

NOTAT

OPPDRAG	Paradis torg - Klimagassberegninger	DOKUMENTKODE	10214216-RIM-NOT-002
EMNE	Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Link Arkitektur AS	OPPDRAGSLEDER	Linnea Kvinge Karlsen
KONTAKTPERSON	Grethe Haugland	SAKSBEHANDLER	Katrine Taksdal
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10233026 Bygningsforvaltning og Bygningsfysikk

SAMMENDRAG

Multiconsult Norge AS er engasjert av Link Arkitektur AS for å utføre klimagassberegninger for oppføring av nye boligblokker med nærings- og kontorlokaler, samt småhusbebyggelse i planområdet S2, S3 og BK2 på Paradis i Bergen. Klimagassberegningen utføres iht. veileder for klimagassberegninger i KPA 2018 ved hjelp av programvaren One Click LCA iht. NS 3720:2018.

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

	Tonn CO ₂ -ekv.	Endring	kg CO ₂ -ekv./m ² BTA	kg CO ₂ -ekv./person/år
Referansebygg	17 571		1 433	223
Riving og oppføring av prosjekterte bygg	11 891	-32 %	970	151
Rehabilitering av eksisterende bygg	3 365	-81 %	1 179	779

Ser en kun på klimagassutslipp knyttet til materialer vil prosjekterte bygg få en reduksjon i klimagassutslipp på 7 % sammenlignet med referansebygget.

Riving av eksisterende bygninger har et klimagassutslipp på 41 tonn CO₂-ekv., som tilsvarer 14 kg CO₂-ekv./m² BTA.

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

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
02	23.06.2023	Oppdatert klimagassberegning	Katrine Taksdal	Elsa M. Buvik	Linnea K. Karlsen
01	12.08.2022	Inkludert planområde BK2	Katrine Taksdal	Elsa M. Buvik	Linnea K. Karlsen
00	26.10.2021	Utsendt	Katrine Taksdal	Øystein Rønneseth	CF

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	3
5.5	Referansebygg	5
5.6	Prosjekterte bygg	8
6	Scenarier	9
7	Resultater	9
7.1	Eksisterende bygninger	9
7.2	Referansebygg	10
7.3	Prosjekterte bygg	10
7.4	Sammenligning	11
7.5	Følsomhetsanalyse	12
8	Vurdering	12
8.1	Sammenligning referansebygg	12
8.2	Usikkerhet	12
8.3	Eiendommens egnethet	13
8.4	Energiproduksjon	13
8.5	Beliggenhet og mobilitetsløsninger	13
8.6	Funksjonalitet og arealeffektivitet	13
8.7	Valg mellom riving og rehabilitering	13
8.8	Ombruk av materialer	13
8.9	Utslippsreducerende tiltak	14
9	Konklusjon	14

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 nye boligblokker. Klimagassberegningene benyttes for å kartlegge prosjektets totale klimagassutslipp og tiltak som er gjort for å redusere byggenes klimagassutslipp. Klimagassberegningene omfatter materialbruk i byggene, energibruk og transport i driftsfase iht. veileder til klimagassberegninger i KPA 2018.

Multiconsult har også utarbeidet klimagassberegninger for både rehabilitering og riving av eksisterende bygninger på tomten, dvs. to eneboliger, deler av en enebolig, to forretningsbygg og en garasje.

