

NOTAT

OPPDRAAG	Sætervegen - Klimagassberegninger	DOKUMENTKODE	10225161-RIM-NOT-001
EMNE	Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Bonava	OPPDRAAGSLEDER	Elsa M. Buvik
KONTAKTPERSON	Odd Arne Haga	SAKSBEHANDLER	Øystein Rønneseth og Katrine Taksdal
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10233026 Bygningsforvaltning og Bygningsfysikk

SAMMENDRAG

Multiconsult Norge AS er engasjert av Bonava for å utføre klimagassberegninger for oppføring av fire nye boligblokker på Skjold i Bergen, samt klimagassberegninger for både riving og rehabilitering av eksisterende bygg på tomten. Det er utført klimagassberegninger ved hjelp av programvaren One Click LCA iht. NS 3720:2018.

Resultatet viser at boligblokkene har et totalt klimagassutslipp på 13 713 tonn CO₂-ekv., som tilsvarer 2 184 kg CO₂-ekv./m² BTA og 1 937 kg CO₂-ekv./person/år.

Det er utarbeidet et referansebygg for prosjektet, som samlet har et klimagassutslipp på 17 424 tonn CO₂-ekv., som tilsvarer 2 775 kg CO₂-ekv./m² BTA og 2 461 kg CO₂-ekv./person/år.

Prosjektet bygg oppnår en 21 % reduksjon av klimagassutslipp sammenlignet med referansebygget, dette tilsvarer 3 712 tonn CO₂-ekv.

Det er utarbeidet et alternativ for rehabilitering av eksisterende bygninger, som samlet har et klimagassutslipp på 2 501 tonn CO₂-ekv., som tilsvarer 2 544 kg CO₂-ekv./m² BTA og 1 737 kg CO₂-ekv./person/år.

Det er utarbeidet et alternativ for riving av eksisterende bygninger, som samlet har et klimagassutslipp på 19 tonn CO₂-ekv., som tilsvarer 15 kg CO₂-ekv./m² BTA.

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

02	10.12.2021	Inkorporert kommentarer fra Bergen kommune	Elsa M. Buvik	Øystein Rønneseth	Elsa M. Buvik
01	01.09.2021	Utsendt	Katrine Taksdal	Elsa M. Buvik	Elsa M. Buvik
00	26.03.2021	Utsendt	Øystein Rønneseth	Elsa M. Buvik	Elsa M. Buvik
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	3
2	Formål	3
3	Omfang	3
4	Om prosjektet	3
5	Metode	4
5.1	Systemgrenser	4
5.2	Omfang av bygningsdeler	5
5.3	Referansebygg	5
5.4	Funksjonell enhet	5
5.5	Eksisterende bygninger	6
6	Data	7
6.1	Eksisterende bygninger	7
6.2	Referansebygg	7
6.3	Prosjekttert bygg	9
7	Scenarier	11
8	Resultater	11
8.1	Eksisterende bygninger	11
8.2	Referansebygg	12
8.3	Prosjekttert bygg	12
8.4	Sammenligning	13
8.5	Følsomhetsanalyse	14
9	Vurdering	14
9.1	Sammenligning referansebygg	14
9.2	Usikkerhet	15
9.3	Eiendommens egnethet	15
9.4	Energiproduksjon	15
9.5	Beliggenhet og mobilitetsløsninger	15
9.6	Funksjonalitet og arealeffektivitet	15
9.7	Valg mellom riving og bevaring	15
9.8	Utslippsreducerende tiltak	16
10	Konklusjon	17

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

1 Innledning

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.

I forbindelse med ønske om å rive eksisterende bygninger på tomten er det utarbeidet klimagassberegninger for nye boligblokker. Klimagassberegningene benyttes for å kartlegge prosjektets totale klimagassutslipp og tiltak som er gjort for å redusere byggenes klimagassutslipp. Klimagassberegningene omfatter materialbruk i byggene, energibruk og transport i driftsfase iht. veileder til klimagassberegninger i KPA 2018.

Multiconsult har også utarbeidet klimagassberegninger for både rehabilitering og riving av eksisterende bygninger på tomten, dvs. tre eneboliger og et bygg med fire leiligheter, to hybler og næringsvirksomhet.

2 Formål

Formålet med klimagassberegningene er å kartlegge klimagassutslipp for nye boligblokker, samt rehabilitering og riving av eksisterende bygninger på tomten iht. veileder for klimagassberegninger i KPA 2018.

