

Elise Hustøft Steinsvåg, Elise Nydegger og
Belinda Strømmen

Miljø og økonomi

Ombruk av kontorvegger med glassfelt og dører

Bacheloroppgave i Byggteknikk

Veileder: Lala Nilsen

Mai 2022



Elise Hustøft Steinsvåg, Elise Nydegger og Belinda Strømmen

Miljø og økonomi

Ombruk av kontorvegger med glassfelt og dører

Bacheloroppgave i Byggteknikk
Veileder: Lala Nilsen
Mai 2022

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



Kunnskap for en bedre verden

Miljø og økonomi

OMBRUK AV KONTORVEGGER MED GLASSFELT OG DØRER

Institutt for havromsoperasjoner og byggteknikk

BYGA2900 - BACHELOROPPGAVE BYGG

STUDIUM: BYGGTEKNIKK

Author:

Elise Hustøft Steinsvåg (10037), Belinda Strømmen (10001) og Elise Nydegger (10030)

Date 22. Mai 2023

Forord

Denne bacheloroppgaven markerer avslutningen på bachelorstudiet innen byggtknikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). I emnet Smarte og bærekraftige bygninger (BYGA2352) lærte vi om sirkulær økonomi og rehabilitering som fremtidens løsning for byggebransjen. Dette bidro til at vi ønsket å skrive bacheloroppgave rundt disse temaene. Sammen med entreprenør Peab K. Nordang ble det utarbeidet en problemstilling som omhandlet både økonomi og miljø. Denne problemstillingen var svært interessant for oss siden den dekket de aspektene vi ønsket å se nærmere på. Problemstillingen ble utarbeidet med bakgrunn i ombyggingsprosjektet Quality Hotel Waterfront i Ålesund, hvor Peab K. Nordang er totalentreprenør. I dette prosjektet ble tre etasjer med kontorlokaler demontert og fraktet til Molde for ombruk. Formålet med denne bacheloroppgaven er å vurdere de miljømessige fordelene og de økonomiske kostnadene eller fortjenestene ved ombruk av bygningsdeler fra kontorvegger med glassfelt og dører.

Bacheloroppgaven er skrevet våren 2023 over en periode på omtrent fire måneder. Det er lagt ned mye tid på å hente inn informasjon for å kunne gjøre de økonomiske og miljømessige beregningene. Dette inkluderer research rundt lovverk, standarder og informasjon på hvordan beregninger skal gjennomføres i henhold til lovverk og standarder. Bransjen er i en overgangsperiode hvor klimagassberegninger blir mer standardisert. I tillegg stilles det strengere krav til denne typen beregninger. På grunn av dette er informasjon, veiledninger og eksempler foreløpig lite tilgjengelig. Noe av dette vil trolig komme i løpet av sommeren 2023, da krav til klimagassberegninger vil inntre i henhold til TEK17. Ved å knytte oppgaven opp mot et spesifikt prosjekt har oppgaven vår blitt mer realistisk og kan forhåpentligvis være til nytte for andre. Det har vært utrolig lærerik og utfordrende å jobbe med denne oppgaven, og vi sitter igjen med mer kunnskap innenfor klimaregnskap og økonomi. Samt viktigheten av tilgjengelig og oppdatert dokumentasjon relatert til bygninger, slik som blant annet dokumentasjon av materialmengder, tekniske egenskaper og innhold av farlig avfall.

Tusen takk til veileder Lala Nilsen ved NTNU Ålesund. Vi er veldig glade for at du ønsket å være vår veileder. Takk til Peab K. Nordang for introduksjonen til dette ombruksprosjektet og Karoline Skylstad som var vår veileder i Peab K. Nordang. Vi ønsker å utbringe en takk til Reidar A. Bringsli hos Norsk Gjenvinning, Ålesund, Kenneth Eikrem hos AF Decom, Thomas Berge Foyen hos Xpro og Tone Bjerknes hos Fylkeshuset AS for informasjon og svar på spørsmål, samt Madaster, One Click LCA og EBA Klimaverktøy som har gitt oss tilgang til deres programmer.

En spesiell takk til Bård Hove hos Moelven for tilgang til blant annet plantegninger, priser og ikke minst svar på tusenvis av spørsmål underveis i prosjektet. Uten ditt bidrag hadde ikke denne oppgaven vært mulig

Takk til frivillige som har gitt råd, deriblant Victoria S. Nydegger Schrøder som har gjort en utmerket jobb med tilbakemeldinger, lest korrektur og bidratt til arbeidet med denne bacheloroppgaven. Og sist, men ikke minst, en stor takk til vår familie og venner som har holdt ut med oss i denne perioden, og gitt oss støtte hele veien.

Ålesund, Mai 2023

Elise H Steinsvåg *Belinda Strømmen* *Elise Nydegger*

Elise Hustøft Steinsvåg

Belinda Strømmen

Elise Nydegger

Innhold

Forord	i
Sammendrag	v
Abstract	vi
Terminologi	vii
Forkortelser	vii
Symboler	vii
Definisjoner	vii
Figurliste	xi
Tabelliste	xiii
1 Innledning	1
1.1 Problemstilling	2
1.2 Oppgaveavgrensning	2
1.3 Bakgrunn for bacheloroppgaven	3
1.4 Oppgavens oppbygning	3
2 Teoretisk grunnlag	5
2.1 Bærekraft	5
2.2 Utslipp - Direkte og indirekte	7
2.3 Avfall	7
2.3.1 Avfallshierarkiet	8
2.3.2 Avfallsbehandling og avfallstyper	9
2.4 Sirkularitet	10
2.5 Bygningsinformasjonsmodell (BIM)	11
2.6 Ombruk	13
2.6.1 Ombrukskartlegging	14
2.6.2 Potensiale for ombruk av ulike materialer	15
2.6.3 Dokumentasjonskrav for ombruk	17
2.7 Prosjektledelse, kommunikasjon og samarbeid	19
2.8 Klimaregnskap	20
2.8.1 Standarder	20
2.8.2 Klimagassberegninger i henhold til NS 3720	20

2.8.3	EPD	21
2.8.4	GWP	21
2.8.5	Livsløpsvurdering	21
2.8.6	Livsløpsmodul	22
2.8.7	Beregningsverktøy - One Click LCA	23
3	Metode	25
3.1	Situasjoner	25
3.1.1	Situasjon 1 - rive og bygge nytt	25
3.1.2	Situasjon 2 - demontering og ombruk	25
3.2	Hvordan prosjektet er organisert og oppdragsgivers involvering.	26
3.3	Klimagassberegninger for hånd	26
3.3.1	EPD	26
3.3.2	Mengdeberegninger	27
3.3.3	Kapp og svinn	29
3.3.4	Transportavstander	30
3.3.5	Biogen karbon	31
3.3.6	Livsløpsmoduler	31
3.3.7	Beregningsmetode	32
3.4	Klimagassberegninger i One Click LCA	32
3.5	Økonomi	35
3.5.1	Avfallsbehandling av materialer	35
3.5.2	Situasjon 1	35
3.5.3	Situasjon 2	39
4	Resultater	42
4.1	Klimagassberegninger for hånd	42
4.2	Klimagassberegninger i One Click LCA	55
4.3	Økonomi	59
5	Drøfting	62
5.1	Klimagassberegninger for hånd	62
5.1.1	EPD	62
5.1.2	Datagrunnlag	62
5.1.3	Resultater	63
5.2	Klimagassberegninger i One Click LCA	65
5.3	Økonomi	66

5.3.1	Tidsbruk	66
5.3.2	Avfallshåndtering og avfallsbehandling	68
5.3.3	Andre kostnader og utfordringer	70
6	Konklusjon	71
	Bibliografi	72
A	Vedlegg	79
A.1	Klimagassberegninger for hånd	79
A.2	Klimagassberegninger i One Click LCA	92
B	Vedlegg	101
B.1	Kostnadsberegninger	101

Sammendrag

Formålet med denne oppgaven er å vurdere miljøpåvirkningen og de økonomiske kostnadene ved ombruk av bygningsdeler fra kontorvegger. Derfra er det utarbeidet to situasjoner, hvor man sammenligner demontering og ombruk av bygningsdeler fremfor å rive og bygge med nye bygningsdeler. Det er tatt utgangspunkt i bygningsdeler fra Quality Hotel Waterfront, hvor det er valgt å begrense oppgaven til ombruk av kontorvegger med glassfelt og innerdører.

For å finne svar på dette er det hentet inn informasjon om blant annet selve ombruksprosjektet, priser, og gjeldende regelverk. Ved hjelp av håndberegninger utført i Microsoft Excel og beregninger i One Click LCA, er det utarbeidet klimaregnskap for de to situasjonene. I tillegg til at det er utført beregninger på de økonomiske kostnadene.

Basert på beregninger utført i denne oppgaven, er det kommet frem til en miljømessig besparelse på 97 % ved å bygge med ombrukte bygningsdeler. Den største besparelsen kommer fra uthenting av ressurser og produksjon av bygningsdeler. Samtidig er det kommet frem til en minimal prisforskjell mellom situasjonene, men det foreligger en besparelse ved ombruk på rundt 215 000 kr. Andelen ombrukte bygningsdeler er beregnet til å være 60-80 %.

Abstract

The purpose of this assignment is to assess the environmental impact and the financial costs of using building components from office walls. From that, two situations have been developed, where the dismantling and re-use of building parts is compared to demolishing and building with new building parts. The basis for this, is materials from Quality Hotel Waterfront. This bachelors thesis is limited to the use of office walls with glass panels and doors.

In order to find an answer to this, information has been gathered about, amongst other things, the rehabilitation project itself, prices, and current regulations. With the help of manual calculations carried out in Microsoft Excel and calculations in One Click LCA, a life cycle analysis has been performed. Calculations regarding the financial costs have also been carried out based on the two situations.

Based on calculations carried out in this assignment, an environmental savings of 97 % has been reached by building with reused building parts. The biggest savings comes from the extraction of resources and the production of building parts. At the same time, it has been concluded that there is a minimal price difference between the situations, but there is a savings in case of reuse of around NOK 215,000. The proportion of reused building parts is calculated to be 60-80 %.

Terminologi

Forkortelser

BAE - Bygg-, anleggs- og eiendomsnæringen

DiBK - Direktoratet for Byggkvalitet

DOK - Forskrift om dokumentasjon av byggevarer / Byggevareforskriften

DU - Deklarert enhet (declared unit)

EU - Den europeiske union

FDV - Forvaltning, drift og vedlikehold. Brukes ved FDV-dokumentasjon

FN - Forente Nasjoner

Gt - Gigatonn (1 tonn * 1 000 000 000)

GWP - Global warming potensial (globalt oppvarmingspotensial)

HMS - Helse, Miljø og Sikkerhet

IPCC - The Intergovernmental Panel on Climate Change

JV - Julsundvegen

LCA - Life cycle assessment

SAK - Byggesaksforskriften

SSB - Statistisk Sentralbyrå

Stk - Stykker

TEK - Byggteknisk forskrift

WF - Waterfront

dB - Desibel, som er en måleenhet for lydtrykk (støynivå)

l/tonnkm - liter per tonn kilometer

Symboler

\approx - tilnærmet lik

\sum - summen av

\in - element i

\Rightarrow - medfører at (impliserer)

\Leftrightarrow - hvis og bare hvis (er ekvivalent med)

Definisjoner

Ansvarlig søker

“Ansvarlig søker er tiltakshavers representant overfor kommunen og skal stå for all kontakt mellom kommunen, foretakene og tiltakshaver” (Direktoratet for byggkvalitet, 2022a).

Ajourføring

“Ajourføre betyr å sikre samsvar med siste utvikling og tilstand ved å tilføye nye opplysninger. Oppdatere kan brukes som synonym” (Nilstun, 2021, avsn. 1).

Avfall

“Avfall er kasserte gjenstander, materialer og restprodukter” (Lindberg og LOOP-stiftelsen, 2023, avsn. 1).

Avfallsbehandling

Behandling av avfall, inkluderer materialgjenvinning, biologisk avfallsbehandling, avfallsforbrenning med energiutnyttelse og deponering (Miljødirektoratet, 2022a).

Avfallshåndtering

I denne oppgaven brukes avfallshåndtering for håndtering av avfall på byggeplass, frakt og avfallsbehandling på gjenvinningsstasjon. “Avfallshåndtering defineres vanligvis som alt som foretas med avfallet fra og med kasting til og med endelig anbringelse” (Statistisk Sentralbyrå, 2019, avsn. 4).

bibeholde

Bibeholde er et synonym for å opprettholde (Ordet betyr, u.å.). Det har et tysk opphav, og betydde opprinnelig “beholde hos, i nærheten” (Språkrådet, u.å. avsn. 2).

Biogent karbon

Biogent karbon er “karbon produsert ved fotosyntes” (Standard Norge, 2018, s. 5).

Bruksareal - BRA

“Bruksareal er alle målbare plan inne i bygningen, pluss åpne arealer med overbygg (som carport eller lignende)” (Direktoratet for byggkvalitet, 2018a, avsn. 1). Dette inkluderer rom som ikke er innredet, eller ikke kan bebos, og carport eller andre lignende åpne arealer med tak. Ytterveggene er ikke inkludert.

Bruttoareal - BTA

“Bruttoareal (BTA) er en betegnelse for det totale arealet av boligen din. Dette vil alltid være det største tallet. BTA måles på utsiden av ytterveggene av boligen” (Takstsenteret, u.å. avsn. 3).

Bygningsdel

“En bygningsdel er en bestemt del av en bygning, for eksempel vegg, skillevegg, gulv, tak, bjelke eller søyle. En bygningsdel kan være en enkelt byggevare eller bestå av ett eller flere produkter (NS-EN 1363-1:1999)” (Byggordboka, 2017, avsn. 1).

Bygningsdelstabell

“Bygningsdelstabellen brukes til å systematisere, klassifisere og kode informasjon som omfatter de fysiske delene av bygningen med tilhørende utvendige anlegg” (Standard Norge, 2022, s. v).

Bygningstype

Bygningstyper er en klassifisering av bygninger, som gjøres i henhold til NS 3457 del 3. Hvor bygningstyper defineres i tre nivåer: “ensifret nivå - bygningens hovedfunksjon, tosfret nivå - bygningsgruppe, og tresifret nivå - bygningstype” (Standard Norge, 2013, s. 1).

Bærekraft

Bærekraft handler om uthenting og bruk av mat, og andre naturlige og sosiale ressurser, slik at de essensielle ressursene opprettholdes. Dermed vil “utviklingen oppfylle behovene til dagens generasjon uten å ødelegge mulighetene for kommende generasjoner” (Aarseth mfl., 2015, s. 84; Merriam-Webster, u.å.).

Bærekraftig utvikling

“En utvikling som imøtekommer dagens behov uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov.”(FN-sambandet, 2021, avsn. 2)

CO₂-e

CO₂-ekvivalent er “en enhet som sammenveier utslipp av forskjellige klimagasser til den globale oppvarmingseffekten som utslipp av 1 tonn CO₂ vil ha i løpet av 100 år” (Direktoratet for byggkvalitet, 2022g, s. 5).

Energiutnyttelse

Energiutnyttelse brukes om prosesser der energien fra avfall som brennes utnyttes i fjernvarmeanlegg som

varmer opp bygg eller til å generere elektrisitet (Miljødirektoratet, 2022d).

“Innebærer at samme rom kan brukes til forskjellige aktiviteter”(Statsbygg, 2021a s. 16)

Gjenbruk

Gjenbruk betyr at ting som er blitt overflødige, umoderne eller unødvendige brukes på nytt eller omformes i stedet for å kastes (Lindberg og Rosvold, 2023).

Gjenvinning

Gjenvinning betyr at ting plukkes fra hverandre til råvarer og settes sammen igjen eller smeltes om til et nytt produkt(Lindberg og Rosvold, 2023). Gjenvinning er en samlebetegnelse for materialgjenvinning og energiutnyttelse (Miljødirektoratet, 2022d).

Klima

“Klima er summen av det typiske været på et sted over lang tid. [...] Klimaet på et sted sier ikke noe om hvordan været blir en gitt dag, men hva slags vær som er typisk for dette stedet”(Dannevig og Harstveit, 2023, avsn. 1 og 2).

Klimagassutslipp

“Klimagassutslipp er utslipp til luft av klimagasser, det vil si gasser som påvirker atmosfærens evne til å holde på varmen (drivhuseffekten) og dermed klodens klima. Eksempler på slike gasser er karbondioksid (CO₂), metan (CH₄) og lystgass (N₂O)”(Olerud og Lahn, 2023, avsn. 1).

Lineær økonomi

“Lineær økonomi er en bruk-og-kast-økonomi. Vi henter ressurser ut fra naturen, bearbeider dem til produkter som vi bruker, og deretter kvitter oss med. Så utviner vi nye ressurser fra naturen — og hele prosessen gjentar seg” (Miljømerking Norge, u.å. avsn. 1).

Livsløp

“Stadier i et produksystem som følger etter hverandre og er sammenkjedet, fra anskaffelse av råmateriale eller framskaffelse av naturressurser til den endelige avhendingen” (Standard Norge, 2018, s. 3).

Livsløpsanalyse (LCA)

Livsløpsanalyse, også kjent som livsløpsvurdering eller “Livssyklusvurdering (LCA) er en mye brukt metode for å vurdere miljøpåvirkningen av forskjellige varer og tjenester, inkludert energisystemer. Metodikken har et rammeverk som muliggjør konsekvent sammenligning av ulike systemløsninger og alternative teknologier med hensyn til miljøegenskaper. En slik vurdering kan ta hensyn til mange forskjellige miljøpåvirkningskategorier, som global oppvarming, forsuring og toksisitet” (NTNU, 2022, avsn. 1).

Materialgjenvinning

Proessen der avfall omdannes til nye produkter er kalt materialgjenvinning. Man kan også bruke begrepet resirkulering for å beskrive denne prosessen. (Miljødirektoratet, 2022d).

Miljøkartlegging

“Miljøkartlegging er grunnlaget for å identifisere de aktiviteter i virksomheten som har eller kan ha en miljøpåvirkning. I denne inngår det fastsetting av metode og kriterier for miljøkartlegging, gjennomføring av miljøkartlegging i samråd med virksomheten og fastsetting av vesentlige miljøaspekter og kontrolltiltak”(Standard Norge, 2019, avsn. 1).

Modularitetsprinsippet

“Der prosessene påvirker miljøprestasjonen i løpet av bygningens livsløp, skal de tilordnes modulen på det punktet i livsløpet der de forekommer” (Standard Norge, 2012, s. 17).

Ombruk

“Ombruk betyr at produkter eller materialer brukes på nytt til samme formål som før, uten at de må bearbeides noe særlig” (Miljødirektoratet, 2022d, avsn. 7).

Oppvarmet bruksareal - BRA oppvarmet

“Den delen av BRA som tilføres varme fra bygningens varmesystem og eventuelt kjøling fra bygningens kjølesystem og som er omsluttet av bygningens klimaskjerm (ref. NS 3031)”(Direktoratet for byggkvalitet, 2016, avsn. 22).

Partialfaktor

En partialfaktor kan også kalles en sikkerhetsfaktor. Den “kompenserer for ugunstige avvik fra karakteristiske materialverdier, geometriske avvik f.eks. komponentenes tverrsnittsgeometri og usikkerheter i beregningsmodellene for kapasitet” (Larsen, 2019 s. 34).

Prosjekt

“et midlertidig arbeid med tanke på å produsere et spesifikt resultat” (Merakerås, 2020, avsn. 10).

“Innebærer at flere brukere kan bruke samme rom til like typer aktivitet” (Statsbygg, 2021a, s. 16).

Sirkulær økonomi

Store norske leksikon definerer sirkulær økonomi som “et økonomisk system som bygger på prinsipper fra sirkulære kretsløp i naturen. Det har som utgangspunkt at alle ressurser har en anvendelse, og at det dermed ikke skapes avfall.” (Nilsen, 2023, avsn. 1)

Synergi

“Synergi betyr samspill mellom flere faktorer som forsterker hverandre slik at den kombinerte effekten blir større enn summen av de enkelte faktorenes bidrag.” (Store Norske Leksikon, 2019, avsn. 1)

Systemgrenser

“Systemgrenser er grensesnitt mellom det som omfattes og det som ikke omfattes av beregningene” (Standard Norge, 2018, s. 5)

U-verdi

“U-verdi, betegnelse for varmegjennomgangstallet for en bygningsdel, angir varmegjennomgangen per m^2 ved en temperaturforskjell på 1 °C fra luft til luft over bygningsdelen” (Thue, 2019, avsn. 1).

Figurliste

2.1.1 FNs bærekraftsmål. Grafikk: FN.	5
2.1.2 Glass til ombruk (Skotheim, 2022). Foto: Staale Wattø. Gjengitt med tillatelse fra fotograf.	5
2.3.1 Avfallshierarkiet/avfallspyramiden. Grafikk: Retursamarbeidet LOOP (fri lisens).	9
2.4.1 Sirkulærøkonomi. Infografikk: Norsk Gjenvinning Group.	10
2.6.1 Livsløpet til et bygg og ombrukskartlegging satt i system. Grafikk: Grønn Byggallianse	15
2.8.1 Kilder til karbonlagring gjennom bygningers livsløp. Grafikk: One Click LCA.	22
3.1.1 Vurderingsprosessen ved ombruk av bygningsdeler (Overleaf)	25
3.3.1 Miljøpåvirkning, GWP_{100} , per deklartert enhet, hentet fra EPD. (Microsoft Excel)	27
3.3.2 Beregnede mengder fra tegningsgrunnlag. (Microsoft Excel)	28
3.3.3 Fordeling av bygningsdeler for ombruk fra Waterfront, på Julsundvegen 47 og 49. (Microsoft Excel)	29
3.3.4 Livsløpsmoduler. (Microsoft Excel)	31
3.5.1 Volum av bygningsdeler, Waterfront, situasjon 1. (Microsoft Excel)	36
3.5.2 Volum av svinn fra bygningsdeler, Julsundvegen, situasjon 1. (Microsoft Excel)	36
3.5.3 Volum av materialer per deklartert enhet, Waterfront, situasjon 1. (Microsoft Excel)	37
3.5.4 Volum av svinn fra materialer per deklartert enhet, Julsundvegen, situasjon 1. (Microsoft Excel)	37
3.5.5 Valgt containerløsning for avfallstypene, Waterfront, situasjon 1. (Microsoft Excel)	38
3.5.6 Valgt containerløsning for avfallstypene, Julsundvegen, situasjon 1. (Microsoft Excel)	38
3.5.7 Volum av kapp og svinn fra bygningsdeler, Julsundvegen, situasjon 2. (Microsoft Excel)	39
3.5.8 Volum av kapp og svinn fra materialer per deklartert enhet, Julsundvegen, situasjon 2. (Microsoft Excel)	40
3.5.9 Valgt containerløsning for avfallstypene, Julsundvegen - alternativ 1, situasjon 2. (Microsoft Excel)	40
3.5.10 Valgt containerløsning for avfallstypene, Julsundvegen - alternativ 2, situasjon 2. (Microsoft Excel)	40
4.1.1 Beregnet utslipp for Waterfront, situasjon 1. (Microsoft Excel)	42
4.1.2 Beregnet utslipp for Waterfront, situasjon 2. (Microsoft Excel)	42
4.1.3 Beregnet utslipp for Julsundvegen 47, situasjon 1. (Microsoft Excel)	43
4.1.4 Beregnet utslipp for Julsundvegen 47, situasjon 2. (Microsoft Excel)	43
4.1.5 Beregnet utslipp for Julsundvegen 49, situasjon 1. (Microsoft Excel)	44
4.1.6 Beregnet utslipp for Julsundvegen 49, situasjon 2. (Microsoft Excel)	44
4.1.7 Utslipp for de ulike bygningene, sammenstilt. (Microsoft Excel)	45
4.1.8 Prosentvis fordeling av utslipp fra livsløpsmoduler i Julsundvegen 47, situasjon 1 og 2. (Microsoft Excel)	46

4.1.9 Prosentvis fordeling av utslipp fra livsløpsmoduler i Julsundvegen 49, situasjon 1 og 2. (Microsoft Excel)	47
4.1.10 Prosentvis fordeling av utslipp fra livsløpsmoduler i Waterfront, situasjon 1. (Microsoft Excel)	48
4.1.11 Totale utslipp for bygninger i Molde, fordelt på livsløpsmoduler. (Microsoft Excel)	49
4.1.12 Totale utslipp fra bygningsdeler i Molde, fordelt på livsløpsmoduler. (Microsoft Excel)	50
4.1.13 Totale utslipp fra bygningsdeler i Molde, fordelt på livsløpsmoduler utenom A1-A3. (Microsoft Excel)	51
4.1.14 Totale utslipp fra Waterfront, fordelt på livsløpsmoduler. (Microsoft Excel)	52
4.1.15 Totale utslipp fra bygningsdeler i Waterfront, fordelt på livsløpsmoduler. (Microsoft Excel)	52
4.1.16 Totale utslipp fra alle bygninger lagt sammen - situasjon 1 versus situasjon 2. (Microsoft Excel)	53
4.1.17 Utslipp per enhet bygningsdel, situasjon 1 og 2. (Microsoft Excel)	54
4.2.1 Utslipp beregnet i One Click LCA for Julsundvegen 47 og Julsundvegen 49. (Microsoft Excel)	55
4.2.2 Prosentvis fordeling av utslipp på livsløpsmoduler i Julsundvegen 47, situasjon 1 og 2. (Microsoft Excel)	56
4.2.3 Prosentvis fordeling av utslipp på livsløpsmoduler i Julsundvegen 49, situasjon 1 og 2. (Microsoft Excel)	57
4.2.4 Totale utslipp fra bygninger i Molde lagt sammen, beregnet i One Click. Sitasjon 1 versus situasjon 2. (Microsoft Excel)	58
4.3.1 Kostnad ved avfallsbehandling av materialer fra Waterfront, situasjon 1. (Microsoft Excel)	59
4.3.2 Totalkostnad ved avfallshåndtering for Waterfront, situasjon 1. (Microsoft Excel)	59
4.3.3 Kostnad ved avfallsbehandling av svinn fra Julsundvegen, situasjon 1. (Microsoft Excel)	59
4.3.4 Totalkostnad ved avfallshåndtering for Julsundvegen, situasjon 1. (Microsoft Excel)	60
4.3.5 Kostnad ved avfallsbehandling av kapp og svinn fra Julsundvegen, situasjon 2. (Microsoft Excel)	60
4.3.6 Totalkostnad ved avfallshåndtering av kapp og svinn, Julsundvegen alternativ 1, situasjon 2. (Microsoft Excel)	60
4.3.7 Totalkostnad ved avfallshåndtering av kapp og svinn, Julsundvegen alternativ 2, situasjon 2. (Microsoft Excel)	61
4.3.8 Totalkostnader i situasjon 1. (Microsoft Excel)	61
4.3.9 Totalkostnader i situasjon 2. (Microsoft Excel)	61

Tabelliste

2.8.1 Standarder brukt i denne oppgaven for klimagassberegninger	20
3.3.1 Klassifisering av bygningsdeler etter NS 3451	27
3.3.2 Beregnet andel kapp og svinn, basert på fordelte mengder fra figur 3.3.3, for situasjon 2 (hentet fra vedlegg A.1).	30
3.4.1 Klassifisering av bygningstype etter NS 3457-3	33
3.4.2 Bygningsarealer	33
3.4.3 Dører omregnet fra antall dører til kvadratmeter	33
3.4.4 Beregnet total vekt av avfall fra kapp og svinn for Julsundvegen 47 og 49, situasjon 2, fordelt på avfallstyper.	34
4.1.1 Besparelser, per deklartert enhet, for de ulike bygningsdelene ved situasjon 2 fremfor situasjon 1.	54

1 Innledning

Forskning viser at klima i dag er mye påvirket av menneskets levemåter og ressursbruk (Regjeringen, 2021c; World Wildlife Fund, u.å.). Ifølge SINTEFs rapport Framsikt 2050 utvinnes det årlig rundt 60 milliarder tonn av jordens ressurser (SINTEF, 2020). Av disse ressursene er det 8,6 % globalt, som blir tilbakeført til kretsløpet. Det vil si at store deler av ressursuttaket ender opp som avfall og blir ikke brukt om igjen eller gjenvunnet til nye produkter (Christiansen, 2023). I Norge var mengden avfall fra byggeaktivitet på over 1,8 millioner tonn i 2021 (Statistisk Sentralbyrå, 2022a).

Bygg-, anleggs- og eiendomssektoren (BAE) står for omtrent 40 % av klimagassutslippene, energibruken og materialressursene i verden (SINTEF, 2020). Dette tilsvarer omtrent 24 milliarder tonn av de totale utvinningene i verden. Medberegnet i denne prosenten er direkte og indirekte utslipp for bransjen. Næringen har derfor et potensial til å utgjøre en forskjell. Dersom man ser på Norge alene, vil BAE-næringen stå for 16 % av landets utslipp. Dette kommer av tilgangen Norge har på fornybar energi og derfor vil utslipp relatert til produksjon av energi, være lavere i forhold til verden generelt. Av disse utslippene kommer over halvparten fra produksjon og transport av byggematerialer. For å halvere disse utslippene har Grønn byggallianse utarbeidet fem tiltak. Det første, og et av de viktigste tiltakene for næringen går ut på å rive mindre. Det andre handler om ombruk av flere materialer (Grønn Byggallianse, u.å.). Renovering med ombruk og gjenvinning kan redusere utslippene. Dette er sammenlignet med nybygg, som står for 70 % av utslippene fra byggesektoren (Grønn Byggallianse, u.å.).

I dag blir kun 9 % av ressursene resirkulert (SINTEF, 2020). EU ønsker blant annet å “bygge og renovere på en energi- og ressurseffektiv måte” (Miljødirektoratet, 2021b, fig. EU). Dette går ut på at forbruket av ressurser skal ligge innenfor jordens tålegrenser. Et annet mål er å “mobilisere industrien for overgang til en ren og sirkulær økonomi” (Miljødirektoratet, 2021b, fig. EU). Sirkulær økonomi innebærer at man velger materialer og produkter som har lengre levetid eller videreutvikler nåværende produkter til å vare lengre. Produkter og industrien omstilles slik at produktene skal være mulig å reparere, bruke om igjen og resirkuleres (European Commission, 2020). Sirkulær økonomi vil sørge for at ressurser bevares i et kretsløp og at avfall til energigjenvinning og deponi begrenses.

BAE-næringen i Norge har en sirkulær økonomi på 2,4 % i dag (Christiansen, 2023). Det er i hovedsak lineær økonomi som dominerer. Det vil si at man utvinner ressurser og prosessere disse til ulike produkter, som blir brukt frem til produktene blir til avfall (Deloitte, 2020a). Lineær økonomi fører til et overforbruk av produkter, som igjen kan føre til ressursknapphet. Grunnet denne typen økonomi har avfallsbransjen vokst frem (Kommunesektorens organisasjon, 2018; Vildåsen og Arbo, 2022).

1.1 Problemstilling

I vår bacheloroppgaven har vi som mål å finne ut av miljøfordelene og de økonomiske kostnadene eller fortjenestene ved ombruk av bygningsdeler fra kontorvegger. Vi har valgt å fokusere på følgende delspørsmål:

- Hva er miljøpåvirkningen av ombruk sammenlignet med nye bygningsdeler?
- Hva bidrar til de største klimagassutslippene?
- Hvor stor andel av bygningsdelene kan brukes videre i bygninger i Molde?
- Hvor mye tilleggsarbeid er det ved bruk av ombrukte bygningsdeler?
- Hvor ligger kostnadsforskjellene mellom situasjonene, og hva er mest økonomisk gunstig?

1.2 Oppgaveavgrensning

I arbeidet med denne oppgaven har det vært begrenset med tid og tilgang til informasjon, og det har derfor vært nødvendig å avgrense oppgaven både i starten av arbeidet og underveis.

- Denne oppgaven ser på ombruk av bygningsdeler fra kontorvegger fra Quality Hotel Waterfront. Inkludert i kontorveggene er glassfelt og dører.
- Bygningene i Molde skal rehabiliteres og det har derfor trolig blitt demontert eller revet materialer fra bygningenes lokaler, hvor ombruksmaterialer fra Waterfront er planlagt montert. Grunnet oppgavens omfang er det valgt å ikke ta hensyn til eventuelle materialer som blir revet i Molde.
- Det blir ikke tatt hensyn til transport av utstyr til og fra byggeplass i livsløpsmodul A4, grunnet manglende informasjon om dette. Det er antatt at det ikke er behov for noe spesielt utstyr for å gjennomføre monteringsarbeidet, annet enn vanlig håndverktøy.
- Det blir sett bort fra utslipp relatert til lagring av produkter på byggeplass, og transport av bygningsdeler, produkter, avfall og utstyr innenfor byggeplassen. Det anses som relativt likt for situasjonene, og vil dermed ikke påvirke formålet til denne oppgaven.
- Grunnet begrenset tilgang til enkelte faktiske kostnader ved ombruksprosjektet, og variable priser i forbindelse med ulike avtaler bedriftene har, blir flere av kostnadene beregnet ut fra generelle priser.
- Det er gjort delberegninger av livsløpet. Det blir derfor valgt å ikke se på livsløpsmodul B1-B7 i tillegg til modul D.
- Fra demontering av kontorlokaler i Waterfront var det omtrent 50 kg avfall til overs per etasje (Skotheim, 2022). I oppgaven er det valgt å se på kontorvegger med glassfelt og dører, mens det i virkeligheten er demontert flere bygningsdeler, slik som himlingsplater. Grunnet manglende informasjon om fordelingen og opphavet til avfallet, er det valgt å se vekk fra disse i beregningene. Disse vil i realiteten påvirke miljøpåvirkningen og kostnadene, men i en liten grad.
- I disse beregningene er det sett bort fra kostnader relatert til planlegging og ombrukskartlegging. Når administrative kostnader legges til i beregningene, kan dette påvirke det økonomiske resultatet.

1.3 Bakgrunn for bacheloroppgaven

Kontorlokaler i Quality Hotel Waterfront skulle rives, og bygges om til hotellrom. En av aktørene som var involvert i prosjektet såg muligheten for ombruk av bygningsdeler. Denne aktøren var også involvert i rehabiliteringsprosjektet i Molde, hvor behovet for bygningsdeler samsvarte med bygningsdeler som skulle rives i Waterfront. Dermed ble det bestemt at materialene fra blant annet kontorvegger med glassfelt og dører skulle demonteres og pakkes for transport til Molde. Bacheloroppgavens oppdragsgiver, Peab K. Nordang, var interessert i å undersøke klimapåvirkningen av dette valget. De presenterte også et ønske om at denne oppgaven skulle se nærmere på det økonomiske resultatet av ombruk av bygningsdeler versus riving og bruk av nye bygningsdeler.

1.4 Oppgavens oppbygning

Kapittel 1 - Innledning

Dette kapitlet informerer om bakgrunnen for oppgaven, problemstilling og avgrensninger. Her finner man øg informasjon om oppdragsgiver for prosjektet og om hvordan oppgaven er oppbygd.

Kapittel 2 - Teoretisk grunnlag

I dette kapitlet presenteres det teoretiske grunnlaget for oppgaven. Her får man et innblikk i relevante standarder og regelverket rundt ombruk. I tillegg er det kartlagt nyttig informasjon om blant annet bærekraft, avfall, ombruk, sirkularitet og klimaregnskap.

Kapittel 3 - Metode

I dette kapitlet viser vi hvordan datagrunnlaget er innhentet og hvordan det blir brukt for å svare på problemstillingen. Det er satt opp to ulike situasjoner som beskrevet i kapittel 3.1. For disse situasjonene blir det utført klimagassberegninger og kostnadsberegninger. Metoden bak disse beregningene blir presentert i dette kapitlet.

Kapittel 4 - Resultater

Basert på metoden i kapittel 3, er det gjennomført miljømessige og økonomiske beregninger. Resultatene fra disse beregningene blir visualisert og beskrevet i dette kapitlet.

Kapittel 5 - Drøfting

I drøfting blir teori, metode og resultater drøftet opp mot hverandre, samt avvik og eventuelle feilkilder rundt metode og resultater.

Kapittel 6 - Konklusjon

På bakgrunn av drøftingen fremkommer det i dette kapitlet svar på problemstillingen, hvor de viktigste resultatene og erfaringene blir oppsummert.

Vedlegg A1 - Klimagassberegninger for hånd

Vedlegg A1 gir mer detaljert informasjon om bakgrunnen for beregninger som er gjennomført for hånd.

I tillegg til en oversikt over resultatene fra beregningene, som vist i kapittel 4.

Vedlegg A2 - Klimagassberegninger i One Click LCA

I vedlegg A2 blir det fremvist mer detaljerte resultater nedlastet fra One Click LCA. I tillegg til beskrivelser av antagelser og standard scenarioer som One Click LCA baserer beregningene sine på.

Vedlegg B - Økonomi

Vedlegg B gir utfyllende informasjon om bakgrunn for kostnadsberegninger som er utført, og er satt opp ved hjelp av Microsoft Excel. Deler av informasjonen er sensurert grunnet konfidensialitetsavtaler.

2 Teoretisk grunnlag

2.1 Bærekraft



Figur 2.1.1: De 17 bærekraftsmålene fra FN (Forente Nasjoner, 2023). Grafikk: FN. Gjengis med fri bruk til informasjonsformål.

FNs bærekraftsmål er en arbeidsplan som er laget felles for verden med mål om blant annet å stoppe klimaendringene (Forente Nasjoner, 2023). Byggebransjen kan være med å bidra til å nå flere av disse bærekraftsmålene. Blant annet kan byggenæringen bidra til mer ansvarlig forbruk og produksjon, ettersom ombruk vil kunne føre til et mindre fotavtrykk på jorden og mindre avfall. Om det blir hentet ut færre ressurser og flere bedrifter satser på ombruk av materiale vil dette være med på å stoppe klimaendringene ved å redusere klimagassutslipp. Blant prosjekter som har vært utført med denne tankegangen, finner man renoveringen ved Quality Hotel Waterfront. Ulike materialer fra tre etasjer med kontorlokaler i hotellet ble systematisk demontert, pakket og sendt til Molde for ombruk. I et innlegg på klimakonferansen høsten 2022, ble dette ombruksprosjektet koblet opp mot syv av FNs bærekraftsmål:

- 6. Rent vann og gode sanitærforhold
- 8. Anstendig arbeid og økonomisk vekst
- 12. Ansvarlig forbruk og produksjon
- 13. Stoppe klimaendringene
- 14. Livet i havet
- 15. Livet på land
- 17. Samarbeid for å nå målene



Figur 2.1.2: Glass til ombruk (Skotheim, 2022). Foto: Staale Wattø. Gjengitt med tillatelse fra fotograf.

Verdens meteorologiorganisasjon etablerte FNs klimapanel, også kjent som IPCC, i 1988 og det er sett på som “det viktigste faglige grunnlaget om klimaendringene” (Miljødirektoratet, 2023a, avsn. 2). Klimapanelets formål er ikke egen forskning, men heller å koble sammen ulik vitenskapelig litteratur som sees på som klimarelevant. Panelet er politisk nøytralt og utarbeider klimarapporter i samarbeid med hundrevis av ledende eksperter (Miljødirektoratet, 2023a).

FNs klimapanel har tre arbeidsgrupper som hver lager sin delrapport. Tredje delrapport handler om “tiltak og virkemidler for å redusere utslipp og øke opptak av klimagasser” (Miljødirektoratet, 2021a, 0:39-0:58). I kapittel 11 informerer delrapporten om at “økt materialeeffektivitet og resirkulering av materialer reduserer behovet for utvinning av primærressurser, og dermed også den energikrevende primærprosesseringen. [...] Substitusjon av materialer, økt energieffektivitet og mer sirkulære materialstrømmer, har generelt sett flere synergier med bærekraftig utvikling” (Miljødirektoratet, 2022b, avsn. 3 og 10). Ombruk er en del av resirkuleringsprosessen. Ombruksprosjekter forlenger levetiden til de ombrukte materialene, og er med på å bidra til mer sirkulære materialstrømmer.

I et forsøk på å begrense klimaendringene ble den juridisk bindende Parisavtalen vedtatt i 2015. Dette er den første globale klimaavtalen (Regjeringen, 2021b). Denne historiske avtalen forplikter alle land som har signert den til å kutte klimagassutslippene, hvor det er forventet at de rikeste landene skal bidra mest (Jakobsen mfl., 2021). Ifølge Parisavtalen skal det utarbeides en nasjonal plan for hvert land for håndtering av klimagassutslipp (FN-sambandet, 2020). I den nasjonale planen til Norge er det vedtatt at utslippene skal reduseres med minst 50 % innen 2030, sammenlignet med nivået fra 1990 (Miljødirektoratet, u.å.). Et annet mål Stortinget har vedtatt er at Norge fra og med 2030 skal være klimanøytralt (Miljødirektoratet, 2022c).

I et intervju med Energi og Klima sier daglig leder i Grønn Byggallianse, Katharina Bramslev;

Skal vi nå klimamålene, må vi rive mindre og bygge mindre nytt. Slik reduserer vi produksjon av nye materialer som ofte avgir mye klimagasser i produksjonsprosessen, slik unngår vi mye transport, slik reduserer vi utslipp fra maskiner på byggeplass, slik reduserer vi naturinngrep og slik reduserer vi mengdene avfall (Jortveit, 2023, avsn. 5).

Mulige måter å oppnå dette på er ved reovering av eksisterende boliger, og ombruk av materialer. I en artikkel fra 2021 forteller Fremtidens Byggenæring om utregninger gjort på dette. Ifølge disse utregningene er det potensielt store besparelser på ombruk av materialer, og det kan være snakk om opptil 340 tonn CO₂-ekvivalenter. Forsøksprosjektet som Fremtidens Byggenæring så på, *Regionale Ombruksnettverk for byggematerialer*, ble gjennomført av Loopfront og Multiconsult, og det ble sett på 95 000 m² bygningsmasse fra totalt åtte bygninger. For artikkelen ble det beregnet at ombruken som erstatning for nye materialer kunne gi økonomiske besparelser på omtrent 34 millioner kroner (Holm, 2021).

2.2 Utslipp - Direkte og indirekte

Klimagassutslipp er en betegnelse for utslipp av klimagasser til luft. Dette omfatter blant annet lystgass, metan og karbondioksid og er “gasser som påvirker atmosfærens evne til å holde på varmen og klodens klima” (Olerud og Lahn, 2023, avsn. 1). Utslippene deles ofte inn i direkte og indirekte utslipp. “Direkte utslipp er de som fysisk finner sted innenfor et geografisk område”, mens “indirekte utslipp omfatter utslipp forbundet med varer og tjenester som importeres til det geografiske området” (Kommunesektorens organisasjon, 2021, avsn. 3 og 4).

I en rapport utgitt i 2019 av Asplan Viak, er det blant annet sett på andelen direkte og indirekte utslipp fordelt på næringsbygg og privatboliger. Dataene viser fordelingen globalt fra 1970-2010. Rapporten viser at privatboliger er ansvarlig for en større andel av utslippene enn næringsbygg, og at andelen *indirekte* utslipp er størst. De totale indirekte utslippene har hatt en jevn økning, og fra 1970 til 2010 økte de med 370 %. I samme periode har de direkte utslippene økt med 19 %. Totalt var utslippsmengden på over 9 Gt CO₂e/år i 2010 (Asplan Viak, 2019, fig. 1). Statistisk sentralbyrå har sett på prosentmessig endring i utslipp nasjonalt fra 1990-2021. Basert på dette har de kommet frem til en reduksjon i klimagassutslipp på 4,7 % (Statistisk Sentralbyrå, 2022c).

I Norge blir det i hovedsak brukt fornybar energi til drift og oppvarming av bygninger. Derfor utgjør utslipp relatert til dette, 1-2 % av de totale utslippene i landet. Produksjon og transport av materialer fører til indirekte utslipp. Direkte og indirekte utslipp fra BAE-sektoren, står til sammen for 16 % av det totale klimagassutslippet i Norge. Gjennom livsløpet til en bygning er det beregnet at utslippene fra produksjon og transport av materialer til byggeplass vil utgjøre over 50 % av bygningenes totale utslipp (Grønn Byggallianse, u.å.).

2.3 Avfall

Det genereres store mengder avfall under riving og rehabilitering av bygninger, og i 2020 oppsto nesten 70 % av avfallet fra byggeaktivitet i forbindelse med nettopp dette (Statistisk Sentralbyrå, 2021b). Når dette avfallet leveres på deponi vil det avgi klimagassutslipp. Ombruk av flere av disse materialene til enten rehabilitering eller nye bygninger vil dermed bidra til reduksjon av utslippene fra deponi, men også redusere utslipp i forbindelse med produksjon og frakt av nye materialer.

Avfall på deponier står for rundt 2,5 % av norske klimagassutslipp. Utslippene kommer i hovedsak fra utslipp av metan, som dannes når avfall råtner uten tilgang til oksygen. BAE-næringen sto for omtrent 15,7 % av disse utslippene i 2021 (Statistisk Sentralbyrå, 2022b; Statistisk Sentralbyrå, 2022a). Avfallet fra bygg og anlegg fordeles på bygninger som rives, rehabiliteringer og nybygging. Riving står for 41,9 %, deretter står nye bygninger for 32,5 % og rehabilitering for 25,6 % (Statistisk Sentralbyrå, 2022a).

Klimagassutslipp er en av flere negative sider med deponering. Noen av de andre sidene er utlekking av helse- og miljøfarlige stoffer, skadedyr, smittefarer og forsøpling. På grunn av dette er det satt i gang flere tiltak for å redusere avfall på deponi. Et av disse er at det er bygd egne, tette deponier for farlig avfall. 1. juli 2009 ble det innført et forbud mot deponering av nedbrytbart avfall i Norge i avfallsforskriften § 9-4. (Avfallsforskriften, 2004). Nedbrytbart avfall er blant annet restavfall, papir, hageavfall og trevirke (Lindberg og LOOP-stiftelsen, 2022). I byggt teknisk forskrift (TEK17) § 9-8 avfallssortering, er vektprosenten til sortering- og leveringspliktig avfall endret fra 60 til 70 vektprosent. Denne endringen gjelder fra 2022 (Direktoratet for byggkvalitet, 2017). Et annet eksempel på et slikt krav er at regjeringen har vedtatt at konstruksjon av nye bygninger skal designes for demontering og ombruk (Regjeringen, 2022a). Målet med tiltakene er at avfall skal bli en ressurs for produksjon av nye produkter, i tillegg til at det skal forårsake minst mulig skade på mennesker og miljø (Regjeringen, 2021a).

