

NOTAT

OPPDRAAG	Slettemarken sykehjem - Klimagassberegninger	DOKUMENTKODE	10219311-RIM-NOT-001
EMNE	Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Bergen kommune	OPPDRAAGSLEDER	Hallvard Høstmark
KONTAKTPERSON	Kristian Martin Bech	SAKSBEHANDLER	Katrine Taksdal
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10233026 Bygningsforvaltning og Bygningsfysikk

SAMMENDRAG

Multiconsult Norge AS er engasjert av Bergen kommune for å utføre klimagassberegninger for oppføring av nytt sykehjem på Sletten i Bergen, samt klimagassberegninger for riving og rehabilitering av eksisterende bygg på tomten. Det er utført klimagassberegninger ved hjelp av programvaren One Click LCA iht. NS 3720:2018. Beregningene er gjennomført iht. veileder til klimagassberegninger i KPA 2018 for Bergen kommune.

Totalt planlagt BTA for sykehjemmet er omtrent 13 800 m2, men beregningen er gjennomført på et stadiet der BTA var 14 200 m2. Ettersom dette er tidligfase, vurderes vedlagt klimagassberegningen fortsatt til å være representativ på dette stadiet. Totale utslipp vil være noe lavere, men sammenligningene opp mot referansebygget vil være i samme størrelsesorden.

Totalt klimagassutslipp for de ulike alternativene, samt endring i % i forhold til referansebygget, er som følger:

	Tonn CO ₂ -ekv.	Endring
Referansebygg	21 913	
Riving og oppføring av nye bygg	16 875	-23 %
Rehabilitering av eksisterende bygg	9 938	-55 %

Ser en kun på klimagassutslipp knyttet til materialer vil prosjektert nybygg få en økning i klimagassutslipp på 4 % sammenlignet med referansebygget.

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

00	12.09.2022	Utsendt	Katrine Taksdal	Elsa M. Buvik	H.E. Høstmark
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

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

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 oppføring av nytt sykehjem. 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.

2 Formål

Formålet med klimagassberegningene er å kartlegge klimagassutslipp for nytt sykehjem, samt rehabilitering og riving av eksisterende bygg på tomten iht. veileder for klimagassberegninger i KPA 2018. Beregningen skal vedlegges plansøknad for førstegangs behandling.

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.

