En hypotese om dette er at svært få bedrifter lage en plan og reflekterer over hvordan de skal behandle all informasjonen tilknyttet et prosjekt. Det blir da fort uoversiktlig, og informasjon blir mistet eller havner på feil sted hvor det er tilnærmet umulig å finne det igjen. Det er mange som bruker prosjekthotell, og noen har laget en struktur for prosjekthotellet på hvilke dokumenter som skal ligge hvor, men det er ikke i alle tilfeller selv ikke i tosifra millionprosjekter. Hvordan klarer man da å holde styr på nødvendig dokumentasjon? Hvordan skal noen som ikke har vært involvert i hele prosessen finne fram til informasjonen de er på jakt etter? Det er ikke overraskende at det skjer mange feil. Den relativt nye standarden ISO 19650 kan være med å sette retningslinjer for informasjonsforvaltning.

Mulighetene for informasjonsdeling

Gjennom åpen plattform hvor BIM lastes opp og deles fritt på nett vil alle få en gode ut av det. Aktørene som laster opp sitt prosjekt vil få profilert for sitt prosjekt og sine løsninger, samtidig som alle får tilgang til en kunnskapsbank. Det bør også følge med hvordan prosjekter har jobbet for å få til god bruk av BIM, slik at andre også kan se metodikken som er brukt og hvordan den har gitt suksess.

Plattformen må være bygget opp på en standard måte slik at alle får forståelse for prosjektet og vet hvordan de skal orientere seg. Et eksempel her er at bygningselementer er strukturert ved bygningselementmodellen, som er en velkjent måte å strukturere bygningsmodeller på. På den måten er det enklere å dele informasjon med andre med forskjellige prosjekter, siden strukturen er den samme.

Digital tvilling

Digital tvilling er en fremstilling av informasjon som oppdateres i takt med byggets levetid. Det er et hjelpemiddel for å til enhver tid ha oversikt over alt som inngår av tekniske løsninger i bygninger. I det inngår eventuell property technology som overvåker for eksempel inneklimate og tilpasser seg automatisk værprediksjoner. Det i seg selv er bærekraftig, da det kan senke energibruk ved tilpasning til fremtidig værforhold. Det senker risikoen for at utstyr blir utdatert, da vil bli gitt beskjed om tekniske installasjoner er ødelagt. Dermed minskes risikoen at bygninger brenner ned for eksempel, som igjen fører til lengre levetid av bygninger.

Når informasjonen ligger i en digital tvilling er det lettvindt å dele med andre aktører innen samme prosjekt, eller prosjektledere for lignende prosjekter. På den måten kan man se hva som fungerer og ikke fungerer, og ta lærdom av andre prosjekter. Digitale tvillinger er som skapt for å dele informasjon om hvilke verdier som ligger i et bygg, i form av materialer og teknisk utstyr. Hvis dette kan lastes opp og brukes som en verdibank, hvor verdiene ligger i dagens og morgendagens bygninger, er det mulig å predikere hvilke materialer som vil være tilgjengelig på kjøpemarkedet om to måneder, fem år og førti år.

7.1.4 Kunnskapsheving

Implementering av nye metoder og verktøy vil være en endring. Endringer blir ikke alltid tatt imot med åpne armer. Det er ofte en viss misnøye, da det krever ekstra arbeide med å lære seg nye måter å arbeide på. Desto viktigere er det å formidle hvilke gevinster man får for å gjennomføre endringen. Det må gi mening for enkeltindividet at man innfører nye teknologier i en bedrift. Det er ca. 10 prosent i en bedrift som er positive og søker endring, mens resten av bedriften er ofte

likegyldige og noen viser motstand. Derfor er det viktig å overbevise og få med andelen som er likegyldige, man kan her bruke de 10 prosentene som søker og er positive til endring.

A fool with a tool, is still a fool
- Grady Booch

Opplæring i de nye verktøyene er en forutsetning for å realisere det fulle potensialet. Det må være tydelig hvilke forventninger man setter til bruken av verktøy og nye metoder. Ved å sette seg mål og planer for å realisere disse målene har man større sannsynlighet for å lykkes. Kunnskapsmangel om digitalisering er pekt på som en av barrierene for en digital byggebransje, det er viktig å være klar over og ikke forvente av bedriftens kunnskapsnivå ligger høyere enn den i realiteten er. Hvis man anser kunnskapsheving som en investering, med lønnsomhet på sikt, vil man også ha større insentiv for å sette av ressurser til kunnskapsheving i næringen og hos myndighetene.

Det er flere måter å heve kunnskapsnivået på. Man kan sende ansatte på etterutdanning eller ansette noen med kunnskapen som kan ha læringsprogram for de andre ansatte. Det er mulig å sette det som en forventning og krav som er tydelig definert, og legge til rette for at alle ansatte skal jobbe med utvikling eller kunnskapsheving et gitt antall timer i måneden. Som nevnt er det mange måter å sørge for kontinuerlig opplæring og kunnskapsheving, det handler om å finne den måten som fungerer best med utgangspunktet bedriften allerede har og søke en norm hvor kontinuerlig læring er belønnet.

7.2 Hvordan kan næringen og myndigheten legge til rette for mer bærekraftig utvikling?

Her skal det tas for seg hvor næringen står i dag, og hvilke endringer som er på vei. Det skal sees på hvordan næringen og myndighetene kan endre dagens tiltak for å virkelig ta klimaproblemene verden står ovenfor.

Muligheter for endring Det er flere barrierer som setter en begrensning for bransjens utvikling, både i næringslivet og fra myndighetenes side. Det er barrierer som kan overkommes ved bevissthet og initiativ til endring. Her vil det tas for seg noen av barrierene og se på muligheter for endring.

Holdninger til kunnskapsdeling

IT-revolusjonen og voldsom, vedvarende utvikling av tilgjengelig datakraft har muliggjort grad av detaljering og presisjon som var utenkelig tidligere (Samset, 2008, s. 169). Det har muliggjort deling av informasjon enklere og mulig. Verktøyene og teknologiene for informasjonsdeling er tilgjengelig, hvorfor brukes de ikke til deling på tvers av prosjekter og bedrifter? Hastigheten av utviklingen i IT-bransjen har vært mulig grunnet en holdning og ønske om open-source, åpen kildekode.

I byggenæringen er det ikke en holdning for å dele av erfaringer eller kunnskap per dags dato, da dette sees på som konkurransefortrinn for den individuelle bedriften. Det er flere private selskaper som har god erfaring med bruk av digitale verktøy og som har utviklet egne verktøy og metoder som fungerer godt for bedre informasjonsflyt. Men det er ikke en norm å dele sine erfaringer eller egenutviklede verktøy. Som er fullt forståelig da det er kostbart å utvikle egne verktøy. Men erfaringsdeling på tvers ville ført til en gode ikke bare i form av økt rykte for bedrifter som deler, men også alle andre som kan benytte seg av erfaringene som er gjort.

Økt krav til informasjonsdeling av ombruksgrad

Ved innføring av lovendringsforslag til TEK17 og SAK10 vil det bli økt behov for informasjonsforvaltning av produktinformasjon tilknyttet materialer. Endringene tar hensyn til et økt behov for ombruk og gjenbruk av materialer. Ved denne endringer vil bedrifter som har et solid og velstrukturert system for informasjonshåndtering og informasjonsinnhenting ha en fordel. Når dette er på plass vil det også være enklere for disse bedriftene å få en markedsfordel ved salg av byggematerialer som er ombrukt. Da informasjonen allerede er i eiernes besittelse og kan enkelt deles og selges på et ombruksmarked.

Dersom lovendringen av TEK17 hadde blitt gjort før Svartlamons prosjekt, Eksperimentboligene,

ville arbeidet med innhenting av ombrukte materialer blitt vesentlig enklere. Nå flere år etter prosjektet er ferdigstilt er det på tide med en lovendring som gir krav som har potensiale for å øke graden av ombruk i Norge og gi en fordel til de aktørene som klarer å legge til rette for ombruk og minske bruk av jomfruelige materialer.

Som poengtert i flere av høringssvarene fra bransjen er forskriftsendringen som er lagt frem ikke tilstrekkelig. Det bør stilles krav til nullenerginivå og maksimumskrav til klimagassutslipp. Ved å sette krav om klimaregnskap legges det tilrette for at det på senere tidspunkt kan stilles krav til maksimumskrav av utslipp. Men det er ytret bekymring om at utviklingen i bærekraftig retning ikke går fort nok, og at det derfor må stilles tydeligere og strengere krav til bransjen som står for 40 prosent av tilføring av materialressurser til økonomien.

Økonomisk lønnsomhet

Til syvende og sist er det økonomien som en bunnlinja i en beslutning. Om ikke valgalternativet er økonomisk lønnsomt vil det ikke bli valgt. For at bærekraftig utvikling skal forekomme må det være økonomisk lønnsomt. En form for økonomisk lønnsomhet er å følge krav, da det vil medføre økonomiske konsekvenser dersom man ikke følger regelverket som er satt. Kjøpemarkedet og forbrukere har en makt i å sette bærekraft på agendaen, for å gjøre det attraktivt å velge løsninger som er gunstige for miljøet. Ved å etterspørre klimaregnskap, og la det være en viktig faktor i valget om kjøp eller leie, kan kjøpere gjøre det mer attraktivt for utbyggere å velge løsninger med lavere miljøavtrykk. Men hvordan komme dit det viser seg økonomisk lønnsomt?

Det kan være subsidierte løsninger hvor utbyggere som velger miljøvennlige løsninger får støtte fra staten for å velge alternativer som muligens er dyrere og mer miljøvennlig. Et eksempel på dette er Enova, som investerer over to millioner årlig i prosjekter som er kostbare og risikable ved å velge løsninger som bidrar til lavutslippssamfunn(Enova, n.d.). Det er et virkningsfullt initiativ. Men det trengs mer for å byggenæringen grønn, spesielt om næringen skal ta grep om klimautfordringene på globalt plan. Det er heller ikke alle prosjekter som får støtte for å velge miljøvennlige løsninger.

Hva fører morgendagens krav til?

Anbefaling om endring av TEK med etterfølgende standarder og veiledere. Det må være mer fokus på å vise referansebygninger, praktisk forklaringer og eksempler til hvordan det er gjennomført tidligere. En standard har ingen verdi om ingen skjønner hvordan man skal bruke den. Det finnes gode eksempler på gjennomføring av teknisk løsning i Byggforsk. Det trengs gode eksempler på hvordan skape et prosjekt som ser på helhetlig utslipp gjennom hele levetiden til bygninger.

