

NOTAT

OPPDRAAG	Dolviken – Reguleringsplan	DOKUMENTKODE	10220039-06-RIM-NOT-001
EMNE	Klimagassberegninger KPA 2018	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Bybo AS	OPPDRAAGSLEDER	Lise Marie Laskemoen
KONTAKTPERSON	Stian Stølsnes	SAKSBEHANDLER	Nils Bernhard Alseth
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10233026 Bygningsforvaltning og Bygningsfysikk

SAMMENDRAG

Multiconsult Norge AS er engasjert av Bybo AS for å utføre klimagassberegninger for prosjektet Dolviken i Bergen kommune i forbindelse med innsendelse av planforslag til 2. gangs behandling. Prosjektet omhandler oppføring av nye boligbygg, samt tilhørende terrenginngrep. Det er utført klimagassberegninger ved hjelp av programvaren One Click LCA iht. NS 3720:2018. Beregningene er gjennomført iht. veileder til klimagassberegninger i KPA 2018 for Bergen kommune

Totalt planlagt BTA for utbyggingen er omtrent 34 500 m². Totalt klimagassutslipp for de ulike alternativene, samt endring i % i forhold til referansebygget, er som følger:

	Tonn CO ₂ - ekv.	Endring	kg CO ₂ -ekv./m ² BTA	kg CO ₂ - ekv./person/år
Referansebygg	36 427		1 043	1 399
Riving og oppføring av nye bygg	32 142	-12 %	921	1 234
Rehabilitering av eksisterende bygg	171	-100 %	768	1 426

Ser en kun på klimagassutslipp knyttet til materialer vil prosjektert nybygg få en reduksjon i klimagassutslipp på 6 % sammenlignet med referansebygget.

Det oppfordres til å aktivt arbeide med å redusere klimagassutslipp i videre prosjektering og byggefase.

01	10.05.2023	Endret figur 1 og error i figurhenviing.	Nils Bernhard Alseth	Lise Marie Laskemoen	Lise Marie Laskemoen
00	21.04.2023	Utsendt	Nils Bernhard Alseth	Elsa M. Buvik	Lise Marie Laskemoen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Bakgrunn.....	3
2	Metode	4
2.1	Systemgrenser	4
2.2	Funksjonell enhet	4
2.3	Eksisterende bygninger	5
2.4	Referansebygg	6
3	Data.....	7
3.1	Eksisterende bygg	7
3.2	Referansebygg	7
3.3	Prosjekterte bygg.....	9
4	Scenarier	10
5	Resultater.....	11
5.1	Referansebygg	11
5.2	Prosjekterte bygg.....	11
5.3	Arealbruksendring	12
5.4	Sammenligning	12
5.5	Følsomhetsanalyse – Strømscenarier.....	13
6	Vurdering	14
6.1	Sammenligning referansebygg	14
6.2	Naturinngrep	14
6.3	Usikkerhet.....	14
6.4	Eiendommens egnethet	15
6.5	Energiproduksjon.....	15
6.6	Beliggenhet og mobilitetsløsninger	15
6.7	Funksjonalitet	15
6.8	Arealeffektivitet og flerbruk	15
6.9	Valg mellom riving og rehabilitering.....	15
6.10	Ombruk av materialer.....	16
6.11	Utslippsreduserende tiltak	17
7	Konklusjon	18

1 Bakgrunn

Multiconsult er engasjert av Bybo AS for å utføre klimagassberegninger for prosjektet Dolviken. Prosjektet omhandler planarbeid for et nytt boområde i Dolviken med boligblokker, rekkehus, barnehage og ulike former for tjenesteyting og fellesarealer som uteareal, lekeareal, parkeringskjeller og infrastruktur. Se Figur 1 for illustrasjon av prosjektet.



Figur 1 Illustrasjon av prosjektet [LINK Arkitektur]

I henhold til statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning er det et overordnet mål å prioritere arbeidet med å redusere klimagassutslipp. Klima- og energihandlingsplan for Bergen «Grønn strategi» sier at hensynet til reduksjon av klimagassutslipp skal ligge til grunn for videre utvikling av Bergen.

Kommuneplanens arealdel for Bergen kommune (KPA 2018, §18.4) stiller krav om at det skal utføres klimagassregnskap for tiltak som innebærer:

1. Vesentlige naturinngrep eller
2. Nybygg større enn 1 000 m² BRA eller
3. Valg mellom riving og bevaring av eksisterende bygg.

Prosjektet berører punkt 1, 2 og 3 i KPA 2018. Klimagassberegningene utføres totalt for prosjektet iht. NS 3720:2018 inklusive utarbeidelse av referansebygg. Omfanget av beregningene omhandler arealbruksendringer, materialbruk i bygg, energibruk i drift og transport i driftsfase. Prosjektet omfatter også riving av tre eksisterende eneboliger og tilhørende uthus og garasjer, men der kun en av eneboligene er inkludert i klimagassberegningene da denne har et BRA på over 200 m².

Formålet med klimagassberegningene er å kartlegge prosjektets totale klimagassutslipp og tiltak som er gjort for å redusere prosjektets klimagassutslipp iht. veileder for klimagassberegninger i KPA 2018. Beregningen skal vedlegges planforslaget til 2. gangs behandling.

2 Metode

Standarden NS 3720:2018 *Metode for klimagassberegninger for bygninger* er lagt til grunn for beregningene og skal omfatte «basis», «med lokalisering» som beskrevet i NS 3720:2018. Programvaren One Click LCA er benyttet.