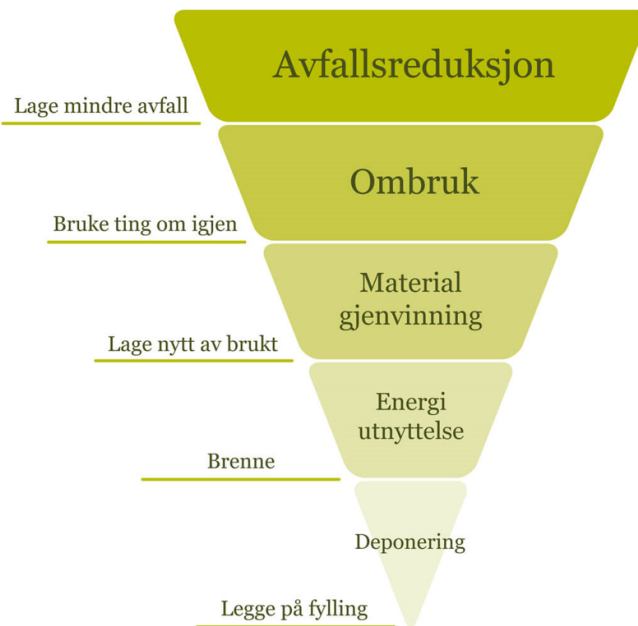
Den største andelen av avfallet fra byggeaktivitet består i hovedsak av tegl, betong og andre tyngre bygningsmaterialer. I 2021 var andelen av dette på nesten 700 000 tonn (Statistisk Sentralbyrå, 2022a), og utgjør 38 % av alt byggeavfall. Det meste av tegl, betong og andre tyngre bygningsmaterialer kommer i hovedsak fra rivingsprosesser. Nye bygninger er ansvarlig for den største andelen av avfall, slik som asfalt, tre- og restavfall. I tillegg genererer byggeaktivitet papp og papir, plast, glass, metall, gips, EE-avfall og farlig avfall. Isolasjonsmaterialer kan havne under betegnelsen *farlig avfall*, grunnet mulig innhold av bromerte flammehemmere og lignende helse- og miljøfarlige stoffer (Miljødirektoratet, 2010). Samtidig kan blåst isolasjon fra nye bygninger betegnes som restavfall (Frøid, 2020).

2.3.1 Avfallshierarkiet

Avfallshierarkiet “illustrerer prioriteringene i norsk avfallspolitikk og EUs rammedirektiv for avfall” (Lindberg og LOOP-stiftelsen, 2022, avsn. 1) med høyest prioritering ovenfra og ned (Regjeringen, 2021a). Avfallshierarkiet er delt inn i fem deler: Avfallsforebygging/-reduksjon, ombruk, materialgjenvinning, energiutnyttelse og sluttbehandling/deponering. Ombruk kommer etter avfallsforebygging som er høyest prioritert i avfallshierarkiet (Lindberg og LOOP-stiftelsen, 2022; Miljødirektoratet, 2019).

Kort oppsummert går avfallsforebygging ut på at veksten i avfall skal være lavere enn den økonomiske veksten. Dette er et av Norges mål ved avfallspolitikk og kan oppnås ved å planlegge for ombruk, redusere bruken av helse- og miljøfarlige stoffer, og øke materialeffektiviteten. Ombruk går ut på å bruke om igjen produkter fremfor å kaste dem. En del av dette går ut på å reparere defekte produkter i stedet for å kjøpe nye, eventuelt at et produkt får en ny eier. Materialgjenvinning og energiutnyttelse går under definisjonen gjenvinning. Forskjellen på disse er at ved materialgjenvinning blir produkter om til nye råvarer, som kan brukes til produksjon av nye produkter, mens energiutnyttelse går ut på blant annet at avfall blir brent og man utnytter varmen til for eksempel oppvarming av boliger. Et annet eksempel på energiutnyttelse er produksjon av biogass fra matavfall til drivstoff.

Nederst i avfallshierarkiet har man deponering, som går ut på at avfallet havner på et deponi for lagring og nedbryting (Avfall Norge, u.å.). Den største andelen av utslipp kommer fra avfallsdeponi og fra forbrenning av avfall. Avfallsforebygging, ombruk og materialgjenvinning kan være med på å redusere utslippene relatert til dette (Miljødirektoratet, 2019). Med bakgrunn i at byggenæringen i 2021 produserte 1,8 millioner tonn avfall, er det muligheter for større ressursutnyttelse og reduksjon i avfall (Statistisk Sentralbyrå, 2022a).



Figur 2.3.1: Avfallshierarkiet/avfallspyramiden. Grafikk: Retursamarbeidet LOOP (fri lisens).

2.3.2 Avfallsbehandling og avfallstyper

Avfall kan deles inn i ulike avfallstyper, blant annet metall, gips, glass, isolasjon, restavfall og *gjenstander til ombruk* (Loop, u.å.). Gjenstander til ombruk er for eksempel møbler og andre eiendeler som gis bort, eller *avfall* fra en byggeplass som blir ombrukt i sin opprinnelige form på en annen byggeplass. Avfallstypen forteller hvordan avfallet skal sorteres og om det kan gjenvinnes. I tillegg til at dette avgjør kostnaden av avfallshåndtering og -behandling.

Behandlingen av avfall vil variere mellom avfallstypene, gjenvinningstasjon og geografisk område. De vanligste avfallsbehandlingene i Norge deles inn i fire typer: materialgjenvinning, biologisk avfallsbehandling, avfallsforbrenning med energiutnyttelse og deponering (Miljødirektoratet, 2022a). I tillegg til disse vanlige behandlingstypene, er det et mål om at ombruk som avfallsbehandling skal gradvis bli mer vanlig (Bengtzen, 2022). Blant private er interessen for ombruk stor (Sandberg, 2023), og det er økende interesse for ombruk i byggebransjen (Melien, 2019). Det er seksjonen for sirkulær avfallshåndtering som har ansvar for regelverk og virkemidler innen blant annet ombruk og materialgjenvinning (Miljødirektoratet, 2023b).

2.4 Sirkularitet



Figur 2.4.1: Sirkulærøkonomi. Infografikk: Norsk Gjenvinning Group. Gjengitt med tillatelse fra NGG.

materialforbruk og avfall. Det største bidraget kommer fra riving og renovering, som beskrevet tidligere. Eiendomsnæringen har et potensial til økt sirkularitet ved "å sette krav til lokalisering, funksjonalitet og kvalitet ved bygg, krav til material- og energibruk i nye og rehabiliterte bygg, og gjennom eiendomsforvaltning" (Deloitte, 2020a, s. 24). Samtidig kan bedre arealutnyttelse, vedlikehold og økt bruk av sirkulære materialer bidra til en mer sirkulær næring (Deloitte, 2020a). Sirkulære materialer "inkluderer eksempelvis regenerative, ombrukte, produserte eller materialgjenvunnede materialer. Det er også materialer som eksempelvis egner seg for ombruk, reparasjon og materialgjenvinning" (Circular Business, u.å. avsn. 22).

Det fremkommer at BAE-næringen har en andel svinn på 20 % fra byggematerialer, ved oppføring av nybygg. Deler av denne andelen svinn er fullt brukbare materialer og produkter, og disse ender ofte opp som avfall. Næringens tilgang til billige materialer og produkter, bidrar til en mindre kritisk tankegang ved bestilling og bruk av materialer. Denne tilgangen gjør at det ofte beregnes ekstra materiale, fremfor å regne mer eksakte mengder (Deloitte, 2020a).

Materialbruken i BAE-næringen utgjør en barriere for å få til en sirkulær økonomi. Dagens lineære økonomi bidrar til lave kostnader for primærmaterialer og høye kostnader med arbeidskraft i sektoren. Dermed kan det være billigere å rive og bruke nye materialer fremfor å demontere og ombruke materialene, siden demontering og ombruk ofte tar lengre tid og krever mer arbeidskraft. Direktør for Miljødirektoratet, Ellen Hambro, sier at "Økt ombruk og materialgjenvinning av produkter er avgjørende i omstillingen til en sirkulær økonomi der vi beholder ressursene i systemet lengst mulig" (Miljødirektoratet, 2021c, avsn. 1). Det er i dag også lav etterspørsel og manglende stabil tilgang til sekundære og resirkulerte råvarer.

For å bekjempe klimaendringene, og nå FN's bærekraftsmål, må en gå fra en lineær økonomi til en sirkulær økonomi. Som nevnt innledningsvis står byggenæringen for 40 % av klimagassutslippene i et globalt perspektiv og 16 % i Norge. Dermed er BAE-næringen en av fire prioriterte områder i EUs veikart for en sirkulær økonomi. Den norske regjeringen har satt mål om at "Norge skal være et foregangsland i utviklingene av en grønn sirkulær økonomi som utnytter ressursene bedre" (Deloitte, 2020a, s. 5). Det skal og utarbeides en nasjonal strategi for å oppnå sirkulærøkonomi.

Når det gjelder omstilling til en sirkulær økonomi, har BAE-næringen et stort potensial. Dette er blant annet grunnet den store mengden

Dette gjelder også for omsetning av produkter som benyttes til ombruk, noe som gjør at det i dag ikke finnes et effektivt marked for ombruk av materialer (Deloitte, 2020b).

I 2021 sto BA-næringen for 2,84 millioner tonn avfall, som tilsvarer omtrent 25 % av alt generert avfall i Norge (Statistisk Sentralbyrå, 2022b), og er dermed den største enkeltkilden til avfall. Det kommer fram i utredningene, gjort av Deloitte, at næringen selv mener at det er potensiale for mer sirkularitet rundt produksjon av avfall. Dette kommer, ifølge næringen, av at avfall som går til gjenvinning og deponi kan brukes som nytt råstoff inn i egen eller andres næring (Deloitte, 2020a).

Fra utredningen kommer det frem at BAE-næringen har potensialet for å kunne omstille seg fra lineær økonomi til sirkulær økonomi. Samtidig er det også en del barrierer for å klare denne omstillingen. Næringen selv har pekt på ulike utfordringer innenfor en rekke kategorier. Disse utfordringene er kategorisert som følger: Regulatoriske og politiske, økonomiske, teknologiske, strukturelle, og relatert til kunnskap og kultur (Deloitte, 2020b).

Når det gjelder regulatoriske og politiske barrierer, så er regelverket fra Norge og EU et hinder. BAE-næringen opplever at regelverkene ikke gir tilstrekkelige insentiver til rehabilitering og mer effektiv arealbruk. Samtidig som at EUs regelverk, som omhandler ombruk av byggematerialer og regnskapsregler, står i veien for vedlikehold og rehabilitering. Byggeiere opplever en barriere ved TEK17, ettersom at det stilles samme krav til rehabilitering som for nye bygg. Dette begrenser både det tekniske og økonomiske handlingsrommet ved rehabilitering, sammenlignet med å rive og bygge nytt (Deloitte, 2020b).

Bransjen mangler kunnskap om sirkulær økonomi, sirkulære løsninger og forretningsmodeller. Dette er en annen barriere for overgangen til en sirkulær økonomi, og er grunnen til at næringen ikke etterspør flere sirkulære løsninger. Det er ofte manglende kompetanse og kunnskap rundt vedlikehold av bygninger, samt reparasjon. Dette kan føre til problemer. Årsaken til dette er manglende informasjonsoverføring mellom ansvarlig prosjekterende og den/de ansvarlige for drift av en bygning. Videre er manglende kunnskap om teknologi for forenkling av sirkularitet en annen barriere. Blant disse teknologiene har man digitale verktøy, som skal tilgjengeliggjøre informasjon relatert til bygningens innhold. Dette kan for eksempel være informasjon om materialer og deres kvalitet (Deloitte, 2020b).

2.5 Bygningsinformasjonsmodell (BIM)

En BIM-modell er en digital tvilling av et bygg eller anleggsprosjekt. Den inneholder modeller fra de ulike fagområdene, som er slått sammen til en tverrfaglig modell (Hansen, 2019, s. 209). Fagområder som ofte er samlet i en slik modell er blant annet bygg, elektro og vvs, og det er mulig å skru av og på informasjon fra de ulike fagområdene. Modellen skal gjøre det lettere med informasjonsdeling mellom de ulike aktørene i byggeprosjektet og skape god tverrfaglig samhandling. For at dette skal være mulig er det viktig med en oppdatert modell gjennom hele byggeprosessen. Når bygget er ferdigstilt skal det kunne hentes ut dokumentasjon på hvordan bygget skal forvaltes, driftes og vedlikeholdes. Ved endt levetid av en bygning, er det avgjørende med tilgjengelig informasjon og dokumentasjon av byggets innhold. Dette

er avgjørende for at en høyest mulig andel av materialene i bygget blir ombrukt, og for en forsvarlig avfallshåndtering (Hansen, 2019).

BIM deles inn i flere dimensjoner. Disse skal sørge for at byggeprosjektet bygges på en effektiv, ansvarlig og bærekraftig måte, innenfor prosjektets økonomiske grenser (Buildext, 2022). Dimensjon 3D gir informasjon om en bygning i tre dimensjoner, samt byggets plasseringen og innhold. Modellen viser hvilke bygningsdeler og materialer bygget består av. Den skal gjøre det enklere å oppdage, og løse problemer som oppstår underveis mellom de ulike fagområdene, slik som kollisjoner (Buildext, 2022). Solibri er en BIM-programvare som kan brukes sammen med 3D-dimensjonen til blant annet mengdeuttak av bygningsdeler. Dette blir gjort ved hjelp av *Information Takeoff (ITO)* hvor man får en oversikt over tilgjengelig informasjon om de ulike bygningsdelene (Solibri, 2023). Det blir blant annet gitt informasjon om type bygningsdel, mengder i m^2 og volum i m^3 . Masteroppgaven *Implementering av BIM hos entreprenør med fokus på mengdeuttak i kalkulasjonsprosessen* av Anders Qviller viser til en besparelse i tid ved mengdeuttak på 50 % i forhold til tradisjonelle måter (2010). Den tradisjonelle måten går ut på at mengdeuttak blir beregnet for hånd ved hjelp av kalkulator og linjal.

4D legger til tidsaspekter til 3D-modellen. Dette muliggjør bedre fremdrift og kan hjelpe med å forutse potensielle problemer som kan oppstå underveis (Buildext, 2022). SYNCHRO 4D er en programvare som kombinerer tidsplanlegging med visualisering av byggeprosessen ved hjelp av BIM-modellens komponenter (Synchro, u.å.). Sammen med 4D kan man i 5D legge inn kostnadene som oppstår gjennom byggeprosessen. Med tilgang til data som oppdateres i sanntid, samt informasjon om utstyr og arbeidskraft, kan man lettere vurdere kostnader ved ulike løsninger (Buildext, 2022).

Videre blir blant annet energiforbruk, klimagassutslipp og resirkulerbarheten til materialer vurdert i den sjette dimensjonen. Dette skal gjøre det enklere å bygge og drifte bygninger på en mer bærekraftig måte (Biblus, 2021a). Samtidig som det skal bidra til å redusere energiforbruken og øke kvaliteten til en bygning (Buildext, 2022). Programmeringsverktøyet Grasshopper i Rhino kan brukes til blant annet å simulere byggets energiytelse og hvordan omgivelsene påvirker bygget (Hosseini, 2022). One Click LCA er en programvare som kan brukes til utarbeidelse av klimagassutslipp og kartlegge sirkulariteten til en bygning. Programvaren kan integreres med blant annet Revit, Solibri og Grasshopper, og skal gjøre det enklere å vurdere og velge mer bærekraftige materialer (One Click LCA, u.å.-b).

Den syvende dimensjonen skal hjelpe med å planlegge vedlikehold og renovering av bygninger i forkant av bruksfasen. Den ser i tillegg på kostnad og lønnsomhet av vedlikehold og reparasjoner, slik at man får utnyttet komponenter i størst mulig grad før de blir erstattet. I tillegg til disse dimensjonene, er det lagt til tre nye dimensjoner. Blant disse finner man 8D, som omhandler sikkerhet (Buildext, 2022), 9D som fokuserer på LEAN konstruksjon (Biblus, 2021b) og 10D. Den tiende dimensjonen handler om industrialisert konstruksjon (Biblus, 2022).

2.6 Ombruk

Det er flere fordeler ved ombruk. For eksempel kan ombruk føre til redusert forurensning, energibruk, uthenting og redusert bruk av nye ressurser. Ombruk kan også "begrunnes med bevaring av historisk verdifulle bygninger og bygningsdeler"(Sørnes mfl., 2014, side 7). I 2018 utga Bygg21 en rapport på oppdrag for Kommunal- og moderniseringsdepartementet (Bramslev, 2018 s. 16). Der skriver de:

Det gir langt færre utslipp hvis man bruker resirkulerte materialer eller produkter basert på resirkulert innhold, framfor nye materialer eller produkter med jomfruelige materialer. [...] Undersøkelser viser at man kan halvere klimagassutslippene ved å bygge med gjenbrukete materialer i stedet for å bruke nye.

Ombruk av enkelte materialer kan komme i konflikt med eksisterende gjenvinningsordninger. For materialer som plast og metall er det i dag flere lønnsomme gjenvinningsordninger (Sørnes mfl., 2014). En slik gjenvinningsordning er omsmeltingen av plast. Plast som leveres til gjenvinning blir ofte smeltet om til granulat, og deretter blir dette benyttet som råstoff når det produseres blant annet nye sekker og poser. I tillegg er plast noe som har høy brennverdi, og kan brennes for energigjenvinning (Furulund, 2019). En annen lønnsom gjenvinningsordning er metallgjenvinning. Metaller er et av de materialene som er enklest å gjenvinne. Stålgjenvinning krever mindre energi enn produksjon av ny stål. Gjenvinningen trenger bare 30 % av energien til ny produksjon, og er med å bidra til en mer sirkulær økonomi (Norsk Metallgjenvinning, u.å.).

Ifølge britiske BioRegional er det derimot ingen tvil om hva som er mest lønnsomt. Ombruk av konstruksjonsstål og treverk kan føre til henholdsvis 96 % og 83 % reduksjon av miljøbelastning sammenlignet med produksjon av nye materialer (Lazarus, 2009). Det meste av trevirke som leveres til gjenvinning i Norge, blir sendt til energiforbrenning. Denne andelen var på nesten 90 % i 2018. Ombruk av disse ressursene fører til mindre energibruk relatert til omdanning av materialer, i tillegg til at det reduserer materialmengden som går til forbrenning. Brukt trevirke kan for eksempel omgjøres til sponplater eller møbler (Dalen, 2018).

Ved demontering må ombruksmaterialene sjekkes for mangler og skader, og de må kontrolleres for helse- og miljøskadelige stoffer. Dersom materialer har vært utsatt for overbelastning kan ombruk av disse være problematisk. Dermed må overbelastninger og kjente laster vurderes. Materialene som demonteres til ombruk blir ikke nødvendigvis brukt om igjen med det samme. Det kan være disse skal brukes i flere ulike byggeprosjekter som ikke er startet ennå, og da kan det i mange tilfeller være nødvendig med mellomlagring av ombruksmaterialer (Sørnes mfl., 2014).

Stedet hvor ombruksmaterialene blir brukt påvirker miljøutslippene og de økonomiske kostnadene. Å bruke materialene i en annen etasje i samme bygning, vil gi mindre utslipp enn å frakte og bruke materialene i en annen del av landet. Det skilles altså mellom *lokal ombruk* og *ombruk annetsteds*. Lokal ombruk vil si at materialer blir brukt om igjen i samme bygning som de kommer fra. Dette er mest vanlig

for inventar, tekniske systemer og ellers konstruksjoner som ikke er bærende. Ombruk annetsteds brukes om materialer og komponenter som kommer fra andre bygninger enn der de skal brukes (Sørnes mfl., 2014).

Miljømessig forsvarlig levetid er et begrep som kan forklare den miljømessige hensikten med ombruk av byggevarer. Gjennom ombruk kan man nå målet om en funksjonell levetid for komponenter som ikke bare er lik den tekniske levetiden (som ofte er mye lengre), men som også kan forsvare miljøinnsatsen som ble lagt ned for å framskaffe materialen (Sørnes mfl., 2014, s. 7).

For at økt ombruk skal være realistisk, må det bli gitt mer informasjon om de eksisterende løsningene for ombruk i byggebransjen. Noen av disse løsningene er Rehub og Loopfront. Rehub er en gratis søkefunksjon som gir tilgang til flere materialer og henter informasjon på tvers av ulike databaser og markedsplasser (Gjensidige, 2022). Loopfront tilbyr “en skybasert nettapplikasjon som forenkler gjenbruk, reparasjon, redesign og resirkulering av byggematerialer, inventar og møbler”(Loopfront, u.å. avsn. 1). Katja Samara, forretningsutvikler i Loopfront forklarer hva hensikten bak dette er:

Hensikten er å tilby et helhetlig verktøy som har all nødvendig funksjonalitet. I tillegg skal det være så enkelt å bruke at alle virksomheter kan bli sirkulære på en effektiv og lønnsom måte. Fremdeles er det mange som benytter regneark og mer tungvinte metoder i arbeidet med sirkulærøkonomi (Gjensidige, 2022, avsn. 9).

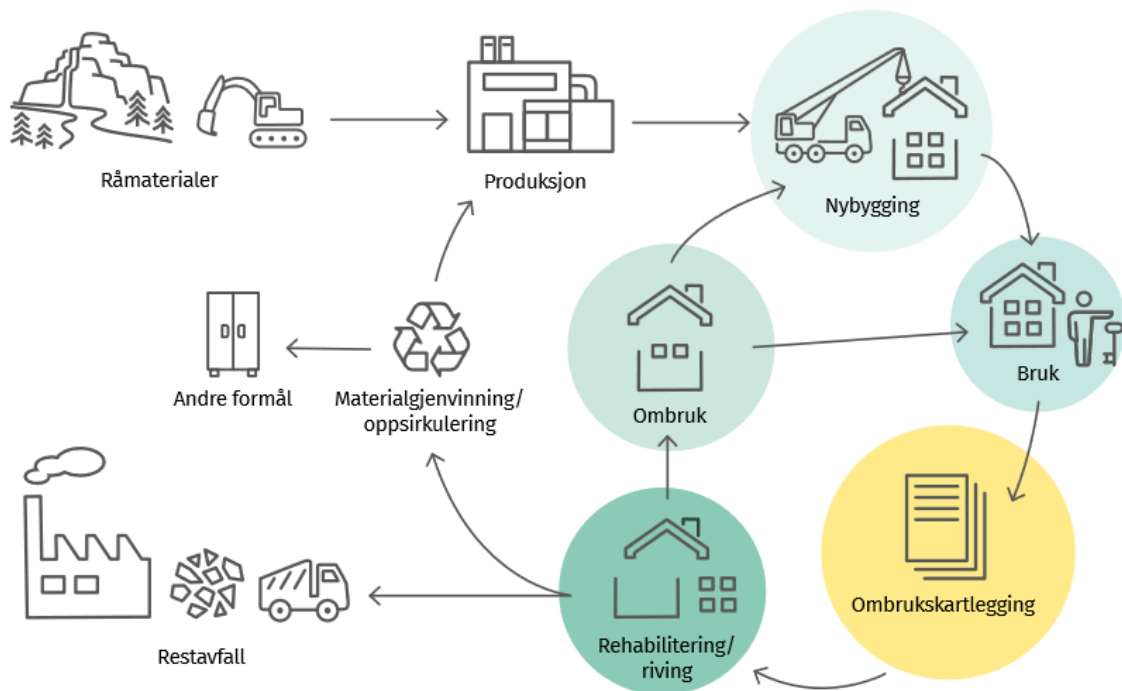
2.6.1 Ombrukskartlegging

Tilfanget av nye bygninger er 1-2 % i året, samtidig er disse ansvarlig for 70 % av utslippene i byggesektoren. Ombruk av materialer er et av forslagene som er lagt frem som *klimakur* for å bidra til en reduksjon av disse utslippene (Grønn Byggallianse, u.å.). For at ombruk skal være mer tilgjengelig for BE-sektoren kan ombrukskartlegging være nyttig. I veilederen for ombrukskartlegging skriver Statsbygg (Statsbygg, 2021b s. 6);

SINTEF anslår at sirkulærøkonomiske tiltak som ombruk av byggevarer kan redusere bruk av nye materialer med opptil 20 % og klimagassutslipp med 10 millioner tonn CO₂-e i året. Erfaringsrapporten fra Kristian Augusts gate 13 indikerer for eksempel at byggematerialer som brukes på nytt kan ha 90–99 % lavere utslipp enn nyproduserte.

Ombrukskartleggingen er med på å “reducere utslipp og avfall, og ta vare på materialressursene best og lengst mulig” (Statsbygg, 2021c, s. 4). Det første skrittet for realisering av ombruk i praksis vil være å kartlegge materialene i bygninger som enten skal demonteres, rives eller rehabiliteres (Delviken mfl., 2018; Statsbygg, 2021c). Kort fortalt handler ombrukskartlegging “om å identifisere ombrukbare

bygningsskomponenter i et eksisterende bygg, enten for ombruk i bygget eller i et annet bygg” (Statsbygg, 2021b, avsn. 6).



Figur 2.6.1: “Livsløpet til et bygg og ombrukskartlegging satt i system” (Statsbygg, 2021c). Grafikk: Grønn Byggallianse. Gjengitt med tillatelse fra Grønn Byggallianse.

Det er et ønske om å øke andelen ombruk i Norge (Eriksød og Moen, 2022). Dette vil kreve god logistikk og kommunikasjon rundt tilgjengelige materialer (Sørnes mfl., 2014). For å få til dette kan man bruke nettsider eller bedrifter som for eksempel Madaster eller AV Ombruk. Madaster er et “digitalt register for materialkartlegging av bygg” (Circular Norway, u.å. avsn. 2) og AV Ombruk er en ombruksdatabase som “gjør det enkelt å registrere og få oversikt over bygningsdeler som finnes i eksisterende bygg, slik at de er tilgjengelige ved rehabilitering og ved prosjektering av nye bygg” (Asplan Viak, u.å. avsn. 4). Disse gjør det lettere å få oversikt over tilgjengelige ombruksmaterialer og kobler sammen ulike aktører (Sørnes mfl., 2014).

2.6.2 Potensiale for ombruk av ulike materialer

I forbindelse med byggeprosjekter er det viktig å velge kvalitetsmaterialer med liten miljøbelastning og lang holdbarhet. Det er ikke alle materialer som er like miljøvennlig eller like godt egnet for ombruk. “Hvor miljøvennlig et material er avhenger av type material [...], kvalitet og livsløp.” (Riksantikvaren, 2020, avsn. 2). Blant annet kan materialer som har vært malt eller lakkert inneholde kjemikalier som er utfordrende å dokumentere. I andre tilfeller kan det oppstå skader på materialene under demontering eller transport.

Glass er et av materialene som det anbefales å bruke om igjen, og dette er grunnet den energikrevende

produksjonsprosessen av glass (Energetics, 2021). Noen av problemene med eldre vinduer er at de er lite energibesparende sammenlignet med nye, som kommer av en høyere U-verdi på eldre vinduer. I mange tilfeller mangler de i tillegg god nok motstand mot vanngjennomtrengning (Strand, 2019). I tilfeller hvor vinduer har høy U-verdi eller dårlig motstand mot vanngjennomtrengning, kan vinduene brukes om igjen til for eksempel innervegger eller dekorasjon. Et annet alternativ er retrofitting.

Ifølge Centre for Sustainable Energy (2022, avsn. 2):

Er retrofitting den siste og sårt tiltrenkte trenden for å nå nullutslippsmålene. Retrofit refererer til ethvert forbedringsarbeid på en eksisterende bygning for å forbedre energieffektiviteten, gjøre dem lettere å varme opp, i stand til å beholde varmen lenger, og erstatte fossilt brensel med fornybar energi.

Retrofitting av vinduer ble gjort i New York i 2010 under rehabiliteringen av Empire State Building (Garza, 2021). Der ble glasset fra totalt 6514 vinduer demontert fra vindusrammene og deretter separert og rensset. Mellom rutene ble det installert nye avstandsstykker, før rutene fikk et ekstra lag isolerende, suspendert belagt film. Vinduene fikk også en spesiell gassfylling bestående av krypton og argon, og deretter ble de reinstallert i de eksisterende vindusrammene. Totalt førte rehabiliteringen til at energibruken ble redusert med over 40 % (Guevarra, 2010; Kaplan og Steckelberg, 2020; Sørnes mfl., 2014).

Trevirke er et annet material som egner seg for ombruk. I tillegg er trevirke en fornybar ressurs, men det forutsetter en viss balanse mellom hvor mye som blir hogget ned, og hvor mye som får vokse videre (Bedin mfl., 2020). Ombruk av trevirke var mer vanlig i Norge før i tiden, i form av laftete hus og stabbur som har vært en del av Norges historie i over 1000 år (SINTEF, 2019). Disse kunne demonteres og fraktes til nye områder.

Det er i dag lite ombruk av trematerialer i Norge sammenlignet med for eksempel USA der det er mer utbredt. Rundt 1980-tallet ble det som kalles *The reclaimed lumber industry* en sentral aktør i bransjen, og flere amerikanske firma har spesialisert seg innen dette. De selger trevirke fra ulike større bygninger som deretter brukes til innredning eller konstruksjon i både private og kommersielle bygninger (Sørnes mfl., 2014). Ifølge en markedsanalyse utført av Grand View Research var den globale markedsstørrelsen for gjenvunnet trelast verdsatt til 49,27 milliarder i 2020, og det er forventet videre vekst frem mot 2028 (Grand View Research, 2020). Forventet vekst er grunnet blant annet økt miljøbevissthet og mer fokus på resirkulering.

En betydelig mengde av byggavfallet i Norge består i dag av trevirke. Ifølge SSB var det generert i overkant av 235 000 tonn trevirke fra byggeaktivitet i 2021 (Statistisk Sentralbyrå, 2022a), dermed vil mer ombruk av dette kunne føre til en reduksjon av byggavfall. Utfordringene ligger i dokumentasjonskravene av materialets bærende egenskaper, da dette kan være vanskelig å anskaffe.

Stål egner seg til ombruk, mye på grunn av energien som kreves under produksjonen av stål. I tillegg er stål et av de få materialene som er oppmot 100 % resirkulerbart (Tata Steel, u.å.). På oppdrag for Direktoratet

for byggkvalitet har Resirqel utarbeidet en rapport om forsvarlig ombruk av byggematerialer. Rapporten konkluderer med at stål og tegl er de byggevarene som er best egnet for ombruk. Dersom produksjonen av stålet ble gjort etter 1970-tallet er det fullt mulig med ombruk som følger dagens dokumentasjonskrav. Dette gjelder sveist konstruksjonsstål, og kommer av dårlig sveisbarhet som følge av partialfaktoren som er brukt i prosjekteringsstandardene (Kilvær mfl., 2019). Noen av målene med ombruk er å senke ressursbruken i byggebransjen og redusere klimagassutslippene. Klimagassutslippene til ombrukt stål er rundt 80 % lavere enn resirkulert stål (Widenoja mfl., 2018).

Stål er ikke det eneste metallet som egnest til ombruk. Sink, kobber og komponenter av aluminium er òg egnet, forutsatt at komponentene lar seg demontere uten problemer, og at de er uskadd. Dette gjelder gjerne elementer som blant annet dørvidere, hengsler, rør, stålbjelker og -profiler. Som nevnt tidligere er produksjonen av stål energikrevende, det kan også sies om aluminium. Fordelene med disse metallene er bestandigheten og at de har lang levetid. I tillegg er metaller ubrennbare (Sørnes mfl., 2014).

Gips er et materiale som kan gjenvinnest uendelig mange ganger, så lenge gipsen er tørr. Våt gips kan ikke gjenvinnest (Avfall Sør, u.å.). Av den totale avfallsmengden fra byggeaktivitet i Norge i 2021, utgjorde gipsavfallet hele 69 226 tonn, som tilsvarer 3,8 % av det totale avfallet fra byggeaktivitet (Statistisk Sentralbyrå, 2021a). Ifølge Direktoratet for byggkvalitet er gips mer egnet for gjenvinning enn ombruk. Dette er fordi gipsplater lett blir utsatt for skader, da ofte i forbindelse med transport og håndtering (Kilvær mfl., 2019).

2.6.3 Dokumentasjonskrav for ombruk

For å kunne oppføre og rehabilitere byggverk lovlig i Norge må man følge ulike lover og forskrifter. Dette gjelder òg ved ombruk av materialer. Forskriftene sier noe om dokumentasjonskravene man må oppfylle, og skal sørge for at det bygges bygninger av god kvalitet. Direktoratet for byggkvalitet stiller dokumentasjonskrav til byggverk gjennom byggt teknisk forskrift (TEK17), byggesaksforskriften (SAK10) og byggevarereforskriften (DOK) (Regjeringen, 2022b).

Ifølge Direktoratet for byggkvalitet, hindrer ikke regelverket ombruk av materialer for gjenoppbygging av den samme eksisterende bygningen. Det vil i tillegg ikke hindre ombruk av bærekonstruksjoner i rehabiliteringsprosjekter. Derimot setter det noen begrensninger på bruk av ombruksmaterialer fra andre bygninger. Dokumentasjonen av ombruksmaterialer skal oppfylle krav til blant annet brannsikkerhet og innhold av helse- og miljøskadelig stoffer. Dette kan føre til utfordringer ved ombruk av materialer, da denne dokumentasjonen kan være vanskelig å anskaffe for ombruksmaterialer (Direktoratet for byggkvalitet, 2018b). Frem til 2022 ble det stilt samme dokumentasjonskrav til ombruk, som til bygging med nye materialer (Direktoratet for byggkvalitet, 2022f).

1. juli 2022 ble det gjort en regelendring i forskriftene for å bidra til å redusere klima- og miljøavtrykket fra bygninger. Regelendringene har en overgangsperiode på et år (Direktoratet for byggkvalitet, 2022f). Endringen skal gjøre det enklere og billigere å bruke byggevarer på nytt eller å gi bort brukte byggevarer

(Regjeringen, 2022b). Dette skal blant annet bidra til at Norge skal klare å nå sine klimamål (Regjeringen, 2022b). Grunnet dette er det blitt gjort endringer i TEK17, SAK10 og DOK.

Det er blant annet gjort endringer i kapittel 9. Ytre miljø i TEK17. Fra 1. juli 2022 skal bygningsdeler som fjernes fra eksisterende boligblokker eller yrkesbygninger ombrukskartlegges i henhold til § 9-7. Fra ombrukskartleggingen skal det utarbeides en rapport hvor det fremkommer hvilke bygningsdeler som egner seg for ombruk. Dette kan gjøre det enklere å identifisere bygningsdelene ved senere demontering (Direktoratet for byggkvalitet, 2017).

Endringene skal også sørge for at nye bygninger bygges for demontering ved endt levetid. Dette skal ifølge TEK17 gjennomføres ved at bygninger “prosjekteres og bygges slik at det er tilrettelagt for senere demontering når dette kan gjennomføres innen en praktisk og økonomisk forsvarlig ramme” (Direktoratet for byggkvalitet, 2022e, kap. 9, § 9-5, pkt. 2). Hensikten med dette er mer ombruk av materialer, samtidig skal det være mulig å demontere disse uten at det oppstår vesentlige endringer på bygningdelene (Direktoratet for byggkvalitet, 2017).

I TEK17 er det lagt til et nytt kapittel: 17. Klima og livsløp. Kapitlet setter krav til utarbeidelse av klimaregnskap for boligblokker og yrkesbygg, og baserer seg på metoden i Norsk Standard, NS 3720 (Direktoratet for byggkvalitet, 2022d).

Det er vedtatt en regelendring i DOK som gjelder for kapittel III. Dette omhandler krav til dokumentasjon av byggevarer uten CE-merking. Byggevarer som skal brukes, markedsføres eller selges, er underlagt strenge krav til dokumentasjon. Endringen fører til at dette kapitlet ikke lenger gjelder for blant annet byggevarer som skal ombrukes annetsteds. Dersom ombrukte byggevarer benyttes annetsteds, og *endres vesentlig*, må aktørene sørge for at de forsvarlige egenskapene blir dokumentert i samsvar med TEK 17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2022c; Moen og Eriksrød, 2022).

Til slutt fører regelendringen til utvidelse i kapittel 12, i SAK10. I § 12-2 skal ansvarlig søker “påse at det blir utarbeidet avfallsplan, rapport fra miljøkartlegging, rapport fra ombrukskartlegging, sluttrapport for avfallshåndtering og innhentet dokumentasjon for faktisk disponering av avfall” (Direktoratet for byggkvalitet, 2022b, § 12-2). Avfallsplanen skal inneholde disponering av avfall basert på innleverte, mengder og fordeling av disse etter avfallstyper. Endring i § 12-3 fører til at det er ansvarlig prosjekterende som har ansvar for utarbeidelse av nødvendig prosjektering, der dette er stilt krav om i TEK17. Denne prosjekteringen skal legge grunnlaget for utarbeidelse av avfallsplan og rapport fra miljøkartlegging, jamfør TEK17 § 9-6 § 9-7 og § 9-9 (Direktoratet for byggkvalitet, 2022b, § 12-2).

2.7 Prosjektledelse, kommunikasjon og samarbeid

Ledelse og organisering er viktig for god utførelse av prosjekter. Viktigheten øker med kompleksiteten og størrelsen på prosjektet. H. Kerzner forteller i boken *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* at det medfølger ansvar i rollen som prosjektleder, i tillegg til at det krever blant annet ferdigheter innen organisering og planlegging (Kerzner, 2017). Lederen har myndighet til å delegerer oppgaver til andre arbeidere, samt å planlegge og styre prosjektet (Sander, 2020).

Prosjekter kan ha mange begrensninger, blant annet ytelse, kostnad og tid. Dersom prosjektene utføres innenfor disse begrensningene, ser man gjerne på de som vellykkede. Disse tre begrensningene kalles trippelbegrensningene, *The Triple Constraints* (Kerzner, 2017). I komplekse prosjekter derimot, kan man oppleve at tidsbruk, kostnad og ytelse ikke nødvendigvis har førsteprioritet, men at det heller fokuseres på andre begrensninger for akseptable suksesskriterier. Harold Kerzner forklarer:

I dag innser vi at det kan være flere begrensninger i et prosjekt, og i stedet for å bruke terminologien til trippelbegrensningene, fokuserer vi vår oppmerksomhet på konkurrerende begrensninger. Noen ganger blir begrensningene referert til som primære og sekundære begrensninger. Det kan være sekundære faktorer som risiko, kunderelasjoner, image og omdømme som kan få oss til å avvike fra våre opprinnelige suksesskriterier for tid, kostnad og ytelse. Disse endringene kan oppstå når som helst i løpet av et prosjekts levetid og kan da forårsake avveininger i trippelbegrensningene, og dermed kreve at det gjøres endringer i suksesskriteriene. I en ideell situasjon vil vi utføre avveininger på noen eller alle av de konkurrerende begrensningene slik at akseptable suksesskriterier fortsatt vil bli oppfylt (Kerzner, 2017, s. 7).

Vellykket prosjektledelse vil kreve samhandling og kommunikasjon på tvers av organisasjoner (NTNU, u.å.). Prosjektets organisering er avhengig av god informasjonsflyt mellom alle de ulike aktørene som er involvert, og ikke minst at “riktige beslutninger blir tatt til rett tid” (Hansen, 2019, s. 106). Det kan skje endringer underveis i et prosjekt, og disse endringene kan i enkelte tilfeller føre til problemer. Det er derfor viktig å følge opp fremdriften underveis, slik at man kan identifisere potensielle problemer tidlig, og dette kan være en av fordelene ved effektiv prosjektledelse (Kerzner, 2017).

2.8 Klimaregnskap

2.8.1 Standarder

Tabell 2.8.1: Standarder brukt i denne oppgaven for klimagassberegninger

Dokument nr.	VersjonsID	Versjonsdato	Dokumenttittel
NS 3720	2018/G1:2021	2021-02-02	Veiledning til NS 3720:2018 - Metode for klimagassberegninger for bygninger
NS 3720	2018	2018-09-01	Metode for klimagassberegninger for bygninger
NS 3457-3	2013	2013-11-01	Klassifikasjon av byggverk del 3 - Bygningstyper
NS 3451	2022	2022-03-18	Bygningsdelstabell og systemkodetabell for bygninger og tilhørende uteområder
NS-EN 15978	2011	2012-11	Bærekraftige byggverk - Vurdering av bygningers miljøprestasjon - Beregningsmetode
NS-EN 15804	2012+ A2:2019+ AC:2021	2023-03-21	Bærekraftige byggverk - Miljødeklarasjoner - Grunnleggende produktkategoriregler for byggevarer
TEK17 § 17-1	2022	2022-07-01	Utkast - Veileder for utarbeidelse av klimagassregnskap

2.8.2 Klimagassberegninger i henhold til NS 3720

NS 3720 er den norske standarden som beskriver kravene til metode for beregning av klimagassutslipp for bygninger. Denne kan brukes til klimagassberegninger av nye bygninger, rehabilitering og vedlikehold av eksisterende bygninger, det vil si i alle delene av bygningens livsløp (Standard Norge, 2018). Det er utarbeidet en veileder som skal forenkle bruken av NS 3720 (Standard Norge, 2021). Denne standarden bygger på NS-EN 15978, og der NS 3720 gir utilstrekkelig eller ingen informasjon er det denne standarden som skal følges. Klimagassberegninger etter NS 3720 skal hjelpe på å “identifisere tiltak for å redusere klimagassutslipp i både et kort og et langt tidsperspektiv” (Standard Norge, 2018, s. vi). Standarden kan brukes for beregninger av hele bygninger, for deler av en bygning eller for bygningsdeler. Den kan også brukes til beregning av deler av livsløpet til en bygning eller bygningsdel. Etter standarden er det mulig å sammenligne bygninger hvor det er brukt samme “beregninger, beregningsverktøy og - modeller som følger standarden og legger til grunn samme systemgrenser og forutsetninger” (Standard Norge, 2018, s. vi).

2.8.3 EPD

EPD er en miljødeklarasjon som “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.å. avsn .1). Formålet med miljødeklarasjoner er at kunder skal kunne sammenligne miljøprofiler med samme produktkategorier for å kunne ta en vurdering og valg basert på dette. For at miljøprofilen til produkter skal kunne sammenlignes er miljødeklarasjonene laget etter ISO-standarden 14025 *Environmental Labels and Declarations Type III*. Type III betyr at miljødeklarasjonene blir tredjeparts verifisert. Denne verifikasjonen “sikrer miljøinformasjon i henhold til de fire kravene: objektivitet, sammenlignbarhet, troverdighet og adderbarhet” (SINTEF, 2008, avsn .1). Det finnes to typer miljødeklarasjoner: Spesifikke for et produkt og gjennomsnittlige for en type produkt. Produktspesifikke miljødeklarasjoner gir data på nivå 1 og oppnås gjennom tredjeparts verifikasjon. Miljødeklarasjoner som representerer generisk/gjennomsnittlig data har datakvalitet på nivå 2 og kan for eksempel være en bransje-EPD. Denne typen EPD burde ikke være eldre enn 10 år (Standard Norge, 2012). Miljødeklarasjoner gir blant annet informasjon om bruk av ressurser, farlige stoffer, utslipp og behandling av avfall og resirkulering. For at miljødeklarasjoner skal være mer representative for en bygning kan miljøpåvirkningene som er gitt justeres (Standard Norge, 2012). Dette gjelder for eksempel for transportavstander og justering til rett tykkelse eller dimensjon for en vare.

2.8.4 GWP

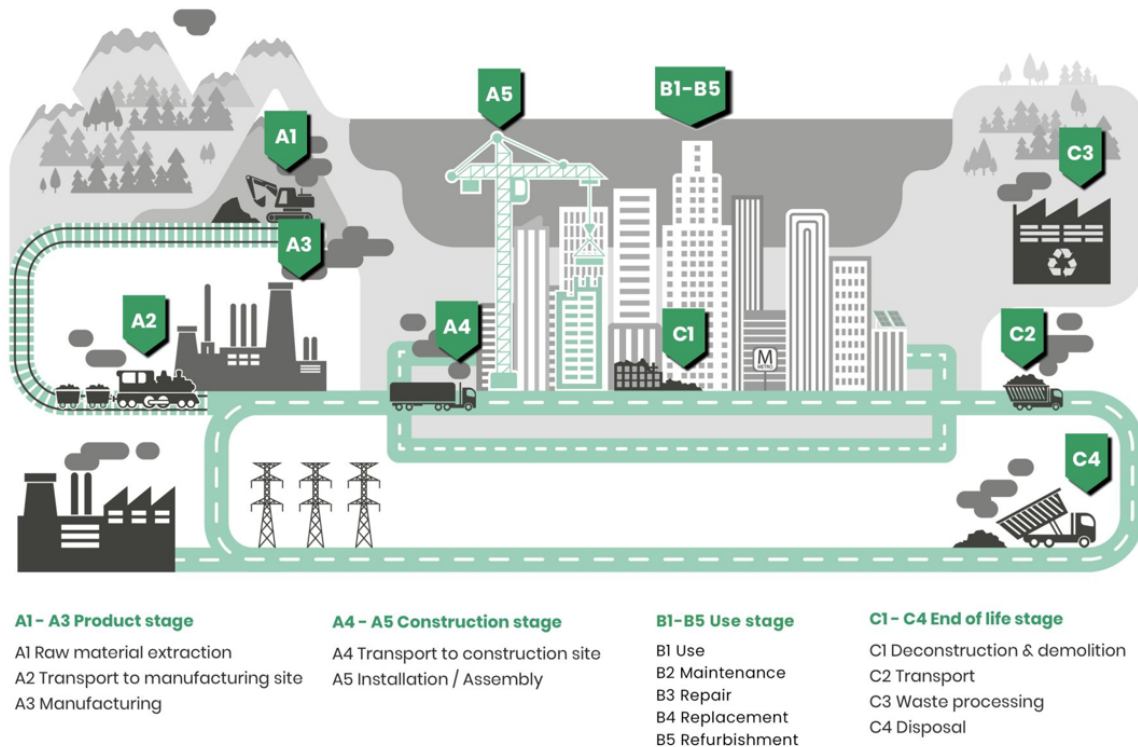
GWP står for globale oppvarmingspotensialer, og beskriver oppvarmingseffekten i atmosfæren fra ulike drivhusgasser. Oppvarmingseffekten fra drivhusgasser blir sammenlignet med oppvarmingseffekten til CO_2 , og gjør det mulig å sammenligne effekten av ulike drivhusgasser (Stiftelsen ReturGass, u.å.). Effekten beregnes ofte ut i fra en tidshorisont på mellom 20 og 500 år. Denne tidshorisonten tar hensyn til levetiden til ulike klimagasser i atmosfæren. CO_2 har en levetid på mellom 50 og 200 år (Toldnæs, 2022). I henhold til NS 3720 skal GWP_{100} benyttes for klimagassberegninger, altså GWP for en tidshorisont på 100 år (Standard Norge, 2018).

