

NOTAT

OPPDRAAG	Mindemyren S14 – Detaljregulering	DOKUMENTKODE	10216747-RIM-NOT-001
EMNE	Klimagassberegninger KPA 2018	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Kanalveien 51-53 AS	OPPDRAAGSLEDER	Heidi Havelin
KONTAKTPERSON	Christian Flølo Geithus	SAKSBEHANDLER	Elsa M. Buvik
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10233026 Bygningsforvaltning og Bygningsfysikk

SAMMENDRAG

Multiconsult Norge AS er engasjert av Kanalveien 51-53 AS for å utføre klimagassberegninger for prosjektet S14 på Mindemyren. Prosjektet omhandler oppføring av nye boligblokker, næringsareal og kontorarealer. Prosjektet innebærer riving av eksisterende bygg i Kanalveien 51 og 53, og deler av Minde Allè 35. 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.

Resultatet viser at prosjektet har et totalt klimagassutslipp på 67 557 tonn CO₂-ekv., som tilsvarer 1 274 kg CO₂-ekv./m² BTA og 663 kg CO₂-ekv./person/år.

Det er utarbeidet et referansebygg for prosjektet, som samlet har et klimagassutslipp på 103 518 tonn CO₂-ekv., som tilsvarer 1 953 kg CO₂-ekv./m² BTA og 1 016 kg CO₂-ekv./person/år.

Det er utarbeidet et alternativ for rehabilitering av eksisterende bygninger, som samlet har et klimagassutslipp på 14 120 tonn CO₂-ekv., som tilsvarer 473 kg CO₂-ekv./m² BTA og 1 023 kg CO₂-ekv./person/år.

Prosjektet bygg oppnår samlet en 35 % reduksjon av klimagassutslipp sammenlignet med referansebygget. Dette tilsvarer 35 960 tonn CO₂-ekv.

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

03	30.10.2024	Oppdatert plankart	Beatriz Perez	Elsa M. Buvik	Heidi Havelin
02	30.04.2024	Spesifisert massehåndtering i byggefase	Elsa M. Buvik	Katrine Taksdal	Linnea Kvinge Karlsen
01	06.07.2023	Oppdatert transport i drift i tråd med mobilitetsplan, samt endret utslippsfaktor for transport i drift for alle alternativ	Elsa M. Buvik	Katrine Taksdal	Mathilde Nome
00	31.08.2022	Utsendt	Elsa M. Buvik	Katrine Taksdal	Bjarne Høstmark
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	5
5.1	Systemgrenser	5
5.2	Omfang av bygningsdeler	6
5.3	Referansebygg	6
5.4	Funksjonell enhet	6
6	Data	7
6.1	Eksisterende bygg	7
6.2	Referansebygg	8
6.3	Prosjekterte bygg	11
7	Scenarioer	12
8	Resultater	12
8.1	Eksisterende bygg	12
8.2	Referansebygg	13
8.3	Prosjektert bygg	13
8.4	Sammenligning	13
8.5	Følsomhetsanalyse	16
9	Vurdering	16
9.1	Sammenligning referansebygg	16
9.2	Usikkerhet	16
9.3	Eiendommens egnethet	17
9.4	Energiproduksjon	17
9.5	Beliggenhet og mobilitetsløsninger	17
9.6	Funksjonalitet og arealeffektivitet	17
9.7	Valg mellom riving og rehabilitering	17
9.8	Ombruk av materialer	18
9.9	Utslippsreduserende tiltak	18
10	Konklusjon	19

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 prosjektet S14 på Mindemyren er det utarbeidet klimagassberegninger. Klimagassberegningene benyttes for å kartlegge prosjektets totale klimagassutslipp og tiltak som er gjort for å redusere prosjektets klimagassutslipp. Klimagassberegningene omfatter materialbruk i bygget, energibruk og transport i driftsfase iht. veileder til klimagassberegninger i KPA 2018.

2 Formål

Formålet med klimagassberegningene er å kartlegge klimagassutslipp for nybygg over 1 000 m² og for valg mellom riving og bevaring av eksisterende bygg 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 spesifisering.

4 Om prosjektet

Multiconsult er engasjert av Kanalveien 51-53 AS for å utføre klimagassberegninger for prosjektet S14 på Mindemyren. Prosjektet omhandler oppføring av nye boligblokker med tilhørende næringsareal og påbygg til eksisterende næringsbygg. Prosjektet innebærer også riving av eksisterende bygg i Kanalveien 51 og 53, samt deler av Minde Allé 35. Se Figur 1 for illustrasjon av prosjektet og Figur 2 for plankart.