Futurebuilt, er et godt eksempel på delingsplattform av bygninger som satser høyt med ambisjoner for innovative løsninger og miljøvennlige løsninger. Det er oppsatte kriterier for å kvalifisere som Futurebuilt, så alle prosjekter vil ikke få tildelt tittelen som Futurebuilt ei heller komme på deres nettsider. Kriteriene går stort sett på løsninger i bygninger og lokasjon av byggene, og sier lite om hvilke krav som stilles til dokumentasjon. Selv om det krever dokumentasjon for å vise at prosjektet kvalifiserer til status som Futurebuilt.

Mangler det eksempler på ledelse for å oppnå redusert klimagassutlipp i byggebransjen? Det er usikkert, da det hovedsakelig er funnet eksempler på hvordan man skal endre tekniske løsninger eller metodikk i et prosjekt for å oppnå et mer bærekraftig prosjekt. Det er lite krav og eksempler på ledelse i prosjekter med suksess. Det meste er basert på erfaring fra prosjektledelse gjennom flere år i bransjen. Det er sett på kurs og verktøy for å styre et prosjekt i mer bærekraftig retning, men få som fokuserer på helhetlig perspektiv. Da ledelse starter med ideen av et bygg til bygningen er revet og jevnet med grunnen.

7.3 Hvordan tilrettelegge for nyskaping og innovasjon?

7.3.1 Endring i kjøpemarkedet

Mer eierskap til egen bolig

I et bærekraftsperspektiv er det lønnsomt at beboerne kjenner til sin egen bolig. Slik at beboerne kan rehabilitere og vedlikeholde sin egen bolig. Det vil sørge for at bygningen har høyere sannsyn-

lighet for å få kontinuerlig vedlikehold, da beboerne tjener på at bygningen har så lang levetid som mulig. Det vil også gjøre det enklere for beboerne å bygge om selv, dersom man befinner seg i en ny livssituasjon med nye behov enn da man bygde. I stede for å bygge nytt og flytte til et annet sted. Overlappsperioder hvor noen overtar en bolig skaper et større behov for boliger enn å bo i den samme boligen over lengre tid.

Mer eierskap til egen bolig, og å ha lagt mye innsats i noe eget, øker også sannsynligheten for å bli boende lengre. Av den enkel grunn at eierskap er en viktig faktor for å trives i eget hjem. Det er som regel bygget for en livstid og ikke primært bygget for kjøp og salg. Den sentimentale verdien av å ha bygget noe selv vil gi en berikelse som er vanskelig å få i et standard bygget hus. Det kan spekuleres i om det gir høyere livskvalitet.

Etterspørsel av energiforbruk og bærekraftig bygging

I kjøpemarkedet i dag er det viktig for kundene at det er god energimerking, for eksempel A eller B. Man sparer penger i lengden på et vel isolert bygg, da det trengs mindre energi til oppvarming. Spesielt når energiforsyningen er sårbar og det kan fort bli dyrt når det er underskudd på energi i Europa.

Når klimaregnskap er på vei inn i norsk lovgivning kan det se ut til at det blir mer fokus på lavt klimafotavtrykk ved kjøp av bygninger. Hvis det blir en norm med å oppgi klimafotavtrykk på samme måte som det gjøres med energimerking, vil det føre til økt fokus på kjøpemarkedet og en økt fordel for utbyggerne som klarer å skape bygninger med lavt klimafotavtrykk. På denne måten får markedet økt påvirkningskraft gjennom informasjonen som tidligere ikke har vært like tilgjengelig.

Bygg skal gjøre mer enn å skaffe tak over hodet

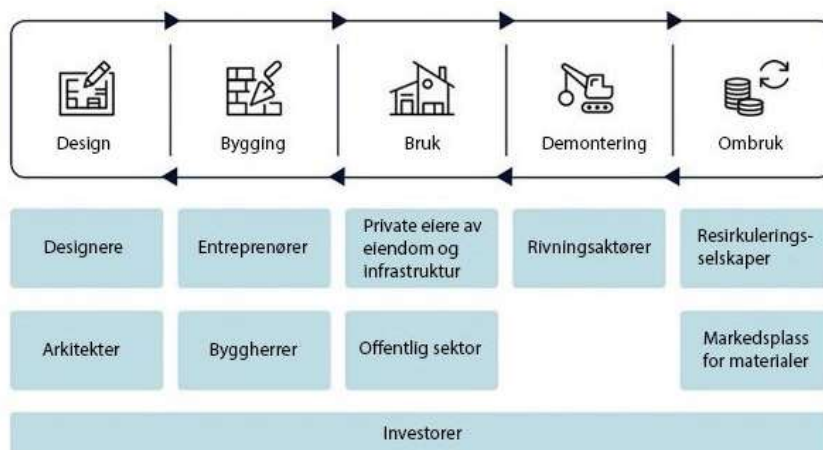
Det stilles høyere krav til hva byggene skal levere. Innen property technology skapes det bare flere og flere løsninger, deriblant automatisk testing og overvåking av brannslukkingssystem gjennom Firemesh. Property technology benytter seg av prediktiv analyse for å forutse hva som kommer til å skje og deretter tilpasse bygningen inneklimate til været for eksempel. Dette vil være en forventning til bygninger, samtidig som det er gunstig kostnadmessig og bærekraftig. Ved IoT(Internet of thing) inntok stilles det høyere krav til teknologiske løsninger og muliggjøres av teknologier i hyppig utvikling.

Ved hjelp av property technology kan bygningers levetid forlenges. Det gjør at man kan overvåke bygningens tilstand til en hver tid, og dermed sørge for at den “presterer” optimalt. På den måten vil man bli mer fornøyd med bygningene man har, og lettere se hva som skal utbedres i steden for å rive og bygge nytt. Bygninger trenger oppgraderinger, på samme måte som man oppgraderer programvaren på telefonen sin hele tiden. Hvis det ventes med å installere ny programvare på smarttelefonen vil det etterhvert merkes at den henger etter i teknologisk utvikling og som verste følge kastes før den egentlig er utdatert. Det må tenkes på samme måte med bygningene som står i dag.

7.3.2 Verdi i hele verdikjeden

Forskjellig aktører er inne i forskjellige deler av verdikjeden. Figuren under viser dette enkelt forklart. Alle aktørene har mål om å tjene penger. Når de da er inne på forskjellig tidspunkt vil det være fort at aktørene som kun er leid inn for en periode kun tenker på sitt inntjeningspotensiale i den fase de er inne.

Som figuren tilsier er det investorer som gavner på lang levetid. Byggeiere må påvirke alle aktørene i kjeden til å velge kvalitet. Det er byggherre som sitter med mandat i økonomiske avgjørelser, så det er her den største påvirkningen kommer fra. Ved å fokusere på at bygget skal stå i lang tid, mer enn e 60 årene som nå blir prosjektert etter, vil det gjøre utbyggingen mer bærekraftig. Hvis det i tillegg legges til rette for at materialer kan ombrukes i nye bygninger eller rehabiliteringsprosjekter blir verdien i bygningene bevart lenger. For å oppnå dette må byggeier sette krav om dokumentasjon av byggets materialer, klimagassutslipp og høyere krav til lenger levetid enn hva som er standarden i dag.



Figur 19: Verdiskaping gjennom verdikjeden (Circular Norway, n.d., oversatt)

Hva kan læres av eksperimentboligene?

I prosjektet på Svartlamon er basert på brukermedvirkning. Eksperimentboligene er et lite prosjekt og dermed er det enkelt å viderefremme informasjon og ideer til alle interessenter og brukere, i motsetning til et mer tradisjonelt milliardprosjekt. Hvordan kan digitale verktøy gi mer brukermedvirkning? Digitale verktøy bidrar til å forstå hvordan et bygg er bygget opp, hvilke deler det består av og hvilke verdi som ligger i det. Hvis modellen kan brukes til brukermedvirkning er det et stort fortrinn, ikke bare større bredde i dagens boformer, men også morgendagens. Ved økt brukermedvirkning oppnås det at brukerne blir mer fornøyd, som fører til mindre ombygging, som igjen fører til lenger bruk og mer bærekraftig på sosialt, miljømessig og økonomisk nivå.

Da selvbyggerne skulle bo i sine egne bygg, er det naturligvis et insentiv for dem å bygge et hjem med bra inneliv og ønsket utforming som er tilpassningsdyktig til livets forskjellige stadier. Gjennom at beboerne selv tar beslutninger hele veien skaper det et overordnet ønske om kvalitet fra alle aktører i hele verdikjeden. Hvis alle i verdikjeden hadde hatt et insentiv til å bygge til best mulig kvalitet og for et bygg som skal stå i ikke bare 60 år, men i 1000 år, ville samarbeidet på tvers av verdikjeden sett ganske annerledes ut. Byggeier og bygningsforvaltere må tenke som selvbyggere, og ta med seg holdningssettet til selvbyggere inn i tomte- og byutvikling.

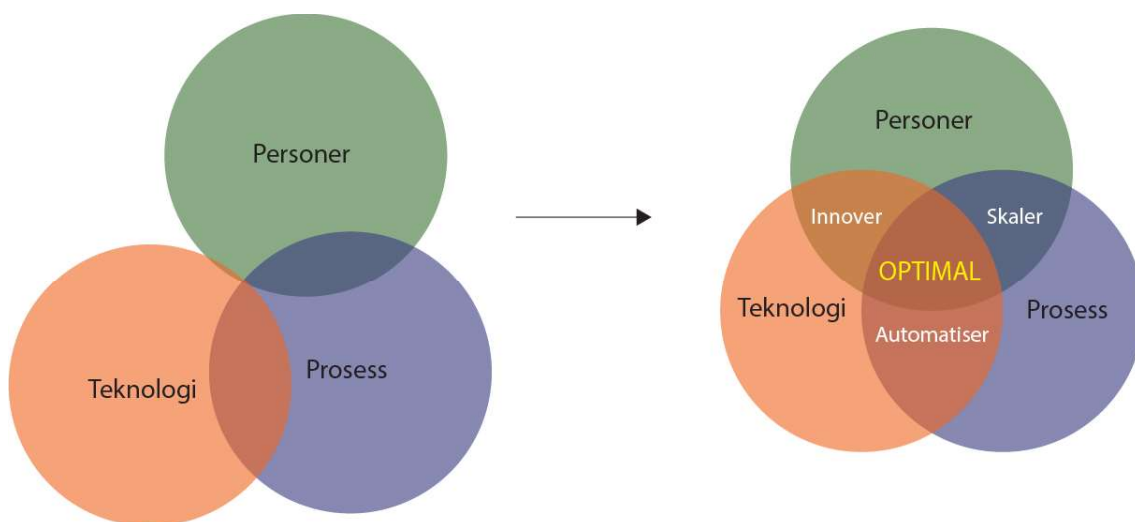
Forretningsmodeller som tar hensyn til hele verdikjeden

For å utarbeide forretningsmodeller som tar hensyn til hele verdikjeden må det først granskes hvor verdiene ligger i dagens forretningsmodell. Deretter må det undersøkes hvilke muligheter for finnes for å realisere verdiskaping på områder som ikke er skapt enda. Det må sees på hvilke ressurser som trengs for å realisere disse verdiskapningen, trengs det nye prosesser, verktøy eller kunnskapsheving. Tiden kan da være inne for å skaffes seg nye leverandører, interessenter eller systemer som realiserer verdiskapingspotensialet.