2.8.5 Livsløpsvurdering

En livsløpsvurdering er ifølge byggforsk “en generell metode for å miljøvurdere produkter og tjenester” (Byggforskserien, 2014). Metoden er vitenskapsbasert og kan brukes for å måle miljøprestasjonen til blant annet bygninger. Både direkte og indirekte utslipp blir tatt med i vurderingen av miljøprestasjoner (Dahlstrøm, 2016). Metoden er basert på internasjonale standarder og kan brukes for å kvantifisere miljøpåvirkninger (Bruce-Hyrkäs, 2018). En LCA ser på hele livssyklusen til en bygning fra produksjon av materialer til endelig avhending. Livsløpsvurderingen deles inn i livssyklusstadiene produkt-stadiet, gjennomførings-stadiet, bruks-stadiet og livsløpets slutt-stadiet. Disse livssyklusstadiene er videre delt inn i livsløpsmoduler (Standard Norge, 2018). I tillegg kan man vurdere informasjon utover bygningens

livsløp i livsløpsmodul D.

Sources of embodied carbon across the construction lifecycle



Figur 2.8.1: Kilder til karbonlagring gjennom bygningers livsløp (Shaun, 2022). Grafikk: One Click LCA. Gjengitt med tillatelse fra One Click LCA.

2.8.6 Livsløpsmodul

En helhetlig klimagassberegning inneholder livsløpsmodul A1-C4 samt modul D. Livsløpsmodul A1-A3 omhandler uttak av ressurser og produksjon av produkter eller tjenester. Det “dekker prosessene fra vugge til port for materialer og tjenester” (Standard Norge, 2012, s. 17). Dette er oppgitt i miljødeklarasjon og er obligatorisk i henhold til NS-EN 15804.

Livsløpsmodul A4 dreier seg om stadiet hvor produktet eller tjenesten blir transportert fra fabrikk til byggeplass. Det inkluderer i tillegg transport frem og tilbake av utstyr, som for eksempel stillas. Det tas hensyn til svinn under transport som kommer av tap av materialer eller skader som kan oppstå, samt mellomlagring av materialer. Informasjon gitt i miljødeklarasjon om dette stadiet, må spesifiseres for det gjeldende prosjektet.

Livsløpsmodul A5 er byggefasen hvor materialer blir montert. I dette stadiet blir det tatt hensyn til blant annet kapp og svinn, grunnarbeid og transport innenfor byggeplass. Kapp kommer fra tilpasninger av materialer etter plantegninger. Svinn kan komme av skade ved normal behandling og lagring før bruk.

Avfallshåndtering av kapp og svinn tilordnes Modul A5 i henhold til modularitetsprinsippet (Standard Norge, 2012).

Livsløpsmodul B1-B8 er bruksstadiet av bygningen. Det vil si perioden fra bygningen er ferdigstilt til den skal rives eller demonteres. Dette stadiet inkluderer bruk av bygninger, vedlikehold, reparasjon, utskifting, renovering, driftsmessig energibruk og vannbruk. Det medregnes ikke “innretning og møbler, inventar og armatur som ikke har forbindelse med bygningen” (Standard Norge, 2012, s. 19). B7 er ikke inkludert i NS 3720.

C1 innebærer stadiet hvor materialer blir dekonstruert. Dekonstruksjon er demontering eller riving av materialer. I dette stadiet blir materialene sortert i containere eller liknende. C2 er avfallstransport fra byggeplass til avfallstasjon. Det gjelder all transport frem til avhending eller avfallet opphører å være avfall. I livsløpsmodul C3 blir avfall behandlet for ombruk, gjenvinning og resirkulering. Stadiet som avfall opphøres gjennom avfallsbehandling. Dette skjer dersom

materialet, produktet eller bygningsdelen som er gjenvunnet, er vanlig i bruk for bestemte formål;

- det finnes et marked eller en etterspørsel, for eksempel identifisert ved en positiv økonomisk verdi, for materialet, produktet eller bygningsdelen som er gjenvunnet på denne måten;

– materialet, produktet eller bygningsdelen som er gjenvunnet, oppfyller de tekniske kravene for de bestemte formålene og overholder gjeldende lovgivning og standarder som får anvendelse på produktene;

– bruken av materialet, produktet eller bygningsdelen som er gjenvunnet, vil ikke føre til generelle ugunstige påvirkninger på menneskers helse. (Standard Norge, 2012, s. 24)

For materialer der effektiviteten av energigjenvinning er under 60 % skal ikke disse gå til energigjenvinning (Standard Norge, 2012), men videre til C4 - avfallshåndtering, som er det siste stadiet i livsløpet. Her blir avfall som ikke kan avfallsbehandles i C3, behandlet for avhending. I denne delen skal alle miljøbelastninger kvantifiseres som et resultat av disponering av materialer. For langvarige prosesser på deponier skal det gis miljøbelastninger for en tipsperiode på minimum 100 år (Standard Norge, 2012).

Til slutt har man modul D som omhandler fordeler og ulemper utenfor systemgrensen. Fordeler er blant annet eksport av energi fra egenproduksjon fra bygningen. Ombruk, resirkulering og energigjenvinning er andre fordeler ettersom disse kan erstatte produkter og tjenester som har et høyere utslipp (Standard Norge, 2012).

2.8.7 Beregningsverktøy - One Click LCA

One Click LCA er en programvare for utførelse av livssyklusanalyser innen byggebransjen (One Click LCA, u.å.-b). Ved bruk av dette programmet kan klimagassberegninger gjennomføres i henhold til blant annet NS 3720 og TEK 17, § 17-1. Programmet kan i tillegg brukes til kartlegging av sirkularitet

og ombrukbarhet, kostnadsberegninger og kalkyler. Dermed kan man beregne kostnadseffektiviteten av klimatiltakene. One Click LCA skal bidra til å minimere klimagassutslipp relatert til bygninger. Programmet har to modeller man kan beregne etter: Karbonutslipp, NS 3720 og lokaliseringsvalg. Der «Karbonutslipp, NS 3720 er et detaljert regnskap», mens «lokaliseringsvalg kan brukes for grove og store beslutninger som tas i tidligfasen» (One Click LCA, u.å.-a, avsn. 3).

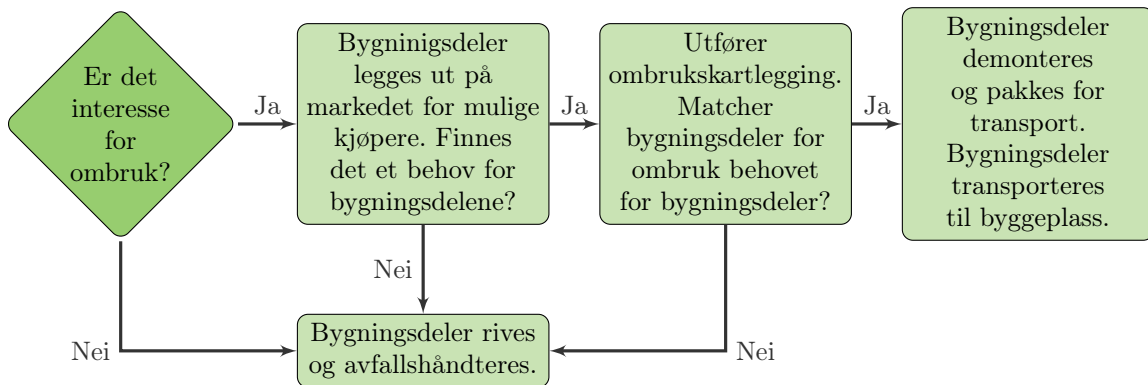
One Click følger de internasjonale standardene ISO 14040, ISO 14044 og ISO 21930. Programmet følger i tillegg de europeiske standardene EN 15978 og EN 15804+A1. Dersom ikke annet er oppgitt implementerer One Click LCA karakteriseringsmetodikken CML 4.1. AI. Denne metodikken er obligatorisk ved beregning i henhold til EN 15978 og EN 15804 (Steven, 2023). CML 4.1. AI er utarbeidet av Leiden Universitet (Bruce-Hyrkäs, 2018).

One Click LCA beregner for ombruk av materialer basert på tolkning av “beste praksis og bransjekunnskap, på hvordan gjenbrukt materiale kan beregnes og brukes på ethvert materiale” (Steven, 2022, avsn. 4).

3 Metode

3.1 Situasjoner

For å kunne sammenligne ombruk av bygningsdeler med alternativet å bygge med nye bygningsdeler har vi utarbeidet to situasjoner. I begge situasjonene blir det tatt utgangspunkt i bygningsdeler fra Quality Hotel Waterfront.



Figur 3.1.1: Vurderingsprosessen ved ombruk av bygningsdeler (Overleaf)

3.1.1 Situasjon 1 - rive og bygge nytt

Situasjon 1 er hypotetisk og tilsvarer måten de fleste bygninger håndteres ved endt levetid i dag. I situasjon 1 blir innerveggene i tre etasjer med kontorlokaler revet. Bygningsdelene blir sortert og transportert til avfallsbehandling hos Norsk Gjenvinning, som resirkulerer og energigjenvinner de materialene som egner seg til dette. De resterende materialene går til forbrenning eller deponi. Dermed blir de tre nederste delene av avfallshierarkiet vurdert i denne situasjonen. Det blir kjøpt inn nye bygningsdeler til kontorlokalene i Molde. Disse bygningsdelene blir transportert fra fabrikk til byggeplass for montering. Kapp og svinn som oppstår under transport og montering, går til avfallsbehandling hos Norsk Gjenvinning.

3.1.2 Situasjon 2 - demontering og ombruk

Situasjon 2 beskriver hvordan ting er gjennomført i praksis i prosjektene. I situasjon 2 blir innerveggene i kontorlokalene demontert og forsiktig pakket ned. Deretter blir bygningsdelene transportert for lagring i underetasjen i Julsundvegen 47 i Molde, hvor de skal bli montert. Bygningsdelene tilpasses på byggeplass ved montering. Kapp fra tilpasninger sendes til avfallsbehandling der størst mulig grad av materialet blir resirkulert og energigjenvunnet. Overskuddsmaterialer blir sendt til avfallsbehandling, og regnes som svinn, dersom de ikke er dokumentert for bruk annetsteds.

3.2 Hvordan prosjektet er organisert og oppdragsgivers involvering.

For innhenting av data har oppdragsgiver, Peab K. Nordang, bidratt med avfallsrapport, samt kontaktinformasjon til de involverte aktørene. Disse aktørene har gruppen kontaktet via e-post og telefon. Deler av informasjonen gruppen har fått tilgang til er konfidensiell. Dette gjelder plantegninger med informasjon om ombrukskartlegging, samt priser for nye bygningsdeler, sortering og tilpasningsarbeid. For å få tilgang til denne informasjonen, har gruppen inngått konfidensialitetsavtaler med de gjeldende aktørene. Som et resultat av dette, vil noe av datagrunnlaget som er innhentet ikke vises i oppgaven. Der det er gitt mangelfull eller ingen data, er det gjort antagelser med faglig begrunnelse for valgt løsning. Mengden bygningsdeler er beregnet basert på plantegninger som gruppen har fått utdelt fra en av aktørene. Dette inkluderer plantegninger av tre etasjer med kontorlokaler i Quality Hotel Waterfront, i tillegg til 1.-3. etasje med kontorlokale i Julsundvegen 49, og underetasjen pluss 1. etasje i Julsundvegen 47. Disse inneholder informasjon om ombrukskartlegging.

3.3 Klimagassberegninger for hånd

Det kreves en del data for å gjennomføre beregningene i en livsløpsvurdering og det er derfor brukt tid på å hente inn, klassifisere og beregne disse. I denne oppgaven er håndberegninger gjort på bakgrunn av tolkninger av standarder, og eksempler i veiledere til standarder. Det er gitt mer detaljert informasjon om beregningene i vedlegg A.1, hvor valgt metode med antagelser og vurderinger er beskrevet.

3.3.1 EPD

For å utføre klimagassberegninger for kontorvegger med glassfelt og dører, er det innhentet informasjon om utslipp. Denne informasjonen er gitt i miljødeklarasjon. For systemveggene er det valgt å bruke den produktspesifikke EPDen, NEPD-2146-972-NO: *Uni Wall systemvegg med enkle gipsplater, 98 mm* fra Moelven Modus AS (Eklöv og Asker, 2020). Det samme gjelder for glassfronter hvor NEPD-2270-1035-NO er brukt: *Glass Front systemvegg* fra Moelven Modus AS/Modus Sverige AB (Eklöv mfl., 2020). For innvendige lyddører var der ingen miljødeklarasjon som tilsvarte kontordørene som er brukt. Dermed er det valgt å bruke NEPD-2025-897-NO: *Innerdør* fra Knudsen Dørfabrikk AS (Tellnes, 2019). Denne miljødeklarasjonen har tatt utgangspunkt i en innvendig dør med brannklasse EI30. Alle miljødeklarasjonene er tredjepartsgodkjente, men de er ikke prosjektspesifikk. Dermed er verdiene gitt i miljødeklarasjonene justert for at de skal være mer representative for situasjonene.

Miljødeklarasjonen for Glass Front gir informasjon om en glassfront med lydisoleringsindeks på 35 dB (Eklöv mfl., 2020). Glasset med 25 dB er omtrent 2 mm tynnere, ifølge plantegninger for Waterfront. Denne forskjellen i tykkelse vil trolig føre til et lavere utslipp. Reduksjonen i utslipp ansees som liten i forhold til det totale bildet, og det er derfor valgt å bruke denne miljødeklarasjonen for begge typene glassvegger, uten noe justeringer.

	A1	A2	A3	A4	A5	Henvisning	
	kg CO ₂ e/DU						
243 Systemvegger og glassfelt							
Uni Wall	1,57E+01	1,52E+00	2,41E-01	9,64E-01	1,80E-02	NEPD-2025-897-NO	
Glass Front	3,84E+01	5,11E-01	1,34E-01	1,52E+00	5,79E-02	NEPD-2270-1035-NO	
244 Vinduer, dører og foldevegger							
Innerdør	6,88E+01			2,94E+00	3,21E+00	NEPD-2025-897-NO	1)
	C1	C2	C3	C4			
	kg CO ₂ e/DU						
243 Systemvegger og glassfelt							
Uni Wall	0,00E+00	1,81E-01	0,00E+00	2,69E-01		NEPD-2025-897-NO	2)
Glass Front	0,00E+00	2,01E-01	6,01E-01	6,31E-04		NEPD-2270-1035-NO	2)
244 Vinduer, dører og foldevegger							
Innerdør	8,81E-04	6,61E-01	1,00E+01	7,90E-03		NEPD-2025-897-NO	
1) Det er brukt GWP-IOBC for utslipp i A1-A3, som beskrevet i utkast til veileder til TEK17, side 22.							
2) Det er ikke gitt informasjon om utslipp i miljødeklarasjon for C1. Det antas at energiforbruket relatert til demontering og riving er lite og at dette har liten påvirkning på utslipp. Dermed blir det ikke gjort ytterligere beregninger for denne livsløpsmodulen.							

Figur 3.3.1: Miljøpåvirkning, GWP_{100} , per deklartert enhet, hentet fra EPD. (Microsoft Excel)

For at utslipp fra Uni Wall, Glass Front og innerdør skal tilordnes rett bygningsdel, er de klassifisert i henhold til NS 3451. Bygningsdelene er definert på 1-sifret, 2-sifret og 3-sifret nivå, med “økende grad av detaljering fra” 1-sifret til 3-sifret nivå (Standard Norge, 2022, s. 2).

Tabell 3.3.1: Klassifisering av bygningsdeler etter NS 3451

	1-sifret Nivå	2-sifret nivå	3-sifret nivå
Uni Wall og Glass Front	2 - Bygning	24 - Innervegger	243 - Systemvegger og glassfelt
Innerdører	2 - Bygning	24 - Innervegger	244 - Vinduer, dører og foldevegger

3.3.2 Mengdeberegninger

Mengder av bygningsdeler er beregnet ved hjelp av tegningsgrunnlag som gruppen har fått utdelt. Tegningsgrunnlagene, som er utdelt fra ulike aktører, stemmer ikke overens. Derfor er det tatt utgangspunkt i plantegninger som er brukt til ombrukskartlegging. Det antas her at tegningsgrunnlaget stemmer overens med virkeligheten, ettersom kartlegging av bygningsdeler er gjort på plantegningene med tusj. Det er brukt ulike farger og symboler for markering av de ulike bygningsdelene. Målestokken gitt i plantegninger stemmer ikke ved kontroll. Dermed er denne beregnet for hver tegning basert på kjente mål. Ved beregning av antall løpemeter med innervegger er oppmålte lengder omregnet til nærmeste ti-centimeter.

Beregnete mengder fra kontorlokalene ved Waterfront tilsvarer de brutto mengdene som er tilgjengelig for ombruk. Vegghøyden er på 2700 mm og kontordørene som er demontert fra Waterfront har dimensjon M9x21 (900 mm * 2100 mm). I bygningene i Molde er vegghøyden 2380 mm. Fra tegningsgrunnlag er det beregnet følgende mengder:

	Fra plantegning		Enhet i EPD	Omregnet mengde		
	Mengde	Enhet		Mengde	Enhet	
Waterfront						
243 Systemvegger og glassfelt						
Uni Wall 37 dB	184,70	lm	m ²	498,69	m ²	1)
Glass Front 25 dB	124,00	lm	m ²	334,80	m ²	
Glass Front 35 dB	51,70	lm	m ²	139,59	m ²	
244 Vinduer, dører og foldevegger						
Innerdør M9x21 H	37,00	stk	stk	27,00	stk	2)
Innerdør M9x21 V	42,00	stk	stk	30,00	stk	
Julsundvegen 47						
243 Systemvegger og glassfelt						
Uni Wall 37 dB	15,40	lm	m ²	36,65	m ²	3)
Glass Front 25 dB	9,80	lm	m ²	23,32	m ²	
Glass Front 35 dB	15,16	lm	m ²	36,08	m ²	
244 Vinduer, dører og foldevegger						
Innerdør M9x21 H	5,00	stk	stk	4,00	stk	2)
Innerdør M9x21 V	4,00	stk	stk	3,00	stk	
Julsundvegen 49						
243 Systemvegger og glassfelt						
Uni Wall 37 dB	116,90	lm	m ²	278,22	m ²	3)
Glass Front 25 dB	92,10	lm	m ²	219,20	m ²	
Glass Front 35 dB	29,90	lm	m ²	71,16	m ²	
244 Vinduer, dører og foldevegger						
Innerdør M9x21 H	28,00	stk	stk	20,00	stk	2)
Innerdør M9x21 V	25,00	stk	stk	18,00	stk	
1) Takhøyde på 2700 mm.						
2) Miljødeklarasjon er beregnet for dør pluss karm med størrelse 1.23 m x 2.18 m. En kontordør pluss karm fra Waterfront har et tilnærmet areal på 1,89 m ² . Eksempel på omregning for dører: (37 stk * 1,89 m ²) / (1.23x2.18) m ² = 27 stk (runder svaret opp til heltall).						
3) Takhøyde på 2380 mm.						

Figur 3.3.2: Beregnede mengder fra tegningsgrunnlag. (Microsoft Excel)

Formel for omregning av dører med karm, med deklart referansedør på 1,23 m x 2,18 m:

$$\text{Antall dører omregnet} = \frac{\text{antall dører} \cdot \text{dørareal}}{1,23 \cdot 2,18} \quad (3.3.1)$$

Etter at mengdeberegninger er utført for etasjer i Waterfront og i Molde, er det vurdert om behovet for bygningsdeler er lik eller mindre enn tilgangen på bygningsdeler. Fra dette er det kommet frem til at det er tilstrekkelig med bygningsdeler av de ulike bygningsdelene. Det er derfor ikke behov for supplering med nye bygningsdeler.

3.3.3 Kapp og svinn

Det blir beregnet en andel kapp og svinn for mengden bygningsdeler i Julsundvegen 47 og Julsundvegen 49. For situasjon 1 er andelen kapp og svinn 5 %. Denne andelen er antatt basert på verdier gitt i utkast til veileder til klimagassberegninger etter TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2022g, s. 28). I situasjon 2 kommer andelen kapp fra mengden bygningsdeler som blir kappet bort ved tilpasning til takhøyde. Andelen svinn kommer av bygningsdeler fra Waterfront som ikke er dokumentert ombrukt i Molde. Dette inkluderer eventuelle svinn eller skader under transport, lagring og ved normal behandling på byggeplass som beskrevet i del 9.3.1 i NS-EN 15978 (Standard Norge, 2012).

For å beregne mengder kapp og svinn, for situasjon 2, blir brutto mengder fra Waterfront fordelt på de to bygningene i Molde. Denne fordelingen er basert på beregnede mengder for bygningene i Molde, som vist i figur 3.3.2.

		WF (fra tegning, lm)	WF (omregnet, m ²)	
Sum Uni Wall, JV47 og JV49	132,30			1) 2)
Andel JV47	0,116	21,50	58,05	
Andel JV49	0,884	163,20	440,64	
Sum Glass Front, JV47 og JV49	146,96			
Andel JV47	0,170	29,84	80,57	
Andel JV49	0,830	145,86	393,82	
Sum innerdør, JV47 og JV49	62,00			
Andel JV47	0,145	11	8	
Andel JV49	0,855	68	49	
1) Bortimot 100 % av materialen fra Waterfront blir transportert til Molde for ombruk og mengden blir dermed fordelt på Julsundvegen 47 og Julsundvegen 49. Dette blir gjort ved at man finner andelen av de totale mengdene som faktisk blir brukt i de to bygningene. Denne andelen brukes så for å beregne andelen av mengdene fra Waterfront som blir transportert til hver av de to bygningene.				
2) Dører er gitt som antall hele dører og ikke som løpemeter eller kvadratmeter.				

Figur 3.3.3: Fordeling av bygningsdeler for ombruk fra Waterfront, på Julsundvegen 47 og 49. (Microsoft Excel)

Eksempel på hvordan fordeling av mengder er gjort i figur 3.3.3, ut ifra verdier i figur 3.3.2:

$$Sum\ Uni\ Wall = Uni\ Wall\ (JV47,\ lm) + Uni\ Wall\ (JV49,\ lm) = 15,4 + 116,9 = 132,3\ m^2 \quad (3.3.2)$$

$$Andel\ JV47 = \frac{Uni\ Wall\ (JV47,\ lm)}{Sum\ Uni\ Wall} = \frac{15,4}{132,3} \approx 0,116 \quad (3.3.3)$$

$$WF(omregnet,\ m^2) = Andel\ JV47 \cdot Uni\ Wall\ (WF,\ m^2) = 0,116 \cdot 498,69 \approx 58,05\ m^2 \quad (3.3.4)$$

Tabell 3.3.2: Beregnet andel kapp og svinn, basert på fordelte mengder fra figur 3.3.3, for situasjon 2 (hentet fra vedlegg A.1).

	Uni Wall	Glass Front	Innerdør
Julsundvegen 47	36,86 %	26,27 %	12,50 %
Julsundvegen 49	36,86 %	26,27 %	22,45 %

3.3.4 Transportavstander

For at transporten skal være prosjektspesifikk blir avstander i miljødeklarasjonene justert. Dette er gjort i henhold til beskrivelser i NS 3720, del 7.3 og metoden som er brukt er hentet fra utkast til veileder til klimagassberegninger i henhold til TEK17. Avfallstransport blir ikke justert grunnet usikkerheter rundt distanser for avfallstransport.

Dører: Det er lagt inn en avstand i miljødeklarasjon fra produksjon til byggeplass på 400 km. Dørene blir produsert på fabrikken til Knudsen dørfabrikk AS med adresse Tjellevegen 35, 5593 Skånevik. Avstanden mellom Tjellevegen 35, 5593 Skånevik og Julsundvegen 47-49, 6412 Molde er 591 km (Google Maps, u.å.-b).

Uni Wall: I miljødeklarasjon er det lagt inn en gjennomsnittlig avstand fra fabrikk til byggeplass på 293 km. Fabrikken blir lokalisert for å finne fabrikk som ligger nærmest og som produserer de gjeldene produktene. Moelven Modus har tre fabrikker, en i Norge og to i Sverige. I Norge er den lokalisert på Jessheim og i Sverige er de lokalisert i Hulån og Kumla (Byggindustrien, 2017; Moelven Modus, u.å.-b). Fabrikken på Jessheim er valgt og den produktspesifikke avstanden blir dermed på 458 km (Google Maps, u.å.-a).

Glass Front: EPD for Glass Front gir en gjennomsnittlig avstand på 290 km. Den prosjektspesifikke avstanden blir den samme som for Uni Wall, da Glass Front produseres på samme fabrikk.

Det er i tillegg beregnet en transportavstand mellom Quality Hotel Waterfront, Nedre Strandgate 25-27, 6004 Ålesund og Julsundvegen 47-49, 6412 Molde. Dette er transportavstanden som blir brukt for bygningsdelene i situasjon 2. Denne avstanden er på 83 km (Google Maps, u.å.-c).

Justering av transportavstand (Direktoratet for byggkvalitet, 2022g, s. 27):

$$GWP_{\text{prosjektspesifikk}, A4} = \frac{GWP_{\text{EPD}, A4} \cdot \text{prosjektspesifikk avstand}}{\text{avstand gitt i EPD}} \quad (3.3.5)$$

3.3.5 Biogen karbon

De innvendige dørene inneholder biogent karbon. Miljødeklarasjonen oppgir opptak av biogent karbon i A1 og utslipp i C1-C4. “Over byggevarens levetid vil summen av klimagassutslipp knyttet til biogent karbon være lik null” (Direktoratet for byggkvalitet, 2022g, s. 19). Dette skal beregnes i henhold til NS-EN 16485. Siden det er gjort delberegninger av tre ulike bygningers livsløp er det valgt å se vekk ifra biogent karbon, siden utslippene ikke vil bli nulltet ut (Direktoratet for byggkvalitet, 2022g). Det blir derfor brukt GWP-IOBC oppgitt i miljødeklarasjon.

3.3.6 Livsløpsmoduler

Beregningene er gjort for tre bygninger, separat og samlet i henhold til del 6.2.1 i NS 3720, Quality Hotel Waterfront, Julsundvegen 47 og Julsundvegen 49. For hver av disse bygningene skal det beregnes for de to situasjonene som beskrevet i kapittel 3.1. På bakgrunn av dette er beregningene gjort i seks deler. De seks delene tar for seg følgende livsløpsmoduler:

Livsløpsmoduler i henhold til NS 3720												
Krysser av for scenarier det blir beregnet for	A1-A3 Produkt- stadiet	A4 Transport	A5 Anlegg-, bygge- og monterings- arbeid	B1 Bruk	B2 Vedlikehold	B3 Reparasjon	B4 Utskifting	B5 Ombygging	B6 Energibruk i drift	B8 Transport i drift	C1-C4 Livsløpets slutt	D Konsekvenser utover systemgrensen
	Del 1: Quality Hotel Waterfront, situasjon 1 - Rive materialer											
				MNA	MNA	MNA	MNA	MNA	MNA	MNA	x	MNA
	Del 2: Quality Hotel Waterfront, situasjon 2 - Demontere materialer											
				MNA	MNA	MNA	MNA	MNA	MNA	MNA	x	MNA
	Del 3: Julsundvegen 47, situasjon 1 - Bygge med nye materialer											
	x	x	x	MNA	MNA	MNA	MNA	MNA	MNA	MNA		MNA
	Del 4: Julsundvegen 47, situasjon 2 - Ombruk av materialer											
		x	x	MNA	MNA	MNA	MNA	MNA	MNA	MNA		MNA
	Del 5: Julsundvegen 49, situasjon 1 - Bygge med nye materialer											
	x	x	x	MNA	MNA	MNA	MNA	MNA	MNA	MNA		MNA
	Del 6: Julsundvegen 49, situasjon 2 - Ombruk av materialer											
		x	x	MNA	MNA	MNA	MNA	MNA	MNA	MNA		MNA
MNA - ikke vurdert modul.												

Figur 3.3.4: Inkluderte livsløpsmoduler i de ulike delberegningene. (Microsoft Excel)

Livsløpsmodul B1-B8 og D er ikke vurderte moduler. Disse er derfor ikke tatt med i beregningene. Utslipp frem til materialer og bygningsdeler opphører å være avfall, skal tilordnes bygningen de hørte til (Standard Norge, 2023). I situasjon 1 opphører bygningsdelene å være avfall når de er ferdig avfallsbehandlet for

resirkulering og/eller energigjenvinning. Derimot opphører de å være avfall etter å ha blitt demontert og pakket for transport, i situasjon 2. Av den grunn blir det ikke beregnet for C2-C4 i denne situasjonen.

3.3.7 Beregningsmetode

Beregning av totale utslipp:

$$GWP_{total, situasjon\ n} = \sum(GWP_{A1-A3} + GWP_{A4} + GWP_{A5} + GWP_{C1} + GWP_{C2} + GWP_{C3} + GWP_{C4}) \quad (3.3.6)$$

der $n \in \{1, 2\}$

Utslipp fra livsløpsmodul, m:

$$GWP_m = omregnet\ mengde \cdot GWP_{EPD, m} \quad (3.3.7)$$

der $m \in \{A1 - A3, C1, C2, C3, C4\}$

Utslipp fra livsløpsmodul A4:

$$GWP_{A4} = omregnet\ mengde \cdot GWP_{prosjektspesifikk, A4} \quad (3.3.8)$$

Utslipp fra livsløpsmodul A5, situasjon 1:

$$GWP_{A5, situasjon\ 1} = omregnet\ mengde \cdot GWP_{EPD, A5} + mengde_{kapp\ og\ svinn} \cdot (GWP_{EPD, A1-A3} + GWP_{prosjektspesifikk, A4}) \quad (3.3.9)$$

Utslipp fra livsløpsmodul A5, situasjon 2:

$$GWP_{A5, situasjon\ 2} = omregnet\ mengde \cdot GWP_{EPD, A5} + mengde_{kapp\ og\ svinn} \cdot (GWP_{EPD, C1} + GWP_{EPD, C2} + GWP_{EPD, C3} + GWP_{EPD, C4}) \quad (3.3.10)$$

3.4 Klimagassberegninger i One Click LCA

I tillegg til beregninger for hånd har vivalgt å bruke One Click LCA i denne oppgaven for validering av metode. På denne måten kunne vi sammenligne resultatene fra håndberegninger, med resultatene i One Click LCA.

Før programvaren ble tatt i bruk, gjennomførte vi et tre timers nettkurs. Nettkurset “Building Life-Cycle Assessment Onboarding” er utarbeidet og tilbys av One Click LCA Academy. Kurset gir en forståelse for livssyklusvurderinger av bygninger og One Click LCA sine funksjoner og egenskaper. I denne oppgaven blir programvaren brukt for klimagassberegninger av del 3, 4, 5 og 6 (figur 3.3.4). Det blir sett på miljøpåvirkninger fra påvirkningskategorien *global warming potential*. Beregninger for del 1 og 2 er forsøkt utført, men det er ikke kommet frem til en løsning i programvaren på hvordan dette skal løses.

Ved opprettelse av et nytt prosjekt i One Click LCA må bygningene klassifiseres. Dermed er byggene klassifisert etter NS 3457-3, som vist i tabell 3.4.1.

Tabell 3.4.1: Klassifisering av bygningstype etter NS 3457-3

	Ensifret nivå	Tosifret nivå
Julsundvegen 47	3 – Kontor- og forretningsbygning	31 – Kontorbygning
Julsundvegen 49	3 – Kontor- og forretningsbygning	31 – Kontorbygning

Det er videre beregnet bruttoareal (BTA), bruksareal (BRA) og oppvarmet bruksareal (BRA oppvarmet) for bygningene i Molde.

Tabell 3.4.2: Bygningsarealer

	BTA	BRA	BRA oppvarmet
Julsundvegen 47	1270 m^2	1200 m^2	660 m^2
Julsundvegen 49	1155 m^2	1080 m^2	990 m^2

For hver av bygningene i Molde, er det opprettet et design for de to situasjonene (kapittel 3.1). Designene gjøres kun for komponenter (ikke hel bygning) og det skal utføres et avansert klimagassregnskap i henhold til NS 3720. Dette blir gjort for et renoveringsprosjekt med eksisterende ramme, der innervegger er bygningsdelen som er inkludert. Dette gjøres separat for de to bygningene i Molde. Det er valgt å bruke standard innstilte og anbefalte verdier for LCA parametre. Disse standardinstillingene er: Brukstil for materialer er satt til *teknisk brukstil*. Transportavstandverdier for materialer er gitt for *Norden*. Lokaliseringsmetode for materialproduksjon er *v2.1 Anbefalt*. Mål for produksjonslokalisering er *Norge* med strømprofil *IEA2020 - Electricity, Norway*. Kalkylemetode for endt livsløp er gitt som *market scenarios, user adjustable and is recommended*. Endt levetid energigjenvinning (modul D) substituert energimiks (kun til markedsscenarioer) er gitt som *district heat, Norway(kWh) / Flere profiler* med profil *IEA2020* (One Click LCA, 2018).

Etter at prosjektet og designene er opprettet blir det lagt inn data for å kunne utføre klimagassberegninger. Først blir de gitte miljødeklarasjonene innhentet (kapittel 3.3.1), deretter blir mengder for bygningsdeler lagt inn. I situasjon 1 er omregnede mengder fra figur 3.3.2 brukt for Uni Wall og Glass Front, mens for situasjon 2 er mengder hentet fra figur 3.3.3. Mengdene blir lagt inn etter definisjoner av bygningsdeler i henhold til tabell 3.3.1 på tresifret nivå. Ved innlegging av mengder bygningsdeler for innerdør i One Click LCA har man valgt mellom å legge inn mengder i m^2 , kg eller tonn. Derfor er det beregnet om fra antall dører til m^2 , som vist i tabell 3.4.3. Arealet er basert på referansedør gitt i miljødeklarasjon for innerdør.

Tabell 3.4.3: Dører omregnet fra antall dører til kvadratmeter

	Julsundvegen 47		Julsundvegen 49	
Situasjon 1	7 stk	18,77 m^2	38 stk	101,89 m^2
Situasjon 2	8 stk	21,45 m^2	49 stk	131,39 m^2

Basert på LCA-parametre blir transporttype og distanse lagt inn automatisk. Disse blir manuelt justert slik at de stemmer overens med prosjektet. Transportavstander for de ulike bygningsdelene settes til det samme som gitt i håndberegninger (kapittel 3.3.4). Transporttyper gitt i miljødeklarasjoner, se vedlegg A.1, er ikke tilgjengelig i One Click LCA og det er derfor valgt å bruke Trailer, 40 tonn kapasitet, 50 % fyllingsrate (inkl. infrastruktur). Dataen for denne transporttypen er basert på europeisk data, da det ikke finnes data for Norge. Transportberegninger i One Click LCA utelukker tom retur og at dette tjener annen bruk (One Click LCA, 2018).

Andelen kapp og svinn er den samme som beregnet i kapittel 3.3.3. Denne andelen legges inn for hver av bygningsdelene. For situasjon 2 kan det krysses av for gjenbrukt materiale. Da vil “effekter forbundet med innledende materialproduksjon (A1-A3) og installasjon (A5) av gjenbrukte eller bibeholdte materialer bli ignorert” (One Click LCA, 2018). I situasjon 2 i denne oppgaven blir bygningsdeler tilpasset til lokalene i Molde. Tilpasningene fører til kapp og svinn som blir generert på byggeplass. Dermed vil denne metoden ikke være representativ. Det er derfor valgt å ikke legge inn informasjon om kapp og svinn, og krysser av for gjenbruk. For at kapp og svinn skal medregnes i situasjon 2 legges det inn et scenario under *byggeplassdrift* for det genererte avfallet på byggeplass. Dette skal representere avfallshåndtering og -behandling av kapp og svinn med transport. Beregner derfor om mengdene kapp og svinn i kvadratmeter til vekten av gips, glass, stål, blandet avfall, aluminium og bygningsavfall ved hjelp av vektandeler gitt i miljødeklarasjoner. Dette fører til at man får følgende totale avfallsmengder fra Uni Wall, Glass Front og innerdør:

Tabell 3.4.4: Beregnet total vekt av avfall fra kapp og svinn for Julsundvegen 47 og 49, situasjon 2, fordelt på avfallstyper.

	Totale mengder avfall (kg)	
	JV47	JV49
Gips	346,68	2631,20
Stål	64,30	488,58
Glass	503,85	2462,35
Aluminium	5,08	24,83
Blandet avfall	88,48	844,14
Isolasjon	12,20	92,58

Avfallstransporten for disse bygningsdelene er automatisk satt til 50 km. Dette blir ikke justert grunnet usikkerheter rundt total avfallstransport for hver enkelt avfallstype. Justerer transporttype til Trailer, 40 tonns kapasitet, 50 % fyllingsrate (inkl. infrastruktur) (One Click LCA, 2018).

3.5 Økonomi

Et av målene med denne oppgaven er å finne de økonomiske kostnadene ved ombruk (situasjon 2) og sammenlikne disse med kostandene ved å bygge med nye bygningsdeler (situasjon 1). Dermed ble det hentet inn informasjon rundt blant annet materialbruk, timesbruk og avfallshåndtering. Kostnadsberegningene er basert på beregnede mengder bygningsdeler og innhentede priser for disse mengdene (figur 3.3.2), og er gjort i Microsoft Excel. Prisene som er hentet inn er alle oppgitt i norske kroner og inkluderer ikke merverdiavgift.

3.5.1 Avfallsbehandling av materialer

Kostnadene for avfallsbehandling og -håndtering er beregnet ut fra miljødeklarasjoner kombinert med innhentede priser og ytterligere informasjon om avfallshåndtering fra Norsk Gjenvinning. Miljødeklarasjoner inneholder oversikt over fordeling av materialer per deklarerert enhet og informasjon om sortering av avfall. Ifølge miljødeklarasjoner inneholder Uni Wall og Glass Front farlig avfall (Eklöv og Asker, 2020; Eklöv mfl., 2020). Ved innhenting av priser på farlig avfall informerte Norsk Gjenvinning om at andelen var liten i forhold til de totale mengdene. Samtidig som at prisen på farlig avfall varierer med farlighetsgraden. Farlig avfall blir derfor utelatt i beregningene. Innerdører blir i henhold til miljødeklarasjon sortert som blandet avfall (restavfall) (Tellnes, 2019), og håndtak og hengsler sorteres som metallavfall.

Det er innhentet priser for avfallshåndtering av gips, metall, glass og restavfall. Disse prisene inkluderer transport og leie av container, kjøp av SmartSekker og behandling av avfall på gjenvinningsstasjon. Prisene på avfallsbehandlingen vil variere ut ifra avfallstype, firma det leveres til, og geografisk lokasjon. I disse beregningene er det tatt utgangspunkt i priser hentet fra Norsk Gjenvinning, Ålesund. En annen faktor som kan påvirke prisen for disse avfallstypene, er etterspørsel av avfall på markedet. For eksempel kan man få betalt for innlevering av metallavfall, hvor prisen varierer blant annet med etterspørsel. Det er i denne oppgaven valgt å gå ut fra kostnadsfri innlevering av metallavfall.

3.5.2 Situasjon 1

Kostnadene for rivingsarbeidet er beregnet ved hjelp av antagelser fra en involvert aktør. Demonteringsarbeidet tok omtrent 800 timer (Skotheim, 2022). Etter samtale med aktøren, ble det opplyst at riving erfaringsmessig tar halvparten så lang tid som demontering. Dermed beregnes det i denne oppgaven at rivingsarbeidet i Waterfront tar 400 timer. Sortering er inkludert i timene for rivingsarbeidet. Timeskostnaden for arbeidet i Waterfront er hentet fra samme aktør.

$$Kostnad_{riving} = antall\ timer \cdot timeskostnad \quad (3.5.1)$$

Det vil være nødvendig med leie av container på byggeplass for håndtering av avfallet. Antall arbeidsdager og dager for leie av container er beregnet basert på timesbruken for riving. Det er valgt å gå ut fra arbeidsdager på 7,5 timer, samt at arbeid utføres mandag til fredag. Leie av container gjelder også medregnet helg, og er antatt leid fra dag 1.

$$\text{Antall arbeidsdager} = \frac{\text{antall arbeidstimer}}{7,5 \text{ timer}} \quad (3.5.2)$$

$$\text{Antall uker} = \frac{\text{antall arbeidsdager}}{5} \quad (3.5.3)$$

$$\text{Antall dager med containerleie} = \text{antall uker} \cdot 7 \quad (3.5.4)$$

I denne situasjonen er alt av bygningsdeler fra Waterfront å anse som avfall, og sorteres på byggeplass. Prisen på avfallsbehandling er oppgitt per tonn, mens vekten i miljødeklarasjon er oppgitt i kg. Grunnet dette må vekten av materialer omregnes til tonn.

$$\text{Kostnad}_{\text{avfallsbehandling}} = \frac{\text{mengde material} \cdot \text{vektandel}_{\text{kg}} \cdot \text{pris per tonn}}{1000} \quad (3.5.5)$$

Det leies inn en container for hver av avfallstypene gips, metall, glass og restavfall. Isolasjon blir sortert som restavfall. For å bestemme størrelsene på disse containerne, er det gjort volumberegninger av bygningsdelene.

$$\text{Mengde bygningsdel}_{\text{innerdør}} = \text{antall dører} \cdot \text{areal dør}_{1,23\text{m} \cdot 2,18\text{m}} \quad (3.5.6)$$

$$\text{Volum}_{\text{bygningssdel}} = \text{mengde bygningssdel} \cdot \text{tykkelse}_{\text{gitt i EPD}} \quad (3.5.7)$$

Bygningsdel	Uni Wall	Glass Front	Innerdør ¹⁾
Tykkelse (m)	0,098	0,01038	0,04
Volum av bygningsdeler (m ³)	48,872	4,924	6,114
1) For å få volumet til innerdør blir antall dører multiplisert med referansedøren det er beregnet for i miljødeklarasjon, som har dimensjon 1,23m*2,18m.			

Figur 3.5.1: Volum av bygningsdeler, Waterfront, situasjon 1. (Microsoft Excel)

Bygningsdel	Uni Wall	Glass Front	Innerdør ¹⁾
Tykkelse (m)	0,098	0,01038	0,04
Volum av svinn fra bygningsdeler (m ³)	1,543	0,182	0,322
1) For å få volumet til innerdør blir antall dører multiplisert med referansedøren det er beregnet for i miljødeklarasjon, som har dimensjon 1,23m*2,18m.			

Figur 3.5.2: Volum av svinn fra bygningsdeler, Julsundvegen, situasjon 1. (Microsoft Excel)

Volumet av de beregnede bygningsdelene blir deretter delt opp etter materialtyper som gitt i miljødeklarasjon. Miljødeklarasjonene oppgir prosentvis fordeling per deklartert enhet, i tillegg til vektandel.

$$Volum_{avfallstype} = \sum (volum_{bygningssdel} \cdot prosentvis\ andel\ material\ per\ avfallstype) \quad (3.5.8)$$

Et eksempel på utregning av volum til gipsavfall fra Uni Wall, Waterfront.

$$Volum_{metall} = 48,872\ m^3 \cdot 14\ \% + 4,924 \cdot 1,2\ \% + 6,114 \cdot 1,95\ \% \approx 7,020\ m^3$$

Videre i beregningene er det antatt at $\frac{1}{3}$ av innholdet i containerne er luft. Denne andelen luft kommer av luftlommer som dannes fra stabling av materialer i containere. Dette vil variere med type avfall, form, tetthet og størrelse. For støv og materialer i mindre biter vil andelen være lavere enn for hele bygningsdeler. Dermed er alle resultatene fra volumberegningene multiplisert med 1,5 for å ta hensyn til dette.

Materialer	Prosentvis andel av materialer per bygningsdel per deklartert enhet			Volum av materialer (m ³)	Andel luft	Volum av materialer medregnet luftrom (m ³)
	Uni Wall	Glass Front	Innerdør			
Gips	79 %	0 %	0 %	38,609	1,5	57,913
Metall	14 %	1,20 %	1,95 %	7,020	1,5	10,530
Glass	0 %	97 %	0 %	4,776	1,5	7,165
Restavfall	7,40 %	2,10 %	98,05 %	9,714	1,5	14,571

1) Multipliserer volum fra bygningsdeler med prosentvis andel av de ulike materialtypene for å finne volumet av de ulike materialene.

Figur 3.5.3: Volum av materialer per deklartert enhet, Waterfront, situasjon 1. (Microsoft Excel)

Materialer	Prosentvis andel av materialer per bygningsdel per deklartert enhet			Volum av svinn (m ³)	Andel luft	Volum av svinn medregnet luftrom (m ³)
	Uni Wall	Glass Front	Innerdør			
Gips	79 %	0 %	0 %	1,219	1,5	1,828
Metall	14 %	1,20 %	1,95 %	0,224	1,5	0,337
Glass	0 %	97 %	0 %	0,176	1,5	0,264
Restavfall	7,40 %	2,10 %	98,05 %	0,433	1,5	0,650

1) Multipliserer volum fra bygningsdeler med prosentvis andel av de ulike materialtypene for å finne volumet av de ulike materialene.

Figur 3.5.4: Volum av svinn fra materialer per deklartert enhet, Julsundvegen, situasjon 1. (Microsoft Excel)

Prisene for leie og frakt av container varierer med containerstørrelse, se vedlegg B.1. Mengden gips fra Waterfront krever at containeren tømmes underveis i rivingsarbeidet. Kostnaden for frakt er oppgitt en vei, og for hver tømning må prisen for frakt multipliseres med to.

Container type	Avfallstype	Størrelse (m ³)	Antall tøminger
Metall container	Gips	30	2
Metall container	Metall	22	1
Metall container	Glass	10	1
Metall container	Restavfall	10	2

Figur 3.5.5: Valgt containerløsning for avfallstypene, Waterfront, situasjon 1. (Microsoft Excel)

Det er gjort egne beregninger på avfallsbehandling av svinn fra nye bygninger. Svinn er antatt 5 % for innerdør, Glass Front og Uni Wall (kapittel 3.3.3). Avfallsbehandlingen blir beregnet som følger:

$$Kostnad_{avfallsbehandling, svinn} = \frac{\text{mengde material} \cdot \text{andel svinn \%} \cdot \text{vektandel}_{kg} \cdot \text{pris per tonn}}{1000} \quad (3.5.9)$$

Avfall fra svinn i Julsundvegen 47 og 49 har et lavere volum enn materialavfallet fra Waterfront. Grunnet dette er det valgt å bruke *SmartSekk* fra Norsk Gjenvinning til håndtering av mindre mengder avfall. Disse sekkene er laget for å håndtere en vekt på opp mot 1000 kg.