2 Formål

Formålet med klimagassberegningene er å kartlegge klimagassutslipp for nye boligblokker med næringslokaler og småhusbebyggelse i planområdet S2, S3 og BK2, samt rehabilitering og riving av eksisterende bygninger på tomten iht. veileder for klimagassberegninger i KPA 2018. Beregningen skal vedlegges planforslaget til 1. gangs 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

Multiconsult er engasjert av Link Arkitektur AS for å utføre klimagassberegninger for prosjektet Paradis torg i Bergen. For planområde S2 og S3 omhandler prosjektet planarbeid for å oppføre 3 boligblokker med næringslokaler og kontorlokaler, samt riving av 5 eksisterende bygg. Totalt planlagt BTA er omtrent 10 400 m² fordelt på tre bygg og felles parkeringskjeller, se Figur 1. For planområde BK2 omhandler prosjektet planarbeid for å oppføre småhusbebyggelse, inkludert rehabilitering deler av eksisterende enebolig. Dette gir et totalt BTA på 1 877 m² for BK2. Samlet BTA for hele prosjektet blir da omtrent 12 300 m² BTA.

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

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

Prosjektet berører punkt 1, 2 og 3 i KPA 2018. Klimagassberegningene utføres totalt for prosjektet iht. NS 3720:2018 inklusive utarbeidelse av referansebygg. Omfanget av beregningene omhandler 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 over planlagt prosjekt for planområdet S2, S3 og BK2. Mottatt fra ARK 14.06.2023.

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

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

Tabell 1 – Oransje 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	Energi i drift	Vannforbruk i drift	Transport i drift	Riving	Transport	Avfallsbehandling	Avhending	Material- og energigjenvinning og ombruk av materialer og eksport av egenprodusert energi

*B7 inngår ikke i NS 3720:2018.

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

B1-B3 er ikke inkludert i klimagassberegningene på nåværende tidspunkt. B1 omhandler bruken av bygget og er spesielt relatert til lekkasje av kuldemedium og karbonisering av betongen. Det er store usikkerheter og uenigheter rettet mot beregningsmetode og utslippsfaktor knyttet til disse verdiene, følgelig er denne livsløpsfasen utelatt. Ettersom kuldemedier med høy GWP er under utfasing som følge av EUs- f-gass forordning, er det forventet at klimagassutslipp knyttet til lekkasje av kuldemedier reduseres fremover. Det antas at disse 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.

5.4 Eksisterende bygninger

Modulen «Carbon designer» i One Click LCA er benyttet i utarbeidelsen av klimagassberegningen for de eksisterende bygningene. Mengder og materialvalg beregnes av programvaren etter oppgitt areal, antall etasjer og type bygning. Programvaren antar at alle etasjer er like store og at det benyttes relativt ideelle forutsetninger på beregning av areal på ytter- og innervegger (skoeskiform på bygget). Data som er benyttet i beregningene er på datakvalitetsnivå 2. Se kapittel 6 for mer informasjon.

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

Modulen «Carbon designer» i One Click LCA er benyttet i beregningen for referansebyggene og prosjekterte bygg, men for prosjekterte bygg er arealer på bygningsdeler tilpasset prosjektet. 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. Referansebyggene og prosjekterte bygg omfatter de samme bygningsdelene og systemgrensene. Data

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

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

Tabell 2 – Arealer og benyttede input til klimagassberegningene for eksisterende bygninger

Bygning	Paradisleitet 1	Paradisleitet 2	Paradisleitet 2A	Paradisleitet 4, 4b	Paradisleitet 5	Paradisleitet 6
Bruttoareal totalt	1 560 m ²	140 m ²	252 m ²	337 m ²	544 m ²	20 m ²
Bygningstype	Bolig	Forretning	Småhus	Småhus	Småhus	Småhus
Bygningens funksjon	Kontor/forretning	Forretning	Småhus	Småhus	Småhus	Garasje
Byggeår	1924-1960	1954	1917	1900, Tilbygg: 2002	1945	1932
Antall etasjer	2 + 1 kjeller	1	2 + 1 kjeller	2 + kjeller, Tilbygg: 1	3 + 1 kjeller	1
Antall personer*	15 ansatte + 40 besøkende	2 ansatte + 3 besøkende	4 beboere	4 beboere	4 beboere	-

*Antatt

5.4.1 Riving av eksisterende bygninger

Det henvises til Kap 5.3, 5.6 og 8.5 i planbeskrivelsen for begrunnelse om hvorfor eksisterende bebyggelse skal rives. Utslipp knyttet til riving og rehabilitering av eksisterende bygg er inkludert i klimagassberegningen.

