

Frida Marie Berntsen

Hvordan optimalisere bruken av klimagassberegninger i tidligfasen av byggeprosjekter

Masteroppgave i Bygg- og Miljøteknikk

Veileder: Ole Jonny Klakegg

Medveileder: Rolf André Bohne

Juni 2021

Frida Marie Berntsen

Hvordan optimalisere bruken av klimagassberegninger i tidligfasen av byggeprosjekter

Masteroppgave i Bygg- og Miljøteknikk
Veileder: Ole Jonny Klakegg
Medveileder: Rolf André Bohne
Juni 2021

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



Sammendrag

Byggenæringen står ansvarlig for store klima- og miljøbelastninger. De siste tiårene har det vært et økt fokus på energieffektivitet i bygninger for å redusere utslipp i bruksfasen. Byggenæringen har fremdeles et stort potensial til å redusere klimagassutslipp fra bygningsmaterialer. Denne oppgaven vil forsøke å svare på hvordan bruken av klimagassberegninger kan optimaliseres i tidligfasen av byggeprosjekter. Hensikten er å øke dets påvirkning på beslutninger, slik at CO₂-utslippene fra byggenæringen kan reduseres. Oppgavens fokus er på tidligfasen fordi det er i denne fasen beslutninger har størst innvirkning på bygningers miljøprestasjon. Først skal dagens status om klimagassberegninger kartlegges, deretter skal potensialet klimagassberegninger har til å påvirke beslutninger utforskes, og avslutningsvis skal det undersøkes hvordan resultater fra klimagassberegninger kan fungere som beslutningsgrunnlag.

For å besvare oppgavens problemstilling er det benyttet en metodetriangulering ved bruk av tre kvalitative metoder. Først er det utført litteratursøk for å etablere det teoretiske rammeverket for oppgaven. Videre er det gjennomført dybdeintervjuer med 15 intervjupersoner i bygge- og anleggsnæringen fra følgende tre beslutningsnivåer: Byggherre, prosjekt- og prosjekteringsledelse og faglig utøvende. Hensikten var å innhente erfaringer, synspunkter og meninger fra ulike roller med forskjellig bakgrunn og kompetanse. Deretter er det brukt en case-studie med en kvalitativ tilnærming. Det er utført ett intervju med prosjektleder i Vedal Entreprenør (VE) på prosjektet Økern Portal Hotell. Hensikten var å få frem et spesifikt eksempel på bruken av klimagassberegninger i et byggeprosjekt.

Resultater fra intervjuer viser at bruken av klimagassberegninger har økt i både bygge- og anleggsnæringen de siste årene. Imidlertid brukes det mest som dokumentasjon av miljøprestasjon. Kompetansen til byggherrer og entreprenører er varierende, men økende. Dagens praksis er å beregne en utslippsreduksjon mot et referansebygg, ofte i henhold til BREEAM eller ZEB. Imidlertid er referansebygg en omdiskutert modell med flere svakheter. Beslutninger som har blitt påvirket av klimagassberegninger er hovedsakelig materialvalg og -dimensjoner i bæresystem og fasade, og dette besluttes ofte i fasen *bearbeiding av valgt konsept*. Viktige faktorer som styrker påvirkningspotensialet på beslutninger, er å kvantifisere og visualisere utslipp, synliggjøre klimaeffekten og konsekvenser av ulike materialvalg, samt strukturere miljømål. Faktorer som svekker påvirkningspotensialet på beslutninger, er manglende miljøambisjoner og lite fokus på det i prosjekter, «grønnvasking» ved bruk av «feil» referansebygg, målinger av utslipp per kvadratmeter og manglende EPD-er på produkter.

Resultater fra case-studien viser at klimagassberegninger brukes i beslutnings- og innkjøpsprosesser i prosjektet. Byggherren har fastsatt et krav om BREEAM Excellent, og beregningene sammenlignes med et referansebygg for å oppnå en utslippsreduksjon på minimum 20 %. Hovedtyngden av kompetansen ligger eksternt hos miljørådgiver. Innkjøper og BREEAM AP fra VE er mest involvert i klimagassberegningene, mens byggherren er mindre involvert. En utfordring er at byggherren har mange beslutningstakere med hver sine synspunkter. VE kan foreslå alternative materialvalg, men byggherren må akseptere de fleste beslutningene i prosjektet.

Klimagassberegninger må brukes aktivt som et verktøy fra tidligfasen for å kunne understøtte og påvirke beslutninger. Resultatene viser at potensialet klimagassberegninger

har til å påvirke beslutninger, ikke er fullt utnyttet i dag. For å øke metodens påvirkning på beslutninger, foreslås følgende tiltak:

- Etablere en offentlig database med referanseverdier på CO₂-utslipp.
- Måle klimagassutslipp basert på en funksjonsbeskrivelse.
- Vekte opp klimagassberegninger i ny versjon av BREEAM-NOR-manualen.
- Fastsette spesifiserte krav til klimagassberegninger for å få grønne lån.

Det er utarbeidet en beslutningsprosess for hvordan bruken av klimagassberegninger kan optimaliseres i tidligfasen av byggeprosjekter. Følgende tiltak inngår i prosessens seks steg:

- Etablere klimagassberegninger som en prioritert sak på agendaen fra tidligfasen.
- Innhente prosjektspesifikke EPD-er på noen prioriterte beslutninger.
- Øke kunnskapen og kompetansen til hele prosjektorganisasjonen.
- Øke tverrfaglig involvering for å oppnå økt eierskap til klimagassberegninger.
- Påvirke byggherre til å trekke konklusjoner som baseres på beregningene.
- Fastsette forpliktende eksterne krav og interne målsettinger i prosjektet.

Abstract

The buildings and construction sector is responsible for negative environmental impacts such as climate change. During the last decades climate change policies have focused on energy efficiency rather than on material efficiency as a central strategy for greenhouse gas (GHG) emissions reduction. Due to the focus on reducing GHG emissions in the operational phase of buildings there is a great potential for reducing emissions from building materials. This master thesis will attempt to answer how the use of GHG calculations can be optimized in the early stages of construction projects. The purpose is to increase the impact of GHG calculations in decision making to reduce the GHG emissions from the construction sector. The focus has been on the early stages of construction projects because decisions have greater impact on the environmental performance of buildings in this phase. Firstly, the status of GHG calculations will be identified and secondly, the potential of GHG calculations to influence decision making will be investigated. Finally, the thesis will investigate how results of GHG calculations can work as a basis for decision making.

In order to answer the defined research questions three qualitative methods were used. A literature review was conducted to establish the theoretical framework. Interviews were conducted with 15 representatives of the construction sector from the following three decision levels: Construction clients, project management and LCA practitioners. The purpose was to obtain experiences and opinions from roles with different knowledge. Then, a case study was used with a qualitative approach. An interview was conducted with the project manager in Vedal Entreprenør (VE) at the project Økern Portal Hotell. The purpose was to obtain information on using GHG calculations in a specific construction project.

The results from the interviews show that the use of GHG calculations has increased in the construction sector in recent years. However, it is mostly used as documentation for environmental performance. The knowledge of construction clients and contractors are varying but increasing. Current practice is to calculate an emission reduction compared to a reference building, often according to BREEAM or ZEB. However, the reference building is disputed and has several disadvantages. Decisions that have been impacted by GHG calculations are mainly building materials and dimensions in the structural system and façade. These decisions are often made in the third stage of the early phase. Important factors that increase the impact potential on decisions, are to quantify and visualize emissions, to highlight the consequences of different choices of building materials, and structure the environmental goals. Factors that decrease the impact potential on decisions are missing environmental ambitions in the projects, "green washing" with use of "wrong" reference building, measurements of emissions per square meter and missing EPDs of products.

The results from the case study show that the project is using GHG calculations in processes of decisions and purchasing. The construction client has determined a requirement of BREEAM Excellent. The calculations are compared to a reference building to obtain an emission reduction of minimum 20 percent. Most of the knowledge comes from the external environmental consultant. The purchaser and BREEAM AP of VE are mostly involved in the GHG calculations, while the construction client is less involved. The construction client has a lot of decision makers with their own opinions, which is challenging. VE can propose alternative choices of materials, but the construction client must accept most of the decisions in the project.

GHG calculations must be used as a tool from the early stages to be able to support and influence decisions. However, the results show that the potential of GHG calculations to influence decisions is not fully utilized. In order to increase the method's impact on decisions, the following measures are suggested:

- Establish an official database consisting of reference values of GHG emissions.
- Measure GHG emissions based on a function description.
- Increase the weight of GHG calculations in the new version of BREEAM-NOR.
- Set specific requirements of GHG calculations to obtain green loans.

The thesis has defined a decision process of how the use of GHG calculations can be optimized in the early stages of construction projects. The following measures are included in the process' six stages:

- Establish GHG calculations as a priority case on the agenda from early on.
- Obtain project specific EPDs on some priority decisions.
- Increase the knowledge and competence in the entire project organization.
- Increase interdisciplinary involvement to obtain increased ownership.
- Influence the construction client to draw conclusions based on GHG calculations.
- Set external requirements and internal objectives in the project.

Forord

Denne masteroppgaven utgjør det endelige arbeidet for masterprogrammet Bygg- og Miljøteknikk, ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), våren 2021. Masteroppgaven er utarbeidet ved Institutt for bygg- og miljøteknikk (IBM) innenfor emnet TBA4910 – Prosjektledelse, masteroppgave, og utgjør 30 studiepoeng. Temaet for oppgaven er *hvordan optimalisere bruken av klimagassberegninger i tidligfasen av byggeprosjekter*. Oppgaven er utført i samarbeid med Vedal AS, som har gitt tilgang til å bruke Økern Portal Hotell i Oslo som case.

Oppgaven er utformet som en tradisjonell masteroppgave. Det rettes en stor takk til mine veiledere, Ole Jonny Klakegg og Rolf André Bohne, som har utøvd god veiledning. De fortjener en takk for å ha gitt gode tilbakemeldinger og vist stor interesse i arbeidet. Jeg ønsker å takke Lisa Marie Erlandsen for å ha gitt meg muligheten til å utføre arbeidet i samarbeid med Vedal. Videre vil jeg å takke min kontaktperson i Vedal, Anders Lilleheim Vik, for gode innspill på oppgavens vinkling og teori, samt hjelp med å komme i kontakt med intervjupersoner. Til slutt vil jeg takke alle intervjupersonene som har bidratt med nyttig informasjon til denne oppgaven.

Trondheim, 11.06.2021

Frida Marie Berntsen
.....

Frida Marie Berntsen

Innhold

Figurer	xiv
Tabeller	xv
Forkortelser	xvi
1 Introduksjon	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Forskningsspørsmål	3
1.3 Avgrensninger	3
1.4 Oppgavens struktur	4
2 Teori	5
2.1 Byggenæringens energiforbruk og livsløpsutslipp	5
2.1.1 Allmenningens tragedie	6
2.1.2 Kilder til klimagassutslipp fra bygningsmaterialer	6
2.2 Beslutninger og roller i et byggeprosjekt	7
2.2.1 Roller	8
2.2.2 Beslutninger og beslutningsprosesser	8
2.2.3 Beslutningsnivåer	8
2.3 Faser i et byggeprosjekt	9
2.3.1 Tidligfasen	9
2.4 BIM	11
2.4.1 LOD	12
2.5 LCA og klimagassberegninger	13
2.5.1 Rammeverket for LCA	13
2.5.2 ISO-standarder	17
2.5.3 LCA av bygninger	19
2.5.4 LCC	22
2.5.5 Typer LCA	22
2.5.6 Metode for klimagassberegninger for bygninger	25
2.5.7 Miljøklassifisering og -sertifiseringssystemer	28
2.5.8 Beregningsverktøy	31
2.5.9 Integrasjon av BIM og LCA	33
3 Metode	35
3.1 Kvalitativ og kvantitativ forskningsmetode	35
3.2 Valg av metode	35
3.3 Kvalitativ metode – Litteratursøk	36
3.3.1 Innsamling og behandling av litteratursøk	37

3.3.2	Evalueringsskriterier for kildekritikk	39
3.3.3	Evaluering av metoden	40
3.3.4	Feilkilder	41
3.4	Kvalitativ metode – Intervju	42
3.4.1	Valg av intervjupersoner og beslutningsnivåer	42
3.4.2	Fremgangsmåte for intervjuprosessen	43
3.4.3	Forberedelse til intervjuer	44
3.4.4	Behandling og analyse av intervjudata	45
3.4.5	Evaluering av metoden	46
3.4.6	Feilkilder	47
3.5	Kvalitativ metode – Case	48
3.5.1	Strategi for utvelgelse	48
3.5.2	Forberedelse til og gjennomføring av intervju	48
3.5.3	Behandling og analyse av intervjudata	49
4	Resultater	51
4.1	Resultater – Intervjuer	51
4.1.1	Beslutningsnivåer	51
4.1.2	Dagens status om klimagassberegninger	52
4.1.3	Formål med bruk av klimagassberegninger	52
4.1.4	Kompetansenivå hos aktører	54
4.1.5	Praksis for utførelse av klimagassberegninger fra tidligfasen	55
4.1.6	Beslutninger som har blitt påvirket av klimagassberegninger	57
4.1.7	Faktorer som styrker påvirkningspotensialet på beslutninger	60
4.1.8	Faktorer som svekker påvirkningspotensialet på beslutninger	63
4.1.9	Beslutningsprosess for bruk av klimagassberegninger basert på intervjuer	67
4.2	Resultater – Case	75
4.2.1	Beskrivelse av case-prosjekt	75
4.2.2	Klimagassberegningers påvirkning i prosjektet	75
4.2.3	Bruk av klimagassberegninger i prosjektet	75
4.2.4	Positive effekter av klimagassregnskap	80
5	Diskusjon	81
5.1	Dagens status om klimagassberegninger	81
5.1.1	Formål med bruk av klimagassberegninger	81
5.1.2	Kompetansenivå hos aktører	82
5.1.3	Status i bygge- kontra anleggsnæringen	83
5.2	Klimagassberegningers potensial til å påvirke beslutninger	84
5.2.1	Alternativsvurderinger i tidlig designfase	84

5.2.2	Fordeler og ulemper med bruk av referansebygg.....	85
5.2.3	Målemetoder i klimagassregnskapet	88
5.2.4	Bruk av referanse- og grenseverdier.....	89
5.2.5	Vekting av miljø og klimagassregnskap i tilbudskonkurransen.....	91
5.2.6	Fortrinn for byggherrer	91
5.2.7	Grønne lån	92
5.3	Resultater fra klimagassberegninger som beslutningsgrunnlag	93
5.3.1	Fremstilling og formidling av resultater	93
5.3.2	Helhetlige vurderinger av beslutningsgrunnlaget	94
5.3.3	Sammenheng mellom reduksjon av CO ₂ -utslipp og kostnader.....	95
5.3.4	Langsiktig gevinst av klimagassregnskap	96
5.3.5	Beslutningsprosess for bruk av klimagassberegninger.....	97
6	Konklusjon	103
6.1	Hva status om klimagassberegninger er i dag	103
6.2	Hvilket potensial klimagassberegninger har til å påvirke beslutninger	103
6.3	Hvordan resultater fra klimagassberegninger kan fungere som beslutningsgrunnlag	105
7	Videre arbeid.....	107
8	Evalueringsav eget arbeid	108
	Referanser.....	109
	Vedlegg.....	115

Figurer

Figur 1.1 Oppgavens struktur.....	4
Figur 2.1 Materialrelaterte utslipp som en andel av totale globale utslipp, 1995 kontra 2015 (IRP, 2020)	5
Figur 2.2 Sammenligning av klimagassutslipp fra materialbruk (Fuglseth <i>et al.</i> , 2020) ...	7
Figur 2.3 Byggeprosessen i åtte steg fra start til avvikling (Standard Norge, 2021).....	9
Figur 2.4 Påvirkningsmulighet og endringskostnad i tidlig- og gjennomføringsfase.....	11
Figur 2.5 Utvikling av LOD for en bæresøyle i betong (One Click LCA, u.d.a).....	12
Figur 2.6 Trinnene i en LCA (Standard Norge, 2006a)	13
Figur 2.7 LCA som en iterativ prosess (EeBGuide, 2012a).....	14
Figur 2.8 Forskjellige systemgrenser som deler av det totale livsløpet (JRC, 2010)	15
Figur 2.9 Elementer i LCIA-fasen (Standard Norge, 2006a).....	16
Figur 2.10 Elementene i livsløpstolkningen (JRC, 2010).....	17
Figur 2.11 Standardsamlingen ISO 14000 (Nilsen, 2019).....	18
Figur 2.12 Oversikt over visualiseringstyper (Hollberg <i>et al.</i> , 2021)	21
Figur 2.13 Tre typer LCA etter formål og forventet bruk (Byggforskserien, 2015)	23
Figur 2.14 Forhold mellom designfaser og forenklede LCA-typer (Meex <i>et al.</i> , 2018)	24
Figur 2.15 Prosess for utførelse av klimagassberegninger i henhold til NS 3720.....	26
Figur 2.16 Informasjon om bygningens livsløp (Standard Norge, 2018)	26
Figur 2.17 Ulike omfang for helhetlige klimagassberegninger i NS 3720 (Standard Norge, 2018).	27
Figur 2.18 Prinsippskisse av ZEB-ambisjonsnivåer (Byggforskserien, 2017)	29
Figur 2.19 Reduksjon av CO ₂ -utslipp mot et referansebygg i BREEAM-NOR (Grønn Byggallianse, 2021b)	30
Figur 3.1 Strategisk lesning av kilder	39
Figur 3.2 Strategi for utvelgelse av intervju spørsmål.....	44
Figur 4.1 Beslutningsprosess for bruk av klimagassberegninger basert på intervjuer	67
Figur 4.2 Beslutningsprosess for bruk av klimagassberegninger i case-prosjektet	76
Figur 4.3 Involvering av roller i klimagassberegningene	77
Figur 5.1 Beslutningsprosess for bruk av klimagassberegninger i BA-prosjekter.....	98

Tabeller

Tabell 2.1 Beskrivelse av stegene i tidligfasen	10
Tabell 2.2 Utvalg av effektkategorier i en LCIA	16
Tabell 2.3 Tre typer benchmarks (ISO, 2020)	19
Tabell 2.4 Utdfordringer knyttet til LCA av bygninger (Anand og Amor, 2017).....	20
Tabell 2.5 Fordeler og ulemper med bruk av referansebygg	31
Tabell 2.6 Generiske LCA-verktøy for bygninger	32
Tabell 2.7 Fordeler og ulemper med One Click LCA	33
Tabell 3.1 Forskningsspørsmål og fremgangsmåte	36
Tabell 3.2 Søketråd og søketreff i databaser	37
Tabell 3.3 Avgrensede søk i Scopus	38
Tabell 3.4 Beskrivelse av TONE-kriteriene (NTNU Universitetsbiblioteket, u.d.).....	40
Tabell 3.5 Oversikt over intervjupersoner	42
Tabell 3.6 Intervjuprosessen steg for steg	43
Tabell 3.7 Beskrivelse av feilkilder i intervjuprosessen.....	48
Tabell 4.1 Oversikt over intervjupersonenes ID, rolle og næring	51
Tabell 4.2 Formål med bruk av klimagassberegninger for prosjekt- og prosjekteringsledelse	53
Tabell 4.3 Formål med bruk av klimagassberegninger for faglig utøvende	53
Tabell 4.4 Generell fremgangsmåte for utførelse av klimagassberegninger.....	56
Tabell 4.5 Beslutninger og beslutningstidspunkt for byggherre	57
Tabell 4.6 Type byggeprosjekt og faser klimagassberegninger ble brukt	58
Tabell 4.7 Beslutninger og beslutningstidspunkt for prosjekt- og prosjekteringsledelse ..	59
Tabell 4.8 Faktorer som styrker klimagassberegninger sitt påvirkningspotensial på beslutninger.....	60
Tabell 4.9 Nyttig metode i beslutningssammenheng.....	61
Tabell 4.10 Positive sider ved bruk av klimagassregnskap (Berntsen, 2020).....	62
Tabell 4.11 Faktorer som svekker klimagassberegninger sitt påvirkningspotensial på beslutninger.....	64
Tabell 4.12 Beslutninger som er tatt med hensyn på klimagassregnskap og miljø	78
Tabell 4.13 Beslutninger som ikke har blitt påvirket av klimagassberegningene	79
Tabell 4.14 Positive effekter av klimagassregnskap	80

Forkortelser

ARK	Arkitekt
BA	Bygge- og anlegg
BIM	Bygningsinformasjonsmodellering
BREEAM	Building Research Establishment Environment Assessment Method
EPD	Environmental Product Declaration
IEA	International Energy Agency
IRP	International Resource Panel
ISO	International Organization for Standardization
KMD	Klima- og miljødepartementet
LCA	Life Cycle Assessment / Livsløpsvurdering
LCC	Life Cycle Cost / Livsløpskostnader
NSD	Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste
NTNU	Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
RIB	Rådgivende ingeniør bygg
RIM	Rådgivende ingeniør miljø
UE	Underentreprenører
UN	United Nations
VE	Vedal Entreprenør
WCED	World Commission on Environment and Development
WGBC	World Green Building Council
ZEB	Zero Emission Buildings

1 Introduksjon

Oppgavens tema ble valgt på bakgrunn av et ønske fra Vedal om økt kompetanse på klimagassberegninger ettersom bærekraft er et av satsningsområdene i selskapet. Motivasjonen for temaet er en interesse for miljø og bærekraftig byggeri, samt en interesse for hvordan klima og miljø kan innvirke i beslutningsgrunnlaget for å redusere bygningers miljøpåvirkning. I dette kapittelet utdypes bakgrunnen for oppgaven som er basert på dagens utfordringer knyttet til klimaendringene og miljøpåvirkninger fra bygge- og anleggsnæringen (BA-næringen). Deretter presenteres oppgavens formål med den valgte problemstillingen og tilhørende forskningsspørsmål. Avslutningsvis beskrives oppgavens generelle avgrensninger og videre struktur.

1.1 Bakgrunn

Klimaendringene er en av de største utfordringene verden står overfor. Man ser allerede flere kritiske konsekvenser av klimaendringene for menneskeheten og miljøet, men omfanget av konsekvensene i fremtiden er uvisst. Konsentrasjonen av klimagasser sammen med gjennomsnittstemperaturen i atmosfæren har økt jevnlig fra det preindustrielle nivået (UN, u.d.a). CO₂ antas å stå for tre fjerdedeler av de globale klimagassutslippene, og blir dermed ansett som den viktigste klimagassen som forårsaker klimaendringene (Nejat *et al.*, 2015). FN har uttalt at uten drastiske tiltak i dag, vil det bli vanskeligere og mer kostnadskrevene å tilpasse oss effektene av klimaendringene i fremtiden (UN, u.d.a).

Brundtland-kommisjonen bidro til en internasjonal bevisstgjøring rundt viktigheten av bærekraftig utvikling gjennom rapporten «Our Common Future» i 1987 (WCED, 1987). Kommisjonen ga følgende definisjon av bærekraft (WCED, 1987, s. 41): «Bærekraftig utvikling er den utvikling som imøtekommer dagens behov uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov». I 2015 vedtok FNs medlemsland 17 mål om bærekraftig utvikling frem mot 2030 (UN, u.d.b). Bærekraftsmålene er en global enighet om å forbedre helse og utdanning, redusere ulikheter, øke økonomisk vekst og arbeide sammen for å bekjempe klimaendringene.

På FNs 21. klimakonferanse (COP21) i Paris i 2015, ble Parisavtalen vedtatt (UNFCCC, 2015). Avtalen kartlegger en ny kurs i den globale klimainnsatsen. Gjennom Parisavtalen er nasjonene forpliktet til å iverksette ambisiøse tiltak for å redusere klimagassutslipp, slik at FNs togradersmål overholdes. Togradersmålet omhandler å begrense den globale oppvarmingen dette århundret til under 2 grader fra det preindustrielle nivået (UN, u.d.a). FNs klimapanel sin spesialrapport fra 2018 fastslår at det er nødvendig med en reduksjon i globale menneskeskapte klimagassutslipp på omtrent 45 % fra 2010-nivå innen 2030 (IPCC, 2018). De 195 landene som har forpliktet seg til Parisavtalen, skal derfor jobbe for å begrense temperaturøkningen til 1,5 grader innen 2100. For å nå målene i Parisavtalen og bli et lavutslippsland innen 2050, forplikter Norge å gjennomgå et grønt skifte (KMD, 2020a). Som et viktig steg i det grønne skiftet, meldte Norge i februar 2020 inn et forsterket klimamål under Parisavtalen om å redusere utslippene med minst 50 % og opp mot 55 % sammenlignet med 1990-nivået innen 2030 (KMD, 2020b).

Å begrense den globale oppvarmingen til 1,5 grader innen 2100 vil kreve raske og utstrakte endringer i flere sektorer, spesielt i sektorer for energi, industri, bygninger og transport (UN, u.d.a). Det bebygde miljøet har stor innvirkning på den globale oppvarmingen. I 2018 stod BA-næringen for 39 % av globale energi- og prosessrelaterte CO₂-utslipp, der 11 % av utslippene kom fra produksjon av bygningsmaterialer og produkter som stål, sement og glass (IEA, 2019). I tillegg stod BA-næringen for 36 % av det samlede globale energiforbruket i 2018 (IEA, 2019). Dette viser at BA-næringen har et stort potensial når det gjelder å bidra i reduksjonen av de globale menneskeskapt klimagassutslippene.

Omstillingen til en grønnere og mer bærekraftig byggepraksis kan bidra til å møte flere av bærekraftsmålene (WGBC, u.d.). Av de totalt 17 bærekraftsmålene, er «9) Industri, innovasjon og infrastruktur», «11) Bærekraftige byer og lokalsamfunn», «12) Ansvarlig forbruk og produksjon» og «13) Stoppe klimaendringene» tettest knyttet til BA-næringen. En metode som kan bidra i oppnåelsen av målene, er livsløpsvurdering (LCA). LCA er vurdert som den mest egnede vitenskapelige metoden for å evaluere miljøpåvirkning, ettersom det er en systematisk, holistisk og objektiv metode som kan bidra med omfattende miljøinformasjon til beslutningstakere (Palumbo *et al.*, 2020; Säynäjoki *et al.*, 2017). I den norske BA-næringen er det vanlig å fokusere på klimagassberegninger, en metode som følger LCA-metodikken. LCA omfatter mange ulike miljøindikatorer, mens klimagassberegninger evaluerer og rapporterer én av disse miljøindikatorerne, CO₂-utslipp.

En studie fastslår at beslutninger som tas gjennom tidlige designfaser av en bygning, er kritiske for bygningens miljøprestasjon gjennom dens livsløp (Basbagill *et al.*, 2013). Sagt på en annen måte, er beslutninger i tidligfasen avgjørende for hvor stor miljøpåvirkning bygningen medfører. Utviklingen av LCA-metodikken er et viktig skritt fremover for å evaluere miljøpåvirkninger fra bygninger og bygningsprodukter gjennom et livsløpsperspektiv (Božiček, Kunič og Košir, 2020). Imidlertid rapporterer en nylig publisert studie at nesten alle LCA-studier som ble utført i designfasen av byggeprosjekter, ikke påvirket beslutninger om bygningsdesignet (Palumbo *et al.*, 2020). Dette viser at LCA-studier ikke bare skal brukes for å måle og dokumentere bygningers miljøprestasjon, men ha en direkte påvirkning i beslutningstakingen med den hensikt å redusere klimagassutslippene fra byggenæringen.

1.2 Forsknings spørsmål

Oppgavens formål er å komme frem til tiltak som kan forbedre bruken av klimagassberegninger i tidligfasen av byggeprosjekter, med den hensikt å øke dets påvirkning på beslutninger slik at CO₂-utslippene fra byggenæringen reduseres. For å oppnå dette er følgende problemstilling valgt:

Hvordan kan bruken av klimagassberegninger i beslutningstaking optimaliseres i tidligfasen av byggeprosjekter?

Hensikten er at oppgaven kan bidra til en fremtidig forbedring av hvordan ulike roller og beslutningstakere i byggenæringen bruker klimagassberegninger til å påvirke beslutninger. Tre forskningsspørsmål er formulert for å understøtte den valgte problemstillingen:

- Hva er status om klimagassberegninger i dag?
- Hvilket potensial har klimagassberegninger til å påvirke beslutninger?
- Hvordan kan resultater fra klimagassberegninger fungere som beslutningsgrunnlag?

Det første forskningsspørsmålet skal belyse dagens situasjon knyttet til klimagassberegninger i byggenæringen. Dette innebærer formålet med dagens bruk, dagens praksis for utførelse og kompetansenivå hos aktører. I tillegg sammenlignes status i byggenæringen med status i anleggsnæringen. Basert på dagens situasjon, skal det foreslås tiltak som kan bidra til forbedringer.

Det andre forskningsspørsmålet skal undersøke i hvilken grad klimagassberegninger har et potensial til å påvirke beslutninger, og om potensialet er fullt utnyttet i dag. Det innebærer å identifisere hvilke beslutninger som kan påvirkes av klimagassberegninger, samt hvilke faktorer som henholdsvis styrker og svekker påvirkningspotensialet. Hensikten med spørsmålet er å øke klimagassberegningers påvirkning på beslutninger. Det påpekes en nyanse mellom økt og riktig påvirkning. Det betyr at det er mulig å være overbevisende og oppnå økt påvirkning, men som likevel fører til feilaktige eller dårlige beslutninger. I oppgavens kontekst impliserer en økt påvirkning av klimagassberegninger på beslutninger, en riktig påvirkning. Dette fordi økt påvirkning vil medføre økt hensyn til klimapåvirkning i beslutninger, som vil føre til reduserte CO₂-utslipp.

Det tredje forskningsspørsmålet skal få frem viktige forhold som bidrar til at resultater fra klimagassberegninger kan fungere som beslutningsgrunnlag. Det inkluderer å presentere forskjellige tiltak med utgangspunkt i en beslutningsprosess bestående av seks steg. Denne prosessen utgjør en foreløpig mal for hvordan bruken av klimagassberegninger kan optimaliseres i tidligfasen. Videre kan stegene i prosessen forbedres etter hvert som utviklingen knyttet til bruken av klimagassberegninger forløper.

1.3 Avgrensninger

For å begrense omfanget av oppgaven, er det valgt å fokusere på miljødimensjonen av bærekraft med hovedvekt på klima. Oppgaven går dermed ikke i dybden i den økonomiske og sosiale dimensjonen. Imidlertid gjøres det vurderinger knyttet til økonomi i diskusjonskapitlet, ettersom det er en viktig faktor i beslutningsgrunnlaget i byggenæringen. Begrepet «grønn» brukes flere ganger i oppgaven i sammenhenger som grønne bygg eller grønne investeringer. Her leses «grønn» i lys av klimaparameteren.

Klimagassutslipp er den globale miljøpåvirkningen som er mest avgjørende for å bremse global oppvarming og bekjempe klimaendringene. Per i dag legger både litteraturen og den norske BA-næringen størst vekt på klimaparameteren i forbindelse med miljøvurderinger. Derfor anses klimapåvirkning som en hensiktsmessig vinkling på oppgaven. Likevel vil begrepet «miljøpåvirkning» brukes flere ganger i teorikapittelet ettersom det engelske begrepet «environmental impact» brukes i internasjonale artikler. I tillegg vil begrepet «miljøvennlig» dukke opp i fremstillingen av resultatene. Selv om denne oppgaven fokuserer på klimapåvirkning, påpekes det at det finnes andre miljøpåvirkninger som er viktige å evaluere for å gjøre gode beslutninger for miljøet. Eksempler på dette er nedbrytning av naturmangfoldet, landtransformasjon, havforsuring og overgjødning av vann.

Oppgaven er i hovedsak avgrenset til tidligfasen av byggeprosjekter ettersom beslutninger i denne fasen har størst innvirkning på bygningers miljøprestasjon. Likevel vil oppgaven diskutere aspekter ved klimagassberegninger som ikke er direkte knyttet til tidligfasen.

1.4 Oppgavens struktur

Oppgavens videre struktur visualiseres i Figur 1.1.



Figur 1.1 Oppgavens struktur

I kapittel 2 presenteres det teoretiske rammeverket som legger grunnlaget for oppgaven. I dette kapittelet gjengis og beskrives funnene som er gjort i litteratursøket. Kapittelet redegjør også for begreper som diskuteres videre i oppgaven. I kapittel 3 beskrives de tre kvalitative metodene som er brukt til å innhente og behandle informasjon. Dette inkluderer evaluering av metodene og feilkilder.

Følgelig i kapittel 4 presenteres resultater fra intervjuer og case-prosjekt. Deretter i kapittel 5 knyttes funn fra teori og resultater sammen gjennom diskusjonen. I kapittel 6 oppsummeres diskusjonen av teori og resultater i konklusjonen, og den overordnede problemstillingen og tilhørende forskningsspørsmål besvares. Avslutningsvis presenteres forslag til videre arbeid og en kort evaluering av eget arbeid i henholdsvis kapittel 7 og 8.

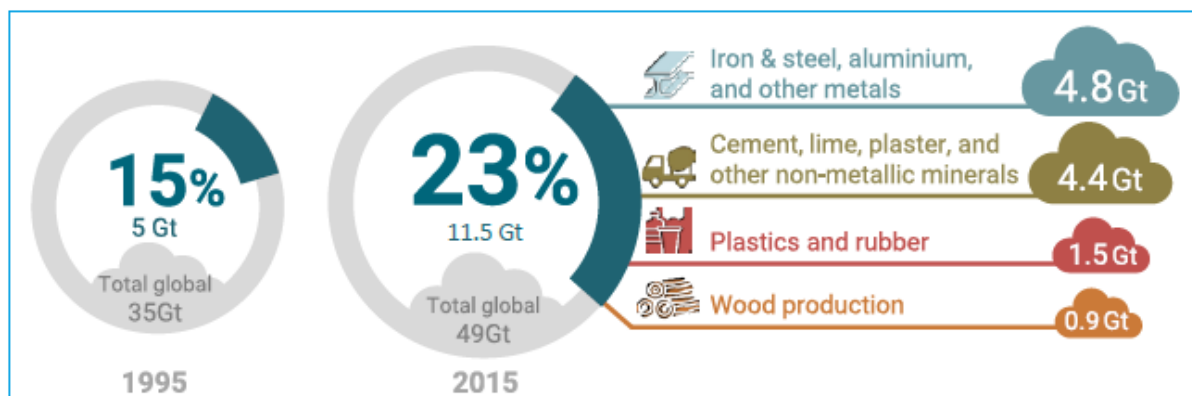
2 Teori

Dette kapitlet omfatter det teoretiske rammeverket som etablerer konteksten for oppgaven. Hensikten er å presentere relevant informasjon om temaet, avklare sentrale begreper og belyse utfordringer tilknyttet temaet som fremkommer i litteraturen. Teorien vil sammen med resultatene danne grunnlaget for oppgavens diskusjonskapittel.

2.1 Byggenæringens energiforbruk og livsløpsutslipp

Bygninger gir fasiliteter for menneskelige behov og utallige fordeler for samfunnet, men har samtidig ødeleggende innflytelse på miljøet (Nejat *et al.*, 2015). Nejat *et al.* (2015) fastslår at de siste førti årene har energibehovet til bygninger, inkludert bolig- og næringsbygg, vokst med 1,8 % per år. Ibn-Mohammed *et al.* (2013) stadfester at de globale klimagassutslippene fra byggenæringen stiger med en årlig rate på 1,5 %. Byggenæringen står ansvarlig for omtrent 40 % av det globale energiforbruket og en tredel av relaterte globale klimagassutslipp (Nejat *et al.*, 2015). Dessuten står byggenæringen for 30 % av råmaterialbruken, 25 % av vannforbruket og 12 % av arealbruken i verden (Ibn-Mohammed *et al.*, 2013).

Livsløpsutslipp generert av bygninger består av to komponenter: innebygde utslipp (embodied) og utslipp i bruksfasen (operational) (Ibn-Mohammed *et al.*, 2013). Innebygde utslipp relateres til utvinning, produksjon og transport av bygningsmaterialer (Schmidt og Crawford, 2017). Den nyeste rapporten fra IRP (2020) stadfester at energieffektivitet i bygninger har vært et viktig fokus gjennom de siste tiårene for å redusere utslipp i bruksfasen. Strengere krav i bygningsstandarder i mange industrialiserte regioner har blant annet sikret mye lavere oppvarmingsrelatert energibehov i nye og renoverte bygninger (IRP, 2020). Imidlertid har det store fokuset på utslipp i bruksfasen overskygget vurderinger knyttet til material- og produksjonsrelaterte klimagassutslipp. En studie fastslår at innebygde utslipp fra materialer er i ferd med å overstige utslipp i bruksfasen, og relevansen av innebygde utslipp øker ytterligere når man forutsetter fremtidige reduksjoner i klimagassutslipp fra bygningsdriften (Röck *et al.*, 2020). Ifølge IRP (2020) økte andelen av globale klimagassutslipp fra produksjon av materialer fra 15 % til 23 % mellom 1995 og 2015, som illustrert i Figur 2.1.



Figur 2.1 Materialrelaterte utslipp som en andel av totale globale utslipp, 1995 kontra 2015 (IRP, 2020)

Figur 2.1 viser at det meste av de materialrelaterte utslippene stammer fra produksjonen av jern og stål (32 %), sement, kalk og gips (25 %), samt plastikk og gummi (13 %). Dette tydeliggjør et stort potensial for å redusere klimagassutslipp forårsaket av materialproduksjon.

2.1.1 Allmenningens tragedie

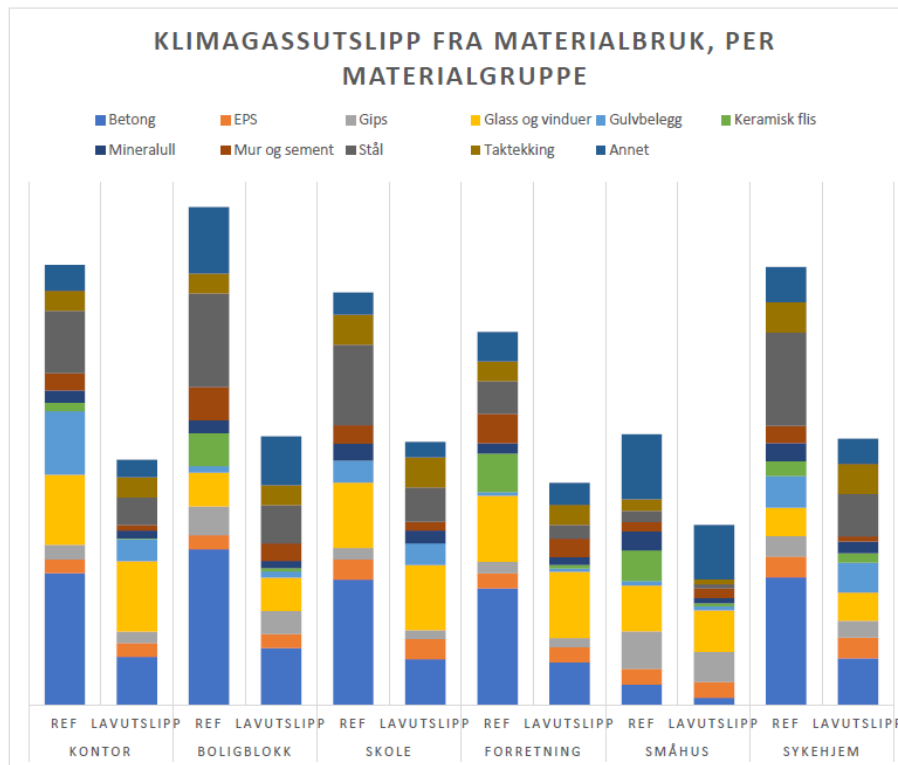
Den enorme forurensningen som forårsakes av forskjellige globale aktører, blant annet byggenæringen, inngår som et ressursproblem i begrepet «Allmenningens tragedie». Dette fenomenet, som på engelsk kalles «The Tragedy of the Commons», ble for første gang beskrevet av Garrett Hardin i 1968 som følger: «Befolkningsproblemet har ingen teknisk løsning; det krever en grunnleggende utvidelse av moral» (Garrett Hardin, 1968). «Allmenningens tragedie» beskriver en tilstand der en fellesressurs ødelegges fordi alle brukerne av ressursen handler til sitt eget beste på bekostning av fellesskapet, selv om de på lang sikt skader seg selv. Dette betyr at fellesressursen blir sterkere belastet enn det som er samfunnsøkonomisk gunstig (SNL, 2018). Andre eksempler på ressursproblemer er overbeite, overfiske og befolkningsvekst.

Forurensning av klimagassutslipp er svært sentralt i denne oppgaven. I motsetning til overfiske hvor noe tas ut av allmenningen (ressursgrunlaget), dukker «Allmenningens tragedie» opp i forurensningsproblemet gjennom at skadelige utslipp tilføres allmenningen (Garrett Hardin, 1968). Beregningene av nytte for hver enkelt er likevel den samme. «Allmenningens tragedie» av forurensning av klimagassutslipp kan beskrives som følger: Ethvert individ som slipper ut CO₂ i atmosfæren, handler til sitt eget beste på bekostning av fellesskapet ved at det gir dem en fordel. Eksempelvis innebærer det at kostnader for å slippe ut CO₂ er mindre, enn kostnaden for å rense utslippene før det slippes ut. Fordelen er da at individet raskt blir kvitt avfall til en lav kostnad. På lang sikt fordeles derimot ulempen ved å slippe ut CO₂, både på en selv og resten av individene på kloden, ettersom gjennomsnittstemperaturen i atmosfæren øker.

2.1.2 Kilder til klimagassutslipp fra bygningsmaterialer

Fuglseth *et al.* (2020) stadfester at hvilke typer material- og løsningsvalg som gir lave klimagassutslipp må sees i kontekst av bygningen som helhet. I rapporten undersøkes potensialet for å redusere klimagassutslipp fra materialbruk i ulike bygninger. For å få til dette, beregnes referanse- og lavutslippsnivåer for utslipp fra materialbruk for følgende bygningstyper; kontor, boligblokk, skole, forretning, småhus og sykehjem. Figur 2.2 viser sammenligning av klimagassutslipp fra materialbruk, per materialgruppe, for referansenivå og lavutslippsnivå. Differansen i utslipp mellom referanse- og lavutslippsnivåene viser potensialet for utslippsreduksjon på bygningsnivå. I lavutslippsbyggene er standard materialer byttet ut med de mest klimavennlige alternativene som er tilgjengelige på det norske markedet per i dag (Fuglseth *et al.*, 2020). Rapporten fremhever følgende faktorer som påvirker hva som kan omtales som klimavennlige materialer (Fuglseth *et al.*, 2020):

- Gjennomsnittlig produksjonsteknologi og utvikling i markedet.
- Tekniske egenskaper i den sammensatte løsningen og i bygget som helhet.
- Robusthet og forventet levetid.



Figur 2.2 Sammenligning av klimagassutslipp fra materialbruk (Fuglseth *et al.*, 2020)

Figur 2.2 viser at materialgruppene betong, stål, samt glass og vinduer i hovedsak bidrar med de største andelene av klimagassutslipp fra de ulike bygningstypene.

2.2 Beslutninger og roller i et byggeprosjekt

En organisasjon defineres som et system av regler med sikte på å nå bestemte mål ved hjelp av koordinert virksomhet blant personer i en gruppe (Rolstadås *et al.*, 2020). Et prosjekt er en type organisasjon som er midlertidig og fleksibel etablert for å skape spesifiserte leveranser for prosjektets oppdragsgiver eller bestiller (Skyttermoen og Vaagaasar, 2015). To ytterpunkter av organisasjonsstrukturer er henholdsvis organisk og mekanisk struktur, der førstnevnte har flest likhetstrekk med en prosjektorganisasjon (Karlsen, 2017). Den organiske strukturen er oppgaveorientert der målet er styrende for hva som gjøres og besluttes. Beslutninger tas av dem med best kompetanse i den gitte sak, og informasjonen flyter relativt fritt gjennom direkte kontakt. Videre kjennetegnes strukturen av stor fleksibilitet og evnen til å kunne fungere i situasjoner med stor grad av usikkerhet.

Følgende definisjon av et prosjekt legges til grunn i denne oppgaven (Skyttermoen og Vaagaasar, 2015): «Et prosjekt er en midlertidig organisasjon som innenfor avgrensede tids- og ressursrammer skal gjennomføre en engangsoppgave som skal skape merverdi for oppdragsgiver». Rammer for prosjektet fremkommer ofte i form av mål knyttet til tid, kostnad og kvalitet (Skyttermoen og Vaagaasar, 2015). Disse tre rammebetingelsene påvirker hverandre gjensidig, noe som ofte medfører mange avveininger for beslutningstakere når de skal styre prosjektets forløp.

2.2.1 Roller

Prosjekter har et behov for å organisere sin virksomhet og bygge opp en prosjektorganisasjon med sentrale roller som er hensiktsmessig for å løse den definerte oppgaven (Rolstadås *et al.*, 2020). En rolle er summen av de normer og forventninger som knyttes til en bestemt ansvarsoppgave, posisjon eller gruppe i prosjektet (Skyttermoen og Vaagaasar, 2015). Bygg21 (2016) definerer roller knyttet til Norges bygg-, anlegg- og eiendomsprosjekter, og inndeler rollene etter en hierarkisk ansvarsdeling i tre ulike nivåer:

1. Oppdragsgivernivå
2. Prosjektledernivå
3. Leverandørnivå.

Oppdragsgivernivået representerer og forplikter eiere og brukere, prosjektledernivået tar ansvar for helheten på tvers av leverandørgrupper, og leverandørnivået utgjør teamene som i praksis utøver sine fag (Bygg21, 2016). For å lykkes med et prosjekt er det vesentlig å etablere gode relasjoner mellom de sentrale rollene (Skyttermoen og Vaagaasar, 2015). Kommunikasjon og tillit er viktige virkemidler i denne prosessen.

2.2.2 Beslutninger og beslutningsprosesser

Beslutninger og beslutningsprosesser er meget sentrale i prosjekter (Skyttermoen og Vaagaasar, 2015). En beslutning innebærer valg mellom ulike alternativer, og kan ikke isoleres fra sin sammenheng. Den inngår i en beslutningsprosess som inkluderer vurderinger og handlinger. Dette fører så frem til en beslutning, samt iverksetting. Ofte fremstilles beslutningsprosesser som en systematisk prosess hvor ledere og beslutningstakere samler informasjon som beslutningsgrunnlag, vurderer informasjonen, for så å ta en beslutning (Skyttermoen og Vaagaasar, 2015). Imidlertid er beslutningsprosesser ofte preget av maktkamp, tilfeldigheter, subjektive tilnærminger, lobbyvirksomhet og institusjonell historie.

Skyttermoen og Vaagaasar (2015) hevder at mennesket som perfekt rasjonell beslutningstaker ikke lenger ligger som grunnlag for å forstå menneskelig atferd og valgsituasjoner. Årsaken er at rasjonaliteten begrenses av blant annet tid, økonomi og kompleksitet. Siden enkeltmennesker ikke er perfekt rasjonelle, kan heller ikke vurderinger og beslutninger i prosjekter bli det. I stedet for perfekt rasjonelle løsninger, søker mennesket heller å finne de løsningene som best tilfredsstillende de målsettingene som er satt.

2.2.3 Beslutningsnivåer

Prosjekter kan betraktes som en kontinuerlig rekke av mange beslutninger som foretas av ulike roller i prosjektet (Klakegg, 2021). Rammeverket «Neste Steg» beskriver de avgjørende forretningsmessige beslutningene i et bygge- og anleggsprosjekt, som eksempelvis utgjør oppstart av prosjektet, konseptvalg, realisere løsningen og avslutning av prosjektet (Bygg21, 2016). Disse store, strategiske beslutningene kan kun tas av prosjekteier, og ikke delegeres til prosjektledelsen eller et utøvende ledd. Foruten de overordnede beslutningene som må besluttes av den øverste instansen, foretas det en mengde taktiske og operasjonelle beslutninger som fører utviklingsprosessen videre (Klakegg, 2021). Dette innebærer prosessbeslutninger som ivaretas av prosjektledelsen og tekniske beslutninger som ivaretas av den tekniske kompetansen i prosjektet. På bakgrunn av dette, bygger resultatene fra intervjuer i kapittel 4.1 på følgende tre beslutningsnivåer:

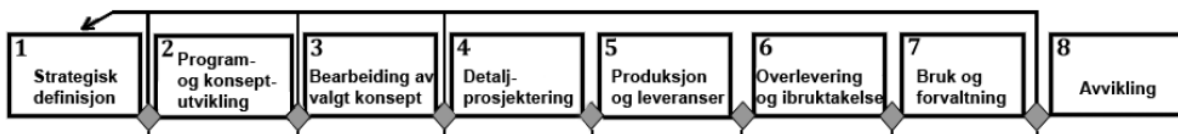
- Nivå 1: Byggherre
- Nivå 2: Prosjekt- og prosjekteringsledelse
- Nivå 3: Faglig utøvende

Det legges til grunn at nivået over forplikter nivået under, og beslutninger som tas på underliggende nivåer trenger forankring og aksept i overliggende nivåer.

2.3 Faser i et byggeprosjekt

Byggeprosessen deles vanligvis inn i flere separate faser som gjerne er knyttet til oppgaver, eierskap eller ansvarsforhold i prosjektet (Samset, 2014). I litteraturen finnes det forskjellige typer faseinndelinger i varierende detaljeringsnivå. Samset (2014) benytter de tre generiske fasene tidligfase, gjennomføringsfase og driftsfase, mens Eikeland (1999) inndeler byggeprosessen i idéfase, utviklingsfase, gjennomføringsfase og bruksfase.

Bygg21 (2016) har utarbeidet et felles rammeverk for gjennomføringen av et bygge- og anleggsprosjekt (BA-prosjekt) i Norge med hensikt å skape en standardisert og omforent faseinndeling. «Neste steg» beskriver byggeprosessen i åtte steg, fra definering av behov til avvikling av bygningen (Bygg21, 2016). Stegene kan slås sammen eller deles videre inn, samt utføres i den rekkefølgen som er mest hensiktsmessig for prosjektet. Figur 2.3 viser inndelingen av byggeprosessen i «Neste Steg».



Figur 2.3 Byggeprosessen i åtte steg fra start til avvikling (Standard Norge, 2021)

I motsetning til faseinndelingene til Eikeland (1999) og (Samset, 2014), betrakter «Neste Steg» bygningens totale livsløp ved å inkludere avvikling. Dette steget utgjør livsløpets sluttstadium som innebærer riving, ombygging eller salg (Bygg21, 2016).

2.3.1 Tidligfasen

Internasjonale publikasjoner bruker flere ulike betegnelser for tidligfase, som tidlig designfase og tidlig designprosess. «Neste Steg» definerer tidligfasen av et byggeprosjekt som «utviklingen gjennom utrednings- og planleggingsfasene frem til endelig beslutning om å finansiere og gjennomføre prosjektet» (Bygg21, 2016). I tidligfasen defineres prosjektets premisser og mål, og ulike konseptalternativer utvikles (Samset, 2014). Steg 1 (strategisk definisjon), steg 2 (program- og konseptutvikling) og steg 3 (bearbeidelse av valgt konsept) utgjør tidligfasen i henhold til rammeverket. Dette legges til grunn for utarbeidelsen av denne oppgaven. Med utgangspunkt i beskrivelsene i «Neste Steg», presenteres de tre stegene i Tabell 2.1.