Totalt planlagt BRA for prosjektet er omtrent 99 700 m² fordelt på bolig og næringsareal. Foreliggende notat inkluderer ikke klimagassutslipp for arealer som kun skal innvendig ombygges og transformeres. Dette gjelder blant annet innvendig ombygging av næringseiendommer i Fjøsangerveien 68, 70A og Mindre Allé 35. Arealer benyttet i beregningene er vist i Tabell 2.

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 Illustrasjon av prosjektet [Link Arkitektur AS]



Figur 2 - Plankart for permanent situasjon [Multiconsult]

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

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	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.

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 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 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 byggene som helhet. For komponentene generelt og bygningsdeler brukes estimert levetid basert på EPD og Byggforsk datablad 700.320.

Klimagassberegningenes funksjonelle enhet er 1 m² BTA.

Tabell 2 oppsummerer arealer, funksjoner og input benyttet i klimagassberegningene.

Tabell 2 - Arealer og benyttede input til klimagassberegningene for prosjektert nybygg, referansebygg og eksisterende bygg.

Bygning	Boligblokk	Næring	Påbygg eksisterende bygg ¹	Kanalveien 51-53	Minde Allé 35 (del som er tenkt revet)
Levetid	60 år	60 år	60 år	60 år	60 år
Bruttoareal [m ² BTA]	38 171	2 330	12 517	28 060	1 847
Bygningstype	Boligblokk	Forretningsbygg	Kontorbygg	Lett industri	Forretningsbygg
Tekniske og funksjonelle krav	TEK 17	TEK 17	TEK 17	TEK 17 ²	TEK 17 ¹
Antall etasjer	4-8	1	3	4	1
Antall personer	747 ³	575 ⁴	376 ⁵	170 ⁶	70 ⁶

¹ Påbygg for Fjøsangerveien 68, 70A og Minde Allé 35

² Forutsatt etter rehabilitering

³ Forutsatt 1,59 beboere per leilighet

⁴ Forutsatt likt antall personer som mobilitetsplanen per kvadratmeter

⁵ Forutsatt likt antall personer som mobilitetsplanen per kvadratmeter

⁶ Forutsatt 10 ansatte og 50 besøkende

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 bygg

6.1.1 Riving av eksisterende bygninger

Materialer

Materialmengder for byggene er utarbeidet ved hjelp av tilleggsfunksjonen «Carbon designer» i One Click LCA. Input er basert på informasjon hentet fra kulturminnedokumentasjonen for planområdet utarbeidet av Vill Plan AS, sist revidert 10.08.2022.

Se Tabell 3 for arealer lagt til grunn i beregningene.

Tabell 3 - Input i Carbon designer for prosjektet.

	Kanalveien 51-53	Minde Allè 35
BTA [m ²]	28 060	1 820
Gulv på grunn [m ²]	14 030	-
Dekker [m ²]	14 030	1 820
Søylar (m)	194	48
Bjelker (m)	852	121
Balkonger [m ²]	-	-
Trapper og heissjakt [m]	14	-
Yttervegger [m ²]	1 747	372
Yttervegg mot terreng [m ²]	-	-
Vinduer [m ²]	2 028	364
Ytterdører [m ²]	281	36
Tak [m ²]	14 030	-
Innervegger [m ²]	2 434	927
Gulv/himling [m ²]	27 666	1 752

Riving og avhending

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

6.1.2 Rehabilitering av eksisterende bygninger

Foruten materialer er input til livsløpsfasene lik som for referansebygget i neste kapittel. Beregningene for rehabilitering av eksisterende bygninger er utført på overordnet nivå da dette scenariet ikke er vurdert som aktuelt for prosjektet. Dette alternativet forutsetter at bygget rehabiliteres til samme bygningskategori som tidligere. I beregningene er det forutsatt at bærende konstruksjoner og konstruksjoner mot grunnen bevares og resten skiftes ut. Innvendig rehabilitering av eksisterende bygninger som skal bevares er ikke medregnet i foreliggende notat.

6.1.3 Energibruk i drift

For energibruk i drift er energikrav i TEK 17 hensyntatt byggets oppvarmet areal (BRA) og bygningskategori. 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. Se Tabell 4 og Tabell 5 for inputverdier benyttet i beregningen. Utslippsfaktorer er forventet gjennomsnittsbil over 60 år iht. NS 3720:2018.