Når det gjelder glass, så har dette materialet en relativt høy egenvekt (25 kN/m³) (Eie, 1993), og kan potensielt overskride maksvekten for bruk av *SmartSekk*. I denne situasjonen tilsvarer mengden glassavfall omtrent 460 kg og er derfor innenfor kapasiteten til *SmartSekk*. Derimot er det en mulighet for at glasset kan skjære hull i sekkene. Grunnet de relativt høye kostnadene for leie av metallcontainer, er det valgt å leie pallecontainer/IBC-container for denne typen avfall. Dette er plastcontainere i en stållamme, som rommer 1000 liter (1 m³). Samtidig har disse en lavere dagskostnad enn vanlige containere av metall, og trenger mindre tilgjengelig areal på byggeplassen.

Container type	Avfallstype	Størrelse (m ³)	Antall ¹⁾	Tid frakt (timer)
SmartSekk	Gips	2,4	1	1
SmartSekk	Metall	0,8	1	1
Pallecontainer	Glass	1	1	1
SmartSekk	Restavfall	0,8	1	1
1) For pallecontainer er dette antall tøminger.				

Figur 3.5.6: Valgt containerløsning for avfallstypene, Julsundvegen, situasjon 1. (Microsoft Excel)

$$\begin{aligned} \text{Totale kostnader}_{avfallshåndtering} &= \text{pris containerleie}_{størrelse n} \\ &+ (\text{pris frakt}_{en vei} \cdot \text{antall tøminger} \cdot 2) \\ &+ \text{kostnad}_{avfallsbehandling} \end{aligned} \quad (3.5.10)$$

der $n \in \{1, 5, 10, 22, 30\}$

For lokalene i Julsundvegen 47 og 49 blir det beregnet kostnader for nye bygningsdeler. Det er gått ut ifra omregnede mengder til disse beregningene (figur 3.3.2). Det er innhentet priser for nye bygningsdeler. Disse prisene blir ikke vist i denne oppgaven, grunnet konfidensialitetsavtale. Samlet kostnad for kjøp av nye bygningsdeler er utregnet ved bruk av formel 3.5.11. Innerdører er inkludert i pris per m^2 for Uni Wall og Glass Front.

$$Kostnad_{ny\ bygningsdel} = mengde\ bygningsdel \cdot nypris\ per\ m^2 \quad (3.5.11)$$

Monteringskostnadene er basert på antall m^2 som skal monteres, og beregnes som følger:

$$Totalkostnad_{montering, nye\ bygningsdeler} = \sum (pris_{montering, per\ m^2} \cdot mengde\ bygningsdel) \quad (3.5.12)$$

3.5.3 Situasjon 2

Bygningsdelene fra Waterfront er i denne situasjonen ombrukt i Julsundvegen 47 og 49. Det er gått ut ifra omregnede mengder til disse beregningene (figur 3.3.2). En av de involvert aktørene opplyste om at det gikk med 80 timer til lasting av bygningsdeler på lastebil. Forsiktig pakking av bygningsdelene ble inkludert i de 800 timene som var estimert ved demonteringen. Timeskostnaden er lik for lasting av bygningsdeler og demontering. Det demonterte materialet fra Waterfront blir så fraktet til Julsundvegen for ombruk. Kostnaden på denne frakten er opplyst å være totalt 75 000 kroner for seks lastebillass.

$$Kostnad_{demonteringsarbeid} = antall\ timer_{demontering + lasting} \cdot timeskostnad \quad (3.5.13)$$

Tilpasninger av bygningsdeler på byggeplass fører til en større andel kapp og svinn i forhold til situasjon 1 (kapittel 3.3.3). Mengden ombrukt og demontert materiale (figur 3.3.2) er brukt for å beregne andelen kapp og svinn.

$$Mengde_{kapp\ og\ svinn} = demonterte\ bygningsdeler_{Waterfront} - ombrukte\ bygningsdeler_{Julsundvegen\ 47\ og\ 49} \quad (3.5.14)$$

Kostnadene for avfallsbehandling av kapp og svinn i denne situasjonen beregnes på samme måte som i situasjon 1 (formel 3.5.5).

Bygningsdel	Uni Wall	Glass Front	Innerdør ¹⁾
Tykkelse (m)	0,098	0,01038	0,04
Volum av kapp og svinn fra bygningsdeler (m^3)	18,014	1,294	1,287
1) For å få volumet til innerdør blir antall dører multiplisert med referansedøren det er beregnet for i miljødeklarasjon, som har dimensjon 1,23m*2,18m.			

Figur 3.5.7: Volum av kapp og svinn fra bygningsdeler, Julsundvegen, situasjon 2. (Microsoft Excel)

Materialer	Prosentvis andel av materialer per bygningsdel per deklartert enhet			Volum av kapp og svinn (m ³)	Andel luft	Volum av kapp og svinn medregnet luftrom (m ³)	
	Uni Wall	Glass Front	Innerdør				
Gips	79 %	0 %	0 %	14,231	1,5	21,347	1)
Metall	14 %	1,20 %	1,95 %	2,563	1,5	3,844	
Glass	0 %	97 %	0 %	1,255	1,5	1,882	
Restavfall	7,40 %	2,10 %	98,05 %	2,622	1,5	3,933	

1) Multipliserer volum fra bygningsdeler med prosentvis andel av de ulike materialtypene for å finne volumet av de ulike materialene.

Figur 3.5.8: Volum av kapp og svinn fra materialer per deklartert enhet, Julsundvegen, situasjon 2. (Microsoft Excel)

Antall containere som er nødvendig for håndtering av avfallet i Molde er beregnet slik som i situasjon 1 (formel 3.5.8). Grunnet volumet som er beregnet (figur 3.5.8) finnes det ulike løsninger for avfallshåndteringen. Det er derfor utregnet to ulike alternativer. Alternativ 1 er utregnet med bruk av vanlig metallcontainer på byggeplass, mens alternativ 2 involverer bruk av SmartSekk og pallecontainer for glassavfall. Gipsavfallet vil i begge disse alternativene havne i metallcontainer grunnet volummengden.

Container type	Avfallstype	Størrelse (m ³)	Antall tøminger
Metall container	Gips	22	1
Metall container	Metall	5	1
Metall container	Glass	5	1
Metall container	Restavfall	5	1

Figur 3.5.9: Valgt containerløsning for avfallstypene, Julsundvegen - alternativ 1, situasjon 2. (Microsoft Excel)

Container type	Avfallstype	Størrelse (m ³)	Antall ¹⁾	Tid frakt (timer)
Metall container	Gips	22	1	1
SmartSekk	Metall	2,4	2	1
Pallecontainer	Glass	1	2	1
SmartSekk	Restavfall	2,4	2	1

1) For pallecontainer er dette antall tømninger.

Figur 3.5.10: Valgt containerløsning for avfallstypene, Julsundvegen - alternativ 2, situasjon 2. (Microsoft Excel)

Volummengden til glassavfallet i denne situasjonen er innenfor begrensningene for SmartSekkene fra Norsk Gjenvinning. Det er likevel valgt å ikke bruke disse til håndtering av glass i denne situasjonen, grunnet egenvekten til glasset og muligheten for at glasset kan skjære hull i sekkene. Deretter beregnes de totale kostnadene for avfallshåndteringen, leie og frakt med formel 3.5.10.

Det er per dags dato fullført montering av én etasje. Montering av ombrukte bygningsdeler skal utføres i ytterligere fire etasjer. Antall dager for leie av container er basert på monteringsarbeidet som er utført, hvor arbeidet tok omtrent en måned. Det er dermed antatt at monteringsarbeidet for de resterende etasjene vil ta fire måneder samlet.

$$\text{Antall arbeidsmåneder} = \text{antall etasjer} \Leftrightarrow 5 \text{ etasjer} = 5 \text{ måneder for montering} \quad (3.5.15)$$

$$\text{Gjennomsnittlig antall dager per måned} = \frac{\text{antall dager i året}}{\text{antall måneder}} = \frac{365}{12} \approx 30,416667 \quad (3.5.16)$$

$$\text{Antall dager containerleie} = \text{antall måneder monteringsarbeid} \cdot \text{gjennomsnittlig antall dager per måned} \quad (3.5.17)$$

Antall dager med containerleie i denne situasjonen, er beregnet som følger, hvor det blir rundet opp til nærmeste heltall:

$$\text{Antall dager containerleie} = 5 \text{ måneder} \cdot 30,416667 \approx 153 \text{ dager}$$

Remonteringen av ombruksmaterialene i lokalene i Molde krever mer tilpasning enn det som kreves ved montering av nye bygningsdeler (kapittel 2.6). Det er oppgitt en felles pris for sortering og tilpasning av bygningsdeler i Julsundvegen. Firma som står for remonteringen i Julsundvegen 47 og 49, er et annet enn det som var ansvarlig for demonteringen i Waterfront-lokalene. Kostnaden ved demonteringsarbeidet er basert på arbeidstimer, mens remonteringskostnaden baseres på antall m² med bygningsdeler. Det er gitt priser for monteringsarbeidet av Uni Wall og Glass Front, hvor dører er inkludert i prisene. Tidsbruken for denne monteringen er opplyst av aktør å ta like lang tid i situasjon 2 som for situasjon 1. Remonteringskostnaden er beregnet med følgende formel:

$$\text{Remonteringskostnad} = \text{mengde bygningsdel} \cdot \text{pris per m}^2, \text{ arbeid} \quad (3.5.18)$$

4 Resultater

4.1 Klimagassberegninger for hånd

Ut fra beregninger er det kommet frem til følgende utslipp for de ulike situasjonene og bygningene:

Del 1: Quality Hotel Waterfront, situasjon 1 - Rive bygningsdeler:

Del 1: Utslipp fra de ulike livsløpsmodulene					
	C1	C2	C3	C4	
	kg CO ₂ e				
243 Systemvegger og glassfelt	0,00	185,62	285,11	134,45	
Uni Wall	0,00	90,26	0,00	134,15	
Glass Front	0,00	95,35	285,11	0,30	1)
244 Vinduer, dører og foldevegger	0,05	37,68	570,00	0,45	
Innerdør	0,05	37,68	570,00	0,45	

1) Multipliserer den omregnede mengden med CO₂e per deklart enhet, for den gjeldende livsløpsmodulen.

Figur 4.1.1: Beregnet utslipp for Waterfront, situasjon 1. (Microsoft Excel)

I figur 4.1.1 kan man se de beregnede utslippene for de ulike bygningsdelene, på tresifret nivå. Figuren viser i tillegg bidragene fra Uni Wall, Glass Front og innerdør. Beregningene viser utslipp for livsløpsmodulene C1-C4, og utslippene er beregnet i henhold til formel 3.3.7. Input data som er brukt i formlene er hentet fra figur 3.3.2 og 3.3.1. Eksempel på beregning av utslipp, for livsløpsmodulene, for innerdør er:

$$GWP_{C1} = (27 + 30) \cdot 8.81 \times 10^{-4} \approx 0,05 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

$$GWP_{C2} = (27 + 30) \cdot 6.61 \times 10^{-1} \approx 37,68 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

$$GWP_{C3} = (27 + 30) \cdot 1.00 \times 10^1 \approx 570,00 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

$$GWP_{C4} = (27 + 30) \cdot 7.90 \times 10^{-3} \approx 0,45 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

Del 2: Quality Hotel Waterfront, situasjon 2 - Demontere bygningsdeler:

Del 2: Utslipp fra de ulike livsløpsmodulene					
	C1	C2	C3	C4	
	kg CO ₂ e				
243 Systemvegger og glassfelt	0,00	0,00	0,00	0,00	
Uni Wall	0,00	0,00	0,00	0,00	
Glass Front	0,00	0,00	0,00	0,00	
244 Vinduer, dører og foldevegger	0,00	0,00	0,00	0,00	
Innerdør	0,00	0,00	0,00	0,00	

Figur 4.1.2: Beregnet utslipp for Waterfront, situasjon 2. (Microsoft Excel)

Beregninger er gjort på samme måte i figur 4.1.2 som for figur 4.1.1. Man kan se at utslipp for livsløpsmodulene C1-C4 er beregnet til null. Dette kommer av definisjonen om at materialene går fra stadiet som avfall til ressurser for ombruk, etter å ha blitt demontert og pakket for transport. Derfor blir ingen av materialene transportert for avfallsbehandling og -håndtering. Det sees her vekk fra støv som oppstår ved demontering, og som ellers ville gått til forbrenning eller deponi.

Del 3: Julsundvegen 47, situasjon 1 - Bygge med nye bygningsdeler:

Del 3: Utslipp fra de ulike livsløpsmodulene						
	A1	A2	A3	A4	A5	
	kg CO ₂ e					
243 Systemvegger og glassfelt	2 856,58	86,07	16,79	197,40	161,94	
Uni Wall	575,44	55,71	8,83	55,11	35,41	
Glass Front	2 281,14	30,36	7,96	142,29	126,53	1) 2)
244 Vinduer, dører og foldevegger	481,60			30,41	95,61	
Innerdør	481,60			30,41	95,61	
1) A4 blir beregnet ved å multiplisere miljøpåvirkning fra justert transportavstand med mengder bygningsdeler for Julsundvegen 47.						
2) A5 blir beregnet ved å multiplisere gitt GWP-verdi i miljødeklarasjon med mengde bygningsdeler for Julsundvegen 47 og legger dette sammen med miljøpåvirkning som kommer fra svinn (som beregnet i						

Figur 4.1.3: Beregnet utslipp for Julsundvegen 47, situasjon 1. (Microsoft Excel)

A1-A3 er gitt separat for bygningsdel 243, men samlet for bygningsdel 244 (figur 4.1.3). Dette er avhengig av hvordan miljødeklarasjonen er utformet. Noen gir ut disse livsløpsmodulene separat og andre samlet. Beregninger av livsløpsmodul A1-A3 er gjort på samme måte som for beregninger i figur 4.1.1. Eksempel på beregning av livsløpsmoduler for innerdør er:

$$GWP_{A1-A3} = (4 + 3) \cdot 6.88 \times 10^1 = 481,6 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

$$GWP_{\text{prosjektspesifikk, A4}} = \frac{2.94 \cdot 400}{591} \approx 4,3439 \text{ kg CO}_2\text{e/DU}$$

I vedlegg A.1 er alle de beregnede verdiene for $GWP_{\text{prosjektspesifikk, A4}}$ gitt.

$$GWP_{A4} = (4 + 3) \cdot 4,3439 \approx 30,41 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

$$GWP_{A5, \text{ situasjon 1}} = (4 + 3) \cdot 3.21 + 1 \cdot (6.88 \times 10^1 + 4,3439) \approx 95,61 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

Del 4: Julsundvegen 47, situasjon 2 - Ombruk av bygningsdeler:

Del 4: Utslipp fra de ulike livsløpsmodulene						
	A1	A2	A3	A4	A5	
	kg CO ₂ e					
243 Systemvegger og glassfelt	0,00	0,00	0,00	50,90	32,33	
Uni Wall	0,00	0,00	0,00	15,85	10,67	
Glass Front	0,00	0,00	0,00	35,05	21,65	1) 2) 3)
244 Vinduer, dører og foldevegger	0,00			4,88	36,35	
Innerdør	0,00			4,88	36,35	
1) Ved ombruk av bygningsdeler vil det ikke produseres nye produkter og derfor er A1-A3 lik null.						
2) A4 blir beregnet ved å multiplisere miljøpåvirkning fra justert transportavstand med mengder bygningsdeler for Julsundvegen 47.						
2) A5 blir beregnet ved å multiplisere gitt GWP-verdi i miljødeklarasjon med mengde bygningsdeler for Julsundvegen 47 og legger dette sammen med miljøpåvirkning som kommer fra kapp og svinn (som beregnet i						

Figur 4.1.4: Beregnet utslipp for Julsundvegen 47, situasjon 2. (Microsoft Excel)

Utslipp for livsløpsmodul A1-A3 er lik null (figur 4.1.4). Dette er som beskrevet tidligere grunnet ombruk av bygningsdeler, og at det derfor ikke produseres nye bygningsdeler. A4 er beregnet på samme måte som for del 3. Forskjellen er at i denne delen blir det brukt en avstand mellom Waterfront og Julsundvegen 47, og ikke mellom fabrikk og byggeplass, som beskrevet i kapittel 3.3.4. Mengdene som blir brukt for å beregne utslipp for livsløpsmodul A4 og A5 gitt i figur 3.3.3. Livsløpsmodul A5 er beregnet ved bruk av formel 3.3.10. Eksempel på beregning av A5 for innerdør er som følger:

$$GWP_{A5 \text{ situasjon 2}} = 8 \cdot 3.21 + 1 \cdot (8.81 \times 10^{-4} + 6.61 \times 10^{-1} + 1.00 \times 10^1 + 7.90 \times 10^{-3}) \approx 36,35 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

Del 5: Julsundvegen 49, situasjon 1 - Bygge med nye bygningsdeler:

Del 5: Utslipp fra de ulike livsløpsmodulene					
	A1	A2	A3	A4	A5
	kg CO ₂ e				
243 Systemvegger og glassfelt	15 517,91	571,27	105,96	1 113,83	887,27
Uni Wall	4 368,09	422,90	67,05	418,33	268,83
Glass Front	11 149,82	148,37	38,91	695,50	618,44
244 Vinduer, dører og foldevegger	2 614,40			165,07	268,27
Innerdør	2 614,40			165,07	268,27

1) A4 blir beregnet ved å multiplisere miljøpåvirkning fra justert transportavstand med mengderbygningsdeler for Julsundvegen 49.
2) A5 blir beregnet ved å multiplisere gitt GWP-verdi i miljødeklarasjon med mengde bygningsdeler for Julsundvegen 49 og legger dette sammen med miljøpåvirkning som kommer fra svinn (som beregnet i

Figur 4.1.5: Beregnet utslipp for Julsundvegen 49, situasjon 1. (Microsoft Excel)

Denne delen er beregnet på lik linje som for del 3, men med mengder for Julsundvegen 49 fra figur 3.3.2.

Del 6: Julsundvegen 49, situasjon 2 - Ombruk av bygningsdeler:

Del 6: Utslipp fra de ulike livsløpsmodulene					
	A1	A2	A3	A4	A5
	kg CO ₂ e				
243 Systemvegger og glassfelt	0,00	0,00	0,00	291,65	186,86
Uni Wall	0,00	0,00	0,00	120,33	81,02
Glass Front	0,00	0,00	0,00	171,32	105,84
244 Vinduer, dører og foldevegger	0,00			29,89	274,65
Innerdør	0,00			29,89	274,65

1) Ved ombruk av bygningsdeler vil det ikke produseres nye produkter og derfor er A1-A3 lik null.
2) A4 blir beregnet ved å multiplisere miljøpåvirkning fra justert transportavstand med mengder bygningsdeler for Julsundvegen 49.
3) A5 blir beregnet ved å multiplisere gitt GWP-verdi i miljødeklarasjon med mengde bygningsdeler for Julsundvegen 49 og legger dette sammen med miljøpåvirkning som kommer fra kapp og svinn (som beregnet i livsløpsmodul A5 over).

Figur 4.1.6: Beregnet utslipp for Julsundvegen 49, situasjon 2. (Microsoft Excel)

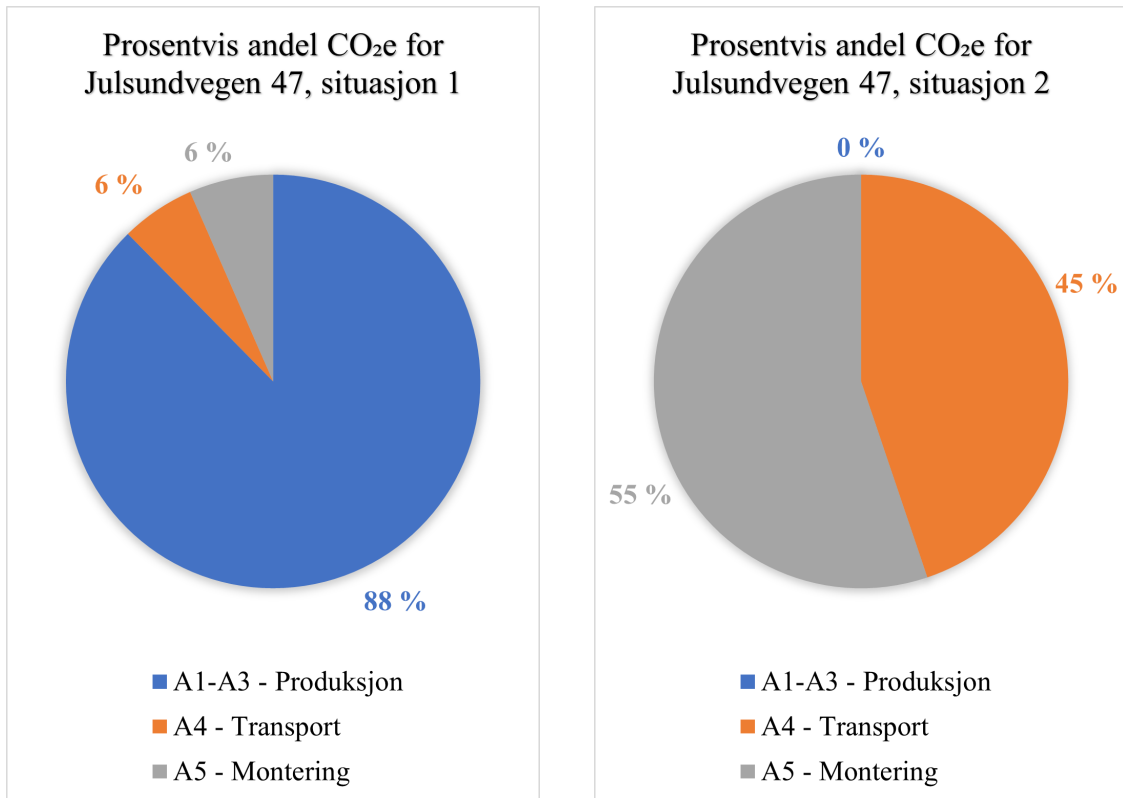
Del 6 beregnes på lik linje som del 4. Til forskjell fra del 4, blir det brukt mengder for Julsundvegen 49 (figur 3.3.3).

Waterfront, situasjon 1					
Bygningsdeler	C1	C2	C3	C4	Totalt
	kg CO ₂ e				
24 Innervegger	0,05	223,29	855,11	134,90	1 213,35
243 Systemvegger og glassfelt	0,00	185,62	285,11	134,45	605,17
244 Vinduer, dører og foldevegger	0,05	37,68	570,00	0,45	608,18
Waterfront, situasjon 2					
24 Innervegger	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
243 Systemvegger og glassfelt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
244 Vinduer, dører og foldevegger	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julsundvegen 47, situasjon 1					
Bygningsdeler	A1-A3		A4	A5	Totalt
	kg CO ₂ e				
24 Innervegger	3 441,04		227,81	257,56	3 926,41
243 Systemvegger og glassfelt	2 959,44		197,40	161,94	3 318,78
244 Vinduer, dører og foldevegger	481,60		30,41	95,61	607,62
Julsundvegen 47, situasjon 2					
24 Innervegger	0,00		55,78	68,68	124,46
243 Systemvegger og glassfelt	0,00		50,90	32,33	83,23
244 Vinduer, dører og foldevegger	0,00		4,88	36,35	41,23
Julsundvegen 49, situasjon 1					
24 Innervegger	18 809,54		1 278,90	1 155,54	21 243,97
243 Systemvegger og glassfelt	16 195,14		1 113,83	887,27	18 196,24
244 Vinduer, dører og foldevegger	2 614,40		165,07	268,27	3 047,73
Julsundvegen 49, situasjon 2					
24 Innervegger	0,00		321,55	461,51	783,06
243 Systemvegger og glassfelt	0,00		291,65	186,86	478,52
244 Vinduer, dører og foldevegger	0,00		29,89	274,65	304,54

Figur 4.1.7: Utslipp for de ulike bygningene, sammenstilt. (Microsoft Excel)

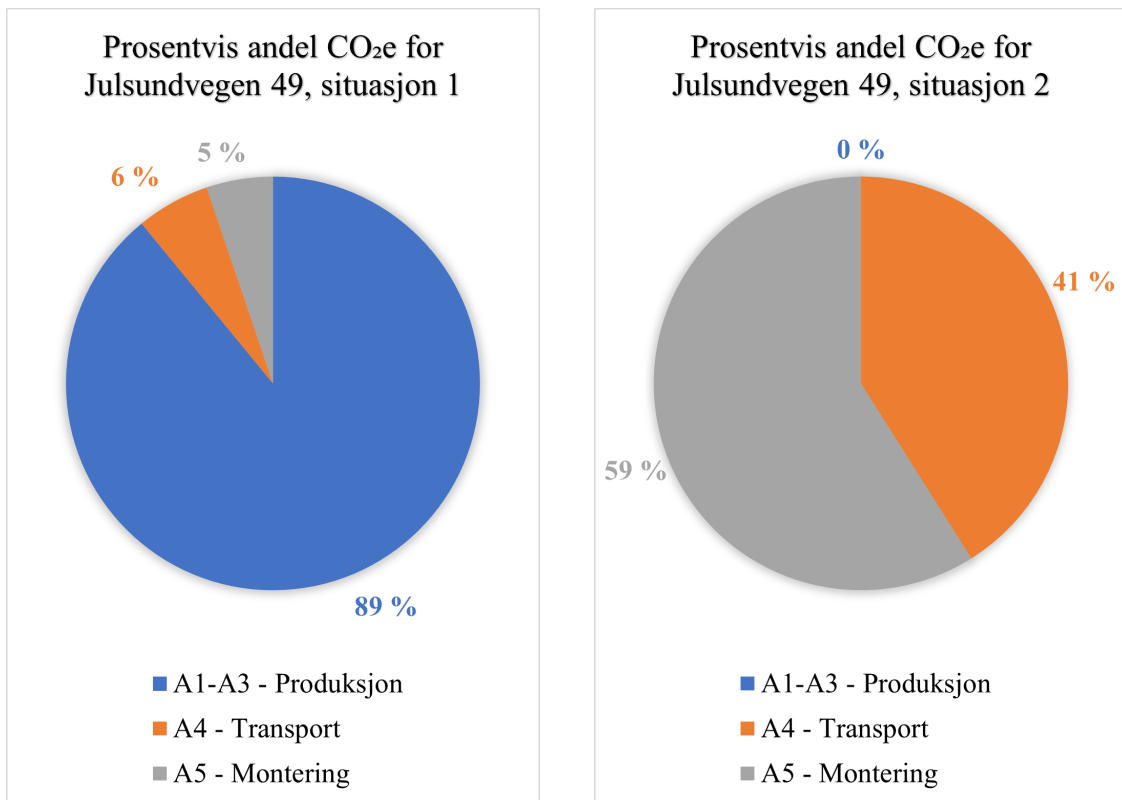
Utslippene for del 1 til del 6 er samlet i figur 4.1.7. Figuren viser de totale utslippene fra livsløpsmodulene til bygningsdel 24. For bygningsdel 24 vises fordelingen av utslipp fra bygningsdelene 243 og 244.

De totale utslippene i figur 4.1.7 er fremstilt ved hjelp av sektordiagram, for å vise den prosentvise andelen fra de ulike livsløpsmodulene.



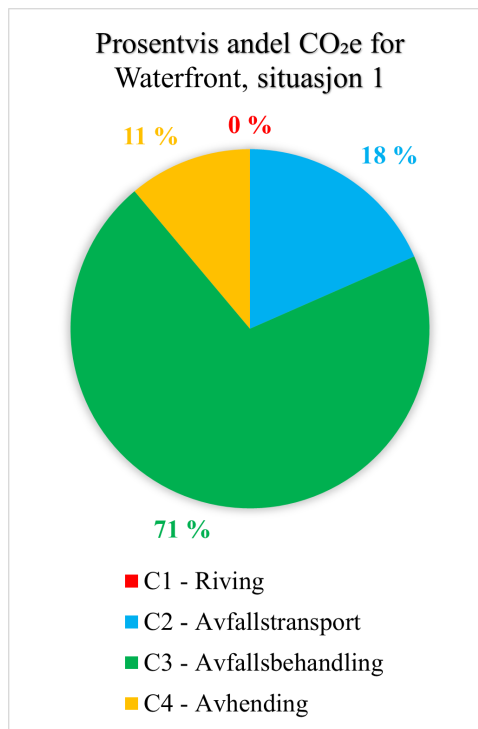
Figur 4.1.8: Prosentvis fordeling av utslipp fra livsløpsmoduler i Julsundvegen 47, situasjon 1 og 2. (Microsoft Excel)

Sektordiagrammene (figur 4.1.8) viser prosentvis andel av utslipp fra de ulike livsløpsmodulene, for del 3 og del 4. I situasjon 1 er det produksjons-stadiet, som bidrar med den største andelen utslipp på 88 %. Den resterende andelen av utslippene er fordelt likt på montering og transport, med henholdsvis 6 % hver. I del 4 er det montering som står for den største andelen utslipp med 55 % og transport står for de resterende 45 % av utslippene.



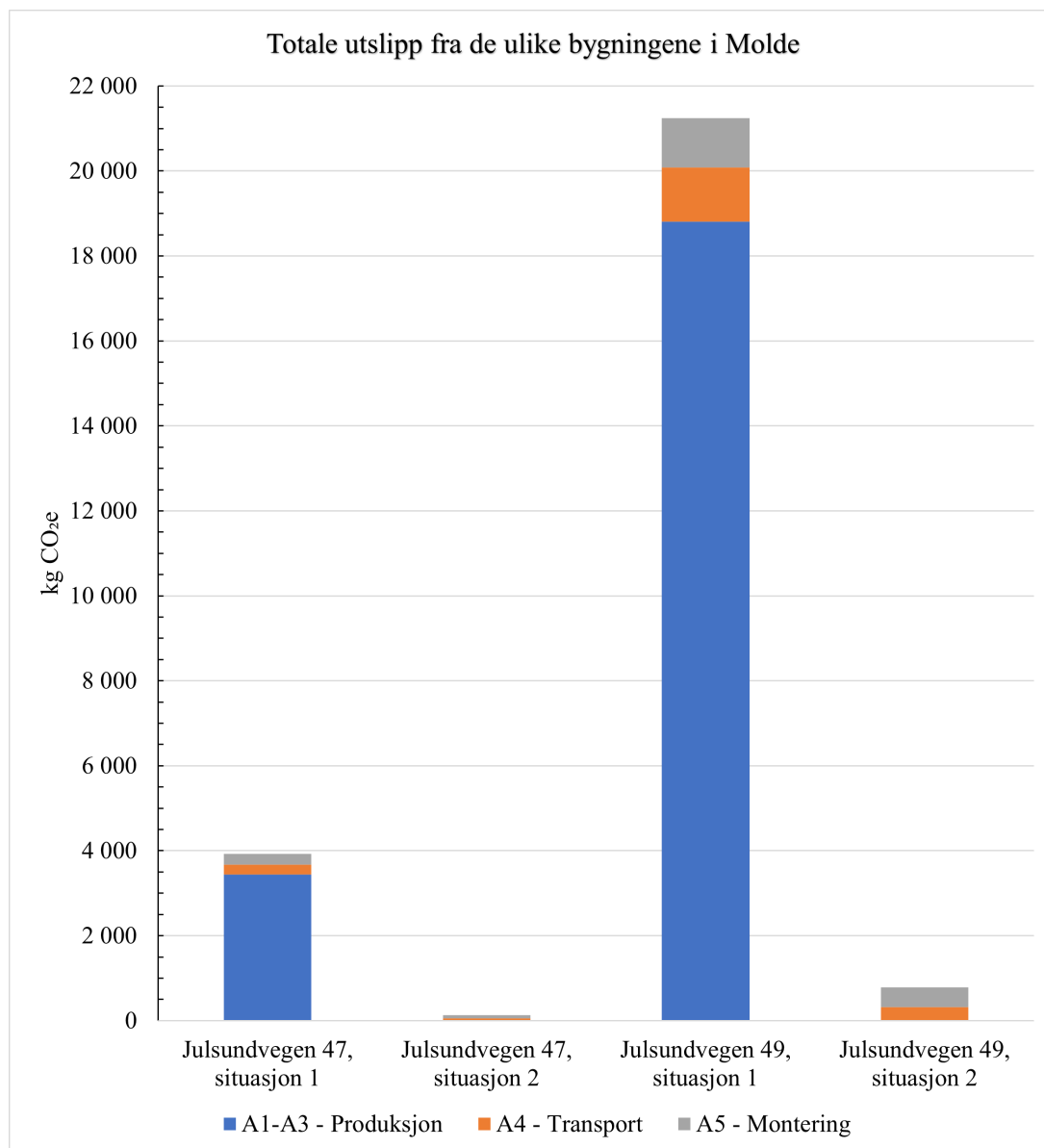
Figur 4.1.9: Prosentvis fordeling av utslipp fra livsløpsmoduler i Julsundvegen 49, situasjon 1 og 2. (Microsoft Excel)

I sektordiagram for del 5 er det, som for del 3, produksjon som står for den største prosentvise andelen utslipp. Dette stadiet står for 89 % av utslippene. I denne delen er andelen fra transport større enn andelen for montering, med henholdsvis 6 % og 5 %. I likhet med del 4, utgjør utslipp fra montering en større andel av de totale utslippene enn transport i del 6. Andelene for montering og transport er henholdsvis 59 % og 41 %.



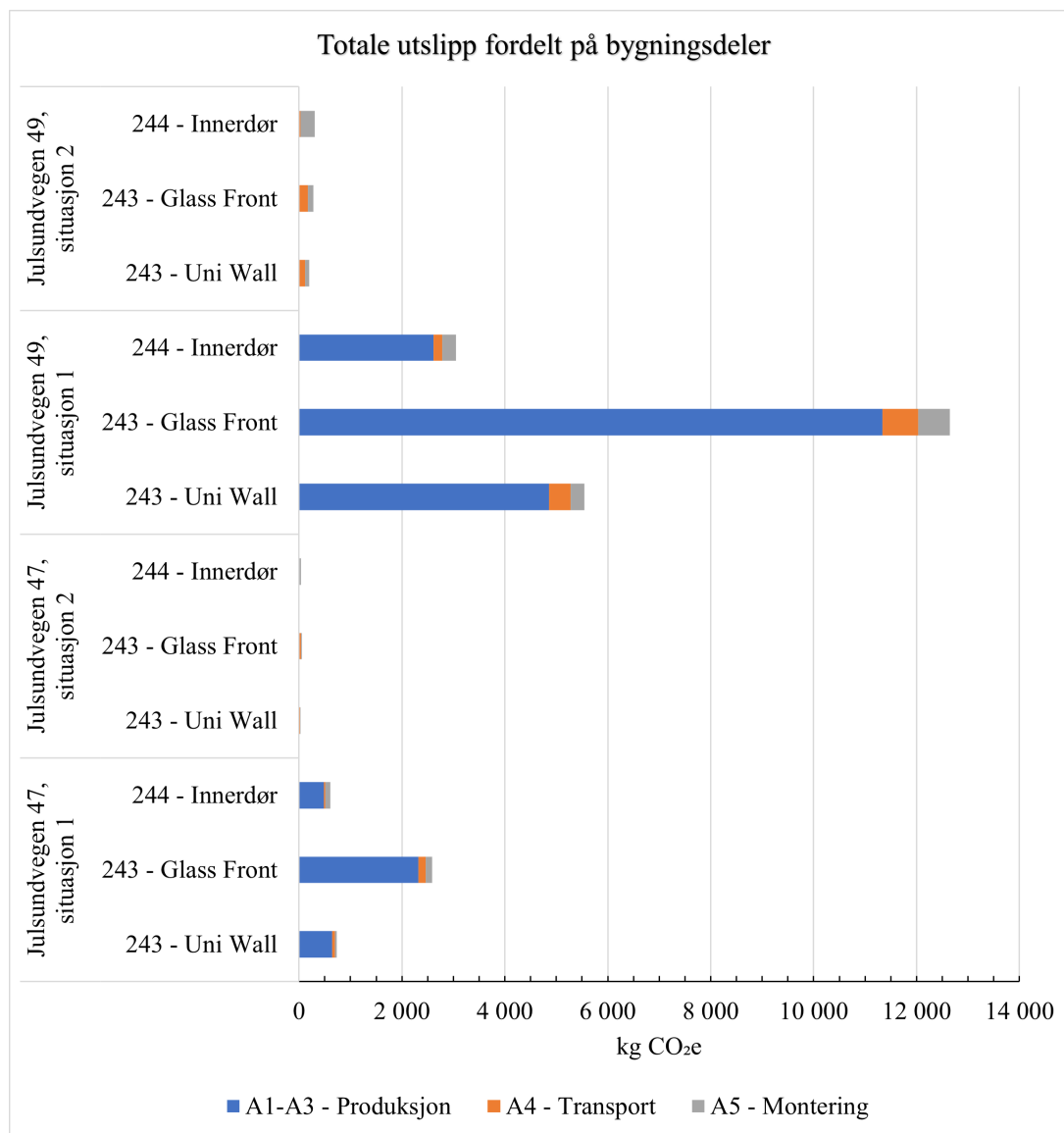
Figur 4.1.10: Prosentvis fordeling av utslipp fra livsløpsmoduler i Waterfront, situasjon 1. (Microsoft Excel)

For del 1 utgjør avfallsbehandling den største andelen av de totale utslippene med 71 %. Avfallstransport er den nest største bidragsyteren med 18 %, fulgt av avhending med de resterende 11 %. Riving utgjør 0 % av de totale utslippene i sektordiagrammet, men som vist i figur 4.1.1 er det utslipp relatert til denne livsløpsmodulen. Det er ikke utarbeidet et sektordiagram for del 2, grunnet ingen utslipp (figur 4.1.2).



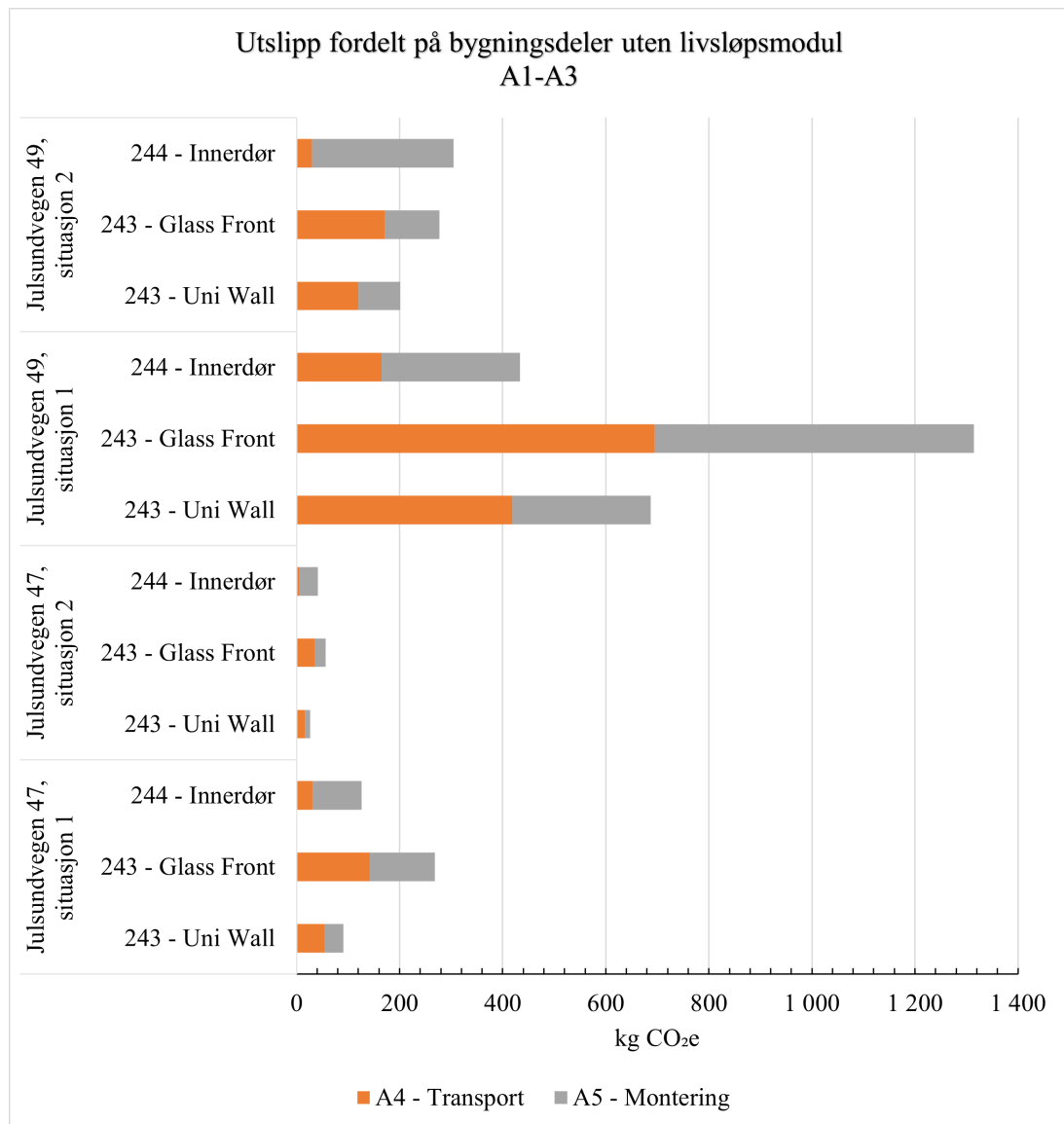
Figur 4.1.11: Totale utslipp for bygninger i Molde, fordelt på livsløpsmoduler. (Microsoft Excel)

For å sammenligne de totale utslippene til bygningene og situasjonene i Molde, er disse samlet i et stablet, stående stolpediagram. Stolpediagrammet viser fordeling av utslipp fra de ulike livsløpsmodulene, i kg CO₂e. Julsundvegen 49, situasjon 1 står for større utslipp enn de andre situasjonene i bygningene i Molde (figur 4.1.11). Fra diagrammet kan man se at utslipp fra situasjon 1 er større enn utslipp fra situasjon 2 for bygningene.



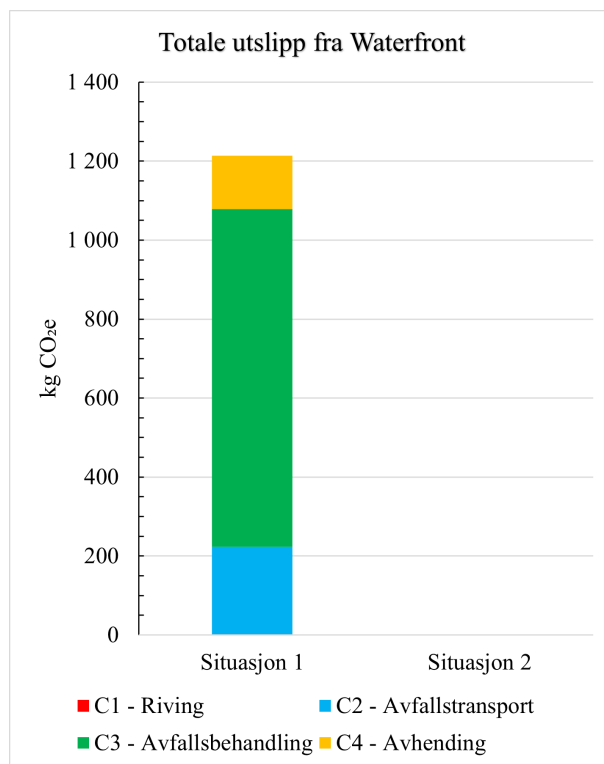
Figur 4.1.12: Totale utslipp fra bygningsdeler i Molde, fordelt på livsløpsmoduler. (Microsoft Excel)

Fra stolpediagrammet i figur 4.1.11 er det laget et nytt stolpediagram, hvor fordeling av utslippene er fordelt på bygningsdelene 243 - Uni Wall, 243 - Glass Front og 244 - innerdør (figur 4.1.12). Basert på dette kan man se at bygningsdel Glass Front står for den største andelen av utslippene for situasjon 1 i begge bygningene i Molde. Livsløpsmodulene A4 og A5 er små i forhold til A1-A3. Dermed er stolpediagrammet gjenskapt uten livsløpsmodul A1-A3 (figur 4.1.13).



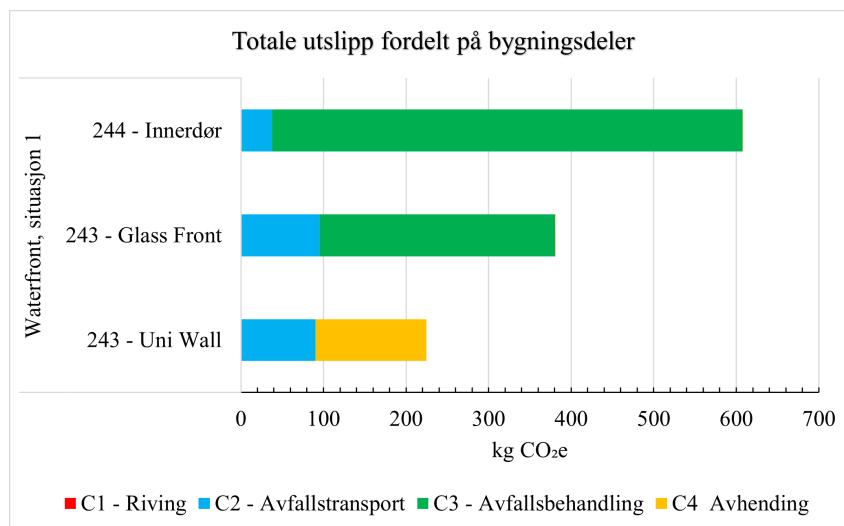
Figur 4.1.13: Totale utslipp fra bygningsdeler i Molde, fordelt på livsløpsmoduler utenom A1-A3. (Microsoft Excel)

I situasjon 2 for Julsundvegen 49 er det innerdør som står for den største andelen av utslippene (figur 4.1.13). For Julsundvegen 47, er det Glass Front som står for den største andelen utslipp i denne situasjonen. I tillegg ser man at transport (A4) står for en større andel av utslippene enn montering (A5), for begge bygningene og situasjonene for Uni Wall og Glass Front. Derimot er det montering som står for en større andel av utslippene for innerdør.



Figur 4.1.14: Totale utslipp fra Waterfront, fordelt på livsløpsmoduler. (Microsoft Excel)

Som vist i del 2, er det ingen utslipp fra livsløpsmodul C1-C4 (figur 4.1.2). Figur 4.1.14 viser samme informasjon som figur 4.1.10, men fordelingen av utslipp er gitt i kg CO₂e.