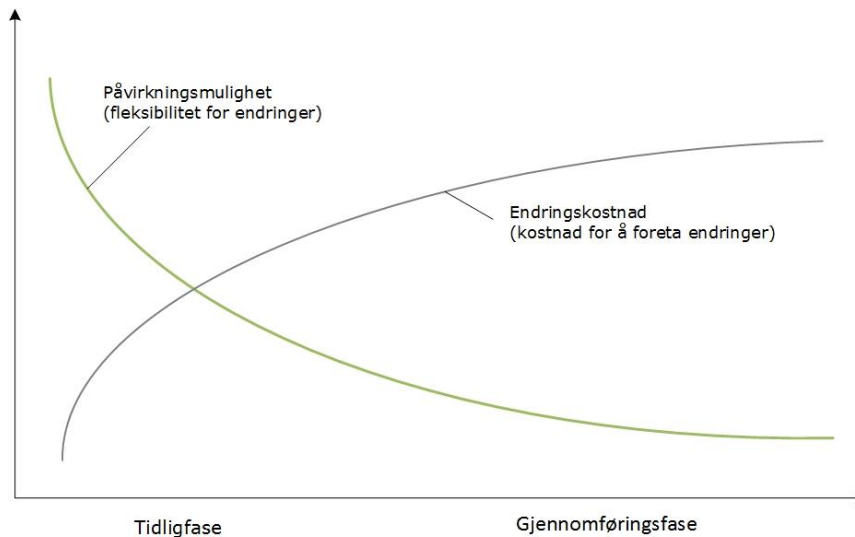
Tabell 2.1 Beskrivelse av stegene i tidligfasen

Steg i tidligfasen	Beskrivelse
Steg 1 – Strategisk definisjon	Stegets formål er å identifisere begrunnelser, overordnede mål og rammer. I dette steget bestemmes det om en idé er ønskelig å realisere. Det gjøres vurderinger angående om det foreligger et faktisk behov, om behovet er gjennomførbart og om det bidrar til en forbedring. De første vurderingene rundt et mulig prosjekt foretas ut fra prosjekteierens strategiske plan og ambisjonsnivå. På dette stadiet er ikke prosjektets gjennomføringsstrategi eller entreprisform avklart.
Steg 2 – Program- og konseptutvikling	Formålet er å avgjøre om prosjektet er gjennomførbart og hvilken prinsipløsning som er mest hensiktsmessig. Basert på det definerte behovet i steg 1, utredes forskjellige konsepter og programmer som tilfredsstillende behovet. Deretter utføres det ulike analyser av disse for å identifisere den mest egnede prinsipløsningen. Ut fra dette besluttes det om det er ønskelig å gå videre med prosjektet. Omfang, pris og kvalitet konkretiseres midlertidig. Videre skisseres og presenteres alternative løsninger for valg av konsept, og prosjektets gjennomførings- og anskaffelsesstrategi fastlegges på et overordnet nivå.
Steg 3 – Bearbeidelse av valgt konsept	Stegets formål er å utvikle prinsippene for teknisk løsning, realistiske strategier og planer for prosjektet, slik at endelig beslutning om iverksettelse og finansiering kan foretas på et riktig grunnlag. I dette steget inngår forprosjektet der det valgte konseptet detaljeres. Videre detaljeres programmet til romnivå og løsninger kontrolleres. Dette bidrar til en trygghet om at prosjektet kan realiseres. Andre sentrale aktiviteter i steget er å detaljere og kvalitetssikre kalkylene, samt å utarbeide modeller og tegninger som representerer de viktigste valgene for prosjektet. Slutten av dette steget er vanligvis siste mulighet for å avlyse prosjektet.

Beslutningers påvirkningsmuligheter i tidligfasen

Det gjøres en rekke beslutninger om bygningens design gjennom tidligfasen av et byggeprosjekt (Bueno, Pereira og Fabricio, 2018). Tidligfasen av bygningsdesignet er stadiet i byggeprosessen der det er størst mulighet for påvirkning på beslutninger (Samset, 2014). Det innebærer at prosjektets mål og rammer kan endres uten at det har større betydning for kostnadene. Påvirkningsmuligheten i prosjektet avtar etter hvert som flere beslutninger foretas, strategier fastlegges og kontrakter inngås (Samset, 2014).

Tilleggs kostnadene på vesentlige endringer øker desto lenger ut i byggeprosessen man kommer. Eksempelvis vil betydelige endringer i eksisterende planer, påbegynt arbeid og inngåtte forpliktelser medføre økte kostnader (Samset, 2014). Figur 2.4, bearbeidet etter Samset (2014), illustrerer hvordan påvirkningsmuligheter reduseres og endringskostnader øker gjennom tidlig- og gjennomføringsfasen i et byggeprosjekt.



Figur 2.4 Påvirkningsmulighet og endringskostnad i tidlig- og gjennomføringsfase

Beslutninger som foretas gjennom en bygnings tidlige designfaser er kritiske for bygningens miljøprestasjon gjennom dens livsløp (Basbagill *et al.*, 2013; Hollberg, Lützkendorf og Habert, 2019). Ifølge EU-kommisjonen (2012) bestemmes mer enn 80 % av miljøpåvirkningen fra et produkt gjennom beslutninger i designfasen. Betraktning av miljøpåvirkninger i de innledende fasene av bygningsdesignet er dermed avgjørende ettersom muligheten for å forbedre bygningens miljøprestasjon reduseres betydelig etter fullførelse av designprosessen (Bueno, Pereira og Fabricio, 2018). Imidlertid står designere overfor mange beslutninger gjennom disse stadiene i tidligfasen. Basbagill *et al.* (2013) hevder at det vanligvis er manglende intuisjon blant beslutningstakere om hvilke beslutninger som har størst betydning for en bygnings miljøpåvirkning. Derfor utsettes ofte beslutninger til senere stadier av designprosessen. Dette bidrar til å redusere beslutningers påvirkningsmuligheter på bygningens miljøprestasjon.

2.4 BIM

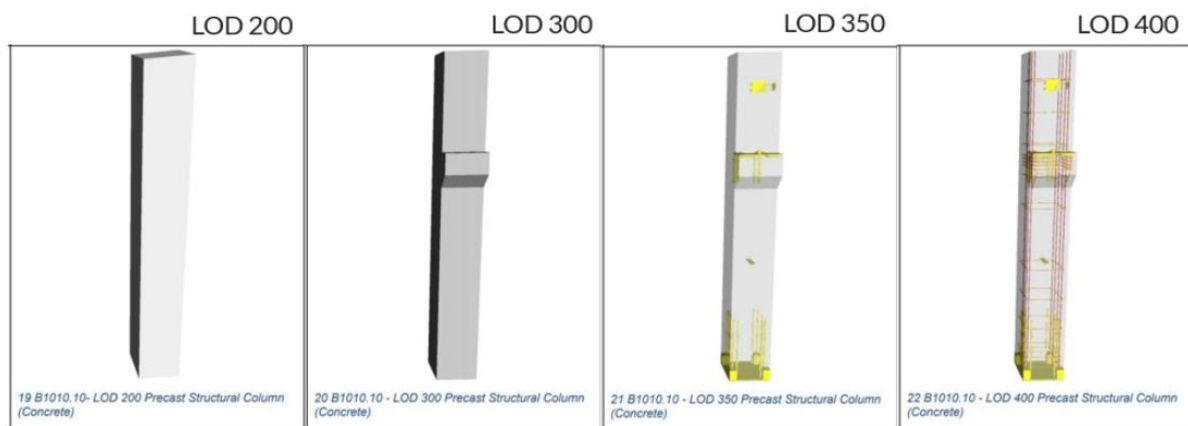
Dagens byggeprosess bærer preg av økende kompleksitet med tanke på et økende antall roller i designprosessen, økt tverrfaglig samarbeid og utfordringer knyttet til informasjonsflyt (Hjelseth, 2010). Utvekslingen av relevant informasjon mellom ulike aktører, som arkitekter, rådgivere, entreprenører og eiere, er omfattende. Hovedformålet med informasjonen er å støtte beslutningstaking i ulike faser i byggeprosessen. En viktig forutsetning er at den relevante informasjonen utveksles til riktige aktører til riktig tidspunkt (Hjelseth, 2010). Mange mener bruken av digitale kommunikasjonsmodeller som bygningsinformasjonsmodellering (BIM) bedrer samhandlingen i prosjektgjennomføringen, og dermed medfører økt produktivitet og kvalitet (Skyttermoen og Vaagaasar, 2015). NBIMS Prosjektkomité for BuildingSMART definerer BIM som følger:

En bygningsinformasjonsmodell (BIM) er en digital representasjon av fysiske og funksjonelle kjennetegn ved en fasilitet. Som sådan fungerer den som en delt kunnskapsressurs for informasjon om en fasilitet som danner et pålitelig grunnlag for beslutninger gjennom dens livsløp fra begynnelsen og utover. BIM er en delt digital representasjon basert på åpne standarder for interoperabilitet. (Seyis, 2020)

Forskere har identifisert BIM som et gunstig verktøy for å opprettholde grafisk informasjon og materialegenskaper om bygningselementer, noe som reduserer tid og krefter som kreves for å gjennomføre en bygningsdataanalyse (Seyis, 2020). BIM-baserte programvarer kan utveksle informasjon ved å integrere visuelle, geometriske representasjoner av et bygg med ikke-visuell informasjon (Hjelseth, 2010). Hovedutfordringene med BIM-programvarene er å oppnå transparent utveksling av informasjon til ulike aktører, samt å sikre at informasjonen er relevant både for praktisk bruk og pålitelig beslutningstaking (Hjelseth, 2010). Eksempler på BIM-baserte programvarer er Autodesk Revit, ArchiCAD, VectorWorks og Solibri. Bruk av Industry Foundation Classes (IFC) er hensiktsmessig for å utveksle bygningsinformasjon mellom flere programvarer gjennom et åpent filformat (Di Bari *et al.*, 2019).

2.4.1 LOD

Spesifisering av utviklingsnivå, Level of Development (LOD), er en referanse som gjør det mulig for aktører i byggenæringen å spesifisere og tydeliggjøre innholdet og påliteligheten til en BIM i ulike stadier av prosjekterings- og byggeprosessen (BIM Forum, 2015). Modellelementer i BIM kan klassifiseres i fem nivåer med økende detaljeringsgrad, fra LOD 100 til LOD 500. LOD 100 er det lavest utviklede nivået og utgjør en enkel generisk representasjon av modellelementer, mens LOD 500 utgjør en verifisert representasjon av modellelementer når det gjelder størrelse, form, plassering, mengde og orientering (BIM Forum, 2015). LOD av ulike bygningselementer gjennomgår en utvikling fra lav til høy i henhold til behovene i hvert steg av prosjekteringen (Cavalliere *et al.*, 2019). Imidlertid defineres ikke alle bygningselementer samtidig, og vil dermed ikke gjennomgå denne utviklingen på samme tidspunkt. Eksempelvis defineres vanligvis bærende elementer tidlig i prosjekteringen, mens materialer for innvendige overflater kan endres etter byggingen har startet. Derfor vil ikke en BIM-modell kun bestå av én LOD, men inneholde modellerte elementer på ulike LOD-nivåer (BIM Forum, 2015). Figur 2.5 visualiserer et eksempel på en prefabrikkert (forkortet prefab) bæresøyle i betong i ulike LOD.



Figur 2.5 Utvikling av LOD for en bæresøyle i betong (One Click LCA, u.d.a)

2.5 LCA og klimagassberegninger

Det finnes utallige definisjoner av LCA i litteraturen. Definisjonen av LCA som legges til grunn i denne oppgaven er som følger:

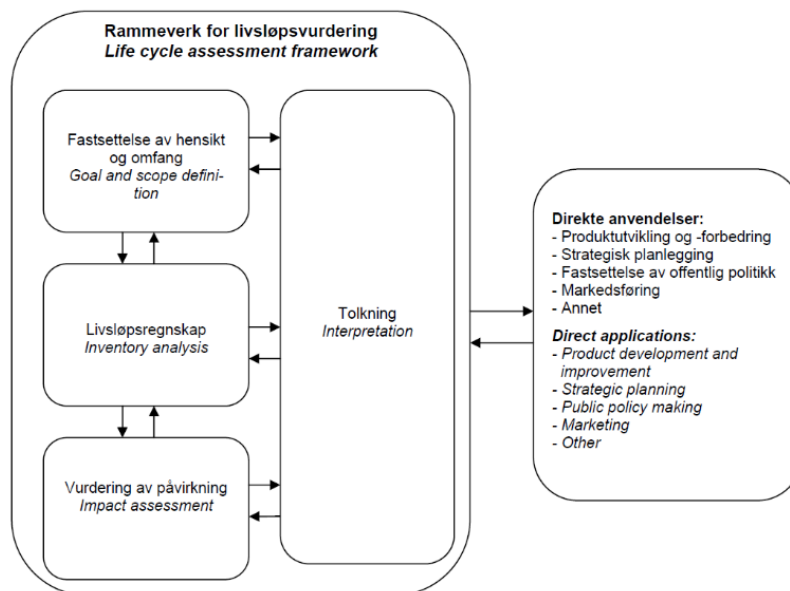
LCA er en systematisk og standardisert metode for å analysere og evaluere miljøpåvirkninger fra produkter, prosesser eller tjenester over det totale livsløpet, fra utvinning av råvarer og frem til avhending («vugge til grav»). (Cabeza *et al.*, 2014)

Det totale livsløpet omfatter utvinning av råvarer, produksjon, bruk og livsløpets slutt som utgjør resirkulering eller kasting (European Commission, 2010). Metoden kvantifiserer alt fra relevante utslipp og ressursbruk til relaterte miljø- og helsepåvirkninger gjennom alle fasene. Ifølge Standard Norge (2006a) kan LCA benyttes som et hjelpemiddel til å:

- Kartlegge forbedringsmuligheter for produkters miljøprestasjon gjennom livsløpet.
- Gi informasjon til beslutningstakere.
- Utvelge relevante miljøindikatorer for miljøprestasjon.
- Markedsføre produkter med god miljøprestasjon.

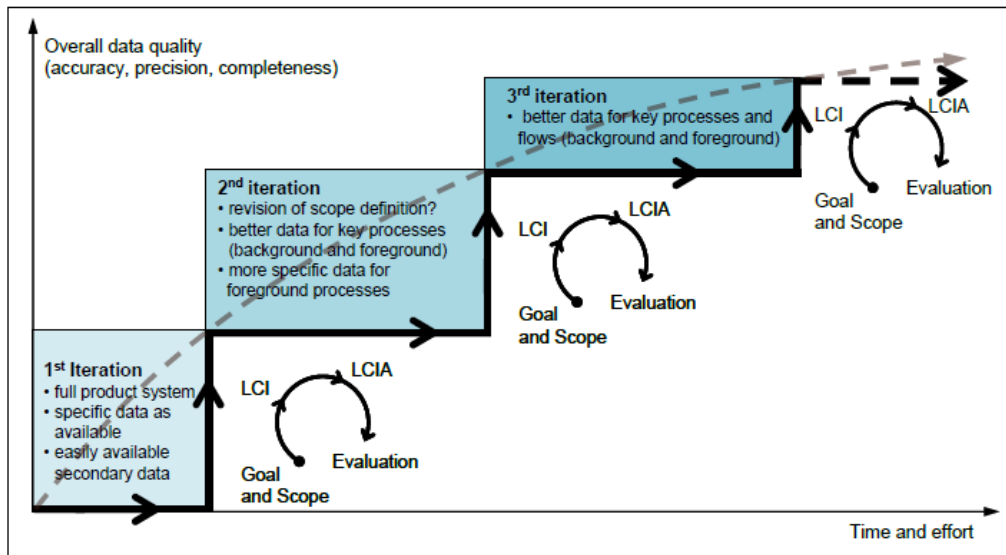
2.5.1 Rammeverket for LCA

Rammeverket for livsløpsvurdering, definert av den internasjonale standardiseringsorganisasjonen (ISO), omfatter følgende fire trinn: Fastsettelse av hensikt og omfang, livsløpsregnskap (LCI), livsløpseffektvurdering eller vurdering av påvirkning (LCIA) og tolkning av resultater (Standard Norge, 2006a). Forholdet mellom LCA-trinnene er illustrert i Figur 2.6.



Figur 2.6 Trinnene i en LCA (Standard Norge, 2006a)

Pilene mellom de fire trinnene i Figur 2.6 illustrerer at LCA er en iterativ prosess, der de enkelte trinnene bruker resultater fra de andre trinnene (Standard Norge, 2006a). Den iterative tilnærmingen medfører at det kan bli nødvendig å endre ulike aspekter ved omfanget av analysen etter hvert som ny data og informasjon innhentes. Figur 2.7 illustrerer skjematisk hvordan prosessen forløper i flere iterasjoner.



Figur 2.7 LCA som en iterativ prosess (EeBGuide, 2012a)

Iterasjonene bidrar til økt fullstendighet og konsistens i studien og i de rapporterte resultatene (Standard Norge, 2006a). Som beskrevet i Figur 2.7, blir bedre og mer spesifikk data tilgjengelig i andre og tredje iterasjon. Dette bidrar til at samlet datakvalitet øker med antall iterasjoner. Videre i kapittelet beskrives LCA-trinnene og sentrale elementer som inngår i hvert enkelt trinn.

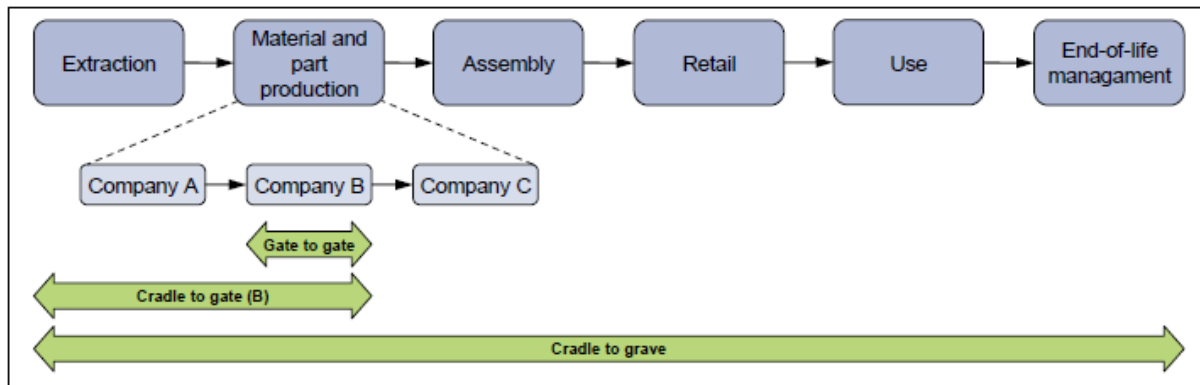
Fastsettelse av hensikt og omfang

Det første trinnet omhandler å fastsette hensikten og omfanget av analysen. Gjennom definering av hensikt, identifiseres blant annet beslutningskontekst, tiltenkt bruk av LCA-studien og mottakere av resultatene (JRC, 2010). Videre adresseres begrensninger knyttet til metode, antagelser og dekning av miljøpåvirkning. Definering av hensikten styrer alle detaljerte aspekter ved omfanget av analysen, som igjen setter rammen for LCI- og LCIA-fasen (JRC, 2010). Det er avgjørende med en klar definering av detaljnivået sammen med involverte aktører for å oppnå den fastsatte hensikten (Standard Norge, 2006a). En tydelig definert hensikt sammen med en klar avgrensning gjør at livsløpsvurderingen kan ha en større nytte og bli mer effektiv å utføre, spesielt for kompliserte produktsystemer som bygninger (Byggforskserien, 2015).

Definering av omfanget omhandler at det eksakte produktet identifiseres og defineres i detalj, i tråd med den fastsatte hensikten (JRC, 2010). Gjennom utledning av omfanget defineres blant annet funksjonell enhet, systemgrense og relaterte «cut-off»-regler, samt relevante effektkategorier og datakrav (Standard Norge, 2006a). En oversikt over forskjellige effektkategorier som kan inkluderes i analysen presenteres i Tabell 2.2. I en rekke tilfeller kan det være hensiktsmessig å benytte «cut-off»-regler for å begrense analyseomfanget, enten ved å utelate enkelte faser i livsløpet eller utelate enkelte inndata eller utdata (Byggforskserien, 2015). For å sikre en transparent analyse, skal slike forhold dokumenteres tydelig i sluttrapporten med resultatene (JRC, 2010).

Funksjonell enhet og systemgrense er svært essensielle deler av analysens omfang. Den funksjonelle enheten definerer hva som studeres, og er en referansenhet knyttet til produktets funksjon og livsløp (Byggforskserien, 2015). Den funksjonelle enheten bør være presis definert slik at den kan brukes som referanse gjennom hele studien (JRC, 2010). For å sikre at LCA-resultatene er sammenlignbare, relateres alle inngangs- og

utgangsfaktorer i LCI- og LCIA-profilen til den funksjonelle enheten (Standard Norge, 2006a). Systemgrensen er et sett av kriterier som angir hvilke enhetsprosesser som inngår som deler av produktsystemet (Standard Norge, 2006a). Det er nødvendig å sette systemgrenser for å begrense studien til den tiltenkte bruken, samt for å forbedre forståelsen og tolkningen av resultatene (Standard Norge, 2018). Figur 2.8 illustrerer tre ulike systemgrenser som deler av hele livsløpet; vugge til port, port til port og vugge til grav.



Figur 2.8 Forskjellige systemgrenser som deler av det totale livsløpet (JRC, 2010)

Livsløpsregnskap (LCI)

Livsløpsregnskap omfatter en systematisk innsamling av data og beregningsprosedyrer for å kvantifisere relevante inngangs- og utgangsfaktorer i produktsystemet som analyseres (Standard Norge, 2006a). Beregningsprosedyrer omfatter blant annet prinsipper for LCI-modelleringen, noe som er en viktig beslutning som må gjøres tidlig i definering av omfanget (JRC, 2010). To hovedprinsipper for LCI-modellering er attribusjons- og konsekvensmodellering der førstnevnte er mest utbredt.

Innsamling av data kan være en ressurskrevende prosess, slik at data og datakilder bør være transparente og tilstrekkelig dokumentert i sluttrapporten (Byggforskserien, 2015; Standard Norge, 2006a). Viktige forutsetninger i livsløpsregnskapet er at dataene er relevante, pålitelige og tilgjengelige (Gibon, 2020b). Vanlige kilder for datainnsamling er direkte kontakt med produsenter, databaser, vitenskapelige publikasjoner og offentlig tilgjengelig miljøinformasjon (Byggforskserien, 2015). Blant et stort utvalg av tilgjengelige kommersielle databaser, er Ecoinvent og GaBi ledende databaser i markedet (Gibon, 2020b).

Livsløpseffektvurdering (LCIA)

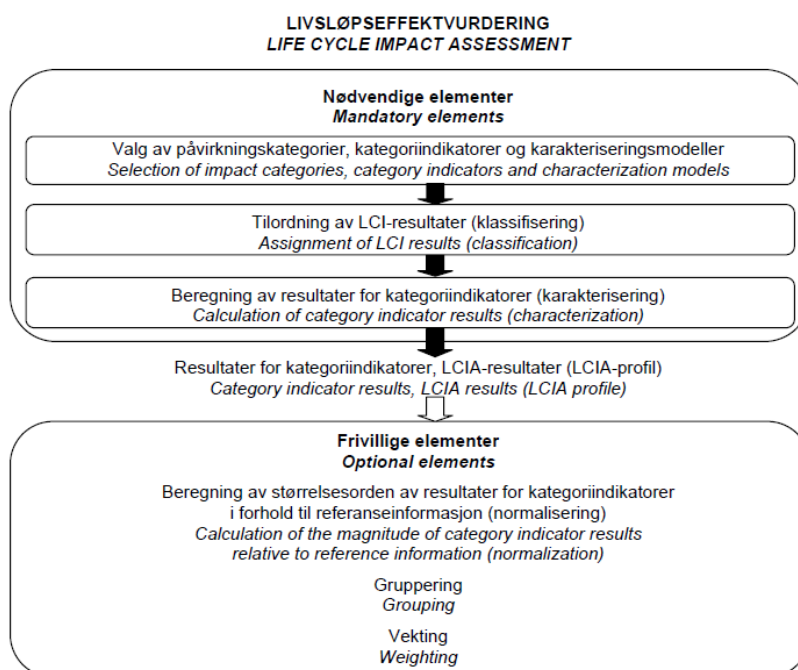
I livsløpseffektvurderingsfasen overføres inngangs- og utgangsfaktorer, som har blitt samlet og rapportert i LCI-fasen, til et begrenset antall effektkategorier relatert til menneskelig helse, naturomgivelser og nedbrytning av ressurser (JRC, 2010). Formålet med en LCIA er å gi ytterligere informasjon til å vurdere produktsystemets LCI-resultater for å oppnå en bedre forståelse av den miljømessige betydningen av resultatene (Standard Norge, 2006a). Forutsetninger som valg, modellering og vurdering av effektkategorier i LCIA-fasen kan medføre subjektivitet, slik at åpenhet og tydelig rapportering er vesentlig. I Tabell 2.2 presenteres et utvalg av effektkategorier med tilhørende enheter som kan dekkes i en LCIA (EPD-Norge, 2019; Verones, 2020). Forkortelsene i parentesene er referert til det engelske navnet.

Tabell 2.2 Utvalg av effektkategorier i en LCIA

Effektkategorier	Enhet
Klimaendringer (GWP)	kg CO ₂ ekvivalenter
Nedbrytning av stratosfærisk ozon (ODP)	kg CFC-11 ekvivalenter
Forsuring (AP)	kg SO ₂ -ekvivalenter
Eutrofiering (EP)	kg (PO ₄) ³⁻ ekvivalenter
Landtransformasjon	m ² a
Formasjonspotensial for troposfærisk fotokjemiske oksidanter (POCP)	kg C ₂ H ₄ ekvivalenter
Nedbrytning av abiotiske ressurser	kg Sb- ekvivalenter
Nedbrytning av abiotiske fossile ressurser (ADP)	MJ
Svevestøv	kg PM10 ekvivalenter
Menneskelig toksisitet	kg 1,4-DB ekvivalenter
Økotoksisitet	kg 1,4-DB ekvivalenter

LCIA er sammensatt av obligatoriske og valgfrie steg som illustrert i flytskjemaet i Figur 2.9. Følgende obligatoriske elementer skal inkluderes i en LCIA:

- Valg av effektkategorier og karakteriseringsmodeller.
- Klassifisering: Tilordning av utslipp (LCI-resultater) til effektkategorier.
- Karakterisering: Beregning av LCIA-resultater for kategoriindikatorer.



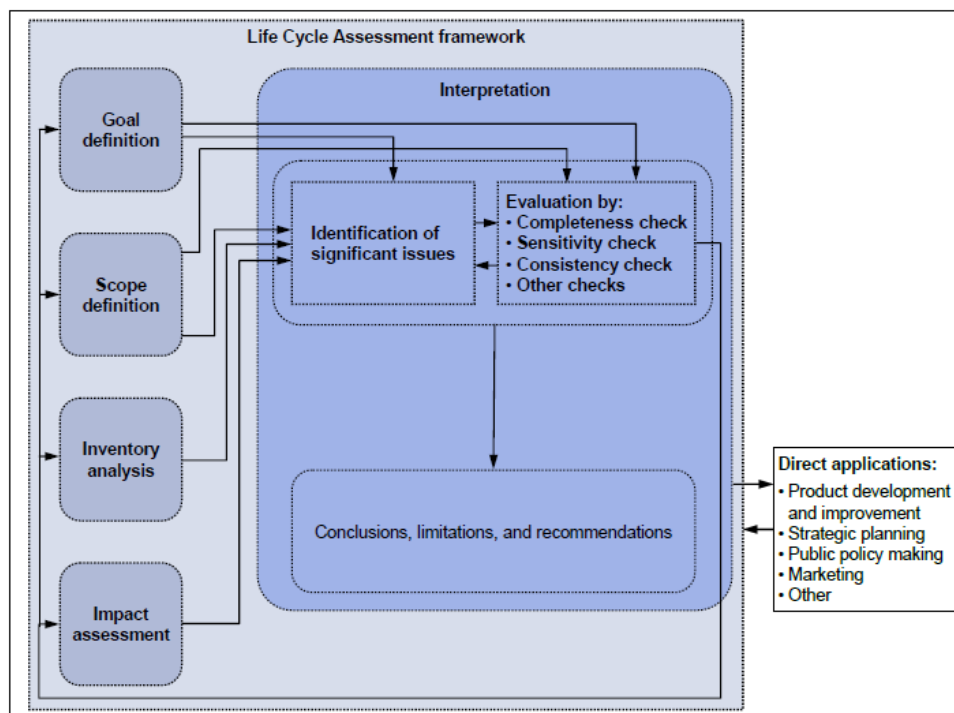
Figur 2.9 Elementer i LCIA-fasen (Standard Norge, 2006a)

Normalisering, gruppering og vekting er valgfrie elementer. Normalisering vil si at LCIA-resultatene multipliseres med en normaliseringsfaktor som representerer en samlet oversikt over en referanse, som for eksempel et land eller en gjennomsnittsborger (JRC, 2010). Videre kan de normaliserte LCIA-resultatene multipliseres med et sett med vektingsfaktorer for å fastslå hvor viktige de ulike effektkategoriene er i den aktuelle analysen (JRC, 2010).

Livsløpstolkning

Livsløpstolkningen omhandler å kombinere og analysere resultatene fra LCI-analysen og LCIA-evalueringen. Formålet er å gi en forståelig, fullstendig og sammenhengende fremstilling av resultatene fra en LCA, i samsvar med studiens fastsatte hensikt og omfang (Standard Norge, 2006a). Figur 2.10 illustrerer livsløpstolkningen skjematisk gjennom tre etterfølgende aktiviteter presentert av JRC (2010):

- 1) Identifisering av de betydelige vanskelighetene (dvs. nøkkelprosesser, parametere og antagelser).
- 2) Disse vanskelighetene evalueres med hensyn på deres sensitivitet eller innvirkning på de samlede resultatene fra LCA-studien.
- 3) Resultatene av evalueringen kan brukes til å formulere konklusjoner og anbefalinger til beslutningstakere.



Figur 2.10 Elementene i livsløpstolkningen (JRC, 2010)

Schmidt og Crawford (2017) fastslår at behovet for å inkludere sensitivitetskontroller i tolkningen av resultatene er kritisk, ettersom LCA-studier er svært subjektive. Årsaken er at antagelser og forutsetninger gjort av utøveren i LCIA-fasen kan ha betydelig innvirkning på resultatene. Det avsluttende steget i en LCA innebærer å rapportere resultater og konklusjoner av LCA-studien i en fullstendig og nøyaktig form til den tiltenkte mottakeren (JRC, 2010). Rapporteringen skal inkludere data, metoder og forutsetninger med tilhørende begrensninger som er anvendt i studien (Standard Norge, 2006a). Stort eller lite detaljnivå i rapporteringen av resultatene vil henholdsvis muliggjøre eller hindre at mottakeren kan evaluere LCA-prosessen, noe som påvirker validiteten og reliabiliteten av resultatene (Säynäjoki *et al.*, 2017).

2.5.2 ISO-standarder

ISO er et verdensomspennende forbund representert av 165 medlemsorganisasjoner (ISO, u.d.a). ISOs tekniske komiteer utarbeider internasjonale standarder som bidrar til løsninger på globale utfordringer. Standardsamlingen ISO 14000 omfatter forskjellige

aspekter av miljøledelse, og består av verktøy som skal hjelpe bedrifter og organisasjoner å håndtere klimaendringene på en effektiv måte (ISO, u.d.b). En oversikt over standardene i ISO 14000-serien er vist i Figur 2.11, som er hentet fra Nilsen (2019).

Siden 1990-tallet har ISO-komiteer utviklet standarder innenfor ISO 14000-serien for å veilede LCA-utøvere mot standardiserte evalueringer (ISO, u.d.c). ISO 14040:2006 beskriver prinsipper og rammeverk for livsløpsvurdering og ISO 14044:2006 dekker krav og retningslinjer for livsløpsvurdering.



Figur 2.11 Standardsamlingen ISO 14000 (Nilsen, 2019)

En annen standard i ISO 14000-serien som er relevant i forbindelse med LCA og klimagassberegninger, er ISO 14025:2006 *Miljødeklarasjoner type III Prinsipper og prosedyrer*. En miljødeklarasjon eller Environmental Product Declaration (EPD) er «et kortfattet dokument som oppsummerer miljøprofilen til en komponent, et ferdig produkt eller en tjeneste på en standardisert og objektiv måte» (EPD-Norge, u.d.). En EPD utarbeides på grunnlag av en LCA etter ISO 14040-14044, og kravene til hvordan den lages er spesifisert i ISO 14025. Ved bruk av EPD-er kan transparent og sammenlignbar informasjon om miljøpåvirkninger fra eksempelvis bygningsmaterialer kommuniseres på en troverdig måte.

I juni 2020 ble en ISO-standard for bærekraft i bygninger og ingeniørarbeid publisert. ISO 21678:2020 definerer prinsipper, krav og retningslinjer for utviklingen og bruken av benchmarks i vurderingen av den økonomiske, sosiale og/eller miljømessige prestasjonen av bygninger ved bruk av bærekraftige indikatorer (ISO, 2020). Dokumentet setter ikke bestemte benchmarks, men beskriver følgende tre typer som angir prestasjonsnivåer for sammenligningsformål; grenseverdier, referanseverdier og målverdier (ISO, u.d.d). Beskrivelse av de ulike verdiene presenteres i Tabell 2.3.

Tabell 2.3 Tre typer benchmarks (ISO, 2020)

Benchmarks	Beskrivelse
Grenseverdier	Definerer minimumskravene for øvre eller nedre verdier for forskjellige aspekter av miljøprestasjon. I de fleste tilfeller settes verdiene av forskrifter eller defineres i nasjonale standarder.
Referanseverdier	Oppstår ofte fra nasjonalt eller internasjonalt samarbeid mellom forskjellige interessenter (som eiere, investorer, designere, entreprenører, myndigheter og forskere). Verdiene kan blant annet baseres på lokal statistisk informasjon eller lokale undersøkelser om miljøprestasjonen til en bygningstype.
Målverdier	Settes av beslutningstakere, investorer, eiere eller andre som definerer mål for ulike prestasjonsaspekter, og kan utvikles etter en «top-down»- eller «bottom-up»-tilnærming: <ul style="list-style-type: none">• «Top-down»: Startpunktet for formuleringen av målverdier inkluderer forskningsbaserte mål, politiske mål eller internasjonale avtaler.• «Bottom-up»: Utviklingen av målverdier er basert på mulighetsstudier, statistikk osv.

2.5.3 LCA av bygninger

Livsløpsvurdering er benyttet i flere industrier i lang tid, og får stadig en viktigere posisjon i byggenæringen (Bueno og Fabricio, 2018; Cabeza *et al.*, 2014). Byggenæringens betydelige bidrag til klimagassutslipp og energiforbruk, har ført til en større interesse blant forskere for LCA av bygninger de senere årene (Cavalliere *et al.*, 2019). LCA er derfor vurdert som den mest egnede metoden for å evaluere og begrense miljøpåvirkningen fra bygninger gjennom det totale livsløpet (Cavalliere *et al.*, 2019; Meex *et al.*, 2018).

LCA av bygninger er hensiktsmessig for å sammenligne forskjellige materialalternativer eller designalternativer på bygnings- eller konstruksjonsnivå for å oppnå betydelige utslippskutt (Byggforskserien, 2015). I utarbeidelsen av analysen brukes ofte forhåndsdefinerte datasett for bygningsmaterialer eller -komponenter, slik at LCI- og LCIA-fasen blir i mange tilfeller slått sammen til ett trinn og forenklet (Cavalliere *et al.*, 2019). Til tross for at metoden kan benyttes i ulike faser i byggeprosessen, understreker Röck *et al.* (2018) viktigheten av å gjøre evalueringer tidlig i designfasen for å oppnå forbedringer av bygningers miljøprestasjon gjennom livsløpet. Ved å integrere LCA tidlig i utformingen av bygningsdesignet, kan det gjøres raske endringer og alternativsvurderinger med lave tilleggskostnader (Röck *et al.*, 2018). Ifølge Hollberg *et al.* (2021) blir LCA stadig mer brukt i beslutningstaking i designprosessen som vurderingsgrunnlag for miljøprestasjon av bygninger. Imidlertid påpeker Röck *et al.* (2018) at LCA ofte er begrenset til bruk som dokumentasjon etter oppføring av bygningen. Dette bidrar til å betydelig redusere metodens potensial til å kunne påvirke beslutninger tidlig i designfasen (Schmidt og Crawford, 2017).

Utfordringer med LCA av bygninger

Litteraturen belyser følgende utfordringer knyttet til LCA av bygninger (Bueno og Fabricio, 2018; Cavalliere *et al.*, 2019; Meex *et al.*, 2018; Röck *et al.*, 2018; Säynäjoki *et al.*, 2017):

- Kompleksitet i metodikken.
- Mangelfull informasjon i tidligfasen.
- Gjennomsiktighet i metodikken.
- Sammenlignbarhet av LCA-resultater.

LCA av bygninger er en kompleks oppgave ettersom metoden både er tid- og datakrevende (Röck *et al.*, 2018). For å utføre fullstendige beregninger kreves det en betydelig mengde informasjon (Cavalliere *et al.*, 2019). Det knyttes stor usikkerhet til beslutninger om bygningsdesign og -materialer tidlig i designfasen, noe som gjør at et detaljert datagrunnlag ofte ikke er tilgjengelig i en så tidlig fase (Bueno og Fabricio, 2018; Röck *et al.*, 2018). Derfor brukes ofte LCA i evalueringer etter designfasen, og ikke til å støtte eller optimalisere designbeslutninger gjennom tidlige designfaser (Meex *et al.*, 2018). Cavalliere *et al.* (2019) hevder dette dilemmaet for LCA av bygninger er nært beslektet til designprosessens karakter: Beslutninger som foretas tidlig i designfasen er avgjørende for bygningens totale miljøpåvirkning, men grunnet manglende informasjon kan ikke LCA brukes fullstendig i en så tidlig fase. På en annen side kan ikke LCA anvendes som et vellykket beslutningsverktøy i senere designfaser siden endringer av konsept- og materialvalg vil være altfor kostbare.

Säynäjoki *et al.* (2017) fastslår at evalueringsprosessen i LCA-studier av bygninger ofte beskrives i for lite detalj, noe som hindrer gjennomsiktighet og kritisk evaluering av resultatene. Beslutningstaking basert på sammenligningen av separate LCA-studier uten tilstrekkelig kunnskap om underliggende antakelser og valg som er gjort i studiene, kan lede til uberettigede eller feilaktige beslutninger. Ifølge Meex *et al.* (2018) mangler det fremdeles en klar strategi for hvordan behandle og kommunisere usikkerhet i bygningsrelatert LCA til beslutningstakere, selv om blant annet arkitekter etterspør transparent og tydelig kommunisering av valg og antagelser som er gjort i beregningene.

Anand og Amor (2017) identifiserer en rekke parametere som er varierende i forskjellige LCA-studier, og som gjør det vanskelig å sammenligne LCA-resultater. Rapporten fremhever blant annet at bruken av ulike systemgrenser og forskjellig metodikk for LCI og LCIA bidrar til å redusere sammenlignbarheten mellom resultater fra ulike LCA-studier. Säynäjoki *et al.* (2017) analyserer variasjonen mellom resultatene fra forskjellige LCA-studier i pre-bruksfasen av bygninger for å kartlegge hva som forårsaker de høye variasjonene. Rapporten konkluderer med at det er metodiske problemstillinger og subjektive valg gjort av LCA-utøveren som forårsaker hovedandelen av den enorme variasjonen i resultatene. I tillegg kartlegger Anand og Amor (2017) en rekke andre utfordringer knyttet til LCA av bygninger. Tabell 2.4 oppsummerer utfordringene knyttet til funksjonell enhet, systemgrenser, LCI, LCIA, samt utover LCA.

Tabell 2.4 Utfordringer knyttet til LCA av bygninger (Anand og Amor, 2017)

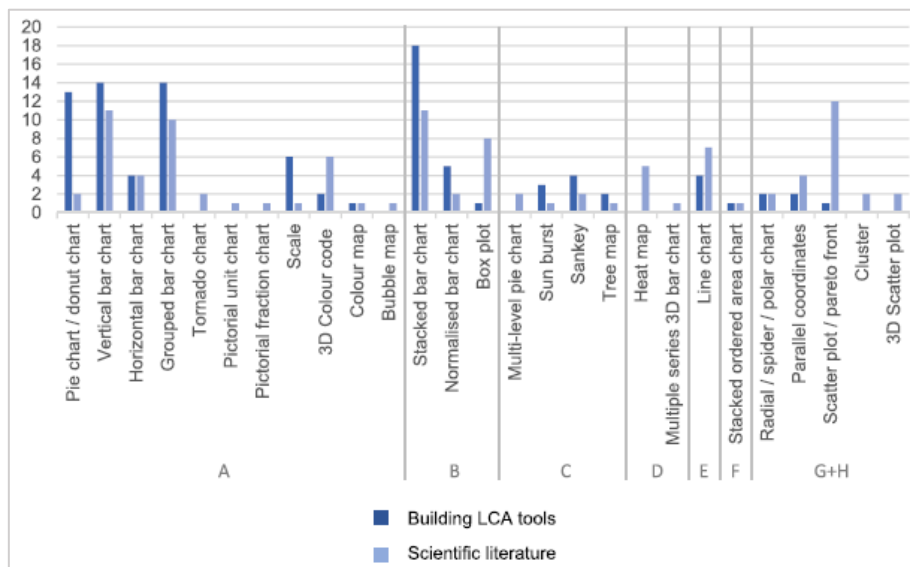
Fokusområde	Utfordringer
Funksjonell enhet	<ul style="list-style-type: none"> ○ Bruk av varierte funksjonelle enheter forårsaker sammenligningsrestriksjoner. ○ Pålitelighet i beregnet levetid for en bygning.
Systemgrenser	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ikke mye data på renoveringsanalyse av eksisterende bygninger. ○ Manglende prosedyre for valg av relevante systemgrenser.
Livsløpsregnskap (LCI)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Usikkerhet i metoder for datainnsamling. ○ Manglende data.
Effektvurdering/ vurdering av påvirkning (LCIA)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Gjøre innebygd energi til en påvirkningsindikator. ○ Sammenligning av resultater fra bygningsrelaterte LCA. ○ Forskjell i forutsette og faktiske påvirkninger.
«Beyond LCA»	<ul style="list-style-type: none"> ○ Øke bruken av LCA i industrien. ○ Varierte resultater fra LCA-integrerte sertifiseringer. ○ Forbedre tilgjengeligheten av produktdata. ○ Påvirkninger knyttet til demontering før antatt levetid.

De fleste utfordringene kan minimeres med involvering av industrien (Anand og Amor, 2017). Større involvering av produsenter og leverandører vil føre til utvikling av bedre databaser og samtidig hjelpe integrasjon av LCA i byggenæringen. Dette er essensielt for en miljøbevisst beslutningstaking.

Visualisering av LCA-resultater

Behovet for visualisering av LCA-resultater trekkes frem i litteraturen. Ettersom LCA benyttes i økende grad i beslutningstaking gjennom designprosessen av bygninger, øker viktigheten av å visualisere LCA-resultater for å understøtte tolkningen (Hollberg *et al.*, 2021).

Visualisering tilrettelegger for en tydelig kommunisering av LCA-resultater til klienter og beslutningstakere. Visualisering av analyseresultater etterspørres ofte av designere og arkitekter (Meex *et al.*, 2018). Ettersom tallene alene er krevende å tolke for mottakere uten LCA-ekspertise, er fremstilling av resultatene på en visuell og grafisk måte avgjørende. Det finnes imidlertid ingen klare retningslinjer eller harmonisert måte for å presentere LCA-resultater (Hollberg *et al.*, 2021). I LCA-veilederen EeBGuide er retningslinjer og maler for rapportering av resultatene inkludert, men visualisering av analyseresultatene dekkes ikke i anbefalingene (Meex *et al.*, 2018). Röck *et al.* (2018) understreker at pålitelige og brukervennlige LCA-verktøy, som understøtter en tydelig og forståelig kommunikasjon av LCA-resultatene, er avgjørende for å forbedre og øke bruken av LCA i bygningsdesignprosessen. Hollberg *et al.* (2021) presenterer en strukturert oversikt over dagens alternativer for visualisering av LCA-resultater funnet i bygningsrelaterte LCA-verktøy og litteraturen. Rapporten viser at det er stor variasjon i visualiseringsalternativer, som vist i Figur 2.12.



Figur 2.12 Oversikt over visualiseringstyper (Hollberg *et al.*, 2021)

Figur 2.12 viser at de vanligste visualiseringstypene som er identifisert i bygningsrelaterte LCA-verktøy og litteraturen, er kake- og stolpediagrammer.

Benchmarking av LCA-resultater

Som nevnt kan bruken av LCA gjennom tidligfasen bidra til å forbedre bygningers miljøprestasjon. Imidlertid finner designere og kunder det utfordrende å sette mål for miljøprestasjon og tolke LCA-resultatene for å forbedre bygningsdesignet (Hollberg, Lützkendorf og Habert, 2019). Benchmarking betyr sammenligning av produkter eller

arbeidsmåter ut fra gitte kriterier eller standardverdier for å oppnå forbedringer (SNL, 2021). Anand og Amor (2017) foreslår å utvikle benchmarks eller referanseverdier for å forbedre sammenligningen av bygningsrelaterte LCA-resultater. Meex *et al.* (2018) fastslår at benchmarks er etterspurt av arkitekter for å sammenligne alternative designløsninger. Ifølge Hollberg, Lützkendorf og Habert (2019) foreligger det et behov for benchmarks på klimagassutslipp i forskjellige faser av bygningens livsløp som kan fungere som en orientering for designere.

Litteraturen skiller mellom bottom-up og top-down benchmarks. Top-down benchmarks er eksternt motiverte, og baseres typisk på politiske mål, som togradersmålet definert i Parisavtalen eller «2000 Watt society» (Hollberg, Lützkendorf og Habert, 2019). Eksempelvis satte Zimmermann, Althaus og Haas (2005) terskelverdier per innbygger for fossil primærenergi, fornybar primærenergi og CO₂-ekvivalenter i boligsektoren basert på målene i «2000 Watt society». Bottom-up benchmarks kan avledes fra teoretiske verdier som tekniske og økonomiske optimale verdier (Hollberg, Lützkendorf og Habert, 2019). Imidlertid endres disse verdiene med tiden og teknologisk fremgang. Wiik *et al.* (2020) etablerte referanseverdier for klimagassutslipp for materialbruk i bygninger med ulike funksjoner. Rapporten anbefaler å innføre krav til klimagassutslipp for bygninger basert på referanseverdiene, og videre stramme inn referanseverdiene årlig for å nå de nasjonale klimamålene.

2.5.4 LCC

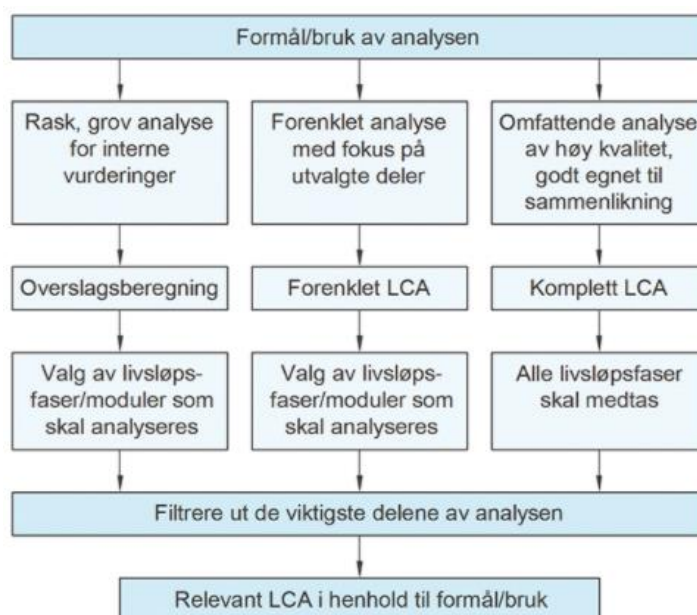
Schmidt og Crawford (2017) hevder at prosjektkostnadene er en nøkkeldriver for beslutningstaking. Til tross for dette har ikke bygningsutviklere, designere og eiere tilstrekkelig kunnskap for å vurdere livsyklus-kostnadene og balansere dem mot klimagassbesparelser. Livsløpskostnader (LCC) er en metode som kan brukes for å evaluere den forventede økonomiske prestasjonen av et produkt eller en bygning ut fra et livsløpsperspektiv (Schmidt og Crawford, 2017). Det innebærer å ta alle relevante økonomiske faktorer i betraktning, både i form av initiale kostnader og fremtidige driftskostnader. Schmidt og Crawford (2017) utviklet et rammeverk som kan brukes for å fastslå viktige forhold og avveininger mellom prestasjon knyttet til økonomi og klimagassutslipp av diverse bygningsrelaterte strategier, og dermed redusere CO₂-utslipp. Et viktig aspekt ved beslutningstaking er å vurdere økonomi og klimapåvirkning i sammenheng i beslutningsprosessen for å redusere både kostnadene og klimafotavtrykket. Denne oppgaven vil imidlertid ikke gå videre i dybden på LCC.

2.5.5 Typer LCA

Livsløpsvurderinger vil ha ulikt omfang og detaljnivå avhengig av det fastsatte formålet og bruken av analysen. Veilederen EeBGuide (2012a) har definert følgende tre typer livsløpsvurderinger for bygninger i økende detaljnivå:

- Overslagsberegning (screening LCA)
- Forenklet LCA (simplified LCA)
- Komplet LCA (complete LCA)

Byggforskserien (2015) beskriver forskjellen på de tre typene skjematisert, vist i Figur 2.13.



Figur 2.13 Tre typer LCA etter formål og forventet bruk (Byggforskserien, 2015)

Analysens formål, ressursbruk, tilgjengelig data og LCA-utøverens kompetanse vil blant annet innvirke på valg av type LCA-studie (EeBGuide, 2012a). Eksempelvis i tidligfasen av et byggeprosjekt kan det være vanskelig å gjennomføre en komplett livsløpsvurdering av alle fasene grunnet manglende datagrunnlag. Da kan det være god praksis å utføre forenklete analyser for å få en oversikt over hvilke prosesser som har størst betydning før det bestemmes hvilke faser og moduler som skal inkluderes (Byggforskserien, 2015). Dersom LCA-utøveren er en dedikert miljørådgiver kan det ofte være hensiktsmessig å utføre en komplett LCA. Mens dersom en arkitekt med et begrenset kunnskapsnivå ønsker å bruke LCA som designstøtte under en arkitektkonkurranse, kan en overslagsberegning eller forenklet LCA være tilstrekkelig (EeBGuide, 2012a).

Screening LCA

En screening LCA kan benyttes for å få et raskt overblikk over miljøpåvirkninger fra en bygning (EeBGuide, 2012b). Det kan være svært nyttig å gjøre et grovt estimat av en bygnings miljøprestasjon tidlig i designfasen for å identifisere de største utslippsbidragene. En screening LCA inkluderer typisk bygningsmaterialer og vann- og energiforbruk, og baseres gjerne på generiske antagelser i samsvar med hensikten og omfanget av analysen (EeBGuide, 2012b). For å unngå misvisende resultater, er det nødvendig å sikre at utelatte bygningsprodukter ikke er vesentlige for de valgte miljøindikatorne. Det påpekes at resultatene i en screening LCA er kun egnet for intern kommunikasjon, og en vurdering av usikkerheten knyttet til resultatene må inkluderes.

Basert på EeBGuide (2012b), anbefales det å inkludere miljøpåvirkninger fra livsløpsmodulene A1 til A3, B6 og B7 i en screening LCA. Produktstadiet (A1 til A3) og energibruk i drift (B6) står typisk samlet for 70 til 90 % av miljøpåvirkningene fra boligbygg (Meex et al., 2018). Videre anbefales det å inkludere bygningskroppen som et minimum, bestående av utvendige vegger, vinduer, tak- og gulvflate samt den lastbærende konstruksjonen. Disse komponentene står i gjennomsnitt for omtrent 76 % av de innebygde utslippene (Meex et al., 2018). En screening LCA vil vanligvis fokusere på kun én eller noen få inngangsrelaterte parametere (EeBGuide, 2012b). Det anbefales at studiene inkluderer total bruk av ikke-fornybare og fornybare energikilder (henholdsvis PENRT og PERT), samt

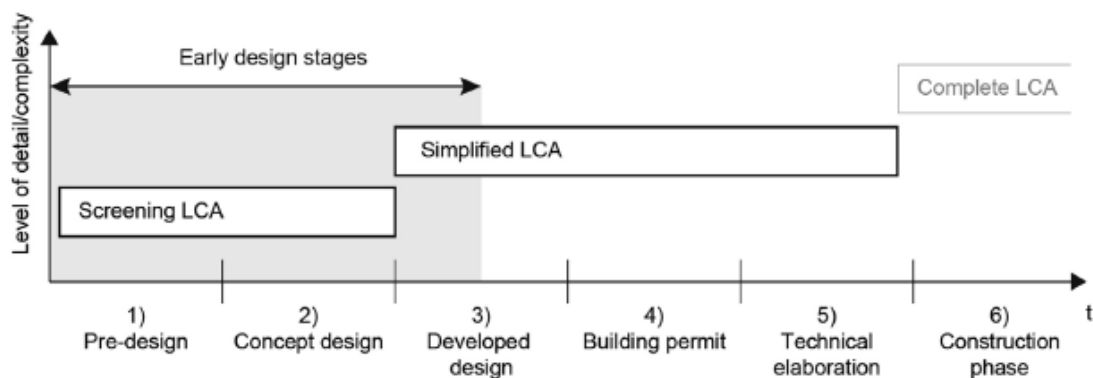
utslipp til GWP dersom det er relevant. Generelt kan et sett med mellom fem og syv relevante LCIA-indikatorer vurderes.

Forenklet LCA

I likhet med en screening LCA, kan en forenklet LCA utføres for en rask evaluering av en bygning (EeBGuide, 2012c). Utfordringen er å tilpasse LCA-metodikken og forenkle bruken, men til et mer avansert nivå enn for en screening LCA. Hovedfokuset er fremdeles på bygningsmaterialer og vann- og energiforbruk, men flere detaljer bør gis for å øke representativiteten til studiens resultater i en forenklet LCA. Spesifikk miljøinformasjon om bygningsmaterialer og produkter bør brukes der det er mulig, eksempelvis EPD-er for gjennomsnittsprodukter. Resultatene i en forenklet LCA kan kommuniseres både internt og eksternt, men det er nødvendig med en uavhengig gjennomgang før publisering.