Først og fremst tenk sirkulært. Med dette som hoved utgangspunkt vil det være lettere å gå gjennom hele verdikjeden og oppdage hvilke områder som trengs å modnes for endring. Med modning menes det at området må undersøkes hvordan skal endres og legge til rette for en endring. Ved dette kan det utarbeides en prosessendring og/eller endre kunnskaps bakgrunnen på området, slik at nye metoder kan implementeres.

7.3.3 Morgendagens bransje

Det er noe implementering av digitale verktøy i byggenæringen i dag, men lite gjennomtenkt bruk og hva digitale verktøy skal bidra til. Endring i teknologi fører ikke automatisk til endring i prosess og personer, men det er viktige faktorer for å implementere ny teknologi. Det må bevisstgjøres og jobbes med hva man skal få ut av implementering av nye verktøy. Gjennom systematisk gjennomgang av personer og prosesser og finne ut om det trengs nye ressurser for å implementere ny teknologi vil bedrifter være rustet for og få en optimal gevinst av digitale verktøy. Tanken må



Figur 20: Fra dagens praksis til optimal (egenillustrert)

snus fra “dette verktøyet skal brukes” til “hva er utbytte ved å bruke dette verktøyet? Hvilke endringer må gjøres for at utbyttet skal bli optimalt?”. Dette gjelder ikke bare ved implementering av digitale verktøy, men alle type endringer.

Illustrasjon over viser hvordan teknologi må inkludere endring i prosess og personer. På høyre side er dagens praksis av PPT-rammeverket. Det er lite innovasjon, og manglende fokus sammenhengen mellom personer og teknologi. Ved personer menes kompetanse hos personer eller aktører som er involvert i endringen. Kunnskapsheving innen området digitalisering omtaler mange i byggenæringen som en barriere for implementering og optimal bruk av digitale verktøy. Automatisering skjer hyppig, noe som bør fortsettes å jobbe med innen bransjen. Optimal bruk av digitale verktøy trenger å omfatte alle tre aspektene.

I midten av figuren til høyre finnes optimal praksis, det er her man vil få maksimalt utbytte av teknologien som introduseres. For å komme hit trengs det nye forretningsmodeller, og større fokus på forandring på flere områder. Dersom bedriften ikke har prosess eller personer som er kompatibel med teknologi som er tenkt å implementere, kan det i verste fall senke effektiviteten. Det er viktig å ikke bli for engasjert i hva teknologi kan gjøre, men heller fokusere på hva teknologien kan gjøre for ens bedrift. Det er ikke alle funksjonaliteter som skal implementeres, det må plukkes ut de som faktisk har en funksjonalitet og gir gevinst for ens bedrift. Gitt at funksjonaliteten er mulig å innføre med dagens eller morgendagens prosess og personer. Hvis ikke teknologien brukes optimalt går potensiell verdiskaping tapt.

Energieffektivisering i bygg

Å se på bygninger som en ressurs for å produsere energi gir en ny funksjon for bygninger og ressurser blir benyttet for morgendagens behov. Det er kun ett av tiltakene for en bærekraftig utvikling i BAE-næringen. Hvordan få til markedsendring i eksisterende boligmasse (Ann Kristin Kvellheim, 2018)? Bygninger må sees på verdier i seg selv. Alle materialer og elementer i bygninger er verdier, som har mye lenger levetid enn det som utnyttes i dag. Bransjen har kommet langt på energieffektivisering, nå er det på tide å se på flere områder hvor bransjen kan minske sitt klimafotavtrykk.

Mål som er satt til energieffektivisering har vist seg å være oppnåelige, slik som ZEB, Powerhouse o.l.. Alle bygninger bør ha krav til energieffektivisering, men det trengs mål på flere andre områder for å skape ambisiøse byggeprosjekter. Eksperimentboligene var banebrytende da det startet opp, og er fortsatt en pioner for ombruk. Men det burde ikke være slik, ombruk bør være en norm for mange prosjekter. Det at Eksperimentboligene var avhengig av kompensasjon fra byggt teknisk forskrift viser hvor vanskelig det er å bygge med ombrukte materialer. Det må skje en endring for at lignende prosjekter, i ikke byøkologiske områder, skal få byggetillatelse. Eksperimentboligene er basert på enkle prinsipper med naturlig ventilasjon og ombruk av materialer som ikke er vanskelig å få til for mange prosjekter. Hvis det ikke hadde vært for barrierer satt av dagens regelverk ville

prinsipper fra eksperimentboligene vært mer utbredt. Eksperimentboligene mottok energiprisen for totalt energiregnskap for hele livsløpet, da det koster mer energi å produsere nye materialer enn å ombruke.

Verdiplattform

Plattformer for deling av informasjon om produkter som finnes i markedet er en start på arbeidet med digitalisering av byggebransjen. For å opprettholde verdikjeden til et bygg og beholde verdien av materialene lenger trengs det en måte for å skape den verdien. Hvis det skal sørges for at denne verdien opprettholdes trengs det informasjon om hvor materialene finnes, hvilke tilstand de har og produktdatablad som forteller materialets spesifikasjoner.

Forvaltning av EPD, Environmental Product Declaration, trenger systemer for deling og behandling. Ved å bruke allerede implementerte metoder for sammenligning av produkter kan det enkelt deles på tvers av prosjekter, og det er enkelt å se hvilke ombrukte produkter man kan bruke i sitt byggeprosjekt. Informasjonen er tilgjengelig, men per dags dato noe ustrukturert samlet, det trengs bare et format for deling som er enkelt og brukervennlig. Å bruke det som finnes til nye ideer gir gamle materialer ny verdi på markedet.

7.4 Veien videre

Det oppfordres til videre forskning i form av systematisk gjennomgang av innovasjon innenfor teknologier som kan slå sin rot i BAE-næringen. Ved videre forskning kan det resultere i oppdagelse av kommende teknologier som kan ha stor betydning for bransjen, og som dytter byggeprosjekter i en positiv retning i form av økte kutte i klimafotavtrykk.

Ved implementering av ny teknologi trengs det endring på andre områder. Det oppfordres til å utvikle en beste praksis og eksempler på hvordan byggeprosjekter kan introdusere og bruk nye digitale verktøy på en optimal måte som gir høyest mulig gevinst for involverte aktører. En åpen brukerveiledning vil gjøre det enklere for aktører med manglende kunnskap og erfaring og ta i bruk digitale verktøy, hvor resultatet blir mer bærekraftig drift.

Det oppfordres til å undersøke hvordan byggebransjen kan gå fra inntjening ved nybygg til verdiskapning gjennom rehabilitering. Bebyggelsen som finnes i dag utgjør størsteparten av bygninger som vil stå om 100 år. For at byggebransjen skal gå fra en bruk og kast mentalitet til økt verdiskapning gjennom sirkulærøkonomi, ombruk og bevaring må endringer skje raskt. Her kan det sees på hvordan man skal legge til rette for at det lønner seg økonomisk å rehabilitere heller enn å bygge nytt.

8 Konklusjon

Opgaven er et bidrag for å supplere og løfte opp eksisterende kunnskap om samvirkning mellom digitalisering og bærekraft, og hvilke faktorer som er muliggjørere og begrensninger for informasjonsforvaltning. Det er blitt pekt på optimal praksis ved innføring av ny teknologi ved større fokus på prosess og personer. Undersøkelser er gjort for å kartlegge muligheter for ombruk, og hvordan digitalisering kan bidra til å forlenge materialers levetid. I denne oppgaven er det avdekket mangler i byggenæringen, hvor følgende er listet opp under.

- For lite fokus på prosess og personer. For mye kaste digitale verktøy på et system som ikke er mottakelig for endringer
- For lite fokus på langsiktig verdi, og dermed ikke noe som går igjen i hele verdikjeden
- Holdninger og lovgiving motarbeider nye forretningsmodeller og verdiskaping på nye markedsområder
- Mangel på åpenhet og deling av informasjon, som senker hastigheten på utviklingen av digitalisering og bærekraft i byggebransjen
- Manglende fokus på resultat og tiltakene som skal komme av utredning, da utredning i seg selv ikke medfører noen endring

Ved avdekking av disse manglende trengs det endringer som fører til økt optimal bruk av ny teknologi, samt bedre tilrettelegging for ombruk. Det å bygge med ombruk trenger nye type systemer, prosesser og kunnskap.

Ved innføring av ny teknologi må det utarbeides og følges opp en endringsstrategi som gjør bedrifter mottakelig for nye teknologiske løsninger, her må prosess og personer stå sentralt. Ved lite kunnskap om digitale verktøy som skal implementeres setter det begrensninger innad i bedriften gevinst av bruken. De riktige prosessene og personene må være på plass for å få et resultatmål som utfyller potensialet til digitale verktøy. Informasjonsforvaltning er en viktig del av digitalisering, og håndteringen av informasjon må ved dette behandles som en verdi.

Høyere skatter og avgifter ved bruk av jomfruelige materialer, og økt gevinst for byggeprosjekter som er medregnet lang levetid for byggene og materialene. På denne måten vil det bli en gevinst å ombruke materialer. Eterspørselen vil øke, og dermed også insentiv for å bygge nybygg tilrettelagt for ombruk. Det vil styre markedet og nye forretningsmodeller vil komme som følge av regulering fra myndigheten. Lang levetid for bygninger trengs for å bevare bygningsmassen som finnes i dag. Å la et bygg stå fremfor å rive er det mest bærekraftige alternativet.

Endring av dagens lovverk slik at det blir mer økonomisk lønnsomt og enklere å ombruke materialer og velge innovative løsninger for prosjekter. I dag setter byggt teknisk forskrift en begrensning på ombruk hvor løsninger som kan være mer bærekraftig og samtidig trygge ikke får gjennomslag da det er for kostbart å dokumentere tilstandsgraden. Avfallsplaner og krav om sortering setter begrensninger for dagens ombruksprosjekter ved å premiere sorteringsgrad fremfor ombruk av materialene.

