

## NOTAT

OPPDRAAG	<b>Mindemyren S17 – Kv 48 regulering</b>	DOKUMENTKODE	10213903-RIM-NOT-001
EMNE	Klimagassberegninger KPA 2018	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	<b>Kanalveien Utvikling AS</b>	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 Utvikling AS for å utføre klimagassberegninger for prosjektet S17 på Mindemyren. Prosjektet omhandler oppføring av nye boligblokker, næringsareal og barnehage i plan 1 fordelt på 4 bygningskropper. Prosjektet innebærer riving av eksisterende bygg i Kanalveien 46 og 48. 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 47 051 tonn CO<sub>2</sub>-ekv., som tilsvarer 2 321 kg CO<sub>2</sub>-ekv./m<sup>2</sup> BTA og 978 kg CO<sub>2</sub>-ekv./person/år.

Det er utarbeidet et referansebygg for prosjektet, som samlet har et klimagassutslipp på 65 043 tonn CO<sub>2</sub>-ekv., som tilsvarer 3 209 kg CO<sub>2</sub>-ekv./m<sup>2</sup> BTA og 1 352 kg CO<sub>2</sub>-ekv./person/år.

Det er utarbeidet et alternativ for rehabilitering av eksisterende bygninger, som samlet har et klimagassutslipp på 12 605 tonn CO<sub>2</sub>-ekv., som tilsvarer 2 896 kg CO<sub>2</sub>-ekv./m<sup>2</sup> BTA og 1 501 kg CO<sub>2</sub>-ekv./person/år.

Prosjektet bygg oppnår samlet en 28 % reduksjon av klimagassutslipp sammenlignet med referansebygget. Dette tilsvarer 17 992 tonn CO<sub>2</sub>-ekv.

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

03	30.05.2023	Implementert kommentarer fra kommunen	Elsa M. Buvik	Øystein Rønneseth	Bjarne Høstmark
02	14.06.2022	Oppdatert areal	Elsa M. Buvik	Øystein Rønneseth	Bjarne Høstmark
01	24.05.2022	Oppdatert prosjektbeskrivelse	Elsa M. Buvik	Katrine Taksdal	Bjarne Høstmark
00	25.02.2022	Utsendt	Elsa M. Buvik	Øystein Rønneseth	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 .....	13
8.1	Eksisterende bygg .....	13
8.2	Referansebygg .....	13
8.3	Prosjektert bygg .....	14
8.4	Sammenligning .....	14
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 .....	17
9.9	Utslippsreducerende 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 S17 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 m<sup>2</sup> 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 Utvikling AS for å utføre klimagassberegninger for prosjektet S17 på Mindemyren. Prosjektet omhandler oppføring av nye boligblokker, næringsareal og barnehage. Prosjektet innebærer riving av eksisterende bygg i Kanalveien 46 og 48. Se Figur 1 for illustrasjonsplan av prosjektet.

Totalt planlagt BRA for prosjektet er omtrent 18 700 m<sup>2</sup>. Kjellerarealer for bodarealer og fellesrom for boligblokkene er medregnet i totalt BRA. Arealer for prosjektet 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 m<sup>2</sup> 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 Utklipp av illustrasjonsplan [Rambøll 23.05.2023]

## 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 VURDERING AV BYGNINGEN																		
INFORMASJON OM BYGNINGENS LIVSLØP																TILLEGGSINFORMASJON 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	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 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 byggene som helhet. For komponentene generelt og bygningsdeler brukes estimert levetid basert på EPD og Byggforsk datablad 700.320.

Klimagassberegningenes funksjonelle enhet er 1 m<sup>2</sup> 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, forretning, barnehage	Kanalveien 46	Kanalveien 48
Levetid	60 år	60 år	60 år
BRA [m <sup>2</sup> ]	18 650	-	-
Bruttoareal [m <sup>2</sup> BTA]	20 272	2 506	1 847
Bygningstype	Boligblokk, næring, barnehage	Lett industri	Lett industri
Tekniske og funksjonelle krav	TEK 17	TEK 17 <sup>1</sup>	TEK 17 <sup>1</sup>
Antall etasjer	6-8 + 1 underetasje	3	1
Antall personer	Bolig: 540 <sup>2</sup> Næring: 200 <sup>3</sup> Barnehage: 62 <sup>4</sup>	70 <sup>5</sup>	70 <sup>5</sup>

<sup>1</sup> Forutsatt etter rehabilitering

<sup>2</sup> 360 beboere, antatt antall besøkende 180 personer (50 % av antall beboere)

<sup>3</sup> Forutsatt 20 ansatte og 180 besøkende

<sup>4</sup> Forutsatt 13 ansatte og 49 barn, basert på 15 m<sup>2</sup> per barn

<sup>5</sup> Forutsatt 20 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 Multiconsult, sist revidert 11.01.2022.