Basert på EeBGuide (2012c), anbefales det å inkludere livsløpsmodulene A1 til A3, B4, B6, B7, C3 og C4 (D er valgfritt) for å oppnå et mer holistisk bilde. Meex *et al.* (2018) presiserer viktigheten av å bruke tilsvarende systemgrenser gjennom designprosessen for å oppnå korrekt tolkning og sammenligning av de ulike designfasene. For at resultatene fra en screening og forenklet LCA kan være sammenlignbare, er det derfor nødvendig å inkludere de samme livsløpsmodulene i begge LCA-typene (Meex *et al.*, 2018). I tillegg til de nevnte bygningselementer i en screening LCA, anbefaler EeBGuide (2012c) å inkludere fundamenter, innvendige vegger, byggetjenester og overflatebehandlinger i den forenklete evalueringen. Inngangsparameterne total primærenergi (PET) og PENRT bør inkluderes for å overholde sertifiseringssystemer (Meex *et al.*, 2018). I en forenklet LCA kan det vurderes et mer omfattende sett av effektkategorier enn i en screening LCA. Følgende parametere definert av EN 15978 bør vurderes; GWP, EP, AP, ODP, POCP og ADP.

Detaljnivået av en screening og forenklet LCA følger detaljnivået og tilgjengeligheten av informasjon i designprosessen (Meex *et al.*, 2018). Figur 2.14 illustrerer forholdet mellom de forenklete LCA-typene og designstadiene i tidligfasen av et byggeprosjekt.



Figur 2.14 Forhold mellom designfaser og forenklete LCA-typer (Meex *et al.*, 2018)

Screening LCA er tiltenkt for bruk i pre-design- og konseptdesignfasen. Forenklet LCA kan benyttes i detaljprosjekteringen, startfasen av fysisk bygging, samt for teknisk utarbeidelse.

Komplett LCA

En komplett LCA tilfredsstiller tilnærmingen og kravene til en LCA definert i ISO 14040/14044 (EeBGuide, 2012d). Det innebærer at presise beregningsregler følges, og omfattende systemgrenser benyttes i utarbeidelsen av en komplett LCA-studie. Ideelt sett bør en komplett LCA vurdere hele bygningens livsløp, fra modul A1 til C4, samt modul D

dersom det er relevant for hensikten og omfanget av studien. En komplett LCA bør vurdere et omfattende sett av effektkategorier slik at studien gir en helhetlig oversikt over bygningens miljøprestasjon. EeBGuide (2012d) anbefaler at denne typen LCA-studie brukes til å gi relevant beslutningsstøtte i detaljprosjekteringen av en bygning.

En sentral begrensning i de forenklete tilnærmingene er at de ikke spesifiserer nøyaktigheten av resultatene, sammenlignet med en komplett LCA (Meex *et al.*, 2018). Ifølge Meex *et al.* (2018) er det få studier i litteraturen som sammenligner avviket av resultatene mellom ulike detaljnivåer av LCA. Basert på verdier og referanser fra litteraturen og akademiske studier, kan det antas et maksimalt avvik på 30 % for screening LCA og 20 % for forenklet LCA, sammenlignet med en komplett LCA.

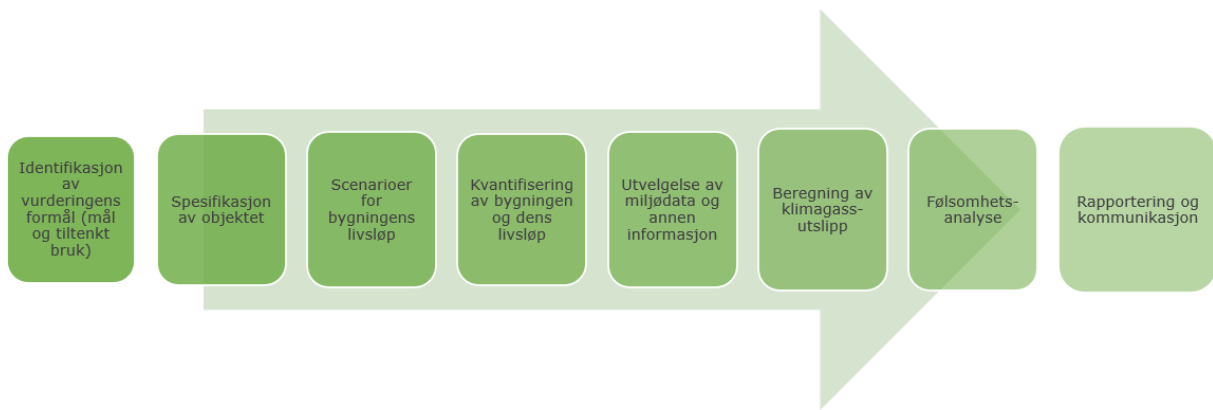
2.5.6 Metode for klimagassberegninger for bygninger

LCA-metodikken evaluerer mange forskjellige miljøindikatorer, som vist i Tabell 2.2. En vanlig praksis i den norske BA-næringen er å fokusere på klimagassregnskap fremfor LCA. Klimagassregnskap følger LCA-metodikken, men evaluerer og rapporterer kun én av indikatorene i en LCA, som er klimagass eller CO₂. CO₂-indikatoren beregnes og måles i globalt oppvarmingspotensial (GWP) (Standard Norge, 2018).

Videre i oppgaven brukes både begrepet klimagassregnskap og klimagassberegninger. Et klimagassregnskap er noe som er dokumentert og som presenterer et resultat, mens klimagassberegninger er noe man gjør på veien til resultatet. Det betyr at et klimagassregnskap dokumenterer, mens klimagassberegninger beregner klimapåvirkning fra et produkt eller en tjeneste. Klimapåvirkning kan defineres som potensiale til å forårsake globale klimaendringer som øker den globale gjennomsnittstemperaturen (DiBK, 2018). Klimapåvirkningen fra et produkt eller en tjeneste omtales ofte som karbonfotavtrykket, klimagassfotavtrykket eller klimafotavtrykket.

NS 3720 ble fastsatt av Standard Norge i 2018, og er en standardisert metode for klimagassberegninger for norske bygninger gjennom hele livsløpet (Standard Norge, 2018). NS 3720 bygger på NS-EN 15978 *Bærekraftige byggverk – Vurderinger av bygningers miljøprestasjon – Beregningsmetode*. På bakgrunn av behovet for å forenkle bruken av NS 3720, fastsatte Standard Norge dokumentet P-806:2021 *Veiledning til NS 3720:2018 Metode for klimagassberegninger for bygninger* i februar 2021 (Standard Norge, 2021). Formålet med dokumentet er å veilede byggherrer til å bruke NS 3720 for å identifisere klimagassutslipp i byggeprosjekter, og danne beslutningsgrunnlag for tiltak som reduserer disse.

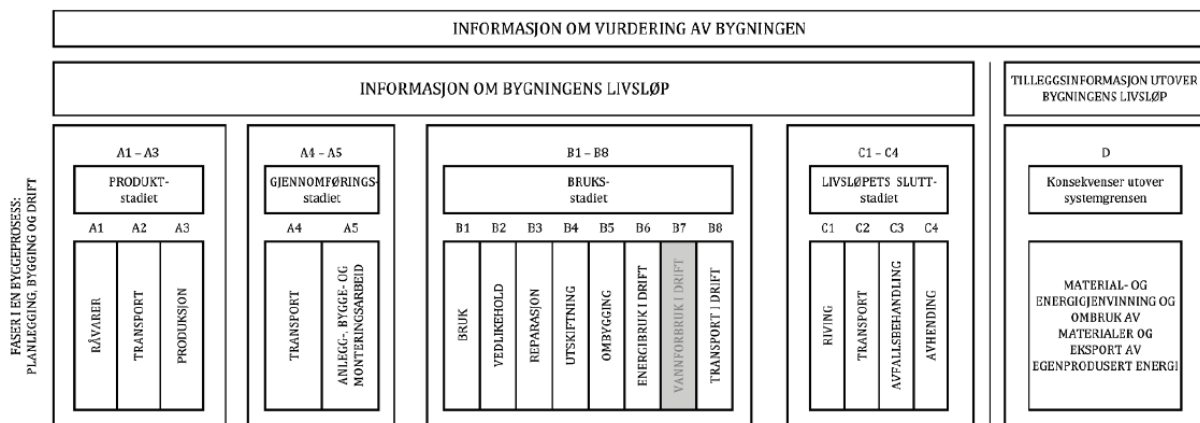
NS 3720 kan anvendes for klimagassberegninger av nye bygninger, samt i forbindelse med vedlikehold og ombygging av eksisterende bygninger (Standard Norge, 2018). Metoden kan brukes til å beregne klimagassutslipp fra enten hele bygningen eller bygningsdelene for enten hele eller deler av livsløpet. NS 3720 harmoniserer livsløpsvurderinger av miljøpåvirkninger fra bygninger, noe som kan ha bidratt til økningen i klimagassberegninger av norske bygninger de siste årene (Wiik *et al.*, 2020). Flytskjemaet i Figur 2.15 presenterer alle trinn i prosessen for å gjennomføre og fullføre klimagassberegninger for bygninger i henhold til NS 3720 (Standard Norge, 2018).



Figur 2.15 Prosess for utførelse av klimagassberegninger i henhold til NS 3720

NS 3720 deler inn bygningens livsløps i fire stadier og moduler fra A1 til C4, som vist i Figur 2.16 (Standard Norge, 2018). Stadiene omfatter følgende moduler:

- Produktstadiet: A1 til A3.
- Gjennomføringsstadiet: A4 til A5.
- Brukstadiet: B1 til B8.
- Livsløpets sluttstadiet (avhending): C1-C4.



Figur 2.16 Informasjon om bygningens livsløp (Standard Norge, 2018)

Modul B7 (vannforbruk i drift) er markert grå, og omfattes ikke av standarden. Energibruk som kreves for distribusjon og oppvarming av forbruksvann inngår i modul B6 (energibruk i drift). Modul D omfatter tilleggsinformasjon utover bygningens livsløp.

Omfanget av klimagassberegninger

Omfanget av klimagassberegningene baseres på oppdragets formål, samt andre spesifikasjoner fra oppdragsgiver (Standard Norge, 2018). I omfanget spesifiseres det blant annet hvilke moduler som skal inkluderes i analysen. For å gjennomføre helhetlige klimagassberegninger av bygningen gjennom det totale livsløpet, må både produkt-, gjennomførings-, bruks- og avhendingsstadiet inkludert transport tas med i beregningene (Byggforskserien, 2015). NS 3720 har forhåndsdefinert fire ulike omfang for helhetlige klimagassberegninger, som vist i Figur 2.17. Omfangene er definert ut fra basis, avansert, samt uten og med lokalisering. Punktene 7.2 til 7.6 utgjør kapitler i standarden med spesifiserte krav som skal benyttes i utførelsen av beregningene.

	Uten lokalisering	Med lokalisering
Basis	Klimagassberegningen skal inkludere klimagassutslipp fra byggeplass (7.3), materialer (7.4), energi i drift (7.5). Materialer (7.4) skal inkludere innhold i bygningsdelsnummer 2 Bygning i henhold til NS 3451 samt materialer som inngår i lokalt energiproduksjonsutstyr som ikke er dekket av NS 3451.	Klimagassberegningen skal inkludere klimagassutslipp fra tomtebearbeiding (7.2), byggeplass (7.3), materialer (7.4), energi i drift (7.5), transport i drift (7.6). Materialer (7.4) skal inkludere innhold i bygningsdelsnummer 2 Bygning i henhold til NS 3451 samt materialer som inngår i lokalt energiproduksjonsutstyr som ikke er dekket av NS 3451.
Avansert	Klimagassberegningen skal inkludere klimagassutslipp fra byggeplass (7.3), materialer (7.4), energi i drift (7.5) og inkludere materialer som inngår i bygningsdelsnummer 2 Bygning, 3 VVS-installasjon, 4 Elkraft, 6 Andre installasjoner, 7 Utendørs i henhold til NS 3451 samt materialer som inngår i lokalt energiproduksjonsutstyr som ikke er dekket av NS 3451.	Klimagassberegningen skal inkludere klimagassutslipp fra tomtebearbeiding (7.2), byggeplass (7.3), materialer (7.4), energi i drift (7.5), transport i drift (7.6) og inkludere materialer som inngår i bygningsdelsnummer 2 Bygning, 3 VVS-installasjon, 4 Elkraft, 6 Andre installasjoner, 7 Utendørs i henhold til NS 3451 samt materialer som inngår til lokalt energiproduksjonsutstyr som ikke er dekket av NS 3451.

Figur 2.17 Ulike omfang for helhetlige klimagassberegninger i NS 3720 (Standard Norge, 2018).

Ettersom livsløpsvurderinger av en hel bygning er komplisert og tidkrevende, blir det i mange tilfeller utført sammenligninger av alternative delkonstruksjoner fremfor å foreta en detaljert analyse av hele bygningen (Byggforskserien, 2015). Da er det hensiktsmessig å rette innsatsen mot de delene av bygningen som står for de største miljøpåvirkningene. Eksempelvis er det ofte aktuelt å sammenligne alternativer for energiforsyning til bygningen (Byggforskserien, 2015).

Datakvalitet

Generelt refererer datakvaliteten til relevansen av generiske eller spesifikke LCA-data i henhold til hensikten og omfanget av LCA-studien (EeBGuide, 2012e). NS 3720 skiller mellom to nivåer av datakvalitet (Standard Norge, 2018). Nivå 1 utgjør spesifikke data som er beregnet for et konkret produkt, mens datakvalitet på nivå 2 omfatter generiske data, gjennomsnittsdata eller representative data (proxy-data) som innhentes fra en database eller EPD for et tilsvarende produkt. For en LCA-studie eller klimagassberegning i en tidlig fase av et byggeprosjekt, kan det være tilstrekkelig med bruk av generiske data for enkelte bygningsprodukter (Byggforskserien, 2015).

Scenarier

Scenarier benyttes for faser av livsløpet der det ikke eksisterer konkrete data, slik at det må gjøres antakelser om fremtidige hendelser knyttet til byggefasen, bruksfasen og avhendingsfasen (Byggforskserien, 2015). Klimagassberegninger i tidlige faser baseres kun på scenarier (Standard Norge, 2018). Eksempler på scenarier er hvor lang en transportavstand antas å være, hvor ofte et vindu skiftes ut, material- eller løsningsvalg, valg av energiløsning eller avfallshåndtering etter endt levetid (Byggforskserien, 2015; Standard Norge, 2018). Det presiseres i Byggforskserien (2015) at betydelige metodiske forskjeller på valg av scenario fra analyse til analyse, kan medføre redusert troverdighet til livsløpsmetodikken. Dette bidrar til å svekke nytten av LCA som grunnlag for gode miljøvalg.

2.5.7 Miljøklassifisering og -sertifiseringssystemer

Miljøsertifisering er en ekstern verifisering av miljøstyringssystemet til en virksomhet (Miljødirektoratet, 2021). Formålet er å sikre at virksomheten arbeider målrettet for å redusere sin påvirkning på det ytre miljøet. Det eksisterer flere ulike typer miljøsertifiseringsordninger nasjonalt og internasjonalt. Den internasjonale standardserien ISO 14001 og den europeiske standarden EMAS er eksempler på sertifiseringer med omfattende krav til miljøledelse. Miljøfyrtårn og Grønt flagg er eksempler på norske miljøsertifiseringsordninger for henholdsvis miljøledelse og barnehage- og skolebygninger (Miljødirektoratet, 2021).

LCA og klimagassberegninger har blitt en relevant del av flere grønne bygnings-sertifiseringssystemer, som for eksempel Zero Emission Buildings (ZEB), Building Research Establishment Environment Assessment (BREEAM), Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) og German Sustainable Building Council (DGNB) (Hollberg *et al.*, 2021). BREEAM og CEEQUAL er ledende sertifiseringsverktøy i Norge for henholdsvis bygninger og anlegg eid av det britiske forskningsinstituttet Building Research Establishment (Grønn Byggallianse, u.d.a). BREEAM og ZEB er mest relevant for denne oppgaven, og beskrives nærmere nedenfor.

I tillegg til miljøsertifiseringssystemer for hele bygninger, finnes det flere miljømerker og -kriterier for bygningsprodukter. Svanemerket er det offisielle nordiske miljømerket og EU Ecolabel er EUs miljømerke (Grønn Byggallianse, u.d.b). ECOproduct er et kriteriesett for å vurdere hvor miljøvennlig et bygningsprodukt er. I BREEAM tildeles det poeng for bruk av bygningsprodukter som oppnår en god score i ECOproduct eller er Svanemerket. Grønn Materialguide er utarbeidet for å bistå arkitekter, rådgivere og utbyggere med å velge materialer med liten miljøpåvirkning i tidlig prosjektfase (Grønn Byggallianse og Context AS, 2020). Veilederen omtaler generelle miljøtemaer som global oppvarming, ressursgrunnlag, sirkulærøkonomi, miljøgifter og inneklima, samt forhold til lovverket og BREEAM.

ZEB

Byggforskserien (2017) definerer begrepet ZEB eller nullutslippsbygning som følger:

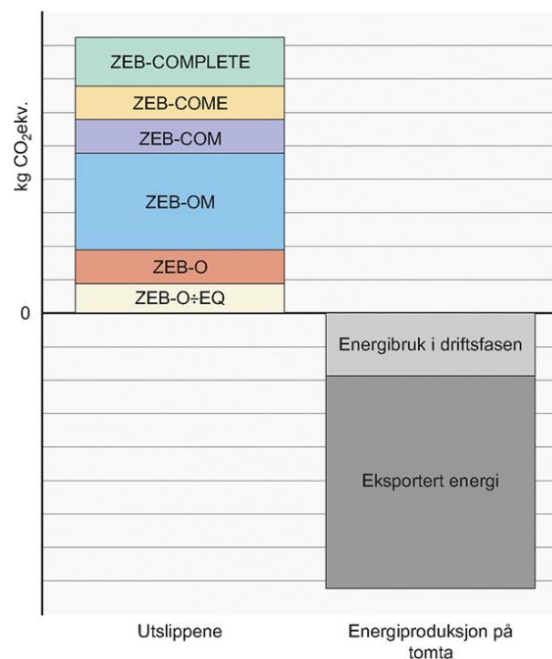
Begrepet nullutslippsbygning refererer i utgangspunktet til en bygning som i et totalregnskap ikke bidrar med utslipp av klimagasser til atmosfæren. Eksport av fornybar energi produsert på tomte der bygningen er, skal kompensere for klimagassutslippene forårsaket fra samme bygning.

Det norske forskningsentret ZEB (u.d.) har definert nullutslippsbygninger med seks ulike ambisjonsnivåer. I de ulike nivåene beregnes balansen mellom klimagassutslipp gjennom bygningens livsløp og produksjon av fornybar energi. Definisjonen av de ulike ZEB-nivåene, i stigende ambisjonsnivå, er som følger (Byggforskserien, 2017):

- ZEB-O÷EQ: Bygningens fornybare energiproduksjon kompenserer for klimagassutslippet fra energibruk i drift (O) av bygningen, med unntak av elektrisk utstyr, «plug loads» (EQ).
- ZEB-O: Bygningens fornybare energiproduksjon kompenserer for klimagassutslippet fra energibruk i drift (O) av bygningen.
- ZEB-OM: Bygningens fornybare energiproduksjon kompenserer for klimagassutslippet fra energibruk i drift av bygningen (O) og produksjon av byggematerialer (M) gjennom hele bygningens livsløp.

- **ZEB-COM:** Bygningens fornybare energiproduksjon kompenserer for klimagassutslipp fra bygging (C), energibruk i drift av bygningen (O) og produksjon av byggematerialer (M) gjennom hele bygningens livsløp.
- **ZEB-COME:** Bygningens fornybare energiproduksjon kompenserer for klimagassutslipp fra bygging (C), energibruk i drift av bygningen (O), produksjon av byggematerialer (M) og avhending (E) av byggematerialer gjennom hele bygningens livsløp.
- **ZEB-COMLETE:** Bygningens fornybare energiproduksjon kompenserer for klimagassutslipp fra alle faser i levetiden: bygging (C), energibruk i drift av bygningen (O), produksjon av byggematerialer (M), bruk, vedlikehold, reparasjon og rehabilitering i driftsfasen (PLET) og avhending av byggematerialer (E) gjennom hele bygningens livsløp.

Figur 2.18 illustrerer de seks ZEB-ambisjonsnivåene i søylen til venstre og lokal energi-produksjon som kompenserer for utslippene i søylen til høyre.



Figur 2.18 Prinsippskisse av ZEB-ambisjonsnivåer (Byggforskserien, 2017)

Figur 2.18 viser at for å oppnå ambisjonsnivået ZEB-OM og høyere, er det nødvendig at bygningen eksporterer energi.

BREEAM-NOR

BREEAM er en internasjonal anerkjent metode for å måle en bygnings bærekraftige egenskaper gjennom hele livsløpet (Grønn Byggallianse, 2019). BREEAM-NOR 2016 for nybygg er en norsk tilpasning av BREEAM utviklet av Grønn Byggallianse.

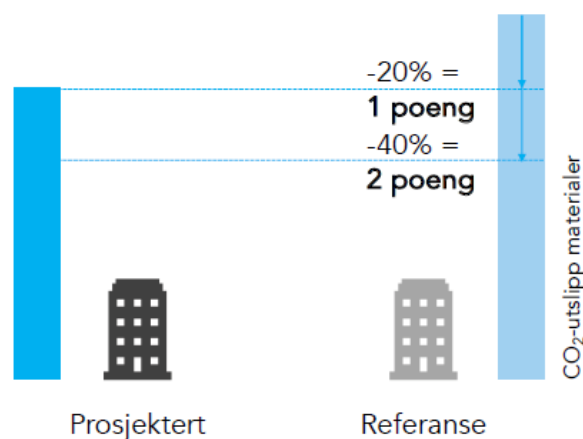
Det er en rekke faktorer som spiller inn på oppnåelsen av et grønt og bærekraftig bygg, der klimagassutslipp er én av mange viktige parametere det er mulig å fokusere på. BREEAM-NOR baseres på dokumentert miljøprestasjon i kategorier som evaluerer energi- og vannbruk, helse og innemiljø, forurensning, transport, materialer, avfall, arealbruk, økologi og ledelsesprosesser (Grønn Byggallianse, 2019). Klimagassberegninger inngår som en del av «Mat 01 Bærekraftige materialvalg». I Mat 01 tildeles det opptil 7 poeng for å redusere byggets miljøpåvirkning gjennom bruk av bærekraftige materialer. Gjennom

tildeling av ulikt antall poeng i henhold til oppnådd miljøprestasjon i de forskjellige kategoriene, kan bygget sertifiseres etter klassifiseringene «Pass», «Good», «Very Good», «Excellent» eller «Outstanding». BREEAM-NOR 2021 er en ny versjon som er under utvikling (Grønn Byggallianse, 2020). Denne manualen skal gjenspeile gjeldende «beste praksis» i Norge og vil ivareta enda flere aspekter knyttet til ytre miljø, sosiale forhold og økonomi.

Målsetninger om reduksjoner av klimagassutslipp fra materialbruk i bygninger har frem til nylig vært knyttet til en prosentvis reduksjon sammenlignet med et referansebygg (Wiik *et al.*, 2020). I BREEAM-NOR benyttes referansebygget i forbindelse med klimagassberegninger for å dokumentere oppnådd miljøprestasjon gjennom byggeprosessen. Grønn Byggallianse (2019) definerer referansebygget som følger:

Referansebygget er en funksjonelt ekvivalent bygningsutforming som oppfyller samme funksjonelle og tekniske krav som den faktiske bygningsutformingen. Referansebyggets utforming skal være representativ for lignende bygg (med lignende krav) med hensyn til materialvalg, materialforbruk og kostnad.

Figur 2.19, hentet fra Grønn Byggallianse (2021b), illustrerer poengtildelingen i BREEAM-NOR for å redusere CO₂-utslipp fra materialer. Dersom klimagassutslippene fra nye materialer reduseres med 20 % og 40 % sammenlignet med et referansebygg, tildeles det henholdsvis ett og to poeng. Referansebygget skal godkjennes av byggeprosjektets revisor (Grønn Byggallianse, 2019).



Figur 2.19 Reduksjon av CO₂-utslipp mot et referansebygg i BREEAM-NOR (Grønn Byggallianse, 2021b)

I den norske byggenæringen diskuteres det hvor hensiktsmessig bruk av referansebygg for å dokumentere miljøprestasjon faktisk er (Grønn Byggallianse, 2021b). En svakhet ved bruk av referansebygg er blant annet manglende standardisering, og NS 3720 omfatter ingen standardisert oppføring av referansebygget. Tabell 2.5 presenterer noen fordeler og ulemper med bruk av referansebygg som er identifisert av Wiik *et al.* (2020) og Grønn Byggallianse (2021b).

Tabell 2.5 Fordeler og ulemper med bruk av referansebygg

Fordeler	Ulemper
Har vært mulig å sette mål, på tross av manglende statistikkgrunnlag og kunnskap om utslippsnivå for ulike typer bygninger.	Beregninger av referansebygget utføres i hvert enkelt prosjekt, noe som gjør at beregnede utslippsreduksjoner kan gjenspeile en tilpasset referanse fremfor tiltak i prosjektet.
Kreves i mange sammenhenger.	Svakheter i verktøyene som genererer referansebygg.
Gir en rask 'baseline' til å sammenligne prosjektet mot.	Vanskelig å ta høyde for spesielle krav eller føringer i byggeprogram.
Kan tilpasses prosjektets faktiske geometri og spesielle krav (dersom tillatt).	Kan manipuleres.

EUs taksonomi

EUs handlingsplan for bærekraftig finans har mål om å tilrettelegge for bærekraftige aktiviteter (European Commission, u.d.). Grunnmuren i handlingsplanen er EUs taksonomi. EUs taksonomi er et klassifiseringssystem for å definere hvilke aktiviteter som er bærekraftige for investeringsformål i henhold til definerte miljømål og krav for økonomiske sektorer (European Commission, u.d.). Bygg, anlegg og eiendom er én av syv sektorer som til nå er en del av regelverket og som har forutsetninger for å bli klassifisert som bærekraftig (NHO, u.d.a). EUs taksonomi tredder i kraft i løpet av våren 2021, og forventes å være EØS-relevant selv om den på nåværende tidspunkt ikke er tatt inn i EØS-avtalen. Alle kriteriene i EUs taksonomi gir poeng i BREEAM-NOR, slik at det er mulig å sertifisere et prosjekt i tråd med taksonomien (Grønn Byggallianse, 2021a). Imidlertid er det ikke gitt at et BREEAM-sertifisert bygg tilfredsstiller alle kriteriene i taksonomien ettersom prosjektene selv velger hvilke kriterier de oppfyller.

Målsettingen med taksonomien er å flytte kapital til mer bærekraftige selskap, og den blir dermed særlig viktig for finansieringsinstitusjoner og bedrifter som trenger finansiering (Nilsen og Halleraker, 2021). Behovet for å definere grønne investeringer har økt i takt med veksten av grønne fond og medfølgende investeringsvilje (NHO, u.d.a). Ved å skape et rammeverk for bærekraftig finans, kan finansieringen av bærekraftige løsninger økes. Det kan også bidra til å motvirke såkalt «grønnvasking», og gjøre det enklere å få tilgang til informasjon om hvilke økonomiske aktiviteter som er bærekraftige. Grønnvaskingsplakaten (u.d.) forklarer «grønnvasking» som følger:

Grønnvasking er en form for villedende markedsføring der et produkt eller en virksomhet fremstilles som bedre enn den faktisk er i forhold til innvirkning på klima, natur og mennesker.

2.5.8 Beregningsverktøy

Det eksisterer en rekke verktøy for LCA og klimagassberegninger både nasjonalt og internasjonalt. Tabell 2.6, basert på Anand og Amor (2017), viser en oversikt over mye brukte generiske LCA-verktøy for bygninger internasjonalt, samt de inkluderte indikatorene C (kostnader), E (miljøpåvirkninger) og/eller GHG (klimagassutslipp) som kan evalueres.

Tabell 2.6 Generiske LCA-verktøy for bygninger

Navn	Indikatorer inkludert
GaBi	C, E, GHG
SimaPro	C, E, GHG
Umberto NXT LCA software	C, E, GHG
OpenLCA	C, E
TEAM 5.2	E, C
EIO-LCA (Economic Input-Output LCA)	C, E, GHG
Boustead Model	E, GHG

I Norge startet klimagassberegninger med verktøyet klimagassregnskap.no, lansert av Statsbygg i 2008. I perioden 2017 til 2018 ble klimagassregnskap.no erstattet av One Click LCA, som er det offisielle verktøyet i Norge i dag (One Click LCA, u.d.b). Den totale energiberegningen og metodikken med referansebygg er tilsvarende i begge verktøyene. Imidlertid er det gjort en rekke endringer i One Click LCA som inkluderer endringer i funksjoner, beregningsmetodikk og beregningsdata (One Click LCA, u.d.c). En oversikt over de mest essensielle forskjellene mellom klimagassregnskap.no og One Click LCA er presentert i Vedlegg A. Andre tilgjengelige verktøy for LCA og klimagassberegninger nasjonalt er ISY Calcus, ByggLCA, LCAbyg og Excel. Grønn Byggallianse (2021b) har identifisert noen fordeler og ulemper med disse verktøyene som er presentert i Vedlegg B. One Click LCA er det mest relevante verktøyet i denne oppgaven.

One Click LCA

Den norske utgaven av One Click LCA er tilpasset på oppdrag fra Statsbygg i samarbeid med de norske arkitektfirmaene Civitas og Context (One Click LCA, u.d.b). One Click LCA kan brukes til å utføre beregninger på karbonfotavtrykket og livsløpsvurderinger for en bygning gjennom hele livsløpet, samt gjennomføre analyser på livsløpskostnader. I beregningene benyttes et referansebygg for å sammenligne utslipp fra det faktiske bygget. «Carbon Designer», en add-on til programvaren, er det automatisk genererte referansebygget i One Click LCA. Dette baseres på tradisjonelle forhåndsdefinerte bygningskonstruksjoner og -materialer. Tilgjengelige visualiseringstyper av resultatene i One Click LCA er kakediagram, linjediagram, sankey-diagram og trekart, samt vertikalt, horisontalt, gruppert og stablet stolpediagram (Hollberg *et al.*, 2021). En oversikt over visualiseringstypene med tilhørende ikon, beskrivelse, eksempel på bruk, fordeler og ulemper er vist i Vedlegg C.

One Click LCA er tilgjengelig for allmennheten og brukervennlig for ikke-eksperter i LCA (One Click LCA, u.d.b). Verktøyet er kompatibelt for klimagassberegninger i henhold til standarden NS 3720, og inneholder oppdaterte generiske EPD-er fra EPD Norge og andre europeiske land. Tabell 2.7 presenterer noen fordeler og ulemper med One Click LCA som er identifisert av Grønn Byggallianse (2021b).

Tabell 2.7 Fordeler og ulemper med One Click LCA

Fordeler	Ulemper
Struktur bygget opp etter NS 3720.	Høy lisenskostnad.
BREEAM NOR godkjent, høyeste poengsum MAT 01 LCA.	Komplisert å lage egne konstruksjoner uten ekspertlisens.
Standard referansebygg kan genereres raskt og enkelt.	Svakheter i automatisk genererte referansebygg.
Omfattende EPD database.	Kan være komplisert å velge egnede produkter (mange internasjonale EPDer).
Mulig å dele regnskap mellom brukere.	

2.5.9 Integrasjon av BIM og LCA

Digitale verktøy basert på BIM tilrettelegger for evaluering av bygningers miljøprestasjon ved å redusere arbeidsinnsatsen med LCA og effektivisere prosessen (Hollberg, Genova og Habert, 2020). Hovedsakelig følger dagens tilnærminger for BIM-LCA-integrasjon to trender. Enten brukes det komplekse modeller i detaljerte designfaser eller så brukes det forenklede tilnærminger som er egnet i tidlige designstadier (Cavalliere *et al.*, 2019).

De siste 10 årene er det utgitt et stort antall publikasjoner om integrasjon av BIM og LCA i de tidlige stadiene av bygningers designprosess. Basbagill *et al.* (2013) foreslo en beregningsmetode som kombinerer BIM, LCA, energisimulering og programvare for sensitivitetsanalyse for raskt å evaluere innebygde utslipp og miljøpåvirkninger fra tusenvis av bygningsdesign. Bueno og Fabricio (2018) utviklet en rutine for BIM-LCA-integrering ved å kombinere visuell programmering og et regnearkprogram for å innhente miljøprofiler automatisk i de tidlige designstadiene. Röck *et al.* (2018) presenterte en metode for å beregne miljøpåvirkninger fra forskjellige materialalternativer, dimensjoneringsvalg og designalternativer på bygningskonseptstadiet. Rapporten baserte studien på en LOD 200 modell for å støtte miljøanalyse i tidligfase. Bueno og Fabricio (2018) og Röck *et al.* (2018) benyttet plug-in Dynamo for Autodesk Revit til å koble BIM-modellen med LCA-databasen.

Seyis (2020) identifiserer og klassifiserer en rekke fordeler og ulemper med BIM-basert LCA gjennom intervjuer og en omfattende litteraturstudie. Fordelene er gruppert i kategoriene beslutningstaking, materialvalg, bærekraftsyttelse og avfallsreduksjon, og ulempene er gruppert i standardisering og databehandling. Samtlige fordeler og ulemper som ble kartlagt er oppsummert i Vedlegg D. Ved hjelp av ekspertvurderinger ble alle fordelene og ulempene rangert etter signifikantnivå. Følgende fordeler ble rangert som de viktigste:

- Støtte beslutningstakere i de tidlige stadiene av designprosessen (prosjekteringen).
- Integre LCA-resultater i beslutningsprosessen.
- Mulighet for å sammenligne forskjellige alternative materialer og produkter.
- Optimalisere datainnsamling for LCA-prestasjon av bygninger.
- Redusere negative miljøpåvirkninger fra bygninger i de tidlige stadiene av designprosessen.

Følgende ulemper ble rangert som de viktigste:

- Mangel på interoperabilitet mellom LCA- og BIM-verktøy.
- Mangel på standardisering av LCA-prosedyrer.
- Manglende bygningsinformasjonsmodelldata for fullstendige LCA-applikasjoner.

De siste årene er det utgitt flere masteroppgaver om integrasjon av BIM og LCA ved NTNU. Blant disse er Vik (2018) som undersøkte krav for bruk av BIM-basert LCA i tidlige stadier av bygningsdesignet, Thøgersen (2019) som undersøkte hvordan redusere bygningers miljøpåvirkning med LCA og BIM, samt Nilsen (2019) som evaluerte BIM-basert LCA i den tidlige designfasen (lav LOD) av bygninger. Til tross for at det er forsket mye på BIM-LCA-integrasjon de senere årene, påpeker Vik (2021) at det ikke er fullstendig integrasjon i den norske byggenæringen i dag. Vik (2021) fastslår at BIM er et nyttig verktøy for å lage gode materiallister som overføres til et LCA-verktøy, selv om disse ikke er helt integrert. I tillegg presiseres det at en standard for digitale EPD-er som kan lagres i hvert BIM-element, er under utvikling. Dette vil være et viktig steg mot en fullstendig integrasjon av BIM og LCA.

3 Metode

Dette kapittelet presenterer valg av metoder og begrunner hvordan forskningsspørsmålene skal besvares. Fremgangsmåten for metodene knyttet til innhenting og behandling av data beskrives. Avslutningsvis inkluderes evaluering av metodene og tilhørende feilkilder.

3.1 Kvalitativ og kvantitativ forskningsmetode

En metode kan defineres som et middel til å løse problemer og komme frem til ny kunnskap (Dalland, 2017). Metoder i vitenskapelig forskning brukes til å fremskaffe eller etterprøve kunnskap. Det er viktig å benytte den forskningsmetoden som er mest egnet til å besvare forskningsspørsmålene (Everett og Furseth, 2012).

Det skilles mellom kvantitative og kvalitative forskningsmetoder. Kvantitative metoder går i bredden og innhenter en liten mengde informasjon om et stort utvalg (Dalland, 2017). Resultatene fra kvantitative studier omfatter avgrenset og enhetlig informasjon i form av målbare enheter som gir grunnlag for en presis tolkning (Thagaard, 2018). Kvalitative metoder går mer i dybden og gir inngående kunnskap om ikke-kvantifiserbare meninger og opplevelser fra et lite utvalg (Dalland, 2017). Ofte er det andre aspekter av det samme fenomenet som kan forklares ved bruk av kvantitative metoder enn dem som kan forstås ved kvalitative metoder (Tjora, 2017). Kvalitative vurderinger bidrar til å besvare helheten, mens kvantitativ informasjon gir beskrivelsen presisjon (Samset, 2014). Kvalitative metoder er preget av fleksibilitet og åpenhet, og er derfor svært egnet til studier av temaer som det finnes lite forskning på fra før (Thagaard, 2018). Imidlertid er kvalitativ informasjon ofte avhengig av individers fortolkning, slik at det enkelt kan oppstå troverdighetsproblemer og misforståelser (Samset, 2014). Ifølge Samset (2014) er det ikke et spørsmål om å velge den ene eller den andre metoden, men å se begge metodene i sammenheng.

For at en metode skal kunne gi troverdig kunnskap må kravene til reliabilitet og validitet være oppfylt (Dalland, 2017). Reliabilitet handler om metodens grad av pålitelighet, og angår hvorvidt ulike forskere vil oppnå de samme resultatene ved bruk av den samme metoden (Thagaard, 2018). En transparent forskningsprosess bidrar til å styrke reliabiliteten av metoden. Validitet står for relevans og gyldighet. Det innebærer at det opprettholdes et godt samsvar mellom virkelighet og tolkning av det fenomenet som beskrives (Samset, 2014). I denne oppgaven er kravet til pålitelighet forsøkt oppfylt gjennom en presis og detaljert beskrivelse av valgte forskningsstrategier og analysemetoder. I tillegg er identifiserte feilkilder ved metodene belyst. Gyldigheten av metodene er forsøkt sikret ved å ha en tydelig sammenheng mellom forskningsspørsmål, innhenting og behandling av informasjon og tolkning.

3.2 Valg av metode

Valg av metode innebærer en overveielse mellom den ideelle fremgangsmåten og den mest pragmatiske gjennomførbare metoden (Dalland, 2017). Tilgang til ressurser er et viktig pragmatisk hensyn ved valg av metode (Tjora, 2017). Alle former for forskningsaktivitet preges av begrensede ressurser, som gjerne begrenser en metodologisk mangfoldighet. I tillegg er det viktig å gjøre etiske vurderinger når det gjelder hvilke metoder man

behersker, og vurdere hvilke metoder som er tidsmessig realistisk. Tabell 3.1 viser en oversikt over de definerte forskningsspørsmålene med en kort redegjørelse for hvilke metoder som skal brukes og hvordan de skal brukes for å besvares spørsmålene.

Tabell 3.1 Forskningsspørsmål og fremgangsmåte

Forskningsspørsmål	Fremgangsmåte
1. Hva er status om klimagassberegninger i dag?	Benytter hovedsakelig to kvalitative metoder, litteratursøk og intervjuer. Først utføres litteratursøk for å undersøke status om LCA internasjonalt. Deretter brukes intervjuer til å spesifisere funn mot klimagassberegninger og kartlegge status nasjonalt. Gjennom intervjuer blir formål, kompetansenivå og dagens praksis for utførelse kartlagt. Status i den norske byggenæringen sammenlignes med status i anleggsnæringen.
2. Hvilket potensial har klimagassberegninger til å påvirke beslutninger?	Benytter tre kvalitative metoder, litteratursøk, intervjuer og case-studie. Funnene skal redegjøre for hva som styrker og svekker påvirkningspotensialet på beslutninger. Dette brukes til å undersøke om potensialet er fullt utnyttet eller ikke.
3. Hvordan kan resultater fra klimagassberegninger fungere som beslutningsgrunnlag?	Benytter tre kvalitative metoder, litteratursøk, intervjuer og case-studie. Funnene sammenlignes for å komme frem til et helhetlig bilde på hvordan klimagassberegninger kan fungere som beslutningsgrunnlag.

Oppgaven benytter tre ulike kvalitative forskningsmetoder med formål å kontrollere og styrke forskningens reliabilitet og validitet. Dermed belyses problemstillingen ved bruk av metodetriangulering. Oppgavens tema forutsetter at det oppnås et solid teoretisk kunnskapsgrunnlag om LCA og klimagassberegninger. Dermed vil litteratursøk brukes som metode for å få en god oversikt og dekke den teoretiske forståelsen.

Forskningsspørsmål 1 vil besvares ved bruk av hovedsakelig to metoder. For å belyse status nasjonalt, brukes informasjon fra dybdeintervjuer. Dette vil være en hensiktsmessig intervjuform ettersom intervjupersonen kan reflektere over egne erfaringer og meninger, samt komme med digresjoner (Tjora, 2017). Denne semistrukturerte intervjuformen bidrar til at intervjupersonen kan komme inn på temaer og momenter som ikke nødvendigvis er forhåndsbestemte, men som likevel viser seg å være viktige og relevante for oppgaven.

Forskningsspørsmål 2 og 3 vil besvares ved bruk av tre metoder. I forskningsspørsmål 2 ligger det implisitt at det er snakk om beslutninger som gir reduserte klimagassutslipp. Dette beskrives i intervjuguidene, og det forutsettes dermed at alle intervjupersonene er innforståtte med dette. Hensikten med forskningsspørsmål 3 er å finne ut hvordan man skal utløse potensialet som er identifisert i forskningsspørsmål 2.

3.3 Kvalitativ metode – Litteratursøk

Formålet med et litteratursøk er å redegjøre for relevant litteratur innenfor fagområdet og identifisere et kunnskapshull i eksisterende litteratur (Blumberg, D.R. og Schindler, 2011). Gjennom økt kunnskap om temaet som undersøkes, kan litteratursøk bidra til å se problemstillingen i nytt lys. På den måten handler litteratursøk om å finne frem til den litteraturen som best belyser problemstillingen (Dalland, 2017). Den innhentede litteraturen etablerer det teoretiske rammeverket for oppgaven og legger grunnlaget for diskusjonen.

I forkant av litteratursøket ble det benyttet veiledende informasjon om litteratursøk på sidene til NTNU Universitetsbiblioteket (u.d.). Veiledningen var til stor nytte for å få informasjon om aktuelle databaser og søketeknikker. Det er gjennomført to litteratursøk for denne oppgaven. Det meste av litteraturen ble innhentet og behandlet gjennom arbeidet med fordypningsoppgaven høsten 2020. Fremgangsmåten for innsamling og behandling av litteratursøk som presenteres i dette kapitlet er derfor i hovedsak hentet fra Berntsen (2020). Ved oppstarten av masteroppgaven ble det igjen utført et litteratursøk for å finne nylige publiserte artikler ved bruk av flere av de samme søkeordene.

3.3.1 Innsamling og behandling av litteratursøk

Litteratursøket er gjennomført i flere ulike databaser for å finne den mest relevante litteraturen. Hensikten med å benytte flere databaser er å unngå at viktige kilder blir oversett, samt ha mulighet til å kontrollere og kvalitetssikre aktuelle kilder. Et viktig verktøy i litteratursøkeprosessen har vært referansehåndteringsverktøyet EndNote, som har fungert som et bibliotek for innsamlet litteratur. Fremgangsmåten for innsamling og behandling av litteratursøk er delt inn i tre steg. Hensikten var å effektivisere søkeprosessen i databasene og finne frem til de mest relevante kildene for å besvare forskningsspørsmålene.

Steg 1 - Innledende søk med søkeord

Søkeprosessen startet med en idémyldring. Det innebar å lage et tankekart med forskjellige ord og begreper knyttet til oppgavens tema. Nøkkelord som ble vurdert som mest relevante for oppgaven ble benyttet i litteratursøket. Tabell 3.2 viser en oversikt over hvordan litteratursøket ble utført i ulike databaser ved søk i alle typer felt. Det ble gjort søk i Scopus, Google Scholar, Web of Science og Oria. Tabell 3.2 presenterer også eksempler på ulike kombinasjoner av søkeord som ble brukt, samt forskjellen i antall søketreff i de ulike databasene. Søkene ble variert ved å bytte rekkefølge på de ulike søkeordene med den boolske operatoren AND mellom. Som vist i tabellen startet eksempelvis et søk med søkeordet «decision making», etterfulgt av å legge til «construction», deretter å legge til «life cycle assessment» og til slutt legge til «early stage». Hensikten med denne teknikken er å redusere antall søketreff til en mer overkommelig mengde å arbeide med.

Tabell 3.2 Søketråd og søketreff i databaser

Søketråd	Antall søketreff			
	Scopus	Google Scholar	Web of Science	Oria
Decision making	1 779 299	2 340 000	411 340	2 793 809
AND construction	186 879	3 120 000	12 775	514 393
AND life cycle assessment	6 098	40 200	362	6 180
AND early stage	443	5 070	12	856
Life cycle assessment	106 788	452 000	26 689	62 792
AND construction sector	2 185	9 890	261	1 904
AND early stage	214	1 350	10	253
Project governance	2 119	15 000	418	3 353
AND construction	1 271	8 670	101	1 387
AND life cycle assessment	14	133	1	9
Greenhouse gas emissions	20 662	317 000	1 728	61 341
AND construction				
AND early stage	570	19 900	6	3 833
AND decision making	210	10 700	0	1 278

Steg 2 - Avgrensning og sortering av søk

Siden det innledende søket fremdeles ga et stort antall søketreff i flere av databasene, var det nødvendig å avgrense søket. Databasene muliggjør søk basert på ulike funksjoner og egenskaper. Disse ble benyttet til å avgrense søkene og filtrere ut irrelevante kilder. Det ble gjort søk som var avgrenset til nyere utgivelsesår, fagfellevurderte tidsskrift, materialtype, samt emne- og feltsøk. Fagfellevurdert tidsskrift var en spesielt viktig avgrensning for å sikre troverdig litteratur. Kvalitetssikring gjennom fagfellevurderinger innebærer at flere eksperter innenfor faget vurderer kilden på en kritisk måte ut fra bestemte kvalitetskriterier før den publiseres (Svartdal, 2020).

I feltsøket ble søkene avgrenset til tittel, sammendrag og nøkkelord. I emnesøket ble det benyttet emner som «Engineering» og «Environmental Science». Tabell 3.3 illustrerer avgrensede søk i Scopus med to ulike søkestråder. Som vist blir antall søketreff gradvis redusert desto mer spesifisert søket blir. Etter å ha avgrenset søket, ble det sortert på flere måter. Søket ble sortert etter relevans, nyeste dato og antall siteringer. De ulike sorteringsfunksjonene bidro til å variere hvilke kilder som fikk prioritert visning.

Tabell 3.3 Avgrensede søk i Scopus

Søkestråd i Scopus	Antall søketreff			
	Søk i alle felt	Søk i tittel, sammendrag, og nøkkelord	Emnesøk i «Engineering» og «Environmental Science»	Søk i utgivelsesår 2015 til 2021
Decision making				
AND construction				
AND life cycle assessment	6 098	420	79	63
Greenhouse gas emissions				
AND construction				
AND early stage				
AND decision making	210	1	170	157

Steg 3 - Strategisk lesning

Det avsluttende steget i søkeprosessen omfattet strategisk lesning for å vurdere relevansen av de gjenstående kildene på en effektiv måte. Relevansen handler om hvilken verdi kilden har i forbindelse med problemstillingen som undersøkes (Dalland, 2017). Flytskjemaet i Figur 3.1 viser hvordan kildene ble lest i etterfølgende trinn. Hensikten med denne lesestrategien var å minimere leseomfanget for å unngå å lese store deler av en kilde som var av mindre relevans for oppgaven. Noen spørsmål som ble stilt underveis var som følger:

- På hvilken måte belyser kilden forskningsspørsmålene?
- Hvordan kan kilden brukes i oppgaven?

Med utgangspunkt i spørsmålene ovenfor ble kilden for hvert trinn vurdert om den var av tilstrekkelig relevans til å bli med videre til neste trinn. Dersom et av trinnene svekket kildens relevans betydelig, ble den forkastet.



Figur 3.1 Strategisk lesning av kilder

I tillegg til den presenterte stegvise søkestrategien, ble det gjort søk i bibliografier til svært relevante artikler underveis i søkeprosessen. Å utforske referanser i en kilde på denne måten kalles «Backward snowballing». Eksempelvis ble denne metoden brukt i noen utvalgte kilder om bruk av LCA i tidligfase. Metoden ble også brukt i flere tidligere, relevante masteroppgaver ved NTNU anbefalt av veiledere. Fordelen med metoden er at det er enkelt å finne andre relevante kilder når man først har funnet én svært relevant kilde. Ulempen er at de andre kildene er utgitt i forkant av den aktuelle kilden, noe som kan bidra til å svekke litteraturens aktualitet. Denne metoden garanterer heller ikke funn av fagfelleverdert litteratur. Ved bruk av «Snowballing»-metoder, påpekes derfor viktigheten av å vurdere kredibiliteten til litteraturen. Dette kan gjøres ved å undersøke viktige parametere som antall siteringer, forfatterskap, utgivelsesår og utgiver. I tillegg kan databaser som Oria benyttes til å undersøke om litteraturen er fagfelleverdert.

3.3.2 Evalueringskriterier for kildekritikk

Et avsluttende steg i litteratursøket er å gjøre en kritisk evaluering av litteraturen som er innhentet og bearbeidet. Hensikten er å sikre litteraturens reliabilitet og validitet (Dalland, 2017). Kildekritikk er ivaretatt gjennom strategisk lesning av kildene og kritisk vurdering etter bestemte evalueringskriterier. Som beskrevet i kapittel 3.3.1, innebar kildekritikken å vurdere publikasjonenes grad av relevans for forskningsspørsmålene trinn for trinn. Den kritiske utvelgelsen besto samtidig av å evaluere publikasjonene etter TONE-kriteriene. Litteraturen er bedømt etter troverdighet, objektivitet, nøyaktighet og egnethet, som er beskrevet i Tabell 3.4 (NTNU Universitetsbiblioteket, u.d.). Den er hentet fra Berntsen (2020) ettersom hovedandelen av litteraturen ble evaluert i utarbeidelsen av fordypningsoppgaven.

Tabell 3.4 Beskrivelse av TONE-kriteriene (NTNU Universitetsbiblioteket, u.d.)

TONE-kriteriene	Beskrivelse
Troverdighet (T)	T-kriteriet handler om forfatterens og publikasjonskanalens troverdighet. Følgende spørsmål ble stilt i vurderingen: <ul style="list-style-type: none">• Hvem er ansvarlig for artikkelen og er det oppgitt kontaktinformasjon?• Hva er forfatterens kvalifikasjoner, utdanning og institusjonstilknypning?• I hvilket tidsskrift er kilden publisert, og er det et fagfelleverdert tidsskrift?
Objektivitet (O)	O-kriteriet handler om hvordan dataene og informasjonen i kilden er presentert. Følgende spørsmål ble stilt i vurderingen: <ul style="list-style-type: none">• Er informasjonen i samsvar med tidligere forskning?• Hva er hensikten til forfatteren; informere eller overtale leseren?• Betrakter forfatteren flere perspektiver av saken?
Nøyaktighet (N)	N-kriteriet handler om forskningsmetodikken. Følgende spørsmål ble stilt i vurderingen: <ul style="list-style-type: none">• Spesifiseres forskningsmetodene?• Hvor ny og oppdatert er informasjonen?• Kan informasjonen bekreftes i andre kilder?
Egnethet (E)	E-kriteriet handler om hvor godt artikkelen passer leserens behov. Følgende spørsmål ble stilt i vurderingen: <ul style="list-style-type: none">• Er dataene relevante for leserens oppgave?• Kan kilden hjelpe leseren å se problemstillingen fra et nytt perspektiv?• Hvem er kildens målgruppe?

3.3.3 Evaluering av metoden

Det er gjennomført et strukturert litteratursøk som resulterte i en stor mengde artikler og publikasjoner fra både vitenskapelige forlag og andre relevante utgivere. Innhentede kilder er behandlet og lest på en strategisk måte. Videre er kildene kritisk evaluert i henhold til relevans for forskningsspørsmålene og evalueringskriterier basert på TONE-prinsippet. Litteratursøket har bidratt til å gi problemstillingen nytt lys, og evalueringsprosessen har gitt økt forståelse for viktigheten av kildekritikk.

Litteraturen har for det meste blitt innhentet fra troverdige databaser. Oria muliggjør søk i samlingene til alle norske universitets- og høyskolebibliotek, samt gir tilgang til andre databaser og søketjenester innenfor ulike fagområder. En fordel er at databasen oppgir om publikasjonene er fagfelleverdert, i motsetning til Google Scholar. Derfor har Oria blitt benyttet som en kvalitetssikring for fagfelleverdert litteratur. Google Scholar er enkel å benytte og er blant annet brukt i evalueringen av kilders troverdighet gjennom søk på forfatternavn og siteringer. Scopus er en akademisk database for artikler i forskningstidsskrifter som har gjennomgått en fagfellevurdering. Scopus er den mest brukte databasen i litteratursøket fordi den er oversiktlig, brukervennlig og enkel å avgrense søk i. I likhet med Scopus, er Web of Science en ledende global database bestående av fagfelleverderte forskningsartikler.