Tabell 4 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for eksisterende bygg i Kanalveien 51-53

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

Tabell 5 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for eksisterende bygg i Minde Allè 35

Parkeringstilgjengelighet	Fri parkering, full tilgang				
Åpningsdager	300				
Transportmiddelfordeling	Turer/ pers*dag	Bil	Buss	Skinne- gående	Gang/sykel
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 %

6.2 Referansebygg

6.2.1 Materialer

Materialmengder

Funksjonen «Carbon designer» i One Click LCA er benyttet for å utarbeide referansebygget. 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).

Det er utarbeidet referansebygg-beregninger for hvert av bygningskategoriene (boligblokk, forretningsbygg og kontorbygg).

Se Tabell 6 for arealer lagt til grunn i beregningene.

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 innvendige vegger i betong og stenderverk. Typiske materialvalg for næringsbygg er bæresystem i

stål/betong, kledning i tegl og platekledning og innvendige vegger i glass og stenderverk med gips. Typiske materialvalg for kontorbygg er et bæresystem i stål/betong, kledning i tegl og platekledning, innvendige stenderverksvegger med gips og gulvoverflater i gulvteppe.

Tabell 6 - Input i Carbon designer for prosjektet, alle bygningskategoriene

	Boligbygg	Næringsbygg	Kontorbygg
BTA [m ²]	38 171	2 330	12 517
Gulv på grunn [m ²]	7 634	2 330	-
Dekker [m ²]	30 537	-	8 345
Søyler (m)	3 060	60	940
Bjelker (m)	4 760	171	1 566
Balkonger [m ²]	3 817	-	125
Trapper og heissjakt [m]	165	-	54
Yttervegger [m ²]	10 628	361	3 309
Vinduer [m ²]	7 634	466	2 506
Ytterdører [m ²]	153	47	83
Tak [m ²]	7 634	2 330	4 172
Innervegger [m ²]	49 720	1 049	10 024
Gulv/himling [m ²]	36 023	2 254	11 944

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. Riving av eksisterende bebyggelse er inkludert i A5. Beregningene omfatter også på et overordnet nivå utslipp knyttet til grave/sprengningsarbeid ifm. parkeringskjeller under boligkvartalene.

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 byggt teknisk forskrift for fordeling av varme- og kjølebehov.

6.2.5 Transport i drift

Det er benyttet predefinert scenario for transport i drift i Bergen kommune, men antall beboere, ansatte og besøkende er tilpasset prosjektet. Input benyttet for beregning av utslipp tilknyttet transport i drift er vist i Tabell 7 -Tabell 9.

Tabell 7 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for referansebygg boligblokk.

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 8 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for referansebygg forretningsbygg

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	0,2	79 %	10 %	2 %	9 %
Private turer	0,2	53 %	8 %	2 %	37 %
Besøkende og brukere	2,0	53 %	8 %	2 %	37 %

Tabell 9 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for referansebygg kontorbygg

Parkeringstilgjengelighet	Fri parkering, full tilgang				
Åpningsdager	265				
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 %

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 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.

6.3.1 Materialer

Prosjekteringen er i tidligfase og det er derfor manglende prosjekteringsunderlag på enkelte områder. Se Tabell 6 for arealer lagt til grunn i prosjektert bygg.

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.
- Plastøpte betongdekker.
- Reduksjon i mengder bjelker grunnet plastøpte dekker.

6.3.2 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. Riving av eksisterende bebyggelse er inkludert i A5.

6.3.3 Energibruk i drift

Energiberegninger er ikke utført for prosjektert bygg på nåværende tidspunkt. Prosjektet ligger i området for fjernvarme. Fjernvarme er følgelig benyttet som primærvarme med tilhørende systemvirkningsgrad for oppvarming på 0,85. Beregnet levert energibruk for prosjektet er forutsatt likt som for referansebygget, men levert energi til oppvarming er økt som følge av fjernvarme. Dette er utført i Carbon designer.

6.3.4 Transport i drift

Det er benyttet transportmiddelfordeling i samsvar med utarbeidet mobilitetsplan for området. Antall turer per dag, samt transportmiddelfordeling er tilpasset prosjektet. Input benyttet for beregning av utslipp tilknyttet transport i drift for er vist i Tabell 10 til Tabell 12.