Figur 4.1.15: Totale utslipp fra bygningsdeler i Waterfront, fordelt på livsløpsmoduler. (Microsoft Excel)

Innerdør er bygningsdelen som står for den største andelen av de totale utslippene i situasjon 1, mens Uni Wall står for den minste andelen. Livsløpsmodul C4 for innerdør og Glass Front er ikke vist i stolpediagrammet (figur 4.1.15), da de er små i forhold til de andre livsløpsmodulene. Det samme gjelder livsløpsmodul C1 for innerdør. Utslipp fra avfallsbehandling for Uni Wall er null, som beregnet i figur 4.1.1.

Totalutslippene fra de tre bygningene er videre lagt sammen. Basert på dette er det utført en samlet

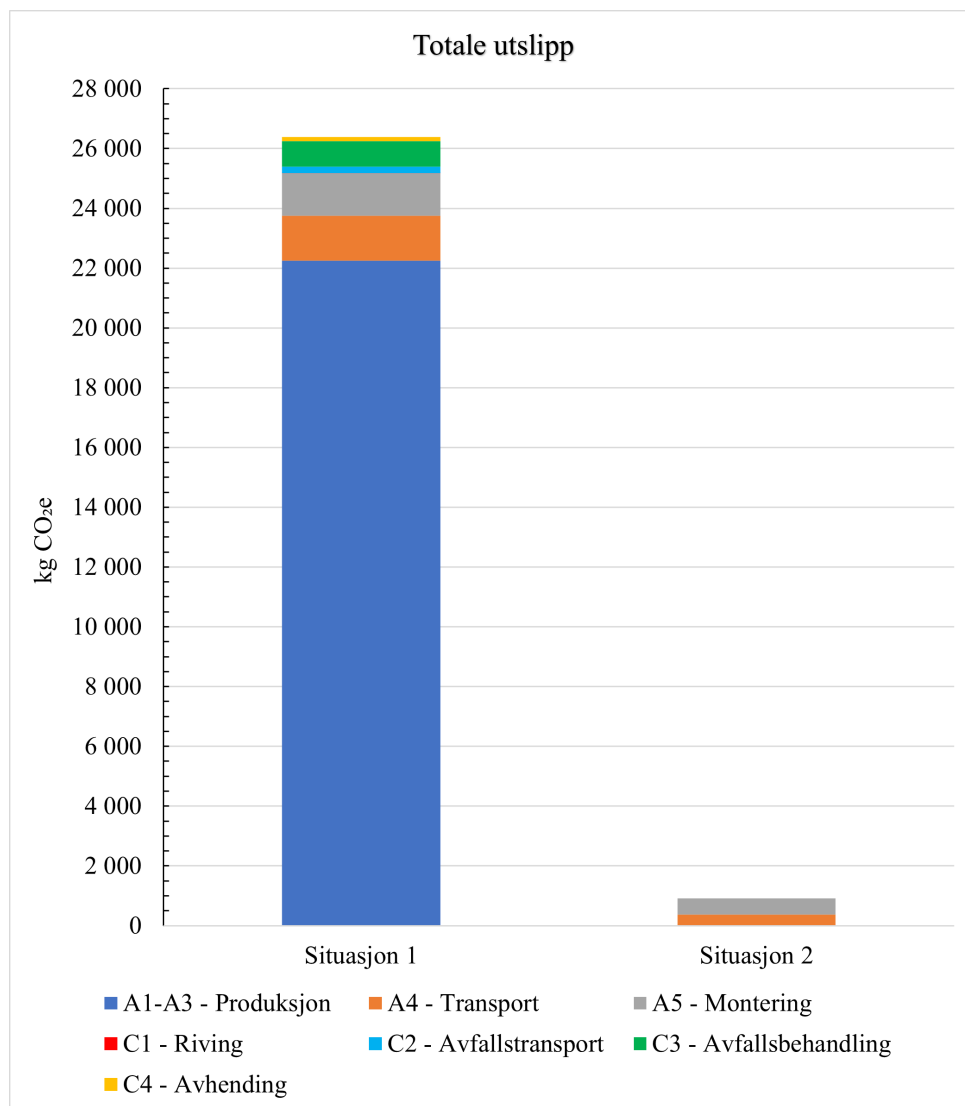
vrdering av de to situasjonene (figur 3.1). Beregninger av utslippene for alle bygningene er gjort ved bruk av formel 3.3.6.

De totale utslippene for bygningene i situasjon 1 er (del 1, del 3 og del 5):

$$GWP_{total, situasjon\ 1} = (3441,04 + 227,81 + 257,56 + 18809,54 + 1278,90 + 1155,54 + 0,05 + 223,29 + 855,11 + 134,9) = 26\ 383,74\ kg\ CO_2e$$

De totale utslippene for bygningene i situasjon 2 er (del 2, del 4 og del 6):

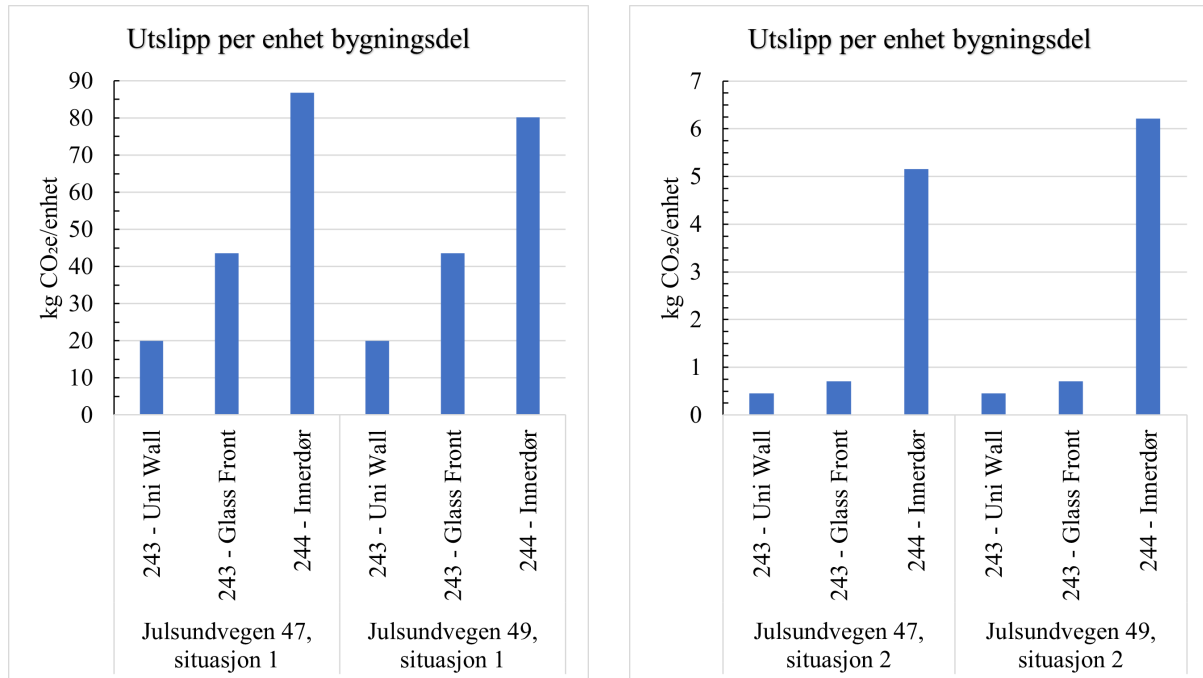
$$GWP_{total, situasjon\ 2} = (55,78 + 68,68 + 321,55 + 461,51) = 907,52\ kg\ CO_2e$$



Figur 4.1.16: Totale utslipp fra alle bygninger lagt sammen - situasjon 1 versus situasjon 2. (Microsoft Excel)

Fra dette er det laget et stablet stolpediagram med fordeling av utslipp fra de ulike livsløpsmodulene. Den største besparelsen kommer fra livsløpsmodul A1-A3 som utgjør omtrent 84 % av utslippene i situasjon 1.

For å finne ut hvilken bygningsdel som har potensial for størst miljøbesparelse, er de totale utslippene for hver av bygningsdelene delt på mengden materialer. Dette er gjort for begge bygningene og situasjonene i Molde. For Uni Wall og Glass Front vil enheten være oppgitt som $\text{kg } CO_2e/m^2$, mens for innerdør vil det oppgis som $\text{kg } CO_2e/stk$.



Figur 4.1.17: Utslipp per enhet bygningsdel, situasjon 1 og 2. (Microsoft Excel)

Basert på figur 4.1.17 kan man se at innerdør er bygningsdelen med de største utslippene per deklart enhet. Det er dermed den bygningsdelen man har størst besparelser på ved ombruk, i denne oppgaven. Glass Front er den med nest størst utslipp per deklart enhet. Bygningsdelen med minst utslipp per deklart enhet, og minst besparelser, er Uni Wall. Besparelsene for Uni Wall ligger på rundt 20 $\text{kg } CO_2e/m^2$. Glass Front har i overkant av 40 $\text{kg } CO_2e/m^2$ og innerdør ligger på rundt 74-82 $\text{kg } CO_2e/stk$. Prosentvis er det størst besparelser ved Uni Wall og Glass Front med 98 % (tabell 4.1.1).

Tabell 4.1.1: Besparelser, per deklart enhet, for de ulike bygningsdelene ved situasjon 2 fremfor situasjon 1.

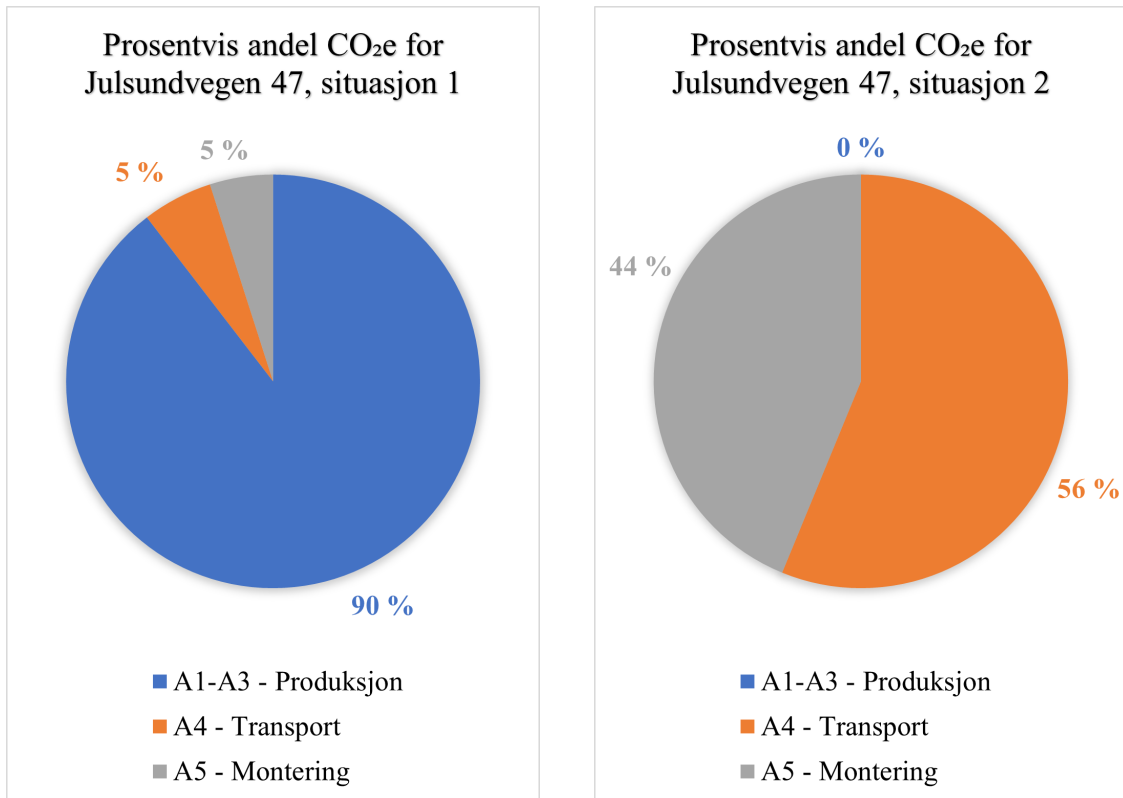
		Besparelse i $\text{kg } CO_2e/DU$	Besparelser i %
Julsundvegen 47	243 - Uni Wall	19,47	98
	243 - Glass Front	42,87	98
	244 - Innerdør	81,65	94
Julsundvegen 49	243 - Uni Wall	23,07	98
	243 - Glass Front	42,87	98
	244 - Innerdør	73,99	92

4.2 Klimagassberegninger i One Click LCA

Julsundvegen 47, situasjon 1				
Bygningsdel	A1-A3	A4	A5	Totalt
	kg CO ₂ e			
24 Innervegger	3 440,83	211,28	189,54	3 841,65
243 Systemvegger og glassfelt	2 959,22	198,97	161,11	3 319,30
Uni Wall	639,95	163,43	40,99	844,37
Glass Front	2 319,27	35,54	120,12	2 474,93
244 Vinduer, dører og foldevegger	481,61	12,31	28,43	522,35
Innerdør	481,61	12,31	28,43	522,35
Julsundvegen 47, situasjon 2				
24 Innervegger	0,00	57,74	44,98	102,72
243 Systemvegger og glassfelt	0,00	55,76	44,98	100,74
Uni Wall	0,00	47,01		47,01
Glass Front	0,00	8,75		8,75
244 Vinduer, dører og foldevegger	0,00	1,98		1,98
Innerdør	0,00	1,98		1,98
Julsundvegen 49, situasjon 1				
24 Innervegger	18 809,43	1 481,19	1 052,71	21 343,33
243 Systemvegger og glassfelt	16 195,11	1 414,37	898,38	18 507,86
Uni Wall	4 858,00	1 240,66	311,19	6 409,85
Glass Front	11 337,11	173,71	587,19	12 098,01
244 Vinduer, dører og foldevegger	2 614,32	66,82	154,33	2 835,47
Innerdør	2 614,32	66,82	154,33	2 835,47
Julsundvegen 49, situasjon 2				
24 Innervegger	0,00	411,76	383,78	795,54
243 Systemvegger og glassfelt	0,00	399,66	383,78	783,44
Uni Wall	0	356,87		356,87
Glass Front	0	42,79		42,79
244 Vinduer, dører og foldevegger	0,00	12,10		12,10
Innerdør	0,00	12,1		12,10

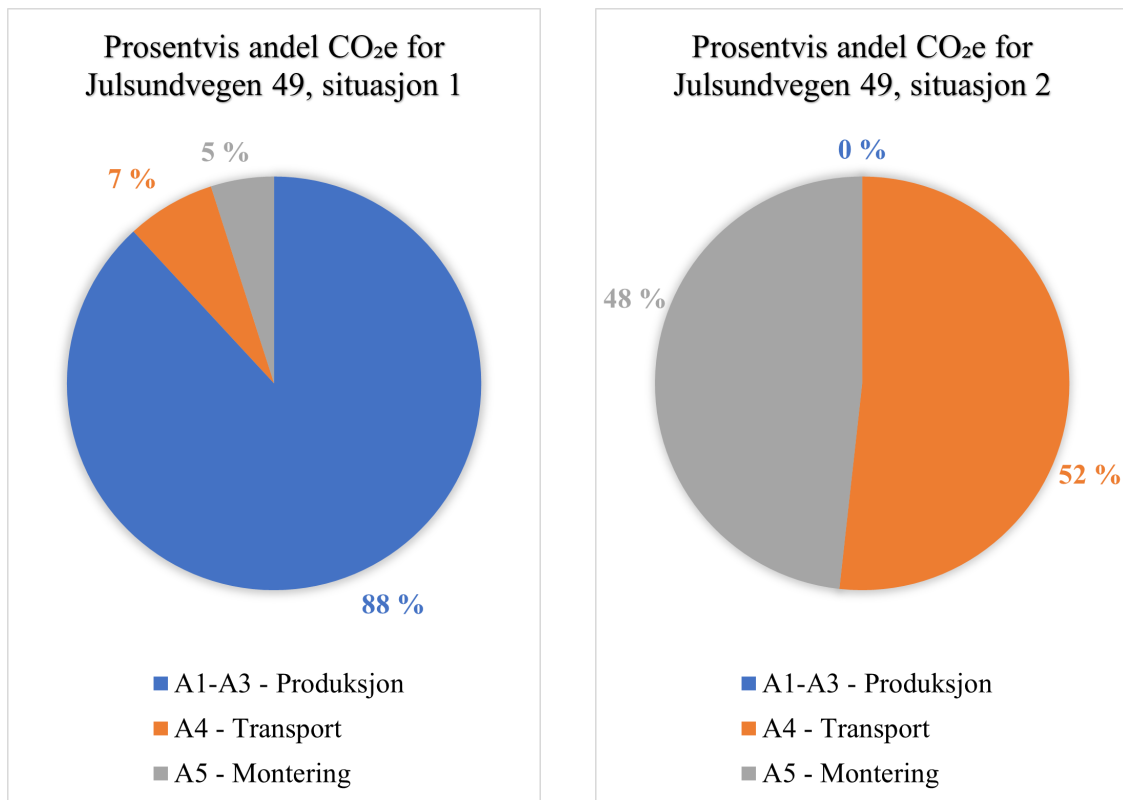
Figur 4.2.1: Utslipp beregnet i One Click LCA for Julsundvegen 47 og Julsundvegen 49. (Microsoft Excel)

Figur 4.2.1 viser utslipp fra de ulike bygningene og situasjonene. Totale utslipp er gitt for bygningsdel 24, og andelene av disse utslippene er fordelt på bygningsdel 243 og 244. I tillegg vises fordelingen av utslipp på Uni Wall, Glass Front og Innerdør. A5 er gitt samlet for alle bygningsdelene i situasjon 2, grunnet metode for å medregne avfallshåndtering av kapp og svinn i One Click LCA (kapittel 3.4). For mer detaljer se vedlegg A.2.



Figur 4.2.2: Prosentvis fordeling av utslipp på livsløpsmoduler i Julsundvegen 47, situasjon 1 og 2. (Microsoft Excel)

Basert på sektordiagrammet for situasjon 1 (figur 4.2.2), er A1-A3 livsløpsmodulen som står for den største andelen utslipp. Den resterende andelen utslipp, er fordelt likt mellom transport og montering. Sektordiagrammet for situasjon 2 viser at transport utgjør den største andelen av utslippene med 56 %.



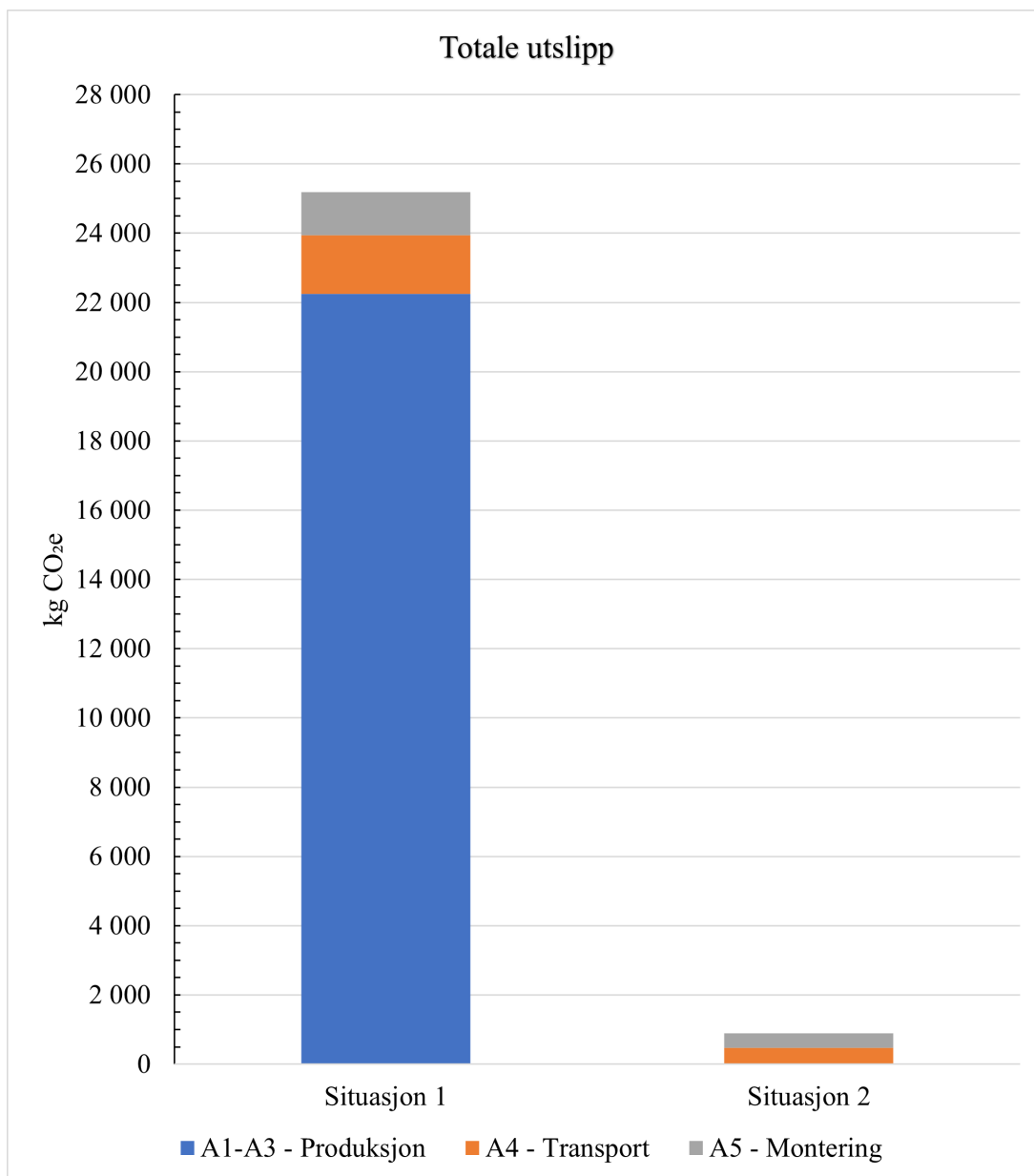
Figur 4.2.3: Prosentvis fordeling av utslipp på livsløpsmoduler i Julsundvegen 49, situasjon 1 og 2. (Microsoft Excel)

Sektordiagrammet for situasjon 1 (figur 4.2.3) viser at utslipp fra produksjon står for 88 %, transport for 7 % og montering for 5 %. Videre viser sektordiagrammet for situasjon 2 at transport fører til 52 % av utslippene, mens montering står for 48 % av utslippene.

De totale utslippene for situasjonene sammenstilt er som følger:

$$\begin{aligned}
 GWP_{total, situasjon\ 1} &= 3440,83 + 211,28 + 189,54 + 18809,43 + 1481,19 + 1052,71 \\
 &= 25184,98\ kg\ CO_2e
 \end{aligned}$$

$$GWP_{total, situasjon\ 2} = 57,74 + 44,98 + 411,76 + 383,78 = 898,26\ kg\ CO_2e$$



Figur 4.2.4: Totale utslipp fra bygninger i Molde lagt sammen, beregnet i One Click. Situasjon 1 versus situasjon 2. (Microsoft Excel)

Ved ombruk av bygningsdeler foreligger det en besparelse på 24 286,72 kg CO_2e , framfor det å bruke nye. Dette tilsvarer en prosentvis besparelse på 96 %. Den største besparelsen kommer fra livsløpsmodul A1-A3, som står for omtrent 88 % av utslippene i situasjon 1.

4.3 Økonomi

Ut fra beregninger gjort i Microsoft Excel er det kommet frem til følgende resultater:

Avfallstype	Mengde (per enhet)	Vekt material (kg)	Pris ¹⁾	Kostnad
Uni Wall				
Gips	498,69	16,20	kr 1 589	kr 12 837,18
Metall	498,69	2,89	kr -	kr -
Restavfall	498,69	1,40	kr 2 030	kr 1 417,28
Glass Front				
Metall	474,39	0,30	kr -	kr -
Glass	474,39	23,80	kr 2 030	kr 22 919,68
Restavfall	474,39	0,53	kr 2 030	kr 510,40
Innendør				
Metall	57,00	1,18	kr -	kr -
Restavfall	57,00	59,50	kr 2 030	kr 6 884,75
Totalkostnad for avfallsbehandling				kr 44 569,27
1) Pris oppgitt per tonn.				

Figur 4.3.1: Kostnad ved avfallsbehandling av materialer fra Waterfront, situasjon 1. (Microsoft Excel)

Avfallstype	Leie av container	Kostnader		
		Frakt	Avfallsbehandling	Totalt
Gips	kr 4 650,00	kr 6 172,00	kr 12 837,18	kr 23 659,18
Metall	kr 3 750,00	kr 3 086,00	kr -	kr 6 836,00
Glass	kr 2 925,00	kr 2 792,00	kr 22 919,68	kr 28 636,68
Restavfall	kr 2 925,00	kr 5 584,00	kr 8 812,42	kr 17 321,42
Totalkostnad for avfallshåndtering				kr 76 453,27

Figur 4.3.2: Totalkostnad ved avfallshåndtering for Waterfront, situasjon 1. (Microsoft Excel)

Kostnadsberegningene for avfallsbehandling av materialer fra Waterfront, situasjon 1 viser en kostnad på 44 569,27 kr (figur 4.3.1), mens totalkostnaden for avfallsbehandling, leie og frakt av container er beregnet til 76 453,27 kr (figur 4.3.2).

Avfallstype	Mengde (per enhet)	Vekt material (kg)	Pris ¹⁾	Kostnad
Uni Wall				
Gips	15,74	16,20	kr 1 589	kr 405,27
Metall	15,74	2,89	kr -	kr -
Restavfall	15,74	1,40	kr 2 030	kr 44,74
Glass Front				
Metall	17,49	0,30	kr -	kr -
Glass	17,49	23,80	kr 2 030	kr 844,93
Restavfall	17,49	0,53	kr 2 030	kr 18,82
Innendør				
Metall	3,00	1,18	kr -	kr -
Restavfall	3,00	59,50	kr 2 030	kr 362,36
Totalkostnad for avfallsbehandling				kr 1 676,11
1) Pris oppgitt per tonn.				

Figur 4.3.3: Kostnad ved avfallsbehandling av svinn fra Julsundvegen, situasjon 1. (Microsoft Excel)

I situasjon 1 viser beregningene at kostnadene ved avfallsbehandling av svinn fra Julsundvegen 47 og 49 er under 2000 kr tilsammen (figur 4.3.3).

Avfallstype	Kjøp SmartSekker og leie av palecontainerer	Kostnader			
		Frakt	Avfallsbehandling	Totalt	
Gips	kr 139,00	kr 1 600,00	kr 405,27	kr 2 144,27	
Metall	kr 176,00	kr -	kr -	kr 176,00	1)
Glass	kr 3 060,00	kr 1 000,00	kr 844,93	kr 4 904,93	
Restavfall	kr 176,00	kr -	kr 425,91	kr 601,91	1)
Totalt kostnad for avfallshåndtering				kr 7 827,11	
1) Siden det er plass til 20 SmartSekker ved frakt av materialer til avfallsbehandling vil kostnaden av frakt bare beregnes for en av materialene. Det er valgt å legge inn denne under gips.					

Figur 4.3.4: Totalkostnad ved avfallshåndtering for Julsundvegen, situasjon 1. (Microsoft Excel)

Samlet kostnad for leie og frakt av containere, samt avfallsbehandling er beregnet til litt under 8000 kr (figur 4.3.4). Denne kostnaden gjelder Julsundvegen 47 og 49, situasjon 1.

Som beskrevet innledningsvis (kapittel 1.2) er det ikke beregnet for avfallet fra Waterfront, situasjon 2. Det er derfor ingen kostnader relatert til avfallsbehandling.

Avfallstype	Mengde (per enhet)	Vekt material (kg)	Pris ¹⁾	Kostnad
Uni Wall				
Gips	183,82	16,20	kr 1 589	kr 4 731,75
Metall	183,82	2,89	kr -	kr -
Restavfall	183,82	1,40	kr 2 030	kr 522,41
Glass Front				
Metall	124,63	0,30	kr -	kr -
Glass	124,63	23,80	kr 2 030	kr 6 021,14
Restavfall	124,63	0,53	kr 2 030	kr 134,08
Innerdør				
Metall	12,00	1,18	kr -	kr -
Restavfall	12,00	59,50	kr 2 030	kr 1 449,42
Totalt kostnad for avfallsbehandling				kr 12 858,81
1) Pris oppgitt per tonn.				

Figur 4.3.5: Kostnad ved avfallsbehandling av kapp og svinn fra Julsundvegen, situasjon 2. (Microsoft Excel)

Beregninger utført for Julsundvegen, situasjon 2 viser en kostnad på 12 858,81 kr for avfallsbehandling av kapp og svinn (figur 4.3.5). Medberegnet luft, er volumet for gips i situasjon 2 omtrent 21 m³. Metall, restavfall og glass har et volum mellom 2-4 m³ (figur 3.5.8). Den minste typen metallcontainer er 5 m³ og den største SmartSekken er 2,4 m³, i tillegg til plastcontainer på 1 m³. Grunnet dette er det som nevnt tidligere, utarbeidet to alternative løsninger for håndtering av avfallet.

Alternativ 1 - totalkostnad avfallshåndtering					
Avfallstype	Leie av container	Kostnader			
		Frakt	Avfallsbehandling	Totalt	
Gips	kr 7 650,00	kr 3 086,00	kr 4 731,75	kr 15 467,75	
Metall	kr 5 967,00	kr 2 792,00	kr -	kr 8 759,00	
Glass	kr 5 967,00	kr 2 792,00	kr 6 021,14	kr 14 780,14	
Restavfall	kr 5 967,00	kr 2 792,00	kr 2 105,91	kr 10 864,91	
Totalt kostnad for avfallshåndtering				kr 49 871,81	

Figur 4.3.6: Totalkostnad ved avfallshåndtering av kapp og svinn, Julsundvegen alternativ 1, situasjon 2. (Microsoft Excel)

Alternativ 2 - total kostnad avfallshåndtering					
Avfallstype	Kjøp SmartSekk og leie av pallecontainer	Kostnader			
		Frakt	Avfallsbehandling	Totalt	
Gips	kr 7 650,00	kr 3 086,00	kr 4 731,75	kr 15 467,75	
Metall	kr 352,00	kr 1 600,00	kr -	kr 1 952,00	1)
Glass	kr 3 060,00	kr 2 000,00	kr 6 021,14	kr 11 081,14	
Restavfall	kr 352,00	kr -	kr 2 105,91	kr 2 457,91	1)
Total kostnad for avfallshåndtering				kr 30 958,81	

1) Siden det er plass til 20 SmartSekker ved frakt av materialer til avfallsbehandling, vil kostnaden av frakt bare beregnes for en av materialene. Det er valgt å legge inn denne under metall.

Figur 4.3.7: Totalkostnad ved avfallshåndtering av kapp og svinn, Julsundvegen alternativ 2, situasjon 2. (Microsoft Excel)

Resultatene viser at alternativ 2 er det rimeligste, og kostnadene på dette er beregnet til 30 958,81 kr (figur 4.3.7). Alternativ 2 er omtrent 19 000 kr billigere enn alternativ 1.

De endelige kostnadene for situasjon 1 og 2 er som følger:

	Kostnad	Kommentar
Riving av materialer	kr 210 000,00	
Avfallshåndtering av materialer fra Waterfront	kr 76 453,27	
Nye materialer	kr 1 488 679,29	Transport inkludert
Montering av materialer	kr 409 250,52	
Avfallshåndtering av svinn fra Julsundvegen	kr 7 827,11	
Totale kostnader for situasjon 1	kr 2 192 210,20	

Figur 4.3.8: Totalkostnader i situasjon 1. (Microsoft Excel)

	Kostnad	Kommentar
Demontering og nedpakking av materialer	kr 462 000,00	
Transport av materialer til ombruk	kr 75 000,00	
Sortering og tilpasning av materialer før remontering	kr 1 000 000,00	
Remontering av materialer	kr 409 250,52	
Avfallshåndtering av kapp og svinn fra Julsundvegen	kr 30 958,81	
Totale kostnader for situasjon 2	kr 1 977 209,33	

Figur 4.3.9: Totalkostnader i situasjon 2. (Microsoft Excel)

Situasjon 1 har en total kostnad på 2,19 millioner kr, mens situasjon 2 er omtrent 215 000 kr lavere, med en total kostnad på 1,98 millioner kr (figur 4.3.9). I tillegg viser resultatet at nye bygningsdeler utgjør den største kostnaden for situasjon 1. Med 5 % tillegg for svinn, er den totale kostnaden av nye bygningsdeler for situasjon 1 lik 1 488 679,29 kr. For situasjon 2 er sortering og tilpasninger det som fører til de største kostnadene. Denne kostnaden er på 1 000 000 kr.

5 Drøfting

I denne delen blir det drøftet rundt metode og resultat for klimagass- og kostnadsberegninger som er utført, samt drøfting rundt usikkerheter. I tillegg blir det hentet inn teori som drøftes opp mot resultatene og erfaringene som er opparbeidet. Det blir drøftet separat for klimagassberegninger for hånd, klimagassberegning i One Click LCA og økonomi.

5.1 Klimagassberegninger for hånd

5.1.1 EPD

Det ble valgt å bruke miljødeklarasjoner som på best mulig måte tilsvare bygningsdelene det er utført klimagassberegninger for. Dette ble gjort for å sikre et mest mulig troverdig og korrekt grunnlag av miljøpåvirkning fra bygningsdelene. Miljødeklarasjonene for Uni Wall og Glass Front er reelle miljødeklarasjoner for bygningsdelene som ble brukt i prosjektet i Molde, mens for kontordører ble det ikke funnet en miljødeklarasjon for de aktuelle dørene i oppgaven. Det ble derfor valgt å bruke NEPD-2025-897-NO, innerdør. Det ble vurdert å bruke NEPD-1535-525-EN siden den ble beregnet for en lydør, men ettersom denne ikke hadde deklarerert for livsløpsmodul A5 og C1-C4 (Fufa, 2018) og fordi den kun var gyldig frem til 08.03.2023, ble den ikke valgt. Glass Front i prosjektet har en differanse i tykkelse på 2 mm i henhold til kartlegging av bygningsdeler. Miljødeklarasjon har beregnet en glassvegg med lydkrav på 35dB, noe som tilsvare kravet til den tykkeste glassveggen. I denne oppgaven er miljøpåvirkninger i miljødeklarasjonen ikke justert for glassvegg med lydkrav på 25dB. Det kan på grunn av dette være beregnet lavere utslipp for denne bygningsdelen enn det reelt er.

Miljødeklarasjonene er justert for at miljøpåvirkningen skal være mer representativ for bygningene (Standard Norge, 2012). Dette gjelder påvirkninger relatert til livsløpsmodul A4, hvor transportdistansene er justert for de reelle transportavstandene i situasjon 1 og situasjon 2. Det er ikke lagt inn ekstra miljøpåvirkninger fra andre transportmidler enn det som er gitt i miljødeklarasjon, slik som ferge. For eksempel er 11,5 km av transportdistansen mellom Quality Hotel Waterfront og Julsundvegen 47 med ferge. Dette kan være med å påvirke utslippene i beregningene.

5.1.2 Datagrunnlag

Mengder av bygningsdeler ble i denne oppgaven fastsatt ved hjelp av plantegninger. Målestokken på disse plantegningene stemte ikke overens med målestokk beskrevet i tittelfelt på tegning. Dette kunne bidratt til feilberegnete mengder. For å redusere avvik fra målestokk, ble kjente mål i tegning brukt for å beregne den reelle målestokken. Siden oppmålte lengder i plantegning ble avrundet til nærmeste ti-centimeter, kunne dette også bidratt til feilberegnete mengder (kapittel 3.3.2). En annen faktor som kan spille inn er ajourføring av tegninger. I denne oppgaven ble tegninger oppdatert under kartlegging av bygningsdeler i Waterfront sine lokaler, i forkant av demontering. Dermed kan disse regnes som ajourført. BIM kan

være med på å redusere avvik og feil relatert til beregninger av mengder. Dette er mulig ved hjelp av for eksempel programvaren Solibri, hvor modellen enkelt kan oppdateres ved endringer og informasjonen om modellen kan lett tilgjengeliggjøres for alle aktører. Ved hjelp av ITO kan det hentes ut mer eksakte mengder fra BIM-modellen enn ved oppmålinger i plantegninger (Solibri, 2023). Dette kan samtidig redusere tidsbruken til uthenting av mengder av bygningsdelene (Qviller, 2010).

Samtidig kan det ha blitt gitt feil informasjon eller utydelig informasjon fra aktører. Et eksempel på dette var plantegningene fra Waterfront, hvor arealene var inndelt i ulike farger etter bruksområde. Arealene var merket med fargene blå, oransje, gul og grønn. Dette ble brukt som grunnlag for ajourføring hvor endringer var merket med tusj i fargene blå, oransje og grønn. Problemet med dette var at blå og oransje vises som grønn når fargene overlapper. Dette kunne dermed misforstås til å være systemvegger, da grønn var betegnelsen for systemvegg. Samtidig er systemvegger markert med et kryss, noe som gjør at muligheten for misforståelse ble redusert. For fjerde etasje i Waterfront ble kartlegging av bygningsdeler utført i plantegning for *elektro lys*. Dette var en tegning som inneholdt store andeler informasjon om de elektriske installasjonene. Denne informasjonen gjorde det utfordrende å se oppdeling av kontorlokalet og derfra beregne mengden bygningsdeler. For denne etasjen var det brukt lengre tid på lokalisering og oppmåling av bygningsdeler grunnet andelen irrelevant informasjon. Ved hjelp av BIM kan man få tilgang til et utvalg av plantegninger og velge den som egner seg best til ajourføring og kartlegging av bygningsdeler. I tillegg kan man fjerne uønsket informasjon, slik som elektro (StreamBIM, u.å.). Ut fra dette vil man kunne unngå misforståelser eller feiltolkninger.

5.1.3 Resultater

I følge beregningene i oppgaven er det kommet frem til en besparelse på 25 476,23 kg CO_2e fra demontering og ombruk av bygningsdeler fra Quality Hotel Waterfront, fremfor å rive de samme bygningsdelene og bestille inn nye bygningsdeler til Julsundvegen 47 og 49 (figur 4.1.16). Mye av dette utslippet kommer fra utvinning av ressurser og produksjon av nye bygningsdeler. Av de samlede utslippene i situasjon 1 sto produksjon for omtrent 85 % av utslippene (figur 4.1.16). Riving og bygge nytt fører ofte til store klimagassutslipp, mye grunnet produksjonsprosessen av nye bygningsdeler (Jortveit, 2023). Det var en lavere prosentvis andel samlet utslipp fra produksjon, enn for Julsundvegen 47 og 49 separat (figur 4.1.8 og 4.1.9). Dette kommer av at avfallshåndtering av materialer som blir revet i Waterfront blir lagt til i de samlede utslippene, men ikke for Julsundvegen 47 og 49 separat. Med en slik klimagevinst kan næringen bidra til å nå bærekraftsmål 12 og 13 (figur 2.1.1).

Julsundvegen 49 er bygningen som står for den største andelen av de totale utslippene i begge situasjonene (figur 4.1.11 og 4.1.14). Dette kommer av at det er behov for en større andel av bygningsdelene i denne bygningen (figur 3.3.2). Det ligger i tillegg besparelser på 100 % av utslipp relatert til livsløpsmodul C1-C4 i situasjon 2, sammenlignet med situasjon 1 (figur 4.1.16). Andre besparelser kommer av kortere transportdistanser ved ombruk, og at metoden for beregning av livsløpsmodul A5 er forskjellig i situasjonene. For situasjon 1 ble mengden svinn multiplisert med utslipp fra produksjon og transport

fra fabrikk til byggeplass, mens det for situasjon 2 ble beregnet ved å multiplisere kapp og svinn med utslipp relatert til livsløpsmodul C1-C4. Utslipp fra produksjon og transport er høyere per deklarerert enhet, enn for avfallstransport, -behandling og avhending (figur 3.3.1).

I situasjon 2 for Julsundvegen 47 og 49 er det kommet frem til at montering står for de største utslippene (figur 4.1.8 og 4.1.9). Det vil si at utslipp fra avfallstransport, -behandling og avhending av kapp og svinn førte til større utslipp enn transport av bygningsdeler fra Waterfront til byggeplass i Molde. I dette prosjektet var kapp og svinn for situasjon 2 høyere enn det man kan anta når man bygger med nye bygningsdeler (tabell 3.3.2). Dette kommer av at bygningsdelene det er beregnet for i denne oppgaven, er prefabrikkerte og det vil derfor ikke oppstå kapp på byggeplass (Eklöv og Asker, 2020; Eklöv mfl., 2020). Det kan derimot oppstå svinn i form av skader eller bygningsdeler som forsvinner (Standard Norge, 2012).

Andelen dokumentert ombrukte bygningsdeler for kontorvegger i denne oppgaven var på mellom 60-80 %. Hvor det ble ombrukt størst andel av dører og minst av Uni Wall. Dersom man kan øke andelen ombrukte bygningsdeler vil dermed besparelsen bli større og andelen svinn vil minke. Dette vil være avhengig av at tilgangen på bygningsdeler er lik mengden bygningsdeler som det er behov for. Samtidig som at bygningsdeler pakkes ned, transporteres og lagres på en måte som minsker svinn. AV Ombruk kan være med på å sammenkoble behov og tilgang på bygningsdeler og materialer (Asplan Viak, u.å.), og dermed bidra til en reduksjon av svinn. En annen bidragsyter var etasjehøyden mellom bygningene og kappet som oppsto på grunn av dette. Tilpasninger i bredden for Glass Front og Uni Wall bidro til mer kapp og dermed mer utslipp. Desto flere standard moduler av Uni Wall og Glass Front man kan bruke fra en bygning til en annen, til mindre kapp vil oppstå. Økt utnyttelse av bygningsdelene kan oppnås ved utforming av plantegninger i nytt lokale, basert på plantegningene hvor ombruksmaterialer kommer fra.

Resultater viser at innerdør har de største utslippene per enhet, men også det største potensialet for besparelser av utslipp. Dermed er dette den bygningsdelen som burde prioriteres høyest for ombruk, av bygningsdelene som denne oppgaven har sett på. Besparelsene er på henholdsvis 73,99 og 81,65 kg CO_2 /stk, som i prosent tilsvarer en besparelse på 98 % i forhold til situasjon 1. Besparelser for Glass Front er på 42,87 kg CO_2e/m^2 , mens det for Uni Wall er 19,47 og 23,07 kg CO_2e/m^2 (tabell 4.1.1). Fordelen med ombruk av dører er at så lenge tilgangen på dører er lik med behovet for dører, med tanke på dimensjon og tekniske krav som brann og lyd, vil det ikke oppstå kapp eller være behov for tilpasninger. Slik som det gjerne vil være for Glass Front og Uni Wall, som kommer av forskjeller i blant annet plantegning og takhøyde. Til tross for høyere andeler kapp og svinn i situasjon 2 for Uni Wall og Glass Front er utslippene for innerdør høyere (figur 4.1.17).

Ved å se nærmere på utslippene fordelt på bygningsdelene 243 - Uni Wall, 243 - Glass Front og 244 - innerdør er det kommet frem til at Glass Front er bygningsdelen som står for den største andelen av de totale utslippene for situasjon 1 i Julsundvegen 47 og 49 (figur 4.1.12) og Julsundvegen 47, situasjon 2. Dette er til tross for at innerdører har størst utslipp per enhet. Dermed kommer dette av mengden Uni Wall som blir brukt i forhold til innerdør. For Julsundvegen 49, situasjon 2 og Waterfront, situasjon 1 er det derimot innerdør som står for den største andelen utslipp (figur 4.1.13 og 4.1.15). Grunnen til

at innerdører står for de største utslippene kommer av en større andel svinn fra innerdør i forhold til Julsundvegen 47, situasjon 1 (tabell 3.3.2).

Fordelingen av utslipp fra Waterfront, situasjon 1, er fordelt på livsløpets slutt-stadie for bygningen. Det er som beskrevet tidligere avfallsbehandling for resirkulering og energigjenvinning som står for den største prosentvise andelen av utslippene med 71 % (figur 4.1.10). Dette er avhengig av hvordan materialer blir antatt avfallsbehandlet i miljødeklarasjon, ut ifra innhold av avfallstyper i bygningsdeler og kjente teknologier for avfallsbehandling av disse. Ut fra miljødeklarasjonen går alt av materiale fra innerdør til energigjenvinning. Dørene består i hovedsak av trevirke. Forbrenning av dette fører til utslipp av biogent karbon, som er blitt lagret gjennom fotosyntesen (Direktoratet for byggkvalitet, 2022g). Dette er en fornybar ressurs, så lenge balansen mellom hogst og planting av nye trær opprettholdes (kapittel 2.6.2). I tillegg er energigjenvinning lavt nede i avfallshierarkiet, og materialgjenvinning og ombruk bør prioriteres, ettersom slike prioriteringer kan bidra til en reduksjon av klimagassutslipp (kapittel 2.3.1). Materialbruken i BAE-næringen er lite sirkulær i dag. Ombruk av bygningsdeler som dører kan bidra til å øke sirkulariteten, og en slik tankegang er avgjørende hvis vi skal klare å omstille oss til en sirkulær økonomi ifølge direktør for Miljødirektoratet (kapittel 2.4).

Uni Wall inneholder blant annet gips og stål. Gips egner seg ikke like godt for ombruk som stål, men er derimot 100 % resirkulerbart så lenge gipsen er tørr. Stål har en energikrevende produksjon, og i likhet med gips er også det tilnærmet 100 % resirkulerbart (kapittel 2.6.2). I tillegg er disse systemveggene designet for at de skal kunne demonteres og brukes om igjen gjentatte ganger (Moelven Modus, u.å.-a). Med valg av slike typer vegger oppfyller man kravet fra TEK17 om å bygge for ombruk (kapittel 2.6.3). Glass Front inneholder i hovedsak glass og noe aluminium, disse kan begge materialgjenvinnes. Dette er med på å redusere utslipp og føre tilbake ressurser i kretsløpet, og bidrar dermed til mer sirkulær økonomi (kapittel 2.4). Ved ombruk får man ned utslippene ytterligere for disse produktene.