Økt fokus på informasjonsdeling og motivasjon for samarbeid på tvers av bedrifter, aktører og organisasjoner. Krav om åpenhet og deling kan innføres av myndigheter eller byggherrer. For økt informasjonsdeling trengs det endring av holdninger i bransjen. Alle vil få utbytte av økt samarbeid på tvers av verdikjeder og aktører, ved å jobbe mot samme mål. Samarbeid og kollektivt ansvar for å bevege næringen i en mer bærekraftig retning vil gi økt hastighet på endringstiltak.

Stille strengere krav til dokumentasjon av og ansvar for langtids kvalitet, kontinuerlig vedlikehold og renovasjon av bygninger til utbyggere. Utbyggere og byggeiere må ansvarliggjøres for hele bygget levetid, fra ide til riving. Høy kvalitet og lang levetid er ekvivalent med bærekraftig bygging, og må prioriteres ved utbygging. I tid med økende tjenestemarked

på tekniske løsninger vil det fremover være større muligheter for leietjeneste på vedlikehold og inneklimaløsninger.

Det bygges på lånt tid. Norges største fastlandsnæring må ta grep for å bruke ressurser på en bærekraftig måte. Endring trengs, og det trengs nå. Digitalisering er en akselerator for å drive næringen inn i et nullutslippssamfunn. Den digitale hverdagen er kommet for å bli, og det er på høy tid at BAE-næringen skaffer seg kunnskap om og setter til verks strategier for optimal bruk av digitale verktøy. Denne oppgaven binder digitalisering og bærekraft sammen, og ser på potensialet for raskere utvikling på begge områder om det sees i sammenheng ved at digitalisering bidrar til styrket informasjonsgrunnlag som bidrar til bærekraftig utvikling.

Referanser

- Ahmadian, F. A., Rashidi, T. H., Akbarnezhad, A. & Waller, S. T. (2017). Bim-enabled sustainability assessment of material supply decisions. *Emerald Insight*, 24.
- Andersen, P. B. (2021). Automatisering. Retrieved 31/05/2022, from <http://snl.no/automatisering>
- Ann Kristin Kvellheim, A. G. L. (2018). Virkemidler som virker. *SINTEF akademisk forlag*.
- Arge, K. (2008). *Tverrfaglighet og fagkompetanse i prosjekters tidlige fase* (28).
- Arneberg, T. L. E. J.-F. G. E. (2021). Dette er sporløs ferdsel. Retrieved 31/05/2022, from <https://norskfriluftsliv.no/hva-er-sporlos-ferdsel/>
- Asplan Viak, Civitas, Aase Teknisk. (2021). Høringssvar til klimabaserte energikrav til bygg. *DiBK*.
- BNL. (2017). Digitalt veikart - for en heldigitalisert, konkurransedyktig og bærekraftig bae-næring. *BNL*.
- Bygg21. (2018a). Bygg- og eiendomssektorens betydning for klimagassutslipp – Bygg21. Retrieved 31/05/2022, from <https://bygg21.no/rapporter-og-veiledere/bygg-og-eiendomssektorens-betydning-for-klimagassutslipp/>
- Bygg21. (2018b). Gode bygg og områder – for helsa, miljøet og lommeboka – Bygg21. Retrieved 31/05/2022, from <https://bygg21.no/rapporter-og-veiledere/gode-bygg-og-omrader-for-helsa-miljoet-og-lommeboka/>
- Circular Norway. (n.d.). Bygg som materialbank bidrar til en mer sirkulær byggebransje. Retrieved 01/06/2022, from <https://www.circularnorway.no/nyheter/fis3198b0qk4db1rdhqrudmbekn9yk>
- COWI. (n.d.). Kan byggsektoren bli mer sirkulær? Retrieved 31/05/2022, from <https://www.cowi.no/om-cowi/nyheter-og-presse/kan-byggsektoren-bli-mer-sirkulaer>
- COWI Fagnettverk for klimagassberegninger og LCA. (2021). Høringssvar til klimabaserte energikrav til bygg. *DiBK*.
- Dalland, C. (2014). *Elevative arbeidsformer: Hvordan påvirker arbeidsplaner og muntlige fremføringer elevens strategier i klasserommet? (avhandling for graden phd)*. Universitete i Oslo, Det utdanningsvitenskapelige fakultetet.
- Dalland, O. (2020). *Metode og oppgaveskriving*. Gyldendal.
- DeveloperWeb. (2022). Guide to the People, Process, Technology Framework. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.cflowapps.com/people-process-technology-framework/>
- DiBK. (n.d.-a). Direktoratet for byggkvalitet. Retrieved 31/05/2022, from <https://dibk.no/om-oss/Nyhetsarkiv/er-ombruk-en-omvei-til-sirkular-okonomi/>
- DiBK. (n.d.-b). Direktoratet for byggkvalitet. Retrieved 31/05/2022, from <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/2/2-1/>
- DiBK. (n.d.-c). Direktoratet for byggkvalitet. Retrieved 31/05/2022, from <https://dibk.no/regelverk/horingar/hoyringar/klimabaserte-energi-til-bygg/>
- DiBK. (n.d.-d). Vedlegg 1 Forskriftstekst. Klimabaserte energikrav til bygg, 12.
- Difi. (n.d.). Klimagassberegninger for hele bygget (Prosjektering) — Kriterieveviseren. Retrieved 31/05/2022, from <https://kriterieveviseren.difi.no/nb/content/nb-klimagassberegninger-hele-bygget-0>
- Digdir. (n.d.). Kva er informasjonsforvaltning? — Digdir. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.digdir.no/informasjonsforvaltning/kva-er-informasjonsforvaltning/2116>
- Digital Norway. (n.d.). Hva er en digital tvilling? Retrieved 31/05/2022, from <https://digitalnorway.com/modul/hva-er-en-digital-tvilling-2/>
- Digital21. (n.d.). Digital 21. Retrieved 31/05/2022, from <https://digital21.no/>
- Digital21. (2018). Digital21 - digitaliseringsstrategi. *Digital21*.
- DigitalNorway. (2022). Hvorfor bærekraftsmålene er verdens beste businessplan. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.youtube.com/watch?v=7o87UJpueOw>
- Ding, G. (2008). Sustainable construction—the role of environmental assessment tools. *Environmental Management*, 86, 451–464. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenman.2006.12.025>
- Direktoratet for byggkvalitet – DiBK. (2020). Er ombruk en omvei til sirkulær økonomi? Retrieved 31/05/2022, from <https://www.youtube.com/watch?v=oyjndA4SYQs>
- Earth Overshoot Day. (n.d.). Country Overshoot Days 2022. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.overshootday.org/newsroom/country-overshoot-days/>
- Efca. (n.d.). Bim and iso 19650 from a project management perspective. *Fidic*.

- Elkington., J. (1997). *Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business*. John Wiley Son Ltd.
- Engebø, A. (2021). Literature search and review - short introduction [[Lysarkpresentasjon]. Emne TBA4128 Prosjektledelse, videregående kurs. NTNU.].
- Enova. (n.d.). Om Enova – Vi bidrar til ny energi- og klimateknologier. Retrieved 01/06/2022, from <https://www.enova.no/om-enova/>
- Europa Environment Agency. (n.d.). Greenhouse gas emissions from energy use in buildings in Europe — European Environment Agency. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/greenhouse-gas-emissions-from-energy/assessment>
- FCP. (n.d.). BIM — FCP. Retrieved 01/06/2022, from <https://www.fcp.at/en/main-focus/bim>
- Fileinfo. (n.d.). IFC File Extension - What is an .ifc file and how do I open it? Retrieved 31/05/2022, from <https://fileinfo.com/extension/ifc>
- Finansdepartementet. (2021). Nye regler om bærekraftig finans vil ikke tre i kraft fra nyttår [Publisher: regjeringen.no]. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/nye-regler-om-barekraftig-finans-vil-ikke-tre-i-kraft-fra-nyttar/id2892207/>
- FN. (n.d.). Last ned grafikk. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.fn.no/om-fn/fns-barekraftsmaal/last-ned-grafikk>
- Fremtidsbygg. (2019). Digitale verktøy gjør byggebransjen mer bærekraftig: Gir også færre feil. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.fremtidsbygg.no/digitale-verktoy-gjor-byggebransjen-mer-barekraftig-gir-ogsa-faerre-feil/>
- Haanes, H. & Ohren, T. (2015). Eksperimentboliger på Svartlamon [Accepted: 2016-01-12T12:27:59Z Publisher: NTNU]. Retrieved 01/06/2022, from <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/2373430>
- Hayashi, K., Hondo, H. & Moriizumi, Y. (2016a). Preference construction processes for renewable energies: Assessing the influence of sustainability information and decision support methods. *Sustainability*, 8(11), 1114. <https://doi.org/10.3390/su8111114>
- Hayashi, K., Hondo, H. & Moriizumi, Y. (2016b). Preference Construction Processes for Renewable Energies: Assessing the Influence of Sustainability Information and Decision Support Methods. *Sustainability*, 8(11). <https://doi.org/10.3390/su8111114>
- HENT. (2021). Høringssvar til klimabaserte energikrav til bygg. *DiBK*.
- Hjelseth, E. (2020). Iso 19650 informasjonsledelse - stor standard med liten betydning!? *Prosjekt Norge*.
- Hjelseth, E. & Tollnes, T. (2019). *Bim! - program og prosess!* NTNU, Oslo Met.
- Itera. (2020). Avmystifisering av teknologier: Virtuell- og utvidet virkelighet. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.youtube.com/watch?v=m24J8zaUtyQ>
- James M. Morgan, J. K. L. (2006). *The toyota product development system: Integrating people, process, and technology (1st ed.)* Productivity Press. <https://doi.org/10.4324/9781482293746>
- Karunasena, G., Rathnayake, U. & Senarathne, D. (2016). Integrating sustainability concepts and value planning for sustainable construction (M. Kumaraswamy & C. Liyanage, Eds.) [Publisher: Emerald Group Publishing Limited]. *Built Environment Project and Asset Management*, 6(2). <https://doi.org/10.1108/BEPAM-09-2014-0047>
- Klima- og miljødepartementet. (2021). Nasjonal strategi for ein grøn, sirkulær økonomi, 164.
- KXA. (n.d.). FNs bærekraftsmål og eiendomsbransjen. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.norskeiendom.org/barekraft/>
- Lackner, E. J. (2021). Forskning. Retrieved 31/05/2022, from <http://snl.no/forskning>
- Markelj, J., Kitek Kuzman, M., Grošelj, P. & Zbašnik-Senegačnik, M. (2014). A Simplified Method for Evaluating Building Sustainability in the Early Design Phase for Architects. *Sustainability*, 6(12), 8775–8795. <https://doi.org/10.3390/su6128775>
- Miljødepartementet. (1997). Del I - Miljøvernpolitikk... [Publisher: regjeringen.no]. Retrieved 31/05/2022, from https://www.regjeringen.no/no/dokument/dep/kld/stmeld/19961997/st-meld-nr-58_1996-97/1/id191318/avsnitt.1.1/legg+inn+i+nocite
- Miljødirektoratet. (n.d.). Norske utslipp av klimagasser. Retrieved 31/05/2022, from <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/norske-utslipp-av-klimagasser/>
- Multiconsult Norge. (2021). Høringssvar til klimabaserte energikrav til bygg. *DiBK*.
- NBS. (n.d.). Connected Construction Information. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.thenbs.com/>
- NBS. (2020). 10th annual bim report 2020. *NBS*.