Tabell 10 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for prosjektert bygg boligblokk.

Transportmiddelfordeling	Turer/ pers*dag	Bil	Buss	Skinne- gående	Gang/sykel
Totalt bolig	2,84	25 %	14 %	14 %	48 %

Tabell 11 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for prosjektert bygg næring.

Transportmiddelfordeling	Turer/ pers*dag	Bil	Buss	Skinne- gående	Gang/sykel
Totalt næring	2,0	14 %	19 %	19 %	48 %

Tabell 12 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for prosjektert bygg kontorbygg.

Transportmiddelfordeling	Turer/ pers*dag	Bil	Buss	Skinne- gående	Gang/sykel
Totalt kontor	2,0	18 %	22 %	22 %	48 %

6.3.5 Riving og avhending

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

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 bygg

8.1.1 Rehabilitering av eksisterende bygninger

Klimagassutslipp fordelt på de ulike livsløpsfasene er vist samlet i Tabell 13.

Tabell 13 - Totalt klimagassutslipp for rehabilitering av eksisterende bygg fordelt på livsløpsfase

Livsløpsfase	Totalt (tonn CO ₂ -ekv.)	Per BTA (kg CO ₂ -ekv./m ² BTA)
A1-A3 Materialer	566	19
A4 Transport	3	0
A5 Konstruksjon	611	20
B4-B5 Utskiftning	742	25
B6 Energi	2 538	85
B8 Transport i drift	9 224	309
C1-C4 Slutten på livet	436	15
Totalt	14 120	473

Totalt utslipp for alle livsløpsfasene som er inkludert i beregningen er 14 120 tonn CO₂- ekv. som tilsvarer 473 kg CO₂ ekv./m² BTA og 1 023 kg CO₂-ekv./person/år.

Biogent karbon er ikke inkludert i resultatene i tabellen over. Det er ca. 75 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 436 tonn CO₂- ekv., som tilsvarer 15 kg CO₂ ekv./m² BTA .

8.2 Referansebygg

Klimagassutslipp fordelt på de ulike livsløpsfasene for referansebygget er vist samlet i Tabell 14.

Tabell 14 - Totalt klimagassutslipp for referansebygningene fordelt på livsløpsfase

Livsløpsfase	Totalt (tonn CO ₂ -ekv.)	Per BTA (kg CO ₂ -ekv./m ² BTA)
A1-A3 Materialer	11 858	224
A4 Transport	335	6
A5 Konstruksjon	1 538	29
B4-B5 Utskiftning	1 333	25
B6 Energi	3 235	61
B8 Transport i drift	84 390	1 592
C1-C4 Slutten på livet	829	16
Totalt	103 518	1 953

Totalt utslipp for alle livsløpsfasene som er inkludert i beregningen er 103 518 tonn CO₂-ekv. som tilsvarer 1 953 kg CO₂ ekv./m² BTA og 1 016 kg CO₂-ekv./person/år.

Biogent karbon er ikke inkludert i resultatene i tabellen over. Det er ca. 1 526 tonn CO₂-ekv. lagret i materialene.

8.3 Prosjektert bygg

Klimagassutslipp fordelt på de ulike livsløpsfasene er vist i Tabell 15. Riving av eksisterende bygninger er medregnet i A5.

Tabell 15 - Klimagassutslipp for prosjekterte bygg fordelt på livsløpsfase

Livsløpsfase	Totalt (tonn CO ₂ -ekv.)	Per BTA (kg CO ₂ -ekv./m ² BTA)
A1-A3 Materialer	10 710	202
A4 Transport	346	7
A5 Konstruksjon	1 908	36
B4-B5 Utskiftning	1 327	25
B6 Energi	4 285	81
B8 Transport i drift	48 292	911
C1-C4 Slutten på livet	688	13
Totalt	67 557	1 274