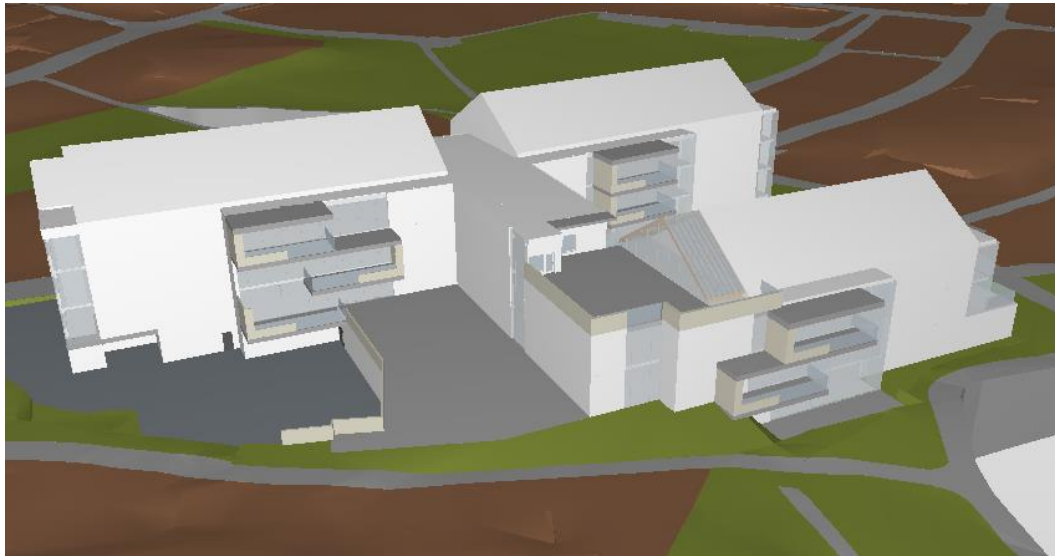
4 Om prosjektet

Prosjektet omhandler planarbeid for å oppføre nytt sykehjem, samt riving av eksisterende sykehjem. Totalt planlagt BTA for sykehjemmet er omtrent 13 800 m², men beregningen er gjennomført på et stadiet der BTA var 14 200 m², se Figur 1. Endringen i BTA utgjør en reduksjon på omtrent 3 % (420 m²). Ettersom dette er tidligfase, vurderes vedlagt klimagassberegningen fortsatt til å være representativ på dette stadiet. Totale utslipp vil være noe lavere, men sammenligningene opp mot referansebygget vil være i samme størrelsesorden. Eksisterende bygg på tomten er et sykehjem/omsorgsboliger og helsestasjon fra 1956, med et påbygg fra 1995, samt et bygg fra 1966 som benyttes til tekniske installasjoner av Telenor, se Figur 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 – Utklipp fra IFC-modell av nye Slettemarken sykehjem [Link arkitektur, IFC modell 23.08.2022]



Figur 2 - Eksisterende sykehjem på tomten [Hentet fra google maps]

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

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

Tabell 1 - Oransje celler markerer hvilke informasjonsmoduler klimagassberegningene omfatter

INFORMASJON OM VURDERING AV BYGNINGEN																	
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	Anlegge-, 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 Funksjonell enhet

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

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

5.4 Eksisterende bygninger

Beregningen for eksisterende bygg omfatter de samme systemgrensene og bygningsdelene som prosjektert bygg.

5.5 Referansebyggmodul

Modulen «Carbon designer» i One Click LCA er benyttet i utarbeidelsen av klimagassberegningen. Mengder og materialvalg beregnes av programvaren etter oppgitt areal, antall etasjer og type bygning. Programvaren antar at alle etasjer er like store og at det benyttes relativt ideelle forutsetninger på beregning av areal på ytter- og innervegger (scoeskeform på bygget). Data som er benyttet i beregningene er på datakvalitetsnivå 2. For levetid på bygningsprodukter og antall utskiftninger er standardverdier fra One Click LCA benyttet.

6 Data

Datakvalitet på nivå 1 og 2 er benyttet iht. NS 3720:2018. I hovedsak er det valgt generiske materialvalg for prosjektet. Tabell 2 oppsummerer BTA, funksjoner og input benyttet i klimagassberegningene for referansebyggene og prosjekterte bygg.

Tabell 2 - Arealer og benyttede input til klimagassberegningene for referansebygg og prosjekterte nybygg

Bygning	Referansebygg/prosjektert bygg
Bruttoareal [m ² BTA]	14 220
Bygningstype	Sykehjem
Tekniske og funksjonelle krav	TEK 17
Antall etasjer	4 + kjeller
Antall beboere/ansatte	100/60

6.1 Eksisterende bygninger

Det er utført klimagassberegninger for riving av eksisterende bygg, samt rehabilitering av eksisterende bygg til samme bygningskategori som før. I beregningene er det forutsatt at bærende konstruksjoner og konstruksjoner mot grunnen bevares og resten skiftes ut. Tabell 3 oppsummerer arealer, funksjoner og input benyttet i klimagassberegningene for eksisterende bygninger.

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

Bygning	Sykehjem/omsorgsboliger	Mellombygget	Telenorbygg
Bruttoareal [m ² BTA]	6000	300	1010
Bygningstype	Sykehjem	Sykehjem	Produksjonshall
Tekniske og funksjonelle krav	TEK 17*	TEK 17*	TEK 17*
Antall etasjer	4 + kjeller	1	2 + kjeller
Antall beboere/ansatte	50/30	0/0	0/2

* etter rehabilitering

6.1.1 Riving av eksisterende bygninger

Materialer

Materialmengder for byggene er utarbeidet ved hjelp av tilleggsfunksjonen «Carbon designer» i One Click LCA for den aktuelle bygningskategorien. Eksisterende sykehjem/omsorgsboliger ble bygget har yttervegger i tegl med pusset overflate, kjeller i betong og et saltak med bæring i tre. I 1995/1996 ble bygget totalrehabilitert hvor det også ble etablert et tilbygg med trekledning, betongsøyler og flatt tak. Telenorbygget består av pusset kledning, yttervegger og dekker av betong, samt saltak med bæring i tre.