- NHO. (n.d.). EUs taksonomi og handlingsplan for bærekraftig finans. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.nho.no/tema/energi-miljo-og-klima/artikler/eus-taksonomi-og-handlingsplan-for-barekraftig-finans/>
- Nilsen, H. R. (2021). Sirkulær økonomi. Retrieved 31/05/2022, from http://snl.no/sirkul%C3%A6r_%C3%B8konomi
- Nilsen, M. & Bohne, R. A. (2019). Evaluation of BIM based LCA in early design phase (low LOD) of buildings. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 323(1), 012119. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/323/1/012119>
- Norconsult. (2021). Høringssvar til klimabaserte energikrav til bygg. *DiBK*.
- Nøysom arkitekter. (n.d.). Eksperimentboliger på Svartlamon. Retrieved 01/06/2022, from <https://www.noysomarkitekter.no/eksperimentboliger-pa-svartlamon>
- NTNU. (n.d.). IMRaD-modellen — Søk & Skriv. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.sokogskriv.no/skriving/imrad-modellen.html>
- NTNUbibliotek. (2017). Kildekritikk av artikler: T-O-N-E prinsippet. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.youtube.com/watch?v=rs5PFX5SIHc>
- OBOS. (2021). Høringssvar til klimabaserte energikrav til bygg. *DiBK*.
- og Miljødepartementet, K. (2021). Klimaendringer og norsk klimapolitikk [Publisher: regjeringen.no]. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/innsiktsartikler-klima-miljo/klimaendringer-og-norsk-klimapolitikk/id2636812/>
- Økland, A., Olsson, N. O. E. & Venstad, M. (2021). Sustainability in Railway Investments, a Study of Early-Phase Analyses and Perceptions [Number: 2 Publisher: Multidisciplinary Digital Publishing Institute]. *Sustainability*, 13(2), 790. <https://doi.org/10.3390/su13020790>
- Pan, Y. & Zhang, L. (2021). Roles of artificial intelligence in construction engineering and management: A critical review and future trends. *Automation in Construction*, 122, 103517. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103517>
- Parametric Architecture. (n.d.). What is Parametric Design in Architecture? Retrieved 31/05/2022, from <https://parametric-architecture.com/what-is-parametric-design-in-architecture/>
- Plutora. (2020). People, Process, Technology: The PPT Framework, Explained. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.plutora.com/blog/people-process-technology-ppt-framework-explained>
- Powerhouse. (n.d.). Front. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.powerhouse.no/hva-er-et-powerhouse/>
- Rambøll. (2021a). Bestill Bærekraft i praksis 2021. Retrieved 31/05/2022, from <https://c.ramboll.com/no/baerekaft-i-praksis>
- Rambøll. (2021b). IT i praksis 2021. Retrieved 31/05/2022, from <https://no.ramboll.com/presse/publikasjoner/it-i-praksis-2021>
- Rambøll Norge. (2021). Høringssvar til klimabaserte energikrav til bygg. *DiBK*.
- Resch, E., Brattebø, H. & Andresen, I. (2020). Embodied emission profiles of building types: Guidance for emission reduction in the early phases of construction projects. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 410(1), 012069. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/410/1/012069>
- Röck, M., Hollberg, A., Habert, G. & Passer, A. (2018). LCA and BIM: Visualization of environmental potentials in building construction at early design stages. *Building and Environment*, 140, 153–161. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.05.006>
- Rossen, E. (2021). Databehandling. Retrieved 31/05/2022, from <http://snl.no/databehandling>
- Rygh, P. (2021). Passivhus. Retrieved 31/05/2022, from <http://snl.no/passivhus>
- Samset, K. (2008). *Prosjekt i tidligfase – valg av konsept*. Fagbokforlaget.
- Sandberg, K. (n.d.). ENTREPRENØRFØRENINGEN — BYGG OG ANLEGG, 2.
- SINTEF. (n.d.). Bygdin skal bli ny industrialiseringsarena. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.sintef.no/siste-nytt/2016/bygdin-skal-bli-ny-industrialiseringsarena/>
- SINTEF Byggforsk. (2021). Høringssvar til klimabaserte energikrav til bygg. *DiBK*.
- Skanska Norge. (2021). Høringssvar til klimabaserte energikrav til bygg. *DiBK*.
- Skift Norge. (n.d.). Bærekraft i praksis 2021: Rambøll avdekker flaskehalsen for virksomheters bærekraftsarbeid. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.skiftnorge.no/nyheter/ramb%C3%95ll-avdekker-flaskehalsen-for-virksomheters-b%C3%A6rekraftsarbeid-med-b%C3%A6rekraft-i-praksis-2021>
- SNL. (2021a). Objektivitet. Retrieved 31/05/2022, from <http://snl.no/objektivitet>
- SNL. (2021b). Taksonomi. Retrieved 31/05/2022, from <http://snl.no/taksonomi>
- SNL. (2022). Avfallshierarki. Retrieved 31/05/2022, from <http://snl.no/avfallshierarki>

- Sparebank1. (2022). Byggelån. Retrieved 01/06/2022, from <https://www.sparebank1.no/nb/bank/privat/lan/boliglan/byggelan.html>
- SSB. (n.d.-a). Avfall fra byggeaktivitet. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/avfall/statistikk/avfall-fra-byggeaktivitet>
- SSB. (n.d.-b). Innovasjon i næringslivet. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.ssb.no/teknologi-og-innovasjon/forskning-og-innovasjon-i-naeringslivet/statistikk/innovasjon-i-naeringslivet>
- Standard Norge. (2012). NS-EN 15978:2011. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=516244>
- Standard Norge. (2015). Iso 14001 - ledelsessystemer for miljø - spesifikasjon med veiledning.
- Standard Norge. (2019). Iso 19650 - organisering og digitalisering av informasjon om byggverk, inkludert bygningsinformasjonsmodellering (bim) - informasjonsforvaltning med bim.
- Statsbygg. (2021). Høringssvar til klimabaserte energikrav til bygg. *DiBK*.
- Steinar Kvale, S. B. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju (2.utg)*. Gyldendal Akademisk.
- Storsul, T. (n.d.). Dokumentanalyse. Analyse av kvalitative data., 5.
- Svartdal, F. (2019). Bekreftelsestendens. Retrieved 31/05/2022, from <http://snl.no/bekreftelsestendens>
- Svartlamoen beboerforening. (n.d.). Hva er Svartlamon – Svartlamon. Retrieved 01/06/2022, from <https://svartlamon.org/organisering/>
- Tek Pluss. (n.d.-a). Om Tek Pluss. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.tekpluss.no/om-tek-pluss>
- Tek Pluss. (n.d.-b). Om Tek Pluss. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.tekpluss.no/copy-of-bakgrunn>
- Tek Pluss. (2021). Tek pluss - nye forretningsmodeller som transformerer byggebransjen forbi netto null. *Tek Pluss*.
- Tek Pluss. (2022). Rom til nye muligheter. *Tek Pluss*.
- Tekna. (n.d.). Sirkulær økonomi i byggebransjen. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.tekna.no/fag-og-nettverk/bygg-og-anlegg/byggbloggen/sirkulaer-okonomi-i-byggebransjen/www.tekna.no/fag-og-nettverk/bygg-og-anlegg/byggbloggen/sirkulaer-okonomi-i-byggebransjen/>
- Treteknisk. (n.d.). Parametrisk design – å industrialisere unik arkitektur — Treteknisk. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.treteknisk.no/aktuelt/parametrisk-design-a-industrialisere-unik-arkitektur>
- Trondheim Kommune, p. o. b. o. b. o. b. (2006). R216b reguleringsplan svartlamoen.
- TrueNxus. (n.d.). Ultimate Guide to the People, Process, Technology Framework — TrueNxus Blog. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.truenuxus.com/blog/people-process-technology-framework>
- UK BIM Alliance. (2020). Information management according to BS EN ISO 19650 - UK BIM Alliance [Section: Projects]. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.ukbimalliance.org/information-management-according-to-bs-en-iso-19650/>
- UN Global Compact. (n.d.). SDG Action Manager — UN Global Compact. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.unglobalcompact.org/take-action/sdg-action-manager>
- Wæhle, E., Dahlum, S. & Grønmo, S. (2020). Case-studie. Retrieved 31/05/2022, from <http://snl.no/case-studie>
- Wohlin, C. (2014). Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. *Proceedings of the 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering - EASE '14*, 1–10. <https://doi.org/10.1145/2601248.2601268>
- WWF. (n.d.). Earth Overshoot Day 2021: Nå har vi brukt opp jordas ressurser for i år. Retrieved 31/05/2022, from <https://www.wwf.no/klima-og-energi/earth-overshoot-day>
- Yu, M., Zhu, F., Yang, X., Wang, L. & Sun, X. (2018). Integrating Sustainability into Construction Engineering Projects: Perspective of Sustainable Project Planning. *Sustainability*, 10(3), 784. <https://doi.org/10.3390/su10030784>
- ZEB. (n.d.). Zeb definisjoner. Retrieved 31/05/2022, from <http://zeb.no/index.php/no/om-zeb/zeb-definisjoner>