3 Omfang

Klimagassberegningene er en vurdering av klimagassutslipp på nivå «Basis med lokalisering» som definert i NS 3720:2018. Se kapittel 5 for nærmere spesifikasjon.

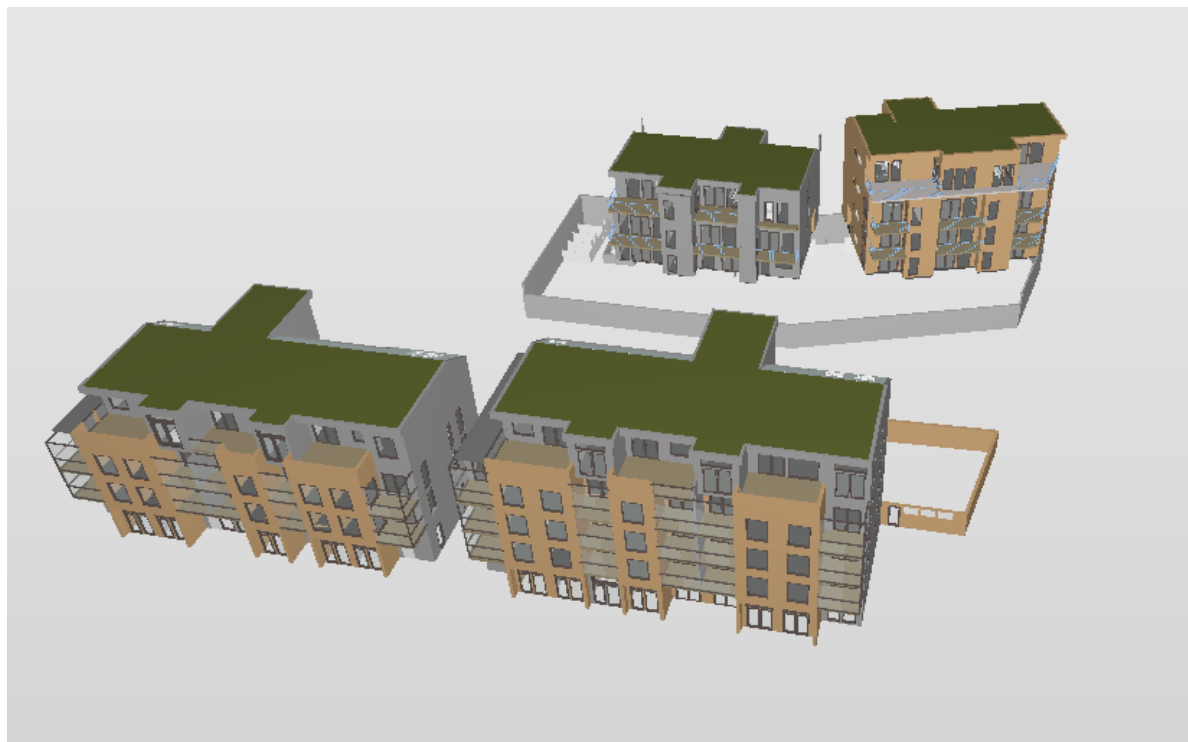
4 Om prosjektet

Multiconsult er engasjert av Bonava for å utføre klimagassberegninger for prosjektet Sætervegen i Bergen. Prosjektet omhandler planarbeid for å oppføre boligblokker og næringsareal, samt riving av tre eksisterende bygg. Totalt planlagt BRA er 6 258 m² fordelt på 4 bygg og felles parkeringskjeller, se Figur 1. Prosjektet skal miljøsertifiseres iht. Svanemerkeordningen.

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 2 og 3 i KPA 2018. Klimagassberegningene utføres totalt for prosjektet iht. NS 3720:2018 inklusive utarbeidelse av referansebygg. Omfanget av beregningene omhandler byggets materialbruk, energibruk i drift og transport i driftsfase. I tillegg utarbeides klimagassberegninger for riving og rehabilitering av eksisterende bygningsmasse iht. KPA 2018.



Figur 1 - Skjerm bilde fra ARKs IFC-modell mottatt 25.08.2021.

5 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.