Riving og avhending

Livsløpsfasene for byggets sluttstadium C1 til C4 er inkludert i beregningene for nybygg/prosjekterte bygg i livsløpsfasen A5 anlegg-, bygge- og monteringsarbeid. Utslipp fra riving og avhending er hentet fra generiske EPD'er i One Click LCA.

6.1.2 Rehabilitering av eksisterende bygninger

Foruten materialer og antall beboere/ansatte og m² BTA er input til livsløpsfasene lik som for referansebygget i neste kapittel. Beregningene for rehabilitering av eksisterende bygninger er utført på overordnet nivå og 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.

Energibruk i drift

Det antas det at energibehovet tilfredsstiller energikrav i TEK 17 etter rehabilitering.

Transport i drift

Det er benyttet predefinert scenario for transport i drift i Bergen kommune, men antall beboere og ansatte er tilpasset eksisterende bygg. 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 OneClickLCA, og er en konservativ antagelse for en tidsperiode på 60 år.

Tabell 4 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for rehabilitering av eksisterende bygg

Eksisterende bygg						
Parkeringstilgjengelighet	1,0					
Transportmiddelfordeling	Sykehjem Turer/ pers*dag	Telenor- bygg Turer/ pers*dag	Bil	Buss	Skinne- gående	Gang/sykkel
Arbeid	1,6	1,6	48 %	20 %	5 %	27 %
Tjeneste	0,6	0,2	79 %	9,6 %	2,4 %	9 %
Private turer	0,3	0,2	53 %	8,4 %	2,1 %	36,5 %
Besøkende og brukere	2,0	2,0	53 %	8,4 %	2,1 %	36,5 %

6.2 Referansebygg

Referansebygget er utarbeidet med utgangspunkt i planlagt prosjektert nybygg. Modulen «Carbon designer» i One Click LCA er benyttet i beregningen for referansebyggene og prosjekterte nybygg.

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

Referansebygget i dette notatet tar utgangspunkt i m² BTA for prosjekterte nybygg. Data som er benyttet i beregningene er på datakvalitetsnivå 2. Se kapittel 6 for mer informasjon.

6.2.1 Materialer*Materialmengder*

Funksjonen «Carbon designer» i One Click LCA er benyttet for å utarbeide referansebyggene. Materialtyper er valgt av programvaren og er «typiske» materialtyper for bygningskategorien. Typiske materialvalg for sykehjem er dekker av hulledekker, bæresystem av betong og stål og kledning av tegl og platekledning av fibersement.

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

For energibruk i drift er energikrav i TEK 17 hensyntatt byggets geometri, oppvarmet areal (BRA) og bygningskategori. Her er det benyttet standardverdier og gjeldende byggteknisk forskrift for netto energibehov. Energibruk i parkeringsgarasjen 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 transportmiddelfordeling i Bergen kommune, men antall beboere og ansatte er tilpasset prosjektet. Se Tabell 5 for input benyttet for beregning av utslipp tilknyttet transport i drift.

Tabell 5 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for referansebyggene

Referansebygg - sykehjem					
Parkeringstilgjengelighet	1,0				
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 %

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

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

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

6.3.1 Materialer

Prosjekteringen av sykehjemmet er i tidligfase og det er derfor manglende prosjekteringsunderlag på enkelte områder. Funksjonen «Carbon designer» i One Click LCA er derfor benyttet for å utarbeide materialmengder og materialtyper for de ulike bygningsdelene. Arealer er hentet fra IFC-modell fra ARK datert 23.08.2022. Det er planlagt bærende elementer i tre, men omfang er ikke kjent på nåværende tidspunkt og derfor ikke hensyntatt i denne beregningen.