2.1 Systemgrenser

Oransje celler i Tabell 1 markerer hvilke informasjonsmoduler eller livsløpsfaser klimagassberegningene omfatter.

Tabell 1 - Oransje celler markerer hvilke informasjonsmoduler klimagassberegningen omfatter

Produktstadiet			Gjennomføringsstadiet		Bruksstadiet								Livsløpets sluttstadium				Konsekvenser utover systemgrensen
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7*	B8	C1	C2	C3	C4	D
Råvarer	Transport	Produksjon	Transport	Anlegg-, bygge- og monteringsarbeid	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftning	Ombygging	Energibruk i drift	Vannforbruk i drift	Transport i drift	Riving	Transport	Avfallsbehandling	Avhending	Material- og energigjenvinning og ombruk av materialer og eksport av egenprodusert energi

*B7 inngår ikke i NS 3720:2018.

B1-B3 er ikke inkludert i klimagassberegningene på nåværende tidspunkt. B1 omhandler bruken av bygget og er spesielt relatert til lekkasje av kuldemedium og karbonisering av betongen. Det er store usikkerheter og uenigheter rettet mot beregningsmetode og utslippsfaktor knyttet til disse verdiene, følgelig er denne livsløpsfasen utelatt. Ettersom kuldemedier med høy GWP er under utfasing som følge av EUs f-gass forordning, er det forventet at klimagassutslipp knyttet til lekkasje av kuldemedier reduseres fremover. Det antas at disse utslippene er neglisjerbare i dette prosjektet. Vedlikehold og reparasjoner (B2-B3) er ikke inkludert i beregningene da det forutsettes utskiftning etter endt teknisk levetid og ikke forlenget levetid for materialene som følge av reparasjoner. Til tross for at tre livsløpsfaser er utelatt i beregningene, vurderes beregningene til å være helhetlige da de omfatter hele prosjektets livsløp.

Tabell 2 - Bygningsdeler inkludert i klimagassberegningen

Bygningsdeler inkludert	Bygningsdeler ikke inkludert
21 Grunn og fundamenter 22 Bæresystemer 23 Yttervegger 24 Innervegger 25 Dekker 26 Yttertak 28 Trapper, balkonger, m.m.	27 Fast inventar 29 Andre bygningsmessige deler

2.2 Funksjonell enhet

Levetid er satt til 60 år for bygget som helhet. For komponentene generelt og bygningsdeler brukes estimert levetid basert på EPD og Byggforsk datablad 700.320. Klimagassberegningene funksjonelle enhet er 1 m² BTA.

2.3 Eksisterende bygninger

Modulen «Carbon designer» i One Click LCA er benyttet i utarbeidelsen av klimagassberegningen for eksisterende bygg. Mengder og materialvalg beregnes av programvaren etter oppgitt areal, antall etasjer og type bygnings. Programvaren anta at alle etasjer er like store og at det benyttes ideelle forutsetninger på beregning av areal på ytter- og innervegger (scoeskeform på bygget). Data som er benyttet i beregningene er på datakvalitetsnivå 2. Se kapittel 3 for mer informasjon.

For levetid på bygningsprodukter og antall utskiftninger er standardverdier fra One Click LCA benyttet. Eksisterende bygg omfatter de samme bygningsdelene og systemgrensene som prosjekterte bygg.

Tabell 3 - Arealer og benyttede input i klimagassberegningene for eksisterende bygg

Bygning	Grimstadvegen 22
Levetid	60 år
Bruttoareal	205 m ² BRA
Bygningstype	Småhus
Bygningens funksjon	Enebolig
Byggeår	1952
Antall etasjer	3 (inkl. sokkeletasje og loft)
Antall personer*	3 beboere

*Antatt

2.4 Referansebygg

Modulen «Carbon designer» i One Click LCA er benyttet i referansebyggberregningen. Mengder og materialvalg beregnes av programvaren etter oppgitt areal, antall etasjer og type bygning. Data som er benyttet i beregningene er på datakvalitetsnivå 2. Se kapittel 3 for mer informasjon.

For levetid på bygningsprodukter og antall utskiftninger er standardverdier fra One Click LCA benyttet. Referansebyggene og prosjekterte bygg omfatter de samme bygningsdelene og systemgrensene.

Tabell 4 - Arealer og benyttede input til klimagassberegningene for referansebygg og prosjekterte bygg

Bygning	Levetid	BRA	Bygningstype	Tekniske og funksjonelle krav	Antall etasjer
BKS1	60 år	805	Rekkehus/småhus	TEK17	3
BKS2	60 år	861	Rekkehus/småhus	TEK17	3
BKS3	60 år	511	Rekkehus/småhus	TEK17	2-3
BKS4	60 år	1689	Rekkehus/småhus	TEK17	3
BKS5	60 år	1275,5	Rekkehus/småhus	TEK17	2-3
BKS6	60 år	2019,7	Rekkehus/småhus	TEK17	2-3
BBB1	60 år	3474,8	Boligblokk	TEK17	4-5
BBB2	60 år	3302,6	Boligblokk	TEK17	5-6
BBB3	60 år	3133,07	Boligblokk	TEK17	4-5
BBB4	60 år	5017,5	Boligblokk	TEK17	4-5
BBH	60 år	600	Barnehage	TEK17	3
BKB3	60 år	900	Kontor	TEK17	4
BKB5	60 år	1050	Rekkehus/småhus	TEK17	1-2
SPH1	60 år	3330	P-kjeller/boligblokk	TEK17	1 (kjeller)
SPH2	60 år	1616	P-kjeller/boligblokk	TEK17	1 (kjeller)
SPH3	60 år	1973	P-kjeller/boligblokk	TEK17	1 (kjeller)

3 Data

Datakvalitet på nivå 1 og 2 er benyttet iht. NS 3720:2018. I hovedsak er det valgt generiske materialvalg for prosjektet.