Se Tabell 3 for arealer lagt til grunn i beregningene.

Tabell 3 - Input i Carbon designer for prosjektet.

	Kanalveien 46	Kanalveien 48
BTA [m <sup>2</sup> ]	2 506	1 847
Gulv på grunn [m <sup>2</sup> ]	835	924
Dekker [m <sup>2</sup> ]	1 671	924
Søyler (m)	43	43
Bjelker (m)	123	129
Balkonger [m <sup>2</sup> ]	-	-
Trapper og heissjakt [m]	11	7
Yttervegger [m <sup>2</sup> ]	895	602
Yttervegg mot terreng [m <sup>2</sup> ]	-	-
Vinduer [m <sup>2</sup> ]	501	369
Ytterdører [m <sup>2</sup> ]	17	18
Tak [m <sup>2</sup> ]	835	924
Innervegger [m <sup>2</sup> ]	848	594
Gulv/himling [m <sup>2</sup> ]	2 369	1 751

##### *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. I beregningene er det forutsatt at bærende konstruksjoner og konstruksjoner mot grunnen bevares og resten skiftes ut.

#### 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 for inputverdier benyttet i beregningen.

Utslippsfaktorer er iht. «norsk gjennomsnittsbil» i Vedlegg C i NS 3720:2018 iht. veileder for klimagassberegninger jf. Krav i KPA 2018. Dette tilsvarer «dagens gjennomsnitt» i One Click LCA, og er en konservativ antagelse for en tidsperiode på 60 år.

Tabell 4 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for eksisterende bygg i Kanalveien 46 og 48

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 %

## 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 (skoeskemform på bygget).

Det er utarbeidet referansebyggeregninger for hvert av byggene, samt for de ulike bygningskategoriene (boligblokk, forretningsbygg og barnehage).

Se Tabell 5 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 barnehage er et bæresystem i stål/betong, kledning i tegl og tre, innvendige stenderverksvegger med gips og gulvoverflater i linoleum



Tabell 5 - Input i Carbon designer for prosjektet, alle bygningskategoriene samlet

	Mindemyren S17
BTA [m <sup>2</sup> ]	21 272
Gulv på grunn [m <sup>2</sup> ]	3 867
Dekker [m <sup>2</sup> ]	19 083
Søyler (m)	2 033
Bjelker (m)	3 300
Balkonger [m <sup>2</sup> ]	1 857
Trapper og heissjakt [m]	130
Yttervegger [m <sup>2</sup> ]	8 845
Yttervegg mot terreng [m <sup>2</sup> ]	1 246
Vinduer [m <sup>2</sup> ]	3 962
Ytterdører [m <sup>2</sup> ]	79
Tak [m <sup>2</sup> ]	2 601
Innervegger [m <sup>2</sup> ]	33 649
Gulv/himling [m <sup>2</sup> ]	20 093

#### 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. Massehåndtering ifm. parkeringskjeller og riving av eksisterende bebyggelse er inkludert i A5.

#### 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.

#### 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. Utslippsfaktorer er iht. Vedlegg C i NS 3720:2018. Input benyttet for beregning av utslipp tilknyttet transport i drift er vist i Tabell 6 -Tabell 8.

Tabell 6 - 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 7 - 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 8 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for referansebygg barnehage

Parkeringstilgjengelighet	Fri parkering, full tilgang				
Åpningsdager	205				
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 %

### 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 3 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
- Kledning i tre og tegl
- Plasstøpte betongdekker
- Reduksjon i mengder bjelker

#### 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 predefinert scenario for transport i drift i Bergen kommune. Antall beboere, besøkende og parkeringsdekning er tilpasset prosjektet. Utslippsfaktorer er iht. Vedlegg C i NS 3720:2018. Input benyttet for beregning av utslipp tilknyttet transport i drift for er vist i Tabell 9 til Tabell 11. Da prosjektet ligger i nærhet til bybanen, er 7 % av andelen biltransport flyttet fra bil til skinnegående for bolig og 20 % av andelen for biltransport for besøkende flyttet fra bil til skinnegående for næring og barnehagen

Tabell 9 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for prosjektert bygg boligblokk.