5.2 Klimagassberegninger i One Click LCA

Beregninger gjort i One Click LCA tilsier at det er en besparelse på 24 286,72 kg CO_2e ved demontering og ombruk av bygningsdeler annetsteds. Dette er sammenlignet med riving og montering av nye bygningsdeler. Som nevnt i kapittel 3.4 var Waterfront ikke med i beregningene i One Click LCA. Ved å ta bort besparelser fra Waterfront i håndberegninger ender man opp med en besparelse på 24 262,88 kg CO_2e , som fører til en forskjell på 23,84 kg CO_2e . Dette er gjort for å kunne sammenligne resultatene. De største besparelsene kommer fra produksjon, som står for 88 % av utslippene i situasjon 1. Det er i tillegg besparelser relatert til kortere transportavstander og at det i situasjon 1 må bestilles ekstra bygningsdeler som skal dekke kapp og svinn. I tillegg til de utslipp som er beregnet, vil det være utslipp fra Waterfront, situasjon 1. Utslippene vil komme fra avfallstransport, -behandling og avhending, slik som i klimagassberegninger for hånd. Dermed vil besparelsene være større enn resultatet viser for beregninger utført i One Click LCA (figur 4.2.4).

Som beskrevet tidligere var det ikke mulig å velge transporttyper som angitt i miljødeklarasjon. Dermed

vil dette føre til forskjeller i utslipp fra utgangspunktet gitt i miljødeklarasjon. Av den grunn vil det derfor være forskjeller i utslipp fra transport mellom håndberegninger og beregninger utført i One Click LCA. Til tross for dette, er det mulig å se at utslippene er relativt like mellom beregninger for hånd og i program (figur 4.1.11 og 4.2.1). Forskjellene er mer synlig for Julsundvegen 49 enn for Julsundvegen 47, som kommer av en større andel bygningsdeler som blir brukt i Julsundvegen 49.

For livsløpsmodul A5 er det valgt at materialer avfallshåndteres som gitt i miljødeklarasjon for situasjon 1. Sammenlignet med håndberegninger er utslippene relativt like for Uni Wall og Glass Front, men lavere for innerdør. Dette kan komme av standard scenarier som kommer av LCA parameterne som er lagt inn. Ved ombruk i One Click LCA ble ikke utslipp relatert til montering på byggeplass tatt med. Det ble derfor lagt inn avfallshåndtering for kapp og svinn som oppstår på byggeplass, for å representere utslippene som kommer av dette. Dermed vil utslipp fra livsløpsmodul C1-C4 være gitt samlet for Uni Wall, Glass Front og innerdør, da dette ble summert sammen til totale mengder avfall for de ulike avfallstypene. Av denne grunn er det ikke mulig å vurdere hvilken bygningsdel som har de største besparelsene per enhet. Ved å legge inn avfall på denne måten tas det ikke utgangspunkt i miljøpåvirkningen gitt i miljødeklarasjon, men heller miljøpåvirkninger utarbeidet av Ecoinvent for de valgte avfallstypene (vedlegg A.2).

5.3 Økonomi

5.3.1 Tidsbruk

Det er flere hindringer med ombruk. Blant annet fører ombruk ofte til mer tidsbruk og dermed ekstra kostnader. Mye av den ekstra tidsbruken ved ombruksprosjekter hender i forbindelse med demonteringen. Det ligger i at ved demontering vil en være nødt til å behandle bygningsdelene mer forsiktig og varsomt da de skal pakkes ned og brukes på nytt. Skader på bygningsdelene vil kunne føre til at de ikke kan brukes om igjen, og må erstattes med nye. Dette understrekes i denne oppgaven, hvor demontering fører til ekstra arbeidstimer. Mens ved riving, vil det være mer fokus på å få ned bygningsdelene raskt og sortere dem før de blir levert til avfallsbehandling. Ettersom man ved riving ikke behøver å være forsiktig med bygningsdelene, vil dette ta mindre tid. BAE-næringen har selv påpekt at ombruksprosjekter ofte er tidkrevende og det går mye tid og ekstra kostnader til arbeidskraft (Deloitte, 2020b) Ut fra kostnadsresultatene er det derimot mer lønnsomt å bruke ombruksmaterialer enn det er å rive og bygge med nye bygningsdeler (kapittel 4.3).

Arbeidstimene for demontering gjelder alt av bygningsdeler fra kontorlokalene i Waterfront. Dette gjelder ikke bare Uni Wall, Glass Front og innerdør, som er utgangspunktet for denne oppgaven. Ettersom det ikke er avklart tidsbruk for hver enkelt bygningsdel, ble det gått ut fra samlet tidsbruk for hele demonteringsarbeidet. Dermed vil kostnaden av demontering og riving være lavere. Tiden som går med til demontering, og kostnadene ved dette, vil variere. Etterhvert som flere bygningsdeler blir designet med tanke på senere demontering og ombruk, samtidig som flere bedrifter for økt erfaring innen ombruk av bygningsdeker, kan tidsbruken muligens reduseres. Da vil demonteringsarbeidet kunne gjøres mer

effektivt, og man opparbeider bedre rutiner for sortering og organisering av bygningsdeler på mellomlager.

Uni Wall og Glass Front er bygningsdeler som er laget for demontering og ombruk. Til tross for dette tok demontering dobbelt så lang tid som riving var estimert til å ta (kapittel 3.5.2). Hvor enkel demonteringsprosessen oppleves, er avhengig av designet til bygningsdelene (Direktoratet for byggkvalitet, 2022e). Materialer og bygningsdeler som designes for fremtidig demontering og ombruk, vil muligens kunne bidra til en reduksjon i andelen svinn som følge av skader underveis. I tillegg kan dette bidra til å nå FNs klimamål nr 12, *ansvarlig forbruk og produksjon* (figur 2.1.1). Ombruk bidrar til at ressursene varer lenger, og dermed fører til at produksjonsmønstre blir mer bærekraftige (Forente Nasjoner, 2023).

Bygningsdelene ble mellomlagret i samme bygning som remontering ble gjennomført. På denne måten slapp man unna ekstrakostnader med tanke på leie av lokaler for mellomlagring, og frakt til og fra mellomlager. Derimot førte dette til andre ekstrakostnader. En av aktørene påpekte at dette var tidkrevende grunnet størrelsen på lagringsplassen for bygningsdelene. Dette førte til liten plass for utsortering og tilpasning av bygningsdeler. I tillegg var logistikken lite planlagt ved plasseringen av bygningsdelene i dette lokalet, noe som bidro til økt tidsbruk. Trange områder kan bidra til mer svinn, ettersom det øker muligheten for skader på bygningsdelene når disse skal hentes ut.

Som nevnt i kapittel 2.7, er det viktig å kunne identifisere potensielle problemer tidlig (Kerzner, 2017). Et slikt problem er oversikt og planlegging av logistikk over bygningsdelene på mellomlager. Hadde dette problemet blitt identifisert tidligere, kunne man satt igang korrigerende tiltak, og dermed muligens redusert tidsbruken og kostnadene ved sorteringen. Organisering og planlegging er noen av ansvarsene til en prosjektleder. I slike tilfeller som dette, kunne prosjektleder delegert oppgaven (Sander, 2020) med å planlegge logistikk på mellomlager, til andre arbeidere.

Tilpasninger av ombrukte bygningsdeler fører til økt tidsbruk og kostnader. I dette prosjektet måtte ombruksmaterialene tilpasses til de nye lokalene, både i høyden og i bredden (kapittel 3). Tilpasninger er gjennomført av samme aktører som har stått for remontering av bygningsdelene. Dette førte til at man ikke trengte å leie inn andre aktører til jobben eller fraktet bygningsdelene for å få disse tilpasset. Dette har trolig ført til reduserte kostnader og tidsbruk.

Likevell viser resultatet betydelige kostnader ved tilpasning og logistikk rundt ombruksmaterialene i denne oppgaven, der denne kostnaden havner på 1 million kr (kapittel 4.3). Dette er de største bidragsyterne til totalkostnaden rundt ombruk. I dette prosjektet var det Glass Front som hadde høyest kostnad for tilpasning per etasje. Prisen for tilsvarende nye bygningsdeler er fortsatt høyere enn denne tilpasningskostnaden. Ved andre ombruksprosjekter er det ikke sikkert at dette vil være tilfelle, da dette er avhengig av hvor mye tilpasning som kreves. Som beskrevet tidligere blir nye bygningsdeler produsert etter tegning og krever lite til ingen tilpasning på byggeplass. Dette er mindre tidkrevende og billigere med tanke på arbeidstimer.

Bruk av nye bygningsdeler kan i tillegg føre til unormal lang leveringstid eller leveranseproblemer. I byggeprosjekter går det med en del tid på venting. Ved kjøp og bruk av nye bygningsdeler kan det være

man må vente på varene grunnet forsinkelser hos leverandør, eller at varene skal fraktes over lengre avstander. Ved bruk av ombruksmaterialer kan man unngå denne ventetiden. Det gjelder i hovedsak når varene er ferdig demontert og ligger klar til videre transport innenfor et vist geografisk område.

For at ombruk i byggeprosjekter skal være mer overkommelig, miljøvennlig og tidsbesparende, er det nødvendig med oversikt over tilgjengelige bygningsdeler og lokasjon på disse bygningsdelene. Ettersom transport av bygningsdeler er en bidragsyter til klimagassutslipp (figur 4.2.1 og kapittel 2.2), kan det være lite miljøvennlig og kostnadseffektivt om bygningsdelene som skal ombrukes må fraktes fra andre siden av landet (kapittel 2.2). Lokale ombrukssentraler og tilgjengelige materialdatabaser, som Madaster eller Rehub, vil kunne bidra til å gjøre ombruk mer overkommelig, miljøvennlig og tidsbesparende (kapittel 2.6.1). Slik kan man bidra til mer sirkularitet i byggebransjen.

5.3.2 Avfallshåndtering og avfallsbehandling

Det kommer frem fra resultatene at det er kostnader relatert til avfallshåndtering i begge situasjonene (tabell 4.3.2, 4.3.4 og 4.3.7). Kostanden kan være lavere enn det som kommer frem i dette resultatet. En av årsakene til dette er at bedrifter kan ha mer gunstige avtaler med en gjenvinningsstasjon, som gir lavere priser enn prisene som er innhentet til denne oppgaven. Prisene kan og variere ut ifra geografisk område (kapittel 2.3.2), da noe av avfallet skal fraktes videre for avfallshåndtering andre steder. Bedrifter kan i tillegg få betalt for å levere inn noen avfallstyper, som blant annet metallavfall. Dette kommer av at metall er en verdifull ressurs. Inntekten fra slikt vil variere med etterspørsel og tilgang på ressurser (kapittel 3.5.1).

I situasjon 2 går kapp og svinn fra ombruk til gjenvinning. Kostnaden som kommer av dette, kunne vært lavere dersom andelen ombrukte bygningsdeler var høyere, og at andelen svinn derfor var lavere. Bygningsdelene som ikke ble dokumentert for ombruk i denne oppgaven ble regnet som svinn og sendt til avfallsbehandling og avhending. Disse kunne eventuelt bli lagt ut på AV Ombruk for ombruk en annen plass. Dette krever at det er behov for den resterende mengden med bygningsdeler en annen plass og at der er tilgjengelig mellomagringsplass for bygningsdelene frem til ny eier er funnet (kapittel 2.6.1). I tillegg er det som nevnt tidligere, antatt 5 % svinn for situasjon 1 (kapittel 3.3.3), mens andelen i virkeligheten vil variere og kostnadene for dette avfallet vil dermed ikke være eksakt.

Kostnadene på frakt og håndtering av avfall vil variere fra prosjekt til prosjekt. Fra resultatene ble det sett på to ulike alternativer for hva som gav lavest kostnad (figur 4.3.6 og 4.3.7). Ved bruk av SmartSekk slipper man å betale for dagsleie av containere som knapt brukes, og man slipper at containerne tar opp unødig areal på byggeplass, slik som ved alternativ 1. Dette er med på å bidra til at bruk av SmartSekk er mer økonomisk ved håndtering av mindre mengder avfall. I enkelte tilfeller står utbygger eller andre aktører for transport av avfall til gjenvinningsstasjon. Dette kan være kostnadsbesparende, og er oftere tilfelle ved små mengder avfall. Basert på resultatene er god planlegging rundt tilgang på container viktig. Samtidig bør det gjøres en beregning på forventet mengde avfall tidlig. Ut fra dette kan man planlegge leie av containere, både tidsmessig og med tanke på størrelse. Eventuelt vurdere andre løsninger slik som

SmartSekk eller pallecontainer.

For glassavfallet er det valgt å bruke pallecontainer fremfor SmartSekk. Dette er i hovedsak på grunn av muligheten for at glasset kan skjære hull i sekkene (kapittel 3.5.2). Pallecontainer har en pris for dagsleie på 20 kr, og fraktkostnad på 500 kr for hver 30 minutt (vedlegg B.1). For håndtering av små mengder avfall, over lengre perioder, kan det være lurt å vurdere SmartSekker likevell. Disse har en engangskostnad ved kjøp på 139-176 kr, alt etter størrelsen. Det kan i noen tilfeller være billigere å kjøpe flere sekker enn å leie pallecontainer, og deretter fordele glassavfallet mellom disse. Da reduseres muligheten for at glasset skjærer hull i sekkene.

Beregninger for kostnadene relatert til containere for avfallshåndtering, er blant annet basert på volumet til bygningsdelene. Utrekningene av volum på avfallet vil ikke være nøyaktige ettersom miljødeklarasjon oppgir fordelingen av materialer i vektprosent per deklartert enhet. Grunnet begrenset informasjon om fordelingen av materialer i bygningsdelene, er metoden for beregning av volumet av materialene et estimat. Volumutregningene brukes for å kunne anta en nødvendig størrelse på containerne som må leies, og det er allerede konstatert at det er mange ulike faktorer som vil påvirke de faktiske prisene (kapittel 3.5). Det ligger noen usikkerheter i beregninger med bruk av prosentandeler som er hentet fra miljødeklarasjoner. Dette kommer av at prosentandelene er avrundet til hele tall i miljødeklarasjon for Uni Wall og Glass Front, med unntak av et par av avfallstypene. Dette fører til en total prosentandel på over 100 % (Eklöv og Asker, 2020; Eklöv mfl., 2020).

Leie av containere i Julsundvegen er basert på tidsbruk ved remontering av en etasje i Molde (kapittel 3.5.3). Dermed foreligger det noen usikkerheter i antall dager containerne leies, og om det er nødvendig med leie i hele byggeperioden. Selv om det er antatt at alle etasjene vil ta like lang tid som for den ene etasjen som er ferdig, trenger ikke dette være tilfelle. Dette kommer av ulik mengde bygningsdeler som skal monteres i de resterende etasjene, samt at arealene i disse ikke er identiske. Remontering i de resterende etasjene kan ende opp å ta mindre eller mer tid enn for etasjen som er ferdig. I tillegg er det i denne oppgaven valgt å gå ut fra at leie av container starter allerede dag 1 av rivings-/demonterings-/monteringsarbeidet, og at det fortsetter til prosjektet er fullført. Antall dager som er beregnet for leie av container, er rundet opp. Dette er fordi kostnaden gjelder for hver påbegynte dag.

Ombruksmaterialene fra Waterfront, ble i situasjon 2 fraktet til Molde, og denne frakten hadde en kostnad på 75 000 kr (kapittel 3.5.3). Sammenlignet med situasjon 1 der alt av bygningsdeler ble håndtert som avfall og levert til gjenvinningsstasjon, er kostnadsforskjeller på håndteringen av disse bygningsdelene på rundt 1500 kr. Kostnaden for avfallsbehandlingen i situasjon 1 endte på litt over 76 000 kr (figur 4.3.2). For andre ombruksprosjekter vil dette, som nevnt tidligere, variere etter hvilke avtaler bedriftene har for frakt, priser for containerleie og avfallsbehandling (kapittel 5.3.2). Ved mer ombruk i byggesektoren vil avfallsmengden fra byggenæringen kunne reduseres, og man får mindre utslipp (kapittel 2.6).

5.3.3 Andre kostnader og utfordringer

Tabellene med totalkostnadene for situasjon 1 og 2 viser at kostnadsforskjellene til slutt er relativt små (figur 4.3.9). Situasjon 1 har en totalkostnad på 2,19 millioner kr, mens situasjon 2 er omtrent 215 000 kr lavere, med en totalkostnad på 1,98 millioner kr. De delene av dette prosjektet som trekker kostnadene opp, er i hovedsak tilpasninger og et høyere tidsbruk ved ombruk. Grunnet økt tidsbruk for demontering og sortering, vil ombruk foreløpig ikke gi stor økonomisk gevinst.

Nye bygningsdeler har forholdsvis høy kostnad, og i dette prosjektet endte totalkostnaden for nye bygningsdeler på nærmere 1,5 millioner kroner (kapittel 4.3). Ombruk har lavere materialkostnad, og i dette tilfellet er ombruksmaterialene kostnadsfri. Grunnen til dette er at bygningsdelene ble gitt vekk fra en aktør til en annen. Ettersom demontering og lagring av bygningsdelene vil medføre ekstra kostnad for de bedriftene som driver med det, er det logisk å anta de heller ønsker å selge bygningsdelene fremfor å gi de bort gratis. Dermed er det logisk å anta at ombruksmaterialer vil kunne koste noe etterhvert som ombruk blir mer vanlig. Det er og en besparelse for bedrifter ved ombruk siden de slipper avfallshåndtering av materialene.

Ved tradisjonelle byggeprosjekter skal bygningene ferdigstilles innenfor en bestemt tidsramme, og trippelbegrensningene kan ha førsteprioritert (Kerzner, 2017). Ombruksprosjekter kan derimot være mer komplekse. Det kan da være viktigere med fokus på andre begrensninger for å måle hvor vellykkede prosjektene er, ettersom det blant annet går med ekstra tid i disse prosjektene.

Kostnader er en av begrensningene som er vanlige ved tradisjonelle prosjekter (kapittel 2.7), mens ved ombruksprosjekter i dag er de konkurrerende begrensningene, verdi, omdømme og kvalitet kanskje viktigere. Som nevnt tidligere står byggenæringen for 40 % av klimagassutslippene i et globalt perspektiv (kapittel 2.4), og de er ansvarlig for store mengder avfall i forbindelse med riving, rehabilitering, og nybygg (kapittel 2.3). Dermed kan fokus på bedre omdømme ha høyere prioritet enn kostnad.

BAE-næringen forteller at de opplever at det å satse på bruk av ombruksmaterialer er utfordrende (Deloitte, 2020b). En av utfordringene er at det er tidskrevende å få tak i bygningsdelene. En annen er tilgangen og muligheten for dokumentasjon på ombrukte bygningsdeler. Dokumentasjonskravet skal vise at bygningsdelene har de samme egenskapene og oppfyller kravene gitt TEK17, slik som nye bygningsdeler gjør. Dette er noe vi i årene framover vil kunne se en forbedring på, da myndighetene har gjort endringer i TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2022f). Det er for å gjøre det lettere å bruke ombruksmaterialer. De nye dokumentasjonskravene som er kommet skal også gjøre det lettere å få tak i nødvendig dokumentasjon for ombruk. For å få dette til på en god måte vil det være viktig med god kommunikasjon og samhandling mellom alle parter.

Prosjektet med Waterfront er et godt eksempel på hvor det kunne vært nyttig med tilgang til en BIM-modell. hente ut dokumentasjon om hvilke bygningsdeler som er egnet for ombruk. Ved å ha gode BIM-modeller av bygg kan ombruksprosessen bli raskere og mer økonomisk gunstig (Kvellheim og Sandberg, 2021).

6 Konklusjon

Gjennom arbeidet denne våren er det kommet frem til følgende funn:

Ut fra klimagassberegninger for hånd er det kommet frem til en besparelse på 25 476,23 kg CO_2e fra demontering og ombruk av bygningsdeler fra Quality Hotel Waterfront, fremfor å rive de samme bygningsdelene og bestille inn nye bygningsdeler til Julsundvegen 47 og 49. Dette tilsvarer en besparelse på 97 %. De største besparelsene kommer fra uthenting av ressurser og produksjon av nye bygningsdeler. Av bygningsdelene er det størst potensial for besparelser ved ombruk av innerdør, per enhet. Innerdør er godt egnet for ombruk da disse ellers vanligvis går til energigjenvinning. Samtidig som det ikke trengs tilpasses dersom disse følger standard modulmål.

I denne oppgaven er det beregnet at 60-80 % av de ulike bygningsdelene blir ombrukt. En viktig faktor for ombruk av bygningsdeler er at behovet for bygningsdeler er lik tilgangen på bygningsdeler.

En av hindringene for ombruk er ekstra tidsbruk, som kommer fra demontering, tilpasninger og sortering av bygningsdeler. I denne oppgaven har det tatt dobbelt så lang tid å demontere bygningsdelene, som det er estimert å skulle ta for riving. Tilpasninger vil være påvirket av takhøydeforskjeller og tilpasninger mellom forskjeller i tegninger.

I dette prosjektet er demontering og ombruk billigere enn å bygge nytt. Kostnadsforskjellene er derimot minimale grunnet høye priser på arbeidskraft i Norge, økt tidsbruk, og relativt lave priser for nye bygningsdeler sammenlignet med arbeidskraften (Deloitte, 2020b).

Om flere bygningsdeler designes og prosjekteres med tanke på senere demontering og ombruk (Direktoratet for byggkvalitet, 2022e), og flere bedrifter opparbeider seg erfaring rundt dette, vil tidsbruken ved slike prosjekter kunne reduseres. Kombinert med endringer i TEK17 som skal gjøre ombruk lettere (Direktoratet for byggkvalitet, 2022f), vil dette redusere totalkostnadene for arbeidskraften og det vil ha positiv innvirkning på kostnadseffektiviteten ved ombruksprosjekter. Hvis man i tillegg øker kostnadene for nye bygningsdeler, vil ombruk av bygningsdeler være mer fordelaktig og lønnsomt for byggebransjen enn det er idag.

Bibliografi

- Asplan Viak. (2019). *Bygg- og anleggssektorens klimagassutslipp*. Byggenæringens Landsforening. Hentet 1. januar 2023, fra https://www.bnl.no/siteassets/dokumenter/rapporter/klimautslipp_bae_2019.pdf
- Asplan Viak. (u.å.). *Alt som kan brukes, skal brukes på nytt*. Hentet 17. april 2023, fra <https://av-ombruk.no/>
- Avfall Norge. (u.å.). *Deponering*. Hentet 21. mars 2023, fra <https://avfallnorge.no/deponering>
- Avfall Sør. (u.å.). *Gips*. Hentet 28. mars 2023, fra <https://avfallsor.no/avfallstyp/gips/>
- Avfallsforskriften. (2004). *Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften) Kapittel 9. Deponering av avfall*. Lovdata. Hentet 22. mars 2023, fra https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-930/KAPITTEL_9#KAPITTEL_9
- Bedin, T., Grønvold, K., & Berre, H. (2020). *Tre som materiale*. Nasjonal Digital Læringsarena (NDLA). Hentet 17. mai 2023, fra <https://ndla.no/subject:1:e4f1bd93-e941-4f7e-a150-1dd99a9ac419/topic:2:e44fb5d1-ae7e-4e74-802e-a0ff04fc8426/resource:edf77245-b6f9-4b37-b414-d0eb6765f97d>
- Bengtsen, F. (2022). *Ombruk i byggebransjen*. Enova. Hentet 24. april 2023, fra <https://www.tekna.no/contentassets/f2be9c59678b499f8516e03d0488337d/08.2022-tekna---sirkular-bygging-og-ombruk---enova.pdf>
- Biblus. (2021a). *6D BIM and construction sustainability*. Hentet 16. mai 2023, fra <https://biblus.accasoftware.com/en/6d-bim-and-construction-sustainability/>
- Biblus. (2021b). *What is 9D BIM*. Hentet 16. mai 2023, fra <https://biblus.accasoftware.com/en/what-is-9d-bim/>
- Biblus. (2022). *What is 10D BIM?* Hentet 16. mai 2023, fra <https://biblus.accasoftware.com/en/what-is-10d-bim/>
- Bramslev, K. (2018). *Bygg- og eiendomssektorens betydning for klimagassutslipp*. Bygg21. Hentet 14. april 2023, fra <https://www.bygg.no/fabrikksjef/1317536!/>
- Bruce-Hyrkäs, T. (2018). *7 STEPS GUIDE TO BUILDING LIFE CYCLE ASSESSMENT OR WHY YOU NEED LCA TO BUILD SUSTAINABLY*. One Click LCA. Hentet 5. mai 2023, fra <https://www.oneclicklca.com/wp-content/uploads/2018/03/7-steps-guide-to-Building-Life-Cycle-Assessment-white-paper-by-One-Click-LCA.pdf>
- Buildext. (2022). *What are the BIM dimensions?* Hentet 18. mai 2023, fra <https://buildext.com/en/bim-dimensions/#3DBIM>
- Byggforskserien. (2014). *Livsløpsvurdering (LCA) av byggevarer og bygninger. Innføring og begreper*. SINTEF Byggforsk. Hentet 6. mai 2023, fra https://www.byggforsk.no/dokument/205/livsløpsvurdering_lca_av_byggevarer_og_bygninger_innfoering_og_begreper#
- Byggindustrien. (2017). *Moelevn Fabrikksjef*. Hentet 27. mars 2023, fra <https://www.bygg.no/fabrikksjef/1317536!/>
- Byggordboka. (2017). *Bygningsdeler*. Hentet 8. mai 2023, fra <https://www.byggordboka.no/artikkel/les/bygningsdeler>
- Centre for Sustainable Energy. (2022). *What is retrofit?* Hentet 27. mars 2023, fra <https://www.cse.org.uk/news/view/2687>
- Christiansen, A. F. (2023). *Norge overforbruker ressurser - overgang til sirkulærøkonomi er løsningen*. Hentet 27. januar 2023, fra <https://energiogklima.no/meninger-og-analyse/kommentar/norge-overforbruker-ressurser-overgang-til-sirkulaerokonomi-er-losningen/>
- Circular Business. (u.å.). *Om sirkulær økonomi*. Hentet 12. mai 2023, fra <https://www.circularbusiness.no/om-sirkulaerokonomi>
- Circular Norway. (u.å.). *Materialbanken Madaster*. Hentet 17. april 2023, fra <https://www.circularnorway.no/materialbanken-madaster>
- Dahlstrøm, O. (2016). *LIVSLØPSVURDERINGER (LCA)–ET NYTTIG VERKTØY FOR BRANSJEN*. Asplan Viak. Hentet 15. mai 2023, fra <https://www.byggemiljo.no/wp-content/uploads/2017/10/07-Oddbjorn-Dahlstrom.pdf>
- Dalen, L. S. (2018). *Skaper verdier av treavfall og restprodukter fra treindustri*. Nibio. Hentet 16. mai 2023, fra <https://nibio.no/nyheter/skaper-verdier-av-treavfall-og-restprodukter-fra-treindustri>
- Dannevig, P., & Harstveit, K. (2023). *Klima*. Store Norske Leksikon. Hentet 8. mai 2023, fra <https://snl.no/klima>
- Deloitte. (2020a). *Kunnskapsgrunnlag for nasjonal strategi for sirkulær økonomi delutredning 1*. Hentet 3. februar 2023, fra https://www.regjeringen.no/contentassets/70958265348442759bed5bcb408ddcc/deloitte_kunnskapsgrunnlag-sirkular-okonomi_potensialer.pdf

-
- Deloitte. (2020b). *Kunnskapsgrunnlag for nasjonal strategi for sirkulær økonomi delutredning 2*. Hentet 3. februar 2023, fra https://www.regjeringen.no/contentassets/70958265348442759bed5bcbb408dcc/deloitte_kunnskapsgrunnlag-sirkular-okonomi_barrierer.-delrapport-2.pdf
- Delviken, H. O., Hoggen, H., & Laustsen, I. S. (2018). *Ombruk er god sirkulærøkonomi, men kan norske bedrifter levere løsningene?* DIFI/LUP. Hentet 3. mars 2023, fra <https://www.bygg.no/innlegg-ombruk-er-god-sirkulaerokonomi-men-kan-norske-bedrifter-levere-losningene/1367532/>
- Direktoratet for byggkvalitet. (2016). *Liste over definisjoner i TEK*. Hentet 9. mai 2023, fra <https://dibk.no/regelverk/tek/definisjoner/innledning/>
- Direktoratet for byggkvalitet. (2017). *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*. Hentet 11. mai 2023, fra <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>
- Direktoratet for byggkvalitet. (2018a). *Dette er bruksareal*. Hentet 8. mai 2023, fra <https://dibk.no/verktoy-og-veivisere/andre-fagomrader/hvor-stort-kan-du-bygge/hvor-stort-kan-du-bygge/dette-er-bruksareal-t-bra/>
- Direktoratet for byggkvalitet. (2018b). *Ombruk av byggevarer – hvilke krav må oppfylles?* Hentet 3. mars 2023, fra <https://dibk.no/verktoy-og-veivisere/energi/ombruk-av-byggevarer--hvilke-krav-ma-oppfylles/>
- Direktoratet for byggkvalitet. (2022a). *§ 12-2. Ansvarlig søkers ansvar*. Hentet 12. mai 2023, fra <https://dibk.no/regelverk/sak/3/12/12-2/>
- Direktoratet for byggkvalitet. (2022b). *Byggesaksforskriften (SAK10) med veiledning*. Hentet 24. mars 2023, fra <https://dibk.no/regelverk/sak>
- Direktoratet for byggkvalitet. (2022c). *Forskrift om dokumentasjon av byggevarer (DOK)*. Hentet 24. mars 2023, fra <https://dibk.no/regelverk/dok>
- Direktoratet for byggkvalitet. (2022d). *Kapittel 17 Klima og livsløp*. Hentet 24. mars 2023, fra <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/17/17-1>
- Direktoratet for byggkvalitet. (2022e). *Kapittel 9 Ytre miljø - §9-5. Byggavfall og ombruk*. Hentet 24. mars 2023, fra <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/9/9-5/>
- Direktoratet for byggkvalitet. (2022f). *Regelendringer fra 1. juli*. Hentet 24. mars 2023, fra <https://dibk.no/om-oss/Nyhetsarkiv/regelendringer-fra-1.-juli/>
- Direktoratet for byggkvalitet. (2022g). *Veileder for utarbeidelse av klimagassregnskap*. Hentet 3. mars 2023, fra <https://dibk.no/byggtekniske-omrader/veileder-om-klimagassregnskap>
- Eie, J. (1993). *Konstruksjonslære, grunnlag for dimensjonering, last og sikkerhet*. Fagbokforlaget.
- Eklöv, I., & Asker, A. (2020). *Uni Wall systemvegg med enkle gipsplater, 98 mm*. Sweco. Hentet 27. mars 2023, fra https://www.epd-norge.no/getfile.php/1313292-1646058412/EPDer/Byggevarer/Bygningsplater/NEPD-2146-972_UniWall-systemvegg-med-enkle-gipsplater--98-mm.pdf
- Eklöv, I., Mikusinska, M., & Asker, A. (2020). *Glass Front systemvegg*. Sweco. Hentet 27. mars 2023, fra [https://www.epd-norge.no/getfile.php/1314027-1646058731/EPDer/Byggevarer/Bygningsplater/NEPD-2270-1035_Glass-Front\(1\).pdf](https://www.epd-norge.no/getfile.php/1314027-1646058731/EPDer/Byggevarer/Bygningsplater/NEPD-2270-1035_Glass-Front(1).pdf)
- Energetics. (2021). *Glass Energy Footprint*. US Department of Energy. Hentet 27. mars 2023, fra https://www.energy.gov/sites/default/files/2021-12/2018_mecs_glass_energy_carbon_footprint.pdf
- EPD Norge. (u.å.). *Hva er en EPD?* Hentet 23. april 2023, fra <https://www.epd-norge.no/hva-er-en-epd/>
- Eriksød, S., & Moen, O. M. T. (2022). *Endringer i byggeforskrifter for å tilrettelegge for ombruk av byggevarer*. Estate. Hentet 17. april 2023, fra <https://www.estatenyheter.no/endringer-i-byggeforskrifter-for-a-tilrettelegge-for-ombruk-av-byggevarer/348073>
- European Commission. (2020). *A European Green Deal*. Hentet 28. februar 2023, fra https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
- FN-sambandet. (2020). *Parisavtalen*. Forente Nasjoner. Hentet 10. april 2023, fra <https://www.fn.no/om-fn/avtaler/miljoe-og-klima/parisavtalen>
- FN-sambandet. (2021). *Bærekraftig utvikling*. Forente Nasjoner. Hentet 27. januar 2023, fra <https://www.fn.no/tema/fattigdom/baerekraftig-utvikling>
- Forente Nasjoner. (2023). *FNs bærekraftsmål for å utrydde fattigdom, bekjempe ulikhet og stoppe klimaendringene innen 2030*. Hentet 26. januar 2023, fra <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal>
- Frøid, M. (2020). *Visste du at isolasjon og gips ikke skal kastes i restavfallet?* Norsk Gjenvinning. Hentet 29. mars 2023, fra <https://blogg.norskgjenvinning.no/visste-du-at-isolasjon-og-gips-ikke-skal-kastes-i-restavfallet>
- Fufa, S. M. (2018). *Innerdør*. SINTEF. Hentet 27. mars 2023, fra <https://www.epd-global.no/epder/bygg/dorer-og-vinduer/climate-door-interior-door>
-

-
- Furulund, Ø. (2019). *Hva skjer med plastavfallet?* Norsk Gjenvinning. Hentet 16. mai 2023, fra <https://blogg.norskgjenvinning.no/hva-skjer-med-plastavfallet>
- Garza, A. D. L. (2021). *The Empire State Building's Green Retrofit Was a Success. Will Other Buildings Follow Suit?* Time. Hentet 27. mars 2023, fra <https://time.com/6026610/empire-state-building-green-retrofit/>
- Gjensidige. (2022). *Vil gjøre ombruk lett og lønnsomt.* Hentet 17. april 2023, fra <https://www.gjensidige.no/godtforberedt/content/vil-gjore-ombruk-lett-og-lonnsomt#>
- Google Maps. (u.å.-a). *Distanse fra Asfaltvegen 1, 2050 Jessheim til Julsundvegen 47, 6412 Molde.* Hentet 29. mars 2023, fra <https://www.google.com/maps/dir/Moelven+Modus+AS,+Asfaltvegen,+Jessheim/Julsundvegen+47,+Molde/@61.4643648,7.0845582,7z/data=!3m1!4b1!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x464181a4cde9e809:0x9b41f056e5515fce!2m2!1d11.1815695!2d60.1456043!1m5!1m1!1s0x461154014381740f:0xadae118b5e0b88e0!2m2!1d7.1425944!2d62.7344576!3e0>
- Google Maps. (u.å.-b). *Distanse fra Knudsen Dørfabrikk AS, Tjellevegen, 5593 Skånevik til Julsundvegen 47, 6412 Molde.* Hentet 17. april 2023, fra <https://www.google.com/maps/dir/Knudsen+D%C3%B8rfabrikk+AS,+Tjellevegen,+5593+Sk%C3%A5nevik/Julsundvegen+47,+6412+Molde/@61.1262315,3.0482258,6z/data=!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x463c0a8cf7aabbfb:0xfc01ee413b9f5fdb!2m2!1d5.9338866!2d59.7277941!1m5!1m1!1s0x461154014381740f:0xadae118b5e0b88e0!2m2!1d7.1425944!2d62.7344576!3e0?hl=no>
- Google Maps. (u.å.-c). *Distanse fra Quality Hotel Waterfront, Nedre Strandgate 25-27, 6004 Ålesund til Julsundvegen 47, 6412 Molde.* Hentet 2. april 2023, fra <https://www.google.com/maps/dir/Quality+Hotel+Waterfront,+Nedre+Strandgate+25-27,+6004+%C3%85lesund/Julsundvegen+47,+Molde/@62.6014962,6.1004393,9z/data=!3m1!4b1!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x4616da3997ed2983:0x3d239cc374f00051!2m2!1d6.1463551!2d62.47004!1m5!1m1!1s0x461154014381740f:0xadae118b5e0b88e0!2m2!1d7.1425944!2d62.7344576!3e0>
- Grand View Reseach. (2020). *Reclaimed Lumber Market Size, Share and Trends Analysis.* Hentet 28. mars 2023, fra <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/reclaimed-lumber-market>
- Grønn Byggallianse. (u.å.). *Klimakur for bygg og eiendom.* Hentet 3. februar 2023, fra <https://byggallianse.no/kunnskapsenter/publikasjoner/infopakkeklimakjempen/>
- Guevarra, L. (2010). *A Tall Order: Serious Materials to Retrofit Empire State Building's Windows.* GreenBiz Group. Hentet 27. mars 2023, fra <https://www.greenbiz.com/article/tall-order-serious-materials-retrofit-empire-state-buildings-windows>
- Hansen, G. K. (2019). *Samspillet i byggeprosessen.* Fagbokforlaget.
- Holm, L. (2021). *Gjenbruk: Både klimagevinst og millionbesparelser.* Hentet 26. januar 2023, fra <https://www.fremtidensbygg.no/gjenbruk-bade-klimagevinst-og-millionbesparelser/>
- Hosseini, M. (2022). *Samrte og Bærekraftige Bygninger (BYGA2352) Climate and Energy analysis.* Hentet 18. mai 2023, fra <https://learn-eu-central-1-prod-fleet01-xythos.content.blackboardcdn.com/5def77a38a2f7/17953794?X-Blackboard-S3-Bucket=learn-eu-central-1-prod-fleet01-xythos&X-Blackboard-Expiration=1684454400000&X-Blackboard-Signature=57XWkcKqUYMtAkYHSRmNM1ZJC%2BIVF9%2BYR4qiYij5E7E%3D&X-Blackboard-Client-Id=303508&X-Blackboard-S3-Region=eu-central-1&response-cache-control=private%2C%20max-age%3D21600&response-content-disposition=inline%3B%20filename%2A%3DUTF-8%27%2701%2520-%2520intr.o.pdf&response-content-type=application%2Fpdf&X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEDsaDGV1LWNlbnRyYWwtMSJHMEUCICi3We%2B0SFD0ZaLTwxQWm9DpleGQ0yMsVGZH7zohbVsAiEA97Hhtlz7tN94la1PVmxACQo%2FGGVG1CEM0gMD2xwEq8AqvQUIZBADGgw2MzU1Njc5MjQxODMiDBVumeA7vpNvgQwOxyqaBbQoZ852Q%2BiP%2FndiCIPuGjYl6595KMhMaHfhu fqNSG1TjthdX7FZDPcpvW%2BuYwOBRFYXACdI2RMbvdGy7%2FDk6fMQxLDIZ%2FVI5a3pM1FpkNOHzPlvthvqbt%2FSd4khGqeg7h1HeFmAH9ezH0zIqfjG3pbDcgUl6B%2Fu8VLcHaASEukClfFBKxK0po1%2FMw2q1Cs9yy6b1XtBvbtV3QxcNtt2XdW%2FhdDRjVPlcNLdnGMdm%2FSNYh%2BWomf35FKiYtIWZVm%2FVkfWQmxAhcUv98QGhnTeChUN%2BE9fic2E%2B5tUHydO%2BtHV9VbHC0QGalUBCv2n2QaozCNTvm0RnPWtP%2FZtekxzgV35P6E2Hw%2FbkQUdf%2BvntYPSKHGjQR0c2UhaUsR4Azqg0IDcM9J4LUik8gGqREhIQyZ%2FX%2FKBYh8NBPC7bOHxL55KrJwa7ho9MELgReSoAfzLKRJMYHY9e6JzaoAHTVy%2BZpSgGSnUbrHL8WV7h1fcguquEpmFJKqDZVtUd22S8yO3K1yJaVwY%2BrezS1KjO8XhRtVHWJMgutQcVji%2FpOdTyMXlypoayvfZUtGUM9esmI1CkaefqpDhvQ0enCVfWteTxq%2BkWP5xijO424mkECCbXdYJQ%2BnrXzXwnfQtshd4gMLsUqbDa5k778y6GDB2djoLd%2B8K%2Bad%2Bo78O72MAhbUunnOQY%2BV4ckmS72qwEy%2Fvc0tYTqJKRIS6TGfS9MRt%2FkwroZ24Tgp3pE6IngEf0uTPfasCIVSoPTjhTu8lraLGwZHA%2BbkNtonT%2BfibqSsb1eTXtZYNMiKUm2tD6FGqRZP6h7vNjlqOyOBBSmktFleKtLJjNRIJCFoSkiHilcrZn2ktn4pLve2QGcPpWjG0Tx9sOZAmjkJzDa5JmjBjxqARSYOKwfMtt6W%2FfmOTvh6rhii%2Bjg%2>
-

-
- Fu3AUZGg4vOMSA6mV950%2F5f%2FZBsMHTd8mZtSpJV4IaclgmKRLt8DCiiMQVfCaR8txCGKt6%2Fu0lv3YLO3tMEXFSASJqodGCphMvdxSVZO5%2FqRLJJP%2FaNtM1rthWyyjX%2FCdCbC4fGWFwiwHsPM%2BX0a7Hn6oijYc5HYR7DyKpj%2Fs9NiNgQbJ%2BgZWbT5Xwl76J6ry7alqu8X6wC8l8MU8w%3D%3D&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Date=20230518T180000Z&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Expires=21600&X-Amz-Credential=ASIAZH6WM4PLZG4YGYM5%2F20230518%2Fcentral-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Signature=2a1ef7a8485fd626ac628b3f39355ad16041b9eba5eb9e7c999e51bf418279e2
- Jakobsen, I. U., Kallbekken, S., & Lahn, B. (2021). *Parisavtalen*. Store Norske Leksikon. Hentet 10. april 2023, fra <https://snl.no/Parisavtalen>
- Jortveit, A. (2023). *Vi må rive mindre og bygge mindre nytt*. Hentet 27. januar 2023, fra <https://energiogklima.no/nyhet/vi-ma-rive-mindre-og-bygge-mindre-nytt/>
- Kaplan, S., & Steckelberg, A. (2020). *Empire State of Green*. The Washington Post. Hentet 27. mars 2023, fra <https://www.washingtonpost.com/graphics/2020/climate-solutions/empire-state-building-emissions/>
- Kerzner, H. (2017). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling*. John Wiley; Sons, Inc.
- Kilvær, L., Sunde, O. W., Eid, M. S., Rydningen, O., & Fjeldheim, H. (2019). Forsvarlig ombruk av byggevarer, 97. Hentet 28. mars 2023, fra https://dibk.no/globalassets/02.-om-oss/rapporter-og-publikasjoner/forsvarlig-ombruk-av-byggevarer_resirqel-2019.pdf
- Kommunesektorens organisasjon. (2018). *Hva er sirkulær økonomi*. Hentet 9. mai 2023, fra <https://www.ks.no/fagomrader/samfunnsutvikling/miljo/sirkular-okonomi-og-avfallspolitikk/hva-er-sirkular-okonomi/>
- Kommunesektorens organisasjon. (2021). *Ordliste*. Hentet 10. mai 2023, fra <https://www.ks.no/fagomrader/samfunnsutvikling/klima/veileder-for-klimabudsjett/ordbok/#:~:text=Direkte%20utslipp%20er%20de%20som%20fysisk%20finner%20sted%20innenfor%20et%20geografisk%20omr%C3%A5de.&text=Indirekte%20utslipp%20omfatter%20utslipp%20forbundet,importeres%20til%20det%20geografiske%20omr%C3%A5det.>
- Kvellheim, A. K., & Sandberg, E. (2021). Ombruk av byggematerialer – marked, drivere og barrierer, 21. Hentet 30. april 2023, fra <https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/bitstream/handle/11250/2828094/SINTEF%2bNotat%2b%2b40.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Larsen, P. K. (2019). *Dimensjonering av stålkonstruksjoner*. Fagbokforlaget.
- Lazarus, N. (2009). BedZED: Toolkit part 1 - A guide to construction materials for carbon neutral developments. *BioRegional Development Group*, 4.
- Lindberg, H. Ø., & LOOP-stiftelsen. (2022). *Avfallhierarki*. Store Norske Leksikon. Hentet 21. mars 2023, fra <https://snl.no/avfallshierarki>
- Lindberg, H. Ø., & LOOP-stiftelsen. (2023). *Avfall*. Store Norske Leksikon. Hentet 12. april 2023, fra <https://snl.no/avfall>
- Lindberg, H. Ø., & Rosvold, K. A. (2023). *Gjenbruk*. Store Norske Leksikon. Hentet 27. januar 2023, fra <https://snl.no/gjenbruk>
- Loop. (u.å.). *Gjenstandar til ombruk*. Hentet 23. april 2023, fra https://sortere.no/avfallstypel/gjenstandar_til_ombruk/44
- Loopfront. (u.å.). *Loopfront*. Hentet 17. april 2023, fra <https://www.loopfront.com/>
- Melien, I. F. (2019). *Ombruk i byggebransjen: gamle planker om igjen*. Plan Tidsskrift for samfunnsplanlegging, regional- og byutvikling. Hentet 23. april 2023, fra <https://plantidsskrift.no/artikkel/ombruk-i-byggebransjen-gamle-planker-om-igjen/>
- Merakerås, G. K. (2020). *Slik kan globalt samarbeid om forskning bli bedre*. Forskning.no. Hentet 9. mai 2023, fra <https://forskning.no/ledelse-og-organisasjon-ntnu-partner/slik-kan-globalt-samarbeid-om-forskning-bli-bedre/1656748>
- Merriam-Webster. (u.å.). *Sustainable*. Hentet 27. januar 2023, fra <https://www.merriam-webster.com/dictionary/sustainable>
- Miljødirektoratet. (2010). *Isolasjon som farlig avfall*. Hentet 29. mars 2023, fra <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/klif2/publikasjoner/2648/ta2648.pdf>
- Miljødirektoratet. (2019). *Klimatiltak - avfall og deponi*. Hentet 21. mars 2023, fra <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/kutte-utslipp-av-klimagasser/klima-og-energitiltak/avfall/>
- Miljødirektoratet. (2021a). *Hva er FNs Klimapanel (IPCC)*. Hentet 10. april 2023, fra <https://www.youtube.com/watch?v=jh0JN9SCeTE>
-