3.1 Eksisterende bygg

3.1.1 Riving av eksisterende bygg

Materialer

Materialmengder for eksisterende bygg er utarbeidet ved hjelp av tilleggsfunksjonen «Carbon designer» i One Click LCA. Input er basert på informasjon hentet fra kulturminnedokumentasjonen for planområdet utarbeidet av Multiconsult i april 2021.

Riving og avhending

Livsløpsfasene for byggets sluttstadium C1-C4 er inkludert i beregningene. Utslipp fra riving og avhending er hentet fra generiske EPD-er i One Click LCA.

3.1.2 Rehabilitering av eksisterende bygg

Foruten materialer er input til løvsløpsfasene lik som for referanseprosjektet i neste kapittel. Beregningene for rehabilitering av eksisterende bygg er utført på overordnet nivå da dette scenariet ikke er vurdert som aktuelt for prosjektet. I beregningene er det forutsatt at bærende konstruksjoner og konstruksjoner mot grunn bevares og resten skiftes ut.

3.2 Referansebygg

3.2.1 Materialer

Materialmengder

Funksjonen «Carbon designer» i One Click LCA er benyttet for å utarbeide referansebyggene. One Click LCA tar utgangspunkt i BTA og antall etasjer over og under bakken for å lage et referansebygg. Programvaren antar at alle etasjer er like store og at det benyttes relativt ideelle forutsetninger på beregning av areal på ytter- og innervegger (skoesekeform på bygget).

Materialtyper er valgt av programvaren og er «typiske» materialtyper for bygningskategoriene. Typiske materialvalg for boligblokker er bæresystem i stål/betong og hulldekker, kledning i tegl og tre, og innvendige vegger i betong og stenderverk.

Utslippsfaktor

Det er benyttet generiske EPD-er og generiske verdier beregnet av programvaren. Dersom dette ikke var tilgjengelig, eller dersom disse representerer en annen region enn der produktet er antatt å være produsert, ble det benyttet representative produktspesifikke EPD-er for andre produkter. Dette ble vurdert som representativt. Datakvalitet på nivå 2 er benyttet (samme for både produksjon og transport av varer).

3.2.2 Byggeplass

Utslipp fra byggeplass er inkludert i klimagassberegningene med generiske tall for Norden. Anlegg- og monteringsarbeid er basert på generiske EPD-er og byggeplass-scenarier for energibruk og drivstofforbruk i One Click LCA.

3.2.3 Utskiftning

Intervaller for utskiftning er basert på produktets levetid. Produktet erstattes med tilsvarende produkt.

3.2.4 Energibruk i drift

Energibruk i drift er energikrav i TEK 17 hensyntatt byggenes geometri, oppvarmet areal (BRA) og bygningskategori. Her er det benyttet standardverdier og gjeldende byggt teknisk forskrift for netto energibehov. Energibruk i parkeringsgarasjen er ikke inkludert, men det antas at denne vil være neglisjerbar, eksempelvis med belysning styrt etter tilstedeværelse.

3.2.5 Transport i drift

Det er benyttet predefinert scenario for transport i drift i Bergen kommune, men antall beboere og ansatte er tilpasset prosjektet. Det er planlagt for omtrentlig 212 boenheter, med ett snitt på to personer per enhet vil dette tilsvare 424 personer. På grunn av svært stor usikkerhet knyttet til antall besøkende for bolig, medtas dette ikke med i beregningen. Barnehagen planlegges dimensjonert for ca. 60 barn og ett snitt på anslått seks barn per ansatt utgjør 10 ansatte. Antall besøkende for barnehagen er satt til likt antall barn i barnehagen. På grunn av at kontorbygget planlegges benyttet til hjemmekontorformål av beboere i området, er transport i drift for kontorbygget ikke medtatt. Utslippsfaktor for transportmidler er basert på et forventet gjennomsnitt de neste 60 årene. Input benyttet for beregning av utslipp tilknyttet transport i drift er vist i Tabell 5 og Tabell 6.

Tabell 5 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for referansebygg bolig

Parkeringstilgjengelighet	Fri parkering, full tilgang				
Åpningsdager	365				
Transportmiddelfordeling	Turer/ pers*dag	Bil	Buss	Skinne- gående	Gang/sykkel
Arbeid	0,8	48 %	20 %	5 %	27 %
Tjeneste	0,1	79 %	10 %	2 %	9 %
Private turer	1,0	53 %	8 %	2 %	37 %
Besøkende og brukere	2,0	53 %	8 %	2 %	37 %

Tabell 6 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for referansebygg barnehage

Parkeringstilgjengelighet	Fri parkering, full tilgang				
Åpningsdager	300				
Transportmiddelfordeling	Turer/ pers*dag	Bil	Buss	Skinne- gående	Gang/sykkel
Arbeid	1,6	48 %	20 %	5 %	27 %
Tjeneste	0,6	79 %	10 %	2 %	9 %
Private turer	0,3	53 %	8 %	2 %	37 %
Besøkende og brukere	2,0	53 %	8 %	2 %	37 %

3.2.6 Riving og avhending

Livsløpsfasene C1 til C4 er inkludert i beregningene. Utslipp fra riving og avhending er hentet fra EPD-er.