Parkeringstilgjengelighet	0,4 plasser per 100 m <sup>2</sup>				
	Turer/ pers* dag	Bil	Buss	Skinne- gående	Gang/sykel
Arbeid	0,8	12 %	31 %	15 %	42 %
Tjeneste	0,1	60 %	15 %	11 %	14 %
Private turer	1,0	38 %	10 %	9 %	43 %
Besøkende og brukere	2,0	38 %	10 %	9 %	43 %

Tabell 10 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for prosjektert bygg næring

Parkeringstilgjengelighet	Ingen parkering				
	Transportmiddelfordeling	Turer/ pers*dag	Bil	Buss	Skinne- gående
Arbeid	0,8	5 %	37 %	9 %	49 %
Tjeneste	0,1	61 %	18 %	4 %	17 %
Private turer	1,0	41 %	11 %	3 %	46 %
Besøkende og brukere	2,0	21 %	11 %	23 %	46 %

Tabell 11 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for prosjektert bygg barnehage.

Parkeringstilgjengelighet	Ingen parkering				
	Transportmiddelfordeling	Turer/ pers*dag	Bil	Buss	Skinne- gående
Arbeid	1,6	5 %	37 %	9 %	49 %
Tjeneste	0,2	61 %	18 %	4 %	17 %
Private turer	0,2	41 %	11 %	3 %	46 %
Besøkende og brukere	2,0	21 %	11 %	23 %	46 %

### 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 12 - Totalt klimagassutslipp for rehabilitering av eksisterende bygg fordelt på livsløpsfase

Livsløpsfase	Totalt (tonn CO <sub>2</sub> -ekv.)	Per BTA (kg CO <sub>2</sub> -ekv./m <sup>2</sup> BTA)
A1-A3 Materialer	223	51
A4 Transport	7	2
A5 Konstruksjon	96	22
B4-B5 Utskiftning	134	31
B6 Energi	343	79
B8 Transport i drift	11 736	2 696
C1-C4 Slutten på livet	66	15
<b>Totalt</b>	<b>12 605</b>	<b>2 896</b>

Totalt utslipp for alle livsløpsfasene som er inkludert i beregningen er 12 605 tonn CO<sub>2</sub>- ekv. som tilsvarer 2 896 kg CO<sub>2</sub> ekv./m<sup>2</sup> BTA og 1 501 kg CO<sub>2</sub>-ekv./person/år.

Biogent karbon er ikke inkludert i resultatene i tabellen over. Det er ca. 24 tonn CO<sub>2</sub>-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 66 tonn, som tilsvarer 15 kg CO<sub>2</sub> ekv./m<sup>2</sup> BTA .

### 8.2 Referansebygg

Klimagassutslipp fordelt på de ulike livsløpsfasene for referansebygget er vist samlet i Tabell 13. Riving av eksisterende bygninger er medregnet i A5.

Tabell 13 - Totalt klimagassutslipp for referansebygningene fordelt på livsløpsfase

Livsløpsfase	Totalt (tonn CO <sub>2</sub> -ekv.)	Per BTA (kg CO <sub>2</sub> -ekv./m <sup>2</sup> BTA)
A1-A3 Materialer	4 993	246
A4 Transport	136	7
A5 Konstruksjon	686	34
B4-B5 Utskiftning	560	28
B6 Energi	1 092	54
B8 Transport i drift	57 236	2 823
C1-C4 Slutten på livet	340	17
<b>Totalt</b>	<b>65 043</b>	<b>3 209</b>

Totalt utslipp for alle livsløpsfasene som er inkludert i beregningen er 65 043 tonn CO<sub>2</sub>- ekv. som tilsvarer 3 209 kg CO<sub>2</sub> ekv./m<sup>2</sup> BTA og 1 352 kg CO<sub>2</sub>-ekv./person/år.

Biogent karbon er ikke inkludert i resultatene i tabellen over. Det er ca. 859 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. lagret i materialene.

### 8.3 Prosjektert bygg

Klimagassutslipp fordelt på de ulike livsløpsfasene er vist i Tabell 14. Riving av eksisterende bygninger er medregnet i A5.