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 S2 og S3 utarbeidet av Multiconsult i oktober 2021, samt kulturminnedokumentasjon utarbeidet av Link i 2022 for planområdet BK2. For Paradisleitet 4 er det kun tilbygget fra 2002 som rives, resterende bevares og rehabiliteres.

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.

5.4.2 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. Det forutsettes at underjordiske etasjer er oppvarmet etter rehabilitering.

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

5.4.3 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.

5.4.4 Transport i drift

Det er benyttet predefinert scenario for transport i drift i Bergen kommune, men antall beboere og besøkende er tilpasset prosjektet. Kort avstand til kollektivtransport (ca. 100-200 m) tilpasses transportmiddelfordelingen ved at 10 % flyttes fra bil til skinnegående. Se Tabell 3 og Tabell 4 for inputverdier benyttet i beregningen. Utslippsfaktor for transportmidler er basert på et forventet gjennomsnitt de neste 60 årene.

Tabell 3 – Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for eksisterende bygg, småhus

Paradisleitet 2A, 4 og 5					
Parkeringstilgjengelighet	1,0				
Transportmiddelfordeling	Turer/ pers*dag	Bil	Buss	Skinne- gående	Gang/syssel
Arbeid	0,8	38 %	20 %	15 %	27 %
Tjeneste	0,1	69 %	10 %	12 %	9 %
Private turer	1,0	43 %	8 %	12 %	37 %
Besøkende og brukere	2,0	43 %	8 %	12 %	37 %

Tabell 4 – Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for eksisterende bygg, forretning

Paradisleitet 1 og 2					
Parkeringstilgjengelighet	1,0				
Transportmiddelfordeling	Turer/ pers*dag	Bil	Buss	Skinne- gående	Gang/syssel
Arbeid	1,6	38 %	20 %	15 %	27 %
Tjeneste	0,2	69 %	10 %	12 %	9 %
Private turer	0,2	43 %	8 %	12 %	37 %
Besøkende og brukere	2,0	43 %	8 %	12 %	37 %

5.5 Referansebygg

Tabell 5 oppsummerer arealer, funksjoner og input benyttet i klimagassberegningene for referansebygg samt prosjekterte bygg.

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

Tabell 5 – Arealer og benyttede input til klimagassberegningene for referansebygg og prosjekterte bygg

Bygning	BK1	BK2	BK3	KBA1	KBA2	KBA3
Bruttoareal totalt	1 226 m ²	282 m ²	369 m ²	3 134 m ²	4 156 m ²	3 097 m ²
Bygningstype	Småhus	Småhus	Småhus	Boligblokk	Boligblokk	Boligblokk
Bygningens funksjon	Småhus	Småhus	Småhus	Kontor/ forretning/ bolig	Forretning/ bolig	Forretning/ bolig
Antall etasjer	3 + 1 kjeller	2 + 1 kjeller	2 + 1 kjeller	4 + kjeller	6 + 1 kjeller	5 + kjeller
Antall beboere*	Totalt alle boliger: 175 beboere (35 beøkende)					
Antall ansatte	-			30 ansatte (970 besøkende)**		
Antall ansatte	-			-	101***	-

*Antatt 3,5 beboere på 50 boliger

**Beregnet fra NS 3720:2018 Tillegg B

***Beregnet basert på NS 3701:2012 Tabell A.1

5.5.1 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. Det er i dette prosjektet benyttet en kombinasjon av bygningstypene kontor, boligblokk, enebolig og forretning. Typiske materialvalg for boligblokker er hulldekker, bæresystem av betong og stål, bærende vegger av betong og kledning av tegl og behandlet trevirke. KBA 1, 2 og 3 består av boliger, næringslokaler og kontorlokaler som har en annen materialfordeling på innvendige overflater enn en typisk boligblokk. Materialvalg for innervegger, gulv og tak er derfor arealvektet mellom boligblokk og forretningsbygg. Typiske materialvalg for en enebolig er etasjeskillere av trebjelkelag, bæresystem i tre og kledning av behandlet trevirke.