Vedlegg

A Resultat fra ulike søkekombinasjoner

Antall søkekombinasjoner:			57
Type søk	Søkemotor	Kombinasjoner	Antall treff
Søkeord	Oria	bim and sustainability	6493
Søkeord	Oria	bim and sustainability and early phase	2083
Søkeord	Oria	decision and sustainability	650229
Søkeord	Oria	decision and sustainability and early phase	111099
Søkeord	Oria	decision and environment	3925942
Søkeord	Oria	decision and environment and early phase	587498
Tittel	Oria	decision and environment and early phase	2
Tittel	Oria	decision and sustainability and early phase	1
Tittel	Oria	decision and sustainability	2431
Tittel	Oria	decision and environment	7095
Tittel	Oria	early phase and environment	67
Tittel	Oria	early phase and environment and construction	4
Tittel	Oria	early phase and sustainability	27
Tittel	Oria	early phase and sustainability and construction	2
Tittel	Oria	decisionmaking	2
Tittel	Oria	building	721471
Tittel	Oria	building and early phase	80
Tittel	Oria	building and early phase and environment	9
Tittel	Oria	building and early phase and sustainability	4
Tittel	Oria	planning phase and construction	50
Tittel	Oria	planning phase and construction and environment	0
Tittel	Oria	planning phase and construction and sustainability	0
Tittel	Oria	evaluation and early phase and sustainability	1
Tittel	Oria	evaluation and sustainability	4209
Tittel	Oria	evaluation and sustainability and construction	115
Tittel	Oria	property management and sustainability	186
Tittel	Oria	property management and sustainability and constructi	9
Tittel	Oria	property management and sustainability and decision	0
Tittel	Oria	property management and sustainability and early pha	0
Tittel	Oria	green building	15601
Tittel	Oria	green building and early phase	1
Tittel	Oria	green building and decision	0
Tittel	Oria	sustainability and engineering	10458
Tittel	Oria	sustainability and engineering and early phase	4
Tittel	Oria	environment and engineering and early phase	6
Tittel	Oria	planning and sustainability	4501
Tittel	Oria	planning and sustainability and construction	53
Tittel	Oria	planning and environment and construction	216
Tittel	Oria	bim and sustainability	198
Tittel	Oria	bim and sustainability and early phase	0
Tittel	Oria	decision and sustainability	2431
Tittel	Oria	decision and sustainability and construction	44
Tittel	Oria	decision and sustainability and early phase	1
Tittel	Oria	decision and environment	7089
Tittel	Oria	decision and environment and early phase	2
Søkeord	Google Scholar	bim and sustainability	38600
Søkeord	Google Scholar	bim and sustainability and construction projects	34300
Søkeord	Google Scholar	bim and sustainability and early phase	22700
Søkeord	Google Scholar	bim and sustainability and early phase and decision	24800
Tittel	Google Scholar	bim and sustainability and early phase and decision	0
Tittel	Google Scholar	sustainability and early phase and decision	1
Søkeord	Google Scholar	sustainability and early phase and decision and constru	791000
Søkeord	Google Scholar	sustainability and early phase and decision-making and	498000
Søkeord	Google Scholar	sustainability and early phase and decision-making and	431000
Tittel	Google Scholar	sustainability and early phase	12
Tittel	Google Scholar	sustainability and decisions	1
Tittel	Google Scholar	sustainability and decision	0

B Fase 1

Disse artiklene er relevante basert på søkeord/tittel. Her vurderes relevans etter å ha lest summary/conclusion				Antall artikler:	56
Søkeomotor	Antall ganger dukket opp under søk	Tittel	Link	Relevant abstract/conclusion	
Oria	4	Embodied emission profiles of building types: guidance for emission reduction in the early phases of construction projects	https://iopscience	<input checked="" type="checkbox"/>	
Oria+Google Scholar	4	Innovative design for sustainability: Integrating embodied impacts and costs during the early design phase	https://www.emer	<input type="checkbox"/>	
Oria	2	A simplified method for evaluating building sustainability in the early design phase for architects	https://mdpi.org/c	<input checked="" type="checkbox"/>	
Oria	2	Sustainability certification systems as guidelines for early-phase urban design processes	https://bibsys-elir	<input type="checkbox"/>	
Oria	2	Sustainability of Construction Processes - Requirements, Criteria, Evaluation Concept	https://bibsys-elir	<input type="checkbox"/>	
Oria	2	Decision-Making Support for Selection of Design Ideas at the Early Phase of Structural Design	https://bibsys-elir	<input type="checkbox"/>	
Oria+Google Scholar	2	A multi-criteria decision-making model to choose the best option for sustainable construction management	https://libkey.io/lit	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	Building life cycle optimization tools for early design phases	https://www.scienc	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	Evaluation of BIM based LCA in early design phase (low LOD) of buildings	https://libkey.io/lit	<input checked="" type="checkbox"/>	
Oria	1	Advanced strategies for net-zero energy building: Focused on the early phase and usage phase of a building's life cycle	https://libkey.io/lit	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	Development of performance criteria for sustainability evaluation of modular versus conventional construction methods	https://libkey.io/lit	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	Exploring the relationship between the sustainability of construction and market value	https://libkey.io/lit	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	Factors Affecting the Integration of Sustainability in the Early Project Phases in an Integrated Project Management Model	https://bibsys-elir	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	Sustainability Innovation in early phases	https://bibsys-elir	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	Integrating sustainability into construction engineering projects: Perspective of sustainable project planning	https://libkey.io/lit	<input checked="" type="checkbox"/>	
Oria	1	Integrating sustainability concepts and value planning for sustainable construction	https://bibsys-elir	<input checked="" type="checkbox"/>	
Oria	1	Key issues for implementation of environmental planning policy: Construction management practice	https://libkey.io/lit	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	Sustainable Communities	https://bibsys-elir	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	Towards sustainability-oriented decision making: Model development and its validation via a comparative case study	https://libkey.io/lit	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	Preference construction processes for renewable energies: Assessing the influence of sustainability information and	https://libkey.io/lit	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	Sustainability method organizational and technological decisions in the construction of industrial complexes	https://bibsys-elir	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	Sustainable decision-making in civil engineering, construction and building technology	https://libkey.io/lit	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	Decision simulation of construction project delivery system under the sustainable construction project management	https://libkey.io/lit	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	Life cycle assessment and optimization-based decision analysis of construction waste recycling for a LEED-certified	https://libkey.io/lit	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	Can the SDGs provide a basis for supply chain decisions in the construction sector?	https://libkey.io/lit	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	BIM-Chart—A Global Decision Support System for Measuring BIM Implementation Level in Construction Organizations	https://libkey.io/lit	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	Construction technologies for sustainable affordable housing within fragile contexts: Proposal of a decision support tool	https://libkey.io/lit	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	An Integrated Decision Support Model Based on BWM and Fuzzy-VIKOR Techniques for Contractor Selection in Construction	https://libkey.io/lit	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	Investigating the environmental impacts of construction projects in time-cost trade-off project scheduling problems via	https://libkey.io/lit	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	Decision support systems for smarter and sustainable logistics of construction sites	https://libkey.io/lit	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	Quantitative decision making model for carbon reduction in road construction projects using green technologies	https://libkey.io/lit	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	BIM-enabled sustainability assessment of material supply decisions	https://libkey.io/lit	<input checked="" type="checkbox"/>	
Oria	1	Building Investment Index: A Decision-Making Tool to Optimize Long-Term Investment Decisions	https://bibsys-elir	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	Immersive and non-immersive 3D virtual city: Decision support tool for urban sustainability	https://bibsys-elir	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	Knowledge In The Decision-Making Process For Sustainable Renovation Of Multifamily Houses	https://bibsys-elir	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	Ethical Decision-Making of Engineering Based on Sustainability	https://bibsys-elir	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	Decision Making Aid for Selection of Renewable/Sustainable Energy Systems for Buildings	https://bibsys-elir	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	Life-Cycle Assessment as a decision-support tool for early phases of urban planning: evaluating applicability through	https://bibsys-elir	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	Decision-making support for sustainable product creation	https://pdf.scienc	<input type="checkbox"/>	
Oria	1	Research on Project, Programme and Portfolio Management: Integrating Sustainability into Project Management	https://bibsys-elir	<input type="checkbox"/>	
Google Scholar	1	LCA and BIM: Visualization of environmental potentials in building construction at early design stages	https://www.scienc	<input checked="" type="checkbox"/>	
Google Scholar	1	Sustainable construction approach through integration of LCA and BIM tools	https://ascelibrar	<input type="checkbox"/>	
Google Scholar	1	Sustainable construction—The role of environmental assessment tools	https://www.scienc	<input checked="" type="checkbox"/>	
Google Scholar	1	Life cycle assessment methodology integrated with BIM as a decision-making tool at early-stages of building design	https://www.landf	<input type="checkbox"/>	
Google Scholar	1	Integrating environmental and economic sustainability in new building construction and retrofits	https://www.landf	<input type="checkbox"/>	
Google Scholar	1	Sustainability focused decision-making in building renovation	https://www.scienc	<input type="checkbox"/>	
Google Scholar	1	Strategic environmental urban planning—A contextual approach for defining performance goals and informing decision	https://www.scienc	<input type="checkbox"/>	
Google Scholar	1	Comprehensive assessment method for sustainable urban development (CAMSUD)—a new multi-criteria system for	https://www.scienc	<input type="checkbox"/>	
Google Scholar	1	Application of sustainability indicators in decision-making processes for urban regeneration projects	https://www.icevil	<input type="checkbox"/>	
Google Scholar	1	Strategic planning based on sustainability for urban transportation: An application to decision-making	https://www.mdpi	<input type="checkbox"/>	
Google Scholar	1	Sustainable building adaptation: innovations in decision-making	https://books.goo	<input type="checkbox"/>	
Google Scholar	1	Building information modelling application for developing sustainable building (Multi-criteria decision making approach)	https://www.scienc	<input type="checkbox"/>	
Google Scholar	1	Sustainability in Railway Investments, a Study of Early-Phase Analyses and Perceptions	https://www.mdpi	<input checked="" type="checkbox"/>	
Google Scholar	1	Structural sustainability in the early design phase: A parametric environmental impact assessment of various construction	https://repository	<input type="checkbox"/>	
Google Scholar	1	Impact of social sustainability assessment tools in the early planning phase of refurbishment and infill development	https://www.resear	<input type="checkbox"/>	