Det er justert noe på materialtyper, dette gjelder følgende:

- Hulldekker er endret fra 0 % resirkulert bindemiddel til 10 %
- Armering, resirkuleringsgrad er endret fra 90 % til 100 %
- Saltak i tre for skråtak

6.3.2 Energibruk i drift

Energiambisjonene til dette prosjektet er nZEB iht. FutureBuilt med lokal fornybar energiproduksjon. Det er ikke utført energiberegninger og valg av energiforsyning for prosjektert bygg på nåværende tidspunkt, så energibruk er følgelig antatt lik som for referansebyggene. Utslippene knyttet til energibruk i drift for prosjektert bygg er derfor konservative.

6.3.3 Transport i drift

Det er benyttet predefinert scenario for transportmiddelfordeling i Bergen kommune, men antall beboere/ansatte og parkeringsdekning er tilpasset prosjektet. Kort avstand til kollektivtransport tilpasses transportmiddelfordelingen ved at 7 % flyttes fra bil til skinnegående. Se Tabell 6 for input benyttet for beregning av utslipp tilknyttet transport i drift. 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 6 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for prosjekterte bygg

Prosjekterte bygg - sykehjem					
Parkeringstilgjengelighet	0,1				
Transportmiddelfordeling	Turer/ pers*dag	Bil	Buss	Skinne- gående	Gang/sykkel
Arbeid	1,6	0 %	37 %	14 %	49 %
Tjeneste	0,6	54 %	18 %	11 %	17 %
Private turer	0,3	34 %	11 %	10 %	46 %
Besøkende og brukere	2,0	34 %	11 %	10 %	46 %

7 Scenarioer

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

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

Iht. veileder til klimagassberegninger i KPA 2018 er Scenario 1 er benyttet i klimagassberegningene. I praksis er Norge en del av et utvidet nettverk med el-kabler til flere andre land i Europa.

8 Resultater

8.1 Eksisterende bygninger

8.1.1 Riving av eksisterende bygninger

Riving av eksisterende bygninger har et totalt klimagassutslipp på 96 tonn, som tilsvarer 13 kg CO₂ ekv./m² BTA .

8.1.2 Rehabilitering av eksisterende bygninger til samme bygningskategori

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

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

Livsløpsfase	Totalt (tonn CO ₂ -ekv.)	Per BTA (kg CO ₂ -ekv./m ² BTA)
A1-A3 Materialer	226	31
A4 Transport	43	6
A5 Konstruksjon	156	21
B4-B5 Utskiftning	213	29
B6 Energi	758	104
B8 Transport i drift	8 447	1 156
C1-C4 Slutten på livet	96	13
Totalt	9 938	1 360

De totale klimagassutslippene tilsvarer 2 020 kg CO₂-ekv./person/år.

Biogent karbon er ikke inkludert i resultatene i tabellen over. Det er omtrent 23 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.

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 referansebygningene fordelt på livsløpsfase

Livsløpsfase	Totalt (tonn CO ₂ -ekv.)	Per BTA (kg CO ₂ -ekv./m ² BTA)
A1-A3 Materialer	2 940	207
A4 Transport	77	5
A5 Konstruksjon	499	35
B4-B5 Utskiftning	382	27
B6 Energi	1 559	110
B8 Transport i drift	16 268	1 144
C1-C4 Slutten på livet	186	13
Totalt	21 913	1 541

De totale klimagassutslippene tilsvarer 2 283 kg CO₂-ekv./person/år.

Biogent karbon er ikke inkludert i resultatene i tabellen over. Det er omtrent 152 tonn CO₂-ekv. lagret i materialene.

8.3 Prosjekterte bygg

Klimagassutslipp fordelt på de ulike livsløpsfasene for prosjekterte bygg er vist samlet i Tabell 9. Riving av eksisterende bygninger er medregnet i A5.

Tabell 9 - 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	3 073	216
A4 Transport	79	6
A5 Konstruksjon	499	35
B4-B5 Utskiftning	389	27
B6 Energi	1 559	110
B8 Transport i drift	11 089	780
C1-C4 Slutten på livet	187	13
Totalt	16 875	1 187

De totale klimagassutslippene tilsvarer 1 758 kg CO₂-ekv./person/år.