Tabell 14 - Klimagassutslipp for prosjekterte bygg fordelt på livsløpsfase

Livsløpsfase	Totalt (tonn CO <sub>2</sub> -ekv.)	Per BTA (kg CO <sub>2</sub> -ekv./m <sup>2</sup> BTA)
A1-A3 Materialer	4 603	227
A4 Transport	200	10
A5 Konstruksjon	697	34
B4-B5 Utskiftning	564	28
B6 Energi	1 629	80
B8 Transport i drift	38 996	1 924
C1-C4 Slutten på livet	361	18
<b>Totalt</b>	<b>47 051</b>	<b>2 321</b>

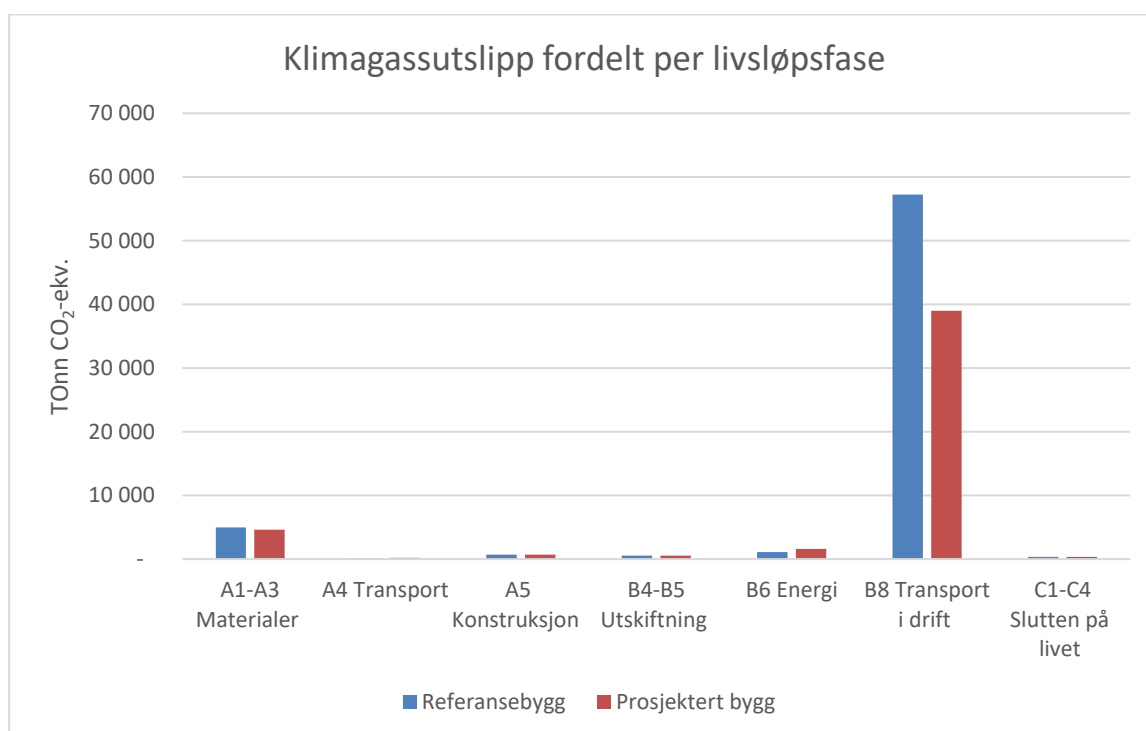
Totalt utslipp for alle livsløpsfasene som er inkludert i beregningen er 47 051 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. som tilsvarer 2 321 kg CO<sub>2</sub> ekv./m<sup>2</sup> BTA og 978 kg CO<sub>2</sub>-ekv./person/år.

Biogent karbon er ikke inkludert i resultatene i tabellen over. Det er omtrent 898 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. lagret i materialene.