Mesteparten av den vitenskapelige litteraturen om LCA i byggenæringen er utgitt av globale og anerkjente forlag, som Elsevier og IOP Publishing. Elsevier er et anerkjent forskningsforlag som årlig utgir et betydelig antall publikasjoner skrevet av kvalifiserte forskere (Elsevier, u.d.). Forlaget står bak databasen Scopus. IOP Publishing er et

vitenskapelig forlag som arbeider tett med forskere over hele verden om å produsere akademiske tidsskrifter, bøker og konferansepapirer (IOP Publishing, u.d.). Det vurderes som svært fordelaktig å benytte kilder fra slike ledende utgivere ettersom det knyttes stor troverdig til deres vitenskapelige tidsskrifter. En ulempe ved bruk av mange artikler fra de samme publikasjonskanalene, kan være at sannsynligheten for å innhente og evaluere litteratur fra flere forskjellige perspektiver reduseres.

Det er essensielt å benytte vitenskapelige publikasjoner fra troverdige databaser som grunnlag i en masteroppgave for å sikre god reliabilitet. Imidlertid vil ikke den vitenskapelige litteraturen dekke all nødvendig informasjon for denne oppgaven. Annen informasjon som benyttes i oppgaven er hentet fra kommersielle nettsider, en podcast, forelesninger og litteratur som ikke har gjennomgått en fagfelleevaluering. Det sistnevnte gjelder i hovedsak relevante masteroppgaver med lignende tema. Denne typen litteratur er evaluert av kompetente sensorer, men ikke på samme måte som publiserte forskningsartikler. Den akademiske kvaliteten på masteroppgavene er uviss da karakterene ikke er kjent. Dette bidrar til å svekke litteraturens troverdighet. Imidlertid vurderes litteraturens egnethet og relevans for denne oppgaven som høy. Det har vært svært nyttig å se på tidligere master-oppgaver for å skaffe en oversikt over relevant teori å inkludere i oppgaven og for å få en økt forståelse for hvordan oppgaven bør struktureres. Informasjon fra forelesninger i emnet TEP4223 Livssyklusanalyse ved NTNU er benyttet. Ettersom forelesningene ble holdt av dedikerte professorer og doktorgradsstudenter innenfor fagfeltet, vurderes kildene som svært troverdige.

En annen metode som er benyttet for innhenting av informasjon til denne oppgaven, er deltakelse på innføringskurs om klimagassregnskap i bygg 11. februar 2021. Se Vedlegg E for kursbevis. Kunnskapen fra kurset er ikke fagfellevurdert og vil ha en viss grad av subjektivitet, noe som gir redusert troverdighet. Imidlertid var kurset svært relevant og nyttig i utarbeidelsen av oppgaven, og ga økt forståelse for fagområdet. Kurset var i regi av Grønn Byggallianse, som er en medlemsforening for virksomheter fra Norges bygge- og eiendomssektor (Grønn Byggallianse, u.d.c). Det er også innhentet en rekke annet materiale publisert av Grønn Byggallianse som vurderes som svært egnet og relevant for bruk i denne oppgaven. Det er naturlig å tenke at Grønn Byggallianse har en kommersiell interesse, noe som reduserer troverdigheten av deres publikasjoner. Imidlertid har de en rekke norske samarbeidspartnere, som ENOVA og SINTEF, og er medlem av World Green Building Council (WGBC). Sammen med deres høye kompetanse innenfor miljø og bærekraft, bidrar dette til økt troverdighet.

3.3.4 Feilkilder

En gjennomgående feilkilde i søkeprosessen er subjektivitet i valg av litteratur. Dersom en annen forsker hadde benyttet samme metode, kan det være at det hadde blitt gjort andre subjektive vurderinger. Derfor må det forventes at noe relevant litteratur ikke er funnet i litteratursøket. I tillegg er tid en faktor som begrenser litteratursøket. For å fremskaffe et bredere omfang av vitenskapelig litteratur, kunne det blitt gjort søk i flere databaser eller søk med andre og flere varianter av søkeord. Imidlertid var det ikke tid til å gjøre mer omfattende søk enn det som er beskrevet i kapittelet.

En sentral feilkilde i den strategiske lesningen er at relevant litteratur kan ha blitt oversett ved bruk av denne lesestrategien. Dersom tittelen til en artikkel er formulert på en dårlig eller misvisende måte, kan det medføre at kilden blir vurdert som mindre relevant slik at den ikke blir med til neste trinn. Dermed vil eksempelvis ikke annen relevant litteratur i kildens bibliografi bli undersøkt.

3.4 Kvalitativ metode – Intervju

I denne delen beskrives og evalueres intervju som kvalitativ metode. Hensikten med bruk av intervju er å fremskaffe informasjon som ikke dekkes av den innsamlede litteraturen fra litteratursøket. Intervjuformen som er benyttet er dybdeintervjuer.

3.4.1 Valg av intervjupersoner og beslutningsnivåer

Det finnes mange ulike betegnelser på en person som blir intervjuet. Ofte brukes informant, respondent eller intervjuobjekt (Dalland, 2017). I denne oppgaven brukes den nøytrale betegnelsen intervjuperson som dekker de overnevnte tilfellene. En intervjuperson svarer på spørsmål, deler sin kunnskap og gir informasjon (Dalland, 2017)

Intervjupersonene ble valgt med formål å få synspunkter og meninger fra ulike roller i både bygge- og anleggsnæringen. Personene har forskjellig bakgrunn, kompetanse og ansvarsområde. Dette bidrar til å belyse flere sider av forskningsspørsmålene, slik at de kan besvares på et helhetlig grunnlag. Det er gjennomført intervjuer med til sammen 15 intervjupersoner. Tabell 3.5 viser en oversikt over fordelingen av intervjupersonene basert på type beslutningsnivå, stillingstittel og næring. 13 intervjuer er gjennomført individuelt, mens byggherre-representantene ble intervjuet sammen. Ettersom de innehar ulike roller og sitter med kunnskap på forskjellige områder, var det hensiktsmessig å gjennomføre intervjuet sammen. Hver av dem besvarte de spørsmålene som var relevante for deres kunnskap og erfaringer.

Tabell 3.5 Oversikt over intervjupersoner

Beslutningsnivå	Stillingstittel	Næring	Antall
Byggherre	Avdelingsdirektør	Bygg	1
	Rådgiver	Bygg	1
Prosjekt- og prosjekteringsledelse	Miljøleder	Bygg	1
	Prosjektsjef	Anlegg	1
	Prosjekteringsleder	Anlegg	2
	Prosjekteringsleder	Bygg	4
Faglig utøvende	Arkitekt	Bygg	1
	Klima- og miljørådgiver	Bygg/Anlegg	4

Beslutningsnivåene, som omfatter byggherre, prosjekt- og prosjekteringsledelse og faglig utøvende, utgjør en hierarkisk fordeling der det overliggende beslutningsnivået vil legge premisser og rammer for nivåene under. Hensikten med bruk av beslutningsnivåer er å redegjøre for hvilke beslutninger som må tas på det øverste nivået, og hvilke beslutninger som kan tas på et lavere nivå.

Intervjuer med 15 intervjupersoner ga en stor mengde interessante funn. Ettersom oppgaven i hovedsak omhandler bruk av klimagassberegninger i byggeprosjekter, er intervjupersonene fra byggenæringen mest relevante. Derfor legger også oppgavens resultatkapittel størst vekt på funn fra disse personene. Imidlertid er funn fra intervjupersonene fra anleggsnæringen relevante for å sammenligne status i anleggsnæringen med status i byggenæringen i det første forskningsspørsmålet.

3.4.2 Fremgangsmåte for intervjuprosessen

Intervjuprosessen omfatter alle aktiviteter fra å finne aktuelle intervjupersoner til å transkribere, analysere og tolke intervjuene. Tabell 3.6 presenterer steg for steg alle aktivitetene som ble gjennomført med tilhørende beskrivelse.

Tabell 3.6 Intervjuprosessen steg for steg

Steg	Aktivitet	Beskrivelse
1	Arbeidet med å finne aktuelle intervjupersoner.	Omtrent alle intervjupersonene er funnet gjennom veiledere og kontaktperson i Vedal. Etter å ha formidlet hvilke typer aktører og roller som var av størst interesse å snakke med, kontaktet de mulige kandidater i bransjen. Kontaktinformasjon til aktuelle intervjupersoner ble deretter innhentet. Tre av intervjupersonene er funnet på egenhånd via kontakt med bekjente og Grønn Byggallianse.
2	Utarbeidet intervjuguide.	Intervjuguiden ble utarbeidet over en periode på rundt to uker med stort fokus på kobling mellom intervju- og forskningsspørsmål, se kapittel 3.4.3. Et førsteutkast ble sendt til kontaktperson i Vedal og veiledere, som kom med forslag til forbedringer. Hensiktsmessige endringer ble utført.
3	Intervjuguide ble godkjent av veiledere.	Gjennomgikk intervjuguide med veiledere, og fikk godkjenning.
4	Kontaktet aktuelle intervjupersoner.	Intervjupersoner ble kontaktet via e-post, og tidspunkt for intervjuer ble avtalt. Intervjuguide og samtykkeerklæring ble oversendt, se kapittel 3.4.3. Samtlige som ble kontaktet ga samtykke.
5	Intervjuer ble avholdt digitalt.	Hvert intervju varte i gjennomsnitt i 45 minutter. Grunnet den pågående Covid-19-situasjonen ble intervjuene avholdt på <i>Microsoft Teams</i> . Positive og negative erfaringer med digitalt intervju er beskrevet i kapittel 3.4.5.
6	Lyddoptak ble transkribert.	Det ble gjennomført en grundig transkribering ord for ord av alle intervjuene.
7	Transkribering ble ettersendt til intervjupersoner for godkjenning.	Det var viktig at intervjupersonene leste gjennom transkriberingen før data ble brukt i oppgaven. Det skulle forhindre feiltolkninger og omformuleringer som endret innholdets mening.
8	Intervjuene ble analysert og tolket.	Intervjudataene ble bearbeidet og analysert, se nærmere beskrivelse i kapittel 3.4.4. Basert på funnene ble resultat- og diskusjonskapittel utarbeidet med egne ord.

Gjennomføring av dybdeintervjuer er tidkrevende arbeid og produserer samtidig store mengder data som skal etterarbeides og analyseres (Tjora, 2017). Det ble gjennomført totalt to intervjurunder. Intervjuer med klima- og miljørådgivere og miljøleder i byggenæringen ble gjennomført i november 2020 i forbindelse med fordypningsoppgaven. Intervjuer med resterende intervjupersoner ble gjennomført i mars 2021. Tjora (2017) presenterer en grov antagelse om at et timelangt dybdeintervju omtrent utgjør et dagsverk i etterarbeid. Dermed kan det antas at intervjuene til sammen utgjorde 14 dagers arbeid i etterkant.

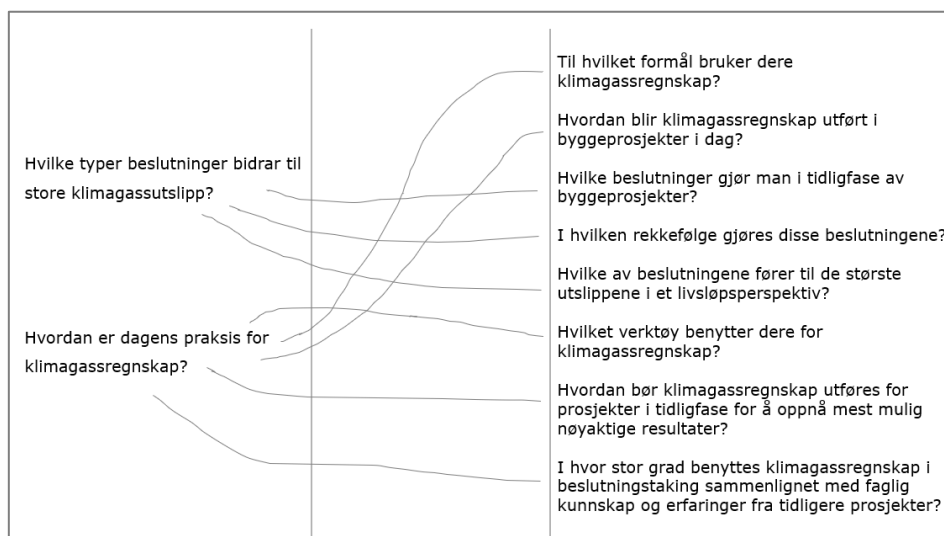
3.4.3 Forberedelse til intervjuer

Viktige deler av forberedelsesarbeidet til intervjuene var å utarbeide en intervjuguide med gode spørsmål som kunne bidra til å besvare forskningsspørsmålene, og samtidig sørge for å etterfølge etiske retningslinjer overfor intervjupersonene. I dette kapittelet beskrives forberedelsene som ble gjort.

Intervjuguide

Det kvalitative intervjuet kjennetegnes av å skape kunnskap gjennom intervjuprosessen (Dalland, 2017). For å oppnå den ønskede kunnskapen er det hensiktsmessig med bruk av en intervjuguide. Intervjuguiden er et hjelpemiddel for å lede og strukturere intervjuet (Tjora, 2017). I tillegg er utarbeidelsen av intervjuguiden en viktig forberedelse både faglig og mentalt til å møte intervjupersonen (Dalland, 2017). På bakgrunn av dette ble det lagt ned mye tid og arbeid med intervjuguiden i forkant av intervjuene. Intervjuguiden inneholdt en kort beskrivelse av bakgrunnen for og formålet med intervjuet, samt noe praktisk informasjon om intervjuprosessen. Den omfattet ferdigformulerte, fullstendige spørsmål, der noen av spørsmålene hadde underspørsmål på stikkordsform. Spørsmålene ble fordelt på noen hovedtemaer for å opprettholde god orden og gi intervjupersonen noen rammer for tematikken. Alle intervjuene startet med noen oppvarmingsspørsmål om intervjupersonenes bakgrunn og arbeidserfaring for å skape en avslappet stemning. Oppvarmingsspørsmålene ble også stilt på bakgrunn av intervjuers nysgjerrighet.

Det ble utarbeidet to intervjuguides, én for intervjuene i november 2020 og én for intervjuene i mars 2021, se henholdsvis Vedlegg F og Vedlegg G. For å ivareta pålitelighetskriteriet, hadde begge intervjuguidene lignende oppbygning med de samme hovedtemaene og flere av de samme spørsmålene. Imidlertid ble det gjort en rekke nødvendige tilpasninger. Eksempelvis fikk kun klima- og miljørådgiverne spørsmål om selve utførelsen av klimagassberegninger ettersom dette i hovedsak kun er deres kompetanseområde. Det ble forsøkt å unngå ledende spørsmål, og det ble inkludert kontrollspørsmål for å undersøke om noen av svarene korresponderte eller avviket. En strategi, inspirert av Bohne (2005), ble benyttet for å sikre at intervju spørsmålene var direkte koblet til et eller flere av forskningsspørsmålene. Figur 3.2 illustrerer et eksempel på strategien fra intervjurunden høsten 2020, der potensielle intervju spørsmål ble listet opp og knyttet til de definerte forskningsspørsmålene. Intervju spørsmål som ikke hadde en klar kobling til et av forskningsspørsmålene ble forkastet fra intervjuguiden.



Figur 3.2 Strategi for utvelgelse av intervju spørsmål

Etiske retningslinjer

Innenfor kvalitativ forskning er man forpliktet til å følge etiske retningslinjer som ivaretar intervjupersonens frihet og medbestemmelse (Everett og Furseth, 2012). To viktige etiske retningslinjer som er relevante i utarbeidelsen av denne oppgaven er informert samtykke og konfidensialitet (Thagaard, 2018).

Informert samtykke er ivaretatt gjennom et samtykkeskjema godkjent av Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste (NSD). Skjemaet beskriver oppgavens formål, hva intervjudeltakelsen innebærer, hvilke personopplysninger som innhentes, varigheten på intervjuet, personens rettigheter, opplysninger om anonymitet, samt informasjon om håndtering av opplysninger underveis og etter at oppgaven er avsluttet. Samtlige intervjupersoner ga informert samtykke ved å underskrive en samtykkeerklæring.

Konfidensialitet innebærer å behandle innhentet informasjon om personlige forhold konfidensielt og fortrolig (Thagaard, 2018). Dette prinsippet er ivaretatt gjennom å anonymisere intervjupersonene i presentasjonen av resultatene, oppbevare personlige opplysninger aidentifisert og lagre data på en forsvarlig måte. Konfidensialitet har samtidig en forskningsmessig betydning. Ifølge Thagaard (2018) bidrar anonymisering av intervjupersoner til at leseren retter sin oppmerksomhet mot generelle mønstre i dataene fremfor å forstå teksten som beretninger om spesifikke personer. Å etterfølge konfidensialitet vil styrke påliteligheten og dermed verdien av resultatene.

3.4.4 Behandling og analyse av intervjudata

I etterkant av intervjuene ble intervjudataene behandlet, analysert og tolket. Behandling av intervjudataene omhandlet å transkribere lydopptakene ord for ord. Transkribering er et møysommelig arbeid, men det gir samtidig en mulighet til å gjenoppleve intervjuet (Dalland, 2017). Transkriberingen av samtlige intervjuer utgjorde til sammen ca. 37 000 ord.

Det ble vurdert som svært fordelaktig å gjøre en grundig transkribering for å sikre at all relevant informasjon ble identifisert. Spørsmål som dukket opp underveis i transkriberingen ble notert og ettersendt til intervjupersonen. Teksten ble videre gjennomgått og bearbeidet i form av å fjerne muntlige ord, ufullstendige setninger og gjentakende utsagn. Dersom det ble ansett som passende, ble setninger omformulert eller flyttet til andre deler av teksten for å oppnå en tydelig og logisk sammenheng. For å unngå at bearbeidelsen endret innholdets mening, ble transkriberingen gjennomgått og godkjent av intervjupersonene. En grundig bearbeidelse av informasjonen bidro til en ryddigere fremstilling, noe som var fordelaktig for både intervjuer og intervjuperson. Teksten ble enklere å arbeide med senere for intervjuer og mer oversiktlig å gjennomgå for intervjupersonen under godkjennelse. I tillegg bidro en nøye gjennomgang til å prosessere inntrykk og informasjon på en måte som ga økt forståelse. Som en nybegynner i intervjurollen opplevdes intervjusettingen noe intens og anspent, spesielt gjennom de første intervjuene. Da var fokusert mest rettet mot å oppnå en avslappet stemning og stille spørsmålene i riktig rekkefølge, slik at ikke all informasjon ble fanget opp.

Analysen og tolkningen av intervjuene søker henholdsvis å finne ut hva intervjuet forteller og forklare betydningen av innholdet (Dalland, 2017). En god analyse kan åpne for ulike fortolkninger. Dalland (2017) presiserer at grunnlaget for analysen legges allerede i forberedelsene til intervjuene gjennom arbeidet med intervjuguiden. Arbeidet med å analysere og tolke intervjusvarene innebar å skaffe en helhetlig oversikt over dataene, og samtidig vurdere dataenes betydning og hvilke perspektiver de kan forstås ut fra.

Intervjuguiden har vært sentral i analysen, og blitt benyttet i en tematisk bearbeiding av funnene. Først ble de ulike intervjusvarene fordelt på de viktigste temaene som skulle belyses. Videre ble de ulike svarenes tyngde og valør sett i sammenheng. Det ble gjort nøye vurderinger rundt hvilke svar innenfor hvert tema som var viktigst for å besvare forskningsspørsmålene.

Det er nødvendig å begrunne intervjudataene i lys av kunnskapen som finnes i dag. I kapittel 5 diskuteres datamaterialet opp mot annen forskning på LCA, klimagassberegninger og beslutninger. Dette kan bidra til å bekrefte eller avkrefte funnene som har kommet frem i intervjuene.

3.4.5 Evaluering av metoden

Et godt intervju gir et verdifullt materiale som på en relevant måte kan belyse forskningsspørsmålene (Dalland, 2017). Det er en rekke forhold som påvirker kvaliteten på et intervju. Blant annet vil intervjuerens kvalifikasjoner, måten intervjueren presenterer temaene på og hvordan intervjueren leder samtalen, spille inn på kvaliteten (Dalland, 2017). Gjennom intervjuprosessen ble det erfart fire forhold som kan ha påvirkning på intervjuets kvalitet, reliabilitet og validitet. Disse er digital intervjusetting, intervjuers kvalifikasjoner, intervjupersonens subjektivitet og formulering av intervju spørsmål.

Digital intervjusetting

Dalland (2017) presiserer at forholdene rundt intervjuet kan ha stor betydning for kvaliteten på samtalen. På grunn av den pågående COVID-19-situasjonen ble alle intervjuene avholdt digitalt via Microsoft Teams. Det var både fordeler og ulemper ved utførelse av digitale intervjuer. Viktige fordeler var høy grad av fleksibilitet og tidsbesparelse. Intervjuene kunne avtales raskt via e-post. Dersom det dukket opp en annen avtale, kunne intervjuet flyttes til et annet tidspunkt på kort varsel. Det var heller ikke nødvendig å bruke tid på reising.

En ulempe er at digitalt intervju er en mer unaturlig setting, slik at distansen mellom intervjuer og intervjuperson kan oppleves større sammenlignet med et fysisk intervju. En annen ulempe er at det fort kan oppstå forstyrrelser i et digitalt intervju. Dette kan bidra til å redusere intervjuets reliabilitet. I noen av intervjuene ble det erfart varierende kvalitet på internettforbindelsen, noe som påvirket flyten i samtalen. I tillegg hadde de fleste av intervjupersonene hjemmekontor, noe som kan ha påvirket svarene. Eksempelvis var en av intervjupersonene på trilletur med en liten baby under intervjuet. Dersom personen hadde sittet på et lukket rom uten noen forstyrrelser, kunne det gitt andre svar. Imidlertid vurderes validiteten av intervjuene som svært god. I gjennomsnitt varte et intervju omtrent 45 minutter, og de fleste intervjusvarene var svært relevante for å besvare forskningsspørsmålene. Dermed ser det ikke ut til at den digitale intervjusettingen har hatt en stor negativ påvirkning på intervjuene.

Intervjuers kvalifikasjoner

Intervjuers kvalifikasjoner vil ha påvirkning på intervjuets kvalitet (Dalland, 2017). I hvilken grad intervjuer driver samtalen fremover og stiller oppfølgingsspørsmål vil kunne påvirke svarene. Ettersom intervjuer har liten erfaring fra tidligere, kan det ha bidratt til å redusere intervjuets reliabilitet og validitet. Erfaringer som ble gjort var at det ble stilt få oppfølgingsspørsmål underveis i intervjuene. Ettersom intervjuguiden omfattet et betydelig antall forhåndsbestemte spørsmål, var det ikke behov for svært mange tilleggs-spørsmål. Imidlertid kan intervjuers manglende erfaring i intervjurollen ha bidratt til at det ble stilt færre spørsmål enn det en mer erfaren intervjuer ville gjort. Underveis i

transkribering kom det opp flere spørsmål, og disse ble ettersendt via e-post. I noen tilfeller tok det lang tid å få svar ettersom intervjupersonene har en hektisk arbeidshverdag. Det hadde vært mer ideelt å stille spørsmålene direkte underveis i intervjuet, slik at man kunne få svar på nye spørsmål fortløpende. Imidlertid fikk intervjupersonene lengre betenkningstid ved å besvare ytterligere spørsmål via e-post, noe som kan ha bidratt til økt validitet av intervjuet.

Intervjupersonens subjektivitet

Dybdeintervjuer er hensiktsmessig i situasjoner der man ønsker å undersøke nyansene i opplevelser og erfaringer hos ulike intervjupersoner (Tjora, 2017). I slike intervjuer kan man utelukkende utforske forhold som er knyttet til intervjupersonens subjektivitet. Dette kan bidra til å redusere intervjuets validitet og reliabilitet. Derfor bør det alltid undersøkes om det finnes andre tilnærminger som vil gi mer relevante svar på forskningsspørsmålene som skal besvares, og som dermed kan styrke forskningens gyldighet (Tjora, 2017).

Selv om det benyttes flere forskningsmetoder i denne oppgaven, er det valgt å legge størst vekt på dybdeintervjuer. Metoden vurderes som den mest hensiktsmessige for å belyse forskningsspørsmålene fra flere sider, ettersom det ble gjennomført intervjuer med flere ulike roller i den norske byggenæringen. Dermed er intervjupersonenes subjektivitet en forutsetning som er lagt til grunn i besvarelsen av oppgaven. Det knyttes stor troverdighet til samtlige intervjupersoner ettersom de er høyt utdannet og kompetente fagfolk fra anerkjente bedrifter. Samtlige bidro med relevant kunnskap, slik at intervjuene vurderes til å ha høy validitet.

Formulering av intervju spørsmål

For å oppnå tilstrekkelig kvalitet på både gjennomføringen og intervjudataene, var det viktig å gjøre gode forberedelser i forkant av intervjuene. Derfor ble det utarbeidet en intervjuguide hvor alle spørsmålene var ferdigformulerte og fullstendige. Til tross for dette ble det erfart at enkelte spørsmål var for lange og formulert på en noe komplisert måte, slik at de måtte gjentas og omformuleres. I enkelte tilfeller førte dette til misforståelser. Dersom spørsmålene hadde vært formulert på en enklere måte, kunne det gitt andre svar.

Andre erfaringer som ble gjort, var at noen av spørsmålene var ganske uspesifikke. Eksempler på dette er spørsmålene; «hvordan ble klimagassregnskap brukt i prosjekter du har vært involvert i?» og «i hvilken grad anser du klimagassregnskap som en nyttig metode i beslutningssammenheng?». Dette medførte at svarene fra de ulike beslutningsnivåene varierte veldig, slik at det var utfordrende å sammenligne dem. I ettertid ser man at disse spørsmålene kunne vært klarere formulert.

3.4.6 Feilkilder

I dette kapitlet presenteres en oversikt over mulige feilkilder gjennom intervjuprosessen som kan ha hatt innvirkning på intervju som kvalitativ metode. Feilkildene beskrives i Tabell 3.7.

Tabell 3.7 Beskrivelse av feilkilder i intervjuprosessen

Feilkilder	Beskrivelse
Ulikt tidspunkt for intervjurunder	Fire av intervjuene ble avholdt i november 2020, mens de resterende ble gjennomført i mars 2021. Et læringsutbytte fra første intervjurunde kan ha bidratt til en forbedret intervjuteknikk og intervjuguide i den andre intervjurunden.
Økt forståelse underveis	Gjennomføringen av intervjuene var en læringsprosess som ga økt forståelse både for tema og intervjuteknikk underveis i prosessen. Det ble erfart at gjennom de siste intervjuene var det større forståelse for hvilke spørsmål som var mest interessante å få svar på. Dermed kan de siste intervjupersonene ha blitt brukt mer fornuftig og effektivt enn de første.
Manglende tilpasning av spørsmål til noen aktører	I den andre intervjurunden ble byggherrer, prosjektledere og prosjekteringsledere intervjuet. Spørsmålene var de samme til samtlige aktører, noe som ga økt pålitelighet. Imidlertid kunne noen spørsmål blitt tilpasset enda bedre til visse aktører. Eksempelvis kunne byggherrer fått flere spørsmål knyttet til krav.

3.5 Kvalitativ metode – Case

Bruk av case er en svært utbredt form for avgrensning i kvalitative studier, og en case-studie kan benytte alle mulige former for kvalitativ og kvantitativ datagenerering (Tjora, 2017). I denne oppgaven brukes en case-studie med en kvalitativ tilnærming i form av et semistrukturert intervju.

3.5.1 Strategi for utvelgelse

Tjora (2017) belyser ulike strategier for valg av case, som for eksempel at den valgte casen er *ekstrem eller avvikende* innenfor valgt tematikk eller *paradigmatisk* ved at den muliggjør en prototypisk generalisering som et referansepunkt for videre studier. Imidlertid velges svært ofte case mer av pragmatiske hensyn på bakgrunn av tilgjengelighet og/eller forskerens kjennskap til den (Tjora, 2017).

Case-prosjektet som benyttes i denne oppgaven er valgt av pragmatiske hensyn. Det er ikke forskeren selv som har valgt case, men Vedal har gitt tilgang til et av deres byggeprosjekter til bruk som case. Imidlertid ble det aktuelle case-prosjektet valgt på bakgrunn av at det er benyttet klimagassberegninger i prosjektet fra en tidlig fase. Dette er en viktig forutsetning for å kunne innhente relevant informasjon fra prosjektet til å besvare forskningsspørsmålene. Dermed betraktes det utvalgte case-prosjektet som svært aktuelt for denne oppgaven.

3.5.2 Forberedelse til og gjennomføring av intervju

I forkant av intervjuet ble det utarbeidet en strukturert intervjuguide med hovedsakelig forhåndsdefinerte spørsmål. Noen av spørsmålene hadde underspørsmål på stikkordsform. Intervjuguiden, vist i Vedlegg H, ble utarbeidet med utgangspunkt i erfaringer fra arbeidet med de foregående intervjuguidene. Det var svært fordelaktig å kunne bruke erfaringer fra det tidligere arbeidet. Intervjuguiden for case-prosjektet omfattet den samme oversiktlige strukturen som tidligere, hvor spørsmålene var inndelt i ulike temaer. Denne strukturen fungerte godt for de tidligere intervjuguidene. I tillegg besto denne intervjuguiden av noen lignende spørsmål som i de to andre intervjuguidene, noe som bidrar til god reliabilitet. Imidlertid var det nødvendig å tilpasse intervjuguiden en god del

for å fungere godt som intervjuguide for en case. Derfor ble det inkludert en rekke nye spørsmål.

Informasjonsinnhentingen fra case-prosjektet baseres på ett intervju med prosjektleder i VE på prosjekt Økern Portal Hotell. Intervjuet varte i omtrent 1,5 timer. Dette intervjuet ble avholdt i april 2021, som var en måneds tid etter den andre intervjurunden. Dermed ble erfaringer og lærdommer fra de to foregående intervjurundene brukt i gjennomføringen av dette intervjuet. Det var svært nyttig, og førte til en bedre flyt i samtalen grunnet flere oppfølgingsspørsmål fra intervjuer. Et aspekt som innvirket positivt på intervjuet, var at intervjuer kjente godt til prosjektleder fra tidligere sommerjobb. Dermed var det enkelt å få til en avslappet stemning helt fra starten av. I likhet med de foregående intervjuene, var dette et semistrukturert intervju.

3.5.3 Behandling og analyse av intervjudata

Den innhentede informasjonen fra case-prosjektet ble behandlet på samme måte som dataene fra dybdeintervjuene. Det ble utført en grundig transkribering av intervjuet som til sammen utgjorde ca. 5000 ord. Spørsmål som dukket opp underveis i transkriberingen ble notert og ettersendt til både prosjektleder, BREEAM AP og miljørådgiver i case-prosjektet. De spørsmålene som ikke prosjektleder hadde nok kunnskap til å svare på, ble besvart av de to andre rollene i prosjektet.

Analysen og tolkningen av intervjudata fra case-prosjektet ble utført etter at fremstillingen av intervjudata fra dybdeintervjuene var ferdigstilt. Dermed ble det i hovedsak hentet ut funn som var mest relevante for sammenligning med de andre intervjufunnene. Fordelen med case-prosjektet er at det får frem et spesifikt eksempel på bruk av klimagassberegninger, mens dybdeintervjuene får frem et generelt eksempel på bruken i hele BA-næringen. Imidlertid hadde det ideelle vært å gjennomføre intervjuer også med representanter fra byggherre-nivået i case-prosjektet for å oppnå et helhetlig bilde av bruken av klimagassberegninger. Dette ble det derimot ikke tid til.

4 Resultater

I dette kapittelet presenteres først de innsamlede funnene fra intervjuer og deretter fra case. Det påpekes at argumentasjon rundt påstander er hentet fra intervjupersonenes bidrag for å sette kontekst, og må ikke forveksles med oppgavens diskusjon i kapittel 5.

4.1 Resultater – Intervjuer

Resultater fra intervjuene baseres på funn fra totalt 15 intervjupersoner. Disse er ansatt i mellomstore og store bedrifter, vist i Tabell 4.1. NHO (u.d.b) definerer bedrifter med 21 til 100 ansatte som mellomstore, og bedrifter med over 100 ansatte som store. Intervjupersonene har ulike roller i den norske BA-næringen der formålet er å innhente erfaringer og meninger fra ulike perspektiver. Deler av resultatene baseres på funn fra intervjuer høsten 2020, hentet fra Berntsen (2020).

4.1.1 Beslutningsnivåer

Tabell 4.1 presenterer en oversikt over intervjupersonene inndelt i tre ulike beslutningsnivåer med tilhørende ID, rolle og næring.

Tabell 4.1 Oversikt over intervjupersonenes ID, rolle og næring

ID	Rolle	Næring
Beslutningsnivå 1 – Byggherre		
B1	Rådgiver i en stor, offentlig byggherre	Bygg
B2	Avdelingsdirektør i en stor, offentlig byggherre	Bygg
Beslutningsnivå 2 – Prosjekt- og prosjekteringsledelse		
P1	Prosjekteringsleder i et stort entreprenørselskap	Bygg
P2	Arkitekt i et mellomstort arkitektkontor	Bygg
P3	Prosjekteringsleder i et stort rådgivende ingeniørselskap	Bygg
P4	Prosjekteringsleder i et stort entreprenørselskap	Bygg
P5	Prosjekteringsleder i et mellomstort eiendomsselskap	Bygg
P6	Miljøleder i en stor bygg- og eiendomsbedrift	Bygg
P7	Prosjekteringsleder i et stort rådgivende ingeniørselskap	Anlegg
P8	Prosjekteringsleder i et stort entreprenørselskap	Anlegg
P9	Prosjektsjef i et stort entreprenørselskap	Anlegg
Beslutningsnivå 3 – Faglig utøvende		
M1	Klima- og miljørådgiver i et mellomstort rådgivende ingeniørselskap	Bygg
M2	Klima- og miljørådgiver i et stort rådgivende ingeniørselskap	Bygg
M3	Klima- og miljørådgiver i et stort rådgivende ingeniørselskap	Bygg
M4	Miljørådgiver i et stort entreprenørselskap	Anlegg

I BA-prosjekter foretas det ulike beslutninger på ulike nivåer både i tid og rom. Hovedgrepene og de overordnede premisene for prosjektet besluttet på et tidlig tidspunkt av den øverste instansen, mens en rekke større og mindre beslutninger tas hver eneste dag av underliggende nivåer. Derfor representerer samtlige roller innad i beslutningsnivåene, vist i Tabell 4.1, beslutningstakere. På beslutningsnivå 1 ligger mandatet som må til for å gjennomføre prosjektet. De strategiske og forretningsmessige beslutningene må løftes opp på dette nivået. Beslutningsnivå 2 omfatter ressurser innen prosjektering, styring og

ledelse. De foretar taktiske og operasjonelle beslutninger som fører utviklingsprosessen i prosjektet videre. På beslutningsnivå 3 ligger den tekniske fagkompetansen som legger grunnlaget for klimagassberegningene innenfor gitte rammer definert av overliggende nivåer. Hovedandelen av intervjufunnene presenteres med utgangspunkt i beslutningsnivåene, slik at svarene enkelt kan sammenlignes.

4.1.2 Dagens status om klimagassberegninger

Innledningsvis ble intervjupersonene spurt om hva de mener er status om klimagassregnskap i dagens byggenæring. P3 og P5 erfarer at det fortsatt er litt nybrottsarbeid og lite utbredt med tanke på hvor mye som bygges. P1 opplever at det har kommet mer inn i bransjen de siste årene og brukes mer aktivt. P5 trekker frem at de offentlige byggherrene er gjerne i front, noe som er viktig for å øke kunnskapen og få med resten av bransjen. P4 erfarer at mange private aktører også har begynt å fokusere på det. Imidlertid opplever B1 og B2 at det er få aktører som systematisk stiller krav til redusert klimafotavtrykk i prosjekter, og det er heller ingen krav i regelverk om å gjøre det. B1 og B2 mener BREEAM er inngangen de fleste aktører har til å jobbe med å optimalisere klimafotavtrykket til bygninger, men legger til følgende:

I BREEAM-sertifiseringsordningen er det 2 poeng som er knyttet til klimagassreduksjon på materialbruk i prosjekt. Det er blant de poengområdene som mange prosjekter ikke velger å ta innenfor BREEAM-sertifiseringen. (...) Vi er opptatt av at klimagassregnskap bør få en større plass i BREEAM-manualen enn det det har i dag. Det er fordi den plassen det har i BREEAM i dag reflekterer ikke størrelsen på den utfordringen som ett av de sentrale miljøområdene i et byggeprosjekt.

Intervjupersonene fra anleggsnæringen ble også spurt om dagens status i deres bransje. I likhet med byggenæringen, begynner det å bli en stadig større bevissthet rundt klimagassberegninger og mer fokus på det i anleggsnæringen. Det begynner blant annet å komme flere anleggsprosjekter med CEEQUAL-sertifisering. Imidlertid tyder funnene på at det er mindre utbredt i anleggsnæringen enn byggenæringen. M4 opplever at de store aktørene bruker klimagassregnskap fordi de har ressursene til å utarbeide det, mens de små henger litt etter. P7 opplever også at byggherrer i anleggsnæringen setter få konkrete miljømål og -krav. Dette bidrar til at det ofte brukes som dokumentasjon, men ikke så mye til valg i prosjektering. P8 sier følgende om status:

For 5 år siden var det ikke et tema, men nå begynner man å få øyne opp for det. Jeg tror likevel ikke at man faktisk er villige til å ta valg på bakgrunn av det. (...) For eksempel er myr identifisert som det verste å ta i, men man er ikke villig til å bygge en vei med lavere hastighet som gir mulighet for en kurvatur som styrer unna myr. Man skal fremdeles bygge med 110-sone.

4.1.3 Formål med bruk av klimagassberegninger

Byggherre

Byggherre-representantene er klare i sin tale om formålet med bruk av klimagassberegninger: «Formålet er å redusere klimafotavtrykket til bygningene vi jobber med. Det er ikke for å dokumentere størrelsen på utslippene i seg selv, men et verktøy for å redusere utslippene».

Prosjekt- og prosjekteringsledelse

Tabell 4.2 oppsummerer svarene til de ulike rollene innenfor prosjekt- og prosjekteringsledelse i byggenæringen om deres formål med bruk av klimagassberegninger i bedriftene.

Tabell 4.2 Formål med bruk av klimagassberegninger for prosjekt- og prosjekteringsledelse

ID	Formål med bruk av klimagassregnskap
P1	Det er et nyttig verktøy som underlag for beslutninger, og for å underbygge at byggherrekravene eller eventuelle egne krav oppnås.
P2	Et hjelpemiddel for å velge riktig materialbruk.
P3	Verktøy for å styre at det samlede klimagassutslippet blir mindre gjennom byggeprosjektet. Bidra til å vurdere påvirkninger fra bygget gjennom hele livsløpet, og ikke bare tenke kostnader.
P4	Klimagassregnskap er en god måte å bidra til et grønnere miljø på.
P5	Å ha et beslutningsunderlag slik at beslutninger om valg av løsninger og produkter kan tas på et riktig tidspunkt. Ved å ha et klimagassbudsjett som følges opp hele veien, kan man se den faktiske effekten av de valgene man tar.
P6	Hele hensikten er å bruke det tidlig. Det skal ikke kun brukes som dokumentasjon, men det må brukes som et verktøy underveis til å gjøre klimarelevante beslutninger.

Funnene viser at de fleste intervjupersonene innenfor prosjekt- og prosjekteringsledelse har oppfatning om at klimagassberegninger skal være et beslutningsverktøy som kan brukes for å gjøre grønne valg i prosjekter.

Faglig utøvende

Klima- og miljørådgiverne i byggenæringen ble spurt om hvilket formål de bruker klimagassberegninger til i deres prosjekter. Tabell 4.3, hentet fra Berntsen (2020), oppsummerer svarene.

Tabell 4.3 Formål med bruk av klimagassberegninger for faglig utøvende

ID	Dokumentasjon i henhold til BREEAM	Som beslutningsverktøy underveis i prosjekteringen
M1	Ofte	Noen ganger
M2	Ofte	Noen ganger
M3	Ofte	Lite

Flere av intervjupersonene fastslår at formålet er veldig varierende fra prosjekt til prosjekt, og avhenger i stor grad av miljøambisjonene i prosjektet. M2 bruker det for det meste til å sikre at miljømålene innfris i prosjektene. M3 påpeker at det ikke snakkes noe særlig om klimagassregnskap i prosjekteringsmøter, og at det fungerer mer som et produkt som blir levert. I forbindelse med BREEAM, blir klimagassregnskap ofte benyttet til å vise en prosentvis reduksjon av utslipp i henhold til et referansebygg. M2 poengterer at dette ofte er et av miljømålene, og det er vanskelig å oppnå en reduksjon hvis en ikke regner på det. M1 erfarer at klimagassberegninger noen ganger blir benyttet til å identifisere utslippspostene for å vurdere hva som kan kuttes av utslipp.

4.1.4 Kompetansenivå hos aktører

Generelt opplever flere av intervjupersonene at det er manglende kompetanse på klimagassregnskap blant byggherrer og entreprenører, men at kompetansen er økende. P5 mener at kompetansen er avhengig av om man jobber i en stor eller liten bedrift.

Byggherre

Funnene viser at offentlige byggherrer som jobber med næringsbygg er aktørene med høyest kompetanse innenfor beslutningsnivå 1. P4 opplever at mange av de offentlige byggherrene begynner å kjenne til klimagassregnskap og stille krav til det. P2 mener at klimagassregnskap er en mer innarbeidet tankegang blant aktører for næringsbygg sammenlignet med boligbygg, ettersom BREEAM og andre klassifiseringer er mer innarbeidet der.

Imidlertid opplever ikke M2 at byggherrer har en inngående kunnskap i hva klimagassregnskap er. Dersom de bestiller det, vet de ikke alltid hva de bestiller og hvilke konsekvenser det får. M3 erfarer at flere byggherrer ønsker å ha en miljøprofil og utvikle prosjekter med miljøambisjoner. Da skal de bruke klimagassregnskap i prosjektet. Likevel vet de ikke alltid hva man bruker det til eller hvordan de kan bruke det på en fornuftig måte. P5 mener at kunnskapen må økes blant byggherrer for å kunne utnytte potensialet i klimagassregnskapet og ta de riktige beslutningene på et tidlig tidspunkt.

Prosjekt- og prosjekteringsledelse

P4 opplever at entreprenørene har blitt veldig fokusert på å håndtere det de siste årene for å være med i konkurransen. B1 og B2 hevder imidlertid det er et stort spenn i den faktiske kompetansen hos entreprenørene. P2 hevder selv at kompetansen på selve beregningene er liten, men at kompetansen på temaer som er nært knyttet opp til klimagassberegninger, som materialkunnskap, er god. M3 erfarer i sine prosjekter at det snakkes lite om klimagassberegninger i prosjekteringsmøtene, og det er få i prosjektgruppen som har noe eierskap til det. P8 tror ikke kompetansen i anleggsnæringen er særlig høy med mindre man har vært involvert i et CEEQUAL-prosjekt, og legger til:

Man vet at betong og andre materialer produserer CO₂, men man har ikke noe forhold til hvor mye det ene materialet kontra det andre gir. Man vet heller ikke hva man skal sammenligne med. (...) Til sammenligning er penger noe alle har et forhold til, og man vet hva man får for en tusenlapp eller en million kr. Man har ikke den samme feelingen med CO₂-utslipp. (...) Man har ikke referansene som skal til for å forstå om man slipper ut mye eller sparer mye utslipp. For eksempel vet man ikke om 700 tonn CO₂-ekvivalenter er mye eller lite. Da er det noen som prøver å forklare at det er x antall biler i ett år. Så lurer man på hvor langt en bil kjører på ett år og hva slags type bil det er snakk om. (...) Å kommunisere resultatene er derfor en utfordring vi har.

Dette viser at det er manglende kunnskap i anleggsnæringen om referansene knyttet til klimagassparameteren sammenlignet med kostnadsparameteren.

Faglig utøvende

Resultatene viser at de sentrale klima- og miljørådgivere i dagens byggenæring har svært god kompetanse på klimagassberegninger ettersom de jobber aktivt med det hver eneste dag. P4 mener at rådgiverne har hatt stort fokus på det lenge før byggherrene begynte å fokusere på det. Imidlertid trekker B1 og B2 frem at det varierer litt hvor dyp innsikten er hos de ulike rådgiverne.

4.1.5 Praksis for utførelse av klimagassberegninger fra tidligfasen

Byggherre

B1 og B2 benytter klimagassberegninger til å stille krav. Først beregnes det hvor store klimagassreduksjoner mot et referansebygg som kan oppnås i det enkelte byggeprosjektet. Deretter brukes det som grunnlag for å stille krav i kontrakt med prosjekterende og entreprenører. Gjennom kontrakt sikres det en viss reduksjon i utslipp sammenlignet med et referansebygg. B2 sier at i deres kontrakter med de kontraherte er det fastsatt å bruke One Click LCA til å gjennomføre klimagassberegninger, først gjennom prosjekteringen og så i byggefasen av det faktiske bygget. B1 og B2 sier at det ikke er satt et krav til antall oppdateringer av beregningene. Imidlertid skal det være løpende og nok oppdateringer til at de kontraherte har kunnskap til å styre etter kravet som er stilt i kontrakt.

Livsløpsfaser

Byggherre-representantene følger NS 3720 og inkluderer hele livsløpet av bygningen. Imidlertid pekes følgende livsløpsfaser ut som de største utslippspostene:

- Produksjonsfasen (A1 til A3). Betydningen av materialer er stor.
- Drifts- eller bruksfasen. Spesielt er energibruk i drift (B6) en betydelig fase.
- Transport i drift (B8) står for en betydelig del av klimagassutslippet. Det inkluderes i mange prosjekter, men ikke alle.
- Byggeplassutslippene (A5).

Referansebygg

Per i dag bruker B1 og B2 modellen med referansebygg og krav mot det, til tross for at det er svakheter knyttet til denne modellen. Svakheterne identifiseres i kapittel 5.2.2. B2 presiserer at bruk av referansebygg har vært hensiktsmessig fordi man har hatt for lite datagrunnlag til å kartlegge hvilket utslippsnivå en viss bygningstype, eksempelvis en universitetsbygning, bør ligge på. B2 legger til at etter hvert som man får nok kunnskap om hvilket klimafotavtrykk et universitetsbygg bør ha, kan det tenkes at man kan stille det kravet og gi en utslippsramme direkte uten å gå veien om et referansebygg.

Faglig utøvende

Tabell 4.4 presenterer og beskriver steg-for-steg hvordan klima- og miljørådgiverne i byggenæringen generelt gjennomfører klimagassberegninger i et byggeprosjekt fra tidligfasen. Disse resultatene er i hovedsak basert på og bearbeidet etter resultater fra Berntsen (2020).

M3 fastslår at dersom rådgiverne bruker klimagassberegninger som et verktøy underveis i byggeprosessen slik de ønsker, etableres klimagassregnskapet under prosjektering i forprosjektfasen, oppdateres i detaljprosjektfasen og fullføres i «som-bygget» når bygget er ferdigstilt. Da etableres klimagassregnskapet når det er hensiktsmessig i forprosjekt, det vil si når modellen er beriket med nok informasjon til at det gir mening å gjøre klimagassberegninger.

Tabell 4.4 Generell fremgangsmåte for utførelse av klimagassberegninger

#	Steg	Beskrivelse
1	Hente ut mengdedata fra 3D-modeller/IFC-modeller.	Én modell fra arkitekt (ARK) og én modell fra rådgivende ingeniør bygg (RIB).
2	Bearbeide modeller.	Datahåndtering og vurdering av materialmengder. Sikre at riktige enheter er oppgitt, eksempelvis riktig areal og tykkelser på betongmengder.
3	Slå sammen ARK-modell og RIB-modell.	Ofte fjernes alt av bærekonstruksjon fra ARK-modellen. Grundig sorteringsjobb i modellene før sammenslåing hindrer dobbelttelling.
4	Legge inn mengder og materialer i verktøyet (for eks. One Click LCA).	Det er en fordel å bruke god tid på å bearbeide modellene for at importen skal gå best mulig.
5	Linke listen med komponenter fra modell opp til generiske EPD-er.	Å finne riktige EPD-er som er antatt representative, er den største jobben. Det må legges inn en del antakelser. Det er viktig å være oppmerksom på spesielle forhold som er innebygd i One Click LCA, og som kan føre til utslippsreduksjoner som ikke er reelle. Eksempelvis kan en EPD som kommer utenfra Norge bli tilpasset til det lokale markedet, som er en prosess som ikke kommer så tydelig fram.
6	Vurdere om alle mengder har en tilegnet EPD som er antatt representativ.	One Click LCA husker valg av produkter ved at produktet blir «default» til neste gang. Dette bidrar til at EPD-ene blir antatt representative, samt mest mulig lokale. Det gjøres løpende oppdatering etter hvert som prosjektspesifikke EPD-er kommer inn.
7	Beregne klimapåvirkning.	Alle mengdene er nå knyttet opp til utslippsfaktor, slik at man har et totalt utslipp.
8	Analysere, tolke og kvalitetssikre resultater.	Analyserer dataene for å se hvilke bidragsytere som er store. Vurdere om det er mengden eller en urealistisk dårlig EPD som er årsaken til store utslipp.
9	Vurdere og tolke resultater opp mot et referansebygg (Carbon Designer i One Click LCA).	Spesielt i BREEAM-prosjekter sammenlignes bygget med et referansebygg for å vise en prosentvis besparelse i klimagassutslipp. Et vanskelig aspekt er at det ikke finnes et fasitsvar på referansen. I kapittel 5.2.2 identifiseres svakheter ved referansebygg generelt, samt Carbon Designer.
10	Eventuell revidering av materialmengder og justering.	LCA-metodikken er en iterativ prosess. Dersom det brukes som et verktøy går det ofte flere runder med kunde eller oppdragsgiver for å sikre at materialmengder er korrekte, samt vurderes ulike løsninger som er gjennomførbare eller foreslås endringer som står i forhold til hvor man er i prosjektet.
11	Presentere hovedresultater i rapport.	Et ferdig produkt er på plass.
12	Avsluttende gjennomgang av resultater overfor oppdragsgiver.	Visualisering av resultater med figurer og tabeller. Viktigheten av visualisering diskuteres i kapittel 5.3.1.
13	Eventuelt foreslå tiltak for ytterligere reduksjoner i klimagassutslipp gjennom å velge mer klimavennlige materialer.	Rent konseptuelt, er det ofte lettere å gjøre tiltak som å endre type isolasjon i en innervegg enn å endre fasaden.

4.1.6 Beslutninger som har blitt påvirket av klimagassberegninger

Før en kan identifisere faktorer som bidrar til henholdsvis å styrke og svekke klimagassberegninger sitt påvirkningspotensial på beslutninger, er det viktig å kartlegge hvilke beslutninger som har blitt påvirket av klimagassberegninger i faktiske BA-prosjekter. I dette kapitlet presenteres beslutninger med tilhørende beslutningstidspunkt som ble belyst i intervjuene, med utgangspunkt i de tre beslutningsnivåene. Beslutningstidspunktene refererer til faseinndelingen i «Neste Steg» i Figur 2.3.

Byggherre

Tabell 4.5 presenterer beslutninger og beslutningstidspunkt som kom frem i intervjuet med B1 og B2.

Tabell 4.5 Beslutninger og beslutningstidspunkt for byggherre

ID	Beslutning	Beskrivelse	Beslutnings-tidspunkt
B2	Anbefaling om lokalisering til oppdragsgiver	Vise hvilke konsekvenser ulike lokalisering-alternativer har for klima og miljø, og identifisere forskjeller. Gjøre beregninger på transport i drift (gitt tilgjengelig reisevanedata for ulike områder i en by eller nærområde). Basert på et faglig grunnlag og ulike kriterier (inkludert klima og miljø), anbefales den beste lokaliseringsløsningen samlet sett.	Program- og konseptutvikling.
	Utrede behovet	Fokus på å tilpasse behovene til bruker for å balansere mot å ha mest mulig effektive lokaler. Vise forskjell på klimafotavtrykk mellom ulike konsept-alternativer.	Program- og konseptutvikling.
	Endelig konseptvalg	Eksempel på konseptalternativer: <ul style="list-style-type: none">○ Bygge et stort nybygg○ Rehabilitering et helt bygg○ Bygge et mindre tilbygg	Mot slutten av program- og konseptutvikling.
	Vurdere konkrete tomte-alternativer	Gjøre beregninger for å vise former for utslag knyttet til grunnforhold eller bruk av arealer som skog/myr som frigjør karbon.	Bearbeiding av valgt konsept.
	Valg av tomt	Besluttes av oppdragsgiver.	Før forprosjekt i bearbeiding av valgt konsept.