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).

5.5.2 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.

5.5.3 Utskiftning

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

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

5.5.4 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 byggt teknisk forskrift for netto energibehov. Energibruk i parkeringsgarasjen er ikke inkludert, men det antas at denne vil være neglisjerbar, eksempelvis med belysning styrt etter tilstedeværelse.

5.5.5 Transport i drift

Det er benyttet predefinert scenario for transportmiddelfordeling i Bergen kommune, men antall beboere og besøkende er tilpasset prosjektet. Se Tabell 6 og Tabell 7 for input benyttet for beregning av utslipp tilknyttet transport i drift. Utslippsfaktor for transportmidler er basert på et forventet gjennomsnitt de neste 60 årene.

Tabell 6 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for referansebyggene, bolig

Referansebygg - bolig					
Parkeringstilgjengelighet	1,0				
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 referansebyggene, forretningsbygg

Referansebygg - forretningsbygg					
Parkeringstilgjengelighet	1,0				
Transportmiddelfordeling	Turer/ pers*dag	Bil	Buss	Skinne- gående	Gang/sykkel
Arbeid	1,6	48 %	20 %	5 %	27 %
Tjeneste	0,2	79 %	10 %	2 %	9 %
Besøkende og brukere	2,0	53 %	8 %	2 %	37 %

Tabell 8 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for prosjekterte bygg, kontorbygg

Prosjekterte bygg - kontorbygg					
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 %

5.5.6 Riving og avhending

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

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

5.6 Prosjekterte bygg

Det er gjort noen endringer for prosjektert bygg fra referansebygget, endringene er beskrevet i dette delkapitlet. Tabell 5 oppsummerer arealer, funksjoner og input benyttet i klimagassberegningene for referansebygg samt prosjekterte bygg.

5.6.1 Vesentlig terrenginngrep

Klimagassutslipp knyttet til terrenginngrep ved utbygging av parkeringskjeller er ikke inkludert på nåværende tidspunkt da det ikke finnes masseberegninger. Dette vil inkluderes når masseberegninger foreligger.

5.6.2 Materialer

Prosjekteringen av leilighetsbyggene i felt S2, S3 og BK3 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. Følgende forutsetninger er lagt til grunn fra KBA1-3:

- Kledning: 45 % teglkledning og 45 % trekledning og 10 % stålplater.
- Strukturelle hule stålprofiler: resirkuleringsgrad på 20 %.
- Stålbjelker: resirkuleringsgrad på 80 %.
- Armering: resirkuleringsgrad på 100 %.
- Tak: supplert med 50 % sedumtak av takareal.

Følgende forutsetninger er lagt til grunn fra BK1-3:

- Kledning: 100 % trekledning.
- Stålbjelker: resirkuleringsgrad på 80 %.
- Armering: resirkuleringsgrad på 100 %.

5.6.3 Energibruk i drift

Energiberegninger er ikke utført for prosjektert bygg på nåværende tidspunkt, så energibruk er følgelig antatt lik som for referansebyggene.

5.6.4 Transport i drift

Det er benyttet predefinert scenario for transportmiddelfordeling i Bergen kommune, men antall beboere, besøkende og parkeringsdekning er tilpasset prosjektet. Kort avstand til kollektivtransport (ca. 100-200 m) tilpasses transportmiddelfordelingen ved at opptil 10 % flyttes fra bil til skinnegående. Det er totalt 35 parkeringsplasser. Se Tabell 9 og Tabell 10 for input benyttet for beregning av utslipp tilknyttet transport i drift. Utslippsfaktor for transportmidler er basert på et forventet gjennomsnitt de neste 60 årene.