3.3 Prosjekterte bygg

Funksjonen «Carbon designer» i One Click LCA er også benyttet for å utarbeide prosjekterte bygg. Det er gjort noen endringer for prosjektert bygg fra referansebygget. Endringene er beskrevet i dette delkapitlet for prosjektert bygg.

3.3.1 Materialer

Prosjekteringen er i tidligfase og det er derfor manglende prosjekteringsunderlag på enkelte områder. Følgende materialvalg er annerledes for prosjektert bygg enn for referansebygget:

- Betong er endret fra lavkarbonklasse B krav fra 2015 til gjeldende krav fra 2019 iht. NB37.
- Armeringsstål er endret fra 90 til 100 % resirkulert stål.
- Stålsøyler er endret fra 10 til 20 % resirkulert stål.
- Stålbjelker er endret fra 60 til 80 % resirkulert stål

3.3.2 Byggeplass

Utslipp fra byggeplass er inkludert i klimagassberegningene med generiske tall for Norden. Anlegg- og monteringsarbeid er basert på generiske EPD-er og byggeplass-scenarier for energibruk og drivstofforbruk i One Click LCA. Estimerte mengder fra grunnarbeid på omtrent 72 000 m³ er medregnet i forbindelse med tomteopparbeidelse.

Naturinngrep

Prosjektet berører naturtyper med høy bonitet. Input til beregning for utslipp av klimagassutslipp fra arealbruksendringer er listet i Tabell 7. Miljødirektoratets kalkulator for arealbruksendringer er benyttet.

Tabell 7 - Input til beregning for utslipp knyttet til arealbruksendring i prosjektet

Arealbrukskategori før endring iht. NIBIO AR5 13 klasser)	Areal [dekar]
Skog inkl. myr særs høy bonitet	21,2
Innmarksbeite	1,3
Overflatedyrka jord	11,5
Uproduktiv skog inkl. myr	1,6
Jorddekt fastmark	1,9
Jordart	Mineraljord
Arealbrukskategori etter endring	Utbygd areal

3.3.3 Energibruk i drift

Energiberegninger er ikke utført for prosjektert bygg på nåværende tidspunkt, men det legges opp til et høyambisjonsnivå knyttet til energibruk i drift, med blant annet noe utstrakt bruk av solceller. Bidrag for solceller er ikke medtatt pga. usikkerhet knyttet til omfang. Energikrav tilsvarende passivhus hensyntatt bygningers geometri, er vurdert som foreløpig nivå når det kommer til utslipp knyttet til energibruk i drift. Her er det benyttet standardverdier og gjeldende byggt teknisk forskrift.

3.3.4 Transport i drift

Transport i drift for prosjekterte bygg er parkeringstilgjengeligheten for barnehager justert til 0,5 (9-12 plasser per 1000 m²). For boliger er denne justert iht. antall parkeringsplasser tilgjengelig med en parkeringsplass per 100 m² bolig. Utslippsfaktor for transportmidler er basert på et forventet gjennomsnitt de neste 60 årene. Input benyttet for beregning av utslipp tilknyttet transport i drift for er vist i Tabell 8 og Tabell 9.

Tabell 8 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for prosjektert bolig

Parkeringstilgjengelighet	0,5 (9-12 plasser per 1000 m ²)				
Åpningsdager	365				
Transportmiddelfordeling	Turer/ pers*dag	Bil	Buss	Skinne- gående	Gang/sykkel
Arbeid	0,8	48 %	20 %	5 %	27 %
Tjeneste	0,1	79 %	10 %	2 %	9 %
Private turer	1,0	53 %	8 %	2 %	37 %
Besøkende og brukere	2,0	53 %	8 %	2 %	37 %

Tabell 9 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for prosjektert barnehage

Parkeringstilgjengelighet	0,5 (9-12 plasser per 1000 m ²)				
Åpningsdager	300				
Transportmiddelfordeling	Turer/ pers*dag	Bil	Buss	Skinne- gående	Gang/sykkel
Arbeid	1,6	48 %	20 %	5 %	27 %
Tjeneste	0,6	79 %	10 %	2 %	9 %
Private turer	0,3	53 %	8 %	2 %	37 %
Besøkende og brukere	2,0	53 %	8 %	2 %	37 %

3.3.5 Riving og avhending

Livsløpsfasene C1 til C4 er inkludert i beregningene. Utslipp fra riving og avhending er hentet fra EPD-er.

4 Scenarioer

Iht. NS 3720:2018 er det obligatorisk å beregne klimagassutslippet ved bruk av to ulike scenarioer for elektrisitet.

- Scenario 1 – NO
- Scenario 2 – EU28 + NO: Europeisk forbruksmiks. Gjennomsnittet av den europeiske forbruksmiksen de siste 3 årene med en lineær funksjon til nær nullutslipp i 2050.

Scenario 1 – NO er basert på gjennomsnittet av den norske forbruksmiksen de siste 3 årene, med en lineær funksjon til nær nullutslipp i 2050. I praksis er Norge en del av et utvidet nettverk med el-kabler til flere andre land i Europa. Scenario 2 – EU28 + NO er derfor gjennomsnittet av den europeiske forbruksmiksen de siste 3 årene, med en lineær funksjon til nær nullutslipp i 2050.

Scenario 1 er benyttet i klimagassberegningene.

5 Resultater

5.1 Referansebygg

Klimagassutslipp fordelt på de ulike livsløpsfasene for referansebygget er vist samlet i Tabell 10.