C Fase 2

Antall artikler: 9					
Tittel	År	Forfattere	Land publisert	Publikasjonsselskap	Type tekst
Embodied emission profiles of building types: guidance for emission reduction in the early phases of construction projects	2020	Eirik Resch, Helge Brattebø, Inger Andresen	Norge, Danmark	IOP Publishing Ltd	Paper
A simplified method for evaluating building sustainability in the early design phase for architects	2014	Jernej Markež, Manja Kitek Kuzman, Petra Grošelj, Martina Zbašnik-Senegačnik	Slovenia	MDPI	Article
Evaluation of BIM based LCA in early design phase (low LOD) of buildings	2019	Nilsen M, Bohne R A	Norge	IOP Publishing Ltd	Paper
Integrating sustainability into construction engineering projects: Perspective of sustainable project planning	2018	Miao Yu, Fangwei Zhu, Xiaotian Yang, Linzhuo Wang, Xiuxia Sun	China, Japan	MDPI	Artikkel
Integrating sustainability concepts and value planning for sustainable construction	2016	Gayani Karunasena, Uthpala Rathnayake, Dushan Senarathne	Sri Lanka, Dubai United Arab Emirates	Emerald Publishing Limited	Artikkel
BIM-enabled sustainability assessment of material supply decisions	2016	Alreza Ahmadian F.F., Taha H, Rashidi, Ali Akbarnezhad, S, Travis Wallera	Australia	Emerald Publishing Limited	Research paper
LCA and BIM: Visualization of environmental potentials in building construction at early design stages	2018	Martin Röck, Alexander Hollberg, Guillaume Habert, Alexander Passer	Austria, Switzerland	Elsevier	Article
Sustainable construction—The role of environmental assessment tools	2007	Grace K.C.Ding	Australia	Elsevier	Article
Sustainability in Railway Investments, a Study of Early-Phase Analyses and Perceptions	2021	Andreas Økland, Nils O. E. Olsson, Marte Venstad	Norge	MDPI	Article

D Dokumentoversikt fra dokumentanalyse

Titel	Ar. Forfattere	Land publisert	Publikasjonssted	Type tekst
Passivhus	2021 Per Rygh	Norge	Store Norske Leksikon	Artikkel
Norske utfall og opptak av klimagasser	2021 Miljødirektoratet	Norge	Miljødirektoratet	Artikkel
ZEB-definisjonen	u.å. ZEB	Norge	ZEB	Artikkel
Er ombruk en omvei til sirkulær økonomi?	2020 DIBK	Norge	DIBK	Artikkel
Fortsatt mange barrierer i veien for en sirkulær byggesektor	2019 COWI	Norge	COWI	Artikkel
Bærekraft i praksis 2021: Rambøll avdekker flaskehalsen i virksomheters bærekraftsarbeid	u.å. Skift	Norge	Skift	Artikkel
Digitale verktøy gjør byggebransjen mer bærekraftig. Gir også færre feil	2019 Rita Ivede bartolomei	Norge	Fremtidens byggenæring	Artikkel
Parametriske design - å industrialisere unik arkitektur	2020 Line Venn	Norge	Treteknisk	Artikkel
What is Parametric Design in Architecture?	u.å. Parametric Architecture	Ukjent	Parametric Architecture	Artikkel
Automatisering	2021 Store Norske Leksikon	Norge	SNL	Artikkel
Industry Foundation Classes File	u.å. FileInfo		FileInfo	Artikkel
Greenhouse gas emissions from energy use in buildings in Europe	2021 Europa Environment Agency	EU	Europa Environment Agency	Artikkel
Ambisjon / Om Tek Pluss	u.å. Tek Pluss	Norge	Tek Pluss	Artikkel
Byggin skal bli ny industrialiseringsarena	2016 SINTEF	Norge	SINTEF	Artikkel
EUs taksonomi og handlingsplan for bærekraftig finans	u.å. NHO (Næringslivets Hovedorganisasjon)	Norge	nho.no	Fagartikkel
Roles of artificial intelligence in construction engineering and management: A critical review and fut	2020 Yue Pan, Limao Zhang	Singapore	Elsevier	Fagartikkel
Byggeteknisk forskrift (TEK17), 2-1. Dokumentasjon for oppfyllelse av krav. Generell	2020 Direktoratet for byggkvalitet	Norge	Direktoratet for byggkvalitet	Forskrift
Vedlegg 1, Forskriftstekst, Klimabaserte energikrav til bygg	2021 DIBK	Norge	DIBK	Forskriftstekst
Klimabasert energikrav til bygg	2021 Direktoratet for byggkvalitet	Norge	dibk	Høring
Høringsvar til Klimabasert energikrav til bygg	2021 Skanska Norge AS	Norge	dibk	Høringsvar
Høringsvar til Klimabasert energikrav til bygg	2021 HENT	Norge	dibk	Høringsvar
Høringsvar til Klimabasert energikrav til bygg	2021 Norconsult	Norge	dibk	Høringsvar
Høringsvar til Klimabasert energikrav til bygg	2021 Multiconsult Norge AS	Norge	dibk	Høringsvar
Høringsvar til Klimabasert energikrav til bygg	2021 Rambøll Norge AS	Norge	dibk	Høringsvar
Høringsvar til Klimabasert energikrav til bygg	2021 COWI AS	Norge	dibk	Høringsvar
Høringsvar til Klimabasert energikrav til bygg	2021 Asplan Viak, Civitas, Aase Teknikk	Norge	dibk	Høringsvar
Høringsvar til Klimabasert energikrav til bygg	2021 OBOS	Norge	dibk	Høringsvar
Høringsvar til Klimabasert energikrav til bygg	2021 Statsbygg	Norge	dibk	Høringsvar
Høringsvar til Klimabasert energikrav til bygg	2021 SINTEF Byggtforsk	Norge	dibk	Høringsvar
Hvorfor bærekraftsmålene er verdens beste businessplan	2022 Kim Gabriell	Norge	DigitalNorway	Kurs
Mikrokurs: digital tvilling	u.å. DigitalNorway	Norge	DigitalNorway	Kurs
Avmystifisering av teknologier: Virtuell- og utvidet virkelighet	2020 Iera	Norge	Iera	Kurs
Hva er et Powerhouse?	u.å. Powerhouse	Norge	powerhouse.no	Nettside
Tekpluss Bakgrunn	u.å. Era og Statsbygg	Norge	Tekpluss	Nettside
SDG Action Manager	u.å. UN Global Compact	UN	UN Global Impact	Nettside
Løst ned grafikk	u.å. FN-Sambandet	FN	FN-Sambandet	Nettside
NBS	u.å. NBS	UK	NBS	Nettside
Nye regler om bærekraftig finans vil ikke tre i kraft fra nyttår	2021 Regjeringen	Norge	Regjeringen.no	Nyhet
Innspill strategi om sirkulær økonomi	2020 Klima- og miljødepartementet	Norge	regjeringen.no	Offisielt innspill
Bygg21, Gode bygg og områder - for helse, miljøet og lønneboka	2018 Bygg21	Norge	Bygg21	Rapport
Bærekraft i praksis 2021	2021 Rambøll	Norge	Rambøll	Rapport
10th Annual BIM Report 2020	2020 NBS	England	NBS	Rapport
Virkemidler som virker	2019 Ann Kristin Kvellheim, Anne Gunnardshaug Lien	Norge	SINTEF akademisk forlag	Rapport
ISO 14001 Ledelsessystemer for miljø - Spesifikasjon med veiledning	2015 Standard Norge	Norge	Standard Norge	Standard
ISO 19650	2019 Standard Norge	Norge	Standard Norge	Standard
Avfall fra byggesektoren	2021 SSB	Norge	SSB	Statistikk
Innovasjon i næringslivet	2021 SSB	Norge	SSB	Statistikk
Digital21 sin digitaliseringsstrategi	2021 Digital21	Norge	Digital21	Strategi
Rom til nye muligheter	2022 Era og Statsbygg	Norge	Tekpluss	Strategi
Nasjonal strategi for ein grøn, sirkulær økonomi	2021 Klima- og miljødepartementet	Norge	Regjeringen	Strategi
Norsk Eiendom jobber med bærekraft (Eiendomssektorens anbefalte 10 straksstiltak)	u.å. Eiendom	Norge	Norsk Eiendom	Strategi
Digitale veikart - for en heldigitalisert, konkurransekydig og bærekraftig BAE-næring	2017 BNL	Norge	BNL	Strategi
Digital21 - digitaliseringsstrategi	2018 Digital21	Norge	Digital21	Strategi
Bygg21, Bygg- og eiendomssektorens betydning for klimagassutslipp	2018 Bygg21	Norge	Bygg21	Veileder
BIM and ISO 19650 from a project management perspective	u.å. EFCA	Ukjent	EFCA	Veileder
Information management according to BS EN ISO 19650	u.å. UK BIM Alliance	UK	UK BIM Alliance	Veileder
Klimagassberegninger for hele bygget (Prosjektering)	2021 Dif	Norge	Dif	Veileder
Sirkulær økonomi i byggebransjen	2019 Forskjellig foredrag	Norge	Tekna	Webinar
ISO 19650 Informasjonsledelse - Stor standard med liten betydning?	2020 Eivf Hjelseth	Norge	ProsjektNorge	Webinar
Er ombruk en omvei til sirkulær økonomi?	2020 DIBK	Norge	Youtube	Webinar / lansering
Lansering av Tek Pluss	2021 Tekpluss	Norge	Tekpluss	Webinar / lansering

E Intervjuguide

Forklaring: Intervjuguide er en plan over hvilke spørsmål som skal stilles. Det vil bli endring underveis da noen spørsmål er overflødige ettersom svar er kommet frem andre steder og det vil være mer aktuelt å stille oppfølgingsspørsmål.

Metode: Semistrukturert intervju

Hensikt: Bidrag til kunnskapsgrunnlag for masteroppgave i emnet TBA4910 Prosjektledelse. Informere byggenæringen om hvilke muligheter som finnes eller er på vei for å ta faktabaserte, bærekraftige valg i tidligfase, er en av hensiktene med forskningen.

Mål: finne ut mer om hvordan prosjektet Eksperimentboligene tok beslutninger og hvilke utfordringer de støtte på.

Deltaker(e):

Introduksjon

Takk for at dere har sagt ja til en prat om Eksperimentboligene. Jeg har noen spørsmål som jeg har forberedt. Formålet med dette intervjuet er å bli mer kjent med prosjektet Eksperimentboligene, og hvordan prosessen frem til byggestart var. Dataene vil bli samlet inn og transkribert til tekst, informasjonen vil brukes som en del av forskningsgrunnlaget i min masteroppgave. Er det greit om jeg tar opp dette intervjuet? Intervjuet har jeg delt opp i litt generell info, beslutningstaking, ombruk og sirkulærøkonomi og en oppsummering til slutt. Dette intervjuet vil være semistrukturert, som vil si at det vil være en litt løs struktur, og vi kan fint hoppe mellom spørsmål. Intervjuet vil vare i omtrent en halv time.