5.1 Systemgrenser

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

Tabell 1 - Grønne celler markerer hvilke informasjonsmoduler klimagassberegningene omfatter

INFORMASJON OM BYGNINGENS LIVSLØP																TILLEGGSMODULER UTOVER BYGNINGENS LIVSLØP	
Produktstadiet A1 – A3			Gjennomføringsstadiet A4 – A5		Bruksstadiet B1 – B8								Livsløpets sluttstadiet C1 – C4				Konsekvenser utover systemgrensen D
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	Energi 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.

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

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 utlippene 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.

5.2 Omfang av bygningsdeler

Følgende bygningsdeler er inkludert i beregningen:

20	Bygning generelt
21	Grunn og fundamenter
22	Bæresystemer
23	Yttervegger
24	Innervegger
25	Dekker
26	Yttertak
28	Trapper, balkonger, m.m.

Følgende er ikke inkludert:

27	Fast inventar
29	Andre bygningsmessige deler

5.3 Referansebygg

Modulen «Carbon designer» i One Click LCA er benyttet i referansebyggbergingen. 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 6 for mer informasjon.

For levetid på bygningsprodukter og antall utskiftninger er standardverdier fra One Click LCA benyttet.

Referansebygget omfatter de samme bygningsdelene og systemgrensene som prosjektert bygg.

5.4 Funksjonell enhet

Levetid: 60 år for bygget som helhet. For komponentene generelt og bygningsdeler brukes estimert levetid basert på EPD og Byggforsk datablad 700.320. Tabell 2 oppsummerer arealer, funksjoner og input benyttet i klimagassberegningene for nybygg.

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

Tabell 2 - Arealer og benyttede input til klimagassberegningene for nybygg. Se Figur 2 for navngiving.

Bygning	A1	A2	B	C	Sykkelparkering	P-hus
Levetid	60 år	60 år	60 år	60 år	60 år	60 år
Bruttoareal [m ² BTA]	2 117	1 304	686	982	191	1 001
Bygningstype	Boligblokk	Boligblokk	Boligblokk	Boligblokk	Boligblokk	Boligblokk
Bygningens funksjon	Boligblokk*	Boligblokk	Boligblokk	Boligblokk	Sykkelparkering	P-hus
Tekniske og funksjonelle krav	TEK 17	TEK 17	TEK 17	TEK 17	TEK 17	TEK 17
Antall etasjer	5	5	3	4	1 (u.etg)	1 (u.etg)
Antall personer	49	30	16	23	0	0

* Bygg A1 inneholder næringsarealer i plan 1, men er kategorisert som boligblokk da det er dominerende areal.

Klimagassberegningenes funksjonelle enhet er 1 m² BTA.

5.5 Eksisterende bygninger

Modulen «Carbon designer» i One Click LCA er benyttet i utarbeidelsen av klimagassberegningen for de eksisterende bygningene. 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 6 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 prosjektert bygg.

Tabell 3 oppsummerer arealer, funksjoner og input benyttet i klimagassberegningene for eksisterende bygninger.

Tabell 3 - Arealer og benyttede input til klimagassberegningene for eksisterende bygninger.

Bygning	Fanavegen 44	Fanavegen 46	Fanavegen 44b
Levetid	60 år	60 år	60 år
Bruttoareal [m ² BTA]	145	572	266
Bygningstype	Småhus	Boligblokk	Småhus
Bygningens funksjon	Småhus	Næringsareal, leiligheter, hybler	Småhus
Byggeår	1952	1959	1978
Antall etasjer	3	3	2
Antall personer	4	16*	4

*4 personer for boligdelen, 12 personer for næringsdelen

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

6 Data

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

6.1 Eksisterende bygninger

6.1.1 Riving av eksisterende bygninger

Materialer

Materialmengder er utarbeidet ved hjelp av tilleggsfunksjonen «Carbon designer» i One Click LCA. Mengder og typer materialer beregnes av programvaren etter oppgitt areal, antall etasjer og type bygning basert på informasjon i «Kulturminnedokumentasjon» fra ARK mottatt 12.03.2021. Arealer som ikke var mulig å finne fra Kulturminnedokumentasjon ble målt opp på plantegninger oversendt av ARK 23.03.2021.

Riving og avhending

Livsløpsfasene C1 til C4 er inkludert i beregningene. Utslipp fra riving og avhending er hentet fra generiske EPD'er i One Click LCA, samt beregning av klimagassutslipp fra riving. Klimagassutslipp fra riving av materialer er beregnet basert på bygningens areal i programvaren.