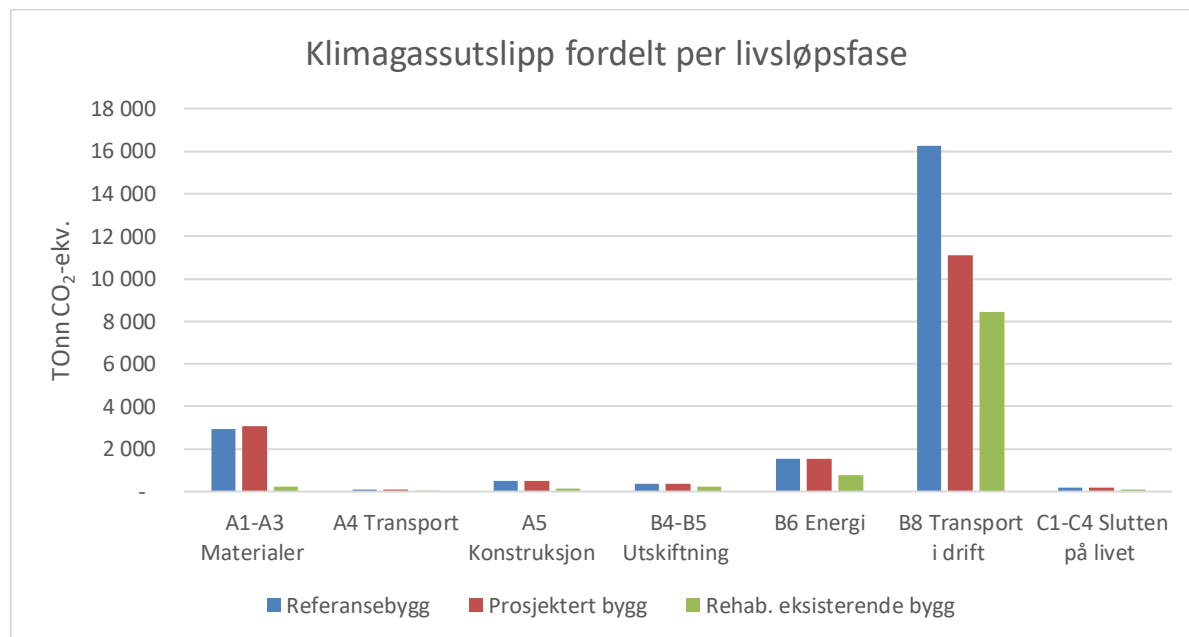
Biogent karbon er ikke inkludert i resultatene i tabellen over. Det er omtrent 227 tonn CO₂-ekv. lagret i materialene.

8.4 Sammenligning

Klimagassutslipp for de ulike livsløpsfasene er vist i Figur 3. Det er tydelig at livsløpsfasen B8 Transport i drift står for høyest klimagassutslipp av de inkluderte fasene. Det er som sagt tidligere valgt en konservativ utslippsfaktor iht. veileder for klimagassberegninger jf. Krav i KPA 2018. En mer realistisk forutsetning hadde vært å anta en utslippsfaktor som representerer et forventet gjennomsnitt de neste 60 år. Samtidig som at transport i drift står for en stor del av utslippene, er det også forbundet med en stor usikkerhet da utslippene her avhenger bl.a. av antall brukere av bygget som ofte har en stor usikkerhet knyttet til seg. Resultatene er også illustrert uten fasen B8 Transport i drift for å synliggjøre forskjellene mellom de andre fasene, se Figur 4.