Innledende spørsmål

Hvordan var din rolle i prosjektet?

Hvordan gikk dere frem i initiering av prosjekter for å skaffe en miljøprofil?

- Intensjonen og målet med prosjektet?

Hva var deres største utfordring i prosjektet?

- Var det noe du trodde skulle bli utfordrende som ikke ble det?

Beslutningstaking og informasjonsgrunnlag

Hvor stor prioritet vil du si at bærekraft har hatt i prosjektet?

- Satte dere miljømål? Hvor faste var disse?
- Gikk det utover funksjonalitet til byggene?
- Gikk det utover økonomi?
- Hvor langt var dere villige til å strekke dere på andre områder for å opprettholde miljøprofilen?

Hvordan fant dere ut om en beslutning dere tok i tidligfase var bærekraftig eller ei?

- Hva var deres største utfordringen med beslutningstaking i tidligfase i et slikt ombruksprosjekt?

Hvilke informasjon trengte dere for å for å fatte vedtak om byggestart?

- Hvilke informasjon hadde dere tilgjengelig?
- Var det informasjon dere følte dere manglet for å fatte en beslutning?

Ombruk og sirkulær økonomi

Hvordan var prosessen med godkjenning av planene deres fra kommunen?

- Hvordan møtte kommunale etater dere, da dere fremmet et prosjekt med stor vekt på sirkulærøkonomi?

Hvordan jobbet dere med prosjektering når dere ikke visste om materiale dere skulle ombruke var tilgjengelig på markedet eller ei?

- Hadde dere en konsekvent tanke om hvor mye som skulle gjenbrukes? Eller var dere mer fleksible og tilpasset til hva som var ute på bruktmarkedet?

Annet

Tror du fremgangsmåten og prosessen før byggestart i dette prosjektet kan brukes i storskala?

- Ser du noen åpenbare utfordringer?

Har du vært med på andre byggeprosjekter?

... hvis ja...

Har du vært med på noen prosjekter hvor bærekraft har vært et satsningsområde, men hvor dere til slutt har endt med et bygg som ikke tilsvarer miljømålene dere gikk inn med?

- Hvorfor tror dere at det ble slik?
- Eller prosjekt hvor du har gått inn med innstillingen av å gjennomføre et prosjekt med stort fokus på bærekraft, men så har det fokuset skiftet underveis?

Hva kan byggenæringen lære av prosjektet Eksperimentboligene?

Avslutning

Tusen takk for at du tok deg tid til intervjuet. Informasjonen vil brukes i min masteroppgave, som vil publiseres i løpet av sommeren. All informasjon vil bli nyttig for meg i skrivingen, så igjen hjertelig takk. Er det greit om jeg kontakter deg i ettertid med spørsmål?

G Fasadetegninger av Eksperimentboligene



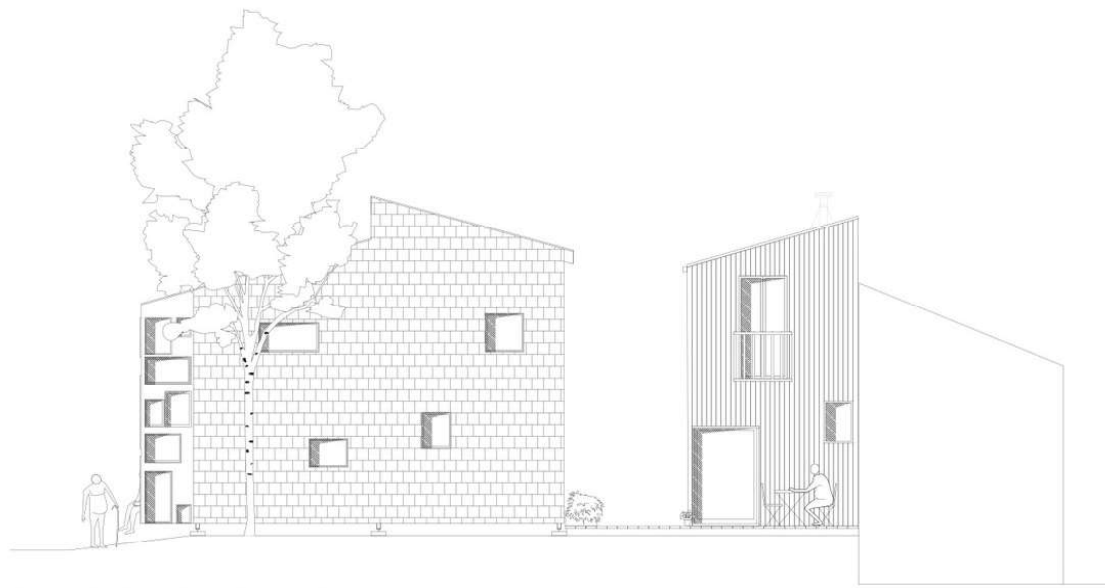
SOUTHWEST ELEVATION 1:100

Sørvest fasade (Haanes & Ohren, 2015)



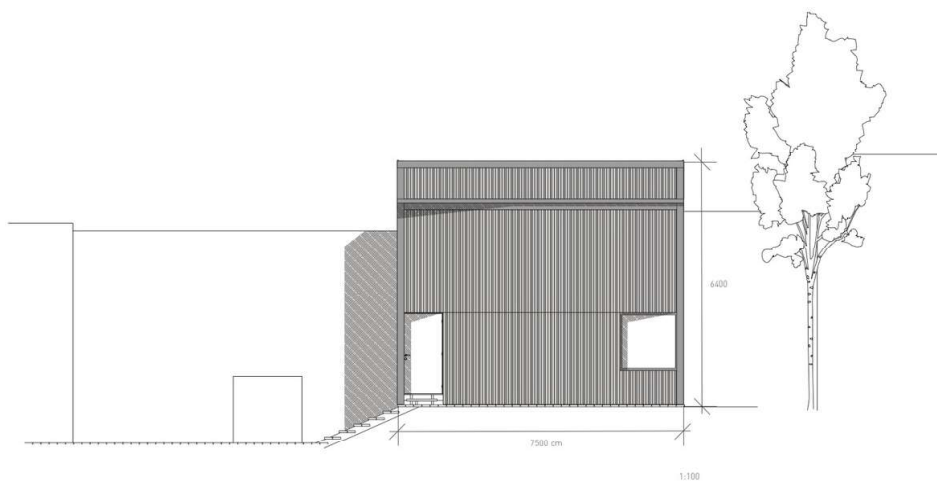
NORTHEAST ELEVATION 1:100

Nordøst fasade (Haanes & Ohren, 2015)



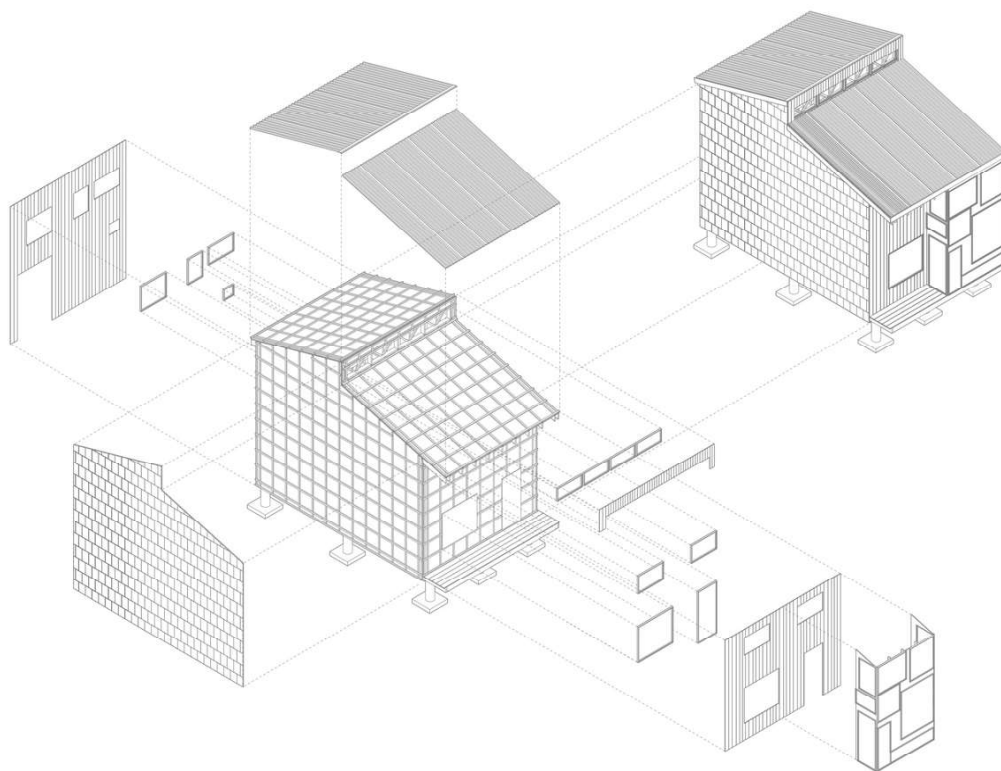
SOUTHEAST ELEVATION 1:100

Sørøst fasade (Haanes & Ohren, 2015)



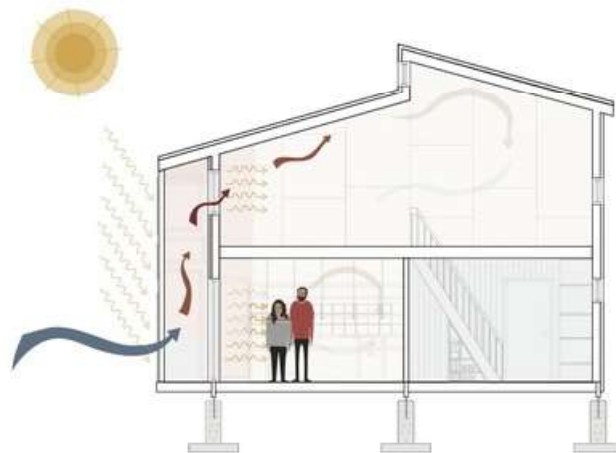
Nordvest fasade (Haanes & Ohren, 2015)

H Illustrasjon av skalløsning



Skallets oppbygging (Haanes & Ohren, 2015)

Illustrasjon 1:
Passiv
soloppvarming
med dobbelvegg



Illustrasjon 2
Ventilasjon
ved hjelp av
solskorstein



Illustrasjon 3:
Naturlig ventilasjon



Skallets naturlige ventilasjon og oppvarming (Haanes & Ohren, 2015)