Tabell 10 - Totalt klimagassutslipp for referansebygningene fordelt på livsløpsfase

Livsløpsfase	Totalt (tonn CO ₂ -ekv.)	Per BTA (kg CO ₂ -ekv./m ² BTA)	Per person [kg CO ₂ -ekv./person/år]
A1-A3 Materialer	9 039	259	347
A4 Transport	244	7	9
A5 Konstruksjon	1 169	33	45
B4-B5 Utskiftning	1 129	32	43
B6 Energi	785	22	30
B8 Transport i drift	23 038	660	885
C1-C4 Slutten på livet	1 022	29	39
Totalt	36 427	1 043	1 399

Totalt utslipp for alle livsløpsfasene som er inkludert i beregningen er 36 427 tonn CO₂-ekv. som tilsvarer 1 043 kg CO₂ ekv./m² BTA og 1 399 kg CO₂-ekv./person/år.

Biogent karbon er ikke inkludert i resultatene i tabellen over. Det er ca. 2 048 tonn CO₂-ekv. lagret i materialene, som følge av at trær opptar karbon når de vokser. Alt eller deler av dette vil slippes ut igjen som karbondioksid ved avfallshåndtering, avhengig av type behandling det får.

5.2 Prosjekterte bygg

Klimagassutslipp fordelt på de ulike livsløpsfasene er vist i Tabell 11. Klimagassutslipp fra arealbruksendringer og massehåndtering er medregnet i A5. Sprengstoff knyttet til massehåndtering er medregnet i A1-A3

Tabell 11 - Klimagassutslipp for prosjekterte bygg fordelt på livsløpsfase

Livsløpsfase	Totalt (tonn CO ₂ -ekv.)	Per BTA (kg CO ₂ -ekv./m ² BTA)	Per person [kg CO ₂ -ekv./person/år]
A1-A3 Materialer	8 525	244	327
A4 Transport	244	7	9
A5 Konstruksjon	2 744	79	105
B4-B5 Utskiftning	1 129	32	43
B6 Energi	638	18	24
B8 Transport i drift	17 840	511	685
C1-C4 Slutten på livet	1 022	29	39
Totalt	32 142	921	1 234

Totalt utslipp for alle livsløpsfasene som er inkludert i beregningen er 32 142 tonn CO₂-ekv. som tilsvarer 921 kg CO₂ ekv./m² BTA og 1 234 kg CO₂-ekv./person/år.

Biogent karbon er ikke inkludert i resultatene i tabellen over. Det er omtrent 2 048 tonn CO₂-ekv. lagret i materialene.

5.3 Arealbruksendring

Klimagassutslipp knyttet til arealbruksendringen er kun inkludert i prosjekterte bygg som en del av livsløpsfase A5 og er også listet opp for seg selv i Tabell 12.

Tabell 12 - Klimagassutslipp ved arealbruksendring

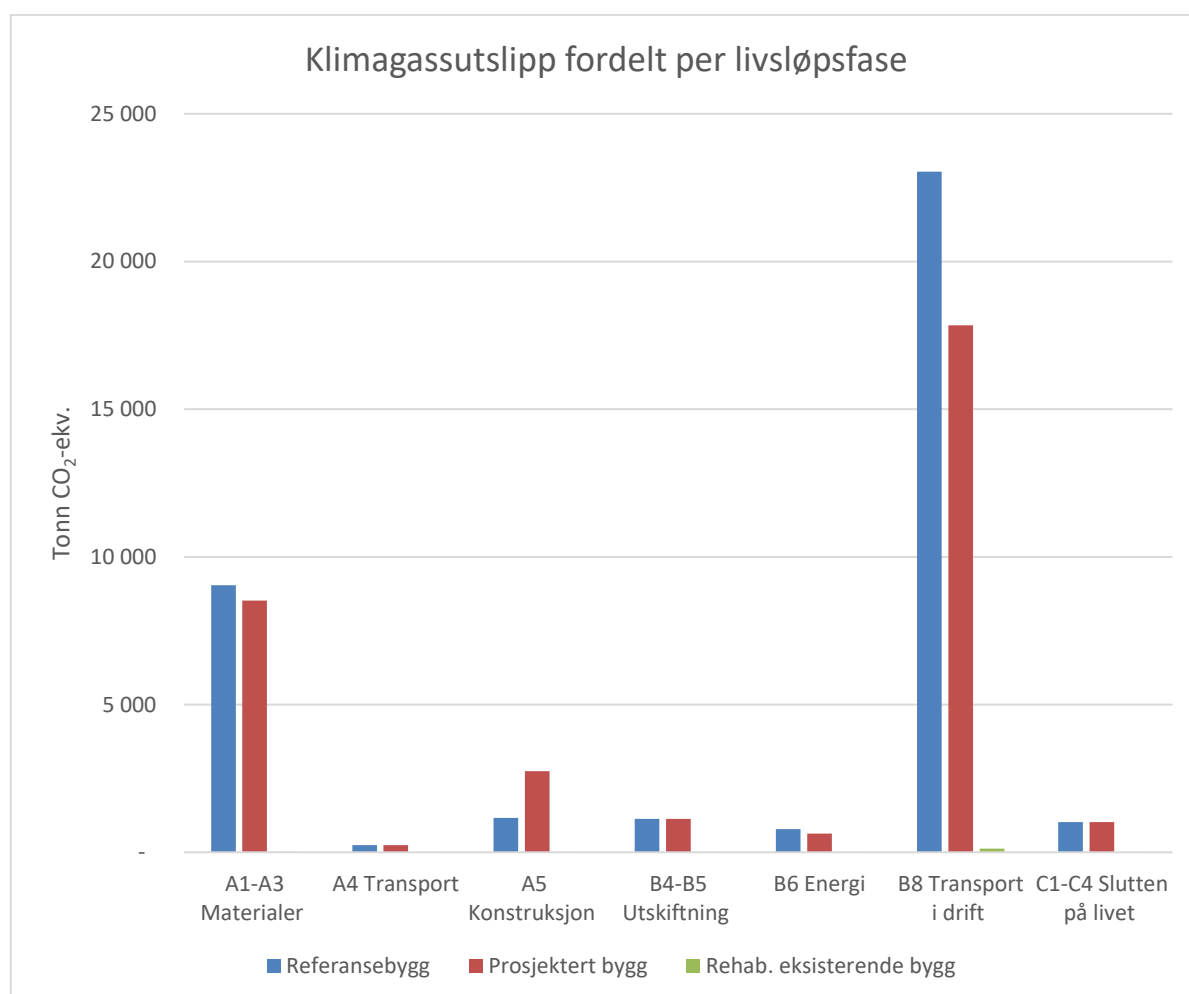
Post	Totalt (tonn CO ₂ -ekv.)
Utslipp/opptak uten naturinngrep	-139,3
Utslipp/opptak etter naturinngrep*	869,5
Arealbruksendringens klimaeffekt	1008,8