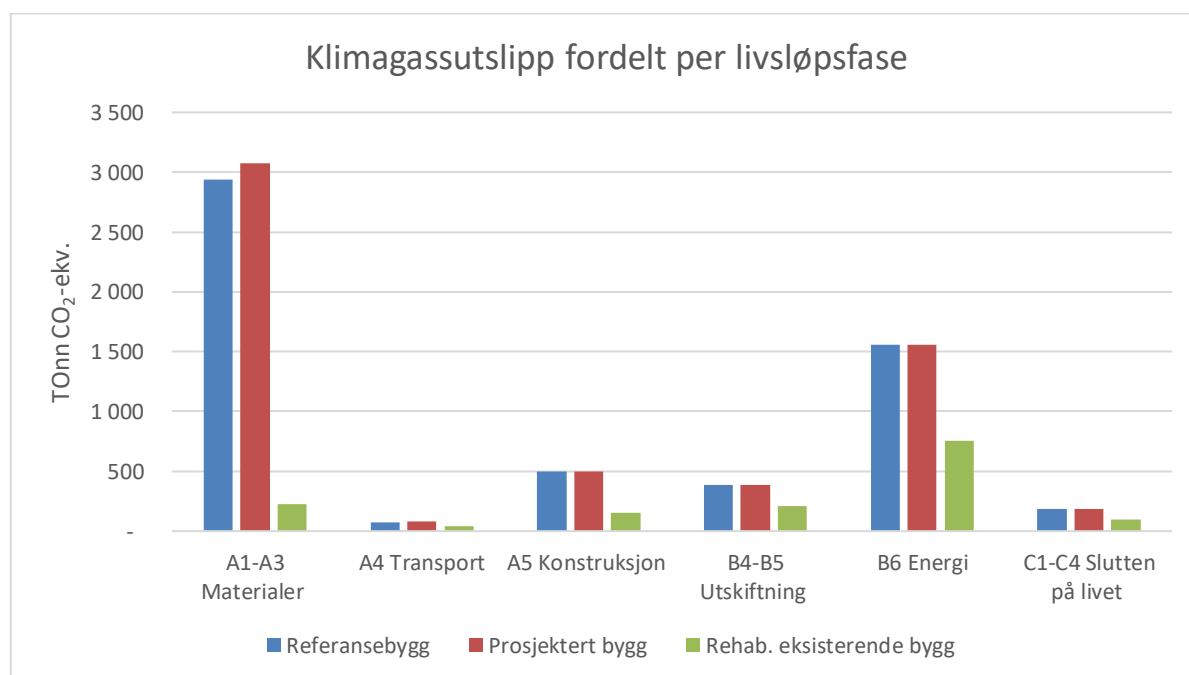
Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

Totalt sett oppnår riving og oppføring av prosjekterte nybygg en reduksjon på 23 % sammenlignet med referansebygget. Rehabilitering av eksisterende bygg til samme bygningskategori som før oppnår en reduksjon på 41 % sammenlignet med riving og oppføring av nye bygg.



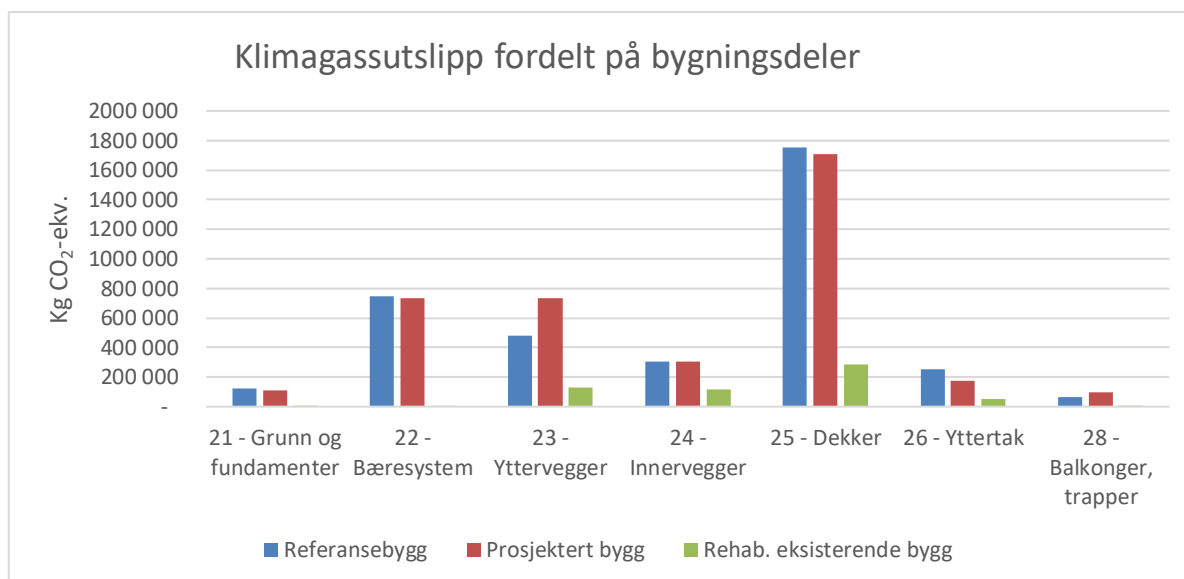
Figur 3 - Klimagassutslipp fordelt over livsløpsfase

Vurderes resultatene opp mot hverandre uten livsløpsfasen B8 Transport i drift som vist i Figur 4, øker utslippene 3 % for prosjektert bygg i forhold til referansebygget.