6.1.2 Rehabilitering av eksisterende bygninger

Foruten materialer er livsløpsfasene lik som for referansebygget. Beregningene for rehabilitering av eksisterende bygninger er utført på overordnet nivå. I beregningene er det forutsatt at bærende konstruksjoner og konstruksjoner mot grunnen bevares og resten skiftes ut. Det forutsettes også at underjordiske etasjer vil være oppvarmet etter rehabilitering.

6.1.3 Energibruk i drift

Energibruk i drift er energikrav i TEK 17 hensyntatt byggets geometri. Her er det benyttet standardverdier og gjeldende byggt teknisk forskrift for fordeling av varme- og kjølebehov.

6.1.4 Transport i drift

Det er benyttet predefinert scenario for transport i drift i Bergen kommune, men antall beboere og besøkende er tilpasset prosjektet. Utslippsfaktorer er iht. Vedlegg C i NS 3720:2018.

6.2 Referansebygg

Klimagassutslipp for referansebyggene er beregnet individuelt for hvert bygg iht. bygningsnavn gitt i Figur 2. Parkeringskjeller (P-hus) ligger under bygg B og C og sykkelparkeringen ligger ved A1.

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg



Figur 2 - Oversikt og navngiving av bygg for utarbeidelse av referansebygg. Kilde: LARKs situasjonsplan datert 09.03.2021

6.2.1 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). Se Tabell 4 for arealer lagt til grunn i referansebygget.

Materialtyper er valgt av programvaren og er «typisk» materialtyper for bygningskategorien. Typiske materialvalg for leilighetsbygg er dekker av hulldekker, bæresystem av betong og stål, bærende vegger av betong og kledning av tegl og behandlet trevirke.

Tabell 4 – Input i Carbon designer for referansebyggene.

	A1	A2	B	C	P-kjeller	Sykkelp-P
BTA [m ²]	2 117	1 304	686	982	1 001	191
Dekker [m ²]	1 764	1 043	457	737	0	0
Gulv på grunn [m ²]	353	261	0	0	1 001	191
Lastbærende innervegger [m ²]	0	0	0	0	0	0
Yttervegger [m ²]	915	663	474	650	0	112
Vinduer [m ²]	353	209	137	196	0	10
Tak [m ²]	353	261	229	246	1 001	191
Vegger mot terreng [m ²]	0	0	0	0	556	245
Innervegger (ikke lastebærende) [m ²]	3 443	2 368	1 663	2 297	0	0
Gulv/himling [m ²]	1 615	941	614	883	0	0
Balkonger/Svalganger [m ²]	239	941	614	84	0	0

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

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).

6.2.2 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.

6.2.3 Utskiftning

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

6.2.4 Energibruk i drift

Energibruk i drift er energikrav i TEK 17 hensyntatt byggets geometri. Her er det benyttet standardverdier og gjeldende byggteknisk forskrift for fordeling av varme- og kjølebehov. Energibruk i parkeringsgarasjen og sykkelparkeringen er ikke inkludert, men det antas at denne vil være neglisjerbar, eksempelvis med belysning styrt etter tilstedeværelse.

6.2.5 Transport i drift

Det er benyttet predefinert scenario for transport i drift i Bergen kommune, men antall beboere og besøkende er tilpasset prosjektet. Utslippsfaktorer er iht. Vedlegg C i NS 3720:2018. Se Tabell 5 for input benyttet for beregning av utslipp tilknyttet transport i drift.

Tabell 5 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for referansebygg

Referansebygg					
Parkeringstilgjengelighet	1,0				
Transportmiddelfordeling	Turer/ pers*dag	Bil	Buss	Skinne- gående	Gang/syssel
Arbeid	0,8	48 %	20 %	5 %	27 %
Tjeneste	0,1	79 %	10 %	2 %	9 %
Private turer	1,0	53 %	9 %	2 %	37 %
Besøkende og brukere	2,0	53 %	9 %	2 %	37 %

6.2.6 Riving og avhending

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

6.3 Prosjektert bygg

Det er gjort et par endringer for prosjektert bygg fra referansebygget, endringene er beskrevet i dette delkapitlet for prosjektert bygg.