-
- Miljødirektoratet. (2021b). *Om Europas grønne giv*. Hentet 28. februar 2023, fra <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/internasjonalt/gronn-giv/europas-gronne-giv/>
- Miljødirektoratet. (2021c). *Vi må ombruke og materialgjenvinne mer*. Hentet 17. april 2023, fra <https://kommunikasjon.ntb.no/pressemelding/vi-ma-ombruke-og-materialgjenvinne-mer?publisherId=17847187&releaseld=17906414>
- Miljødirektoratet. (2022a). *Behandling av avfall*. Hentet 17. april 2023, fra <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/avfall/behandling-av-avfall/>
- Miljødirektoratet. (2022b). *Industri*. Hentet 10. april 2023, fra <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/fns-klimapanel-ipcc/dette-sier-fns-klimapanel/sjette-hovedrapport/industri/>
- Miljødirektoratet. (2022c). *Norge skal være klimanøytralt i 2030*. Hentet 10. april 2023, fra <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/miljomal/klima/miljomal-5.3>
- Miljødirektoratet. (2022d). *Sirkulær økonomi*. Hentet 14. februar 2023, fra <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/avfall/sirkular-okonomi/>
- Miljødirektoratet. (2023a). *Om FNs klimapanel*. Hentet 9. april 2023, fra <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/fns-klimapanel-ipcc/om-ipcc/>
- Miljødirektoratet. (2023b). *Seksjon for sirkulær avfallsbehandling (MSA)*. Hentet 23. april 2023, fra <http://www.miljodirektoratet.no/om-oss/miljodirektoratets-organisasjon/miljogiftavdelingen/sirkular-avfallsbehandling/>
- Miljødirektoratet. (u.å.). *5. Klima*. Hentet 10. april 2023, fra <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/miljomal/klima/>
- Miljømerking Norge. (u.å.). *Sirkulær Økonomi*. Hentet 9. mai 2023, fra <https://svanemerket.no/miljo/sirkulær-okonomi/>
- Moelven Modus. (u.å.-a). *Et veggsystem designet for ombruk*. Hentet 21. mai 2023, fra <https://www.moelven.com/no/produkter-og-tjenester/kontorlosninger/et-veggsystem-designet-for-ombruk/>
- Moelven Modus. (u.å.-b). *For mer bærekraftige, nordiske arbeidsplasser i forkant*. Hentet 29. mars 2023, fra <https://www.moelven.com/no/produkter-og-tjenester/kontorlosninger/modusmetoden/>
- Moen, O. M. T., & Eriksrød, S. (2022). *Endringer i byggeforskrifter for å tilrettelegge for ombruk av byggevarer*. Kvale. Hentet 24. mars 2023, fra <https://www.kvale.no/artikler/endinger-i-byggeforskrifter-for-a-tilrettelegge-for-ombruk-av-byggevarer/>
- Nilsen, H. R. (2023). *Sirkulær økonomi*. Store Norske Leksikon. Hentet 27. januar 2023, fra https://snl.no/sirkul%C3%A6r_%C3%B8konomi
- Nilstun, C. (2021). *Ajourføre*. Store Norske Leksikon. Hentet 16. mai 2023, fra <https://snl.no/ajourf%C3%B8re>
- Norsk Gjenvinning Group. (u.å.). *Sirkulærøkonomi - reell bærekraftig utvikling*. Hentet 13. april 2023, fra <https://www.nggroup.no/baerekraft/sirkulaerokonomi/>
- Norsk Metallgjenvinning. (u.å.). *Dagens metall er morgendagens metall*. Hentet 16. mai 2023, fra <https://www.norskm Metallgjenvinning.no/>
- NTNU. (2022). *VB6125 - livsløpsanalyse LCA*. Hentet 9. mai 2023, fra <https://www.ntnu.no/studier/emner/VB6125#tab=omEmnet>
- NTNU. (u.å.). *PK6302 - Lederskapsrollen i prosjekter og global prosjektleidelse*. Hentet 29. april 2023, fra <https://www.ntnu.no/studier/emner/PK6302/2018/1#tab=omEmnet>
- Olerud, K., & Lahn, B. (2023). *Klimagassutslipp*. Store Norske Leksikon. Hentet 11. april 2023, fra <https://snl.no/klimagassutslipp>
- One Click LCA. (2018). *Automate Building Life Cycle Assessment with One Click LCA*. Hentet 27. mars 2023, fra <https://www.oneclicklca.com/construction/life-cycle-assessment-software/>
- One Click LCA. (u.å.-a). *Norge - NS 3720 Klimagassverktøyet One Click LCA*. Hentet 27. mars 2023, fra <https://oneclicklca.zendesk.com/hc/en-us/articles/360014964920-Norge-NS-3720-Klimagassverkt%C3%B8yet-One-Click-LCA>
- One Click LCA. (u.å.-b). *Programvare for livssyklusanalyse (LCA) innen byggebransjen*. Hentet 27. mars 2023, fra https://www.oneclicklca.com/no/programvare-for-livssyklusanalyser-innen-byggebransjen/?utm_source=google&utm_medium=paidsearch&utm_campaign=NO_brand&gclid=CjwKCAjw_YShBhAiEiwAMomsED0ITe8WJINwpTCm2hyukm5dA8mMKhoFrDW02sIS_FJ2EsGk1eenyhoCWgoQAvD_BwE
- Ordet betyr. (u.å.). *Bibeholde*. Hentet 21. mai 2023, fra <https://www.ordetbetyr.com/synonym/bibeholde>
- Qviller, A. (2010). *Implementering av BIM hos entreprenør med fokus på mengdeuttak i kalkulasjonsprosessen*. Universitet for miljø og biovitenskap. Hentet 20. mai 2023, fra https://www.ibim.no/student/2010_UMB_Anders_Qviller/2010_UMB_Anders_Qviller.pdf
-

-
- Regjeringen. (2021a). *Avfall*. Hentet 21. mars 2023, fra <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/forurensning/innsiktsartikler-forurensning/avfall/id2076495/>
- Regjeringen. (2021b). *Internasjonale klimaforhandlinger*. Hentet 10. april 2023, fra <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/klima/innsiktsartikler-klima/de-internasjonale-klimaforhandlingene/id2741333/>
- Regjeringen. (2021c). *Klima og natur henger sammen*. Hentet 27. januar 2023, fra <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/naturmangfold/innsiktsartikler-naturmangfold/klima-og-natur-henger-sammen/id2722684/>
- Regjeringen. (2022a). *Flere tiltak for å øke ombruk og redusere klimautslipp fra byggenæringen*. Hentet 26. januar 2023, fra <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/fleire-tiltak-for-a-auke-ombruk-og-reducere-klimautslipp-fra-byggenaringa/id2916781/>
- Regjeringen. (2022b). *Gjør det enklere å selge brukte byggevarer*. Riksantikvaren. Hentet 24. mars 2023, fra <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/gjor-det-enklere-a-selge-brukte-byggevarer/id2913366/>
- Riksantikvaren. (2020). *Miljøvennlige materialer og ombruk*. Hentet 3. mars 2023, fra <https://www.riksantikvaren.no/klima-og-kulturminner/hvordan-reducere-klimabelastningene/miljovennlige-materialer-og-ombruk/>
- Sandberg, T. (2023). *Ombruk erstatter overforbruk: – Vi kan ikke ta fullstendig knekken på planeten*. Dagsavisen. Hentet 24. april 2023, fra <https://www.dagsavisen.no/nyheter/2023/04/23/ombruk-er-statter-overforbruk-vi-kan-ikke-ta-fullstendig-knekken-pa-planeten/>
- Sander, K. (2020). *Roller i prosjektet (prosjektroller)*. eStudie. Hentet 30. april 2023, fra <https://estudie.no/prosjektroller/#Prosjektleder>
- Shaun. (2022). *Life Cycle Stages*. One Click LCA. Hentet 5. mai 2023, fra <https://oneclicklca.zendesk.com/hc/en-us/articles/360015064999-Life-Cycle-Stages>
- SINTEF. (2008). *Hva er miljødeklarasjoner, EPD?* Hentet 23. april 2023, fra <https://www.sintef.no/prosjektweb/miljodeklarasjoner/hva-er-miljodeklarasjoner-epd/>
- SINTEF. (2019). *Bygg med laftede vegger*. SINTEF Community. Hentet 27. mars 2023, fra <https://www.sintef.no/siste-nytt/2019/bygg-med-laftede-vegger/>
- SINTEF. (2020). *Framsikt 2050*. SINTEF Community. Hentet 3. februar 2023, fra <https://www.sintef.no/contentassets/ccf2bfe7339a4a75af3a5a8bfafdcff/framsikt-2050-rapport.pdf>
- Skotheim, H. (2022). *Innhold i Waterfront-kvartalet blir sendt til Molde for ombruk*. Sunnmørsposten. Hentet 16. februar 2023, fra <https://www.smp.no/naeringsliv/i/5B6RQb/innhold-i-waterfront-kvartalet-blir-sendt-til-molde-for-ombruk>
- Solibri. (2023). *Understanding Information Takeoff (ITO)*. Hentet 16. mai 2023, fra <https://help.solibri.com/hc/en-us/articles/1500004203942-Understanding-Information-Takeoff-ITO->
- Språkrådet. (u.å.). *Bibehold*. Hentet 21. mai 2023, fra <https://ordbokene.no/bm,nn/bibehold>
- Standard Norge. (2012). *Bærekraftige byggverk – Vurdering av bygningers miljøprestasjon – Beregningsmetode (Standard (NS-EN 15978:2011))*. <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=516244>
- Standard Norge. (2013). *Klassifisering av byggverk del 3 – Bygningstyper (Standard (NS 3457-3:2013))*. <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=665100>
- Standard Norge. (2018). *Metode for klimagassberegninger for bygninger (Standard (NS 3720:2018))*. <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=992162>
- Standard Norge. (2019). *Miljøkartlegging*. Hentet 8. mai 2023, fra <https://www.standard.no/kurs-og-arrangementer/radgivingstjenester/hva-omfatter-var-radgivingstjeneste/miljokartlegging/>
- Standard Norge. (2021). *Veiledning til NS 3720:2018 – Metode for klimagassberegninger for bygninger (Standard (NS 3720:2018/G1:2021))*. <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1335565>
- Standard Norge. (2022). *Bygningsdelastabell og systemkodetabell for bygninger og tilhørende uteområder (Standard (NS 3451:2022))*. <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1411592>
- Standard Norge. (2023). *Bærekraftige byggverk – Miljødeklarasjoner – Grunnleggende produktkategoriregler for byggevarer (Standard (NS-EN 15804:2012+A2:2019+AC:2021))*. <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1369911>
- Statistisk Sentralbyrå. (2019). *Avfallshåndtering ved avfallsanlegg, 2019*. Hentet 5. mai 2023, fra <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/avfhand/aar/2020-10-06?fane=om>
-

-
- Statistisk Sentralbyrå. (2021a). *Genererte mengder avfall (tonn), etter materialtype, statistikkvariabel, år og aktivitet*. Hentet 28. mars 2023, fra <https://www.ssb.no/statbank/table/09247/tableViewLayout1/>
- Statistisk Sentralbyrå. (2021b). *Størst økning i avfall fra riving i 2020*. Hentet 14. april 2023, fra <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/avfall/statistikk/avfall-fra-byggeaktivitet/artikler/storst-okning-i-avfall-fra-riving-i-2020>
- Statistisk Sentralbyrå. (2022a). *Avfall fra byggeaktivitet*. Hentet 27. januar 2023, fra <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/avfall/statistikk/avfall-fra-byggeaktivitet>
- Statistisk Sentralbyrå. (2022b). *Avfallsregnskapet*. Hentet 22. mars 2023, fra <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/avfall/statistikk/avfallsregnskapet>
- Statistisk Sentralbyrå. (2022c). *Utslipp til luft*. Hentet 14. april 2023, fra <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/forurensning-og-klima/statistikk/utslipp-til-luft>
- Statsbygg. (2021a). *NTNU Campussamling Temabrukergruppe Spesialarealer*. Hentet 9. mai 2023, fra https://www.ntnu.no/documents/1268425101/1269933790/NCS-H001-Z-NO-00001+TBG_Spesialareal_20210701.pdf/bd38df25-5cc3-d054-7e3e-6fac682211f4?t=1646388406399#
- Statsbygg. (2021b). *Ny veileder for kartlegging av ombruk*. Hentet 3. mars 2023, fra <https://www.statsbygg.no/nyheter/ny-veileder-for-kartlegging-av-ombruk>
- Statsbygg. (2021c). *Ombrukskartlegging og bestilling - slik gjør du det*. Statsbygg og Grønn Byggallianse. Hentet 3. mars 2023, fra <https://dok.statsbygg.no/wp-content/uploads/2021/08/veilderOmbrukskartleggingMedVedlegg.pdf>
- Steven. (2022). *Accounting for re-used materials*. One Click LCA. Hentet 27. mars 2023, fra <https://oneclicklca.zendesk.com/hc/en-us/articles/360019559699-Accounting-for-re-used-materials>
- Steven. (2023). *Impact Assessment Categories (CML, TRACI and PEF)*. One Click LCA. Hentet 5. mai 2023, fra <https://oneclicklca.zendesk.com/hc/en-us/articles/360015036980-Impact-Assessment-Categories-CML-TRACI-and-PEF>
- Stiftelsen ReturGass. (u.å.). *GWP og CO2 ekvivalenter*. Hentet 16. mai 2023, fra <https://www.returgass.no/regelverk-miljo/drivhuseffekten/gwp/>
- Store Norske Leksikon. (2019). *Synergi*. Store Norske Leksikon. Hentet 10. april 2023, fra <https://snl.no/synergi>
- Strand, S. S. (2019). *Dette må til for å få til ombruk i norsk byggenæring*. Byggindustrien. Hentet 27. mars 2023, fra <https://www.bygg.no/dette-ma-til-for-a-fa-til-ombruk-i-norsk-byggenaering/1417296/>
- StreamBIM. (u.å.). *BIM på 1-2-3*. Hentet 21. mai 2023, fra <https://guide.streambim.com/hc/no/articles/115004738693-BIM-p%C3%A5-1-2-3>
- Synchro. (u.å.). *SYNCHRO 4D Pro Features*. Hentet 18. mai 2023, fra <https://synchro.zendesk.com/hc/en-us/articles/1500006449121-SYNCHRO-4D-Pro-Features>
- Sørnes, K., Nordby, A. S., Fjeldheim, H., Hashem, S. M. B., Mysen, M., & Schlanbusch, R. D. (2014). *Anbefalinger ved ombruk av byggematerialer - Hvordan kan ombruk bli et kostnadseffektivt og praktisk alternativ til nye materialer i markedet? SINTEF Akademiske Forlag*, 8–36.
- Takstsenteret. (u.å.). *Hva er forskjellen på BTA, BRA, P-ROM og S-ROM?* Hentet 8. mai 2023, fra <https://www.takstsenteret.no/hva-er-forskjellen-mellom-bta-og-bra-og-boa/>
- Tata Steel. (u.å.). *Stål blir ikke forbrukt. Det brukes igjen og igjen uten tap av kvalitet eller styrke*. Hentet 28. mars 2023, fra <https://www.tatasteleurope.com/no/byggesystemer/b%C3%A6rekraft/b%C3%A6rekraftig-bygging-i-st%C3%A5l>
- Tellnes, L. G. F. (2019). *Innerdør*. Østfoldforskning. Hentet 27. mars 2023, fra <https://www.epd-norge.no/epder/bygg/dorer-og-vinduer/innerdor>
- Thue, J. V. (2019). *U-verdi*. Store Norske Leksikon. Hentet 9. mai 2023, fra <https://snl.no/U-verdi>
- Toldnæs, J. P. (2022). *globale oppvarmingspotensialer*. Store Norske Leksikon. Hentet 16. mai 2023, fra https://snl.no/globale_oppvarmingspotensialer
- Vildåsen, S., & Arbo, S. M. (2022). *Hva er sirkulær økonomi*. Hentet 9. mai 2023, fra <https://blogg.sintef.no/vareproduksjon-nb/hva-er-sirkular-okonomi/>
- Widenoja, E., Myhre, K., & Kilwær, L. (2018). *Ombruk av stål og tilknyttede byggematerialer*, 9. Hentet 14. februar 2023, fra https://www.stalforbund.no/wp-content/uploads/2021/02/BD_Norway_Ombruksrapporten_utgave_1.1.pdf
- World Wildlife Fund. (u.å.). *Dyr og klimaendringer*. Hentet 27. januar 2023, fra <https://www.wwf.no/klima-og-energi/dyr-og-klimaendringer>
- Aarseth, W., Rolstadås, A., & Klev, R. (2015). *Lederskap i prosjekter*. Fagbokforlaget.
-

A Vedlegg

A.1 Klimagassberegninger for hånd

Klimagassberegninger

Dette vedlegget viser utfyllende informasjon om hvordan klimagassberegninger for hånd er utført i denne bacheloroppgaven. Alt av forutsetninger og antagelser som er gjort er beskrevet i denne delen. Beregningene er gjort for tre bygninger, Quality Hotel Waterfront, Nedre Strandgate 25-27, 6004 Ålesund og Julsundvegen 47 og Julsundvegen 49, 6412 Molde. Formålet med beregningene er å se på fordeler og ulemper med tanke på miljø ved ombruk av materialer. Dermed er det utledet to situasjoner for hver bygning hvor det blir sett på demontering og ombruk av materialer i forhold til å rive og bygge nytt. På bakgrunn av dette er beregningene gjort i seks deler. De følgende seks delene tar for seg følgende deler av livsløpet:

Del 1: Quality Hotel Waterfront, situasjon 1 - Rive bygningsdeler

Det blir her beregnet for at bygningsdeler i de tre etasjene i Waterfront blir revet og avfallshåndtert i henhold til miljødeklarasjon. Dermed blir det sett på livsløpsmodul C1-C4.

Del 2: Quality Hotel Waterfront, situasjon 2 - Demontere bygningsdeler

I denne delen blir det beregnet for at bygningsdeler blir demontert og forsiktig pakket for ombruk. Dermed blir det sett på livsløpsmodul C1-C4.

Del 3: Julsundvegen 47, situasjon 1 - Bygge med nye bygningsdeler

I følgende del blir det produsert og transportert nyebygningsdeler til byggeplass for montering. I denne delberegningen er livsløpsmodul A1-A3, A4 og A5 inkludert.

Del 4: Julsundvegen 47, situasjon 2 - Ombruk av bygningsdeler

Ombruksmaterialer blir transportert fra Waterfront til byggeplass. På byggeplass blir bygningsdeler tilpasset og montert. I denne beregningen er livsløpsmodul A4 og A5 inkludert.

Del 5: Julsundvegen 49, situasjon 1 - Bygge med nye bygningsdeler

I følgende del blir det produsert og transportert nye bygningsdeler til byggeplass for montering. I denne delberegningen er livsløpsmodul A1-A3, A4 og A5 inkludert.

Del 6: Julsundvegen 49, situasjon 2 - Ombruk av bygningsdeler

Ombruksmaterialer blir transportert fra Waterfront til byggeplass. På byggeplass blir bygningsdeler tilpasset og montert. I denne beregningen er livsløpsmodul A4 og A5 inkludert.

Forkortelser

DU - Deklarert enhet

EPD - Environmental Product Declaration (Miljødeklarasjon)

GWP-IOBC - Instantaneous Oxidation of Biogenic Carbon

H - Høyrehengslet

JV - Julsundvegen

Lm - Løpometer

V - Venstrehengslet

WF - Waterfront

Vedlegg A1: Klimagassberegninger for hånd

Miljødeklarasjoner brukt i beregninger:			
Navn	Deklarasjonsnummer	Versjon	Deklarert enhet
Uni Wall systemvegg med enkle gipsplater, 98 mm	NEPD-2146-972-NO	2-2022	1 m ²
Glass Front Systemvegg	NEPD-2270-1035-NO	2-2022	1 m ²
Innerdør	NEPD-2025-897-NO		1 dørsett av innerdør med størrelse 1,23 m x 2,18 m

Tabell A1.1: Beregning av mengder fra de ulike bygningene. Inspirasjon hentet fra tabell 9-1, s. 36, i utkast til veileder til TEK17.						
	Fra plantegning		Enhet i EPD	Omregnet mengde		
	Mengde	Enhet		Mengde	Enhet	
Waterfront						
243 Systemvegger og glassfelt						
Uni Wall 37 dB	184,70	lm	m ²	498,69	m ²	1)
Glass Front 25 dB	124,00	lm	m ²	334,80	m ²	
Glass Front 35 dB	51,70	lm	m ²	139,59	m ²	
244 Vinduer, dører og foldevegger						
Innerdør M9x21 H	37,00	stk	stk	27,00	stk	2)
Innerdør M9x21 V	42,00	stk	stk	30,00	stk	
Julsundvegen 47						
243 Systemvegger og glassfelt						
Uni Wall 37 dB	15,40	lm	m ²	36,65	m ²	3)
Glass Front 25 dB	9,80	lm	m ²	23,32	m ²	
Glass Front 35 dB	15,16	lm	m ²	36,08	m ²	
244 Vinduer, dører og foldevegger						
Innerdør M9x21 H	5,00	stk	stk	4,00	stk	2)
Innerdør M9x21 V	4,00	stk	stk	3,00	stk	
Julsundvegen 49						
243 Systemvegger og glassfelt						
Uni Wall 37 dB	116,90	lm	m ²	278,22	m ²	3)
Glass Front 25 dB	92,10	lm	m ²	219,20	m ²	
Glass Front 35 dB	29,90	lm	m ²	71,16	m ²	
244 Vinduer, dører og foldevegger						
Innerdør M9x21 H	28,00	stk	stk	20,00	stk	2)
Innerdør M9x21 V	25,00	stk	stk	18,00	stk	
1) Takhøyde på 2700 mm.						
2) Miljødeklarasjon er beregnet for dør pluss karm med størrelse 1.23 m x 2.18 m. En kontordør pluss karm fra Waterfront har et tilnærmet areal på 1,89 m ² . Eksempel på omregning for dører: (37 stk * 1,89 m ²) / (1.23x2.18) m ² = 27 stk (runder svaret opp til heltall).						
3) Takhøyde på 2380 mm.						

Vedlegg A1: Klimagassberegninger for hånd

Tabell A1.2: Fordeling av bygningsdeler for ombruk fra Waterfront, på Julsundvegen 47 og 49.			
		WF (fra tegning, lm)	WF (omregnet, m ²)
Sum Uni Wall, JV47 og JV49	132,30		
Andel JV47	0,116	21,50	58,05
Andel JV49	0,884	163,20	440,64
Sum Glass Front, JV47 og JV49	146,96		
Andel JV47	0,170	29,84	80,57
Andel JV49	0,830	145,86	393,82
Sum innerdør, JV47 og JV49	62,00		
Andel JV47	0,145	11	8
Andel JV49	0,855	68	49

1) Bortimot 100 % av bygningsdelene fra Waterfront blir transportert til Molde for ombruk og mengden blir dermed fordelt på Julsundvegen 47 og Julsundvegen 49. Dette blir gjort ved at man finner andelen av de totale mengdene som faktisk blir brukt i de to bygningene. Denne andelen brukes så for å beregne andelen av mengdene fra Waterfront som blir transportert til hver av de to bygningene.

2) Dører er gitt som antall hele dører og ikke som løpemeter eller kvadratmeter.

	Ombrukt bygningsdeler		
	Omregnede mengder (Tabell A1.1)	Enhet	Andel
Uni Wall	314,87	m ²	63 %
Glass Front	349,76	m ²	74 %
Innerdør	45,00	stk	79 %

1) Omregnede mengder er mengder beregnet fra tegninger, og deretter omregnet til gitt enhet i miljødeklarasjon. For Julsundvegen 47 og Julsundvegen 49 er dette behovet for bygningsdeler, og dermed mengden som vil bli ombrukt.

2) Andel ombrukte materialer er de omregnede mengde, for Julsundvegen 47 og Julsundvegen 49, delt på omregnede mengder materialer fra Waterfront.

Vedlegg A1: Klimagassberegninger for hånd

Tabell A1.3: Utslippsverdier fra miljødeklarasjon eller tilsvarende. Inspirasjon hentet fra utkast til veileder til TEK17, side 37.							
	A1	A2	A3	A4	A5	Henvisning	
kg CO ₂ e/DU							
243 Systemvegger og glassfelt							
Uni Wall	1,57E+01	1,52E+00	2,41E-01	9,64E-01	1,80E-02	NEPD-2025-897-NO	
Glass Front	3,84E+01	5,11E-01	1,34E-01	1,52E+00	5,79E-02	NEPD-2270-1035-NO	
244 Vinduer, dører og foldevegger							
Innerdør	6,88E+01			2,94E+00	3,21E+00	NEPD-2025-897-NO	1)
	C1	C2	C3	C4			
kg CO ₂ e/DU							
243 Systemvegger og glassfelt							
Uni Wall	0,00E+00	1,81E-01	0,00E+00	2,69E-01		NEPD-2025-897-NO	2)
Glass Front	0,00E+00	2,01E-01	6,01E-01	6,31E-04		NEPD-2270-1035-NO	2)
244 Vinduer, dører og foldevegger							
Innerdør	8,81E-04	6,61E-01	1,00E+01	7,90E-03		NEPD-2025-897-NO	
1) Det er brukt GWP-IOBC for utslipp i A1-A3, som beskrevet i utkast til veileder til TEK17, s. 22.							
2) Det er ikke gitt informasjon om utslipp i miljødeklarasjon for C1. Det antas at energiforbruket relatert til demontering og riving er lite og at dette har liten påvirkning på utslipp. Dermed blir det ikke gjort ytterligere beregninger for denne livsløpsmodulen.							

Vedlegg A1: Klimagassberegninger for hånd

Del 1: Quality Hotel Waterfront, situasjon 1 - Rive bygningsdeler					
Livsløpsmodul C1 - Riving (energi til riving)					
Det er i følge miljødeklarasjon brukt håndverktøy slik som hammer, brekkjern og skrumaskin. Det er ikke deklarerert for energibruk relatert til bruk av skrumaskin i miljødeklarasjon. Dette anses til å ha liten betydning for beregningene og det blir dermed ikke gjort ytterligere beregninger for dette. Utslipp relatert til produksjon av håndverktøy blir ikke tatt med i beregninger. Der miljødeklarasjon gir informasjon om denne modulen blir dette brukt, mens for miljødeklarasjoner hvor dette ikke er oppgitt anses utslippene som små og blir ikke beregnet.					
Livsløpsmodul C2 - Transport av avfall					
Bruker informasjon som oppgitt i miljødeklarasjoner angående avfallstransport. Denne informasjonen er som følger:					
		Uni Wall	Glass Front	Innerdør	
Fra EPD	Kjøretøy	Avfallstransport	Avfallstransport	Bil	
	Kapasitetsutnyttelse inkl. retur (%)	-	-	-	
	Kjøretøytype	Diesel, 21 tonn	Diesel, 21 tonn	Uspesifisert	
	Distanse (km)	50	50	85	
	Brennstoff-forbruk (l/tonnkm)	0,4	0,4	0,027	
Livsløpsmodul C3 - Avfallsbehandling for resirkulering og energigjenvinning.					
For Uni Wall går 94 % av materialene til gjenvinning (gips og stål), mens de resterende 6 % går til deponi eller forbrenning, i henhold til miljødeklarasjon. I følge miljødeklarasjon til Glass Front går 98 % av materialer til materialgjenvinning (glass og aluminiumsprofil), mens resterende 2 % går til forbrenning. Innerdører er blandet avfall og behandles med energigjenvinning, i henhold til miljødeklarasjon.					
Livsløpsmodul C4 - Avhending. Kvantifisering av miljøbelastninger basert på resultater av disponering av materialer etter NS-EN 15978, del 7.4.5.5.					
Bruker verdier oppgitt i miljødeklarasjon angående avhending. Denne informasjonen er som følger:					
	Enhet	Uni Wall	Glass Front	Innerdør	
Farlig avfall	kg	7,10E-04	2,70E-05	0	
Blandet avfall	kg	4,1	0,3	60,67	
Ombruk	kg	0	0	0	1)
Resirkulering	kg	5,2	24,2	0	
Energigjenvinning	kg	0,4	0,2	60,67	
Til deponi	kg	1	0,1	0	
1) Andeler av avfallstyper i bygningsdeler, per deklarerert enhet.					
Del 1: Utslipp fra de ulike livsløpsmodulene					
		C1	C2	C3	C4
		kg CO ₂ e			
243 Systemvegger og glassfelt		0,00	185,62	285,11	134,45
Uni Wall		0,00	90,26	0,00	134,15
Glass Front		0,00	95,35	285,11	0,30
244 Vinduer, dører og foldevegger		0,05	37,68	570,00	0,45
Innerdør		0,05	37,68	570,00	0,45
1) Multipliserer den omregnede mengden med CO ₂ e per deklareret enhet, for den gjeldende livsløpsmodulen.					

Vedlegg A1: Klimagassberegninger for hånd

Del 2: Quality Hotel Waterfront, situasjon 2 - Demontere bygningsdeler					
Livsløpsmodul C1 - Demontering (energi til demontering)					
<p>Det er i følge miljødeklarasjon brukt håndverktøy slik som hammer, brekkjern og skrumaskin. Det er ikke deklarerert for energibruk relatert til bruk av skrumaskin i miljødeklarasjon. Dette anses til å ha liten betydning for beregningene og det blir dermed ikke gjort ytterligere beregninger for dette. Utslipp relatert til produksjon av håndverktøy blir ikke tatt med i beregninger. Der miljødeklarasjon gir informasjon om denne modulen blir dette brukt, mens for miljødeklarasjoner hvor dette ikke er oppgitt anses utslippene som små og blir ikke beregnet.</p>					
Livsløpsmodul C2 - Transport av avfall					
<p>Har ingen avfallstransport da bort imot 100 % av bygningsdelene blir ombrukt. Det sees vekk fra støv og små mengder avfall som oppstår ved demontering. Bygningsdelene er definert som avfall frem til de er ferdig nedpakket og klar for transport. Dermed vil det ikke være noen miljøpåvirkninger relatert til livsløpsmodulene C2-C4 i denne situasjonen. Det har ikke oppstått skader under demontering som er dokumentert.</p>					
Del 2: Utslipp fra de ulike livsløpsmodulene					
	C1	C2	C3	C4	
	kg CO ₂ e				
243 Systemvegger og glassfelt	0,00	0,00	0,00	0,00	
Uni Wall	0,00	0,00	0,00	0,00	
Glass Front	0,00	0,00	0,00	0,00	
244 Vinduer, dører og foldevegger	0,00	0,00	0,00	0,00	
Innerdør	0,00	0,00	0,00	0,00	

Vedlegg A1: Klimagassberegninger for hånd

Del 3: Julsundvegen 47, situasjon 1 - Bygge med nye bygningsdeler				
Livsløpsmodul A1-A3 - Uttak av ressurser og produksjon.				
Miljøpåvirkninger relatert til uttak av ressurser og produksjon av bygningsdeler og produkter er gitt i miljødeklarasjon. Disse verdiene er gjengitt i tabell A1.3 og er oppgitt per deklarete enhet.				
Livsløpsmodul A4 - Transport av bygningsdeler fra fabrikk til byggeplass				
Transportavstander i miljødeklarasjon justeres for reelle avstander fra fabrikk til byggeplass. Det er ikke beregnet svinn under transport, men en samlet svinn og kapp verdi for bygningsdeler i livsløpsmodul A5. Justering av miljøpåvirkning, som kommer av justering av transportavstand, er beregnet som følger:				
Produkt	Adresse Fabrikk	Adresse byggeplass	Distanse (km)	
Uni Wall	Asfaltvegen 1, 2069 Jessheim	Julsundvegen 47, 6412 Molde	457	
Glass Front	Asfaltvegen 1, 2069 Jessheim	Julsundvegen 47, 6412 Molde	457	
Innerdør	Tjellevegen 35, 5593 Skånevik	Julsundvegen 47, 6412 Molde	591	
		Uni Wall	Glass Front	Innerdør
Fra EPD	Kjøretøy	Lastebil	Lastebil	Bil
	Kapasitetsutnyttelse inkl. retur (%)	-	-	53
	Kjøretøytype	Diesel, 16-32 tonn, EURO 4	Diesel, 16-32 tonn, EURO 5	EURO, >32 tonn
	Distanse (km)	293	290	400
	Brennstoff-forbruk (l/tonnkm)	0,09	0,09	0,019
Miljøpåvirkninger som kommer av justering av transportavstand				
		Uni Wall	Glass Front	Innerdør
kg CO ₂ e/DU	Fra EPD	0,964	1,520	2,940
	Produktspesifikk	1,504	2,395	4,344
1) Justering av miljøpåvirkning blir gjort ved å multiplisere miljøpåvirkningen fra miljødeklarasjon med den prosjektspesifikke avstanden og deretter dele dette på avstanden gitt i miljødeklarasjon.				
Livsløpsmodul A5 - Montering på byggeplass				
I miljødeklarasjon for Uni Wall og Glass Front er det ikke medregnet noe miljøpåvirkning for material- og energibruk, da bygningsdelene blir montert for hånd med manuelle verktøy (verktøy er ikke deklartert for). Miljødeklarasjon for innerdør gir informasjon om at det ikke kreves energi til installasjon. Beregner miljøpåvirkninger som kommer av kapp og svinn på byggeplass. Det oppstår ikke noe kapp på byggeplass da Uni Wall og Glass Front er produsert etter tegninger. I miljødeklarasjon er det beregnet avfallshåndtering av emballasje. Beregner i tillegg miljøpåvirkninger for en antatt andel svinn på 5 % for alle produktene, basert på verdier gitt i tabell 6-3 i utkast til veileder til TEK17, s. 28. Denne andelen inkluderer svinn fra transport og tas med i denne modulen som en forenkling.				
		Uni Wall	Glass Front	Innerdør
Svinn		5 %	5 %	5 %
Svinn (oppgitt enhet)		1,833	2,970	1,000
Miljøpåvirkning som kommer fra svinn				
		Uni Wall	Glass Front	Innerdør
kg CO ₂ e/DU	Fra EPD	18,965	41,440	73,144
kg CO ₂ e	Svinn	34,754	123,088	73,144
1) Utslipp fra A1-A3 pluss A4 summert, etter utkast til veileder til TEK17, s. 28. Bruker justert GWP, A4 verdi, som beregnet i livsløpsmodulen over.				

Vedlegg A1: Klimagassberegninger for hånd

Del 3: Utslipp fra de ulike livsløpsmodulene					
	A1	A2	A3	A4	A5
	kg CO ₂ e				
243 Systemvegger og glassfelt	2 856,58	86,07	16,79	197,40	161,94
Uni Wall	575,44	55,71	8,83	55,11	35,41
Glass Front	2 281,14	30,36	7,96	142,29	126,53
244 Vinduer, dører og foldevegger	481,60			30,41	95,61
Innerdør	481,60			30,41	95,61

1) A4 blir beregnet ved å multiplisere miljøpåvirkning fra justert transportavstand med mengder bygningsdeler for Julsundvegen 47.

2) A5 blir beregnet ved å multiplisere gitt GWP-verdi i miljødeklarasjon med mengde bygningsdeler for Julsundvegen 47 og legger dette sammen med miljøpåvirkning som kommer fra svinn (som beregnet i

Del 4: Julsundvegen 47, situasjon 2 - Ombruk av bygningsdeler				
Livsløpsmodul A4 - Transport av bygningsdeler fra Waterfront til byggeplass				
Transportavstander i miljødeklarasjon justeres for reelle avstander fra demonteringssted til byggeplass. Det er ikke beregnet svinn under transport, men en samlet svinn og kapp verdi for bygningsdeler i livsløpsmodul A5. Justering av miljøpåvirkning, som kommer av justering av transportavstand, er beregnet som følger:				
Produkt	Adresse Fabrikk	Adresse byggeplass		Distanse (km)
Uni Wall	Nedre Strandgate 25-27, 6004 Ålesund	Julsundvegen 47, 6412 Molde		83
Glass Front				83
Innerdør				83
		Uni Wall	Glass Front	Innerdør
Fra EPD	Kjøretøy	Lastebil	Lastebil	Bil
	Kapasitetsutnyttelse inkl. retur (%)	-	-	53
	Kjøretøytype	Diesel, 16-32 tonn, EURO 4	Diesel, 16-32 tonn, EURO 5	EURO, >32 tonn
	Distanse (km)	293	290	400
	Brennstoff-forbruk (l/tonnkm)	0,09	0,09	0,019
Miljøpåvirkninger som kommer av justering av transportavstand				
		Uni Wall	Glass Front	Innerdør
kg CO ₂ e/DU	Fra EPD	0,964	1,520	2,940
	Produktspesifikk	0,273	0,435	0,610

1) Justering av miljøpåvirkning blir gjort ved å multiplisere miljøpåvirkningen fra miljødeklarasjon med den prosjektspesifikke avstanden og deretter dele dette på avstanden gitt i miljødeklarasjon.

| Livsløpsmodul A5 - Montering på byggeplass | | | | |
| I miljødeklarasjon for Uni Wall og Glass Front er det ikke medregnet noe miljøpåvirkning for material- og energibruk da de blir montert for hånd med manuelle verktøy (verktøy er ikke deklartert for). Miljødeklarasjon for innerdør gir informasjon om at det ikke kreves energi til installasjon. Beregner miljøpåvirkninger som kommer av kapp og svinn som blir generert på byggeplass. Kapp i form av tilpasninger av Uni Wall og Glass Front, og svinn i form av bygningsdeler som ikke er dokumentert å bli brukt. I tillegg gir miljødeklarasjon informasjon om miljøpåvirkning fra avfallshåndtering av emballasje. Beregner miljøpåvirkninger som kommer fra avfallshåndtering av kapp og svinn som vist under. | | | | |

Vedlegg A1: Klimagassberegninger for hånd

A5 - Kapp og svinn på byggeplass:						
		Uni Wall	Glass Front	Innerdør		
Kapp (m ²)		6,88	9,55	0	1)	
Svinn (m ²)		14,52	11,62	1	2)	
Totalt kapp og svinn		21,40	21,17	1		
Totalt kapp og svinn		36,86 %	26,27 %	12,50 %		
1) Systemvegger og glassfelt tilpasses takhøyden i bygninger i Molde. Det kappes av 320 mm i høyden på veggene. Kapp beregnes ved å multiplisere andel mengder, i løpemeter, som blir transportert fra Waterfront til Julsundvegen 47 med 0,32.						
2) Svinn utgjør den resterende mengden bygningsdeler som ikke blir brukt i Molde og dermed antas å gå til avfallbehandling.						
Miljøpåvirkning fra kapp og svinn						
		Uni Wall	Glass Front	Innerdør		
kg CO ₂ e/DU	Fra EPD	0,450	0,803	10,669	1)	
kg CO ₂ e	Kapp og svinn	9,628	16,989	10,669		
1) Summerer utslippene fra miljødeklarasjon fra livsløpsmodul C2-C4.						
Del 4: Utslipp fra de ulike livsløpsmodulene						
		A1	A2	A3	A4	A5
		kg CO ₂ e				
243 Systemvegger og glassfelt		0,00	0,00	0,00	50,90	32,33
Uni Wall		0,00	0,00	0,00	15,85	10,67
Glass Front		0,00	0,00	0,00	35,05	21,65
244 Vinduer, dører og foldevegger		0,00		4,88	36,35	
Innerdør		0,00		4,88	36,35	
1) Ved ombruk av bygningsdeler vil det ikke produseres nye produkter og derfor er A1-A3 lik null.						
2) A4 blir beregnet ved å multiplisere miljøpåvirkning fra justert transportavstand med mengder bygningsdeler for Julsundvegen 47.						
2) A5 blir beregnet ved å multiplisere gitt GWP-verdi i miljødeklarasjon med mengde bygningsdeler for Julsundvegen 47 og legger dette sammen med miljøpåvirkning som kommer fra kapp og svinn (som beregnet i						

Vedlegg A1: Klimagassberegninger for hånd

Del 5: Julsundvegen 49, situasjon 1 - Bygge med nye bygningsdeler						
Livsløpsmodul A1-A3 - Uttak av ressurser og produksjon.						
Miljøpåvirkninger relatert til uttak av ressurser og produksjon av bygningsdeler og produkter er gitt i miljødeklarasjon. Disse verdiene er gjengitt i tabell A1.3 og er oppgitt per deklarete enhet.						
Livsløpsmodul A4 - Transport av bygningsdeler fra fabrikk til byggeplass						
Transportavstander i miljødeklarasjon justeres for reelle avstander fra fabrikk til byggeplass. Det er ikke beregnet svinn under transport, men en samlet svinn og kapp verdi for materialer i livsløpsmodul A5. De produktspesifikke avstandene og justering av miljøpåvirkning er beregnet som for Julsundvegen 47, situasjon 1 - Bygge med nye bygningsdeler.						
Livsløpsmodul A5 - Montering på byggeplass						
I miljødeklarasjon for Uni Wall og Glass Front er det ikke medregnet noe miljøpåvirkning for material- og energibruk, da bygningsdelene blir montert for hånd med manuelle verktøy (verktøy er ikke deklartert for). Miljødeklarasjon for innerdør gir informasjon om at det ikke kreves energi til installasjon. Beregner miljøpåvirkninger som kommer av kapp og svinn på byggeplass. Det oppstår ikke noe kapp på byggeplass da Uni Wall og Glass Front er produsert etter tegninger. I miljødeklarasjon er det beregnet avfallshåndtering av emballasje. Beregner i tillegg miljøpåvirkninger for en antatt andel svinn på 5 % for alle produktene, basert på verdier gitt i tabell 6-3 i utkast til veileder til TEK17, s. 28. Denne andelen inkluderer svinn fra transport og tas med i denne modulen som en forenkling.						
		Uni Wall	Glass Front	Innerdør		
Svinn		5 %	5 %	5 %		
Svinn (oppgitt enhet)		13,911	14,518	2,000		
Miljøpåvirkning som kommer fra svinn						
		Uni Wall	Glass Front	Innerdør		
kg CO ₂ e/DU	Fra EPD	18,965	41,440	73,144	1)	
kg CO ₂ e	Kapp og svinn	263,818	601,630	146,288		
1) Utslipp fra A1-A3 pluss A4 summert, etter utkast til veileder til TEK17, s. 28. Bruker justert GWP, A4 verdi, som beregnet i livsløpsmodulen over.						
Del 5: Utslipp fra de ulike livsløpsmodulene						
		A1	A2	A3	A4	A5
		kg CO ₂ e				
243 Systemvegger og glassfelt		15 517,91	571,27	105,96	1 113,83	887,27
Uni Wall		4 368,09	422,90	67,05	418,33	268,83
Glass Front		11 149,82	148,37	38,91	695,50	618,44
244 Vinduer, dører og foldevegger		2 614,40			165,07	268,27
Innerdør		2 614,40			165,07	268,27
1) A4 blir beregnet ved å multiplisere miljøpåvirkning fra justert transportavstand med mengderbygningdeler for Julsundvegen 49.						
2) A5 blir beregnet ved å multiplisere gitt GWP-verdi i miljødeklarasjon med mengde bygningsdeler for Julsundvegen 49 og legger dette sammen med miljøpåvirkning som kommer fra svinn (som beregnet i						

Vedlegg A1: Klimagassberegninger for hånd

Del 6: Julsundvegen 49, situasjon 2 - Ombruk av bygningsdeler						
Livsløpsmodul A4 - Transport av bygningsdeler fra fabrikk til byggeplass						
Transportavstander i miljødeklarasjon justeres for reelle avstander fra demonteringssted til byggeplass. Det er ikke beregnet svinn under transport, men en samlet svinn og kapp verdi for bygningsdeler i livsløpsmodul A5. Justering av miljøpåvirkning, som kommer av justering av transportavstand, er beregnet som for Julsundvegen 47, situasjon 2 - Ombruk av bygningsdeler.						
Livsløpsmodul A5 - Montasje på byggeplass						
Beregner miljøpåvirkninger som kommer av kapp og svinn, som blir generert på byggeplass. Kapp i form av tilpasninger av Uni Wall og Glass Front, og i form av bygningsdeler som ikke er dokumentert å bli brukt. Miljødeklarasjon gir informasjon om miljøpåvirkning fra avfallshåndtering av emballasje. Beregner miljøpåvirkninger som kommer fra avfallshåndtering av kapp og svinn som vist under.						
A5 - Kapp og svinn på byggeplass:						
	Uni Wall	Glass Front	Innerdør			
Kapp (m ²)	52,22	46,67	0		1)	
Svinn (m ²)	110,20	56,78	11		2)	
Totalt kapp og svinn	162,42	103,46	11			
Totalt kapp og svinn	36,86 %	26,27 %	22,45 %			
1) Systemvegger og glassfelt tilpasses takhøyden i bygninger i Molde. Det kappes av 320 mm i høyden på veggene. Kapp beregnes ved å multiplisere andel mengder, i løpemeter, som blir transportert fra Waterfront til Julsundvegen 49 med 0,32.						
2) Svinn utgjør den resterende mengden bygningsdeler som ikke blir brukt i Molde og dermed antas å gå til avfallsbehandling.						
Miljøpåvirkning fra kapp og svinn						
		Uni Wall	Glass Front	Innerdør		
kg CO ₂ e/DU	Fra EPD	0,450	0,803	10,669	1)	
kg CO ₂ e	Kapp og svinn	73,089	83,039	117,358		
1) Summerer utslippene fra miljødeklarasjon fra livsløpsmodul C2-C4.						
Del 6: Utslipp fra de ulike livsløpsmodulene						
		A1	A2	A3	A4	A5
		kg CO ₂ e				
243 Systemvegger og glassfelt		0,00	0,00	0,00	291,65	186,86
Uni Wall		0,00	0,00	0,00	120,33	81,02
Glass Front		0,00	0,00	0,00	171,32	105,84
244 Vinduer, dører og foldevegger		0,00		29,89	274,65	
Innerdør		0,00		29,89	274,65	
1) Ved ombruk av bygningsdeler vil det ikke produseres nye produkter og derfor er A1-A3 lik null.						
2) A4 blir beregnet ved å multiplisere miljøpåvirkning fra justert transportavstand med mengde bygningsdeler for Julsundvegen 49.						
3) A5 blir beregnet ved å multiplisere gitt GWP-verdi i miljødeklarasjon med mengde bygningsdeler for Julsundvegen 49 og legger dette sammen med miljøpåvirkning som kommer fra kapp og svinn (som beregnet i livsløpsmodul A5 over).						