*over 20 år

5.4 Sammenligning

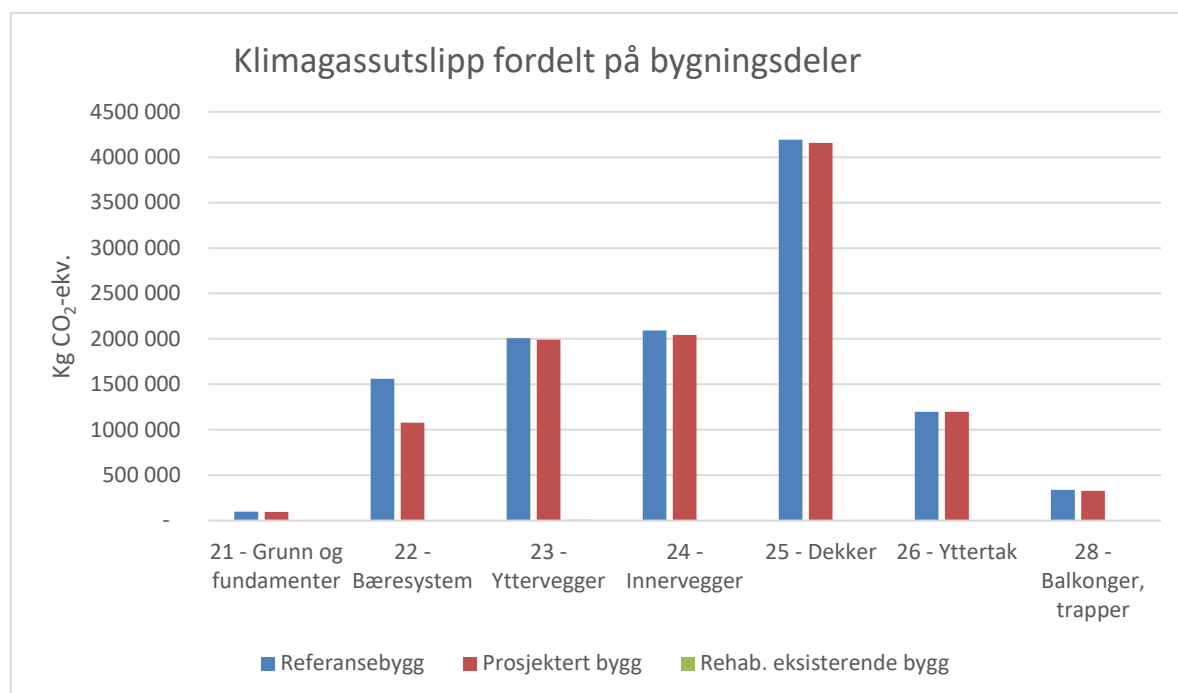
Klimagassutslipp for de ulike livsløpsfasene er vist i Figur 2. Samlet sett har prosjektert bygg et lavere utslipp enn referansebygget for de inkluderte livsløpsfasene. Reduksjonen er på 12 % og tilsvarer omtrent 4 284 tonn CO₂-ekv.

For materialer har prosjektert bygg 6 % lavere utslipp sammenlignet med referansebygget som tilsvarer 514 tonn CO₂-ekv. over byggets livsløp. For energibruk i drift har prosjektert bygg 19 % reduksjon sammenlignet med referansebygget som tilsvarer 148 tonn CO₂-ekv. i driftsfasen.



Figur 2 - Klimagassutslipp fordelt over livsløpsfaser.

Klimagassutslipp fordelt over bygningsdeler er vist i Figur 3, samt i Tabell 13.



Figur 3 - Klimagassutslipp fordelt over bygningsdeler.

Tabell 13 - Klimagassutslipp fordelt per bygningsdel i kg CO₂-ekv.

Bygningsdel	Referansebygg	Prosjektert bygg	Eksisterende bygg
21 - Grunn og fundamenter	99 390	93 988	59
22 - Bæresystem	1 560 666	1 077 090	155
23 - Yttervegger	2 007 793	1 989 902	9 753
24 - Innervegger	2 094 551	2 043 773	3 672
25 - Dekker	4 192 666	4 156 941	6 406
26 - Yttertak	1 196 620	1 196 620	3 022
28 - Balkonger, trapper	337 991	327 766	7 072
Totalt	11 489 677	10 886 079	30 139

Mest medvirkende materialer til klimagassutslipp for prosjektet bygg er betong, konstruksjonsstål og armering.