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

6.3.1 Materialer

Prosjekteringen av leilighetsbyggene er i tidligfase og det er derfor manglende prosjekteringsunderlag på enkelte områder. Mengder for de ulike bygningsdelene er hovedsakelig hentet fra ARKs IFC-modell mottatt 25.08.2021, men noe er basert på referansebyggene og noe er justert fra IFCen. Det gjelder følgende punkt:

- Materialmengde for søyler og bjelker er antatt tilsvarende som for referansebygg.
- Informasjon om tomtebearbeiding foreligger ikke på nåværende tidspunkt, så klimagassutslipp fra byggeplassdrift er forutsatt iht. gjennomsnittlig scenario for energi- og drivstofforbruk på byggeplasser i Norden.
- Fundamentering, bæresystem og innervegger er antatt tilsvarende for prosjektert bygg som for referansebyggene.

Følgende utslippsreducerende tiltak er implementert i beregningene:

- Resirkuleringsgrad for stålsøyler er endret fra 10 % til 20 %.
- Resirkuleringsgrad for armering er satt til 100 %.
- Kun lette konstruksjoner på øverste plan.
- Bruk av trestendere i stedet for stålstendere for innvendige lettvegger.

6.3.2 Energibruk i drift

Energiberegninger er ikke utført for prosjektert bygg på nåværende tidspunkt, så energibruk er følgelig redusert med 10 % fra referansebyggene for å ivareta krav til Svanemerke.

6.3.3 Transport i drift

Det er benyttet predefinert scenario for transport i drift i Bergen kommune, men antall beboere, besøkende, parkeringsdekning (0,5) er tilpasset prosjektet. Totalt antall parkeringsplasser er satt til 35. Trafikkanalysen utført for prosjektet er benyttet som grunnlag i beregningene. Avstand til kollektivtransport (buss og bybane) er tilpasset prosjektet. Utslippsfaktor er iht. Vedlegg C i NS 3720:2018. Se

Tabell 6 for input benyttet for beregning av utslipp tilknyttet transport i drift.

Tabell 6 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for prosjektert bygg

Prosjektert bygg					
Parkeringstilgjengelighet	0,5				
Transportmiddelfordeling	Turer/ pers*dag	Bil	Buss	Skinne- gående	Gang/syssel
Arbeid	0,8	12 %	34 %	8 %	13 %
Tjeneste	0,1	64 %	17 %	4 %	13 %
Private turer	1,0	43 %	10 %	3 %	13 %
Besøkende og brukere	2,0	43 %	10 %	3 %	13 %

7 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.

8 Resultater

8.1 Eksisterende bygninger

8.1.1 Rehabilitering av eksisterende bygninger

Klimagassutslipp fordelt på de ulike livsløpsfasene er vist i Tabell 7.

Tabell 7 - Klimagassutslipp for rehabilitering av eksisterende enebolig fordelt på livsløpsfase

Livsløpsfase	Totalt (tonn CO ₂ -ekv.)	Per BTA (kg CO ₂ -ekv./m ² BTA)
A1-A3 Materialer	70	71
A4 Transport	8	8
A5 Konstruksjon	24	24
B4-B5 Utskiftning	29	30
B6 Energi	63	64
B8 Transport i drift	2 287	2 327
C1-C4 Slutten på livet	19	20
Totalt	2 501	2 544

Totalt utslipp for alle livsløpsfasene som er inkludert i beregningen er 2 501 tonn CO₂-ekv. som tilsvarer 2 544 kg CO₂ ekv./m² BTA og 1 737 kg CO₂-ekv./person/år.

Biogent karbon er ikke inkludert i resultatene i tabellen over. Det er omtrent 40 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.

8.1.2 Riving av eksisterende bygninger

Riving av eksisterende bygninger har et totalt klimagassutslipp på 19 tonn, som tilsvarer 15 kg CO₂ ekv./m² BTA .

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

8.2 Referansebygg

Klimagassutslipp fordelt på de ulike livsløpsfasene for referansebygget er vist samlet i Tabell 8. Riving av eksisterende bygninger er medregnet i A5.

Tabell 8 - Totalt klimagassutslipp for de fem referansebygningene fordelt på livsløpsfase.

Livsløpsfase	Totalt (tonn CO ₂ -ekv.)	Per BTA (kg CO ₂ -ekv./m ² BTA)
A1-A3 Materialer	1 706	272
A4 Transport	46	7
A5 Konstruksjon	221	35
B4-B5 Utskiftning	231	37
B6 Energi	231	37
B8 Transport i drift	14 882	2 370
C1-C4 Slutten på livet	107	17
Totalt	17 424	2 775

Totalt utslipp for alle livsløpsfasene som er inkludert i beregningen er 17 424 tonn CO₂-ekv. som tilsvarer 2 775 kg CO₂ ekv./m² BTA og 2 461 kg CO₂-ekv./person/år.