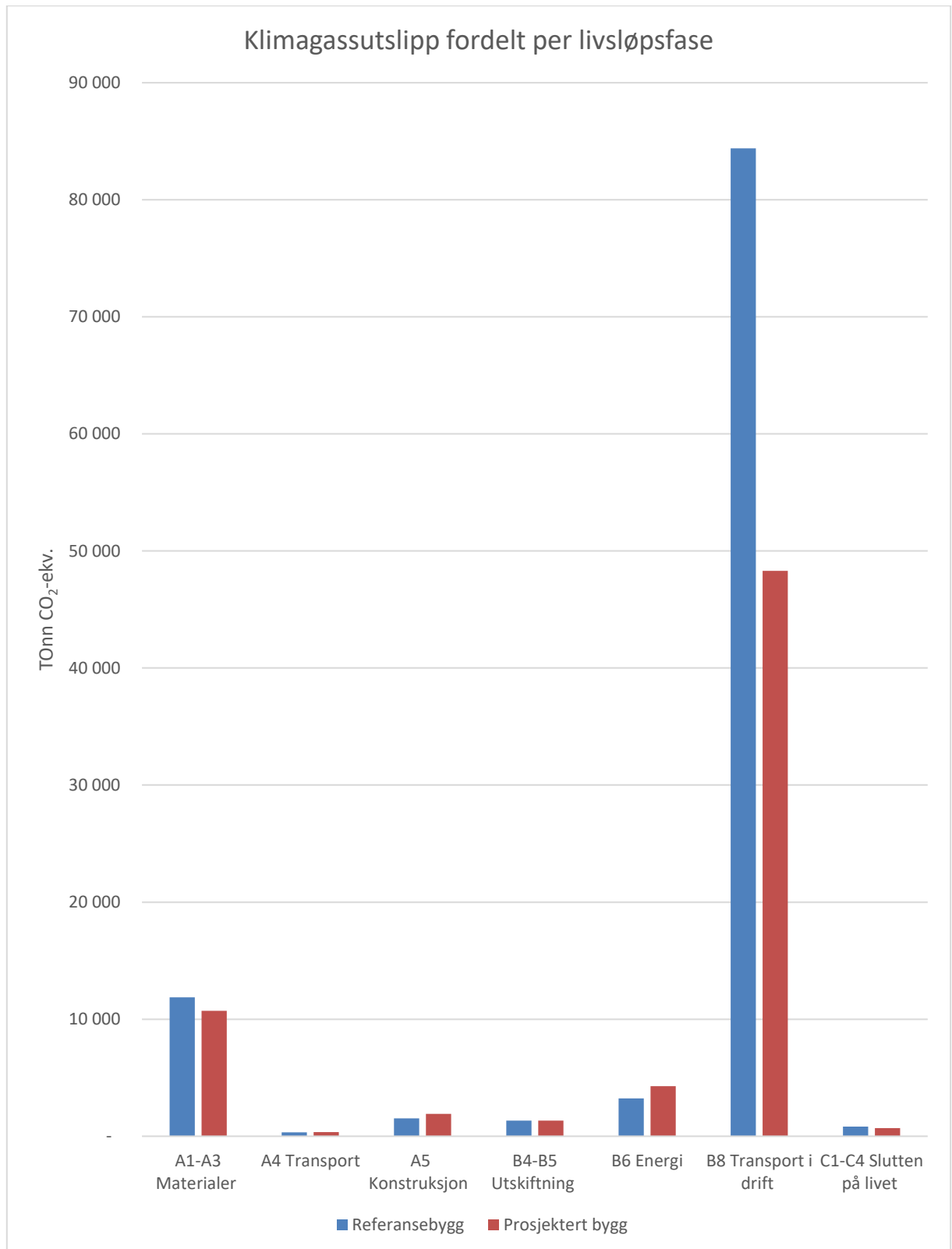
Totalt utslipp for alle livsløpsfasene som er inkludert i beregningen er 67 557 tonn CO₂-ekv. som tilsvarer 1 274 kg CO₂ ekv./m² BTA og 663 kg CO₂-ekv./person/år.

Biogent karbon er ikke inkludert i resultatene i tabellen over. Det er omtrent 1 526 tonn CO₂-ekv. lagret i materialene.