Figur 4 - Klimagassutslipp fordelt over livsløpsfase, ekskl. B8 Transport i drift

Klimagassutslipp fordelt over bygningsdeler er vist i Figur 5 og Tabell 10. For materialer har prosjekterte bygg og referansebygg relativt likt klimagassutslipp, men prosjekterte bygg har 4 % høyere utslipp som tilsvarer omtrent 142 tonn CO₂-ekv. over byggets livsløp.



Figur 5 - Klimagassutslipp fordelt over bygningsdeler

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

Bygningsdel	Referansebygg	Prosjektert bygg	Rehabilitering av eksisterende bygg
21 - Grunn og fundamenter	120 756	112 122	5 406
22 - Bæresystem	746 351	735 595	9 062
23 - Yttervegger	483 146	733 549	127 631
24 - Innervegger	306 780	307 172	118 566
25 - Dekker	1 755 476	1 707 931	283 946
26 - Yttertak	250 341	177 209	50 822
28 - Balkonger, trapper	63 767	94 916	3 742

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. Sammenligner en utslipp fra energibruk i drift med norsk forbruksmiks (Tabell 7 for rehabilitering av eksisterende bygg og Tabell 9 for prosjektert bygg), ser en at europeisk forbruksmiks medfører 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
Referansebygninger/prosjektert bygninger	15 605	1 097
Rehabiliterede bygninger til kontorbygg	3 247	444

9 Vurdering

9.1 Sammenligning mot referansebygg

Ser man på prosjektet som helhet, inklusiv alle livsløpsfaser, oppnår riving og oppføring av nye boligbygg en samlet reduksjon på 23 % sammenlignet med referansebygget. Dette er i hovedsak grunnet tiltak for å begrense transport i drift. Tiltakene utført er begrenning av parkeringsdekning og plassering nær kollektivtransport.

Klimagassutslipp tilknyttet materialer er relativt likt for prosjektert bygg og referansebygget, men beregningen viser at prosjekterte bygg har et klimagassutslipp som er 4 % høyere enn referansebyggene. Dette skyldes blant annet et stort areal glassfasade på det prosjekterte bygget, samt at prosjektert bygg er mindre volumeffektivt mtp. utforming sammenlignet med referansebygget, som fører til økte materialmengder.

Transport i drift utgjør en relativt stor andel av de totale utslippene, omtrent 70 %. Dette er hovedsakelig grunnet at det er brukt en konservativ utslippsfaktor for transport iht. veileder for klimagassberegninger til KPA 2018. Ved bruk av utslippsfaktor som hensyntar forventet fremtidig utvikling de neste 60 årene mtp. elektrifisering og bruk av miljøvennlig drivstoff vil denne andelen reduseres til omtrent 35 %. Vurderes resultatene uten livsløpsfasen transport i drift mot referansebygget blir økningen i utslipp for riving og oppføring av nye prosjektert på 3 %.

Et viktig aspekt er å hensynta tidspunktet utslippene skjer. Størstedelen av klimagassutslipp fra materialer er noe som skjer ved «år 0»/byggstart, mens utslipp fra energibruk i drift skjer fra år 0 til år 60. Ettersom reduksjon av klimagassutslipp haster for å nå klimamålene, vil det være en fordel å utsette utslipp så lenge som mulig. Dette for å hensynta teknologiutvikling som mer effektiv materialproduksjon, fornybar energiproduksjon, karbonfangst o.l., men også for å redusere tiden klimagassen varmer opp atmosfæren. I et uendelig tidsperspektiv har ikke utsettelse av klimagassutslipp noe å si, men i den begrensede perioden frem mot klimamålene vil tidspunkt være av betydning. Dette kan hensyntas ved å bruke tidsvekting slik som i regnereglene til *FutureBuilt Zero*, men denne metodikken er ikke brukt her.