B1 fremhever lokalisering som en sentral beslutning. Grunnforhold er et eksempel på en faktor som kan ha stor betydning for både miljø og kostnader. Dersom grunnforholdene gir store konsekvenser for miljø, vil det ofte også gi store konsekvenser for kostnader. Ettersom lokalisering er en politisk beslutning, er byggherren sin oppgave å bruke klimagassberegninger som kunnskapsgrunnlag og forberedelse før oppdragsgiver foretar beslutningen. I tillegg påpeker B2 at klimagassregnskapet er en del av kunnskapsgrunnlaget videre i gjennomføringen av prosjekter med et ambisiøst klimamål. Blant annet vil beregningene utelukke en del mulige løsninger og materialer med betydelig CO₂-utslipp i produksjon.

Prosjekt- og prosjekteringsledelse

I et anleggsprosjekt som har benyttet klimagassberegninger fra en tidlig fase, er det flere beslutninger som har blitt påvirket av beregningene. P8 trekker frem følgende beslutninger:

- LED-belysning med lysregulering i veianlegget
- Masetransport
- Slitelaget (kvalitet og mengder av asfalt)
- Mengder i betongkonstruksjon i tunnel
- Mengdeuttak av stein

P8 understreker at angående masetransport og betongkonstruksjoner, vil man spare CO₂-utslipp dersom man sparer materialer. I dette prosjektet er det stort fokus på å gjøre forbedringer som å redusere uttak av stein, redusere bruken av betong og fjerne siktutvidelser i tunnel som gir mindre mengder. Videre kommer det frem at dette fokuset er like mye på grunn av at kostnadene i prosjektet reduseres som at klimagassutslippet reduseres.

Tabell 4.6 presenterer type byggeprosjekter som intervjuperson P1 til P5 har vært involvert i der det ble brukt klimagassberegninger, og i hvilke faser av prosjektet det ble benyttet. P3 har derimot ingen erfaringer med klimagassberegninger i sine prosjekter. Tabell 4.7 viser identifiserte beslutninger som ble påvirket av klimagassberegningene i de prosjektene som aktivt benyttet det som et beslutningsverktøy.

Tabell 4.6 Type byggeprosjekt og faser klimagassberegninger ble brukt

ID	Type byggeprosjekt	Faser i prosjektet aktørene brukte klimagassberegninger
P1	Skolebygg. ZEB-O. Krav om utslippsreduksjon på 30 % mot et referansebygg (2015-nivå).	Vurdering av klimagassutslipp i byggefasen frem til ferdig bygg.
	Skolebygg, et samspillsprosjekt. Krav om utslippsreduksjon på 40 % mot et referansebygg.	Fra verdifase før skisseprosjekt og gjennom skisse- og forprosjekt (konseptutvikling og konseptbearbeidelse).
P2	Pilotprosjekt, et kontorbygg. Krav om utslippsreduksjon på ca. 50 % mot et referansebygg.	I samtlige faser av prosjektet, fra tidligfase til ferdig bygget.
P3	«Aldri vært et tema i mine prosjekter.»	
P4	Skoleprosjekt. Bruk av klimagassregnskap.no. Krav om utslippsreduksjon på 25 % mot et referansebygg.	Oppfølging fra tidlig skissefase og frem til ferdig bygget.
	BREEAM-prosjekt med et «Very good»-nivå. Krav om utslippsreduksjon på 30 % mot et referansebygg.	Fra forprosjekt til ferdig bygget.
P5	Kontorbygg. Krav om utslippsreduksjon på 40 % mot et referansebygg.	Etablert i forprosjektfasen, og fulgt opp i detaljprosjekteringsfasen.

Tabell 4.6 viser at prosjektene utgjør både prosjekter uten sertifisering og prosjekter med sertifisering (BREEAM eller ZEB-O). Samtlige prosjekter hadde krav om en gitt utslippsreduksjon sammenlignet med et referansebygg. De fleste prosjektene brukte klimagassberegninger fra en tidlig fase.

Livsløpsfaser

Intervjupersonene ble spurt om hvilke livsløpsfaser av bygget eller anlegget de rettet innsatsen mot i prosjektene, med tanke på å redusere utslipp. Svarene var svært varierende, og flere av intervjupersonene hadde ikke nok innsikt eller kunnskap til å svare

på dette. Imidlertid svarte P1 og P5 at de vurderte bygningens totale livsløp, men P1 ekskluderte rehabilitering, utskiftning og destruksjon. P8 svarte at deres beregninger gjelder i hovedsak i produksjonsfasen (gjennomføring), men at det er et livsløpsperspektiv på visse elementer som eksempelvis slitelag. P4 svarte at stort sett benyttes modulene A1 til A3, med A4 noen ganger.

Tabell 4.7 Beslutninger og beslutningstidspunkt for prosjekt- og prosjekteringsledelse

ID	Beslutning	Beslutningstidspunkt
P1	Fasade.	Bearbeiding av valgt konsept.
	Bæresystem: Alternativsvurderinger og endelig beslutning.	Bearbeiding av valgt konsept.
	Varmepumpe (indirekte gjennom ZEB-krav) og energistrategi.	Program- og konseptutvikling.
P2	Beslutning om å bevare og bygge om en del av et bygg som var tiltenkt revet.	Forprosjektet i bearbeiding av valgt konsept.
	Beslutning om konseptløsning: glassgård mellom to bygg.	Viktig beslutning som hadde stor innvirkning på energibruk og klima. Besluttet i skissefasen i bearbeiding av valgt konsept.
P4	Bæresystem.	Bearbeiding av valgt konsept.
	Materialvalg (som isolasjonsmaterialer og gulvbelegg).	Bearbeiding av valgt konsept.
	Felles energisentral for de to byggene i prosjektet, med utveksling av strøm og varme mellom byggene.	Detaljprosjektering.
P5	Vurdering av produkt- og løsningsvalg: råbygg, fasade og søyler (lavkarbonbetong ga lavere utslipp enn stål).	Endelig besluttet i bearbeiding av valgt konsept.
	Vurdering av produkt- og løsningsvalg: tak, isolasjon og oppbygging av innvendige vegger.	Overgangen mellom bearbeiding av valgt konsept og detaljprosjektering.

Funnene viser at beslutninger som bæresystem og fasade har blitt påvirket av klimagassberegninger i flere prosjekter. *Bearbeiding av valgt konsept* er fasen hvor de fleste beslutningene er gjort. P5 påpeker at muligheten for å påvirke klimagassregnskapet vil begrenses etter at råbygget er besluttet, ettersom de største reduksjonsprosentene på klimagassutslipp da som oftest er gjort. Angående bæresystem poengterer P4 følgende:

Bransjen er veldig fort automatisk inne på å se på massiv tre, og sier at skal vi ha ordentlig klimagassreduksjon må vi gå for massiv tre. Mens vi mener heller at vi må se på om det er hensiktsmessig i de spesifikke prosjektene, fordi det har en god del andre påvirkninger.

Faglig utøvende

Beslutninger som klima- og miljørådgiverne i byggenæringen har kunnet påvirke, er i hovedsak relatert til materialvalg og dimensjoner. Samtlige rådgivere fremhever bæresystem og dekker som en sentral beslutning de er med å påvirke, og som er store bidragsyttere til klimagassutslippet i prosjektet. M2 blir vanligvis involvert i «skisseprosjektet eller litt sent ute i forprosjektet». M3 påpeker at «bæresystemet blir veldig dimensjonerende for hele prosjektet, og det setter en del premisser som er vanskelig å rokke ved senere». M3 trekker frem optimalisering av betong- og stålmengder i bæresystemet som et viktig tiltak.

Samtlige rådgivere påvirker også fasaden i prosjekter. M3 trekker frem at det er en del materialer som kan optimaliseres i en fasade av glass og aluminium, som for eksempel å velge en mineralullbasert fremfor en plastbasert isolasjon. M2 er i skisse- og forprosjekt involvert i beslutning om gjenbruk av materialer i fasaden. Gjenbruk av tegl er et eksempel på en beslutning som gir betydelige klimagassbesparelser. I tillegg påpeker miljøleder P6 og M2 at grunnforhold kan ha stor betydning for klimagassutslippet. Dersom det bygges på dårlige grunnforhold og det eksempelvis må kalkstabiliseres eller peles, vil det trumfe alt. Imidlertid legger M2 til at bygget ofte er plassert når rådgiverne blir involvert, slik at de ikke kan påvirke grunnforholdene.

4.1.7 Faktorer som styrker påvirkningspotensialet på beslutninger

I dette kapittelet presenteres og beskrives faktorer knyttet til klimagassberegninger som bidrar til å styrke metodens påvirkningspotensial på beslutninger i BA-prosjekter. Tabell 4.8 presenterer faktorene som ble identifisert i intervjuene, med utgangspunkt i beslutningsnivåene. Faktorene som er understreket beskrives nærmere.

Tabell 4.8 Faktorer som styrker klimagassberegninger sitt påvirkningspotensial på beslutninger

Beslutningsnivå	Faktor
Byggherre	<ul style="list-style-type: none"> ○ <u>Fortrinn for byggherrer.</u> ○ Tydelige, spesifiserte kontraktskrav. ○ <u>Nyttig metode i beslutningssammenheng.</u>
Prosjekt- og prosjekteringsledelse	<ul style="list-style-type: none"> ○ Enda mer grønne lån og krav til grønne bygg i form av finansiering. ○ <u>Nyttig metode i beslutningssammenheng.</u> ○ God visualisering og oversikt over konsekvensene av de ulike valgene. ○ Konkret måleverktøy.
Faglig utøvende	<ul style="list-style-type: none"> ○ <u>Kvantifisere utslipp.</u> ○ <u>Visuelle fremstillinger av utslipp.</u> ○ <u>Konkretisere og strukturere svevende miljømål.</u> ○ Synliggjøre effekten av ulike materialvalg. ○ NS 3720 gir mer sammenlignbare klimagassregnskap. ○ <u>One Click LCA som beregningsverktøy.</u> ○ <u>Vekting av miljø og klimagassregnskap i tilbudskonkurransen.</u>

Byggherre & prosjekt- og prosjekteringsledelse

Fortrinn for byggherrer

P2 trekker frem at i noen prosjekter ser byggherren på klimagassregnskap som et fortrinn, og sier følgende:

I prosjektene det er gjennomført ser man på det som et fortrinn på en eller annen måte. I forhold til at man enten ønsker å være en byggherre som er opptatt av energi og miljø eller at man ser at det man bygger kan være lettere å selge eller leie ut. Da ser man det som et fortrinn i forhold til om man skal selge, leie eller bruke det man har bygd.

Nyttig metode i beslutningssammenheng

Samtlige intervjupersoner i beslutningsnivå 1 og 2 ble spurt om i hvilken grad de anser klimagassregnskap som en nyttig metode i beslutningssammenheng. Svarene oppsummeres i Tabell 4.9.

Tabell 4.9 Nyttig metode i beslutningssammenheng

ID	Intervjusvar
B1, B2	Vi mener det er helt sentralt og essensielt for å være en ansvarlig aktør i næringen og ta klimafotavtrykket til virksomheten på alvor. (...) For oss fra et miljøståsted er svaret entydig klart, det er veldig nyttig. Det er en metode for å synliggjøre konsekvenser og virkning av det vi gjør.
P1	Relativt nyttig.
P2	Jeg er litt usikker. Klimagassregnskapet har lært oss en del om materialbruk, så i forhold til materialer er det et nyttig verktøy. Materialvalg kan være ganske viktige beslutninger i tidligfasen. (...) Det er kanskje de store tingene som et klimagassregnskap kan være med på å påvirke. Det er der det virkelig monner, når det gjelder bærekonstruksjon og dekker.
P3	Jeg har ikke jobbet direkte med det selv, men det er nyttig i form av å kvantifisere slik at det blir mindre syning.
P4	Jeg synes det er veldig greit å forholde seg til klimagassregnskap. Det er noe håndfast, og med EPD-er går det an å regne på det. I en ingeniør-verden er det et supert verktøy fordi du vet at du kan umiddelbart regne på konsekvensen av de valgene du ønsker å ta. (...) Siden det er så håndfast, er det mye enklere å gjøre de riktige valgene.
P5	Det er nyttig i forhold til at man får tatt tunge og viktige beslutninger tidlig i prosjektet. For eksempel med råbygg og valg av fundamentløsning. Det vil bidra til et bedre underlag å beslutte på. Ved bruk av klimagassregnskap har man en til faktor å ta hensyn til, og som vil være en del av beslutningsunderlaget. Jo mer beslutningsunderlag man har desto lettere er det å ta en beslutning.
P7	Jeg tror det er veldig nyttig. (...) Man er nødt til å se helheten for å kunne ta beslutninger.
P8	Jeg tenker at klimagassregnskap har størst potensiale som overordnet støtte til alternativsvurderinger. Det er ikke nødvendig med fullstendige regnskap, men det kan være godt nok å få indikasjoner. Å regne ned til minste detalj, vil koste for mye.
P9	Jeg har vært gjennom et CEEQUAL-prosjekt der er det veldig fokus på at man skal vurdere om man skal ta beslutninger på det som skaper mest nytte for prosjektet, fremtidig drift og vedlikehold eller naboer i forhold til hvordan de opplever påkjenninger. Å evaluere forskjellige valg, er kanskje den viktigste metodikken innenfor CEEQUAL. Man får alt på bordet, hva er de positive og negative sidene. Beslutningen vil ikke nødvendigvis alltid bli det som er best for naboen, økonomien eller fremtidig vedlikehold. Men det er viktig å finne en middelvei som gir det positive ut av alt.

Denne formuleringen på spørsmålet ga ulike svar avhengig av hvilke aktører i næringen som ble spurt. Svarene er noe varierende, men de fleste av intervjupersonene ser en nytte i bruken av klimagassberegninger i beslutninger. Dette bidrar til å styrke metodens påvirkningspotensial på beslutninger. I tillegg var det en bred enighet blant klima- og miljørådgiverne i byggenæringen om at klimagassregnskap er et nyttig verktøy som kan bidra som støtte til å gjøre klimavennlige beslutninger.

Faglig utøvende

Miljøleder (P6) og klima- og miljørådgiverne i byggenæringen (M1, M2 og M3) belyser en rekke positive sider ved bruk av klimagassregnskap. P6 inkluderes her grunnet lang erfaring som rådgivende ingeniør miljø (RIM) i prosjekter, og har dermed god kjennskap til metodikken. Tabell 4.10 oppsummerer de viktigste faktorene som kom frem i intervjuene. Disse faktorene bidrar til å styrke påvirkningspotensialet på beslutninger i et prosjekt.

Tabell 4.10 Positive sider ved bruk av klimagassregnskap (Berntsen, 2020)

ID	Kvantifisere utslipp	Synliggjøre effekten av ulike materialvalg	Visuelle fremstillinger av utslipp	Konkretisere og strukturere svevende miljømål	NS 3720 gir mer sammenlignbare klimagassregnskap
P6	X	X	X		
M1	X	X	X	X	X
M2				X	X
M3	X	X			

Kvantifisere utslipp

P6 og M3 påpeker at det er mange som har forskjellige meninger og synsinger om hva som er bra og mindre bra miljømessig. Ved bruk av klimagassberegninger og -regnskap blir utslippene beregnet, tallfestet og dokumentert. P6 mener at kvantifisering av hva som gir store og mindre utslipp vil bidra til en bedre kunnskapsbasert diskusjon. M1 hevder at å kvantifisere utslipp vil totalt sett bidra til et større klima- og miljøfokus i prosjektet. Det vil skape en større oversikt over potensielle bidragsytere i et byggeprosjekt og gi mer innsikt i hvilke materialer som bidrar. I tillegg mener M1 at tallfesting av x antall tonn CO₂ fra et materiale er lettere å forholde seg til, enn å si at det skal bygges klimavennlig eller miljøvennlig.

M3 trekker frem kvantifisering av utslipp i en portefølje som fordelaktig, og sier at «dersom en byggherre forvalter flere bygg, er det interessant å ha en portefølje med klimagassregnskap for alle byggene. Da kan man sammenligne utslipp fra de ulike prosjektene, samt ha oversikt over det samlede klimagassutslippet».

Visuelle fremstillinger av utslipp

P6 og M1 trekker frem visuelle fremstillinger av utslipp som en svært positiv side. De erfarer at både oppdragsgiver, ingeniører og arkitekter liker godt tydelige, visuelle fremstillinger med figurer, fremfor en lang rapport med mye tekst. M1 mener det er svært nyttig å visualisere klimagassutslipp fordelt på ulike elementer og bygningsmaterialer.

Konkretisere og strukturere svevende miljømål

M2 poengterer at LCA-metodikken strukturerer miljøambisjonene i prosjektet. Å konkretisere svevende miljømål ved hjelp av klimagassberegninger, gir en faglig tyngde.

One Click LCA som beregningsverktøy

Et godt verktøy for klimagassberegninger er en sentral bidragsyter for å styrke metodens påvirkningspotensial på beslutninger. M2 og M3 bruker One Click LCA, mens M1 bruker ByggLCA i prosjekter. One Click LCA er verktøyet de fleste av intervjupersonene benytter eller har kjennskap til.

M3 presiserer at det tidligere verktøyet, klimagassregnskap.no, var en forenklet LCA-programvare og et komplekst verktøy. Det omfattet hovedsakelig utslipp fra materialer (livsløpsmodulene A1 til A3). I tillegg måtte man ha en dyp LCA-forståelse for å kunne bruke det, noe som gjorde at det var et mer ekspertområde. M2 og M3 trekker frem at One Click LCA er svært brukervennlig og intuitivt. M3 kommenterer at det kreves kun noen timer for å søke opp ulike materialer og gjøre noen enkle vurderinger. Derfor er terskelen for å gjøre noen bærekraftige valg lavere nå gjennom bruk av One Click LCA. I tillegg kreves det lite forkunnskap, og det er ikke nødvendig med noe særlig LCA-bakgrunn for å bruke det. M3 tror dermed at det er mange flere som utfører klimagassberegninger nå som One Click LCA har erstattet klimagassregnskap.no.

Vekting av miljø og klimagassregnskap i tilbudskonkurransen

M3 har erfaringer fra et prosjekt hvor miljø var en del av tildelingskriteriet da entreprenørene skulle gi tilbud på jobben. M3 forklarer dette som følger:

Kultur- og idrettsbygg Oslo KF (KID) utlyste konkurranse på en flerbrukshall. Rundt 25 % av vektingen av entreprenørens besvarelse gikk på hvordan de skulle løse miljøbiten, noe som var knyttet direkte opp til klimagassregnskap. Dette er en måte hvor oppdragsgiveren kan kvantifisere utslippene og sammenligne de ulike alternativene. Entreprenørene ble da selv bedt om å foreslå en hensiktsmessig reduksjon i henhold til et referansebygg som var laget på forhånd og synlig for entreprenørene. Videre ble de bedt om å foreslå løsninger som var innenfor konseptet, og som gjorde at de skulle klare den prosenten de presenterte. (...) Det med at det er entreprenørene selv istedenfor oppdragsgiver som setter den prosent-reduksjonen, er en interessant måte å gjøre det på. Det gjør at entreprenørene selv faktisk må gjøre en vurdering på hva som antas som realistisk.

Når miljø har en slik vesentlig vektning i tilbudskonkurransen og klimagassregnskap er så tett koblet opp til det, tvinger det tilbydere til å ta i bruk klimagassregnskap for å være med i konkurransen. Dette bidrar til at metodens påvirkningspotensial på beslutninger styrkes i betydelig grad. M3 presiserer videre at det medførte en stor variasjon i estimerte prosentreduksjoner, og det ble foreslått alt fra 40 % reduksjon til en økning i utslipp sammenlignet med et referansebygg.

4.1.8 Faktorer som svekker påvirkningspotensialet på beslutninger

I dette kapittelet presenteres og beskrives faktorer knyttet til klimagassberegninger som bidrar til å svekke metodens påvirkningspotensial på beslutninger i BA-prosjekter. Tabell 4.11 presenterer faktorene som ble identifisert i intervjuene, med utgangspunkt i beslutningsnivåene. Faktorene som er understreket beskrives nærmere.

Tabell 4.11 Faktorer som svekker klimagassberegninger sitt påvirkningspotensial på beslutninger

Beslutningsnivå	Faktor
Byggherre	<ul style="list-style-type: none"> ○ <u>Usammenlignbare referansebygg.</u> ○ <u>Utviklingspotensial på beregninger i aller tidligste fase.</u>
Prosjekt- og prosjekteringsledelse	<ul style="list-style-type: none"> ○ <u>Triksing med tall i beregningene.</u> ○ <u>Ingen håndfast norm for å lage referansebygg.</u> ○ <u>Måling per kvadratmeter.</u> ○ <u>Manglende EPD-er på produkter.</u> ○ <u>Urealistisk inndata i beregningene.</u> ○ <u>Dårlig kommunisering av krav fra byggherre.</u> ○ <u>Manglende betalingsvillighet.</u> ○ Lite fokus på klimagassberegninger for prosjekt- og prosjekteringsledere. ○ Systemgrensen i klimagassregnskapet i MAT01 i BREEAM inkluderer ikke utomhus eller grunnforhold.
Faglig utøvende	<ul style="list-style-type: none"> ○ <u>«Grønnvasking» ved bruk av «feil» referansebygg.</u> ○ <u>Manipulering av beregninger.</u> ○ <u>Manglende gjennomsiktighet i One Click LCA.</u> ○ <u>Feiltolking av beregninger.</u> ○ <u>Lave eller ingen miljøambisjoner i prosjektet.</u> ○ Manglende tilgang på god data. ○ Utdfordrende med tidlig involvering i noen prosjekter.

Byggherre

Usammenlignbare referansebygg

B1 og B2 fastslår at utslippsnivået som referansebygget angir avhenger i stor grad av gjeldende forskriftskrav og praksis på eksisterende tidspunkt. Referansebygget fastsettes når kontrakt inngås, slik at krav og rammer til referansebygget ikke kan endres i etterkant av kontraktsinngåelse. Derfor har B1 og B2 referansebygg fra flere ulike tider som er satt på svært ulikt nivå. Dette medfører at utslippsreduksjoner for ulike prosjekter ikke er sammenlignbare.

Utviklingspotensial på beregninger i aller tidligste fase

B1 fastslår at det er lettere å gjøre konkrete beregninger og vurderinger jo lenger ut i prosjektutviklingen man kommer, og sier at «i starten av prosjektet er alt svært åpent, og man vet så vidt størrelsen på bygget». B1 understreker at det fremdeles er et utviklingspotensial på klimagassberegninger i den aller tidligste fasen. I fasen *program- og konseptutvikling* i noen prosjekter gjøres det for eksempel beregninger på transport i drift, men det er fremdeles noe grovmasket. Dersom prosjektet ligger sentralt og nært et kollektivknutepunkt blir man premiært, men det er ikke så god reisevanedata på mindre steder.

B1 presiserer at «det tas mange beslutninger i starten som kan ha mye å si for klimagassutslippet. Hvis det ikke blir synliggjort godt nok hvordan beslutningene påvirker klimagassutslippet, må vi fortsette å jobbe».

Prosjekt- og prosjekteringsledelse

Triksing med tall i beregningene

Triksing med tall i forbindelse med klimagassberegninger forekommer i dagens BA-prosjekter. I et innledende spørsmål om hva klimagassregnskap er for intervjupersonen svarer P8 følgende:

Klimagassregnskap for meg er en øvelse man gjør for å tilfredsstille noen sitt behov, enten et byggherrekrav eller sertifiseringskrav. For meg er ikke regnskapet noe vi styrer så mye etter. Ikke fordi jeg ikke er interessert i det, men jeg opplever at det er vanskelig å få referansene rett. Det handler kanskje mer om å trikse med tallene. Det blir så mange tall i klimagassregnskapet, slik at det blir for komplisert i forhold til den innsikten man får. (...) Slik triksing med tall gjør noe med holdningen til klimagassregnskap også. (...) Så lenge man kan regne seg litt fram til hva man vil, så er ikke tilliten så veldig stor. Da er man ikke trygg på at det er et godt klimavalg selv om regnskapet viser det.

P1 har noe samme oppfatning og sier følgende:

Klimagassregnskap er ikke veldig nyttig i og med at det er såpass mye diskusjon og juksing rundt det. Det finnes mange muligheter for å vri konklusjonen dit man vil med klimagassregnskapet.

Ingen håndfast norm for å lage referansebygg

P4 påpeker at det nødvendigvis ikke er noen håndfast norm for hvordan referansebygget skal utarbeides, slik at aktører har ulike måter å sette opp referansebygget på. I tillegg har tidspunktet referansebygget settes opp, stor betydning for prosjektet. P6 understreker at det er en stor feilkilde når man sammenligner bygget med et referansebygg fordi det er vanskelig å få referansen helt riktig. Det er mulig å gjøre endringer på referansebygget som blir mer fordelaktig for ditt bygg.

Måling per kvadratmeter

For P2 er det viktig å gjøre byggene energieffektive, og har gjort følgende betraktninger i sine prosjekter:

Mange av måtene dette måles på er lite målrettet i forhold til det som er det aller beste klimatilskottet, nemlig å bygge arealeffektivt. Jeg er ikke sikker på hvordan klimagassregnskapene måles, men veldig mye måles per kvadratmeter. Da får man ikke uttelling for det som er det viktigste, nemlig at man bygger effektivt og rasjonelt i forhold til areal. Det er helt avgjørende for hvordan vi tenker i starten av et prosjekt. Å bygge arealeffektivt er der vi virkelig kan gjøre de store tingene i forhold til energi og miljø. Det synes jeg er noe som det kunne vært litt mer fokus på. Fremfor å måle per kvadratmeter, burde man i stedet gjøre litt mer kvalitativ måling. For eksempel å måle per boligenhet eller per kontoransatt. Ved å måle per kvadratmeter, kommer man dårligere ut hvis man er flink til å spare areal. Da får man kanskje en høyere pris per kvadratmeter, men egentlig blir den totale summen lavere.

Dette viser at P2 er kritisk til at beregninger måles «per kvadratmeter», og mener at målinger som «per boligenhet» eller «per kontoransatt» er mer hensiktsmessig.

Manglende EPD-er på produkter

P5 erfarte i sitt prosjekt at flere leverandører ikke hadde EPD-er på produktene sine. I tillegg var det vanskelig å få tak i gode EPD på flere vanlige produkter, som hulldekke-

elementer. Det var begrensede muligheter for alternative løsningsvalg. Dette medførte at produsenter uten EPD-er ble forkastet fordi produktene ikke kunne dokumenteres.

Urealistisk inndata i beregningene

P5 erfarte i sitt prosjekt at klimagassregnskapet ikke tok hensyn til en realistisk transportlengde, slik at det kunne lønne seg å transportere varer over en lengre strekning enn å handle lokalt. P5 presiserer følgende: «jeg fikk litt manglende respekt for klimagasskravet fordi inndataen ikke tok hensyn til de reelle utslippene i en byggefase».

Dårlig kommunisering av målsetting og krav fra byggherre

P1 erfarte i et prosjekt at byggherren aldri kommuniserte målsettingen om å nå 30 % utslippsreduksjon mot et referansebygg. Entreprenøren hadde ikke satt seg dette kravet, slik at entreprenøren kunne ha levert innenfor kontrakten uten å nå byggherren sine mål. P1 legger til at byggherren dermed eksponerte seg for en risiko som var større enn de var klar over. Imidlertid viste det seg gjennom endelige beregninger at gode nok grep var gjort for å nå målet.

Manglende betalingsvillighet

P2 trekker frem manglende betalingsvillighet som en viktig faktor som svekker klimagassberegninger sitt påvirkningspotensial på beslutninger. P2 hevder at «det er ingen som er villige til å betale mer for en bolig fordi det har blitt gjennomført et klimagassregnskap».

Faglig utøvende

«Grønnvasking» ved bruk av «feil» referansebygg

M3 hevder at referansebygget i One Click LCA, Carbon Designer, er raskt å etablere, men sjeldent helt representativt. M2 påpeker at det mangler en standard for referansebygg, og fastslår at «det er enkelt å grønnvaske ved bruk av referansebygg gjennom å formidle en mye høyere prosentvis utslippsreduksjon enn det som er reelt». M2 legger til at når store klimagassregnskap med komplekse vurderinger blir kokt ned til en prosentvis reduksjon, er det enkelt å miste mye på veien i formidlingen av resultatene. M3 trekker frem følgende eksempel på «grønnvasking»:

Eksempelvis med aluminium, kan jeg velge den dårligste aluminiumen med skyhøye utslipp i referansebygget og velge en grei aluminium fra Norge i det faktiske bygget. Da vil man komme ut med et kjempeprosjekt. Likevel kan prosjektet ha store utslipp, til tross for at den modifiserte referansen medfører et resultat som gir en besparelse på 70 %. Prosjektet er da nødvendigvis ikke spesielt bra, selv om du sammenligner det med en dårlig referanse.

M3 fastslår at det er en uendelig diskusjon om hva som er den riktige referansen, sier følgende:

Det er mange som tror at et referansebygg er en eksakt kopi, men det er kun et bygg som løser den samme oppgaven på det samme arealet. Derfor kan det ha en helt annen oppbygging og andre løsninger enn det virkelige prosjektet.

Manipulering av beregninger

M1 fastslår at klimagassberegninger kan manipuleres i veldig stor grad ved at man kan endre på forutsetninger, antagelser og inngangsdata. Dette gjør at kvaliteten på regnskapene varierer veldig fra prosjekt til prosjekt. M3 presiserer at det er enkelt å manipulere et klimagassregnskap.

Manglende gjennomsiktighet i One Click LCA

M3 fastslår at for mange av beregningene i One Click LCA, er det vanskelig å se hva som har blitt gjort. Dette fordi små grep, som endring av mengder, kan gi stor effekt. M2 erfarer også at One Click LCA ikke er særlig gjennomsiktig ettersom det er en rekke grep som ikke står tydelig i brukermanualen. M2 presiserer at gjennomsiktighet i LCA-metodikken er avgjørende for å vise hva man har gjort, og er noe man stadig må jobbe videre med.

Feiltolking av beregninger

M1 har erfart feiltolking av beregningene, spesielt av oppdragsgiver, som utfordrende. Oppdragsgiver kan tolke resultater som viser potensielle klimagassutslipp som om det er fasiten, og tro at målet er nådd selv om det nødvendigvis ikke er tilfellet. M3 presiserer at utøveren kan gjøre feilaktige tolkninger av resultatene fra klimagassregnskapet, og ta beslutninger som man tror er grønne. I dette tilfellet ligger ikke den rette kompetansen til grunn, slik at beslutningene er mindre grønne enn man er klar over. M1 legger til at det er utfordrende å forholde seg til usikkerheten i klimagassregnskapene.

Lave eller ingen miljøambisjoner i prosjektet

Flere av klima- og miljørådgiverne i byggenæringen erfarer at det er stor variasjon i kundens miljøambisjoner i prosjektene. M3 presiserer at ambisjonene i prosjektet har mye å si for utførelsen av klimagassberegningene, og dermed potensialet til å kunne påvirke beslutninger i prosjektet. En del kunder bestiller klimagassregnskap fordi det enten står i en kravspesifikasjon eller er en del av et konkurransegrunnlag. I dette tilfellet skal ikke regnskapet brukes til noe spesielt, men entreprenøren må levere det.

4.1.9 Beslutningsprosess for bruk av klimagassberegninger basert på intervjuer

For at resultater fra klimagassberegninger kan fungere som beslutningsgrunnlag, fastslår flere intervjupersoner at man må utnytte dets fulle påvirkningspotensial på beslutninger. Det gjøres ved å bruke metoden som et beslutningsverktøy. B2 presiserer følgende i intervjuet: «For at det skal fungere må det være et verktøy som ligger i forkant, og ikke i etterkant.»

I dette kapitlet presenteres relevante funn fra samtlige beslutningsnivåer med utgangspunkt i en beslutningsprosess. Den skal få frem hvordan klimagassberegninger skal brukes for å kunne påvirke beslutninger på en hensiktsmessig måte. Flytskjemaet i Figur 4.1 presenterer stegene i beslutningsprosessen. Stegene representerer premisser for at man skal kunne forstå og bruke klimagassberegninger på en god måte.



Figur 4.1 Beslutningsprosess for bruk av klimagassberegninger basert på intervjuer

De grønne rombene illustrerer formidlingspunkter som innebærer formidling mellom beslutningsnivåene innad i stegene. Formidlingspunkt 1 omhandler at både faglig utøvende og entreprenører gjør et innsalg til byggherrer uten klare miljøambisjoner om å bruke klimagassberegninger. Det innebærer å formidle både de grønne og økonomiske gevinstene det kan gi. Formidlingspunkt 2 omfatter at faglig utøvende løpende formidler

resultater fra klimagassberegningene til prosjekt- og prosjekteringsledelse og byggherre, slik at de kan foreta riktige beslutninger.

Sak på agendaen

Første steget i beslutningsprosessen omhandler å få klimagassberegninger opp på dagsorden i prosjekter, slik at det blir en prioritert sak på agendaen. Nedenfor presenteres forhold påpekt av intervjupersonene som kan muliggjøre dette.

Miljøambisjoner som skyver næringen fremover

M3 presiserer at det må være miljøambisjoner i prosjektet for at klimagassberegninger skal kunne brukes som et verktøy for å oppnå en god prosess. P5 mener en viktig miljøambisjon er ønsket om å profilere seg som en miljøvennlig utbygger, slik at man ønsker å bygge mer miljøvennlig og bygge for fremtiden. P4 fremhever deres ambisjoner i prosjekter:

Et av slagordene vi bruker er at vi skal bygge for et bedre samfunn. Som entreprenør ønsker vi ikke kun å optimere profitt, men vi ønsker også at det er et solid avtrykk etter oss i form av fornøyde kunder og et grønnere miljø. Der er klimafaktoren veldig vesentlig. Det er også derfor vi ønsker å selge inn klimafaktoren i de byggeprosjektene som kanskje ikke er særlig ambisiøse fra før. For vår del er klimagassregnskap en veldig grei måte å klare og bidra til et grønnere miljø på.

P4 mener klimagassregnskap er en miljøambisjon som byggherren må stille, men hvor entreprenøren kan komme med innspill til hvordan det bør optimaliseres. P4 påpeker videre at det ofte settes miljøambisjoner som skyver bransjen i riktig retning, men at de enkelte ganger kan være i overkant ambisiøse, og legger til:

Det er likevel viktig å være ambisiøse, fordi det er det som drar bransjen et skritt videre. For eksempel at vi nå utvikler elektriske anleggsmaskiner, og at det er fokus på lavkarbonbetong osv. Hvis de ambisjonene ikke er høyere enn det vi faktisk klarer å levere per i dag, klarer vi heller ikke å levere noe bedre i fremtiden. Vi må pushe litt hvert år, men ikke ha for hårete mål.

Riktige miljøambisjoner for hvert prosjekt

P4 mener at det handler om å klare og velge de riktige ambisjonene for hvert enkelt prosjekt. Det finnes ulike parametere knyttet til klima og miljø man kan fokusere på i et byggeprosjekt, der klimagassberegninger er én av mange. P4 fastslår at det har vært mer og mer aktuelt med klimagass som en førende parameter i sine senere prosjekter. Imidlertid påpekes det at man må velge de riktige, grønne parameterne for hvert enkelt prosjekt.

Forankre miljømål i prosjektorganisasjonen

M2 fremhever viktigheten av å ha klare miljømål og forankre miljømålene hos bestiller, prosjektleder og prosjekteringsgruppe. I tillegg er det viktig å bringe miljømålene opp på agendaen flere ganger. P8 påpeker at det må være et prioritert prosjektmål, og ledelsen må ha et eierskap til det. P4 mener det er avgjørende at miljørådgiver, entreprenør og byggherre er omforente på et tidlig tidspunkt om hvilke ambisjoner, krav og målsettinger som er satt. Det må være helt tydelig hvilke økonomiske konsekvenser som klimagassberegninger vil medføre i prosjektet, og samtidig godt fokus på hvilke positive gevinster det vil gi.

Økt fokus og bruk

M2 erfarer at dersom det kommuniseres at prosjektet har et stramt økonomisk budsjett, blir det fokus på kostnader. Dette kan benyttes klimamessig ved å kommunisere at «prosjektet har et stramt CO₂-budsjett». M2 mener at dersom det settes fokus på det, vil alle jobbe mot å klare budsjettet. P4 erfarer at så lenge byggherren har en tydelig ambisjon om å redusere klimagassutslipp fra start, så er det som regel veldig godt fokus på det helt fra tidlig av. I tillegg mener M2 at flere i byggenæringen vil ta i bruk klimagassberegninger dersom det brukes mer i en positiv forstand og ikke oppleves som en hindring. Samtidig må flere forstå at det kan brukes som en del av et beslutningsgrunnlag.

Bruk av BREEAM

BREEAM er et miljøsertifiseringssystem som bidrar til å sette klimagassberegninger i kontekst og få det på agendaen. P6 har følgende erfaring med BREEAM:

BREEAM har gjort utrolig mye for de som jobber med miljø, og miljø får nå større plass i prosjektene. Det har gjort at flere får øynene opp for det og skjønner at det gir kvaliteter inn i prosjektet.

P5 presiserer at gjennom BREEAM kan man få gunstigere finansiering hvis det bygges grønt. P4 erfarer at det stadig er en kamp om leietakerne på næringssiden. Det er veldig ofte at leietakerne søker mot grønne bygg, og ønsker å sitte i et bygg som eksempelvis har en BREEAM-sertifisering. Dermed har BREEAM blitt et pressmiddel for byggherrene som ønsker å dekke leietakernes behov. Imidlertid mener både P6 og B2 det er viktig at klimagassregnskap vektet opp og får en mer sentral plass i ny BREEAM-manual. Å få bedre uttelling for å utføre klimagassberegninger, vil gjøre at flere tar det i bruk.



Formidling av langsiktige, grønne og økonomiske gevinster av klimagassregnskap til byggherrer uten klare miljøambisjoner.

P6 presiserer at dersom byggherren ikke er interessert i klima og miljø i utgangspunktet, må en aktiv miljørådgiver gjøre en god innsalgsjobb til byggherren tidlig og få byggherren engasjert underveis. P4 mener at det også må være et fokus fra entreprenøren på innsalget til byggherrer som ikke allerede har valgt å fokusere på å redusere klimagassutslipp i prosjektet. I prosjekter uten klare miljøambisjoner, sier P4 at de gjerne er inne og formidler hvilke muligheter som finnes for et grønnere bygg. Det kan være både enkle og komplekse tiltak. For at klimaparameteren skal fungere som en førende parameter, fastslår P4 og P9 at gevinsten av klimagassberegninger må formidles tydelig. P9 sier følgende:

Det som ofte har gjennomslag, er penger. Det som er viktig å få på plass i et slikt regnskap, er gevinsten man kan få. Viktig å formidle at å redusere utslipp gir gevinst. Skal man få gjennomslag, så må man se en gevinst i andre enden. Gevinsten er ofte målt i penger. Viktig å få synliggjort alle positive effektene, da vil du kunne få en utrolig effekt ut av det. Det er ikke alt som gir gevinst der og da, noen ting gir langsiktig gevinst. Det må også kunden bli klar over.

P4 er av samme oppfatning og sier følgende:

Min oppfatning er at alle vet at her er det en klimaparameter vi må forholde oss til som koster litt penger, men som også gir en grønn gevinst i andre enden. (...) Men det handler om å promotere de grønne virkningene av det. For at vi skal være med å redde miljøet, så er vi nødt til å ha fokus på dette. (...) Det er godt på vei allerede, men vi må fortsette å promotere de grønne tiltakene vi kan ha i prosjektet. Vi må rett og slett gjøre et innsalg overfor byggherren, og formidle at det vil gi en klimamessig, men kanskje også en økonomisk gevinst på sikt.

Tilgjengelig informasjon

Det andre steget i beslutningsprosessen omhandler å ha tilgjengelig informasjon om klimapåvirkning til å utføre beregninger og gjøre hensiktsmessige vurderinger. Videre beskrives relevante funn som kom frem i intervjuene.

Dokumentasjonskrav på produkter

P5 presiserer at alle produkter som selges på markedet må ha en tilhørende EPD for at klimagassberegninger skal fungere i praksis. I tillegg mener P5 at dokumentasjonskrav på produkter kan øke betydningen av miljøeffekten på de ulike produktene som selges. Det kan samtidig medføre at produsentene blir mer bevisste på hvordan de produserer produktene sine, slik at de begynner å tenke i en mer miljøvennlig retning.

Enkel tilgang til fakta om klimapåvirkning fra produkter

P5 mener ARK og rådgivere burde ha like enkel tilgang til klimapåvirkning fra materialer som hvilke brann- og lydkrav materialene tilfredsstillers. Videre foreslår P5 å synliggjøre klimapåvirkning fra materialer på leverandørsider for å enkelt kunne sammenligne klimagassutslipp med andre egenskaper til ulike alternative produkter.

Helhetlige vurderinger

M3 trekker frem et tilfelle som kan bidra til å fronte prosjektet som grønnere enn det er, nemlig å foreta beslutninger på et rent materialgrunnlag. Eksempelvis å velge et isolasjonsmateriale som produserer mindre klimagassutslipp enn et annet, men som går på bekostning av andre faktorer. Det kan være at det har en dårligere U-verdi slik at det går mer energi til oppvarming. Dette eksempelet tydeliggjør viktigheten av å gjøre helhetlige vurderinger av tilgjengelig informasjon. I tillegg trekker P2 frem at å tenke helhetlig er viktig i forhold til de ulike fagene for å oppnå gode helhetsløsninger.

Se klimagass i sammenheng med kostnad

P5 fastslår at det ofte er økonomi som er måleparameteren for byggherren, og P9 hevder at det ofte er penger som har gjennomslag i prosjekter. Imidlertid evaluerer P1 både kostnader og miljø nesten på samme nivå, og sier at: «Vi skjønnte tidlig at vi kan gjøre flere klimatiltak, men da vil det også koste mer.»

Flere av intervjupersonene fra prosjekt- og prosjekteringsledelse trekker frem at klimagassberegninger medfører ekstra kostnader i prosjektet. Imidlertid mener byggherre-representantene at kostnaden er betydningsløs sammenlignet med prosjektkostnadene samlet sett. Dessuten kan klimagassregnskapet bidra til å redusere kostnadene i prosjektet. P9 presiserer at det må være en vilje til å betale for en utvikling som reduserer klimagassutslipp. B2 sier følgende:

Et sentralt poeng er at klimagassregnskap er et verktøy som kan bidra til å redusere kostnader på en del områder, for eksempel det med grunnforhold og materialeffektivitet. Det å ikke bruke mer materialer enn man må og optimalisere størrelsen på bygget. Det er mange innganger gjennom klimagassregnskapet som kan gjøre at prosjektet kan redusere kostnadene. Det kan godt hende at de kan få tilbakebetalt den innsatsen i stort monn, selv om noen av tiltakene vil kunne koste noe. Kanskje det balanserer seg ut avhengig av hvor ambisiøs man skal være.

Siden det er anerkjent at miljøambisjoner koster penger, mener P4 det er viktig å fokusere på balansegangen mellom miljøambisjonene og økonomi i prosjektet. P9 fastslår at ofte er mange av kostnadene forbundet med høye klimagassutslipp. I prosjektet til P8 handler det om å spare CO₂-utslipp der det ikke koster så mye. Derfor må man vurdere hvilke CO₂-ekvivalenter det er mest hensiktsmessig å gå etter for å spare både kostnader og utslipp.

Overordnet beregningsnivå i tidligfasen

P9 presiserer viktigheten av å ha nok erfaringstall til å få beslutningsgrunnlaget riktig. Ved bruk av klimagassberegninger i tidligfasen vet man imidlertid ofte ikke hvilke produkter man skal bruke. M3 hevder at dersom man utfører et komplett klimagassregnskap på en dårlig og ufullstendig modell, vil det egentlig ikke gi noen informasjon. Det vil være for mange antakelser rundt materialer og det er stor sjanse for at det skjer endringer senere. Dermed er usikkerheten såpass stor for at man ikke får gjort noen gode vurderinger.

M1 mener klimagassregnskap burde brukes som et styringsverktøy i tidligfase for å få innsikt i prosjektets utslippsbidrag. Da burde det utføres beregninger på et grovt, overordnet nivå som gir en oversikt over materialene til bygget. M3 mener det er bedre å gjøre alternativsvurderinger på enkelte komponenter i tidligfasen, eksempelvis bæresystem og dekker isolert sett, fremfor å gjøre vurderinger på bygget som helhet. M1 mener bruk av generiske verdier eller relevante EPD-er som er konservative, er et greit utgangspunkt for å forstå hvilke utslippsbidrag som er viktige å fokusere på.

Kunnskap og kompetanse

For å bruke den tilgjengelige informasjonen, må den rette kunnskapen og kompetansen være til stede. P5 trekker frem viktigheten av kompetente miljørådgivere som kan bistå andre roller i prosjektet i vurderingen av resultatene. P5 erfarte at tilstrekkelig kompetanse hos miljørådgiver var avgjørende for å komme i mål i sitt prosjekt, og sier følgende:

Nøkkelen er tilstrekkelig kompetanse for å kunne lykkes. (...) Det var helt nødvendig med en miljørådgiver som hadde god kontroll på tolkning, analyse og oppfølging av regnskapet. Miljørådgiveren sørget for at EPD-ene fra leverandørene kunne verifisere underlaget. Den gang var det nytt og ukjent for de fleste av oss, så det var trygt å ha en miljørådgiver som hadde det som fokusområde.

B1 hevder at rollen til miljørådgiver handler om å ha nok innblikk i mye og forstå det store bildet, samt å prioritere det som har størst betydning ettersom det er sjeldent man får gjennomslag for alt. B2 legger til at miljørådgiver blir en slags koordinator som samler kunnskapen gjennom å legge inn data, utføre beregninger og formidle resultater til resten av prosjektet.

Involvering

Det fjerde steget i beslutningsprosessen innebærer involvering i utarbeidelsen av klimagassberegningene. Nedenfor beskrives to forhold knyttet til involvering som kom frem i intervjuene.

Tidlig involvering av nøkkelpersoner

P4 trekker frem tidlig involvering av miljørådgiver som svært avgjørende. Det foreslås som hensiktsmessig å konferere miljørådgiver overordnet i fase 2 (program- og konseptutvikling), etterfulgt av en tyngre involvering i fase 3 (bearbeiding av valgt konsept). M3 hevder at dersom byggherren klarer å koble på de rette nøkkelpersonene og ingeniørene tidligere, kan man gjøre større grep tidligere og få en veldig god gevinst. Det kan brukes erfaringsbasert kunnskap til å legge noen retningslinjer, og vise hvilke grep som kan bidra til store klimagassreduksjoner.

B2 trekker frem involvering av leverandører tidlig for å få best mulig kunnskap. P2 påpeker et viktig aspekt ved involvering av leverandører, nemlig å øke deres miljøtankegang i produksjon. I prosjektet ble følgende erfaring gjort:

For eksempel kunne vi tenke oss å bruke teglstein, men det viste seg var veldig dårlig når det gjaldt CO₂-regnskapet. Selv om vi vet det er et materiale som står i hundre år. Dette presset leverandørene til å begynne å tenke på annen energi for å brenne denne teglsteinen. Da leverandørene brukte fornybar energi eller gjenvunnet energi, fikk de ned energibruken slik at det ble mye bedre og lettere å velge det. Det samme tror jeg også gjelder innenfor en del andre materialer. På den måten kan klimagassregnskap brukes som et slags pressmiddel overfor leverandører slik at de begynner å tenke mer miljø i produksjonen.

Tverrfaglig involvering og samarbeid

Både byggherre-representantene og flere intervjupersoner fra prosjekt- og prosjekteringsledelse, trekker frem viktigheten av tverrfaglighet i forbindelse med klimagassberegninger. B1 fremhever at gjennom tverrfaglig involvering og samarbeid jobber flere perspektiver og flere fag mot det samme målet. M3 mener det er viktig å involvere flere i prosjektgruppen i klimagassregnskapet, slik at flere skal få et forhold og økt eierskap til det. I tillegg mener M3 det er hensiktsmessig at miljørådgiver avholder møter med ARK og RIB, der de bidrar i utarbeidelsen av beregningene. Dette kan føre til et godt samarbeid og gode, tverrfaglige løsninger. Det kan være positivt at ARK bidrar i utførelsen for å sikre at konsept eller design som det knyttes sterkt eierskap til, blir ivaretatt.

P4 fastslår at byggherren må være med fra starten av for å sette krav og eventuelle målsettinger som er høyere enn kravene. De må få en forståelse av den økonomiske konsekvensen av klimagassberegninger, men også de miljømessige gevinstene man kan få på sikt i et sânt prosjekt. Videre fremhever P4 at sentrale aktører hos entreprenøren må være involvert for å styre hvordan klimagassberegningene påvirker økonomi, produksjon, fremdrift og kvalitet. Entreprenøren må løpende følge opp at de materialene som det er planlagt for i regnskapet, faktisk benyttes i prosjektet.

Klimagassregnskapet vil samtidig berøre mange av de prosjekterende. B2 presiserer at hele prosjekteringsapparatet bør være involvert for at klimagassberegninger skal fungere godt, og legger til: «Alle de som eier fagene hvor utslippene ligger bør involveres fordi de trenger å vite om resultatene og løsningene de tegner kan fungere i prosjektet». P4 understreker at ARK er sentral som skal håndtere materialene som blir benyttet, og RIB er viktig fordi de blir påvirket aller mest i forhold til valg av konstruksjonsmaterialer. I tillegg vil eksempelvis tekniske underentreprenører (UE-er), som elektro, VVS og rør, berøres. P4 sier at de også må forholde seg til og være med å bære konsekvensene som kommer frem av de valgte materialene og målsettingene.



Formidling av resultater fra klimagassberegningene til prosjekt- og prosjekteringsledelse og byggherre

P4 presiserer at det må være en løpende dialog der miljørådgiver sitter tett på prosjektet. Dersom noen av materialene byttes ut, må entreprenøren rapportere dette til miljørådgiveren. Da kan rådgiveren gjøre nye beregninger, og se om klimagassutslippet økes eller reduseres fra det opprinnelige nivået. På den måten formidler miljørådgiveren løpende konsekvensene av valgene som tas underveis. B2 mener klimagassberegninger kunne fått større betydning dersom miljørådgiver formidler resultatene av beregningene i sammenhenger hvor det er stor forskjell mellom klimafotavtrykket til ulike konsepter eller produkter, og legger til: «Det å formidle den beslutningsinformasjonen inn i beslutningsarenaene på en tydelig måte, tenker jeg vil kunne gi stor og større effekt.»

Konklusjon

I det femte steget i beslutningsprosessen trekkes det konklusjoner ut fra klimagassberegningene. P5 presiserer at de aller fleste beslutninger må godkjennes av byggherre når det gjelder valg og endring av løsning.

Oppfølging og forpliktelse

Det avsluttende steget i beslutningsprosessen omhandler at byggherren følger opp klimagassberegningene, samt at det foretas beslutninger som leder til en forpliktelse av klimagassregnskap. For å ivareta en forpliktelse, fastslår samtlige intervjupersoner at det er nødvendig å fastsette krav. Intervjupersonene belyser følgende eksterne og interne krav fra ulike instanser og aktører, som vil bidra til å forplikte klimagassregnskap i prosjekter:

- Krav fra EU (EUs taksonomi)
- Forskriftskrav
- Krav fra kommuner
- Byggherrekrav
- Interne krav hos rådgivere og entreprenører

P2 tror det er mest hensiktsmessig med eksterne krav som stilles utenfra, og legger til følgende: «Det er ikke så mange idealister i bransjen.»

Krav fra EU

P6 tilføyer følgende knyttet til europeiske krav:

Det jeg føler går litt under radaren hos andre enn fagfolkene, er hvor strenge krav som kommer fra EU- og investor-nivå, og som kommer til å påvirke oss. (...) Vi må rigge oss enda mer fremover for å få erfaring og kunne svare ut.

Forskriftskrav

B2 hevder at klimagassregnskap må inn i forskrift for at det skal kunne integreres bredt i dagens byggebransje. Forskriftskrav vil være forpliktende krav som treffer alle aktørene i bransjen. Gjennom forskriftskrav vil det komme bredt inn som en del av beslutningsunderlaget.

Krav fra kommuner

B2 fastslår at noen kommuner stiller krav om klimagassregnskap, som også er en vei å gå. For eksempel i kommuneplanen i Bergen, vedtatt i 2019, stilles det krav til utførelse

av et klimagassregnskap ved vesentlige naturinngrep, nybygg større enn 1000 m² BRA og valg mellom riving eller bevaring av eksisterende bygg (Bjelland, 2020).

Byggherrekrav

B2 presiserer viktigheten av å stille tydelige kontraktskrav som er spesifiserte, slik at aktørene ikke er i tvil om hva de skal levere på og hva kravene betyr. Kravene må støttes av etablerte standarder og rammeverk, og det må være tydelig veiledning underveis. B2 fastslår at det er en type krav som ikke er modent i bransjen. Det kreves derfor tett oppfølging fra byggherren for å sikre levering av regnskap i henhold til krav som er stilt. Det kravet B2 stiller i kontrakt med entreprenører og prosjekterende, er helt åpent, og sier følgende:

Det er opp til de som prosjekterer bygget å finne ut hva de vil satse på og samtidig sørge for at de er innenfor kravet. På den måten kan vi hele tiden få frem nye, innovative løsninger som kommer frem i markedet.