Biogent karbon er ikke inkludert i resultatene i tabellen over. Det er omtrent 233 tonn CO₂-ekv. lagret i materialene.

8.3 Prosjektert bygg

Klimagassutslipp fordelt på de ulike livsløpsfasene er vist i Tabell 9, riving av eksisterende bygninger er medregnet i A5.

Tabell 9 - Klimagassutslipp for prosjektert bygg fordelt på livsløpsfase

Livsløpsfase	Totalt (tonn CO ₂ -ekv.)	Per BTA (kg CO ₂ -ekv./m ² BTA)
A1-A3 Materialer	1 674	267
A4 Transport	45	7
A5 Konstruksjon	240	38
B4-B5 Utskiftning	230	37
B6 Energi	208	33
B8 Transport i drift	11 199	1 783
C1-C4 Slutten på livet	116	19
Totalt	13 713	2 184

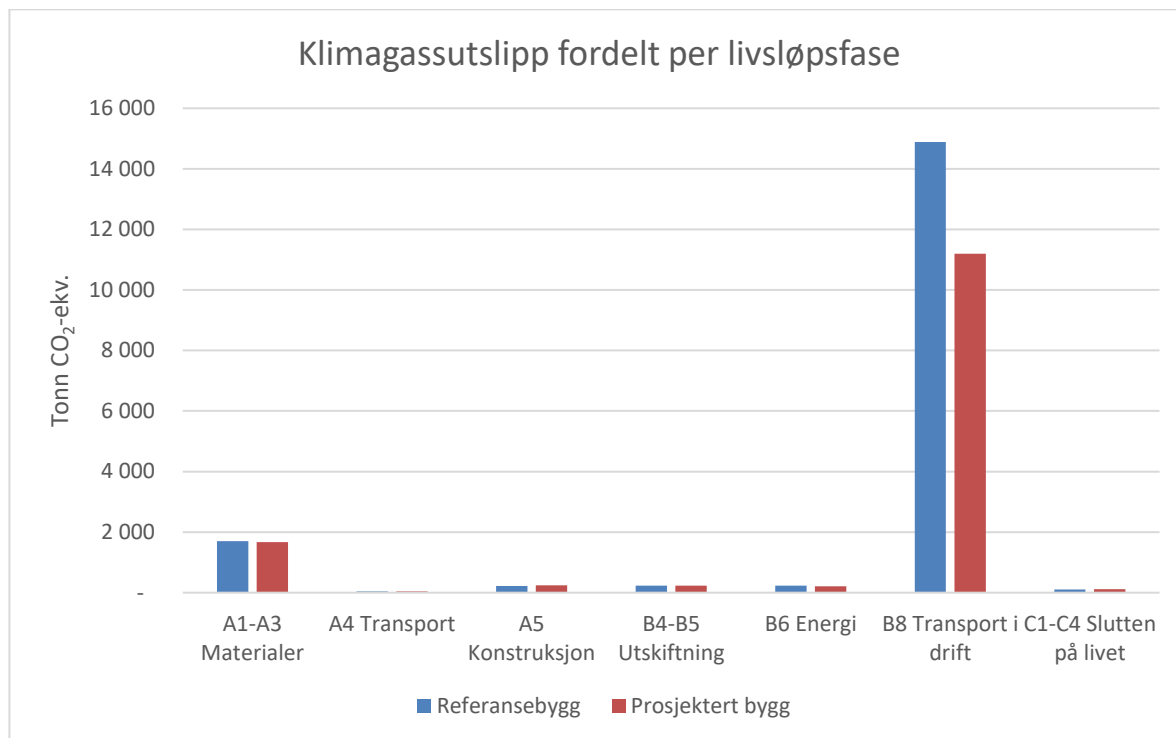
Totalt utslipp for alle livsløpsfasene som er inkludert i beregningen er 13 713 tonn CO₂-ekv. som tilsvarer 2 184 kg CO₂ ekv./m² BTA og 1 937 kg CO₂-ekv./person/år.

Biogent karbon er ikke inkludert i resultatene i tabellen over. Det er omtrent 492 tonn CO₂-ekv. lagret i materialene.