8.4 Sammenligning

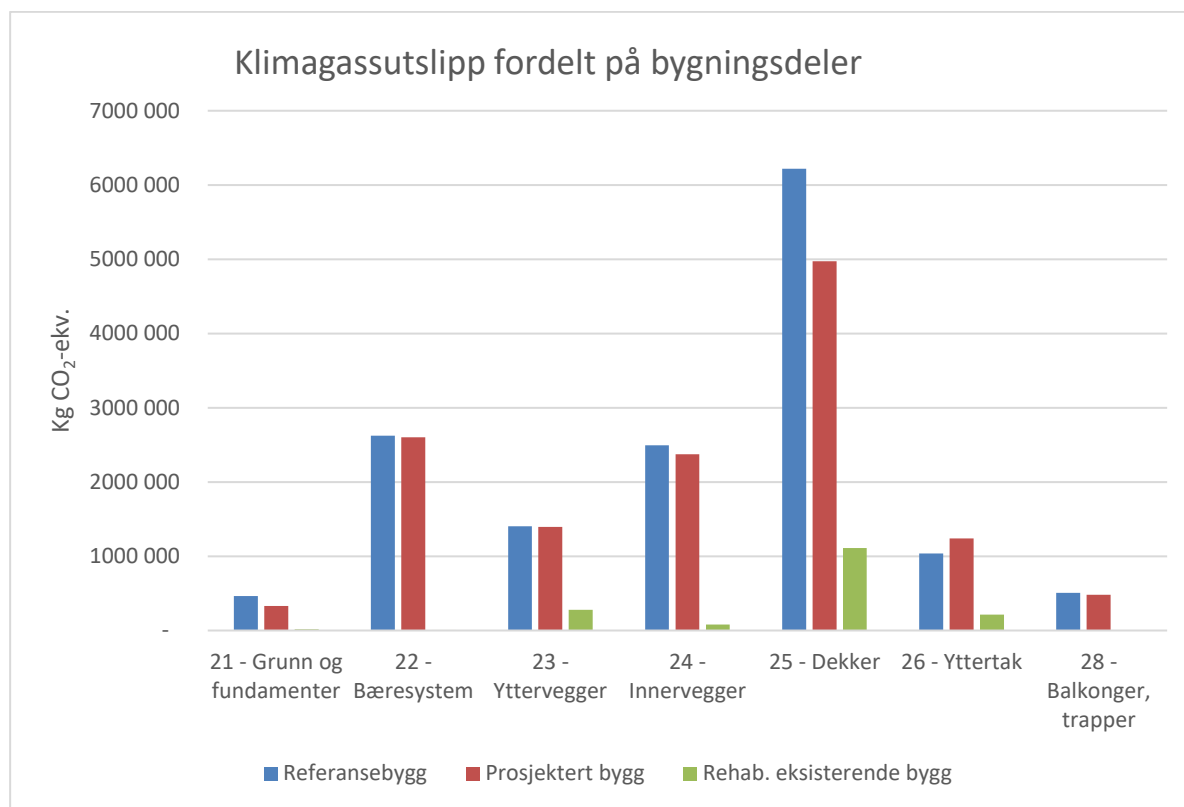
Klimagassutslipp for de ulike livsløpsfasene er vist i Figur 3. Samlet sett har prosjektert bygg et lavere utslipp enn referansebygget for de inkluderte livsløpsfasene. Reduksjonen er på 35 % og tilsvarer omtrent 35 960 tonn CO₂-ekv.

For materialer har prosjektert bygg 9 % lavere utslipp sammenlignet med referansebygget som tilsvarer 1 352 tonn CO₂-ekv. over byggets livsløp. For energibruk i drift har prosjektert bygg 32 % økning sammenlignet med referansebygget som tilsvarer 1 050 tonn CO₂-ekv. i driftsfasen.



Figur 3 - Klimagassutslipp fordelt over livsløpsfaser.

Klimagassutslipp fordelt over bygningsdeler er vist i Figur 4, samt i Tabell 16.



Figur 4 - Klimagassutslipp fordelt over bygningsdeler.

Tabell 16 - Klimagassutslipp fordelt per bygningsdel i kg CO₂-ekv.

Bygningsdel	Referansebygg	Prosjektet bygg (nybygg)	Rehab. av eksisterende bygg
21 - Grunn og fundamenter	462 719	329 966	15 380
22 - Bæresystem	2 624 742	2 600 188	5 852
23 - Yttervegger	1 402 338	1 395 848	280 825
24 - Innervegger	2 494 092	2 372 835	82 168
25 - Dekker	6 219 195	4 974 260	1 112 507
26 - Yttertak	1 039 213	1 241 644	214 805
28 - Balkonger, trapper	506 271	482 033	386
Totalt	14 748 569	13 396 773	1 711 921

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

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 17. Til sammenligning med norsk forbruksmiks viser beregningen at scenario med europeisk forbruksmiks gir et utslipp som er ca. 10 ganger høyere. Fjernvarme er også inkludert for prosjektertbygg i følsomhetsanalysen.