For å forenkle oppfølging av klimagassberegningene for byggherren i prosjekter, foreslår B2 et tiltak som innebærer standardisering av sluttrapporter for klimagassregnskap. Dersom rapportene utformes med utgangspunkt i faste maler, blir rapporter fra ulike prosjekter mye likere i formen og inkluderer de samme elementene.

Interne krav hos rådgivere og entreprenører

B2 mener en sentral forbedring som kan løfte betydningen av klimagassregnskap, er at andre aktørene enn kun byggherre tar en proaktiv rolle på miljøområdet. Fremfor å kun vente på eventuelle krav fra byggherren, foreslår B2 at både rådgiver-bedriftene og entreprenører setter tydelige miljømål på egne vegne. For eksempel kunne entreprenørene vist at de er en ansvarlig aktør ved å lage klimagassregnskap i sine prosjekter, og introdusere og gjennomføre klimatiltak selv. B2 legger til følgende:

De er vant til å tenke at det er byggherren som bestemmer og legger rammer for hva som kan bygges. Når det gjelder tiltak for å redusere utslipp, tenker jeg man kan ha en annen inngang til det og at de kan forplikte seg selv i mye større grad enn det de gjør i dag.

Positive ringvirkninger av krav til klimagassberegninger

P5 påpeker at å sette krav til klimagassregnskap og gjennomføre god oppfølging, øker behovet for tidlig planlegging i prosjektet. Et slikt prosjekt krever et veldig grundig og detaljert forprosjekt. P5 sier følgende:

Denne typen prosjekt stiller høyere krav til ferdiggrad i tidligfase i forhold til valg av løsning og produkt. I mange andre prosjekter sjonglerer man med de ulike alternativene litt lengre. I utarbeidelsen av et klimagassregnskap, må man få kontroll på dette tidlig slik at man vet at det er byggbart og oppnåelig. Det innebærer at beslutninger som påvirker må tas tidligere, gjerne før det settes i gang med selve prosjekteringen. Det må brukes mer tid og ressurser på forprosjektet for å sikre at man kommer i mål.

P5 mener dermed at krav til klimagassregnskap vil medføre at man får bedre kontroll tidligere over hva som skal bygges. Dette kan slå positive ringvirkninger på resten av prosjektet, både innenfor økonomi, kvalitet og resultat. P5 trekker frem at økt kontroll tidligere kan bidra til færre byggefeil og bedre tid til å bygge. Dette kan både gi en miljøgevinst og gjøre det bedre for dem som jobber i prosjektet.

4.2 Resultater – Case

Resultater fra case-prosjektet baseres på funn fra ett intervju med prosjektleder (PL) fra entreprenørsiden.

4.2.1 Beskrivelse av case-prosjekt

Case-prosjektet heter Økern Portal Hotell og er plassert i Oslo. Det er en del av et større prosjekt, kontorbygget Økern Portal, og er plassert på samme tomt som kontorbygget. Hotellet utgjør omtrent 15 000 bruttoareal (BTA) av totalt 80 000 BTA.

Begge prosjektene omfatter en samspillsentreprise under samme kontrakt med byggherre. Oslo Pensjonsforsikring AS er byggherre, og har engasjert Stema Rådgivning AS som byggherreombud. Vedal Entreprenør (VE) er totalentreprenør underlagt Stema, og sitter med ansvaret for prosjektering og bygging.

4.2.2 Klimagassberegningers påvirkning i prosjektet

Klimagassberegninger brukes i beslutnings- og innkjøpsprosesser i prosjektet. Det tas hensyn til klimagassberegningene gjennom alle faser av prosjekteringen. De fleste innkjøpene foretas parallelt med detaljprosjekteringen. Det er valgt produsenter og leverandører som kan vise til god dokumentasjon med akseptable verdier for CO₂-utslipp.

Klimagassregnskapet er med som en faktor i alle beslutninger som foretas. PL fastslår at alle beslutninger er en kombinasjon av flere faktorer som HMS, økonomi, fremdrift, kvalitet og klimagass. Man kan ikke kun vurdere én av disse faktorene i en beslutning, men det må gjøres en samlet vurdering av alle faktorene. PL hevder det er en balansegang mellom faktorene, og sier at: «I noen tilfeller er det én faktor som veier tungt, mens i andre tilfeller er det noe annet som veier tungt.» Av og til legger VE føringer overfor leverandører, der de beslutter ut fra det.

Byggherrens prioriteringer innebærer at dersom BREEAM krever noe som avviker fra designkonseptet til prosjektet, skal det overstyre designkonseptet. Imidlertid vil byggherren gjerne ha begge deler, slik at VE forsøker å gjøre hensiktsmessige tilpasninger. Da må det vurderes om forskjellige saker er viktige nok for at klimagass-regnskapet skal gå på bekostning av designkonseptet. PL presiserer at «da blir det ofte en del ting som vurderes til å ikke være viktige nok, så vi følger konseptet».

4.2.3 Bruk av klimagassberegninger i prosjektet

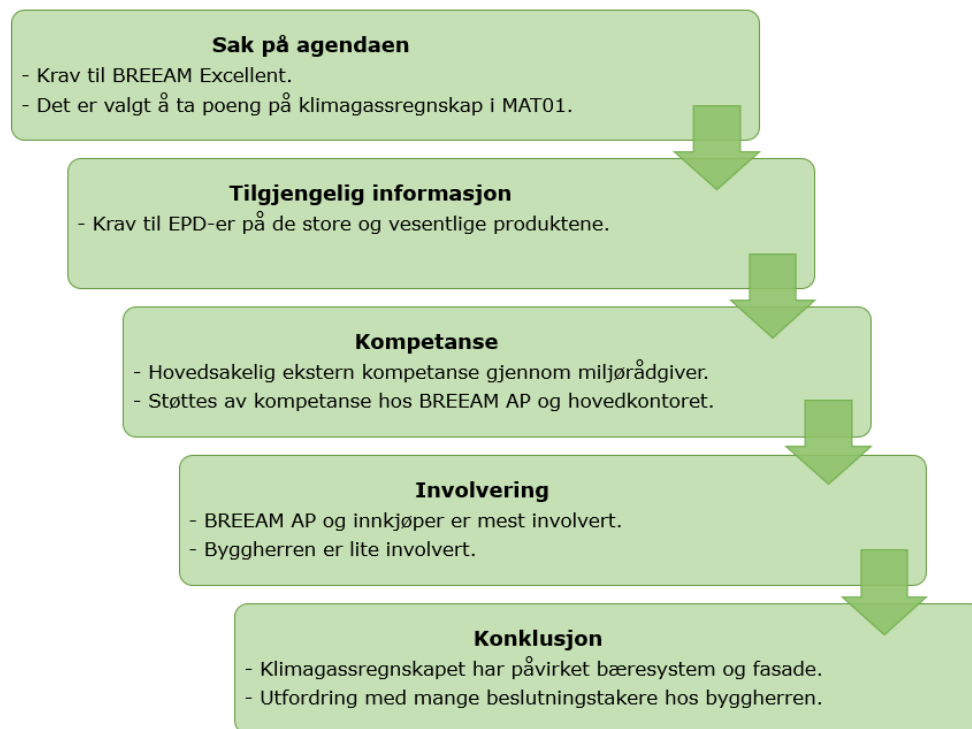
Case-prosjektet startet å utforme noen skisser og tanker rundt klimagassberegninger i slutten av forprosjektfasen og begynnelsen av detaljprosjektfasen. Det innebærer overgangen mellom fase 3 og 4 i faseinndelingen i Figur 2.3. Imidlertid ble ikke selve klimagassregnskapet utarbeidet før prosjektet var inne i detaljprosjektfasen.

PL fastslår at det er viktig å komme i gang tidlig med klimagassberegninger for å:

- Fastsette viktige målsetninger.
- Vite hva man skal fokusere på.
- Sette begrensninger.

På den måten kan man ha det i bakhodet hele veien. PL presiserer at «man må få laget klimagassregnskapet så tidlig at det kan være med å gi grunnlag for noen beslutninger. Men det er litt vanskelig å finne akkurat det beste tidspunktet å gjøre det på».

Figur 4.2 presenterer en beslutningsprosess for hvordan case-prosjektet bruker klimagassberegninger.



Figur 4.2 Beslutningsprosess for bruk av klimagassberegninger i case-prosjektet

Sak på agendaen

Byggherren fastsatte et krav om BREEAM Excellent i løpet av skisseprosjektfasen. VE har foreslått og fått aksept fra byggherren hvilke poeng i BREEAM prosjektet skal oppnå, samt hvilke andre miljøtiltak som skal utføres. Klimagassregnskap er ett av flere områder det er besluttet å ta poeng på, og det er alltid med i internmøter og prosjekteringsmøter. PL har ikke oppfattet andre spesifikke krav knyttet til klimagass fra byggherren. Klimagassberegningene sammenlignes med et referansebygg for å oppnå en utslippsreduksjon på minimum 20 %. PL presiserer at de løsningene som er valgt, er sett på som gode løsninger sammenlignet med referansebygget.

PL trekker frem at det er flere forhold som ligger bak beslutningen om BREEAM Excellent. For det første er det et grunnlag for salg eller utleie, og det utgjør et av elementene som skal gjøre bygget attraktivt for leietakere. For det andre er byggherren en del av Oslo Kommune, som har en strategi om å redusere utlipp. PL presiserer at det er den totale poengsummen som er viktig for byggherren, ikke spesifikt hvilke miljøtiltak som gjøres for å oppnå den.

Tilgjengelig informasjon

PL fastslår at alle materialer som brukes i prosjektet skal vurderes med hensyn på miljø. Det innebærer å kontrollere at materialene som velges er greie miljømessig med tanke på det kravet som skal oppnås. Når det gjelder klimagassvurdering, er første steg å etterspørre EPD-er på de store og vesentlige produktene. Deretter får BREEAM AP inn EPD-er på ulike produkter som sammenlignes. Til slutt gjøres det en vurdering på om noen av produktene har akseptable verdier på klimagass etterfulgt av å velge produkt.

PL trekker frem at prosjektet prøve å velge så gode løsninger med hensyn på miljø som mulig. På spørsmålet om hva som kunne vært gjort annerledes for at klimagassberegningene skulle fått enda større påvirkning i prosjektet, svarer PL følgende:

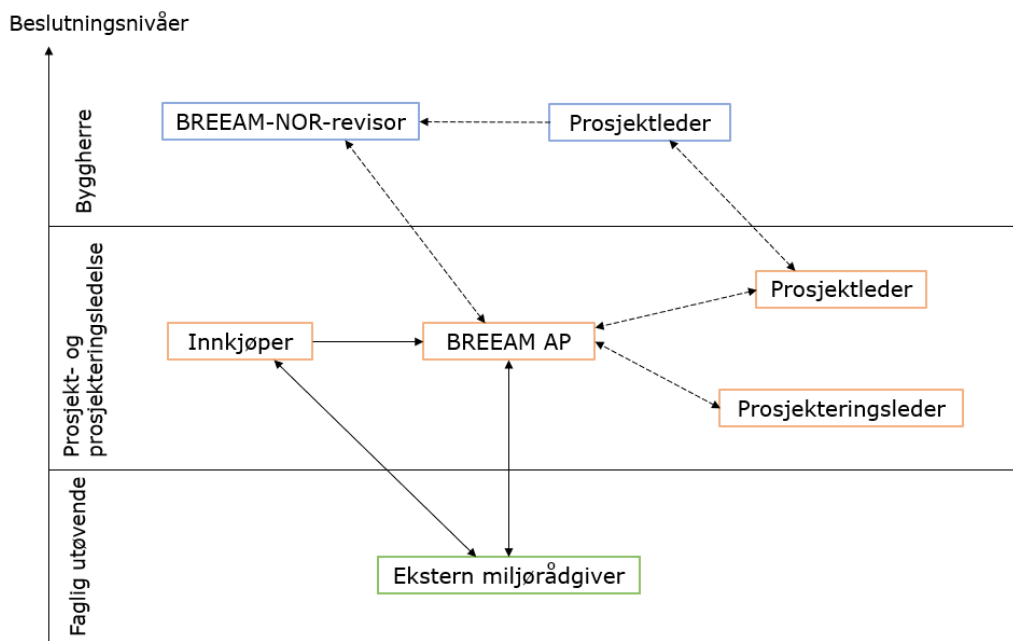
Vi kunne dratt klimagassregnskapet mer over på den absolutt mest gunstige siden, hvis vi hadde jobbet litt mer aktivt med det. Men jeg føler vi har miljø i bakhodet, og sikrer oss mot å gjøre de store blemmene. Da ligger vi over på den gode siden når vi velger materialer. Men å velge de materialene som er aller best, er det ikke alltid vi får med oss fordi vi kommer litt sent inn i prosessen.

Kompetanse

Funnene viser at kompetansen på klimagassberegninger i prosjektorganisasjonen ikke er svært høy. PL fastslår at hovedtyngden av kompetansen ligger eksternt hos miljørådgiver. I tillegg støtter prosjektet seg på egen BREEAM AP som kan litt med noe støtte fra hovedkontoret.

Involvering

Figur 4.3 illustrerer hvilke roller fra de tre beslutningsnivåene som involveres i klimagassberegningene i case-prosjektet.



Figur 4.3 Involvering av roller i klimagassberegningene

Pilene i Figur 4.3 viser graden av involvering. Sammenhengende og stiplede streker illustrerer henholdsvis stor og mindre grad av involvering. Det er innkjøper og BREEAM AP som i hovedsak er involvert i klimagassregnskapet. Innkjøper har arbeidet tett med BREEAM AP angående innkjøp for å stille krav. PL trekker frem at innkjøper har mye erfaring med BREEAM fra et tidligere prosjekt, og er derfor en god ressurs å ha. I tillegg blir prosjekteringsleder og prosjektleder involvert i en del saker. PL påpeker at byggherren ikke er særlig involvert i klimagassregnskapet, men byggherrens prosjektleder får det i noen tilfeller inn som en del av beslutningsgrunnlaget via prosjektleder fra VE. Som oftest er resultater fra klimagassregnskapet en del av andre beslutninger. Byggherren har ansvaret for BREEAM-NOR-revisor, som blir deres kontroll av regnskapet.

Imidlertid trekker PL frem at det er et forbedringspotensial angående formidling av resultatene fra klimagassregnskapet underveis, og tilføyer: «Vi kunne blitt flinkere til å bli guidet underveis for å bruke det litt mer aktivt, og se om vi er der vi skal være eller ikke. Det burde kanskje jeg ha tatt opp.»

Konklusjon

De største CO₂-utslippspostene i case-prosjektet er bæresystemet og fasaden. Imidlertid har klimagassberegninger blitt brukt aktivt til å påvirke disse beslutningene for å oppnå store utslippsbesparelser. Tabell 4.12 beskriver besluttet løsning for bæresystemet og fasaden, samt tiltak for besparelser. I tillegg presenterer Tabell 4.12 andre beslutninger som er gjort i prosjektet med hensyn på miljø.

Tabell 4.12 Beslutninger som er tatt med hensyn på klimagassregnskap og miljø

Beslutninger	Beskrivelse av løsning	Tiltak for besparelser
Bæresystem	<p>Det er vurdert hva som er mest gunstig av prefab og plasstøpt betong med hensyn på både økonomi og klimagass. Løsningene som er valgt er:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Plasstøpt i bunnen og på kjellerveggene rundt. Det henger bedre sammen og tar større krefter. ○ Prefab-dekker av hulldekkelementer i resten av overliggende bæresystem. ○ Lavkarbonbetong brukes for både prefab og plasstøpt. <p>En viktig forutsetning for bruk av klimagassberegninger er at prosjektet har mulighet til å beslutte bæresystem.</p>	<p>Gått i dialog med leverandører før innkjøp av både plasstøpt og prefab der de har presentert sine alternativer. Det er gitt føringer som leverandørene må vektlegge i innkjøp lenger ned i kjeden.</p> <p>Klimagassberegninger har vært en aktiv del av hvordan bæresystemet er prosjektert for å optimalisere og få det beste ut av både prefab og plasstøpt.</p> <p>Ulike stålleverandører er vurdert, og sett på hvilke som kan levere stål med god dokumentasjon. Det er sett på om noen kan levere stål med lavt CO₂-utslipp, og resirkulert stål.</p>
Fasade	<ul style="list-style-type: none"> ○ Metallfasade med store arealer. 	<p>Vurderingskriteriene på fasadeplatene inkluderer GWP kg CO₂-ekv. /m², andel resirkulert materiale, EPD og produsent med sertifisering EMAS eller miljøfyrtårn.</p> <p>Fokus på å optimalisere veggtykkelse og fremdeles opprettholde samme U-verdi.</p> <p>Setter krav til en viss andel resirkulert aluminium i aluminiumsprofiler til glass.</p>

Andre beslutninger som er gjort med hensyn på miljø		
Beslutninger knyttet til planlegging og optimalisering	<ul style="list-style-type: none"> Planlegger for pre-kapp av stendere og gipsplater. 	PL presiserer at man ikke skal bygge mer enn man strengt talt må eller bruke mer materialer enn hva man trenger.
Beslutninger knyttet til riggen	<ul style="list-style-type: none"> Elektrisk byggvarme. Fossilfrie maskiner. 	Byggvarmen går på strøm i stedet for gass eller diesel. Et tiltak som er tvunget gjennom for å få lavt forbruk av klimagassutslipp. Stiller krav om at alle maskiner skal være fossilfrie. Lifter kan være elektriske, men mobilkraner kjører på biodiesel. Det er ikke gjort beregninger på det, men PL tror bruk av biodiesel er bedre enn fossil diesel.

PL presiserer følgende: «Jeg har alltid sett på miljø som også noe man alltid skal tjene penger på. Kan vi kaste 3 % mindre gips, har vi tjent 3 % mer av den materialkostnaden». Et annet miljøaspekt som PL trekker frem er at det man bygger må være robust og fleksibelt nok til at det holder. Det er viktig at bygget er effektivt i bruk og bruker minst mulig energi, samtidig som det er holdbart og slitesterkt i fremtiden.

Tabell 4.13 presenterer noen identifiserte beslutninger der klimagassberegninger kunne hatt en aktiv rolle, men som ikke har blitt påvirket av beregningene.

Tabell 4.13 Beslutninger som ikke har blitt påvirket av klimagassberegningene

Beslutninger	Beskrivelse
Riving av eksisterende bygg	I utgangspunktet var reguleringsplanen basert på at et eksisterende bygg på tomten skulle bygges om fra kontorbygg til hotell. Etter hvert så man at bygget ikke var særlig egnet til å bygges om grunnet effektiviteten og logistikken i bygget. Det hadde blitt en dårlig utnyttelse av arealene og færre hotellrom. Store arealer hadde gått til områder uten gjester og dermed uten inntekter, men som likevel måtte vedlikeholdes, driftes og oppvarmes. Derfor ble det besluttet å rive og bygge opp igjen i tilnærmet samme form. PL fastslår at «når det gjelder klimagassutslipp, hadde det optimale vært å gjenbruke bæresystemet».
Prosjektere for demontering og gjenbruk av prefab-dekker i bæresystem	Leverandør mener det er veldig mye jobb med å gjøre det. I tillegg hevder PL at det er knyttet store kostnader til det, og det er vanskelig å dokumentere statiske egenskaper.

Utfordring med mange beslutningstakere hos byggherren

PL fremhever en sentral utfordring angående beslutninger om materialer og produkter; byggherren omfatter mange beslutningstakere med hver sine agendaer, synspunkter og meninger som må tas i betraktning. Disse beslutningstakerne har sine saker de ønsker å få igjennom, slik at klimagassperspektivet blir en av mange saker som skal vurderes. VE har mulighet til å påvirke beslutninger om materialvalg, men byggherren må akseptere de fleste beslutningene i prosjektet. Både når det gjelder innkjøp, utforming, prosjektering og

løsnings- og materialvalg. PL presiserer at det er mange involverte hos byggherren i beslutningsprosessen, fra VE presenterer et beslutningsunderlag og frem til det kommer tilbake, og tilføyer: «Der aner ikke vi hvem det går gjennom, hvem som egentlig tar denne beslutningen og hvem som har siste ordet.»

I tillegg har leietaker ønsker på samtlige materialer som blir synlige i bygget. For disse materialene har VE mulighet til å presentere og foreslå alternativer, men ofte er det byggherren eller leietaker som har det siste ordet. Byggherren er imidlertid ikke opptatt av materialer som ikke blir synlige, og overlater disse valgene til VE. Eksempelvis innebærer det type gipsplater eller type treverk, dampspærre, vindspærre og isolasjon som er inne i klimaveggene.

PL presiserer at VE forsøker å påvirke byggherre og leietaker til å ta valg som også baseres på klimaparameteren. Dette gjelder hovedsakelig for de beslutningene der klimafotavtrykket er viktig. Eksempelvis er det viktig ved valg av fasadeplate eller gulvbelegg i hele bygget ettersom det utgjør store materialmengder.

4.2.4 Positive effekter av klimagassregnskap

PL trekker frem en rekke positive effekter av klimagassregnskapet som bidrar til å styrke nytten av det. Tabell 4.14 oppsummerer svarene.

Tabell 4.14 Positive effekter av klimagassregnskap

Positive effekter	Beskrivelse
Gir kunnskap om materialers klimaegenskaper	PL trekker frem at det er en læringsprosess som klimagassregnskapet kan være med på å gjøre prosjektet bevisste på. For eksempel hva som er mest gunstig av stål og aluminium.
Kvantifisere utslipp	Klimagassregnskapet rapporterer reelle tall, noe som bidrar til mindre synsing. I tillegg fører det til bevisstgjøring av hva som teller.
Forbedring av klimahensyn hos materialprodusentene.	Klimagassregnskapet bidrar til at produsentene må lage EPD-er på produktene sine. Da må de beregne klimagassutslippet fra sine produkter, og blir nødt til å fokusere på det. Dermed kan det medføre forbedringer av produksjonen, spesielt hvis de opplever at kunder faktisk tar beslutninger som er basert på det.
Positiv endring i bransjen	PL hevder at klimagassregnskap bidrar til å sette fokus på CO ₂ , som må tas med i den store helheten. I tillegg mener PL at dersom man hadde gjort klimagassregnskap i samme prosjektet om 5 år eller 10 år, ville det sett annerledes ut. Dette fordi materialene man tar inn og produksjonsmåtene blir forbedret i mellomtiden.

Svarene tyder på at PL mener bruken av klimagassregnskap fører til positive effekter på ulike nivåer i byggenæringen, både på produsent-, prosjekt- og bransjenivå. PL hevder det vil gi økt kunnskap innad i prosjektorganisasjonen i det aktuelle prosjektet, og forbedringer hos produsentene. På sikt vil det dermed skape en positiv endring i hele byggebransjen.

5 Diskusjon

Dette kapittelet knytter det teoretiske rammeverket opp mot funn fra resultatkapittelet. I tillegg sammenlignes funn fra intervjuene med funn fra case-prosjektet, og synspunkter fra de ulike beslutningsnivåene i intervjuene sammenlignes opp mot hverandre. Diskusjonen skal danne grunnlaget for å besvare de tre forskningsspørsmålene. Derfor inndeles kapittelet i delkapitler basert på disse.

5.1 Dagens status om klimagassberegninger

Det første forskningsspørsmålet skal kartlegge dagens status om klimagassberegninger generelt i byggenæringen. Basert på dagens situasjon, kan det foreslås mulige forbedringer.

5.1.1 Formål med bruk av klimagassberegninger

Både byggherre-representantene (beslutningsnivå 1) og de fleste intervjupersonene innenfor prosjekt- og prosjekteringsledelse (beslutningsnivå 2) deler synspunkt om hva formålet med bruk av klimagassberegninger er: å redusere klimagassutslipp for å bidra til et grønnere miljø. B2 og P6 stadfester at klimagassberegninger ikke kun skal brukes som dokumentasjon for å identifisere utslippene. Det skal være et verktøy fra en tidlig fase, som underlag for beslutninger, for å redusere utslippene. P5 presiserer at «ved å ha et klimagassbudsjett som følges opp hele veien, kan man se den faktiske effekten av de valgene man tar».

Til tross for en bred enighet blant intervjupersonene fra beslutningsnivå 1 og 2 om formålet, avviker det fra formålet de faglig utøvende (beslutningsnivå 3) faktisk bruker klimagassberegninger i de fleste prosjektene de er involvert i. Funnene viser at klimagassberegninger ofte brukes som dokumentasjon i henhold til BREEAM, men lite eller noen ganger som beslutningsverktøy underveis i prosjekteringen. I likhet med funn fra intervjuer, påpeker Röck *et al.* (2018) at LCA ofte er begrenset til bruk som dokumentasjon etter oppføring av bygningen. Ved å kun bruke klimagassberegninger som dokumentasjon, blir det vanskelig å oppnå bevisste reduksjoner av utslipp.

Det kan være flere årsaker til at funnene fra beslutningsnivå 3 skiller seg fra beslutningsnivå 1 og 2. En årsak kan være at de intervjupersonene fra beslutningsnivå 1 og 2 som valgte å stille til intervju, representerer et utvalg i bransjen som har vesentlig høye miljøambisjoner og er svært opptatt av klima og miljø. Dermed er disse aktørene ikke nødvendigvis representative for hovedandelen av aktørene som leier inn de klima- og miljørådgiveren som ble intervjuet. En annen årsak kan være at beslutningsnivå 1 og 2 ga «et riktig svar» som de tenkte intervjuer ville høre, ettersom dette er en masteroppgave med et stort miljøfokus. Imidlertid tyder funnene på at det er et forbedringspotensial knyttet til å utnytte formålet med bruk av klimagassberegninger i dagens byggenæring.

På en annen side kan funnene tyde på at det er vanskelig å oppnå det omforente formålet i praksis. Eksempelvis kan det være andre prioriteringer i prosjektet som trumfer gjennom enn akkurat å følge opp klimagassberegninger. PL fastslår at byggherren tar de fleste beslutningene når det gjelder innkjøp, utforming, prosjektering, samt løsnings- og

materialvalg. Samtlige beslutninger som blir synlige i prosjektet må besluttes av byggherren.

I tillegg trekker PL frem at det er mange beslutningstakere hos byggherren med hver sine synspunkter, meninger og ønsker i prosjektet. Dermed blir klimagassparameteren én av mange parametere å vurdere. Dessuten er det flere av beslutningstakerne som ikke alltid har BREEAM og klimagassregnskap som høyeste prioritet. Dette tyder på at det er andre parametere i beslutningsgrunnlaget som har større påvirkning på beslutninger enn klimagass. Imidlertid forsøker VE å påvirke byggherren til å ta beslutninger som også baseres på klimaparameteren i de tilfellene klimafotavtrykket anses som viktig. Eksempelvis når en materialtype utgjør store mengder og derav store utslipp

5.1.2 Kompetansenivå hos aktører

Intervjufunnene tyder på at kompetansenivået på klimagassregnskap i dagens BA-næring er svært varierende, spesielt hos byggherrer og entreprenører. Det er hos klima- og miljørådgiverne den virkelige kompetansen og kunnskapen ligger. Dette fordi det er deres fagområde, og de jobber aktivt med det hver dag.

P5 mener at om kompetansen på klimagassregnskap er god eller mindre god, er avhengig av om man jobber i henholdsvis en stor eller liten bedrift. Dette kan tolkes som at kompetansen på klimagassregnskap i en bedrift avhenger av hvor mye ressurser bedriften har. Det er anerkjent at å utføre klimagassberegninger medfører kostnader, som blant annet relateres til verktøy, miljørådgiver og eventuelt andre ressurser som følger opp beregningene. Blant annet fremhever Grønn Byggallianse (2021b) at det er en høy lisenskostnad på verktøyet One Click LCA. Dermed kan det være vanskeligere for mindre bedrifter med færre ressurser å betale kostnadene som følger med klimagassregnskapet.

Imidlertid trenger nødvendigvis ikke mengden ressurser i bedriften å avgjøre om de ansatte i bedriften har høy eller lav kompetanse på klimagassregnskap. Det kan hevdes at det heller er et spørsmål om hvorvidt de ansatte har tilgang til kunnskapen og kompetansen eller ikke. Dersom eksempelvis et stort selskap har et byggeprosjekt i en mindre by og ikke velger å sette fokus på klimagassregnskap i det aktuelle prosjektet, er kunnskapen svært utilgjengelig for denne prosjektorganisasjonen. Da hjelper det ikke om det samme selskapet har andre prosjekter i større byer som har stort fokus på det og mye kunnskap.

I tillegg var det flere av intervjupersonene fra prosjekt- og prosjekteringsledelse som jobber i store bedrifter med et eget fagmiljø innenfor klima og miljø, men som likevel har lite kunnskap om klimagassregnskap. En årsak er at de ikke har vært involvert i prosjekter med stort fokus på bruk av det. Dette understøtter at kompetansen ikke avhenger av bedriftens ressurser, men heller av fokuset på og tilgjengeligheten av klimagassregnskap i prosjektet. Dermed kan det hevdes at hele prosjektorganisasjonen må involveres i klimagassregnskapet underveis i prosjektet for å øke kunnskapen og kompetansen.

M2 opplever at byggherrer ikke har en inngående kunnskap i hva klimagassregnskap er, og sier at «dersom de bestiller det, vet de ikke alltid hva de bestiller og hvilke konsekvenser det får». M3 erfarer at flere byggherrer som ønsker å ha en miljøprofil, ikke alltid vet hva man bruker klimagassregnskap til eller hvordan de kan bruke det på en fornuftig måte. Man kan stille spørsmål ved om det er nødvendig at byggherren har inngående kunnskap om klimagassregnskap i et prosjekt. På den ene siden trenger ikke byggherren ha en dyp kunnskap om metodikken i klimagassregnskapet. Ettersom miljørådgiver er eksperten på

dette området, kan det hevdes som mest hensiktsmessig at han/hun har kontrollen over regnskapet. Byggherren må da kunne ha tillitt til miljørådgiver om at han/hun har nok kompetanse til å utarbeide regnskapet på en god måte, og nok integritet til å presentere tall som det kan stås inne for.

På den andre siden er det byggherren som utgjør det øverste beslutningsnivået i prosjektet og som bestiller klimagassregnskap. Man kan da stille spørsmål ved om det er en fornuftig ordning at byggherren bestiller noe de ikke har kunnskap om, og ikke vet hva slags følger det kan gi. Umiddelbart er svaret på dette nei. Etersom byggherren setter kravene og definerer rammene i prosjektet, er det viktig at byggherren har en overordnet kunnskap om formålet med og bruken av klimagassregnskap. Derimot er det beslutningsnivåene faglig utøvende og prosjekt- og prosjekteringsledelse som bør ha detaljkunnskapen. For å bistå byggherren med kompetanse, kan miljørådgiver fungere som en koordinator på klimahåndtering i prosjektet. Det innebærer at miljørådgiver samler kunnskapen, prioriterer hva som har størst betydning for utslippene og formidler resultatene til resten av prosjektet. Prosjekt- og prosjekteringsledelse må vite hvordan klimagassberegninger brukes på en best mulig måte i det aktuelle prosjektet for å redusere mest mulig utslipp. De må involvere og påvirke byggherre til å foreta beslutninger som også baseres på klimagassregnskapet.

P1 erfarte i et tidligere prosjekt at byggherren aldri kommuniserte en sentral målsetting i prosjektet om å nå 30 % utslippsreduksjon mot et referansebygg. På en side kan det være at denne byggherren var uklar og klønede i måten de formidlet krav og målsettinger på i prosjektet. På en annen side kan det tyde på en manglende kunnskap hos byggherren om å kommunisere krav knyttet til klimagassregnskapet. Det kan være at de kommuniserte så godt de kunne, men ikke hadde mer å bidra med. Likevel gjorde entreprenøren endelige beregninger i regnskapet som viste at det var utført gode nok grep underveis til å nå målet. Imidlertid viser dette viktigheten av at byggherren får økt kunnskap om krav knyttet til klimagassregnskap, slik at potensialet i regnskapet kan bli utnyttet. På den måten kan klimagassberegninger være et verktøy som ligger i forkant og ikke i etterkant.

5.1.3 Status i bygge- kontra anleggsnæringen

I likhet med bygninger, er miljøsertifiseringssystem en sentral inngang til bruk av klimagassberegninger for anlegg. Funnene tyder imidlertid på at bruken av klimagassberegninger og tilhørende kompetanse er mindre i anleggsnæringen enn byggenæringen. En årsak kan være at miljøsertifiseringssystemet for anlegg, CEEQUAL, er mindre utbredt enn det BREEAM er for bygninger. Både i byggenæringen og anleggsnæringen opplever flere intervjupersoner at det er få byggherrer som setter konkrete miljømål og -krav til bruk av klimagassberegninger. Dermed brukes det ofte som dokumentasjon, og mindre til valg i prosjekteringen. Dette kan tyde på manglende kompetanse hos byggherrer om å stille krav til klimahåndtering i prosjekter. P9 hevder at kompetansen er økende spesielt hos rådgivere og entreprenører for å ha muligheten til å være med i utviklingen. Funnene antyder en trend som innebærer flere og flere CEEQUAL-prosjekter, noe som kan bidra til at klimagassberegninger får større fotfeste i anleggsnæringen fremover.

5.2 Klimagassberegningers potensial til å påvirke beslutninger

I denne delen diskuteres relevante funn som legger grunnlaget for å besvare forsknings-spørsmål 2.

5.2.1 Alternativsvurderinger i tidlig designfase

For å bruke klimagassberegninger som et beslutningsverktøy, må det kunne ha tilstrekkelig påvirkning på beslutninger i prosjektet. I tillegg viser funn fra litteraturen og samtlige beslutningsnivåer i intervjuer at LCA og klimagassberegninger må brukes fra en tidlig fase. Basert på intervjuet med M3, kan det hevdes at et hensiktsmessig tidspunkt å etablere klimagassregnskapet er i forprosjektfasen. Deretter bør regnskapet minimum oppdateres to ganger, først i detaljprosjektfasen og så fullføres når bygget er ferdigstilt. For å kunne gjøre beregninger, avhenger det imidlertid av at det er tilgjengelig datagrunnlag i forprosjektfasen, enten i form av generiske data eller prosjektspesifikk data (EPD-er). Både Byggforskserien (2015) og M1 hevder at bruk av generiske data for enkelte bygningsprodukter i tidligfasen, er et godt utgangspunkt for å forstå hvilke utslippsbidrag som er viktige å fokusere på.

P5 fastslår at prosjekter som bruker klimagassberegninger fra en tidlig fase, stiller høyere krav til tidlig planlegging og krever et grundig forprosjekt. Å få et grundig forprosjekt på plass, avhenger av at ulike valg knyttet til løsninger og produkter er besluttet. Imidlertid viser både funn fra litteraturen og intervjuer med beslutningsnivå 2 og 3, at det er knyttet utfordringer til å ta beslutninger i den aller tidligste fasen av prosjekter.

Samset (2014) fastslår at det er størst mulighet for å påvirke beslutninger relatert til bygningsdesignet, i tidligfasen av byggeprosessen. Dermed er det størst mulighet for å påvirke bygningens miljøprestasjon i denne fasen. Imidlertid fastslår Bueno og Fabricio (2018) og Röck *et al.* (2018) at det er stor usikkerhet rundt beslutninger om bygningsdesign og -materialer tidlig i designfasen. B1 understøtter dette og sier at «i starten av prosjektet er alt svært åpent, og man vet så vidt størrelsen på bygget». Meex *et al.* (2018) hevder at derfor brukes ofte ikke LCA til å støtte eller optimalisere designbeslutninger gjennom tidlige designfaser. B1 presiserer at det fremdeles er et utviklingspotensial på klimagassberegninger i den aller tidligste fasen. Ettersom det er knyttet stor usikkerhet til beslutninger i tidlig designfase, kan man spørre seg hvordan man da kan gi et fornuftig tall på klimagassutslipp for løsninger og materialer som reelt skildrer ulike alternativer.

M3 fastslår at dersom kunden ønsker klimagassregnskap i tidligfasen, må kvaliteten og informasjonen i modellen vurderes nøye. Imidlertid mener M3 at alternativsvurderinger på enkelte bygningselementer som man erfaringsmessig vet bidrar til store utslipp, er en bedre tilnærming i tidligfasen enn å gjøre et komplett klimagassregnskap. M1 mener at det burde utføres klimagassberegninger i tidligfasen på et grovt, overordnet nivå. Dermed kan det brukes til å skaffe en oversikt over materialer i bygget og få innsikt i prosjektets utslippsbidrag. Uavhengig av fase i byggeprosessen, mener P8 at klimagassregnskap har størst potensiale som overordnet støtte til alternativsvurderinger. Dette kan tyde på at å utføre grove klimagassberegninger i tidligfasen for å sammenligne noen utslippstendenser fra visse typer bygningskomponenter, kan være bedre enn å regne ned til minste detalj.

Ved sammenligninger og vurderinger av alternative delkomponenter av bygningen i tidligfasen, fastslår Byggforskserien (2015) at det er hensiktsmessig å fokusere på de delene av bygningen som står for de største utslippene. Funn fra case-prosjekt og

intervjuer tyder på at de største CO₂-utslippspostene i prosjekter ofte er bæresystem og fasade. Det er disse beslutningene klima- og miljørådgiverne også påvirker i stor grad, og forsøker å optimalisere. Funn fra prosjekt- og prosjekteringsledelse tyder på at bæresystem og fasade vanligvis besluttes i fasen *bearbeiding av valgt konsept*. Fuglseth *et al.* (2020) identifiserer betong, stål, samt glass og vinduer som materialgruppene med de største bidragene til klimagassutslipp. Ettersom bæresystem og fasade ofte består av disse materialene, kan det forklare hvorfor disse bygningskomponentene stikker seg ut som «verstingene».

Basert på informasjon fra case-prosjektet, kan det tyde på at det er utfordrende å fokusere på mange saker ved klimagassberegninger samtidig, spesielt i tidligfasen. Ettersom det kan være mange beslutningstakere involvert, er det vanskelig å få gjennomslag for alt. Dermed kan det hevdes som fornuftig å innhente prosjektspesifikke EPD-er på de store og vesentlige bygningskomponentene i tidligfase. Dette bør inkludere bæresystem og fasade, som er store bidragsytere til utslipp, samt komponenter som gir store materialmengder. I tidligfasen kan det gjøres alternativsvurderinger av disse bygningsdelene. Dette vil være mindre komplisert og tidkrevende sammenlignet med å utføre et fullstendig klimagassregnskap ved bruk av generiske data. For å optimalisere beslutningene, kan miljørådgiver bruke sin kompetanse og erfaringer fra tidligere prosjekter.

I detaljprosjekteringsfasen detaljeres beslutninger og klimagassregnskapet mer og mer. Tidlig i detaljprosjekteringen kan det benyttes forenklete klimagassberegninger i henhold til EeBGuide (2012c), der hovedfokuset er på bygningsmaterialer og energibruk. Basert på funn fra B2 om hvilke livsløpsfaser som utgjør de største utslippene og på anbefalinger i EeBGuide (2012c), bør følgende livsløpsfaser inkluderes som et minimum: Produksjonsfasen (A1 til A3), byggeplassutslipp (A5), energibruk i drift (B6) og transport i drift (B8). For at de beregnede utslippene skal være så realistiske som mulig, bør det jobbes aktivt med å innhente gode EPD-er på bygningsmaterialer og -produkter.

5.2.2 Fordeler og ulemper med bruk av referansebygg

Fordeler referansebygg

Wiik *et al.* (2020) fastslår at målsetninger om reduksjoner av klimagassutslipp fra materialbruk i bygninger har frem til nylig vært knyttet til en prosentvis reduksjon sammenlignet med et referansebygg. Eksempelvis i BREEAM-NOR benyttes referansebygg i forbindelse med klimagassregnskap for å dokumentere oppnådd miljøprestasjon gjennom byggeprosessen. Wiik *et al.* (2020) og Grønn Byggallianse (2021b) fremhever flere fordeler med bruk av referansebygg. For det første gir det en rask 'baseline' til å sammenligne det faktiske bygget med. For det andre kan referansebygget tilpasses prosjektets faktiske geometri og spesielle krav. Både Wiik *et al.* (2020) og B2 trekker frem at referansebygget har vært hensiktsmessig fordi man har inntil nylig hatt for lite datagrunnlag og kunnskap om hva som kan regnes som et akseptabelt utslippsnivå for ulike bygningstyper. Dersom referansebygget kan lages på en måte som reflekterer eksempelvis omfanget, formen og funksjonen av den faktiske bygningen, virker det hensiktsmessig og fornuftig å sammenligne bygningen mot et referansebygg for å vise en forbedring i genererte klimagassutslipp.

Ulemper referansebygg

«Grønnvasking» ved bruk av «feil» referansebygg

Grønn Byggallianse (2021b) belyser et aspekt ved referansebygget som ikke kan overses, nemlig at det kan manipuleres. Det innebærer at referansebygget kan justeres eller endres på for å tjene ens egne hensikter. M1 og M3 trekker frem at det er enkelt å manipulere klimagassberegninger ved å endre på antagelser, parametere og inngangsdata som ligger til grunn for beregningene. Intervjuer med de faglig utøvende tyder på at såkalt «grønnvasking» er omdiskutert i dagens byggenæring. Dette innebærer å fronte et prosjekt grønnere enn det faktisk er. Det er viktig å få frem at klimagassberegninger eller -regnskap i seg selv ikke kan brukes til «grønnvasking». Klimagassregnskap rapporterer kun et tall på eksempelvis x antall CO₂-ekv. /m², som ikke har en positiv eller negativ verdi isolert sett. Derimot når klimagassregnskapet settes i kontekst og sammenlignes opp mot noe annet, kan det brukes til «grønnvasking». Her kommer referansebygget inn.

Ved bruk av «feil» referansebygg, kan byggeprosjekter grønnvaskes. På den ene siden er et referansebygg som benyttes i forbindelse med klimagassregnskap aldri feil, så lenge det oppfyller de kravene til et referansebygg som byggherren har valgt for det aktuelle prosjektet. På den andre siden er et referansebygg som er manipulert feil med tanke på formålet. Et «feil» referansebygg kan gjøre at det oppnås et resultat som får prosjektet til å virke grønnere enn det faktisk er. M3 fastslår at det ofte er vanskelig å finne ut akkurat hva som er manipulert i et klimagassregnskap for en som ikke har LCA-bakgrunn. Funn fra både intervjuer og case-prosjekt tyder på at byggherren som oftest ikke har en inngående kunnskap i LCA-metodikken eller vesentlig innsikt i klimagassregnskapet. Dermed kan det være vanskelig for byggherren å oppdage om referansebygget er «feil». Dessuten poengterer M2 og M3 at mange byggherrer uansett er mest fokusert på den prosentvise reduksjonen i utslipp. Dette er likevel naturlig i et BREEAM-prosjekt, hvor man er avhengig av poeng for å oppnå et klassifiseringsnivå. Imidlertid, basert på diskusjonen om bruk av «feil» referansebygg, kan det hevdes at man ikke burde være for opphengt i denne utslippsreduksjonen mot et referansebygg.

BREEAM er et miljøsertifiseringssystem, hvor klimagassregnskap inngår som én av mange parametere. I BREEAM får klimagassregnskapet en kvalitativ verdi i form av et klassifisert nivå, som for eksempel «BREEAM Very Good». Satt på spissen kan bruk av «feil» referansebygg i klimagassregnskapet i BREEAM, gjøre at man oppnår to poeng istedenfor ett, som igjen kan bidra til at man oppnår en høyere samlet poengscore og et høyere klassifiseringsnivå. Dersom prosjektet da klassifiseres til «BREEAM Excellent» istedenfor «Very Good», har blant annet juksing bidratt som grunnlag for denne økningen. Dette viser at bruk av referansebygg åpner for et taktikkeri ved å velge et «feil» referansebygg det er gjort endringer som blir mer fordelaktig for ditt eget bygg. Ved å sammenligne sitt eget bygg med et «feil» referansebygg, kan bygget fremstå veldig bra miljømessig selv om det i virkeligheten egentlig er et helt standard bygg.

Dette kan knyttes til «Allmenningens tragedie» som oppstår når en fellesressurs ødelegges fordi alle brukerne av ressursen handler til sitt eget beste, på bekostning av fellesskapet, selv om de på lang sikt skader seg selv. Å bruke «feil» referansebygg kan betraktes som å handle til sitt eget beste ved at det gir en fordel for det individuelle prosjektet. Fordelen er at prosjektet fremstår grønnere enn det er, og det blir kanskje klassifisert til et høyere nivå i BREEAM. Derimot går dette på bekostning av samtlige aktører i byggenæringen. Dersom alle bruker «feil» referansebygg i klimagassregnskapet til sin egen fordel, vil det

på lang sikt ha negative konsekvenser for både en selv og resten av bransjen. For det første kan det bidra til å sinke utviklingen av klimagassregnskap i bransjen siden valg baseres på feil faktagrunnlag. For det andre kan aktører i bransjen miste tilliten til klimagassberegninger som metode. Dersom folk har vanskeligheter med å stole på resultatene som regnskapet rapporterer, kan det gjøre at færre bruker klimagassregnskap i prosjektene. Da blir det vanskeligere for regnskapet å få en plass i beslutningsgrunnlaget.

Å bruke «feil» referansebygg kan derfor gjøre at betraktninger om klimagassregnskap som et pålitelig og nyttig beslutningsverktøy, svekkes på lang sikt. Dermed blir det vanskeligere å integrere verktøyet i byggenæringen for å redusere klimagassutslipp. Dette vil på lang sikt medføre negative konsekvenser for hele byggenæringen, ettersom man må finne en annen metode for å redusere utslipp. På bakgrunn av de diskuterte funnene, kan det hevdes at det faktiske klimafotavtrykket som har gått med i prosjektet er viktig å få frem, og ikke kun utslippsreduksjonen som prosjektet har oppnådd.

Manglende sammenlignbarhet og standardisering

Samtlige beslutningsnivåer trekker frem utfordringer knyttet til referansebygget i intervjuene. Dette tyder på at problematikken rundt referansebygg er på dagsordenen. Problematikken omhandler ikke kun manipulering for å bruke resultatene til egen vinning, men er samtidig knyttet til tidspunkt for etablering, sammenlignbarhet og standardisering av referansebygg. Wiik *et al.* (2020) fastslår en ulempe ved bruk av referansebygg, som er at beregninger av referansebygget utføres i hvert enkelt prosjekt. Dette gjør at beregnede utslippsreduksjoner kan gjenspeile en tilpasset referanse fremfor tiltak i prosjektet. B2 fremhever et lignende aspekt. Referansebygget fastsettes når kontrakt inngås, slik at B2 har referansebygg fra flere ulike tider som er satt på svært ulikt nivå.

Ettersom byggherrer setter ulike krav til referansebygget på ulike kontraktstidspunkt, kan det bidra til potensielt svært forskjellige referansebygg i ulike byggeprosjekter. Dermed vil ikke referansebyggene eller utslippsreduksjonene i de forskjellige prosjektene, være sammenlignbare. M3 fastslår at referansen endrer seg hele tiden. Ettersom det gjennomsnittlige referansebygget blir bedre og bedre, kan referansebygget bidra til å gi et feil bilde på hva man har fått til klimamessig i de ulike prosjektene. I tillegg hevder B2 at utslippsnivået som referansebygget angir, avhenger i stor grad av gjeldende forskriftskrav og praksis på eksisterende tidspunkt. Dette tydeliggjør en manglende standardisering av å utarbeide referansebygg. NS 3720 omfatter heller ikke noen standardisert måte å lage referansebygg. En løsning på dette kan være å utarbeide en håndfast norm eller en norsk standard for referansebygg med tydelige rammer, retningslinjer og krav til eksempelvis oppbygning, utforming og omfang.

På en annen side påpeker M2 at det har blitt en generell praksis å ta utgangspunkt i One Click LCA sitt automatisk genererte referansebygg, Carbon Designer. Dette er en add-on til programvaren, og ifølge M2 er det «et ganske strengt referansebygg». Dette kan ha å gjøre med at det jobbes kontinuerlig med å forbedre One Click LCA. M3 trekker frem at rådgiverne har blitt benyttet som eksperter i en kvalitetssikringsrunde av verktøyet. Dersom det har blitt oppdaget feil, har de meldt det inn slik at det har blitt fikset underveis. Dermed kan det tenkes at rådgivere har rapportert eventuelle feil med Carbon Designer, som deretter har blitt rettet opp i og gjort det til «et strengt referansebygg».

Ettersom One Click LCA begynner å bli bransjenormen i Norge på klimagassregnskap, kan det tenkes at flere og flere benytter Carbon Designer i beregningene. Dersom samtlige

prosjekter i den norske byggenæringen sammenlignes opp mot Carbon Designer, kan det betraktes som at prosjektene sammenlignes mot det samme referansenivået. Da kan det hevdes at utslippsreduksjonene for ulike prosjekter også er sammenlignbare. Imidlertid vil fortsatt referansebygg fra ulike tider være satt på ulikt nivå, og derfor ikke være sammenlignbare i stor grad.

I tillegg erfarte M3 i ett av sine prosjekter at de ikke kunne bruke Carbon Designer fordi det fikk lavere utslipp enn prosjektert bygg. Da ville det ikke gitt noen utslippsreduksjon. Årsaken var blant annet at Carbon Designer ikke var representativt for formen på bygget. Dermed ble det laget et referansebygg i One Click LCA basert på prosjekterte mengder. Dette gjorde at referansebygget ble laget på et senere tidspunkt i byggeprosessen enn først planlagt, og det tok mye mer tid. Det kan tenkes at det finnes flere prosjekter der Carbon Designer ikke klarer å ta hensyn til formen på bygget eller andre faktorer, slik at det må lages egenproduserte referansebygg. Dette bidrar til å opprettholde den manglende sammenlignbarheten mellom referansebyggene.

5.2.3 Målemetoder i klimagassregnskapet

Triksing med tall

P5 hevder at realistiske kriterier og målemetoder for beregninger av klimafotavtrykket, er viktig for å få respekt for klimagassregnskap som arbeidsmetode. Imidlertid tyder flere av intervjuene på at det foregår triksing med tall i klimagassberegningene i dagens BA-næring. P8 trekker frem at det er vanskelig å få referansene riktig og at mange tall i regnskapet bidrar til å komplisere det hele. P1 erfarer at det er mye diskusjon og juksing rundt klimagassregnskap, og at det er mulig å vri konklusjonen dit man vil.

Det kan være flere årsaker til at det forekommer triksing med tall i beregningene. Ut fra P1 sine erfaringer, kan det tyde på at aktører jukser med klimagassregnskapet for å bruke det til sin egen fordel. Det samme aspektet ble diskutert i forbindelse med bruk av «feil» referansebygg. Ut fra P8 sine erfaringer, kan det derimot tyde på manglende kompetanse og erfaringer med å utarbeide klimagassregnskap. Triksing med tall i beregningene gjør noe med P1 og P8 sine holdninger til klimagassregnskapet. P1 mener at klimagassregnskap ikke er en veldig nyttig metode, mens P8 sier at tilliten til resultatene fra regnskapet ikke er særlig stor. Når prosjekteringsledere mister tilliten til og respekten for klimagassregnskapet, bidrar det til å svekke metodens påvirkningspotensial på beslutninger i stor grad.

Måling av utslipp «per kvadratmeter»

En målemetode i klimagassregnskapet som kan tilrettelegge for triksing med tall, er å gjøre målinger «per kvadratmeter». Dette gjelder målinger av blant annet energi og klimagassutslipp. P2 trekker frem at ved målinger «per kvadratmeter» får man ikke uttelling for det viktigste klimatiltaket, nemlig å bygge arealeffektivt. For eksempel hvis et prosjekt er på grensen til å oppnå et klimamål og skal rapportere utslipp som CO₂-ekvivalenter per kvadratmeter, kan man i teorien enten redusere utslippet eller øke antall kvadratmeter i bygget. Å øke arealet av bygget med noen få kvadratmeter, kan ved første øyekast betraktes som et raskt og enkelt tiltak for å komme innenfor grensen slik at målet oppnås.

Derimot er dette tiltaket en driver i feil retning når det gjelder reduksjon av klimagassutslipp fra bygninger. Ved å øke byggets kvadratmeter noe, brukes det mer materialer. Det vil igjen medføre økte klimagassutslipp siden produksjonen av disse materialene gir

tilhørende utslipp. Dette viser at å bygge arealeffektivt henger tett sammen med å bygge materialeffektivt. Ettersom de globale utslippene fra produksjon av materialer er økende, strider dette tiltaket også mot målene i Parisavtalen. Selv om utslippene per kvadratmeter blir lavere ved å øke arealet, blir totalutslippet for bygningen høyere. Dette understøtter viktigheten av å rapportere det samlede CO₂-utslippet som bygget produserer. På bakgrunn av dette, kan det hevdes at måling «per kvadratmeter» i klimagassregnskapet kan brukes til «grønnvasking» av prosjekter.

Måling av utslipp «per funksjon»

P2 hevder at «ved målinger per kvadratmeter kommer man dårligere ut hvis man er flink til å spare areal», og mener målinger «per funksjon», som «per boligenhet» eller «per kontoransatt», er mer fornuftige målemetoder. Med utslipp per boligenhet må det imidlertid defineres hva som utgjør en boligenhet. I likhet med P2, fastslår den nyeste rapporten fra IRP (2020) at å gå over til målinger ut fra en funksjonsbeskrivelse er et viktig tiltak. Det kan bidra til økt materialeffektivitet, som er en nøkkelmulighet for å oppnå 1,5-gradersmålet i Parisavtalen. Eksempler på aktuelle målinger «per funksjon» som kan erstatte målinger «per kvadratmeter», er utslipp «per sengeplass» eller «per kontorarbeidsplass».