5.5 Følsomhetsanalyse – Strømscenarier

Det er utført en følsomhetsanalyse for energibruk i drift ved å vurdere scenario 2 iht. NS 3720:2018 for energibruk i drift (B6). Resultatet fra følsomhetsanalysen er vist i Tabell 14. Til sammenligning med norsk forbruksmiks er utslippsfaktoren 10 ganger høyere.

Tabell 14 - Følsomhetsanalyse for energibruk i drift ved å benytte scenario 2 i NS 3720:2018.

Bygg	Tonn CO ₂ -ekv.	Kg CO ₂ -ekv./m ² BTA
Referansebygg	11 772	337
Prosjektet bygg	9 561	274

6 Vurdering

6.1 Sammenligning referansebygg

Ser en på prosjektet som helhet, inklusiv alle livsløpsfaser, oppnår prosjektet en samlet reduksjon på 12 %. Dette tilsvarer 4 284 tonn CO₂-ekv. og er i hovedsak grunnet transport i drift, bruk av trevirke og energibruk i drift. Siden prosjektet er i tidlig fase er referansebygg og prosjektert bygg i hovedsak like, men det er gjort enkelte tilpasninger.

Prosjekterte bygg oppnår største klimagassreduksjon fra transport i drift. Dette er grunnet begrenset parkeringsdekning for prosjektet, samt god dekning av sykkelparkering. Dette tilsvarer en reduksjon på ca. 23 % eller 5 198 tonn CO₂-ekv. Energibruk i drift har en reduksjon på 19 % som tilsvarer 148 tonn CO₂-ekv.

Beregningen for materialer viser at prosjektert bygg har omtrent 514 tonn CO₂-ekv. lavere utslipp som tilsvarer en reduksjon på 6 %. Denne reduksjon skyldes i hovedsak økt resirkuleringsgrad for stål.

Prosjektert bygg har en økning i klimagassutslipp fra A5 konstruksjon sammenlignet med referansebygget. Dette er fordi prosjektert bygg hensyntar utslipp knyttet til arealbruksendringer og massehåndtering. Utslippene er beregnet til 1 575 tonn CO₂-ekv. og tilsvarer en økning på 135 %.

6.2 Naturinngrep

Prosjektet medfører naturinngrep som bidrar til klimagassutslipp ved tap av karbonlagre. Skog av særs høy bonitet, innmarksbeite, overflatedyrka jord, samt uproduktiv skog inkl. myr og jorddekt fastmark med et samlet areal på 37,5 dekar vil bli påvirket av prosjektet. Dette resulterer i et klimagassutslipp på omtrent 1008,8 tonn CO₂-ekv. over en 20 årsperiode.

Det legges ikke opp til å bevare mye av eksisterende terreng, men det er generelt positivt for prosjektet å bevare så mye eksisterende terreng som mulig, da naturtyper av denne klassen er store karbonlagre og i tillegg har et stort opptak av karbon. Det er knyttet stor usikkerhet til effekten av revegetering, og er følgelig ikke medtatt i beregningene. Revegetering og beplantning vil uansett være positivt for prosjektet.

6.3 Usikkerhet

Det er noe usikkerheter ved resultatet fra beregningene. Blant annet er beregningene utført i tidligfase basert på oppgitte arealer, ikke basert på BIM-modeller, da disse ennå ikke er utarbeidet på et tilfredsstillende detaljeringsnivå. Det vil derfor kunne være avvik fra faktiske mengder sammenlignet med benyttede mengder i prosjektet. Multiconsult vurderer fortsatt resultatet som representativt for prosjektet.

Valg av generiske produkter vil også føre til en større usikkerhet, da disse vurderes som konservative. Generiske CO₂-verdier benyttet i beregningene skal gjenspeile et gjennomsnitt i Norge og i Europa. På dette tidspunktet er det riktig å bruke i hovedsak generiske utslippsfaktorer siden valg av materialprodusent for alle materialene ikke er vedtatt. Generiske utslippsfaktorer ligger i hovedsak høyere enn tilsvarende produktspesifikke EPD'er.

Det er usikkerheter ved resultatene knyttet til energibruk i drift. Det er ikke utført energiberegninger enda for prosjektet, og følgelig vil levert energi i beregningene kunne avvike fra faktisk levert energi. Det er også usikkerhet knyttet til massehåndtering, og dette vil kunne avvike

da det ikke er utarbeidet en masshåndteringsplan for prosjektet. Multiconsult vurderer fortsatt resultatet som representativt for prosjektet.

6.4 Eiendommens egnethet

I forbindelse med arealbruk og tomtebearbeiding er det positivt å gjenbruke en allerede opparbeidet tomt i stedet for å beslaglegge arealer som medfører nedbygging av karbonlagre og reduksjon av biologisk mangfold. Deler av området består av allerede opparbeidede tomter. I prosjektet vil skog med særs høy bonitet bli berørt.

6.5 Energiproduksjon

Lokal energiproduksjon i form av solceller på tak og delvis fasader er vurdert i prosjektet. Anslått årlig energiproduksjoner er ikke beregnet og følgelig ikke medtatt i klimagassberegningene på nåværende tidspunkt. Elekrisitet fra solceller er svært positivt for prosjektet knyttet til utslipp for energibruk i drift.

6.6 Beliggenhet og mobilitetsløsninger

Området ligger i nærheten til flere busstopp, blant annet Dolvik terminal og Grimstadskiftet. Det tilrettelegges for god sykkelparkering på eiendommen.