Tabell 17 - 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	23 719	447
Prosjektert bygg	21 260	401
Eksisterende bygg	23 603	790

9 Vurdering

9.1 Sammenligning referansebygg

Ser en på prosjektet som helhet, inklusiv alle livsløpsfaser, oppnår prosjektet en samlet reduksjon på 35 %. Dette tilsvarer 35 960 tonn CO₂-ekv. og er i hovedsak grunnet transport i drift og bruk av trevirke. 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 og god plassering med tanke på kollektiv transport (bybane og buss). Det er også en mulighet at flere vil benytte seg av kollektiv transport enn hva som ligger til grunn i beregningene, men dette kan eventuelt vurderes ved en senere beregning.

Beregningen for materialer viser at prosjektert bygg har omtrent 1 352 tonn CO₂-ekv. lavere utslipp som tilsvarer en reduksjon på 9 %. Denne reduksjon skyldes i hovedsak økt resirkuleringsgrad for stål. I tillegg er det positivt for materialbruken i prosjektet å slå sammen ulike bygningskategorier i en og samme bygning. For Mindemyren S14 vil deler boligbyggenes etasjer på bakkeplan være næringsareal. Samlokalisering av flere bygningskategorier i samme bygg kan resultere i klimagassreduksjoner grunnet reduksjon av materialmengder. Reduksjonen kommer av at bygningskategoriene deler felles funksjoner slik som bæresystem, yttertak og fundamentering. Hovedårsaken til at reduksjonen ikke er større er foreløpig tiltenkt dekkeløsning for prosjektet. Plastøpte betongdekker har høyere utslipp per kvadratmeter enn hulldekkene i referansebygget.

Prosjektert bygg har en økning i klimagassutslipp fra energibruk i drift sammenlignet med referansebygget. Dette er fordi fjernvarme har en høyere utslippsfaktor enn norsk elektrisitetsmiks iht. NS 3720:2018 og høyere energibehov grunnet redusert systemvirkningsgrad sammenlignet med varmepumpe. Prosjektert bygg har lavere utslipp fra energibruk i drift i følsomhetsanalysen, da utslippsfaktoren for fjernvarme i Bergen er betydelig lavere enn utslippsfaktor for europeisk strømmiks.

9.2 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. Multiconsult vurderer fortsatt resultatet som representativt for prosjektet.

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

Lokal energiproduksjon er ikke vurdert på nåværende tidspunkt. Strømproduksjon med solceller på tak og/eller fasade vil bli vurdert i byggefase/byggesak.

9.5 Beliggenhet og mobilitetsløsninger

Prosjektets beliggenhet i forhold til kollektivtransport på Mindemyren. Tomten er i kort gangavstand til bybane linje 1 og fremtidig linje 2.

9.6 Funksjonalitet og arealeffektivitet

Detaljer rundt funksjonalitet er foreløpig ikke kjent. Prosjektet er tenkt utført med plasstøpte dekker, noe som resulterer i fleksible planløsninger for leilighetene grunnet redusert behov for søyler og bjelker.

9.7 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 bygningsmasse har lavere utslipp enn prosjektert bygg. Dette er i hovedsak grunnet størrelsesforskjeller for de ulike alternativene. Prosjektert bygg har 53 438 tonn CO₂-ekv. høyere utslipp enn rehabilitering av eksisterende bygningsmasse.

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 prosjektert bygg fortsatt være høyere enn for prosjektert bygg (ca. 170 % økning). Ser en derimot på forskjell i klimagassutslipp per person per år vil oppføring av nybygg ha en reduksjon av klimagassutslipp på 35 % sammenlignet med rehabilitering.

For bevaring og rehabilitering er det forutsatt i beregningene at eksisterende klimaskall (yttervegger) 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.

Innvendig ombygging av eksisterende bygningsmasse som ikke er tenkt revet er ikke medregnet i foreliggende notat.

9.8 Ombruk av materialer

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

9.9 Utslippsreducerende tiltak

Tabell 18 gir en oversikt over mulige utslippsreducerende tiltak på en generell basis.

Tabell 18 - 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 prefabriert og plaststøpt	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

Prosjektet har et totalt klimagassutslipp på 67 557 tonn CO₂-ekv. beregnet over 60 år levetid. Prosjektert bygg oppnår en 35 % reduksjon av klimagassutslipp sammenlignet med referansebygget og total reduksjon er 35 960 tonn CO₂-ekv.

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.