For eksempel kan man beregne utslipp fra en studentbolig ved å se på antallet studenter som bor i studentboligen, og dermed måle utslipp «per sengeplass». Imidlertid må det da etableres en standard for hvordan man skal definere denne funksjonen. Det foreslås å inndelegge utslipp «per funksjon» i to typer måleenheter, som relaterer antall kvadratmeter av bygningen til både byggets funksjon og klimapåvirkning som følger:

$$\frac{m^2}{funksjon} \times \frac{CO_2 \text{ ekv.}}{m^2} = \frac{CO_2 \text{ ekv.}}{funksjon}$$

Eksempelvis kan man definere gjennomsnittlig antall m² per arbeidsplass i et kontorbygg og hvor mye CO₂-utslipp som kreves per m². Til sammen gir dette CO₂-utslipp per arbeidsplass. Med utgangspunkt i formelen, vil det ikke være noen hensikt å øke antall m² for å oppnå et mål. Dermed kan det hevdes at måling «per funksjon» i større grad tilrettelegger for at prosjektet skal bygge arealeffektivt. Å gå over fra måling «per kvadratmeter» til måling «per funksjon», kan bidra til å rette mer fokus mot bruken av bygningen istedenfor bygningen som produkt.

5.2.4 Bruk av referanse- og grenseverdier

Som diskutert i kapittel 5.2.2, har det frem til nylig vært hensiktsmessig å benytte referansebygg i klimagassregnskapet grunnet lite datagrunnlag på utslippsnivå fra ulike bygningstyper. Nå i 2021 har klimagassregnskap vært tilgjengelig i den norske byggenæringen i 13 år. Det har vært en stor utvikling av klimagassberegninger i byggenæringen siden klimagassregnskap.no ble lansert i 2008.

For det første tok One Click LCA over som det offisielle verktøyet i perioden 2017 til 2018. Som presentert i Vedlegg A, har One Click LCA en rekke forbedringer i både metodikk og funksjoner. For det andre ble den norske standarden for klimagassberegninger, NS 3720, publisert i 2018. Wiik *et al.* (2020) fastslår at det har vært en økning i klimagassberegninger av norske bygninger de siste årene. Det er nærliggende å tenke at NS 3720 har bidratt til denne økningen. På bakgrunn av denne positive utviklingen, kan det tenkes

at byggenæringen nå har mer kunnskap om hva et akseptabelt klimafotavtrykk fra ulike bygningstyper er.

Gjennom økt antall klimagassregnskap av bygninger, gir det mer erfaringstall om miljøpåvirkning og CO₂-utslipp knyttet til ulike bygningstyper. Et alternativ til bruk av referansebygg for å vise en oppnådd utslippsreduksjon, er dermed å fastsette ulike benchmarks (referanse- eller grenseverdier) basert på erfaringstall som prosjektet kan måles opp mot. Den nylig publiserte ISO-standarden om bærekraft i bygninger definerer prinsipper, krav og retningslinjer for utviklingen og bruken av referanse- og grenseverdier i vurderingen av den økonomiske, sosiale og/eller miljømessige prestasjonen av bygninger (ISO, 2020). For eksempel kan en ny norsk standard eller byggeforskrift fastsette grenseverdier for ulike bygningstyper som angir et akseptabelt CO₂-utslippsnivå å være innenfor.

Ifølge Hollberg, Lützkendorf og Habert (2019) foreligger det et behov for benchmarks på klimagassutslipp i forskjellige faser av bygningens livsløp som kan fungere som en orientering for de prosjekterende. Wiik *et al.* (2020) har samlet inn livsløpsbaserte data for klimagassutslipp fra norske bygninger, og etablert vitenskapelig forankrede referanseverdier for utslippsnivå for materialbruk i bygninger. Rapporten anbefaler at de brukes som bransjeveiledning i eksempelvis BREEAM-sertifisering, offentlige anskaffelser og til lovgivning i norske byggeforskrifter (Wiik *et al.*, 2020).

Med utgangspunkt i definerte referanse- eller grenseverdier, kan byggherrer stille utslippskrav i kontrakt med entreprenører og prosjekterende. Dermed kan det stilles en utslippsramme direkte uten å måtte gå veien om et referansebygg. For å sikre god forankring av utslippskrav nedover i verdikjeden, kan entreprenører stille tilsvarende utslippskrav overfor sine kontraherte underentreprenører. Deretter kan disse igjen stille utslippskrav til sine produsenter. Imidlertid krever dette at byggherren fastsetter de overordnede utslippskravene i prosjektet på et tidlig tidspunkt. En annen vei å gå er at byggherren selv stiller utslippskrav direkte til leverandører i tidligfasen. Grønn Byggallianse (2021b) presiserer at å stille krav til referanseverdier for materialer som utgjør store bidragsyttere til CO₂-utslipp, er et av de viktigste tiltakene innenfor materialbruk for å redusere utslipp. Da kan byggherren stille krav til utslipp fra enkeltprodukter og -materialer basert på fastsatte referanseverdier. På den måten kan byggherren sikre gode, klimavennlige produkter fra leverandører på et tidlig tidspunkt.

M3 trekker frem et interessant poeng ved kvantifisering av utslipp i klimagassregnskap; å samle klimagassregnskap for alle byggeprosjektene en byggherre forvalter inn i en portefølje. Dette gjør at byggherren kan sammenligne utslipp fra de ulike prosjektene, samt ha oversikt over det samlede klimagassutslippet fra alle prosjektene. Dette prinsippet med porteføljer av klimagassregnskap, kan overføres til porteføljer med referanseverdier basert på erfaringstall. Istedenfor at hver enkelt byggherre har hver sin portefølje med verdier, kan det etableres en felles, omforent portefølje for hele byggenæringen. Dette blir mer som en database som kan inneholde referanseverdier på CO₂-utslipp i forskjellige faser av en bygnings livsløp. Referanseverdiene kan både settes for ulike bygningsdeler og bygningstyper (eksempelvis skolebygg, helsebygg, boligblokker og kontorbygg).

I en slik offentlig database for referanseverdier, kan ulike aktører oppdatere og legge til verdier etter hvert som det innhentes mer erfaringstall gjennom klimagassregnskapene. Det påpekes at det eksisterte en lignende type database for noen år siden i tilknytning til det tidligere verktøyet klimagassregnskap.no. Ettersom databasen var gratis, var det en

utfordring med begrensede ressurser til å oppdatere utslippstallene. Derfor mistet det kredibiliteten. Imidlertid er det en helt annen bevissthet rundt klimagassberegninger nå.

For å kunne etablere en database med høy kredibilitet, foreslås det at referanseverdiene kvalitetssikres av for eksempel noen utnevnte dedikerte klima- og miljørådgivere. Basert på anbefalinger i Wiik *et al.* (2020), kan referanseverdiene strammes inn årlig for å sikre at de nasjonale klimamålene nås. Imidlertid er det en viktig forutsetning som må ligge til grunn for å etablere en slik offentlig database for referanseverdier: En stor andel av ulike aktører i byggenæringen må være omforente med at reduksjon av klimagassutslipp skal være en prioritert sak på agendaen i byggeprosjekter. Et viktig argument for at hele næringen skal samarbeide om å redusere utslipp, er at forurensning av klimagassutslipp inngår som et ressursproblem i «Allmenningens tragedie». Konsekvensene av CO₂-utslipp fra byggeaktivitet vil på lang sikt påvirke hver og én av oss.

5.2.5 Vekting av miljø og klimagassregnskap i tilbudskonkurransen

M3 har erfaringer fra en tilbudskonkurranse med 25 % vekting av miljø og klimagassregnskap. I dette tilfellet har byggherren satt klimahåndtering på dagsordenen gjennom en vesentlig vekting i konkurransen. Dette bidrar til en markant økning av klima og miljø sin betydning. I konkurransen står bruk av klimagassregnskap og referansebygg sentralt. Det kan være flere intensjoner som ligger bak en slik type konkurranse fra oppdragsgiver sin side. Referansebygget brukes ikke bare til å få frem en utslippsreduksjon, men også å belyse kompetansen i bransjen. Det at entreprenørene selv satte den prosentvise utslippsreduksjonen, ga en stor variasjon i estimerte prosentreduksjoner. M3 presiserer et interessant funn om at det kom inn tilbud med alt fra 40 % reduksjon til en økning i utslipp sammenlignet med referansebygget. Dette tyder på at det er en stor forskjell i kompetansen hos entreprenørene der en del ikke helt vet hva de priser.

Det er i tillegg knyttet stor risiko til denne utslippsreduksjonen fordi det er et punkt i kontrakten. Entreprenørene har forpliktet seg til å levere den reduksjonen de presenterer i tilbudet. På en side kan noen aktører gå hardt ut og estimere en ambisiøs utslippsreduksjon på eksempelvis 70 % slik at de vinner jobben, men det vil være kritisk om de ikke klarer å innfri dette. På en annen side kan det være noen aktører som presenterer en utslippsreduksjon på eksempelvis 20 %, som kanskje er mer realistisk, men for lite ambisiøs til at de får jobben. Dette eksempelet er satt på spissen, men viser likevel viktigheten av at aktørene har tilstrekkelig kompetanse på dette fagområdet når de deltar i en slik type konkurranse. Denne typen konkurranse styrker organisasjonen som utfører klimagassberegninger, og gjør de mer konkurransedyktige om jobbene med miljøambisjoner. Hvis en aktør ikke klarer å ta hensyn til en slik utslippsreduksjon i leveringen av tilbudet, så får de ikke jobben. Dermed gir det et konkurransefortrinn til de kompetente entreprenørene i bransjen på klimagassberegninger.

5.2.6 Fortrinn for byggherrer

Det fremkommer i intervjuene at dagens klimagassberegninger i hovedsak utføres på næringsbygg. P2 trekker frem en mulig årsak om at byggherrene i disse prosjektene ser på det som et fortrinn, enten ved å vise seg som en grønn utbygger eller at bygget kan være lettere å selge eller leie ut. Dette kan relateres til byggherrenes omdømme og kontroll. P4 erfarer at flere og flere leietakere ønsker å leie lokaler i bygninger som er dokumentert grønne. Dersom byggherrer bruker klimagassregnskap for å dokumentere grønne bygg, kan det styrke deres posisjon i bransjen. P4 mener sertifiseringssystemer som BREEAM har blitt et pressmiddel for byggherrer som ønsker å dekke leietakernes

behov om et bygg som er dokumentert grønt. Dermed kan det være lettere for byggherrer å få leietakerne til sine bygg, hvis de bruker klimagassregnskap i tilknytning til eksempelvis ZEB eller BREEAM.

5.2.7 Grønne lån

P1 trekker frem at «enda mer grønne lån og krav til grønne bygg i form av finansiering», kan styrke klimagassberegninger sitt påvirkningspotensial på beslutninger. Grønne lån er lån til en lavere rente gitt at bygget oppfyller visse kriterier for et bærekraftig bygg. For Norge og fellesskapet, gir grønne lån en stor gevinst. Gjennom bærekraftig bygging blir miljøpåvirkningen fra byggenæringen redusert. Dette bidrar til at Norge kan klare å nå målene i Parisavtalen. Imidlertid er viktigheten av dette nødvendigvis ikke så åpenbar for den individuelle utbygger. Slike lån er en måte å kompensere på for å gjøre bærekraftig bygging mer attraktivt for utbyggere og de som tar beslutninger. For eksempel går nå storbanken DNB foran og tilbyr grønne byggelån til utbyggere som kan dokumentere et nybygg med minimum «BREEAM-NOR Very Good»-sertifiseringen eller Svanemerket, samt minimum energiklasse B (Saltnes, 2021). Dette viser at storbanken har valgt å være en bidragsyter til bærekraftig bygging, og bruker finansiering som et effektivt middel. Ved å gi utbyggere billigere lån, muliggjør det mer salg i markedet.

Klimagassregnskap har sammenheng med grønne lån ettersom det er en metode som kan bidra til å oppnå BREEAM-sertifisering. Dermed kan det hevdes at dersom utbyggere ikke velger å utføre klimagassregnskap som bidrag til å oppnå BREEAM-sertifisering, vil det koste dem mer. Dette viser at de som sitter med pengene har en betydelig makt. DNB sin finansiering til grønne bygg kan betraktes som at de snur om på prinsippet for «Allmenningens tragedie»: Tidligere kan det ha vært slik at dersom man ønsker å utføre klimagassregnskap, må man kjøpe denne tjenesten uten å få noe særlig igjen for det. Nå uttrykker DNB at dersom en velger å kjøpe klimagassregnskap for å skape et grønt bygg, får man et billigere lån. Dermed vil grønne lån bidra til at denne fellesressursen, klimagassregnskap, styrkes selv om alle brukere av den handler til sitt eget beste for å få grønt lån. På lang sikt vil det gagne hver enkelt bruker av klimagassregnskap fordi renten blir lavere. Det foreslås å døpe dette til et prinsipp i «Allmenningens glede».

På en annen side er foreløpig ikke klimagassregnskap et direkte krav fra DNB for å få et grønt byggelån, men det er innbakt som en del av BREEAM-sertifiseringen. Dermed kan et hvert byggeprosjekt velge å gå for eller utelate poengene som relateres til klimagassregnskap. Ettersom BREEAM er inngangen de fleste aktører har til å bruke klimagassregnskap, fremhever P6 og B2 viktigheten av at klimagassregnskap får en mer sentral plass i ny BREEAM-manual. Utsagnet til P1 kan tolkes som at hvis man kan legge frem et klimagassregnskap som dokumentasjon for et grønt bygg, kan man få enda mer finansiering. Dersom resultatet av å gjøre et klimagassregnskap kan bli økt lån til lavere rente, setter det virkelig fart på betydningen av klimagassregnskapet.

For at det skal bli mulig i dagens byggenæring, tyder funnene på at klimagassregnskap må vektles opp i BREEAM. En bedre uttelling for å utføre klimagassregnskap, vil gjøre det enklere for aktører å velge og gå for akkurat disse poengene i BREEAM. En forutsetning må da være at resultatene fra klimagassregnskapet brukes til å påvirke beslutninger for å optimalisere klimafotavtrykket til bygninger. Hvis man da gjør et klimagassregnskap mot slutten av byggeprosjektet kun for dokumentasjon, er det ikke sikkert man får enda mer grønne lån. Men dersom klimagassberegninger brukes underveis i byggeprosessen til å gjøre riktige og klimavennlige valg, kan det føre til at man får økt finansiering.

5.3 Resultater fra klimagassberegninger som beslutningsgrunnlag

I denne delen diskuteres relevante funn som skal danne grunnlaget for å besvare forskningsspørsmål 3.

5.3.1 Fremstilling og formidling av resultater

Viktige forutsetninger for at resultater fra klimagassberegninger kan fungere som beslutningsgrunnlag, er at de fremstilles og formidles på en forståelig måte til de som tar beslutningene. PL hevder at byggherren skal være med å beslutte de fleste beslutninger, både når det gjelder innkjøp, utforming, prosjektering og løsnings- og materialvalg. Ettersom byggherren ofte ikke har inngående kompetanse på klimagassberegninger, kan resultatene fort oppfattes kompliserte og uforståelig. En type fremstilling som kan bidra til å tydeliggjøre resultatene, er visualisering. Hollberg *et al.* (2021) hevder at behovet for å visualisere LCA-resultater for å understøtte tolkningen, øker etter hvert som LCA benyttes mer og mer i beslutningstaking gjennom designprosessen av bygninger. Ifølge Meex *et al.* (2018) etterspørres ofte visualisering av analyseresultater av designere og arkitekter.

Dette understøttes av intervjupersoner på samtlige beslutningsnivåer. P6 og M1 erfarer at både oppdragsgiver, ingeniører og arkitekter er mer glade i tydelige, visuelle fremstillinger med figurer, fremfor en lang rapport med mye tekst. Dersom resultatene fra klimagassberegninger ikke er forståelige for beslutningstakere, vil det være vanskelig for dem å se nytten av metoden. Hvis de ikke ser nytten av det, vil resultatene ha minimal påvirkning i beslutningsgrunnlaget. For at klimagassberegninger skal kunne brukes i størst mulig grad som et beslutningsverktøy, må det derfor oppfattes som en nyttig metode for samtlige beslutningsnivåer. Dette gjelder særlig nivå 1 og 2, ettersom det er en bred enighet innad i nivå 3 om at klimagassberegninger er et nyttig verktøy for å understøtte beslutninger. Visualiseringer gjør klimagassberegninger mer håndfast ved å tydeliggjøre hvilke utslippsposter det må jobbes med. Dette kan bidra til å få frem nytten av klimagassberegninger, og gjøre det lettere å forankre det i prosjektet. Dermed kan det hevdes at visualiseringer av utslipp fordelt på eksempelvis ulike bygningskomponenter- og materialer, er en effektiv måte for å øke klimagassberegningers betydning i beslutningsgrunnlaget.

Visualisering kan gjøre det enklere for miljørådgiver å formidle resultatene underveis i prosjektet. B2 mener klimagassberegninger kunne fått større betydning dersom miljørådgiver formidler resultatene i sammenhenger hvor det er stor forskjell mellom klimafotavtrykket til ulike konsepter eller produkter. Dette krever dermed verktøy som tilfredsstillende god visualisering. Röck *et al.* (2018) hevder at pålitelige og brukervennlige LCA-verktøy, som understøtter en tydelig og forståelig formidling av LCA-resultatene, er avgjørende for å forbedre og øke bruken av LCA i designprosessen av bygninger.

One Click LCA er i dag det mest utbredte verktøyet for klimagassberegninger i den norske byggenæringen. På den ene siden påpeker M2 og M3 at One Click LCA er svært brukervennlig og intuitivt, og det kreves lite forkunnskaper for å bruke det. I tillegg er verktøyet kompatibelt i henhold til NS 3720 og har en omfattende EPD-database. Ifølge Hollberg *et al.* (2021) har One Click LCA flere ulike visualiseringstyper tilgjengelig, som vist i Vedlegg C. Dette viser at One Click LCA tilrettelegger for at flere aktører, også de uten LCA-bakgrunn, kan bruke klimagassberegninger i byggeprosjekter. Dette tyder på at One Click LCA kan bidra til å forbedre og øke bruken av klimagassberegninger i tidligfasen av bygninger.

På den andre siden påpeker M2 og M3 at One Click LCA ikke er særlig gjennomsliktig ettersom det er en rekke grep som ikke står tydelig i brukermanualen. For flere av beregningene, er det vanskelig å se hva som har blitt gjort. Det er betydelig lettere for en utøver med høy kompetanse å oppdage om data som kommer ut er feil, enn en utøver uten LCA-bakgrunn. Dermed kan det være enklere for en utøver med mindre kompetanse å stole blindt på resultatene og ta en beslutning på feil grunnlag. Til tross for at One Click LCA er et brukervennlig verktøy for alle typer utøvere, er det ikke noe poeng at det brukes mer dersom beslutningsgrunnlaget blir feil. Det kan føre til at det gjøres vurderinger som man tror er bærekraftige, men som egentlig ikke er det. Imidlertid viser funn fra intervjuer at det stort sett er dedikerte klima- og miljørådgivere som utfører klimagassberegninger i den norske byggenæringen i dag. Dermed kan det hevdes at beslutninger basert på resultater fra klimagassberegninger, som regel foretas på riktig grunnlag.

5.3.2 Helhetlige vurderinger av beslutningsgrunnlaget

Skyttermoen og Vaagaasar (2015) stadfester at en beslutning ikke kan isoleres fra sin sammenheng da den inngår i en beslutningsprosess som inkluderer vurderinger og handlinger. Dette har blant annet sammenheng med at ulike beslutningsnivåer tar ulike typer beslutninger. Det faglig utøvende nivået har kompetansen på de tekniske beslutningene knyttet til klimagassregnskapet. På den ene siden foretar miljørådgiverne en rekke større og mindre beslutninger for å bygge opp regnskapet, der noen av de mindre valgene kan tas isolert fra de høyere nivåene. På den andre siden finnes det flere årsaker til at mesteparten av de tekniske beslutningene ikke kan besluttes uavhengig av de andre nivåene.

For det første trenger tekniske beslutninger aksept og forankring i overliggende nivåer. Ifølge PL skal byggherren beslutte alle produkter som vil være synlige i prosjektet. For det andre er det nødvendig at disse beslutningene vurderes opp mot andre faktorer slik at det kan gjøres helhetlige vurderinger av beslutningsgrunnlaget. M3 trekker frem følgende eksempel som kun tar hensyn til klimagass: «Å velge et isolasjonsmateriale som produserer mindre klimagassutslipp enn et annet, men som har dårligere U-verdi slik at det går mer energi til oppvarming.» Dette viser at det er flere faktorer enn klimagassutslippet i produktet som er viktig.

Et annet eksempel er valg av lavkarbonbetong i forhold til fremdrift i prosjektet. Ved å velge den beste lavkarbonbetongen, kan det gå på bekostning av fremdriften i prosjektet. Denne typen betong produserer mye mindre varme, og kan derfor bruke lengre tid på å herde enn andre typer som genererer noe mer utslipp. Dersom prosjektet skal støpe på vinterstid, kan det medføre at støpingen tar mye lenger tid enn planlagt. Dermed kan det skape store forsinkelser, som igjen kan føre til økte kostnader for prosjektet. De faglig utøvende legger inn type lavkarbonbetong i regnskapet, men hvilken type betong som skal brukes må besluttes av et høyere beslutningsnivå.

Det er flere årsaker til dette, blant annet at beslutningen må vurderes opp mot andre forhold i prosjektet. P9 trekker frem at i sitt prosjekt vurderes beslutninger med hensyn på det som skaper mest nytte for prosjektet, fremtidig drift og vedlikehold, samt naboer med tanke på hvordan de opplever påkjenninger. Da kommer de positive og negative sidene ved samtlige forhold på bordet. P9 påpeker at den endelige beslutningen vil ikke alltid bli det som er best for naboen, økonomien eller fremtidig vedlikehold. Imidlertid er det viktig å finne en middelvei som gir det positive ut av alt. De overnevnte eksemplene viser viktigheten av å se det store bildet og foreta beslutninger på et helhetlig grunnlag i prosjekter.

P4 understøtter påstanden til Skyttermoen og Vaagaasar (2015) ved å trekke frem beslutninger knyttet til miljøambisjoner og økonomi. Det kan hevdes at for å gjøre de riktige beslutningene i et prosjekt, må det fokuseres på balansegangen mellom disse. I noen tilfeller vil det ene vurderes som viktigere enn det andre, mens i andre tilfeller vil det være omvendt. Hver beslutning må dermed vurderes i lys av sin sammenheng i prosjektet. P4 legger videre vekt på at det må være en balanse mellom miljøambisjoner og prosjektets funksjon. Eksempelvis for et skolebygg er det viktig at ikke miljøambisjonene overskygger det en skole faktisk skal være, nemlig en læringsarena. P4 mener at det å få den riktige pedagogiske oppbyggingen av prosjektet, må ha førsteprioritet foran miljø. Det må ikke utvikles løsninger som går på kant med hvordan en skole faktisk skal brukes.

I forbindelse med beslutning om bæresystemet, trekker P4 frem at flere i bransjen har oppfatninger om at det må brukes massiv tre i bæresystemet for å oppnå store klimagass-reduksjoner. Imidlertid vil ulike tre-konstruksjoner medføre flere søyler og bjelker i bygget, som igjen vil påvirke blant annet montasje for andre fag, fleksibilitet og planløsninger i bygget. P4 poengterer at «har du først valgt en konstruksjon av massiv tre, har du også påvirket hele prosjektet i hele sin driftstid fremover». Dessuten presiserer P4 at det er nødvendig å beslutte type bæresystem som er mest egnet i hvert spesifikt prosjekt. Dersom bygget ikke er egnet for bruk av massiv tre, kan det hende at man uansett må stabilisere med ulike stål- eller betongkonstruksjoner. Dermed kan eksempelvis et bæresystem av en type lavkarbonbetong være en bedre løsning i det aktuelle prosjektet.

Dette viser viktigheten av å gjøre samlede vurderinger av flere faktorer enn klimagass-reduksjoner. For at resultater fra klimagassberegninger skal fungere som beslutningsgrunnlag, kan det ikke forventes at resultatene alltid skal få gjennomslag. Det må være en balansegang mellom resultatene og andre faktorer i beslutningsgrunnlaget. Til tross for at det er viktig å optimalisere løsninger for å redusere utslipp, må beslutninger betraktes i lys av et helhetlig og langsiktig perspektiv. Det innebærer eksempelvis å beslutte de løsningene og materialene for bæresystemet som er passende i det aktuelle prosjektet. Dessuten omhandler det å bygge med hensyn på fleksibilitet for alternativt bruk i fremtiden. For eksempel hvis bæresystemet i et kontorbygg prosjekteres med litt mer mengde enn det som er strengt nødvendig for bygningens bruksformål der og da, vil bygget være bedre tilrettelagt for senere endringer. Dermed kan bygget enklere tilfredsstille behovene til eventuelle nye leietakere i fremtiden.

5.3.3 Sammenheng mellom reduksjon av CO₂-utslipp og kostnader

Schmidt og Crawford (2017) hevder at prosjektkostnadene er en nøkkeldriver for beslutningstaking. Både P5 og P9 understøtter dette med at økonomi ofte er måleparameteren i prosjekter og styrende i beslutningsgrunnlaget. Dersom resultater fra klimagassberegninger blir en integrert del av beslutningsgrunnlaget i prosjekter, har man enda en faktor å ta hensyn til, i tillegg til andre faktorer som økonomi, kvalitet og fremdrift.

P5 hevder at «jo mer beslutningsgrunnlag man har desto lettere er det å ta en beslutning». Det kan diskuteres om det blir lettere eller vanskeligere for beslutningstakere å foreta en beslutning når én til faktor skal tas hensyn til. Umiddelbart kan en finne flere argumenter som svekker intervjupersonens påstand. For det første kan det tenkes at beslutningsgrunnlaget blir mer komplekst når flere faktorer skal vurderes opp mot hverandre, og at det dermed blir mer komplisert å fatte en beslutning. For det andre kan det bli mer tidkrevende å ta en beslutning ettersom flere personer involveres i beslutningstakingen. Dersom klimagassregnskapet skal kunne vurderes på en god måte, kreves det at en person med kompetanse på området kan bistå i vurderingen.

Ettersom kostnader ofte er styrende i prosjekter, kan påstanden avhenge av om resultater fra klimagassberegningene drar i samme retning eller motsatt retning av kostnadene. For det første kan det være lettere å ta en beslutning dersom resultater fra klimagassberegningene drar i samme retning som kostnader. Dette fordi resultatene da vil understøtte og styrke kostnader som nøkkeldriver i prosjektet. For det andre kan det være vanskeligere å ta en beslutning dersom resultatene drar i motsatt retning av kostnader. Da strider resultatene mot det som i utgangspunktet er styrende for beslutninger, slik at beslutningstakere må prioritere hva som vektlegges høyest. Da vil klimagassregnskapets betydning igjen avhenge av hvor sterkt miljøambisjonene er forankret i prosjektet.

Påstanden til P5 avhenger samtidig av hvilket beslutningsnivå som tar beslutningen, og dermed hvilke typer beslutninger det er snakk om. Funn fra intervjuene og case-prosjektet viser at det er flere beslutninger som har blitt påvirket av klimagassberegninger. Dette innebærer i hovedsak beslutninger knyttet til material- og løsningsvalg, men også lokalisering. Disse beslutningene kan bidra til å dra resultatene fra klimagassberegninger i samme retning som kostnader. Dette fordi det er en tydelig sammenheng mellom optimalisering av CO₂-utslipp og kostnader. Dermed kan beslutningene føre til både reduserte CO₂-utslipp og reduserte kostnader i prosjektet.

B1 fastslår at dersom grunnforholdene gir store konsekvenser for miljø, vil det ofte også gi store konsekvenser for kostnader. Klimagassberegninger kan her brukes av byggherren i tidligfasen til å beregne transport i drift for ulike lokaliseringalternativer. På den måten kan man fastslå hvilke konsekvenser alternativene har for klima og miljø, og ta en beslutning ut fra det. Imidlertid hevder B1 at lokalisering er en politisk beslutning som må endelig besluttes av oppdragsgiver.

Gjennom å optimalisere materialbruk i eksempelvis bæresystem og fasade, kan man redusere både kostnader og CO₂-utslipp. P8 trekker frem at dersom man sparer materialer knyttet til massetransport og betongkonstruksjonen i tunnel, så sparer man samtidig CO₂-utslipp. M3 fremhever optimalisering av betong- og stålmengder i bæresystemet som et viktig tiltak for å redusere både utslipp og kostnader. Dette indikerer at å gjøre klimavennlige og grønne valg i prosjekter, kan i mange tilfeller også være lønnsomt. Dersom flere beslutningstakere forstår at reduksjoner av CO₂-utslipp og kostnader henger tett sammen, kan det bidra til at resultater fra klimagassberegninger får en større påvirkning i beslutningsgrunnlaget. Dermed kan det gjøre det lettere å ta en beslutning som både er gunstig når det gjelder kostnader og klimagassutslipp.

5.3.4 Langsiktig gevinst av klimagassregnskap

P2 fastslår at bruk av klimagassregnskap ikke er utbredt på boligbygg, og en årsak kan være at «det er ingen som er villige til å betale mer for en bolig fordi det har blitt gjennomført et klimagassregnskap». Boligkjøpere er som regel kun opptatt av at boligen skal ha en minst mulig prislapp. Den manglende betalingsvilligheten hos boligkjøpere, kan henge sammen med at bransjen ikke har klart å synliggjøre overfor boligkundene den langsiktige gevinsten av å gjøre et klimagassregnskap.

Myndighetene ønsker å redusere utslippene fra norske boliger, som indirekte vil si å redusere energibruken i boligene. En måte å gjøre det på, er å bygge tettere og isolere boligene mer. Dette krever større nøyaktighet og mer materialer i gjennomføringen, samt at byggetiden kan bli noe lengre. På den måten vil byggekostnaden øke, slik at boligkjøperen må betale for eksempel 5 % mer for boligen for å få en lavere strømrregning i årene som kommer. Dette utgjør den langsiktige gevinsten. Klimagassregnskap kan blant

annet bidra til å optimalisere materialvalg og -mengder for å redusere både klimagass og kostnader fra materialer. Ettersom større nøyaktighet i utførelsen og mer robuste materialer øker kvaliteten på bygget, vil det også gi en gevinst i form av lavere driftskostnader gjennom levetiden. Imidlertid kan det kanskje ta 15 til 20 år med lavere strømgning og lavere driftskostnader før boligkjøperen har tjent inn den ekstra kostnaden på 5 %. Dette viser at man må ha et langsiktig tidsperspektiv for å kunne oppnå både en økonomisk og grønn gevinst.

Derimot er det nødvendigvis ikke hensiktsmessig for alle aktører å ha et såpass langt tidsperspektiv når det gjelder kjøp og salg av bolig. På den ene siden har Norge som nasjon et langt tidsperspektiv. Norge har inngått internasjonale forpliktelser under Parisavtalen om å redusere klimagassutslipp som må innfris. På den andre siden er dette mindre hensiktsmessig for en boligkjøper som skal bo der i 5 år eller en utbygger som i hovedsak bygger for raskt videresalg. Dersom utbyggeren ønsker å oppnå høy profitt raskt, er kanskje ikke den interessert i å vente 15 til 20 år for å få gevinsten. Imidlertid hvis man har et langsiktig perspektiv, kan man tjene på å bygge grønne prosjekter. Samtidig vil samfunnet generere et lavere energiforbruk. Å utføre klimagassregnskap er dermed et av mange miljøtiltak man kan gjøre for å oppnå et grønt prosjekt og en økonomisk gevinst på lang sikt.

5.3.5 Beslutningsprosess for bruk av klimagassberegninger

Som beskrevet i kapittel 2.5.1, er LCA en iterativ prosess der økt antall iterasjoner fører til økt fullstendighet og konsistens i LCA-studien, samt i de rapporterte resultatene (Standard Norge, 2006a). Med utgangspunkt i funn fra intervjuer og case-prosjekt, er det utarbeidet en beslutningsprosess for bruk av klimagassberegninger i BA-prosjekter. Den skal bidra til at resultater fra klimagassberegninger kan fungerer som beslutningsgrunnlag. Beslutningsprosessen forløper som en iterativ prosess i likhet med LCA. Figur 5.1 visualiserer prosessen med følgende seks steg:

- Sak på agendaen
- Tilgjengelig informasjon
- Kunnskap og kompetanse
- Involvering
- Konklusjon
- Forpliktelse

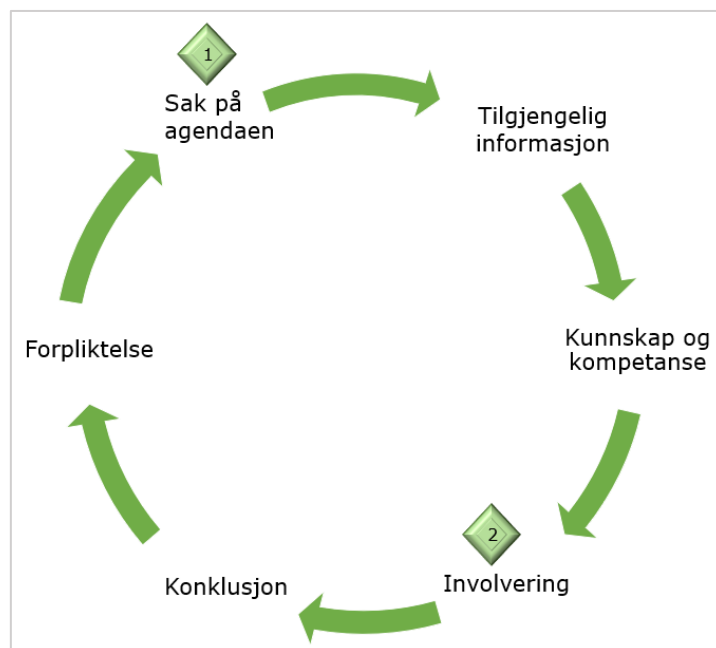
Stegene representerer premisser og forutsetninger som må ligge til grunn for å kunne bruke klimagassberegninger på en optimal måte. De grønne, nummererte rommene i Figur 5.1, illustrerer formidlingspunkter som innebærer formidling mellom beslutningsnivåene innad i stegene. Disse er nærmere beskrevet i kapittel 4.1.9.

Skyttermoen og Vaagaasar (2015) hevder at beslutningsprosesser ofte preges av blant annet maktkamp, tilfeldigheter og subjektive tilnæringer. Det sistnevnte kan være forårsaket av at mennesket ikke anses som en perfekt rasjonell beslutningstaker, og dermed kan heller ikke vurderinger og beslutninger i prosjekter bli det (Skyttermoen og Vaagaasar, 2015). Dette fordi menneskets rasjonalitet begrenses av blant annet tid, økonomi og kompleksitet. PL antyder at beslutningstakernes rasjonelle vurderinger relatert til klimagassberegninger i case-prosjektet, begrenses i flere tilfeller av tid og kompleksitet.

I stedet for perfekt rasjonelle løsninger, fastslår Skyttermoen og Vaagaasar (2015) at mennesket heller søker å finne løsninger som best tilfredsstiller de målsettingene som er satt. Dette kan i flere tilfeller gjenspeiles i case-prosjektet. Byggherren har kun fastsatt én

overordnet målsetting, som er å oppnå BREEAM Excellent. Dette målet er styrende for klimagassregnskapet, og det søkes å finne løsninger som tilfredsstillende dette. PL presiserer at for flere beslutninger, som eksempelvis bæresystem og fasade, har det blitt jobbet aktivt med å optimalisere løsninger for å oppnå en mest mulig rasjonell løsning med hensyn på klimafotavtrykket. Imidlertid er det en rekke beslutningstakere hos byggherren med hver sine synspunkter og meninger, og dermed foretas det en rekke beslutninger med lite vektning på klimagassregnskapet. I disse tilfellene er beslutningstakernes rasjonalitet med hensyn på klima-parameteren blant annet begrenset av kompleksitet og tid.

Ettersom mange beslutningstakere har hver sine saker de ønsker å få gjennomslag for, blir det svært komplekst og tidkrevende hvis samtlige beslutninger også skal inkludere vurderinger med hensyn på klima-parameteren. Et eksempel på en beslutning i case-prosjektet der klimagassregnskapet har liten innvirkning, er gulvbelegg. Derimot gjøres det en rask kontroll på at gulvbelegget som interiørarkitekten velger ut, er tilfredsstillende for å oppnå kravet om BREEAM Excellent. På bakgrunn av dette, presiserer PL at «å velge de materialene som er aller best, er det ikke alltid vi får med oss fordi vi kommer litt sent inn i prosessen». Imidlertid kan det tenkes at flere beslutninger i case-prosjektet kunne vektlagt klimagassregnskapet i større grad. Dette fordi BREEAM og klimagassberegninger ikke alltid er den høyeste prioriteten til flere av beslutningstakerne hos byggherren.



Figur 5.1 Beslutningsprosess for bruk av klimagassberegninger i BA-prosjekter

Figur 5.1 illustrerer at stegene i beslutningsprosessen påvirker hverandre. Eksempelvis vil et forpliktende krav lede til at en etterfølgende sak kommer på agendaen. I likhet med LCA-prosessen, vil et økt antall iterasjoner i beslutningsprosessen lede til økt fullstendighet i bruken av klimagassberegninger. Hensikten er at for hver iterasjon, forbedres bruken mer og mer. Dette fordi ethvert prosjekt som benytter beslutningsprosessen vil gjøre positive og negative erfaringer, der de positive erfaringene tas med inn i det neste prosjektet. Dermed vil samtlige prosjekter som benytter beslutningsprosessen bidra med forbedringer, og være med i utviklingen av bruken. Dersom flere prosjekter velger å benytte prosessen, vil det gjøres forbedringer raskere. På lang sikt kan det oppnås en optimaliserte bruk av klimagassberegninger i BA-næringen.

Med utgangspunkt i funn fra intervjuer og case-prosjekt, diskuteres de seks stegene i beslutningsprosessen nedenfor.

Sak på agendaen innebærer at klimagassberegninger inkluderes i miljøambisjonene og blir en prioritert sak i BA-prosjekter. Det omfatter å sette riktige ambisjoner for hvert prosjekt, og samtidig overkommelige ambisjoner som skyver bransjen fremover. Dersom byggherren setter klimagassberegninger som et fokus og premiss i prosjektet, vil det bidra til å øke bruken av det. Det må være en klar forutsetning i prosjektet om at klimagassberegninger skal være styrende i tillegg til andre faktorer som økonomi, kvalitet og fremdrift. Dette krever at viktigheten av å bruke det tydeliggjøres og at ambisjonen forankres hos samtlige tre beslutningsnivåer.

Dessuten må det kommuniseres tydelig hvilke økonomiske konsekvenser som klimagassberegninger vil medføre, og samtidig hvilke positive gevinster det vil gi. En konsekvens er at byggherre og prosjekt- og prosjekteringsledelse eniges om at noen andre saker kan nedprioriteres til fordel for klimagassberegninger. Dersom byggherre ikke har høye ambisjoner om klimagassberegninger i utgangspunktet, kan miljørådgiver og entreprenør formidle de langsiktige, grønne og økonomiske gevinstene det gir.

Tilgjengelig informasjon på klimapåvirkning er en forutsetning for å utføre klimagassberegninger. Ifølge B1 og PL er vanskelig at samtlige beslutninger i prosjektet foretas med hensyn på klimagassregnskapet. Spesielt i tidligfasen, når det er usikkerhet knyttet til en rekke beslutninger om bygningsdesign og -materialer. Dermed er det fordelaktig å jobbe aktivt med å optimalisere noen prioriterte beslutninger fra en tidlig fase, slik at det kan oppnås store utslippsbesparelser. Det innebærer å prioritere de beslutningene som har størst betydning for utslippene i det aktuelle prosjektet, og innhente gode, prosjektspesifikke EPD-er på disse.

Både Anand og Amor (2017) og P5 påpeker et forbedringspotensial knyttet til tilgjengeligheten av produktdata (EPD-er) for at klimagassberegninger skal fungere i praksis. P5 trekker frem et tiltak om dokumentasjonskrav på produkter, noe som kan øke miljøeffektens betydning og samtidig produsentenes bevissthet rundt en mer miljøvennlig produksjon. Et tiltak for å øke klimaparameterens tilgjengelighet, kan være å synliggjøre klimapåvirkning fra materialer på leverandørsider. Da kan blant annet ARK og rådgivere enkelt sammenligne klimaparameteren med andre egenskaper for ulike produkter.

Kunnskap og kompetanse om klimagassberegninger og nærliggende temaer som energi- og materialbruk, må være til stede i prosjektet. B2 påpeker at miljørådgiver skal være en koordinator på klimahåndtering som samler kunnskapen i prosjektet. Det er viktig med en dedikert og kompetent miljørådgiver som bistår i vurderingen av resultatene. Dette bidrar til at resten av prosjektet får økt tillitt til resultatene som rapporteres, slik at resultatenes betydning i beslutningsgrunnlaget øker. P2 trekker frem at ARK ofte bistår med kunnskap om materialbruk i tilknytning til klimagassberegninger.

Involvering av tverrfaglige roller i klimagassberegningene fra en tidlig fase, er et viktig premiss. Viktigheten av involvering belyses både i litteraturen og intervjuer. Det må tilrettelegges for både tidlig og økt involvering av miljørådgiver i tillegg til nøkkelpersoner fra byggherre og prosjekt- og prosjekteringsledelse. Dette fordi alle må være med å bære konsekvensene av fastsatte målsettinger og valgt materialbruk.

Byggherre, entreprenør og miljørådgiver må være omforente på et tidlig tidspunkt om hvilke ambisjoner, krav og målsettinger som er satt i prosjektet. Miljørådgiver skal prioritere hva som har størst betydning for utslippene og formidle resultater fra beregningene løpende til resten av prosjektet. For å øke miljørådgivers påvirkning, er det hensiktsmessig å konferere han/hun overordnet i tidligfasens andre steg (program- og konseptutvikling), etterfulgt av en tyngre involvering i tidligfasens tredje steg (bearbeiding av valgt konsept). I oppstarten kan miljørådgiver bruke erfaringsbasert kunnskap til å legge noen retningslinjer for klimahåndtering, og vise hvilke grep som kan bidra til store klimagassreduksjoner.

Sentrale aktører hos entreprenøren må involveres i klimagassberegningene for å styre hvordan det påvirker økonomi, produksjon, fremdrift og kvalitet. Blant annet må det følges opp løpende at det brukes tilsvarende materialer i produksjonen som det er planlagt for i beregningene. Involvering av ARK er positivt for å sikre at konsept eller design som det er knyttet sterkt eierskap til, blir ivarettatt. Prosjekteringsapparatet må være involvert for å vite om resultatene og løsningene de tegner kan fungere i prosjektet. Anand og Amor (2017) hevder at større involvering av produsenter og leverandører vil føre til utvikling av bedre databaser og samtidig hjelpe integrasjon av LCA i byggenæringen. P2 påpeker at involvering av leverandører vil øke deres miljøtankegang i produksjonen av bygningsmaterialer.

Det kan hevdes at en gevinst av involvering, er økt eierskap. Dersom flere bidrar i utarbeidelsen av klimagassberegningene underveis i byggeprosessen, vil flere få et økt eierskap til det. Da blir det ikke lenger noe som miljørådgiver driver med på siden som ingen har et forhold til. Gjennom økt eierskap til klimagassregnskapet, kan det gjøre det enklere å tilegne seg nye fokusområder og rutiner som følger med. Dermed kan økt eierskap øke betydningen av klimagassberegninger i beslutningsgrunnlaget.

Konklusjon innebærer å trekke konklusjoner ut fra resultatene som kan fungere som beslutningsgrunnlag. Ettersom de fleste beslutninger om løsnings- og materialvalg må godkjennes av byggherre, er det til slutt byggherre som må avgjøre i hvor stor grad beslutninger skal baseres på klimaparameteren. Dermed er det viktig å påvirke byggherre til å ta hensyn til klimagassberegningene, spesielt for de beslutningene der klimafotavtrykket er viktig. Dette innebærer løsninger som er store utslippsposter, og produkter som gir store materialmengder og derav store utslipp.

Forpliktelse innebærer forpliktende krav og målsettinger til bruk av klimagassberegninger i prosjekter. Samtlige beslutningsnivåer i intervjuer og PL presiserer at krav er en forutsetning for å øke klimagassberegningers betydning i beslutningsgrunnlaget. Det kan diskuteres om eksterne eller interne krav er mest avgjørende for at resultater fra klimagassberegninger skal fungere som beslutningsgrunnlag.

På den ene siden er krav og målsettinger som settes eksternt av byggherre, nødvendig for å forplikte klimagassberegninger på prosjektnivå. For å forplikte klimagassberegninger på et nasjonalt bransjenivå, må flere eksterne instanser på banen og sette tydelige krav. Dette kan være forskriftskrav eller krav fra kommuner. På den andre siden er ikke interne krav som entreprenøren stiller i et prosjekt like forpliktende. Dersom en entreprenør stiller interne krav om bruk av klimagassberegninger i et prosjekt og byggherren ikke setter det samme kravet, er det ikke et kritisk kontraktskrav. Dermed må ikke entreprenøren tilfredsstille dette kravet for å overholde kontrakten.

Imidlertid er interne miljømål hos rådgivere og entreprenører viktige for å forankre bruken av klimagassberegninger i prosjektet. En forutsetning er at miljømålene bringes opp på agendaen flere ganger i prosjektgjennomføringen. Dermed tar flere aktører enn byggherren en proaktiv rolle i arbeidet med å redusere utslipp, slik at betydningen av klimagassberegninger løftes. På bakgrunn av dette kan det hevdes at eksterne krav veier tyngst, men at interne mål er viktige for at flere aktører tar ansvar for klimahåndtering.

Byggherren må fastsette overordnede, konkrete målsettinger og krav på et tidlig tidspunkt. Disse må være synlige og førende for alle involverte i prosjektet. Byggherrekravene relatert til klimagassberegninger må være tydelige, slik at aktørene er sikre på hva kravene betyr og hva som skal leveres. Dessuten er det viktig at byggherre kommuniserer kravene og følger opp underveis. For å få frem nye og innovative løsninger i markedet, er det fordelaktig at disse kravene stilles uten spesifikke tiltak som skal utføres i prosjektet. På den måten kan prosjektorganisasjonen selv utforske flere alternative løsninger som tilfredsstillende kravene. Det er fordelaktig at entreprenøren bidrar med å tilpasse og forbedre de overordnede kravene og målsettingene fra byggherren underveis. Eksempelvis å gjøre justeringer på hvor man setter visse tonn CO₂-utslipp for å spare både utslipp og kostnader.

En type eksterne krav som ikke kan overses, er europeiske krav. P6 mener at de strenge kravene som vil komme fra EU og påvirke den norske byggenæringen, er noe som går under radaren hos andre enn fagfolkene. I nær fremtid er det tenkelig at krav til grønn finansiering gjennom EUs taksonomi trer inn i norsk lov gjennom EØS-avtalen. Dersom det kommer direkte krav til klimagassberegninger via EUs taksonomi, vil det styrke metoden betydelig. For å imøtekomme kravene og få grønn finansiering, må da prosjektene bruke klimagassberegninger.

6 Konklusjon

Byggenæringen står ansvarlig for store klima- og miljøbelastninger, og har dermed et stort potensial til å bidra i reduksjonen av menneskeskapt klimagassutslipp. For å begrense den globale oppvarmingen til 1,5 grader innen 2100, kreves det raske og utstrakte endringer i byggenæringen. Hensikten med denne oppgaven er å undersøke hvordan bruken av klimagassberegninger kan optimaliseres i tidligfasen for å redusere utslipp fra byggeprosjekter.

6.1 Hva status om klimagassberegninger er i dag

Status om klimagassberegninger i dag er avgrenset til formålet med dagens bruk, dagens praksis for utførelse og kompetansenivå hos aktører. Formålet med dagens bruk er omforent blant samtlige beslutningsnivåer, og er følgende: Klimagassberegninger er et verktøy som skal brukes fra tidligfasen, som underlag for beslutninger, for å redusere klimagassutslipp. Dagens praksis for å optimalisere klimafotavtrykket til bygninger, er å etablere klimagassberegningene under prosjektering i forprosjektfasen, oppdatere i detaljprosjektfasen og fullføre når bygget er ferdigstilt. Dermed kan man følge opp den faktiske effekten av valgene som besluttes underveis i prosjektet. Dagens praksis innebærer å beregne en utslippsreduksjon mot et referansebygg. Ofte brukes klimagassberegninger i sammenheng med miljøsertifiseringer, som BREEAM eller ZEB. One Click LCA er det mest brukte verktøyet i dagens byggenæring.

Imidlertid er ofte klimagassberegninger begrenset til bruk som dokumentasjon etter oppføring av bygningen. Dette gjør det vanskelig å oppnå bevisste reduksjoner av utslipp. Viktige årsaker er manglende kompetanse hos både byggherrer og entreprenører, og lite fokus på klimagassberegninger i byggeprosjekter. Dette bidrar til at kunnskapen ofte er lite tilgjengelig. For å kunne utnytte potensialet som ligger i klimagassberegninger, er det avgjørende å øke kompetansen og kunnskapen hos aktører i alle tre beslutningsnivåene.

Først og fremst må byggherre som øverste beslutningsnivå ha nok kunnskap til å forstå hva de bestiller og konsekvensene av det. Prosjekt- og prosjekteringsledelse må vite hvordan klimagassberegninger kan brukes på en best mulig måte i det aktuelle prosjektet. De må ha nok kompetanse til å kunne følge det tett opp. I tillegg må de involvere og påvirke byggherre til å foreta beslutninger som også baseres på klimagassregnskapet. Faglig utøvende må ha tilstrekkelig kompetanse til å utarbeide regnskapet på en god og riktig måte, og nok integritet til å presentere tall som det kan stås inne for. Økt kompetanse og kunnskap i samtlige beslutningsnivåer bidrar til at klimagassberegninger kan være et verktøy som ligger i forkant og ikke i etterkant.

6.2 Hvilket potensial klimagassberegninger har til å påvirke beslutninger

Klimagassberegninger har et stort potensial til å påvirke beslutninger i tidligfasen av dagens byggeprosjekter. Viktige faktorer som styrker metodens påvirkningspotensial på beslutninger, er å kvantifisere og fremstille utslipp visuelt, strukturere miljømål, samt synliggjøre klimaeffekt og konsekvenser av ulike materialvalg. I tillegg har klimagassberegninger et potensial til å påvirke beslutninger i tilbudskonkurranser for å oppnå

klimaeffektive bygninger. En tilbudskonkurranse med en vesentlig vektning av klimagassregnskap, setter både klimahåndtering på dagsordenen og gir et konkurransefortrinn til de kompetente tilbyderne i byggenæringen.

Klimagassberegninger har hovedsakelig et potensial til å påvirke beslutninger knyttet til konseptløsninger, samt materialvalg og -dimensjoner. I de første stadiene i tidligfasen av byggeprosjekter, er det stor usikkerhet rundt beslutninger om bygningsdesign og materialer. Dermed er en god tilnærming til å optimalisere klimafotavtrykket, å utføre forenklede klimagassberegninger i denne fasen. For å sammenligne utslippstendenser, kan det gjøres alternativsvurderinger av vesentlige bygningskomponenter i det aktuelle prosjektet. Med vesentlige menes komponenter som medfører store mengder eller som man erfaringsmessig vet bidrar til store utslipp. Etter hvert som ytterligere valg besluttes i det tredje stadiet i tidligfasen, *bearbeiding av valgt konsept*, kan klimagassberegningene detaljeres mer og mer utover i prosjektet.

Viktige faktorer som svekker metodens påvirkningspotensial på beslutninger, er manglende miljøambisjoner og lite fokus på det i prosjekter, «grønnvasking» ved bruk av «feil» referansebygg, målinger av utslipp per kvadratmeter, manglende EPD-er på produkter og manglende betalingsvillighet. Dermed er ikke klimagassberegninger sitt påvirkningspotensial som beslutningsverktøy fullt utnyttet. Imidlertid er problematikken knyttet til referansebygg på dagsordenen i dagens byggenæring. Det stilles krav til referansebygget i hvert enkelt prosjekt, noe som medfører manglende standardisering og sammenlignbarhet. Det er også utfordringer knyttet til manipulering av referansebygget, noe som svekker beslutningstakeres tillitt til klimagassregnskapet.

I takt med utviklingen av klimagassberegninger i Norge de siste årene, som inkluderer One Click LCA og NS 3720, innhentes det stadig mer erfaringstall og kunnskap om klimapåvirkning fra ulike bygninger. Det kan konkluderes med at klimagassberegninger har et større potensial til å påvirke beslutninger dersom resultatene måles opp mot definerte referanse- eller grenseverdier på CO₂-utslipp, enn opp mot et referansebygg.