6.7 Funksjonalitet

Tiltak som muliggjør fremtidige endringer innen generalitet, fleksibilitet og elastisitet skal vurderes senere i prosjektet.

6.8 Arealeffektivitet og flerbruk

Flerbruk vil i stor grad avhenge av konstruksjonsmåte og er ikke besluttet på nåværende tidspunkt. Vanligvis vil en søyle-/drager-/dekkelløsninger være fleksible for endring i planløsninger. Videre planlegges det for en rekke fellesfunksjoner i prosjektet, som f.eks. lokaler til hjemmekontor.

6.9 Valg mellom riving og rehabilitering

Alternativene vurderes opp mot hverandre, med følgende scenario iht. veileder i KPA 2018:

- Alternativ 1: Bevare og rehabilitere eksisterende bygninger
- Alternativ 2: Rive eksisterende bygninger og oppføre nybygg

Rehabilitering av eksisterende bygg har betydelig lavere klimagassutslipp totalt sett for livsløpet enn for oppføring av nybygg, hvor klimagassutslipp knyttet til rehabilitering er ca. 31 971 tonn CO₂-ekv. lavere enn for riving og oppføring av nybygg. Dette er i hovedsak grunnet ulikt areal for de to alternativene (223m² BTA vs. 34 918 m² BTA) og dermed ulike materialmengder og total energi og transportbehov i driftsfase.

Totalt utslipp bør ikke benyttes som eneste faktor for valg mellom de to alternativene, da det er viktig å sammenligne alternativene per funksjonell enhet og per person. Vurderes alternativene opp mot hverandre per funksjonell enhet (per m² BTA) vil klimagassutslippene knyttet til nybygg fortsatt være høyere enn for alternativet med rehabilitering (ca. 17 % økning). Ser en derimot på forskjell i klimagassutslipp per person per år vil oppføring av nybygg ha reduksjon i klimagassutslipp på 16 % sammenlignet med rehabilitering.

For bevaring og rehabilitering er det forutsatt i beregningene at eksisterende klimaskall etterisoleres iht. krav i TEK 17, overflater utskiftes for å modernisere byggene, men at bærende konstruksjoner bevares. Det er ikke utført en tilstandsanalyse, så faktisk tilstand til forutsatte bevarte konstruksjoner er ikke vurdert i disse beregningene

6.10 Ombruk av materialer

Det er ikke tatt stilling til ombruk av materialer i dette prosjektet på nåværende tidspunkt.

6.11 Utslippsreducerende tiltak

Tabell 15 gir en oversikt over mulige utslippsreducerende tiltak på en generell basis.

Tabell 15 - Generelle utslippsreducerende tiltak

Prioritering	Materiale	Tiltak	Forklaring
	Ombruk/ gjenbruk	Hele bærekonstruksjon, betongelementer (dekke, trapper o.l.), tegl, stålelementer osv.	Ombruk/gjenbruk i eget prosjekt fra eksisterende bygningsmasse på stedet eller fra naboprosjekter. Ombruk og rehabilitering er av de mest klimaeffektive tiltakene som finnes.
	Massivtre	Hele bæresystemet, dekker, kledning, interiør	Å benytte tre er et svært effektivt utslippsreducerende tiltak. Å bytte ut betong og stål med tre, gir store reduksjoner i klimagassutslipp.
	Betong	Redusere betongvolum	Valg av konstruksjonsutforming, spennvidder og tverrsnittsdimensjoner har stor betydning for det totale betongforbruket. Benytte hulldekker o.l.
		Benytte lavkarbonbetong, både prefabrikkert og plasstøpt	Lavkarbonbetong B er i store deler av landet standard. Lavkarbonbetong A er litt mer ambisiøs, men nokså vanlig og ikke nødvendigvis fordyrende. Lavkarbon Pluss og Ekstrem er mer ambisiøs, men vil også gi langt større utslippsreducerende effekt.
		Benytte lavvarmebetong	Lavvarmebetong blir ofte «automatisk» lavkarbonbetong.
		Valg av riktig fasthetsklasse og eksponeringsklasse	Velg så lav fasthetsklasse og eksponeringsklasse som mulig. I mange tilfeller er B20 eller B25 tilstrekkelig for å ivareta bæreevne.
	Stål (og andre metaller)	Redusere volum/mengde	Metaller er energikrevende og dermed kilder til klimagassutslipp. Redusere mengder og velg slanke løsninger.
		Benytte stål med så høy resirkuleringsgrad som mulig	Høy resirkuleringsgrad har stor effekt ettersom produksjon av jomfruelig stål er svært energikrevende. Velg alltid produkter med høyest mulig andel resirkulert materiale.

7 Konklusjon

Prosjektet har et totalt klimagassutslipp på 32 142 tonn CO₂-ekv. beregnet over 60 år levetid. Prosjektert bygg oppnår en 12 % reduksjon av klimagassutslipp sammenlignet med referansebygget og total reduksjon er 4 284 tonn CO₂-ekv. som tilsvarer 921 kg CO₂ ekv./m² BTA og 1 234 kg CO₂-ekv./person/år.

Klimagassutslippene er beregnet ved hjelp av programmet One Click LCA. Beregningene er utført i en tidligfase i prosjektet og er utført iht. NS 3720:2018.

Det oppfordres til å aktivt arbeide med å redusere klimagassutslipp i videre prosjektering og byggefase. Utslippene kan reduseres ved å blant annet vurdere materialmengder, benytte lavutslippsmaterialer, energiambisjon og energiproduksjon.