### 8.4 Sammenligning

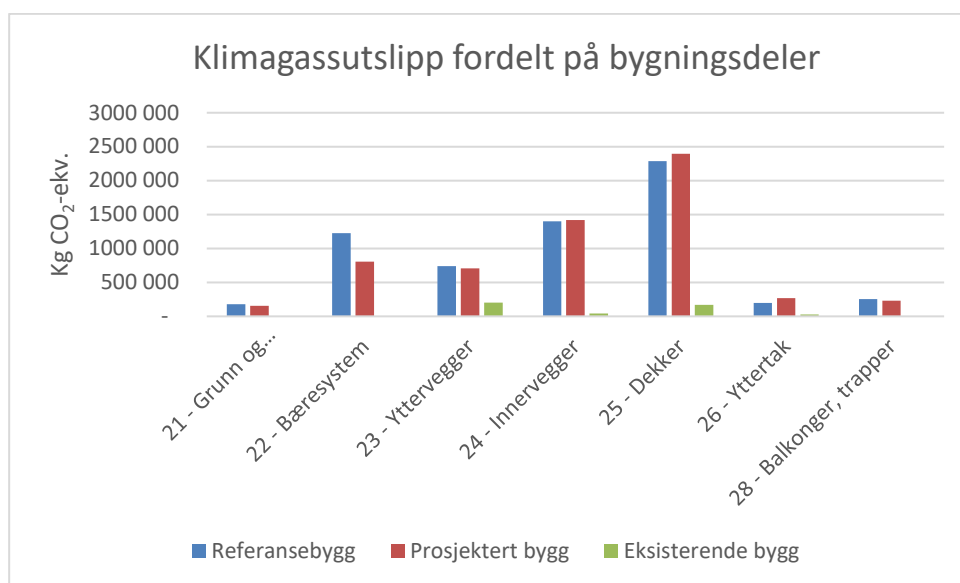
Klimagassutslipp for de ulike livsløpsfasene er vist i Figur 2. Samlet sett har prosjektert bygg et lavere utslipp enn referansebygget for de inkluderte livsløpsfasene. Reduksjonen er på 28 % og tilsvarer omtrent 17 992 tonn CO<sub>2</sub>-ekv.

For materialer har prosjektert bygg 5 % lavere utslipp sammenlignet med referansebygget som tilsvarer 289 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. over byggets livsløp. For energibruk i drift har prosjektert bygg 49 % økning sammenlignet med referansebygget som tilsvarer 537 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. i driftsfasen.



Figur 2 - Klimagassutslipp fordelt over livsløpsfaser.

Klimagassutslipp fordelt over bygningsdeler er vist i Figur 3, samt i Tabell 15.



Figur 3 - Klimagassutslipp fordelt over bygningsdeler.

Tabell 15 - Klimagassutslipp fordelt per bygningsdel i kg CO<sub>2</sub>-ekv.

Bygningsdel	Referansebygg	Prosjektert bygg	Eksisterende bygg
21 - Grunn og fundament	176 705	156 232	2 443
22 - Bæresystem	1 225 149	805 963	302
23 - Yttervegger	740 825	708 590	201 722
24 - Innervegger	1 398 717	1 421 094	42 188
25 - Dekker	2 285 401	2 396 975	170 861
26 - Yttertak	195 700	268 524	26 917
28 - Balkonger, trapper	254 848	231 134	1 148
<b>Totalt</b>	<b>6 277 344</b>	<b>5 988 512</b>	<b>445 580</b>

Mest medvirkende materialer til klimagassutslipp for prosjektert 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 16. 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 16 - Følsomhetsanalyse for energibruk i drift ved å benytte scenario 2 i NS 3720:2018.

Bygg	Tonn CO <sub>2</sub> -ekv.	Kg CO <sub>2</sub> -ekv./m <sup>2</sup> BTA
Referansebygg	11 840	545
Prosjektert bygg	10 440	481
Eksisterende bygg	3 434	789

## 9 Vurdering

### 9.1 Sammenligning referansebygg

Ser en på prosjektet som helhet, inklusiv alle livsløpsfaser, oppnår prosjektet en samlet reduksjon på 28 %. Dette tilsvarer 17 992 tonn CO<sub>2</sub>-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 289 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. lavere utslipp som tilsvarer en reduksjon på 5 %. Denne reduksjonen er grunnet bruk av lavkarbon betong, trekledning på deler av bygget og økt resirkuleringsgrad for armeringsstål. 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 CO<sub>2</sub>-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

Eventuell energiproduksjon er ikke planlagt/kjent for Multiconsult på dette stadiet.

### 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 rehabiliter 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 34 447 tonn CO<sub>2</sub>-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 m<sup>2</sup> BTA) vil klimagassutslippene knyttet til prosjektert bygg vær lavere enn eksisterende bygg (20 % reduksjon). Ser en 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.

### 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 17 gir en oversikt over mulige utslippsreducerende tiltak på en generell basis.

Tabell 17 - 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 naboprojekter. 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 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 47 051 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. beregnet over 60 år levetid. Prosjektet bygg oppnår en 28 % reduksjon av klimagassutslipp sammenlignet med referansebygget og total reduksjon er 17 992 tonn CO<sub>2</sub>-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.