Det tas forbehold om at det kan forekomme endringer som følge av manglende detaljering for prosjektert bygg som gir andre resultater.

9.2 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 til samme bygningskategori som i dag
- Alternativ 2: Rive eksisterende bygninger og oppføre nybygg

Rehabilitering av eksisterende bygg gir en reduksjon på 41 % sammenlignet med riving og oppføring av nye prosjekterte bygg. Dette er i hovedsak grunnet størrelsesforskjeller for de ulike alternativene.

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. 15 % økning). Ser en på forskjell i klimagassutslipp per person per år vil oppføring av nybygg ha en økning av klimagassutslipp på 15 % sammenlignet med rehabilitering.

9.3 Usikkerhet

Det er noe usikkerheter ved resultatet fra beregningene. Blant annet er beregningene utført i tidligfase med modulen «Carbon designer» i One Click LCA. Det vil derfor kunne være avvik fra faktiske mengder sammenlignet med benyttede mengder i prosjektet. Det er heller ikke utført noen energiberegninger eller valg av energiforsyning og følgelig er det tatt utgangspunkt i TEK 17. Multiconsult vurderer fortsatt resultatet som representativt for prosjektet i denne fasen. 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.

9.4 Eiendommens egnethet

I forbindelse med arealbruk og tomtebearbeiding er det positivt å gjenbruke en allerede opparbeidet tomt i stedet for å beslaglegge arealer som medfører nedbygging av karbonlagre og reduksjon av biologisk mangfold.

9.5 Energiproduksjon

Mulighet for egenproduksjon av energi er ikke vurdert på nåværende tidspunkt i prosjektet, men skal vurderes.

9.6 Beliggenhet og mobilitetsløsninger

Prosjektet er plassert i et område med sentrumsfunksjoner og har et godt etablert kollektivtilbud. En mobilitetsplan/strategi vil gi en bedre vurdering for det aktuelle prosjektet.

9.7 Ombruk av materialer

Det er ikke tatt høyde for ombruk av komponenter i prosjektet på nåværende tidspunkt da det ikke er tatt noen beslutninger på dette enda. Det er gjennomført en tilstandsanalyse av eksisterende bygg hvor ombrukspotensialet er vurdert på et overordnet nivå. Det anbefales å ombruke komponenter fra eksisterende bygg da dette kan gi store reduksjoner i klimagassutslipp.

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

9.8 Utslippsreduserende tiltak

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

Tabell 12 - Generelle utslippsreduserende tiltak

	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 utslippsreduserende tiltak. Å bytte ut betong og stål med tre, gir store reduksjoner i klimagassutslipp.
	Betong	Redusere betongvolum	Valg av konstruksjonsutforming, spennvidder og tverrsnittsdimensjoner har stor betydning for det totale betongforbruket. Benytte hulldekker o.l.
		Benytte lavkarbonbetong, både prefabrikkert og plasstøpt	Lavkarbonbetong B er i store deler av landet standard. Lavkarbonbetong A er litt mer ambisiøs, men nokså vanlig og ikke nødvendigvis fordyrende. Lavkarbon Pluss og Ekstrem er mer ambisiøs, men vil også gi langt større utslippsreduserende 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

Det er utført klimagassberegninger for Slettemarken sykehjem for riving og oppføring av nye bygg, samt alternativ for rehabilitering av eksisterende bygg. Totalt klimagassutslipp for de ulike alternativene, samt endring i % i forhold til referansebygget, er som følger:

Tabell 13 Resultater fra klimagassberegningen

	Tonn CO ₂ -ekv.	Endring
Referansebygg	21 913	
Riving og oppføring av nye bygg	16 875	-23 %
Rehabilitering av eksisterende bygg	9 938	-55 %

I forbindelse med arealbruk 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.

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

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 og iht. veileder for klimagassberegninger i KPA 2018 for Bergen kommune.