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

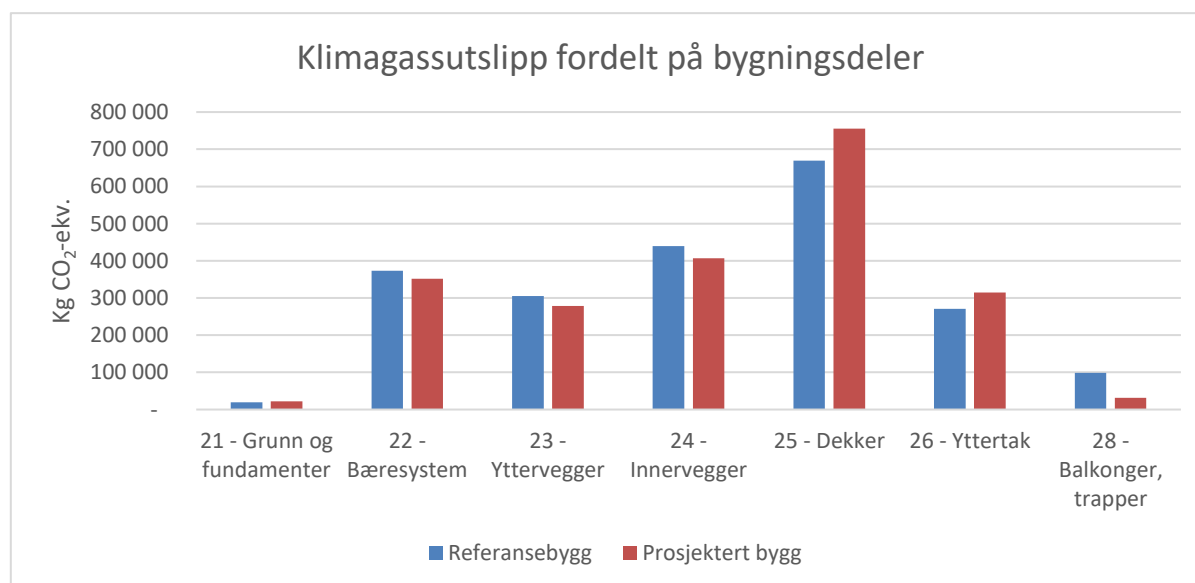
8.4 Sammenligning

Klimagassutslipp for de ulike livsløpsfasene er vist i Figur 3. For materialer har prosjektert bygg og referansebygg relativt likt klimagassutslipp, men prosjektert bygg har omtrent 1 % reduksjon utslipp sammenlignet med referansebygget som tilsvarer 16 tonn CO₂-ekv. over byggets livsløp. Ser en på alle de inkluderte livsløpsfasene oppnår prosjektert bygg en reduksjon på 21 % sammenlignet med referansebygget. Denne reduksjonen tilsvarer 3 712 tonn CO₂-ekv.



Figur 3 - Klimagassutslipp fordelt over livsløpsfase

Klimagassutslipp fordelt over bygningsdeler er vist i Figur 4 og Tabell 10.



Figur 4 - Klimagassutslipp fordelt over bygningsdeler.

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

Tabell 10 - Klimagassutslipp fordelt per bygningsdel i kg CO₂-ekv.

Bygningsdel	Referansebygg	Prosjektert bygg	Eksisterende bygninger
21 - Grunn og fundamenter	19 714	21 793	998
22 - Bæresystem	372 907	351 793	1 158
23 - Yttervegger	305 267	278 921	32 764
24 - Innervegger	439 120	406 551	38 755
25 - Dekker	669 383	755 289	35 706
26 - Yttertak	270 934	314 910	19 939
28 - Balkonger, trapper	98 792	31 261	2 656

Mest medvirkende materialer for referansebygget og prosjektert bygg er:

- Betong
- Strukturelle stålprofiler
- Hulldekker

8.5 Følsomhetsanalyse

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 11. Til sammenligning er klimagassutslipp fra energibruk i drift ved norsk forbruksmiks beregnet til 231 tonn CO₂-ekv. som tilsvarer 37 kg CO₂-ekv./m² BTA. Beregning med europeisk forbruksmiks medfører altså at utslippene blir ca. 10 ganger høyere.