Vedlegg A1: Klimagassberegninger for hånd

Tabell A1-4: Totale utslipp for bygningsdel 24. Inspirasjon hentet fra utkast til veileder til TEK17 del 9.4, s. 39 og 34.					
Waterfront, situasjon 1					
Bygningsdeler	C1	C2	C3	C4	Totalt
kg CO ₂ e					
24 Innervegger	0,05	223,29	855,11	134,90	1 213,35
243 Systemvegger og glassfelt	0,00	185,62	285,11	134,45	605,17
244 Vinduer, dører og foldevegger	0,05	37,68	570,00	0,45	608,18
Waterfront, situasjon 2					
24 Innervegger	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
243 Systemvegger og glassfelt	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
244 Vinduer, dører og foldevegger	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julsundvegen 47, situasjon 1					
Bygningsdeler	A1-A3		A4	A5	Totalt
kg CO ₂ e					
24 Innervegger	3 441,04		227,81	257,56	3 926,41
243 Systemvegger og glassfelt	2 959,44		197,40	161,94	3 318,78
244 Vinduer, dører og foldevegger	481,60		30,41	95,61	607,62
Julsundvegen 47, situasjon 2					
24 Innervegger	0,00		55,78	68,68	124,46
243 Systemvegger og glassfelt	0,00		50,90	32,33	83,23
244 Vinduer, dører og foldevegger	0,00		4,88	36,35	41,23
Julsundvegen 49, situasjon 1					
24 Innervegger	18 809,54		1 278,90	1 155,54	21 243,97
243 Systemvegger og glassfelt	16 195,14		1 113,83	887,27	18 196,24
244 Vinduer, dører og foldevegger	2 614,40		165,07	268,27	3 047,73
Julsundvegen 49, situasjon 2					
24 Innervegger	0,00		321,55	461,51	783,06
243 Systemvegger og glassfelt	0,00		291,65	186,86	478,52
244 Vinduer, dører og foldevegger	0,00		29,89	274,65	304,54

	Totale utslipp fra alle bygningene sammenstilt	
	A1+A2+A3+A4+A5+C1+C2+C3+C4	
Situasjon 1 - Riving og bygge med nye bygningsdeler	26 383,73	
Situasjon 2 - Demontering og ombruk av bygningsdeler	907,52	

A.2 Klimagassberegninger i One Click LCA

Vedlegg A2: Klimagassberegninger i One Click LCA

Julsundvegen 47, situasjon 1								
Modul	Ressurs	Mengde	Enhet	Klimagassutslipp kg CO ₂ e	Tykkelse (mm)	Bygningsdel	Ressurstype	Transporttype
A1-A3	Uni Wall systemvegg, 98 mm, 3600x2700 mm, 9.72 m ² , 343kg, UniWall 98mm (Moelven Modus)	36,65	m ²	639,95	98	243 - Systemvegger, glassfelt	Systemvegger (uten vinduer)	
A1-A3	Glass partition wall, with aluminium frame, t: 10,38 mm, 2400x2700 mm, 26.7 kg/m ² , Glass Front (Moelven Modus)	59,4	m ²	2 319,27		243 - Systemvegger, glassfelt	Systemvegger (vinduer)	
A1-A3				2 959,22		243 - Systemvegger, glassfelt		
A4	Uni Wall systemvegg, 98 mm, 3600x2700 mm, 9.72 m ² , 343kg, UniWall 98mm (Moelven Modus)	36,65	m ²	163,43	98	243 - Systemvegger, glassfelt	Systemvegger (uten vinduer)	Trailer, 40 tonns kapasitet, 50% fyllingsrate
A4	Glass partition wall, with aluminium frame, t: 10,38 mm, 2400x2700 mm, 26.7 kg/m ² , Glass Front (Moelven Modus)	59,4	m ²	35,54		243 - Systemvegger, glassfelt	Systemvegger (vinduer)	Trailer, 40 tonns kapasitet, 50% fyllingsrate
A4				198,97		243 - Systemvegger, glassfelt		
A5	Uni Wall systemvegg, 98 mm, 3600x2700 mm, 9.72 m ² , 343kg, UniWall 98mm (Moelven Modus)	36,65	m ²	40,99	98	243 - Systemvegger, glassfelt	Systemvegger (uten vinduer)	
A5	Glass partition wall, with aluminium frame, t: 10,38 mm, 2400x2700 mm, 26.7 kg/m ² , Glass Front (Moelven Modus)	59,4	m ²	120,12		243 - Systemvegger, glassfelt	Systemvegger (vinduer)	
A5				161,11		243 - Systemvegger, glassfelt		
				3 319,30		243 - Systemvegger, glassfelt		
A1-A3	Innerdør, 1.23m x 2.18m, 22.6 kg/m ² , fire class EI30 (Knudsen Dørfabrikk)	18,77	m ²	481,61		244 - Vinduer, dører, foldevegger	Tredører	
A4	Innerdør, 1.23m x 2.18m, 22.6 kg/m ² , fire class EI30 (Knudsen Dørfabrikk)	18,77	m ²	12,31		244 - Vinduer, dører, foldevegger	Tredører	Trailer, 40 tonns kapasitet, 50% fyllingsrate
A5	Innerdør, 1.23m x 2.18m, 22.6 kg/m ² , fire class EI30 (Knudsen Dørfabrikk)	18,77	m ²	28,43		244 - Vinduer, dører, foldevegger	Tredører	
				522,35		244 - Vinduer, dører, foldevegger		
A1-A3 totalt				3 440,83				
A4 totalt				211,28				
A5 totalt				189,54				
				3 841,65				

Vedlegg A2: Klimagassberegninger i One Click LCA

Julsundvegen 47, situasjon 2								
Modul	Ressurs	Mengde	Enhet	Klimagassutslipp kg CO ₂ e	Tykkelse (mm)	Bygningsdel	Ressurstype	Transporttype
A1-A3	Uni Wall systemvegg, 98 mm, 3600x2700 mm, 9.72 m ² , 343kg, UniWall 98mm (Moelven Modus)	58,05	m ²	0,00	98	243 - Systemvegger, glassfelt	Systemvegger (uten vinduer)	
A1-A3	Glass partition wall, with aluminium frame, t: 10,38 mm, 2400x2700 mm, 26.7 kg/m ² , Glass Front (Moelven Modus)	80,57	m ²	0,00		243 - Systemvegger, glassfelt	Systemvegger (vinduer)	
A1-A3				0,00		243 - Systemvegger, glassfelt		
A4	Uni Wall systemvegg, 98 mm, 3600x2700 mm, 9.72 m ² , 343kg, UniWall 98mm (Moelven Modus)	58,05	m ²	47,01	98	243 - Systemvegger, glassfelt	Systemvegger (uten vinduer)	Trailer, 40 tonns kapasitet, 50% fyllingsrate
A4	Glass partition wall, with aluminium frame, t: 10,38 mm, 2400x2700 mm, 26.7 kg/m ² , Glass Front (Moelven Modus)	80,57	m ²	8,75		243 - Systemvegger, glassfelt	Systemvegger (vinduer)	Trailer, 40 tonns kapasitet, 50% fyllingsrate
A4				55,76		243 - Systemvegger, glassfelt		
A5	Uni Wall systemvegg, 98 mm, 3600x2700 mm, 9.72 m ² , 343kg, UniWall 98mm (Moelven Modus)	58,05	m ²	0,00	98	243 - Systemvegger, glassfelt	Systemvegger (uten vinduer)	
A5	Glass partition wall, with aluminium frame, t: 10,38 mm, 2400x2700 mm, 26.7 kg/m ² , Glass Front (Moelven Modus)	80,57	m ²	0,00		243 - Systemvegger, glassfelt	Systemvegger (vinduer)	
A5				0,00		243 - Systemvegger, glassfelt		
				55,76		243 - Systemvegger, glassfelt		
A1-A3	Innerdør, 1.23m x 2.18m, 22.6 kg/m ² , fire class EI30 (Knudsen Dørfabrikk)	21,45	m ²	0,00		244 - Vinduer, dører, foldevegger	Tredører	
A4	Innerdør, 1.23m x 2.18m, 22.6 kg/m ² , fire class EI30 (Knudsen Dørfabrikk)	21,45	m ²	1,98		244 - Vinduer, dører, foldevegger	Tredører	Trailer, 40 tonns kapasitet, 50% fyllingsrate
A5	Innerdør, 1.23m x 2.18m, 22.6 kg/m ² , fire class EI30 (Knudsen Dørfabrikk)	21,45	m ²	0,00		244 - Vinduer, dører, foldevegger	Tredører	
				1,98		244 - Vinduer, dører, foldevegger		
A5	Aluminium	5,08	kg	0,05			Metallavfall	
A5	Bygningsavfall til deponi	12,2	kg	0,56			Other waste	
A5	Stålavfall	64,3	kg	0,66			Metallavfall	
A5	Blandet avfall	88,48	kg	32,60			Other waste	
A5	Gips	346,68	kg	3,32			Mineral waste	
A5	Glass	503,85	kg	7,79			Mineral waste	
A5				44,98				

Vedlegg A2: Klimagassberegninger i One Click LCA

A1-A3 totalt			0,00			
A4 totalt			57,74			
A5 totalt			44,98			
			102,72			

Datakilder for avfallstyper:		
Ressurs	Ressurstype	Datakilde
Aluminium	Metallavfall	
Bygningsavfall til deponi	Other waste	LCA based on Ecoinvent for construction waste (OneClickLCA 2015)
Stålavfall	Metallavfall	LCA for steel waste (OneClickLCA 2016)
Blandet avfall	Other waste	LCA based on Ecoinvent for mixed waste (OneClickLCA 2016)
Gips	Mineral waste	LCA inventory based on Ecoinvent for gypsum waste (OneClickLCA 2015)
Glass	Mineral waste	LCA for construction glass waste (OneClickLCA 2017)
Datakilde transport:		
Trailer, 40 tonns kapasitet, 50% fyllingsrate		LCA for European transportation based on VTTs Lipasto, OneClickLCA 2017

Informasjon om valgt transport i One Click LCA for materialer og avfallstransport						
Transport	Land	År	Enhet	GWP (kg CO ₂ e/tonnkm)		Datsett
Trailer, 40 tonns kapasitet	Europa	2016	tonnkm	0,049		Livssyklus
Informasjon om avfallsbehandling og -håndtering i One Click LCA						
Material		GWP (kg CO ₂ e/kg)	Oppstrømsdatabaser	Land		Type datsett
Gypsum waste (gips)		7,10E-03	Ecoinvent	Verden		Endt levetid
Glass waste (glass)		1,30E-02	Ecoinvent	Verden		Endt levetid
Steel waste (stålavfall/metallavfall)		7,80E-03	Ecoinvent	Verden		Endt levetid
Mixed waste (Blandet avfall)		3,70E-01	Ecoinvent	Verden		Endt levetid
Aluminium waste (Aluminium/metallavfall)		7,80E-03	Ecoinvent	Verden		Endt levetid
Construction waste to landfill (byggningsavfall til deponi)		4,36E-02	Ecoinvent	Verden		Endt levetid

Vedlegg A2: Klimagassberegninger i One Click LCA

Standard scenarier og antagelser for materialer i One Click LCA	
Gypsum board partitioning system, 98 mm, 3600x2700 mm, 9.72 m ² , 343 kg, Uni Wall 98 mm (Moelven Modus): NEPD-2146-972-EN	
År	2020
Transportavstandsverdier	60
Transportmetode	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate: 0,0383 kg CO ₂ e/tonnkm
Referanse for transportavstand	Based on goods Transport by Road of 2014, Statistics Finland; row: 33. Glass, glassware and pottery.; Rounded value.
Avfall på byggeplassen	0,00 %
Referanse til avfall på byggeplassen	Based on: Estimating Building Costs edited by Calin M. Popescu, Kan Phaobunjong, pg. 440, ch.13.5, par. Step 2
Avfallsbehandlingsscenario	Landfilling (for inert materials)
Standardmetode for avfallsbehandling	C2: Dumper, 19 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate: 0,0732 kg CO ₂ e/tonnkm
	C4: Inert materials landfilling: 0,0026 kg CO ₂ e/kg
Glass partition wall, with aluminium frame, t: 10,38 mm, 2400x2700 mm, 26.7 kg/m ² , Glass Front (Moelven Modus): NEPD-2270-1035-NO	
År	2020
Transportavstandsverdier	60
Transportmetode	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate: 0,0383 kg CO ₂ e/tonnkm
Referanse for transportavstand	Based on goods Transport by Road of 2014, Statistics Finland; row: 33. Glass, glassware and pottery.; Rounded value
Avfall på byggeplassen	0,00 %
Referanse til avfall på byggeplassen	Based on: Estimating Building Costs edited by Calin M. Popescu, Kan Phaobunjong, pg. 440, ch.13.5, par. Step 2
Avfallsbehandlingsscenario	Glass-containing product recycling (80% glass)
Standardmetode for avfallsbehandling	C2: Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate: 0,0383 kg CO ₂ e/tonnkm
	C3: Recycling of glass, glassculleting and handling: 3,0E-04 kg CO ₂ e/kg
	C4: Inert materials landfilling: 0,0026 kg CO ₂ e/kg
	D: Glass cullet: 0,0131 kg CO ₂ e/kg
Wooden interior door, per m ² , 809x2053 mm, 42x92 mm frame, 52 mm door leaf (Nordic Dørfabrikk): NEPD-1535-525-EN	
År	2018
Transportavstandsverdier	130
Transportmetode	Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate: 0,0383 kg CO ₂ e/tonnkm
Referanse for transportavstand	Based on goods Transport by Road of 2014, Statistics Finland; row: 9. The mechanical forest industry products, sawn timber, panels, panel products, wooden house elements and the like.; Rounded value.
Avfall på byggeplassen	0,00 %
Referanse til avfall på byggeplassen	Based on: Estimating Building Costs edited by Calin M. Popescu, Kan Phaobunjong, pg. 440, ch.13.5, par. Step 2.
Avfallsbehandlingsscenario	Wood-containing product incineration (80% wood)
Standardmetode for avfallsbehandling	C2: Trailer, 40 tonns kapasitet, 100% fyllingsrate: 0,0383 kg CO ₂ e/tonnkm
	C3: Waste wood and wood products incineration: 0,0129 kg CO ₂ e/kg
	C4: Inert materials landfilling: 0,0026 kg CO ₂ e/kg

Vedlegg A2: Klimagassberegninger i One Click LCA

Julsundvegen 49, situasjon 1								
Modul	Ressurs	Mengde	Enhet	Klimagassutslipp kg CO ₂ e	Tykkelse (mm)	Bygningsdel	Ressurstype	Transporttype
A1-A3	Uni Wall systemvegg, 98 mm, 3600x2700 mm, 9.72 m ² , 343kg, UniWall 98mm (Moelven Modus)	278,22	m ²	4 858,00	98	243 - Systemvegger, glassfelt	Systemvegger (uten vinduer)	
A1-A3	Glass partition wall, with aluminium frame, t: 10,38 mm, 2400x2700 mm, 26.7 kg/m ² , Glass Front (Moelven Modus)	290,36	m ²	11 337,11		243 - Systemvegger, glassfelt	Systemvegger (vinduer)	
A1-A3				16 195,11		243 - Systemvegger, glassfelt		
A4	Uni Wall systemvegg, 98 mm, 3600x2700 mm, 9.72 m ² , 343kg, UniWall 98mm (Moelven Modus)	278,22	m ²	1 240,66	98	243 - Systemvegger, glassfelt	Systemvegger (uten vinduer)	Trailer, 40 tonns kapasitet, 50% fyllingsrate
A4	Glass partition wall, with aluminium frame, t: 10,38 mm, 2400x2700 mm, 26.7 kg/m ² , Glass Front (Moelven Modus)	290,36	m ²	173,71		243 - Systemvegger, glassfelt	Systemvegger (vinduer)	Trailer, 40 tonns kapasitet, 50% fyllingsrate
A4				1 414,37		243 - Systemvegger, glassfelt		
A5	Uni Wall systemvegg, 98 mm, 3600x2700 mm, 9.72 m ² , 343kg, UniWall 98mm (Moelven Modus)	278,22	m ²	311,19	98	243 - Systemvegger, glassfelt	Systemvegger (uten vinduer)	
A5	Glass partition wall, with aluminium frame, t: 10,38 mm, 2400x2700 mm, 26.7 kg/m ² , Glass Front (Moelven Modus)	290,36	m ²	587,19		243 - Systemvegger, glassfelt	Systemvegger (vinduer)	
A5				898,38		243 - Systemvegger, glassfelt		
				18 507,86		243 - Systemvegger, glassfelt		
A1-A3	Innerdør, 1.23m x 2.18m, 22.6 kg/m ² , fire class EI30 (Knudsen Dørfabrikk)	101,89	m ²	2 614,32		244 - Vinduer, dører, foldevegger	Tredører	
A4	Innerdør, 1.23m x 2.18m, 22.6 kg/m ² , fire class EI30 (Knudsen Dørfabrikk)	101,89	m ²	66,82		244 - Vinduer, dører, foldevegger	Tredører	Trailer, 40 tonns kapasitet, 50% fyllingsrate
A5	Innerdør, 1.23m x 2.18m, 22.6 kg/m ² , fire class EI30 (Knudsen Dørfabrikk)	101,89	m ²	154,33		244 - Vinduer, dører, foldevegger	Tredører	
				2 835,47		244 - Vinduer, dører, foldevegger		
A1-A3 totalt				18 809,43				
A4 totalt				1 481,19				
A5 totalt				1 052,71				
				21 343,33				

Vedlegg A2: Klimagassberegninger i One Click LCA

Julsundvegen 49, situasjon 2								
Modul	Ressurs	Mengde	Enhet	Klimagassutslipp kg CO ₂ e	Tykkelse (mm)	Bygningsdel	Ressurstype	Transporttype
A1-A3	Uni Wall systemvegg, 98 mm, 3600x2700 mm, 9.72 m ² , 343kg, UniWall 98mm (Moelven Modus)	440,64	m ²	0,00	98	243 - Systemvegger, glassfelt	Systemvegger (uten vinduer)	
A1-A3	Glass partition wall, with aluminium frame, t: 10,38 mm, 2400x2700 mm, 26.7 kg/m ² , Glass Front (Moelven Modus)	393,82	m ²	0,00		243 - Systemvegger, glassfelt	Systemvegger (vinduer)	
A1-A3				0,00		243 - Systemvegger, glassfelt		
A4	Uni Wall systemvegg, 98 mm, 3600x2700 mm, 9.72 m ² , 343kg, UniWall 98mm (Moelven Modus)	440,64	m ²	356,87	98	243 - Systemvegger, glassfelt	Systemvegger (uten vinduer)	Trailer, 40 tonns kapasitet, 50% fyllingsrate
A4	Glass partition wall, with aluminium frame, t: 10,38 mm, 2400x2700 mm, 26.7 kg/m ² , Glass Front (Moelven Modus)	393,82	m ²	42,79		243 - Systemvegger, glassfelt	Systemvegger (vinduer)	Trailer, 40 tonns kapasitet, 50% fyllingsrate
A4				356,87		243 - Systemvegger, glassfelt		
A5	Uni Wall systemvegg, 98 mm, 3600x2700 mm, 9.72 m ² , 343kg, UniWall 98mm (Moelven Modus)	440,64	m ²	0,00	98	243 - Systemvegger, glassfelt	Systemvegger (uten vinduer)	
A5	Glass partition wall, with aluminium frame, t: 10,38 mm, 2400x2700 mm, 26.7 kg/m ² , Glass Front (Moelven Modus)	393,82	m ²	0,00		243 - Systemvegger, glassfelt	Systemvegger (vinduer)	
A5				0,00		243 - Systemvegger, glassfelt		
				356,87		243 - Systemvegger, glassfelt		
A1-A3	Innerdør, 1.23m x 2.18m, 22.6 kg/m ² , fire class EI30 (Knudsen Dørfabrikk)	131,39	m ²	0,00		244 - Vinduer, dører, foldevegger	Tredører	
A4	Innerdør, 1.23m x 2.18m, 22.6 kg/m ² , fire class EI30 (Knudsen Dørfabrikk)	131,39	m ²	12,10		244 - Vinduer, dører, foldevegger	Tredører	Trailer, 40 tonns kapasitet, 50% fyllingsrate
A5	Innerdør, 1.23m x 2.18m, 22.6 kg/m ² , fire class EI30 (Knudsen Dørfabrikk)	131,39	m ²	0,00		244 - Vinduer, dører, foldevegger	Tredører	
				12,10		244 - Vinduer, dører, foldevegger		
A5	Aluminium	24,83	kg	0,25			Metallavfall	
A5	Bygningsavfall til deponi	92,58	kg	4,26			Other waste	
A5	Stålavfall	488,58	kg	4,98			Metallavfall	
A5	Blandet avfall	844,14	kg	311,02			Other waste	
A5	Glass	2462,4	kg	38,05			Mineral waste	
A5	Gips	2631,2	kg	25,22			Mineral waste	
A5				383,78				

Vedlegg A2: Klimagassberegninger i One Click LCA

A1-A3 totalt			0,00				
A4 totalt			368,97				
A5 totalt			383,78				
			752,75				

Totale utslipp for Julsundvegen 47 og Julsundvegen 49 fordelt på bygningsdeler				
Julsundvegen 47, situasjon 1				
Bygningsdeler	A1-A3	A4	A5	Totalt
kg CO ₂ e				
24 Innervegger	3 440,83	211,28	189,54	3 841,65
243 Systemvegger og glassfelt	2 959,22	198,97	161,11	3 319,30
Uni Wall	639,95	163,43	40,99	844,37
Glass Front	2 319,27	35,54	120,12	2 474,93
244 Vinduer, dører og foldevegger	481,61	12,31	28,43	522,35
Innerdør	481,61	12,31	28,43	522,35
Julsundvegen 47, situasjon 2				
24 Innervegger	0,00	57,74	44,98	102,72
243 Systemvegger og glassfelt	0,00	55,76	44,98	100,74
Uni Wall	0,00	47,01	44,98	91,99
Glass Front	0,00	8,75		8,75
244 Vinduer, dører og foldevegger	0,00	1,98	0,00	1,98
Innerdør	0,00	1,98	0,00	1,98
Julsundvegen 49, situasjon 1				
24 Innervegger	18 809,43	1 481,19	1 052,71	21 343,33
243 Systemvegger og glassfelt	16 195,11	1 414,37	898,38	18 507,86
Uni Wall	4 858,00	1 240,66	311,19	6 409,85
Glass Front	11 337,11	173,71	587,19	12 098,01
244 Vinduer, dører og foldevegger	2 614,32	66,82	154,33	2 835,47
Innerdør	2 614,32	66,82	154,33	2 835,47
Julsundvegen 49, situasjon 2				
24 Innervegger	0,00	411,76	383,78	795,54
243 Systemvegger og glassfelt	0,00	399,66	383,78	783,44
Uni Wall	0,00	356,87	383,78	740,65
Glass Front	0,00	42,79		42,79
244 Vinduer, dører og foldevegger	0,00	12,10	0,00	12,10
Innerdør	0,00	12,10	0,00	12,10

B Vedlegg

B.1 Kostnadsberegninger

Kostnadsberegninger

I dette vedlegget vil du finne utfyllende informasjon om bakgrunn for kostnadsberegninger som er utført i denne bacheloroppgaven. Formålet med utregningene er å se om det er økonomisk gunstig å bruke ombruksmaterialer i stedet for å bruke nye materialer. Derfor ble det utarbeidet to situasjoner for å kunne svare på dette. Det ble innhentet data fra ulike involverte aktører i prosjektene, Quality Hotel Waterfront, Nedre Strandgate 25-27, 6004 Ålesund og Julsundvegen 47-49, 6412 Molde. Det er i tillegg innhentet data om avfallshåndtering fra Norsk Gjenvinning, Ålesund.

På bakgrunn av dette er beregningene gjort i fire deler:

Del 1: Quality Hotel Waterfront, situasjon 1 – Rive bygningsdeler:

Materialene fra Waterfront rives og avfallshåndteres. Arbeidskostnaden beregnes basert på arbeidstimer. Avfallshåndtering inkluderer leie av container, kjøp av SmartSekk, transport av avfall og kostnader for avfallsbehandling på gjenvinningstasjon. Valg av containerstørrelse er bestemt ut ifra beregnet volum av materialer som skal avfallshåndteres. Basert på informasjon fra Norsk Gjenvinning ble det utregnet kostnader for leie av container, frakt, og behandling av avfallet på gjenvinningstasjon.

Del 2: Julsundvegen 47 og 49, situasjon 1 - Bygge med nye bygningsdeler:

Kostnader for nye materialer blir beregnet, med tillegg for svinn. Deretter er det beregnet kostnader for montering, basert på etasjen som er ferdig montert på tidspunktet når bacheloroppgaven blir skrevet. Det er beregnet volum av svinn for å kunne bestemme containerstørrelser. Antall dager med leie av container, er basert på tidsbruken i etasjen som er ferdig montert. Deretter er kostnadene for leie og frakt av container, samt avfallsbehandling av svinn utregnet.

Del 3: Quality Hotel Waterfront, situasjon 2 - Demontere bygningsdeler:

Materialene fra Waterfront blir demontert, pakket for transport og lastet om bord i lastebiler. Basert på dette er arbeidskostnader utregnet. Transportkostnader er det gitt informasjon om fra involvert aktør. Avfallet fra demonteringen var omtrent 50 kg per etasje (Skotheim, 2022), og grunnet uvissheter rundt innholdet, er det sett bort fra disse mengdene i oppgaven.

Del 4: Julsundvegen 47 og 49, situasjon 2 - Ombruk av bygningsdeler:

Bygningsdeler fra Waterfront må sortering og tilpases før montering. Det er derfor beregnet kostnader for tilpasning og sortering av bygningsdeler, basert på priser fra involverte aktører. Kostnadene for montering av bygningsdelene er oppgitt av involvert aktør å være lik som for situasjon 1, og er utregnet på samme måte. Alt av resterende bygningsdeler fra Waterfront som ikke er dokumentert å bli brukt i Julsundvegen, regnes som svinn, og går til avfallshåndtering. Det er beregnet kostnader for leie og frakt av container basert på volumet av kapp og svinn og arbeidstid. Det er beregnet to alternativer for avfallshåndtering av kapp og svinn grunnet lav avfallsmengden for enkelte av bygningsdelene.

Forutsetninger for beregninger:

Kostnader som er innhentet inkluderer ikke mva og det blir ikke beregnet for dette i denne oppgaven.

Kostnader som er innhentet fra demontering, riving, remontering og transport, tar for seg alle materialer som er demontert i kontorlokalene i Waterfront. Det er ikke gitt egne priser for bygningsdelene det er valgt å se på i oppgaven, altså priser for kun Uni Wall, Glass Front og innerdør.

Glass Front og Uni Wall inneholder en liten andel farlig avfall. Dette blir sett vekk fra i beregningene i denne oppgaven. Avfall som ikke er beskrevet i miljødeklarasjon til å gå til resirkulering eller materialgjenvinning blir regnet som restavfall. Det samme gjelder avfall slik som isolasjon som vil gå til deponi.

For beregningene er det brukt regneprogram Microsoft Excel. Noe av dataen vil være sensurert. Dette kommer av konfidensiell informasjon om blant annet priser.

Vedlegg B: Kostnadsberegninger

Tabell B1.1: Beregnede mengder som det blir tatt utgangspunkt i. Hentet fra vedlegg A1.					
	Omregnet mengde			Omregnet mengde	
	Mengde	Enhet		Mengde	Enhet
Waterfront			Julsundvegen 47		
243 Systemvegger og glassfelt			243 Systemvegger og glassfelt		
Uni Wall 37 dB	498,69	m ²	Uni Wall 37 dB	36,65	m ²
Glass Front 25 dB	334,80	m ²	Glass Front 25 dB	23,32	m ²
Glass Front 35 dB	139,59	m ²	Glass Front 35 dB	36,08	m ²
244 Vinduer, dører og foldevegger			244 Vinduer, dører og foldevegger		
Innerdør	57,00	stk	Innerdør	7,00	stk
			Julsundvegen 49		
			243 Systemvegger og glassfelt		
			Uni Wall 37 dB	278,22	m ²
			Glass Front 25 dB	219,20	m ²
			Glass Front 35 dB	71,16	m ²
			244 Vinduer, dører og foldevegger		
			Innerdør	38,00	stk
Tabell B1.2: Fordeling av materialer i bygningsdeler per deklart enhet. Hentet fra miljødeklarasjoner til Uni Wall, Glass Front og innerdør					
Materialer i bygningsdel	kg	%	Avfallstype	Kommentar	
Uni Wall					
Gipsplater, hvorav:	16,20	79 %	Gips	Grunnet avrundinger i miljødeklarasjon blir summen 100,40 %. Dette regnes som et lite avvik, og de prosentvise andelen fra miljødeklarasjon blir brukt videre i utregningene.	
Gips	15,50	76 %			
Kartong	0,6	3 %			
Tilsatser	0,1	0 %			
Stål, zink-/fargebelagt	2,68	13 %	Metall		
Farge	0,36	2 %	Restavfall		
Isolajon	0,57	3 %	Restavfall		
Lim	0,26	1 %	Restavfall		
Overflatematerialer/tapet	0,12	1 %	Restavfall		
Skruer	0,21	1 %	Metall		
Gummilister	0,09	0,40 %	Restavfall		
Sum	20,49	100,40 %			
Glass Front					
Laminert glassruter	24,19	98 %		Grunnet avrundinger i miljødeklarasjon blir summen 100,30 %. Dette regnes som et lite avvik, og de prosentvise andelen fra miljødeklarasjon blir brukt videre i utregningene.	
Glass	23,80	97 %	Glass		
PVB-film	0,35	1 %	Restavfall		
Aluminiumprofiler	0,24	1 %	Metall		
Gummilist	0,16	1 %	Restavfall		
Glasstape	0,02	0,10 %	Restavfall		
Skru	0,06	0,20 %	Metall		
Sum	24,67	100,30 %			
Innerdør					
HDF-plate	12,95	21,34 %	Restavfall	Miljødeklarasjon viser en totalvekt på 60,67 kg, mens ved summering i excel blir det utregnet til 60,68 kg. Dette kan komme av desimaler som ikke er synlig grunnet avrundinger.	
Sponplate	27,2	44,82 %	Restavfall		
Rammetre i gran	8,19	13,49 %	Restavfall		
Lim	0,77	1,27 %	Restavfall		
Kantlist	0,05	0,09 %	Restavfall		
Karm	9,46	15,59 %	Restavfall		
Låskasse og hengsler	1,18	1,95 %	Metall		
Maling og lakk	0,66	1,09 %	Restavfall		
Brannlist	0,22	0,36 %	Restavfall		
Sum	60,68	100,00 %			

Vedlegg B: Kostnadsberegninger

Innhentede priser				
Innhentede priser fra Norsk Gjenvinning for avfallsbehandling				
Avfallstype	Avfallsbehandling	Pris	Enhet	
Gips	Materialgjenvinning	kr 1 589,00	per tonn	
Stål og aluminium	Materialgjenvinning	kr -	per tonn	
Glass	Materialgjenvinning	kr 2 030,00	per tonn	
Restavfall	Forbrenning/deponi	kr 2 030,00	per tonn	
Kostnader for ulike containerstørrelser og alternativer til container				
Metallcontainer				
Størrelse	Enhet	Pris for leie (kr per dag)	Frakt en vei (kr)	
5	m ³	kr 39,00	kr	1 396,00
10	m ³	kr 39,00	kr	1 396,00
22	m ³	kr 50,00	kr	1 543,00
30	m ³	kr 62,00	kr	1 543,00
Pallecontainer				
Størrelse	Enhet	Pris for leie (kr per dag)	Frakt per påbegynt time	
1	m ³	kr 20,00	kr	1 000,00
SmartSekk				
Størrelse	Enhet	Pris for kjøp av SmartSekk	Frakt per påbegynt time	
0,8	m ³	kr 139,00	kr	1 600,00
2,4	m ³	kr 176,00	kr	1 600,00 ¹⁾
1) SmartSekker blir hentet for tøming med kranbil. Kranbilen har kapasitet til omtrent 20 SmartSekker og leien ligger på 1600 kr per påbegynte time.				
Kostnad av nye bygningsdeler				
Bygningsdel	Pris ¹⁾			
Uni Wall				
Glass Front 25 dB				
Glass Front 35 dB				
1) Prisene er sensurert grunnet konfidensialitetsavtale.				

Situasjon 1						
Del 1: Quality Hotel Waterfront - Rive bygningsdeler						
Kostnader ved riving av bygningsdeler fra Quality Hotel Waterfront						
	Timer	Timeslønn	Kostnad			
Riving	400	525	kr	210 000,00	1)	
1) Antall timer er basert på erfaringsmessige antagelser fra involvert aktør.						
Kostnader for avfallshåndtering av bygningsdeler som er revet						
Bygningsdel	Uni Wall	Glass Front	Innerdør ¹⁾			
Tykkelse (m)	0,098	0,01038	0,04			
Volum av bygningsdeler (m ³)	48,872	4,924	6,114			
1) For å få volumet til innerdør blir antall dører multiplisert med referansedøren det er beregnet for i miljødeklarasjon, som har dimensjon 1,23m*2,18m.						
	Prosentvis andel av materialer per bygningsdel per deklartert enhet			Volum av materialer	Andel luft	Volum av materialer medregnet luftrom (m ³)
Materialer	Uni Wall	Glass Front	Innerdør	(m ³)		
Gips	79 %	0 %	0 %	38,609	1,5	57,913
Metall	14 %	1,20 %	1,95 %	7,020	1,5	10,530
Glass	0 %	97 %	0 %	4,776	1,5	7,165
Restavfall	7,40 %	2,10 %	98,05 %	9,714	1,5	14,571
1) Multipliserer volum fra bygningsdeler med prosentvis andel av de ulike materialtypene for å finne volumet av de ulike materialene.						
Container type	Avfallstype	Størrelse (m ³)	Antall tøminger	Timer per arbeidsdag	7,5	
Metall container	Gips	30	2	Arbeidsdager i en uke	5	
Metall container	Metall	22	1	Antall dager i en uke	7	
Metall container	Glass	10	1	Dager med		
Metall container	Restavfall	10	2	containerleie ¹⁾	75	
1) Containerleie gjelder alle dager i uken, inkludert helg.						
Avfallstype	Mengde (per enhet)	Vekt material (kg)	Pris ¹⁾	Kostnad		
Uni Wall						
Gips	498,69	16,20	kr 1 589	kr 12 837,18		
Metall	498,69	2,89	kr -	kr -		
Restavfall	498,69	1,40	kr 2 030	kr 1 417,28		
Glass Front						
Metall	474,39	0,30	kr -	kr -		
Glass	474,39	23,80	kr 2 030	kr 22 919,68		
Restavfall	474,39	0,53	kr 2 030	kr 510,40		
Innerdør						
Metall	57,00	1,18	kr -	kr -		
Restavfall	57,00	59,50	kr 2 030	kr 6 884,75		
Totalkostnad for avfallsbehandling				kr 44 569,27		
1) Pris oppgitt per tonn.						
Avfallstype	Leie av container	Kostnader				
		Frakt	Avfallsbehandling	Totalt		
Gips	kr 4 650,00	kr 6 172,00	kr 12 837,18	kr 23 659,18		
Metall	kr 3 750,00	kr 3 086,00	kr -	kr 6 836,00		
Glass	kr 2 925,00	kr 2 792,00	kr 22 919,68	kr 28 636,68		
Restavfall	kr 2 925,00	kr 5 584,00	kr 8 812,42	kr 17 321,42		
Totalkostnad for avfallshåndtering				kr 76 453,27		

Vedlegg B: Kostnadsberegninger

Del 2: Julsundvegen 47 og 49 - Bygge med nye bygningsdeler							
Kostnader for nye bygningsdeler inkludert svinn							
		Uni Wall (m ²)	Glass Front (m ²)		Innerdør (stk)		
			25 dB	35 dB			
Svinn	Julsundvegen 47	1,833	1,166	1,804	1	1)	
	Julsundvegen 49	13,911	10,960	3,558	2		
1) Svinn er beregnet til 5 % i henhold til vedlegg A1.							
Bygningsdel	Mengde	Enhet	Pris (per m ²)	Kostnad			
Uni Wall	330,62	m ²				1) 2)	
Glass Front 25 dB	254,65	m ²					
Glass Front 35 dB	112,60	m ²					
1) Prisene er sensurert grunnet konfidensialitetsavtale.							
2) Pris for nye dører er inkludert i prisen for Uni Wall og Glass Front.							
Kostnader for montering							
Bygningsdel	Mengde	Enhet	Pris (per m ²)	Kostnad			
Uni Wall	314,87	m ²				1) 2)	
Glass Front	349,76	m ²					
1) Monteringskostnadene for dører er inkludert i monteringskostnadene for Uni Wall og Glass Front.							
2) Prisene er sensurert grunnet konfidensialitetsavtale.							
Kostnader for avfallshåndtering av svinn							
Bygningsdel			Uni Wall	Glass Front	Innerdør ¹⁾		
Tykkelse (m)			0,098	0,01038	0,04		
Volum av svinn fra bygningsdeler (m ³)			1,543	0,182	0,322		
1) For å få volumet til innerdør blir antall dører multiplisert med referansedøren det er beregnet for i miljødeklarasjon, som har dimensjon 1,23m*2,18m.							
Prosentvis andel av materialer per bygningsdel per deklart enhet						Volum av svinn medregnet luftrom (m ³)	
Materialer	Uni Wall	Glass Front	Innerdør	Volum av svinn (m ³)	Andel luft		
Gips	79 %	0 %	0 %	1,219	1,5	1,828	
Metall	14 %	1,20 %	1,95 %	0,224	1,5	0,337	
Glass	0 %	97 %	0 %	0,176	1,5	0,264	
Restavfall	7,40 %	2,10 %	98,05 %	0,433	1,5	0,650	
1) Multipliserer volum fra bygningsdeler med prosentvis andel av de ulike materialtypene for å finne volumet av de ulike materialene.							
Container type	Avfallstype	Størrelse (m ³)	Antall ¹⁾	Tid frakt (timer)	Antall måneder med arbeid	5	2)
SmartSekk	Gips	2,4	1	1	Antall dager i året	365	
SmartSekk	Metall	0,8	1	1	Antall måneder i året	12	
Pallecontainer	Glass	1	1	1	Gjennomsnittlig antall dager per måned	30,42	
SmartSekk	Restavfall	0,8	1	1	Dager med containerleie	153	
1) For pallecontainer er dette antall tømninger.							
2) Antall måneder arbeid er basert på den ene etasjen som er fullført på det tidspunktet bacheloroppgaven blir skrevet.							

Vedlegg B: Kostnadsberegninger

Avfallstype	Mengde (per enhet)	Vekt material (kg)	Pris ¹⁾	Kostnad
Uni Wall				
Gips	15,74	16,20	kr 1 589	kr 405,27
Metall	15,74	2,89	kr -	kr -
Restavfall	15,74	1,40	kr 2 030	kr 44,74
Glass Front				
Metall	17,49	0,30	kr -	kr -
Glass	17,49	23,80	kr 2 030	kr 844,93
Restavfall	17,49	0,53	kr 2 030	kr 18,82
Innerdør				
Metall	3,00	1,18	kr -	kr -
Restavfall	3,00	59,50	kr 2 030	kr 362,36
Totalkostnad for avfallsbehandling				kr 1 676,11
1) Pris oppgitt per tonn.				
Avfallstype	Kjøp SmartSekk og leie av pallecontainer	Kostnader		
		Frakt	Avfallsbehandling	Totalt
Gips	kr 139,00	kr 1 600,00	kr 405,27	kr 2 144,27
Metall	kr 176,00	kr -	kr -	kr 176,00 1)
Glass	kr 3 060,00	kr 1 000,00	kr 844,93	kr 4 904,93
Restavfall	kr 176,00	kr -	kr 425,91	kr 601,91 1)
Totalkostnad for avfallshåndtering				kr 7 827,11
1) Siden det er plass til 20 SmartSekker ved frakt av materialer til avfallsbehandling vil kostnaden av frakt bare beregnes for en av materialene. Det er valgt å legge inn denne under gips.				

	Kostnad	Kommentar
Riving av bygningsdeler	kr 210 000,00	
Avfallshåndtering av bygningsdeler fra Waterfront	kr 76 453,27	
Nye materialer	kr 1 488 679,29	Transport inkludert
Montering av bygningsdeler	kr 409 250,52	
Avfallshåndtering av svinn fra Julsundvegen	kr 7 827,11	
Totale kostnader for situasjon 1	kr 2 192 210,20	

Situasjon 2						
Del 3: Quality Hotel Waterfront - Demontere bygningsdeler						
Kostnader ved demontering av bygningsdeler fra Quality Hotel Waterfront						
	Timer	Timeslønn	Kostnad			
Demontering	880	525	kr	462 000,00	1)	
1) Antall timer for demontering inkluderer forsikring pakking av bygningsdeler, samt lastning av bygningsdeler i lastebiler.						
Kostnader for transport av demonterte bygningsdeler fra Quality Hotel Waterfront til Julsundvegen 47 og 49						
Kostnad for transport av demonterte bygningsdeler		kr	75 000,00	1)		
1) Kostnadene for transport fra Waterfront til Julsundvegen er samlet kostnad for 6 lastebiler.						
Del 4: Julsundvegen 47 og 49 - Ombruk av bygningsdeler						
Kostnader fra tilpasninger og sortering av bygningsdeler for remontering						
	Etasjer	Pris sortering (per etasje)		Kostnad		
Sortering	5				1)	
	Etasjer	Pris tilpasning (per etasje)		Kostnad		
Bygningsdel						
Uni Wall	5					
Glass Front	5				1)	
1) Prisene er sensurert grunnet konfidensialitetsavtale.						
Kostnader for remontering						
Bygningsdel	Mengde	Enhet	Pris (per m ²)		Kostnad	
Uni Wall	314,87	m ²				1) 2)
Glass Front	349,76	m ²				
1) Monteringskostnadene for dører er inkludert i monteringskostnadene for Uni Wall og Glass Front.						
2) Prisene er sensurert grunnet konfidensialitetsavtale.						
Kostnader for avfallshåndtering av kapp og svinn						
	Uni Wall (m ²)	Glass Front (m ²)	Innerdør (stk)			
Kapp og svinn	183,82	124,63	12,00		1)	
1) Kapp og svinn beregnes ved å trekke fra ombrukt mengder bygningsdeler fra Julsundvegen 47 og 49 fra de demonterte bygningsdelene i Waterfront.						
Bygningsdel	Uni Wall	Glass Front	Innerdør ¹⁾			
Tykkelse (m)	0,098	0,01038	0,04			
Volum av kapp og svinn fra bygningsdeler (m ³)	18,014	1,294	1,287			
1) For å få volumet til innerdør blir antall dører multiplisert med referansedøren det er beregnet for i miljødeklarasjon, som har dimensjon 1,23m*2,18m.						
	Prosentvis andel av materialer per bygningsdel per deklart enhet			Volum av kapp og svinn (m ³)	Andel luft	Volum av kapp og svinn medregnet luftrom (m ³)
Materialer	Uni Wall	Glass Front	Innerdør			
Gips	79 %	0 %	0 %	14,231	1,5	21,347
Metall	14 %	1,20 %	1,95 %	2,563	1,5	3,844
Glass	0 %	97 %	0 %	1,255	1,5	1,882
Restavfall	7,40 %	2,10 %	98,05 %	2,622	1,5	3,933
1) Multipliserer volum fra bygningsdeler med prosentvis andel av de ulike materialtypene for å finne volumet av de ulike materialene.						

Vedlegg B: Kostnadsberegninger

Alternativ 1 - valg av containerløsning							
Container type	Avfallstype	Størrelse (m ³)	Antall tøminger	Antall måneder med arbeid	5	1)	
Metall container	Gips	22	1	Antall dager i året	365		
Metall container	Metall	5	1	Antall måneder i året	12		
Metall container	Glass	5	1	Gjennomsnittlig antall dager per måned	30,42		
Metall container	Restavfall	5	1				
				Dager med containerleie	153		
1) Antall måneder arbeid er basert på den ene etasjen som er fullført på det tidspunktet bacheloroppgaven blir skrevet.							
Alternativ 2 - valg av containerløsning							
Container type	Avfallstype	Størrelse (m ³)	Antall ¹⁾	Tid frakt (timer)	Antall måneder med arbeid	5	2)
Metall container	Gips	22	1	1	Antall dager i året	365	
SmartSekk	Metall	2,4	2	1	Antall måneder i året	12	
Pallecontainer	Glass	1	2	1	Gjennomsnittlig antall dager per måned	30,42	
SmartSekk	Restavfall	2,4	2	1			
1) For pallecontainer er dette antall tømninger.				Dager med containerleie		153	
2) Antall måneder arbeid er basert på den ene etasjen som er fullført på det tidspunktet bacheloroppgaven blir skrevet.							
Avfallstype	Mengde (per enhet)	Vekt material (kg)	Pris ¹⁾	Kostnad			
Uni Wall							
Gips	183,82	16,20	kr 1 589	kr	4 731,75		
Metall	183,82	2,89	kr -	kr	-		
Restavfall	183,82	1,40	kr 2 030	kr	522,41		
Glass Front							
Metall	124,63	0,30	kr -	kr	-		
Glass	124,63	23,80	kr 2 030	kr	6 021,14		
Restavfall	124,63	0,53	kr 2 030	kr	134,08		
Innerdør							
Metall	12,00	1,18	kr -	kr	-		
Restavfall	12,00	59,50	kr 2 030	kr	1 449,42		
Totalt kostnad for avfallsbehandling						kr	12 858,81
1) Pris oppgitt per tonn.							
Alternativ 1 - totalt kostnad avfallshåndtering							
Avfallstype	Leie av container	Kostnader					
		Frakt	Avfallsbehandling	Totalt			
Gips	kr 7 650,00	kr 3 086,00	kr 4 731,75	kr	15 467,75		
Metall	kr 5 967,00	kr 2 792,00	kr -	kr	8 759,00		
Glass	kr 5 967,00	kr 2 792,00	kr 6 021,14	kr	14 780,14		
Restavfall	kr 5 967,00	kr 2 792,00	kr 2 105,91	kr	10 864,91		
Totalt kostnad for avfallshåndtering						kr	49 871,81
Alternativ 2 - totalt kostnad avfallshåndtering							
Avfallstype	Kjøp SmartSekk og leie av pallecontainer	Kostnader					
		Frakt	Avfallsbehandling	Totalt			
Gips	kr 7 650,00	kr 3 086,00	kr 4 731,75	kr	15 467,75		
Metall	kr 352,00	kr 1 600,00	kr -	kr	1 952,00		
Glass	kr 3 060,00	kr 2 000,00	kr 6 021,14	kr	11 081,14		
Restavfall	kr 352,00	kr -	kr 2 105,91	kr	2 457,91		
Totalt kostnad for avfallshåndtering						kr	30 958,81
1) Siden det er plass til 20 SmartSekker ved frakt av materialer til avfallsbehandling, vil kostnaden av frakt bare beregnes for en av materialene. Det er valgt å legge inn denne under metall.							

Vedlegg B: Kostnadsberegninger

	Kostnad	Kommentar
Demontering og nedpakking av bygningsdeler	kr 462 000,00	
Transport av bygningsdeler til ombruk	kr 75 000,00	
Sortering og tilpasning av bygningsdeler før remontering	kr 1 000 000,00	
Remontering av bygningsdeler	kr 409 250,52	
Avfallshåndtering av kapp og svinn fra Julsundvegen	kr 30 958,81	
Totale kostnader for situasjon 2	kr 1 977 209,33	

Besparelser ved ombruk	kr 215 000,87
------------------------	---------------