For å øke potensialet klimagassberegninger har til å påvirke beslutninger, foreslås følgende tiltak:

- Etablering av en offentlig database med referanseverdier på CO₂-utslipp for ulike bygningsdeler og bygningstyper i forskjellige faser av en bygnings livsløp.
- Utarbeidelse av en norsk standard eller byggeforskrift med fastsatte grenseverdier som angir et akseptabelt CO₂-utslippsnivå for ulike bygningstyper.
- Måle klimagassutslipp basert på en funksjonsbeskrivelse for å sikre en areal- og materialeffektiv byggepraksis.
- Vekte opp klimagassberegninger i ny versjon av BREEAM-NOR-manualen.
- Fastsette spesifiserte krav til klimagassberegninger for å få grønne lån.

6.3 Hvordan resultater fra klimagassberegninger kan fungere som beslutningsgrunnlag

Viktige forhold som bidrar til at resultater fra klimagassberegninger kan fungere som beslutningsgrunnlag er visualisering av resultatene, og synliggjøring av de langsiktige gevinstene klimagassberegninger gir og sammenhengen mellom reduksjon av CO₂-utslipp og kostnader. I tillegg må det være en balansegang mellom resultatene og andre faktorer for å ta helhetlige vurderinger av beslutningsgrunnlaget.

Visualiseringer av utslipp fordelt på ulike bygningskomponenter- og materialer, er en effektiv måte for å øke klimagassberegningers betydning i beslutningsgrunnlaget. Det er håndfast og tydeliggjør hvilke utslippsposter det må jobbes med i prosjektet. Dette bidrar til å øke forståelsen til beslutningstakere med mindre kompetanse på LCA-metodikken. One Click LCA er et brukervennlig verktøy med flere ulike visualiseringstyper tilgjengelig. For å sikre at beslutninger basert på klimagassberegninger foretas på et riktig grunnlag, må likevel One Click LCA brukes av en dedikert og kompetent utøver. Dermed kan One Click LCA bidra til å forbedre og øke bruken av klimagassberegninger i tidligfasen av bygninger.

Det er en tydelig sammenheng mellom reduksjoner av CO₂-utslipp og kostnader for en rekke beslutninger. Dersom dette synliggjøres for beslutningstakere, kan det bidra til at resultater fra klimagassberegninger får en økt påvirkning i beslutningsgrunnlaget. I tillegg må både den langsiktige, grønne og økonomiske gevinsten av klimagassberegninger synliggjøres.

For å besvare hvordan bruken av klimagassberegninger kan optimaliseres i tidligfasen av byggeprosjekter, fremheves beslutningsverktøy som et nøkkelbegrep. Klimagassberegninger må brukes aktivt som et verktøy for å understøtte beslutninger. Med utgangspunkt i en utarbeidet beslutningsprosess, foreslås følgende optimaliserte tiltak:

- Etablere klimagassberegninger som en prioritert sak på agendaen fra tidligfasen.
- Innhente prosjektspesifikke EPD-er på noen prioriterte beslutninger som har størst betydning for utslippene i det aktuelle prosjektet.
- Øke kunnskapen og kompetansen til hele prosjektorganisasjonen.
- Øke tverrfaglig involvering for å oppnå økt eierskap til klimagassberegningene.
- Påvirke byggherre til å trekke konklusjoner som baseres på klimagassberegninger, spesielt for beslutninger som utgjør store utslippsposter og materialmengder.
- Fastsette forpliktende eksterne krav og interne målsettinger i prosjektet.

7 Videre arbeid

I denne oppgaven har det vært gjennomført intervjuer med aktører fra følgende tre beslutningsnivåer: Byggherre, prosjekt- og prosjekteringsledelse og faglig utøvende. Et forslag til videre forskning på hvordan bruken av klimagassberegninger kan optimaliseres i tidligfasen, er å utføre intervjuer med et fjerde beslutningsnivå: Produsenter og leverandører i BA-næringen. Spesielt produsenter av sentrale bygningsprodukter og -materialer, som eksempelvis betong, stål, aluminium og glassfasade. Bæresystem og fasade, som er store bidragsyttere til CO₂-utslipp, består ofte av disse bygningsmaterialene.

Først kan dagens situasjon om bruk av klimagassberegninger eller klimahåndtering i produksjonen kartlegges. Deretter kan det foreslås forbedringer til produksjonsmetodene for at klimaparameteren skal få en større og riktig påvirkning på beslutninger som tas i produksjonen. Ettersom andelen av globale klimagassutslipp fra produksjon av materialer er økende, er det viktig at produsentene er med på utviklingen og har et klimagassperspektiv i deres produksjon.

Et annet forslag til videre forskning er å utføre intervjuer med flere instanser enn byggherre. Eksempelvis med representanter fra oppdragivere, myndigheter eller kommuner for å undersøke hvordan det kan settes konkrete og tydelige krav til bruk av klimagassberegninger. I tillegg er gjennomføring av dokumentstudier en mulig tilnærming. Dersom eiere og lovgivere har stort fokus på klimagassberegninger, ser nytten av metoden og setter krav, bidrar det til å forankre bruken av klimagassberegninger i prosjekter.

Et tredje forslag til videre forskning er å undersøke LCA-metodikken og beregningsverktøy, og hvordan det kan gjøres forbedringer med tanke på gjennomsiktighet og sammenlignbarhet. Funnene belyser et stort utviklingspotensial på dette området. Litteraturen og intervjupersonene trekker frem at en transparent evalueringsprosess er svært viktig i LCA-studier av bygninger. Det kan bidra til kritiske vurderinger, slik at beslutningstakere får økt tillitt til resultatene. For å øke sammenlignbarheten mellom klimagassregnskap fra ulike byggeprosjekter, kan det undersøkes hvordan det kan utarbeides en standardisert mal på sluttrapportene.

8 Evaluering av eget arbeid

Utarbeidelsen av både fordypningsoppgaven høsten 2020 og denne masteroppgaven har vært en enorm læringsprosess. Forfatteren tar med seg lærdom og kunnskap om å søke etter relevant litteratur på et avgrenset tema, kildekritikk, samt å være intervjuer i intervjusettingen. En viktig lærdom er å stille spørsmål for å styrke forståelsen. En fransk dramatiker sa en gang: «Det er ikke svaret som opplyser, men spørsmålet.» - Eugène Ionesco

Forfatteren av denne oppgaven har kun undersøkt trinnene i LCA-metodikken gjennom en teoretisk tilnærming. Det er innhentet en rekke vitenskapelige artikler og standarder om LCA og klimagassberegninger med hensikt å oppnå et teoretisk kunnskapsgrunnlag. Dette har bidratt til at forfatteren har fått en overordnet forståelse for metodikken. Imidlertid har ikke forfatteren gjennomført egne klimagassberegninger. Dermed har ikke forfatteren en fullstendig oversikt over alle parametere, inngangsdata og forutsetninger som ligger bak et klimagassregnskap. Ettersom LCA er en komplisert metodikk, hadde det vært fordelaktig å utføre egne beregninger for å øke forståelsen. Forfatteren er av den oppfatning at en praktisk tilnærming hadde gitt betydelig mer kunnskap om metodikken.

Dersom man kunne spole tilbake til oppstarten av masteroppgaven, ville forfatteren rettet større innsats mot å få gjennomført egne beregninger. One Click LCA har gratis studentlisens, og det hadde vært mulig å få tilsendt datagrunnlag fra case-prosjektet. Dette hadde vært en unik mulighet til å få innblikk i hvordan beregningene utføres i praksis. Forfatteren skaffet tilgang til One Click LCA i oppstarten, men valgte å prioritere intervjuer.

Referanser

- Anand, C. K. og Amor, B. (2017) Recent developments, future challenges and new research directions in LCA of buildings: A critical review, *Renewable and sustainable energy reviews*, 67, s. 408-416.
- Basbagill, J. et al. (2013) Application of life-cycle assessment to early stage building design for reduced embodied environmental impacts, *Building and Environment*, 60, s. 81-92.
- Berntsen, F. M. (2020) *Optimalisering av klimagassregnskap i tidligfasen av byggeprosjekter*. Fordypningsoppgave, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU).
- BIM Forum (2015) *Level of Development Specification*. Tilgjengelig fra: <https://bim-international.com/wp-content/uploads/2016/03/LOD-Specification-2015.pdf>.
- Bjelland, A. S. (2020) Bærekraftige bygninger. *Kommunens krav om klimagassberegninger*. Institutt for Byggfag: Høgskulen på Vestlandet.
- Blumberg, B., D.R., C. og Schindler, P. S. (2011) *Business research methods*. London: McGraw-Hill Higher Education.
- Bohne, R. A. (2005) *Eco-efficiency and performance strategies in construction and demolition waste recycling systems*. Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi.
- Božiček, D., Kunič, R. og Košir, M. (2020) Interpreting environmental impacts in building design: Application of a comparative assertion method in the context of the EPD scheme for building products, *Journal of Cleaner Production*, 279, s. 123399.
- Bueno, C. og Fabricio, M. M. (2018) Comparative analysis between a complete LCA study and results from a BIM-LCA plug-in, *Automation in construction*, 90, s. 188-200.
- Bueno, C., Pereira, L. M. og Fabricio, M. M. (2018) Life cycle assessment and environmental-based choices at the early design stages: an application using building information modelling, *Architectural Engineering and Design Management*, 14(5), s. 332-346.
- Bygg21 (2016) *Veileder for fasenormen "Neste Steg" -Et felles rammeverk for norske byggeprosesser*. Tilgjengelig fra: <https://www.bygg21.no/contentassets/32bef76f835c48fca3303376f63878db/veileder-for-stegstandard-ver-1.2-med-logoer-201116.pdf>.
- Byggforskserien (2015) 470.102 *Metodiske valg og problemstillinger ved livsløpsvurdering (LCA)*. SINTEF.
- Byggforskserien (2017) 473.020 *Nullutslippsbygninger (ZEB). Retningslinjer og beregningsmetoder*. SINTEF.
- Cabeza, L. F. et al. (2014) Life cycle assessment (LCA) and life cycle energy analysis (LCEA) of buildings and the building sector: A review, *Renewable and sustainable energy reviews*, 29, s. 394-416.
- Cavalliere, C. et al. (2019) Continuous BIM-based assessment of embodied environmental impacts throughout the design process, *Journal of Cleaner Production*, 211, s. 941-952.
- Dalland, O. (2017) *Metode og oppgaveskriving*. 6. ed. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Di Bari, R. et al. (2019) Step-by-step implementation of BIM-LCA: A case study analysis associating defined construction phases with their respective environmental

- impacts, i *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, s. 012105.
- DiBK (2018) *Direktoratet for byggkvalitet - Utredning av livsløpsbaserte miljøkrav i TEK*. Sandvika: Asplan Viak AS.
- EeBGuide (2012a) 2.4 *Use of three study types*. Tilgjengelig fra: <https://www.eebguide.eu/?p=936> (Hentet: 5. Februar 2021).
- EeBGuide (2012b) 2.4.1 *Screening LCA*. Tilgjengelig fra: <https://www.eebguide.eu/?p=913> (Hentet: 5. Februar 2021).
- EeBGuide (2012c) 2.4.2 *Simplified LCA*. Tilgjengelig fra: <https://www.eebguide.eu/?p=922> (Hentet: 5. Februar 2021).
- EeBGuide (2012d) 2.4.3 *Complete LCA*. Tilgjengelig fra: <https://www.eebguide.eu/?p=925> (Hentet: 5. Februar 2021).
- EeBGuide (2012e) *G-22 (Buildings) / G-23 (Products) Data quality*. Tilgjengelig fra: <https://www.eebguide.eu/?p=1783> (Hentet: 19. april 2021).
- Eikeland, P. (1999) *Samspillet i byggeprosessen, Teoretisk analyse av byggeprosesser*. Elsevier (u.d.) *About*. Tilgjengelig fra: <https://www.elsevier.com/about> (Hentet: 27. mai 2021).
- EPD-Norge (2019) *Det norske EPD-programmet 2019*. Tilgjengelig fra: <https://www.epd-norge.no/retningslinjer/category413.html> (Hentet: 16. april 2021).
- EPD-Norge (u.d.) *Hva er en EPD?* Tilgjengelig fra: https://www.epd-norge.no/hva-er-en-epd_2/ (Hentet: 29. November 2020).
- European Commission (2010) *International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*. Luxembourg: Joint Research Centre - Institute for Environment and Sustainability. Tilgjengelig fra: <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/ILCD-Handbook-General-guide-for-LCA-DETAILED-GUIDANCE-12March2010-ISBN-fin-v1.0-EN.pdf> (Hentet: 29. november 2020).
- European Commission (2012) *Ecodesign your future - How Ecodesign can help the environment by making products smarter*.
- European Commission (u.d.) *EU taxonomy for sustainable activities*. Tilgjengelig fra: https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/banking-and-finance/sustainable-finance/eu-taxonomy-sustainable-activities_en (Hentet: 23. mai 2021).
- Everett, E. L. og Furseth, I. (2012) *MASTEROPPGAVEN Hvordan begynne - og fullføre. 2*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Fuglseth, M. et al. (2020) *Studie potensial og barrierer for bruk av klimavennlige materialer*. Sandvika: Enova SF.
- Garrett Hardin, G. (1968) *The tragedy of the Commons*, *Science*, 162(3859), s. 1243-1248.
- Gibon, T. (2020b) TEP4223 *Life cycle assessment - Introduction to LCI databases, overview*: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU).
- Grønn Byggallianse (2019) *BREEAM-NOR 2016 for nybygg Teknisk manual SD5075NOR - Ver: 1.2*.
- Grønn Byggallianse (2020) *BREEAM-NOR 2021 for nybygg er på vei*. Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/sertifisering/om-breeam/breeam-nor-2021-for-nybygg-arbeidet-er-i-gang/> (Hentet: 9. april 2021).
- Grønn Byggallianse (2021a) *Nye rammebetingelser for bærekraft*. Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/kunnskapscenter/nye-rammebetingelser-for-baerekraft-i-bygg-og-eiendom/#1606741518566-fcb1b83b-4b8a> (Hentet: 23. mai 2021).
- Grønn Byggallianse (2021b) *Innføringskurs: Klimagasregnskap i bygg, i, 11. februar*.

- Grønn Byggallianse (u.d.a) *Om CEEQUAL*. Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/sertifisering/ceequal/#1615799121387-4d22d7f9-29ef> (Hentet: 9. april 2021).
- Grønn Byggallianse (u.d.b) *ECOproduct - metodebeskrivelse*. Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/kunnskapscenter/publikasjoner/ecoproduct-metodebeskrivelse/> (Hentet: 9. april 2021).
- Grønn Byggallianse (u.d.c) *Om oss*. Tilgjengelig fra: <https://byggalliansen.no/hjem/om-oss/> (Hentet: 26. mars 2021).
- Grønn Byggallianse og Context AS (2020) *Grønn Materialguide - Veileder i miljøriktig materialvalg Versjon 3.0*. Støttet av Direktoratet for byggkvalitet.
- Grønnvaskingsplakaten (u.d.) *Grønnvasking er en form for villedende markedsføring der et produkt eller en virksomhet fremstilles som bedre enn den faktisk er i forhold til innvirkning på klima, natur og mennesker*. Tilgjengelig fra: <https://gronnvasking.no/omplakaten> (Hentet: 26. mai 2021).
- Hjelseth, E. (2010) Exchange of relevant information in BIM objects defined by the role- and life-cycle information model, *Architectural Engineering and Design Management*, 6(4), s. 279-287.
- Hollberg, A., Lützkendorf, T. og Habert, G. (2019) Top-down or bottom-up?—How environmental benchmarks can support the design process, *Building and Environment*, 153, s. 148-157.
- Hollberg, A., Genova, G. og Habert, G. (2020) Evaluation of BIM-based LCA results for building design, *Automation in construction*, 109, s. 102972.
- Hollberg, A. et al. (2021) Review of visualising LCA results in the design process of buildings, *Building and Environment*, 190, s. 107530.
- Ibn-Mohammed, T. et al. (2013) Operational vs. embodied emissions in buildings—A review of current trends, *Energy and Buildings*, 66, s. 232-245.
- IEA (2019) *2019 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector*. Tilgjengelig fra: <https://www.iea.org/reports/global-status-report-for-buildings-and-construction-2019>.
- IOP Publishing (u.d.) *OUR MISSION*. Tilgjengelig fra: <https://iopublishing.org/about-us/> (Hentet: 27. mai 2021).
- IPCC (2018) *Global Warming of 1.5°C: An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*.
- IRP (2020) *Resource Efficiency and Climate Change: Material Efficiency Strategies for a Low-Carbon Future*. Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme.
- ISO (2020) Sustainability in buildings and civil engineering works — Indicators and benchmarks — Principles, requirements and guidelines (s. 16).
- ISO (u.d.a) *ABOUT US*. Tilgjengelig fra: <https://www.iso.org/about-us.html#4> (Hentet: 6. Februar 2021).
- ISO (u.d.b) *ISO 14000 Family Environmental Management*. Tilgjengelig fra: <https://www.iso.org/iso-14001-environmental-management.html> (Hentet: 7. Februar 2021).
- ISO (u.d.c) *ISO 14040:2006*. Tilgjengelig fra: <https://www.iso.org/standard/37456.html> (Hentet: 7. Februar 2021).
- ISO (u.d.d) *ISO 21678:2020 Sustainability in buildings and civil engineering works — Indicators and benchmarks — Principles, requirements and guidelines*. Tilgjengelig fra: <https://www.iso.org/standard/71344.html> (Hentet: 6. april 2021).

- JRC (2010) *ILCD handbook General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance*. Luxembourg: Institute for Environment and Sustainability.
- Karlsen, J. T. (2017) *Prosjektledelse - fra initiering til gevinstrealisering*. 4. utgave. Oslo: Universitetsforlaget.
- Klakegg, O. J. (2021) Personlig kommunikasjon i veiledningsmøte., 5. mai 2021.
- KMD (2020a) *Det grønne skiftet i Norge*. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/klima/innsiktsartikler-klima/gront-skifte/id2076832/?expand=factbox2686986> (Hentet: 22. November 2020).
- KMD (2020b) *Norge forsterker klimamålet for 2030 til minst 50 prosent og opp mot 55 prosent*. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/norge-forsterker-klimamålet-for-2030-til-minst-50-prosent-og-opp-mot-55-prosent/id2689679/> (Hentet: 22. November 2020).
- Meex, E. *et al.* (2018) Requirements for applying LCA-based environmental impact assessment tools in the early stages of building design, *Building and Environment*, 133, s. 228-236.
- Miljødirektoratet (2021) *Miljøstyring og miljøsertifisering*. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/myndigheter/klimaarbeid/kutte-utslipp-av-klimagasser/klima-og-energitiltak/miljostyring-miljosertifisering/> (Hentet: 9. april 2021).
- Nejat, P. *et al.* (2015) A global review of energy consumption, CO2 emissions and policy in the residential sector (with an overview of the top ten CO2 emitting countries), *Renewable and sustainable energy reviews*, 43, s. 843-862.
- NHO (u.d.a) *EUs taksonomi og handlingsplan for bærekraftig finans*. Tilgjengelig fra: <https://www.nho.no/tema/energi-miljo-og-klima/artikler/eus-taksonomi-og-handlingsplan-for-barekraftig-finans/> (Hentet: 23. mai 2021).
- NHO (u.d.b) *Fakta om små og mellomstore bedrifter (SMB)*. Tilgjengelig fra: <https://www.nho.no/tema/sma-og-mellomstore-bedrifter/artikler/sma-og-mellomstore-bedrifter-smb/> (Hentet: 5. mai 2021).
- Nilsen, H. R. og Halleraker, J. H. (2021) *EUs taksonomi for bærekraftig aktivitet*. Tilgjengelig fra: https://snl.no/EUs_taksonomi_for_b%C3%A6rekraftig_aktivitet (Hentet: 23. mai 2021).
- Nilsen, M. (2019) *Evaluation of BIM-based LCA in the early design phase (low LOD) of buildings*, Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet (NTNU).
- NTNU Universitetsbiblioteket (u.d.) *Finne kilder*. Tilgjengelig fra: <https://innsida.ntnu.no/wiki/-/wiki/Norsk/Finne+kilder> (Hentet: 24. September 2020).
- One Click LCA (u.d.a) *Building Information Model Creation Guidelines*. Tilgjengelig fra: <https://www.oneclicklca.com/bim-creation-guidelines-for-model-use/> (Hentet: 25. april 2021).
- One Click LCA (u.d.b) *Ny løsning for klimagassregnskap*. Tilgjengelig fra: <https://www.oneclicklca.com/ny-losning-for-klimagassregnskap/> (Hentet: 7. april 2021).
- One Click LCA (u.d.c) *Differences between klimagassregnskap.no and One Click LCA Norge NS 3720*. Tilgjengelig fra: <https://www.oneclicklca.com/klimagassregnskap-no-and-norge-ns-3720-tool/#differences> (Hentet: 7. april 2021).
- Palumbo, E. *et al.* (2020) How to Obtain Accurate Environmental Impacts at Early Design Stages in BIM When Using Environmental Product Declaration. A Method to Support Decision-Making, *Sustainability*, 12(17), s. 6927.

- Rolstadås, A. et al. (2020) *Praktisk prosjektledelse - Fra idé til gevinst*. 2. utgave. Fagbokforlaget.
- Röck, M. et al. (2018) LCA and BIM: Visualization of environmental potentials in building construction at early design stages, *Building and Environment*, 140, s. 153-161.
- Röck, M. et al. (2020) Embodied GHG emissions of buildings–The hidden challenge for effective climate change mitigation, *Applied energy*, 258, s. 114107.
- Saltnes, D. (2021) DNB tar lederrollen for grønne bygg., *Estatenyheter*. Tilgjengelig fra: <https://www.estatenyheter.no/dnb-tar-lederrollen-for-gronne-bygg/286891> (Hentet: 26. mai 2021).
- Samset, K. F. (2014) *Prosjekt i tidligfasen : valg av konsept*. 2. utg. Bergen: Fagbokforl.
- Schmidt, M. og Crawford, R. H. (2017) Developing an integrated framework for assessing the life cycle greenhouse gas emissions and life cycle cost of buildings, *Procedia engineering*, 196, s. 988-995.
- Seyis, S. (2020) Mixed method review for integrating building information modeling and life-cycle assessments, *Building and Environment*, 173, s. 106703.
- Skyttermoen, T. og Vaagaasar, A. L. (2015) *Verdiskapende prosjektledelse*. CAPPELEN DAMM.
- SNL (2018) *allmenningens tragedie*. Tilgjengelig fra: https://snl.no/allmenningens_tragedie (Hentet: 1. juni 2021).
- SNL (2021) *benchmarking*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/benchmarking> (Hentet: 13. april 2021).
- Standard Norge (2006a) Miljøstyring - Livsløpsvurdering - Prinsipper og rammeverk (ISO 14040:2006).
- Standard Norge (2018) NS 3720:2018 Metode for klimagassberegninger for bygninger.
- Standard Norge (2021) P-806:2021 Veiledning til NS 3720:2018 Metode for klimagassberegninger for bygninger.
- Svartdal, F. (2020) *fagfelleevaluering*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/fagfelleevaluering> (Hentet: 5. Oktober 2020).
- Säynäjoki, A. et al. (2017) Can life-cycle assessment produce reliable policy guidelines in the building sector?, *Environmental Research Letters*, 12(1), s. 013001.
- Thagaard, T. (2018) *Systematikk og innlevelse - En innføring i kvalitative metoder*. Fagbokforlaget.
- Thøgersen, S. N. (2019) *Hvordan redusere bygningers miljøpåvirkning med LCA og BIM*, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU).
- Tjora, A. (2017) *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. 3. Gyldendal akademisk.
- UN (u.d.a) *Climate Change*. Tilgjengelig fra: <https://www.un.org/en/global-issues/climate-change> (Hentet: 20. mai 2021).
- UN (u.d.b) *THE 17 GOALS*. Tilgjengelig fra: <https://sdgs.un.org/goals> (Hentet: 20. mai 2021).
- UNFCCC (2015) *Report of the Conference of the Parties on its twenty-first session, held in Paris from 30 November to 13 December 2015*. (FCCC/CP/2015/10/Add.1). Tilgjengelig fra: <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/10a01.pdf> (Hentet: 25. November 2020).
- Verones, F. (2020) TEP4223 Life cycle assessment - Life Cycle Impact Assessment (LCIA) Part 1: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU).
- Vik, A. L. (2018) *Investigation of requirements for use of BIM-based LCA in early stages of building design*, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU).
- Vik, A. L. (2021) Personlig kommunikasjon via e-post, 21. april 2021.
- WCED (1987) *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Tilgjengelig fra:

- <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf> (Hentet: 21. mai 2021).
- WGBC (u.d.) *Green building & the Sustainable Development Goals*. Tilgjengelig fra: <https://www.worldgbc.org/green-building-sustainable-development-goals> (Hentet: 21. mai 2021).
- Wiik, M. K. et al. (2020) *KLIMAGASSKRAV TIL MATERIALBRUK I BYGNINGER - Utvikling av grunnlag for å sette absolutte krav til klimagassutslipp fra materialbruk i norske bygninger ZEN REPORT No. 24*. (ZEN REPORT No. 24): Norwegian University of Science and Technology (NTNU), SINTEF Community,.
- ZEB (u.d.) *ZEB-definisjonen*. Tilgjengelig fra: <https://www.zeb.no/index.php/no/om-zeb/zeb-definisjoner> (Hentet: 26. april 2021).
- Zimmermann, M., Althaus, H.-J. og Haas, A. (2005) Benchmarks for sustainable construction: A contribution to develop a standard, *Energy and Buildings*, 37(11), s. 1147-1157.

Vedlegg

Vedlegg A – Forskjeller mellom klimagassregnskap.no og One Click LCA

Vedlegg B – Fordeler og ulemper med ulike LCA-beregningsverktøy

Vedlegg C – Typer visualiseringer i One Click LCA

Vedlegg D – Fordeler og ulemper med BIM-basert LCA

Vedlegg E – Kursbevis i Innføringskurs: Klimagassregnskap i bygg

Vedlegg F – Intervjuguide for intervjuer november 2020

Vedlegg G – Intervjuguide for intervjuer mars 2021

Vedlegg H – Intervjuguide for case-prosjekt april 2021

Vedlegg A – Forskjeller mellom klimagassregnskap.no og One Click LCA



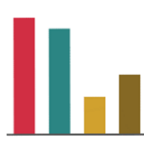

Parameter	One Click LCA Norge	Klimagassregnskap.no
Forskjeller i metodikk		
Beregningsmetode	Basert på NS 3720 (som er basert på EN 15978).	Proprietær metode (relatert til Statsbygg som eier).
Beregningsomfang	Basert på NS 3720; alltid holistisk bygningsoversikt.	Forskjellige moduler som kan kombineres som ønsket.
Utslippsfaktorer	Alltid livsløpsbasert, CML IA 4.1 i samsvar med EN 15804+A1, som CO ₂ -ekvivalent (som er krevd av NS 3720).	Miks av direkte utslipp og livsløpsbaserte faktorer. Kan ha noen faktorer kun for karbonfotavtrykk.
Beregningsdatabase	Generiske materialer, prosessdatabase og nærmest alle norske og europeiske EPD-er.	Begrenset database; EPD-er kan legges til av sluttbruker.
Støttede energinormer	TEK10, TEK17 og oppdaterte passivhus-standarder.	TEK10 og gyldig passivhus-standarder.
Påvirkninger som er tatt hensyn til	Påvirkninger fra ikke-biogent karbon, biogent karbon og landtransformasjoner er separat.	Påvirkninger fra karbonfotavtrykk.
Materialberegning	Livsløpsbasert, regner med transport, bygging, bruksfase og avhending ('vugge til grav').	Kun materialproduksjon ('vugge til port').
Referansebygg-metode	Bruk av konstruksjonsmaterialer er basert på bygningsgeometri og konstruksjonsteknikk.	Etterspørsel av konstruksjonsmaterialer er forenklet med fastsatte verdier, skalert i henhold til antall etasjer.
Transport-beregningsmetode	Basert på NS 3720, tillater separat justering av transportparametere for ulike brukergrupper.	Basert på KGR-dokumentasjon. Noen parametere kan ikke justeres separat.
Forskjeller i funksjoner		
Type programvare	Kommersiell programvare; tilgjengelig for 50+ lang, med kontinuerlige oppdateringer.	Ikke-kommersiell programvare; utviklet slutten av 2018.
Moduler	NS 3720 (som inkluderer totalt omfang av nytt bygningsprosjekt), BREEAM-NOR LCA, BREEAM-kompatibel LCC, CEEQUAL-kompatibel LCA og flere andre moduler.	Moduler for forskjellige deler av bygningen og bygningsprosesser; planlegging, bygging og i bruk.
Lisenstyper	Starter, business og ekspert.	Samme for alle brukere.
BREEAM-NOR-kompatibelt	For alle av Mat 01 og flere andre moduler – maksimalt 14 BREEAM poeng.	Kun for BREEAM Mat 01 karbonavtrykkberegninger.
Databaseinnhold	Generiske databaser og EPD-er fra en rekke programmer. Over 10 000 datapunkter og mulig å ha private data.	Generisk database med oppdateringer.
Integrasjoner	Integrasjoner til IFC, Excel, Revit og andre programverktøy.	Verktøy med IFC-import.





Vedlegg B – Fordeler og ulemper med ulike LCA-beregningsverktøy

Beregningsverktøy	Fordeler	Ulemper
ISY Calcus	Integrert med Calcus kostnadskalkyle. Praktisk i forbindelse med beslutninger.	Kun materialer, får ikke et fullverdig klimagassregnskap.
	Intern database med produkter og konstruksjoner.	Følger ikke NS 3720.
		Ikke BREEAM NOR godkjent.
		Ingen standardiserte referansebygg.
		Uklart hvordan utslippsverdier for konstruksjoner genereres.
ByggLCA	Følger NS 3720.	Internt verktøy i Asplan Viak.
	Inneholder en rekke norske EPD-er.	Ingen standardiserte referansebygg.
	BREEAM NOR godkjent.	Vanskelig å etterprøve resultater.
LCAbyg	Gratis verktøy (Statens Byggeforskningsinstitut DK).	Følger ikke NS 3720.
	Gir resultater for mange LCA temaer (ODP, POCP osv.) i tillegg til GWP.	Ikke BREEAM NOR godkjent.
		Benytter danske utslippsverdier for elektrisitet og fjernvarme.
		Ingen standardiserte referansebygg.
		Ingen EPD-database (må legges inn av brukeren).
Excel	Enkelt og svært fleksibelt.	Ikke BREEAM NOR godkjent.
	Fullt mulig å lage relativt detaljerte regnskap i tråd med NS 3720.	All data må samles og legges inn manuelt.
	Benyttes normalt uansett i arbeidet med et klimagassregnskap.	Ingen standardiserte referansebygg.
		Ingen EPD-database.
		Omfattende å lage detaljerte materialregnskap.
		Komplisert å etterprøve.

Tabellen er basert på informasjon fra innføringskurs om klimagassregnskap i bygg 11. februar 2021 i regi av Grønn Byggallianse.

Vedlegg C – Typer visualiseringer i One Click LCA

#	Navn	Ikone	Beskrivelse	Eksempel på bruk	Fordeler	Ulemper
1	Kake-diagram		En sirkel delt inn i sektorer som er proporsjonale med andelen av kategorien de representerer. Sektorene kan merkes med ytterligere tekstinformasjon.	Andel av påvirkning mellom bygningselementer eller livsløpsstadier.	Rask oversikt, ofte brukt og lett å forstå.	Bare én variabel kan vises på en gang.
2	Vertikalt stolpe-diagram		Rektangulære stolper i et vertikalt diagram med proporsjonal høyde/lengde til de representerte verdiene. Uttrykker forhold til kategorisk verdi mot en numerisk i samme skala.	Sammenligning av påvirkning fra alternative sammensetninger av fasaden i et bygg, og sammenligning av påvirkning i forskjellige lokasjoner.	Rask oversikt, ofte brukt og lett å forstå.	En verdi per variabel er mulig. Det kan bli vanskeligere å lese merking av verdier i horisontal posisjon hvis et høyt antall stolper inkluderes.
3	Horisontalt stolpe-diagram		Tilsvarende som stolpediagram #2, men horisontalt.	Sammenligning av forskjellige materialers ytelse eller innebygde påvirkninger.	Rask oversikt, ofte brukt og lett å forstå. Tillater også å inkludere et høyt antall stolper.	En verdi per variabel er mulig.
4	Gruppert stolpe-diagram		Tilsvarende som stolpediagram #2, men inkluderer mer enn én serie for å sammenligne forskjellige kategorier horisontalt.	Sammenligning av livsløspåvirkning fra forskjellige designalternativer, samt fra forskjellige materialer (tykkelse, oppvarmingssystem, isolasjonsmateriale og type innglassing).	Rask sammenligning av forskjellige serier av verdier. Serier kan til og med være plottet med forskjellige enheter	En verdi per variabel og serie er mulig. Sammenligningen mellom verdier med forskjellige enheter er vanskelig.

<p>5 Stablet stolpe-diagram</p>	 <p>Tilsvarende som stolpediagram #2, men inkluderer mer enn én serie for å sammenligne forskjellige kategorier vertikalt.</p>	<p>Gjør det mulig å sammenligne forskjellige kategorier (som gruppert stolpediagram), men også den grupperne totalen, for eksempel sammenligningen av innebygde utslipp produsert av forskjellige materialer og bidraget fra de forskjellige bygningsdelene.</p>	<p>Mulig å sammenligne den relative vektningen fra forskjellige serier av verdier.</p>	<p>Kun absolutte verdier kan vises.</p>
<p>6 Linje-diagram</p>	 <p>Viser informasjon som en serie av (bestilte) datapunkter forbundet med rette linjesegmenter. Kan vise en eller flere linjer. Et feilbånd kan inkluderes for å visualisere den kontinuerlige fordelingen av resultater.</p>	<p>Endring av kumulerte utslipp over flere år. Endring av kumulerte innebygde påvirkninger og påvirkninger i bruksfasen over flere år. Månedlig energietterspørsel i et år.</p>	<p>Kan vise hvordan verdier endres over en kontinuerlig variabel (f.eks. tid).</p>	<p>Kan forårsake misforståelser hvis oppdeling av y-aksen er gjort feil.</p>
<p>7 Sankey-diagram</p>	 <p>Flytdiagram hvor bredden av pilene er proporsjonal med strømningsmengden de representerer.</p>	<p>Representasjon av strømmer, energifordeling, samt økonomiske og miljømessige kostnader gjennom en bygnings livsløp.</p>	<p>Spesifisert type flytdiagram.</p>	<p>Kan forårsake forvirring hvis organiseringen av nodene og tilkoblingene ikke er nøye vurdert.</p>
<p>8 Trekart</p>	 <p>Trekart viser hierarkisk (trestrukturert) data som et sett av nastede rektangler. Arealet av et rektangel er proporsjonalt med dataen.</p>	<p>Andelen energi og assosierte utslipp fra elektrisitet fra forskjellige land.</p>	<p>Utrykker den relative vektningen med forskjellige størrelsesformer.</p>	<p>Gir begrenset informasjon.</p>

Vedlegg D - Fordeler og ulemper med BIM-basert LCA

Klassifiseringer	Fordeler
Beslutningstaking	Redusere negative miljøpåvirkninger fra bygninger i de tidlige stadiene av designprosessen.
	Integrere LCA-resultater i beslutningsprosessen.
	Støtte samarbeidsarbeid innenfor tverrfaglige team.
	Støtte beslutningstakere i de tidlige stadiene av designprosessen.
	Optimalisere datainnsamling for LCA-prestasjon av bygninger.
	Gjennomføre miljømessige og vitenskapelige vurderinger gjennom byggeprosessen.
	Tilby kvantitative prognoser av prestasjon for LCA-verktøy.
	Få raske resultater gjennom forenklinger gitt av BIM-baserte verktøy for bærekraft.
	Gi veiledning på design basert på bygningselementers innebygde energi.
Materialvalg	Mulighet for å sammenligne forskjellige alternative materialer og produkter.
	Design bygninger med lavutslippsmaterialer (dvs. materialer inkluderer lav flyktig organisk forbindelse (VOC)).
	Bruke mer bærekraftige materialer i byggeproduksjon og renovering.
Bærekraftsytelse	Forbedre bærekraftsytelsen til bygninger.
	Gjennomføre detaljert energianalyse i tidlige stadier av designet.
Avfallsreduksjon	Sikre effektiv mekanisme for operativ karbonutslippsanalyse.
	Design bygninger som reduserer vannforbruket gjennom hele livsløpet.
	Observere og redusere karbonutslipp under transport av bygningsmaterialer (kjøretøy osv.).
	Design bygninger som reduserer totalt avfall av materialer etter riving.
	Redusere karbonutslipp i design- og/eller konstruksjons- og/eller rivingsprosessen.
	Undersøke vannhøstingspotensialet til bygninger.
	Redusere globalt oppvarmingspotensial (GWP) for bygninger.

Klassifiseringer	Ulemper
Standardisering	Mangel på standardisering av LCA-prosedyrer.
	Mangel på sammenlignbare studier.
Databehandling	Mangel på interoperabilitet mellom LCA- og BIM-verktøy.
	Vanskeligheter/begrensninger ved bruk av BIM-baserte verktøy for bærekraftsmål.
	Vanskeligheter/kompleksitet i datakartlegging for en hel LCA-applikasjon i BIM-plattformen.
	Vanskeligheter/kompleksitet i å levere, trekke ut og modifisere nødvendige data for BIM-baserte LCA-applikasjoner.
	Manglende bygningsinformasjonsmodelldata for fullstendige LCA-applikasjoner.

Vedlegg E – Kursbevis i Innføringskurs: Klimagassregnskap i bygg



GRØNN BYGGALLIANSE

KURSBEVIS

INNFØRINGSKURS: KLIMAGASSREGNSKAP I BYGG

Det bekreftes herved at Frida Berntsen
har deltatt på innføringskurs om klimagassregnskap i bygg den
11.02.2021 i regi av Grønn Byggallianse.

Oslo, 11.02.2021

Anne Solgaard

Leder for kompetanseheving
Grønn Byggallianse

Vedlegg F – Intervjuguide for intervjuer november 2020

Intervjuguide

Generelt

Mitt navn er Frida Marie Berntsen og jeg er masterstudent på Bygg- og miljøteknikk ved NTNU i Trondheim. Jeg skriver prosjekt- og masteroppgave i samarbeid med Vedal AS, ved Anders Lilleheim Vik. Denne intervjuguiden er utarbeidet i forbindelse med prosjektoppgaven høsten 2020. Prosjektoppgaven vil danne grunnlaget for videre arbeid med masteroppgaven våren 2021.

Bakgrunn for intervjuet

Byggenæringen står for en betydelig andel klimagassutslipp fra ulike aktiviteter gjennom bygningers livsløp. Beslutninger som foretas i tidligfasen av byggeprosjekter har størst innvirkning på bygningers miljøpåvirkning i et livsløpsperspektiv. Beslutninger som fører til kraftig reduserte klimagassutslipp, vil bidra til en mer klimavennlig byggenæring. Klimagassregnskap er et verktøy som kan bidra til å minimere klimagassutslipp forbundet med byggeprosessen og gjennom bygningers levetid. Dermed er det ønskelig å undersøke hvordan bruk av klimagassregnskap i tidligfasen av byggeprosjekter kan gi bedre grunnlag til å foreta klimarelevante beslutninger i et livsløpsperspektiv.

Følgende forsknings spørsmål ønskes besvart gjennom intervjuet:

1. Hvilke typer beslutninger bidrar til store klimagassutslipp?
2. Hva er dagens praksis for klimagassregnskap?
3. Hvordan kan klimagassregnskap optimalisere klimarelevante beslutninger?

Prosedyre

Intervjuguiden er utarbeidet med utgangspunkt i de formulerte forsknings spørsmålene. Strukturen for intervjuet er semistrukturert, og passende oppfølgingsspørsmål vil kunne bli stilt. Intervjupersonens anonymitet vil ivaretas. Det kan bli aktuelt å benytte direkte sitat sammen med stillingstittel. Under intervjuet er det ønskelig å gjøre lydopptak. I etterkant vil det bli skrevet et referat av intervjuet og ettersendt til intervjupersonen for godkjenning.

Intervjuspørsmål

Del 1 - Generelt

1. Hva er din bakgrunn og arbeidserfaring?
2. Hva er din nåværende stilling?
 - a. Hvor lenge har du vært i stillingen?
 - b. Hvilke prosjekter jobber du med akkurat nå?
 - c. Hvor lenge har du vært involvert i disse prosjektene?
 - d. Hva består arbeidet ditt i?
3. Hva er ditt inntrykk av klimagassregnskap sin rolle i byggebransjen i dag?
 - a. Hvor ligger dagens kunnskapsnivå hos de ulike aktørene;
 - i. Byggherrer?
 - ii. Prosjektledere?
 - iii. Miljørådgivere?
 - b. I hvor stor grad benyttes verktøyet?
4. Hva tror du skal til for at flere i bransjen tar i bruk klimagassregnskap?

Del 2 – Klimarelevante beslutninger

1. Hvilke store og viktige klimarelevante beslutninger gjøres i tidligfasen (skisse- og forprosjektfasen) av byggeprosjekter?
 - a. I hvilken rekkefølge gjøres de ulike beslutningene?
2. Hvilke typer beslutninger har du erfart fører til betydelige klimagassutslipp?
 - a. Hvilke beslutninger gir større utslipp enn andre?

Del 3 – Bruk av klimagassregnskap

3.1 Spørsmål om dagens praksis

1. Hvilke arbeidsrutiner har dere for bruk av klimagassregnskap i prosjekter?
 - a. Hvor mange er kjent med utførelsen av klimagassberegninger i prosjektene?
 - b. Hvilke verktøy benyttes for klimagassregnskap?
2. Til hvilket formål bruker dere klimagassregnskap?
3. Hvordan utfører dere klimagassregnskap?
 - a. Hvilke metoder bruker dere i utførelsen?
4. Hva er de positive sidene ved bruk av klimagassregnskap?
5. Kan du nevne noen negative sider ved bruk av klimagassregnskap?

6. Når i byggeprosessen utfører dere klimagassregnskap?
7. Hvordan bør klimagassregnskap utføres i tidligfasen av prosjekter for å oppnå mest mulig nøyaktige resultater?
 - a. Bruk av generiske verdier?
 - b. Bruk av aktuelle EPD-er fra UE eller antatte EPD-er?
 - c. Bruk av referansebygg (BREEAM eller Future built)?

3.2 Spørsmål om potensial til å påvirke beslutninger

1. I hvilken grad blir klimagassregnskap sett på som et pålitelig verktøy?
2. I hvilken grad blir klimagassregnskap sett på som et verdifullt verktøy?
3. Hvordan påvirker klimagassregnskap dagens beslutningsprosesser sammenlignet med bruk av faglig kunnskap og erfaringer fra tidligere prosjekter?
 - a. Kan klimagassregnskap bidra som en støtte til å foreta klimavennlige beslutninger?
 - b. Tror du et byggeprosjekt ville medført betydelig større klimagassutslipp hvis en miljørådgiver bisto med klimagassreduksjoner i beslutningsprosesser uten bruk av klimagassregnskap, kun ved bruk av faglig kunnskap eller erfaringer fra tidligere prosjekter?
4. Hvordan kan klimagassregnskap få økt potensial til å påvirke klimarelevante beslutninger i byggeprosjekter?

Del 4 – Avsluttende spørsmål

1. Er det noe du mener er viktig som du ønsker å tilføye?
2. Kan jeg ta kontakt med deg ved en senere anledning dersom spørsmålene skulle endres eller ytterligere spørsmål skulle oppstå?
3. Har du noen spørsmål til meg avslutningsvis?

Tusen takk for din tid og ditt bidrag til min læring!

Med vennlig hilsen

Frida Marie Berntsen

Vedlegg G – Intervjuguide for intervjuer mars 2021

Intervjuguide

Generelt

Mitt navn er Frida Marie Berntsen og jeg er masterstudent på Bygg- og miljøteknikk ved NTNU i Trondheim. Denne intervjuguiden er utarbeidet i forbindelse med min masteroppgave våren 2021. Jeg skriver masteroppgave i samarbeid med Vedal AS, ved Anders Lilleheim Vik.

Bakgrunn for intervjuet

Byggenæringen står for en betydelig andel av det globale energi- og ressursforbruket, og er ansvarlig for omtrent 40 % av CO₂-utslippene i verden. Bygningers klimagassutslipp stammer fra en rekke aktiviteter gjennom det totale livsløpet. Hovedandelen av klimagassutslipp relateres til utvinning, produksjon og transport av bygningmaterialer samt utslipp i bruksfasen.

Beslutninger som foretas i tidligfasen av byggeprosjekter har størst innvirkning på bygningers miljøprestasjon i et livsløpsperspektiv. Gjennom beslutninger som bidrar til store klimagassreduksjoner, vil man oppnå mer klimaeffektive bygninger. Å benytte klimagassregnskap i tidligfasen av byggeprosjekter, kan bidra til å identifisere og redusere store utslippsposter. Dermed er det interessant å undersøke om klimagassregnskap har et reelt påvirkningspotensial på beslutninger i dagens byggeprosjekter.

Følgende forskningsspørsmål ønskes besvart gjennom intervjuet:

- I. Hvilket potensial har klimagassregnskap til å påvirke beslutninger?
- II. Hvordan kan resultater fra klimagassregnskap fungere som beslutningsgrunnlag?

Prosedyre

Intervjuguiden er utarbeidet med utgangspunkt i det formulerte forskningsspørsmålet. Strukturen for intervjuet er semistrukturert, og passende oppfølgingsspørsmål vil kunne bli stilt. Intervjupersonens anonymitet vil ivaretas. Det kan bli aktuelt å benytte direkte sitat sammen med stillingstittel. Under intervjuet er det ønskelig å gjøre lydopptak. I etterkant vil det bli skrevet et referat av intervjuet og ettersendt til intervjupersonen for godkjenning.

Intervjuspørsmål

Del 1 – Innledende spørsmål

1. Hva er din bakgrunn og arbeidserfaring?
2. Hva er din nåværende stilling?
 - a. Hvor lenge har du vært i stillingen?
 - b. Hvilke prosjekter jobber du med akkurat nå?
 - c. Hva består arbeidet ditt i?
3. Hva er klimagassregnskap for deg?
 - a. God kjennskap?
 - b. Brukt det selv?
 - c. Standarder?

Del 2 – Bruk av klimagassregnskap

Bransjenivå

1. Hva er status om klimagassregnskap i bygge- og anleggsbransjen i dag?
2. Hvordan er den generelle kompetansen til aktører i bransjen på klimagassregnskap?
 - a. Bygherrer kontra arkitekter/rådgivere kontra entreprenører?

Firmanivå

3. Hvordan er kompetansen på klimagassregnskap i deres firma?
4. Hva er formålet med bruk av klimagassregnskap i deres firma?

Prosjektnivå

5. Hvordan ble klimagassregnskap brukt i de tre siste prosjektene du var involvert i?
 - a. Iht. BREEAM-sertifisering eller andre miljøsertifiseringer?
 - b. Bruk av referansebygg?
6. Hvilke livsløpsfaser rettet dere innsatsen mot, med tanke på å redusere utslipp?
 - a. Eksempelvis embodied/innebygde utslipp eller utslipp i bruksfasen
7. Når i disse prosjektene brukte dere klimagassregnskap?
8. Hvem var involvert i utarbeidelsen av klimagassregnskapet?
 - a. Flere i prosjektet involvert underveis?

9. Hvilke beslutninger ble påvirket av klimagassregnskapet?
10. Hvilke forutsetninger erfarte du var viktige for vellykket bruk av klimagassregnskap i disse prosjektene?
11. Gjennom tidligfasen av disse prosjektene, erfarte du andre måter å jobbe på som bidro til et mer klimavennlig prosjekt?
 - a. Bruk av EPD?
 - b. Bruk av miljørådgiverens kompetanse?

Del 3 – Potensial til å påvirke beslutninger

1. Hva skal til for at klimagassregnskap skal bli en del av beslutningsgrunnlaget i dagens bygge- og anleggsbransje?
2. I hvilken grad anser du klimagassregnskap som en nyttig metode i beslutningssammenheng?
3. Har du noen forslag til forbedringer av klimagassregnskapet slik at det kan få økt nytte i prosjekter?
4. Hva skal til for at klimagassregnskap skal få større gjennomslag i beslutninger i tidligfasen av byggeprosjekter?

Del 4 – Avsluttende spørsmål

1. Er det noe du mener er viktig som du ønsker å tilføye?
2. Kan jeg ta kontakt med deg ved en senere anledning hvis det kommer opp flere spørsmål?
3. Har du noen spørsmål til meg avslutningsvis?

Tusen takk for din tid og ditt bidrag til min læring!

Med vennlig hilsen

Frida Marie Berntsen

Vedlegg H – Intervjuguide for case-prosjekt april 2021

Intervjuguide

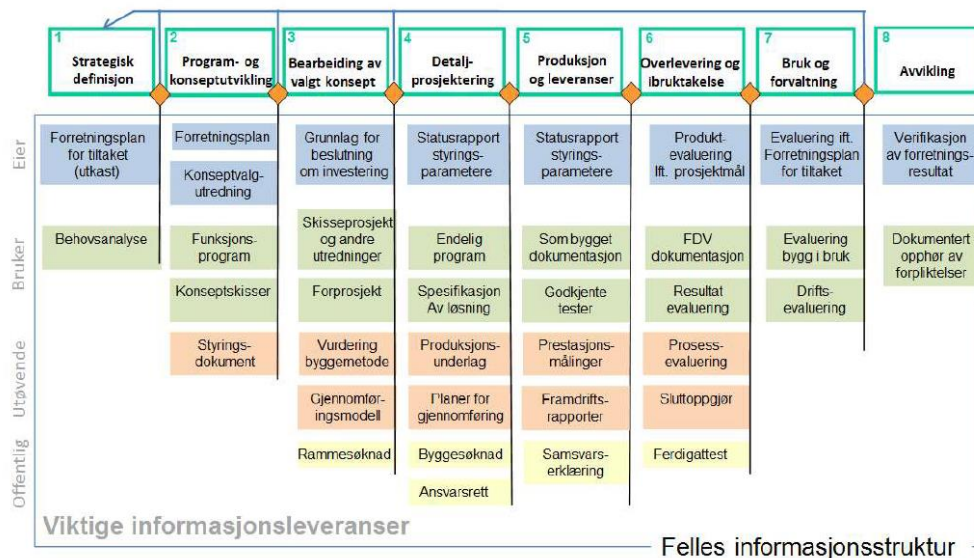
Del 1 - Bruk av klimagassberegninger

- Hva er formålet med bruk av klimagassberegninger i dette prosjektet?
- Hvordan er kompetansen på klimagassberegninger i prosjektorganisasjonen?
 - Andre enn klima/miljørådgiver som har god kunnskap?
- Hvordan blir klimagassberegninger brukt i dette prosjektet?
 - Hvor aktivt jobbes det med?
 - Sertifiseringsnivå i BREEAM?
 - Hvor stor utslippsreduksjon er satt?
- Hvilke livsløpsfaser inkluderer dere i klimagassberegningene?
 - Fokus på innebygde utslipp og/eller utslipp i bruksfasen?
 - Beregninger av andre miljøpåvirkninger?
- Hva er de største CO₂-utslippspostene i dette prosjektet?
- Hvor kan dere oppnå de største besparelsene?
- Hva gjør dere for å redusere CO₂-utslipp?
- Hvem er involvert i utarbeidelsen av klimagassberegningene?
 - Hvem bidrar med input og påvirker?
 - Byggherre? Prosjekteringsledelse? Innkjøp?
- Hvilke forutsetninger har du erfart er viktige for bruk av klimagassberegninger i dette prosjektet?
- Hvordan har bruken av klimagassberegninger påvirket prosjektet?

Del 2 - Krav, ambisjonsnivå og beslutninger

- Hva slags krav til klima/miljø har byggherre (OPF) satt?
 - Vage eller spesifikke krav?
 - Høye/lave miljøambisjoner i prosjektet?
- Er klima/miljø en viktig sak på agendaen i dette prosjektet?
 - Tas opp jevnlig i ulike møter?

- Hvilke typer beslutninger må tas av byggherre i dette prosjektet?
 - Når tas beslutningene ut fra faseinndelingen «Neste Steg»?
- Hvilke typer beslutninger kan tas av prosjekt- og prosjekteringsledelsen?
 - (Beslutninger som har innvirkning på klimapåvirkning)
 - Når tas beslutningene?
- Hvilke beslutninger skulle klimarådgiver ha fått påvirke for å oppnå maksimal reduksjon av klimagassutslippene?



Del 3 - Avsluttende spørsmål

- Hva kunne vært gjort annerledes for at klimagassberegningene kunne fått enda større påvirkning i prosjektet?
- I hvilken grad anser du klimagassberegninger som en nyttig metode i beslutningssammenheng?
- Hva skal til for at klimagassberegninger skal få større påvirkning på beslutninger i tidligfasen?

Tusen takk for din tid og ditt bidrag til min læring!

Med vennlig hilsen

Frida