Tabell 11 - 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
Rehabiliterede bygninger	1 930	1 963
Referansebygg	2 316	369
Prosjektert bygg	2 084	332

9 Vurdering

9.1 Sammenligning referansebygg

Ser man på prosjektet som helhet, inklusiv alle livsløpsfaser, oppnår prosjektet en samlet reduksjon på 21 % sammenlignet med referansebygget. Dette tilsvarer 3 712 tonn CO₂-ekv. Dette er i hovedsak grunnet tiltak for å begrense transport i drift. Tiltakene utført er begrenning av parkeringsdekning (0,5 per 100 m²), plassering nær buss og bybanestopp og lokasjon nær arbeidsplasser og skoler. Det tas forbehold om at det også her kan forekomme endringer som følge av manglende detaljering for prosjektert bygg. I tillegg skal prosjektet Svanemerkes, og da er energibehovet redusert med 10 %.

Klimagassutslipp tilknyttet materialer er relativt likt for prosjektert bygg og referansebygget, men beregningen viser at prosjektert bygg slipper ut omtrent 16 tonn CO₂-ekv. mindre enn referansebygget som tilsvarer en reduksjon på omtrent 1 %. Referansebygget og prosjektert bygg har ulik utforming (skoeskeform vs. faktisk geometrisk utforming) og dette resulterer i ulike materialmengder for de ulike bygningsdelene. Dette er også en av grunnene til at klimagassutslippene fordelt per bygningsdel er ulik for prosjektert bygg og referansebygget, se Figur 4. Det er implementert enkelte utslippsreducerende tiltak knyttet til prosjektets materialbruk. Eksempelvis bruk av lettekonstruksjoner på øverste plan, samt innervegger med trestendere i stedet for stål reduserer klimagassutslippet fra innervegger sammenlignet med referansebygget.

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

9.2 Usikkerhet

Det er noe usikkerheter ved resultatet fra beregningene. Blant annet er beregningene utført i tidligfase med kun arkitektmodellen. 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.

9.3 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.

9.4 Energiproduksjon

Mulighet for egenproduksjon av energi er ikke vurdert på nåværende tidspunkt i prosjektet.

9.5 Beliggenhet og mobilitetsløsninger

Planområdets beliggenhet i forhold til kollektivtransport og sentrumsfunksjoner er vurdert som veldig god da det er plassert rett ved bybanestopp og i nærhet til skoler, barnehager og dagligvarebutikker. Det tilrettelegges for mobilitetsløsninger ved parkeringsmuligheter for sykkel og biler i parkeringsgarasje.

9.6 Funksjonalitet og arealeffektivitet

Prosjektet har en funksjonalitet som gir merverdi ved at næringslokalene i første etasje har god etasjehøyde som gir rom for fleksible løsninger. Boligblokker er også arealeffektive boenheter sammenlignet med eneboliger.

9.7 Valg mellom riving og bevaring

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

Alternativ 1 har betydelig lavere klimagassutslipp totalt sett for livsløpet enn alternativ 2. Dette er i hovedsak grunnet ulikt areal for de to byggene (983 m² vs. 6 280 m²) og dermed ulike materialmengder og totalt 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. Vurderes alternativene opp mot hverandre per funksjonell enhet (per m² BTA) vil alternativ 2 ha lavere klimagassutslipp enn alternativ 1 (17 % lavere utslipp).

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 da disse har forutsatt tilfredsstillende restlevetid iht. NBI 700.320. Det er ikke utført en tilstandsanalyse, så faktisk tilstand til forutsatte bevarte konstruksjoner er ikke vurdert i disse beregningene.

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

9.8 Utslippsreducerende tiltak

Det er utført enkelte utslippsreducerende tiltak for prosjektet, dette er beskrevet i kapittel 6.3.

Tabell 12 gir en oversikt over mulige utslippsreducerende tiltak på en mer generell basis.

Tabell 12 - 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 prefabrikert og plasstøpt	Lavkarbonbetong B er i store deler av landet standard. Lavkarbonbetong A er litt mer ambisiøst, men nokså vanlig og ikke nødvendigvis fordyrende. Lavkarbon Pluss og Ekstrem er mer ambisiøst, 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.

10 Konklusjon

Nye boligblokker har et totalt klimagassutslipp på 13 713 tonn CO₂-ekv. beregnet over 60 år levetid. Prosjektert bygg oppnår en 21 % reduksjon av klimagassutslipp sammenlignet med referansebygget, total reduksjon er 3 712 tonn CO₂-ekv. I forbindelse med arealbruk er det positivt å gjenbruke en allerede opparbeidet tomt, i stedet for å beslaglegge ytterligere areal.

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.