Tabell 9 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for prosjekterte bygg, boligblokk og småhus

Prosjekterte bygg - bolig					
Parkeringstilgjengelighet	25 P-plasser				
Transportmiddelfordeling	Turer/ pers*dag	Bil	Buss	Skinne- gående	Gang/syssel
Arbeid	0,8	2 %	34 %	18 %	46 %
Tjeneste	0,1	54 %	14 %	14 %	15 %
Private turer	1,0	33 %	13 %	13 %	44 %
Besøkende og brukere	2,0	33 %	13 %	13 %	44 %

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

Tabell 10 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for prosjekterte bygg, forretningsbygg

Prosjekterte bygg - forretningsbygg					
Parkeringstilgjengelighet	9 P-plasser				
Transportmiddelfordeling	Turer/ pers*dag	Bil	Buss	Skinne- gående	Gang/sykkel
Arbeid	1,6	0 %	37 %	14 %	49 %
Tjeneste	0,2	51 %	18 %	14 %	17 %
Besøkende og brukere	2,0	31 %	11 %	13 %	46 %

Tabell 11 - Parkeringstilgjengelighet og transportmiddelfordeling for prosjekterte bygg, kontorbygg

Prosjekterte bygg - kontorbygg					
Parkeringstilgjengelighet	4 P-plasser				
Transportmiddelfordeling	Turer/ pers*dag	Bil	Buss	Skinne- gående	Gang/sykkel
Arbeid	1,6	1 %	37 %	13 %	49 %
Tjeneste	0,2	51 %	18 %	14 %	17 %

6 Scenarier

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

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

7 Resultater

7.1 Eksisterende bygninger

7.1.1 Rehabilitering av eksisterende bygninger

Klimagassutslipp fordelt på de ulike livsløpsfasene er vist i Tabell 12.

Tabell 12 - Klimagassutslipp for rehabilitering av eksisterende enebolig fordelt på livsløpsfase

Livsløpsfase	Totalt (tonn CO ₂ -ekv.)	Per BTA (kg CO ₂ -ekv./m ² BTA)
A1-A3 Materialer	183	64
A4 Transport	2	1
A5 Konstruksjon	72	25
B4-B5 Utskiftning	42	15
B6 Energi	67	23
B8 Transport i drift	2 951	1 034
C1-C4 Slutten på livet	49	17
Totalt	3 365	1 179

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

Totalt utslipp for alle livsløpsfasene som er inkludert i beregningen tilsvarer 779 kg CO₂-ekv./person/år.

Biogent karbon er ikke inkludert i resultatene i tabellen over. Det er omtrent 120 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.

7.1.2 Riving av eksisterende bygninger

Riving av eksisterende bygninger har et totalt klimagassutslipp på 41 tonn CO₂-ekv. som tilsvarer 14 kg CO₂-ekv./m² BTA.

7.2 Referansebygg

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

Tabell 13 - 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	2 980	243
A4 Transport	73	6
A5 Konstruksjon	483	39
B4-B5 Utskiftning	364	30
B6 Energi	662	54
B8 Transport i drift	12 817	1 045
C1-C4 Slutten på livet	191	16
Totalt	17 571	1 433

Totalt utslipp for alle livsløpsfasene som er inkludert i beregningen tilsvarer 223 kg CO₂-ekv./person/år.

Biogent karbon er ikke inkludert i resultatene i tabellen over. Det er omtrent 589 tonn CO₂-ekv. lagret i materialene.

7.3 Prosjekterte bygg

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

Tabell 14 - 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	2 707	221
A4 Transport	77	6
A5 Konstruksjon	461	38
B4-B5 Utskiftning	384	31
B6 Energi	662	54
B8 Transport i drift	7 417	605
C1-C4 Slutten på livet	182	15
Totalt	11 891	970

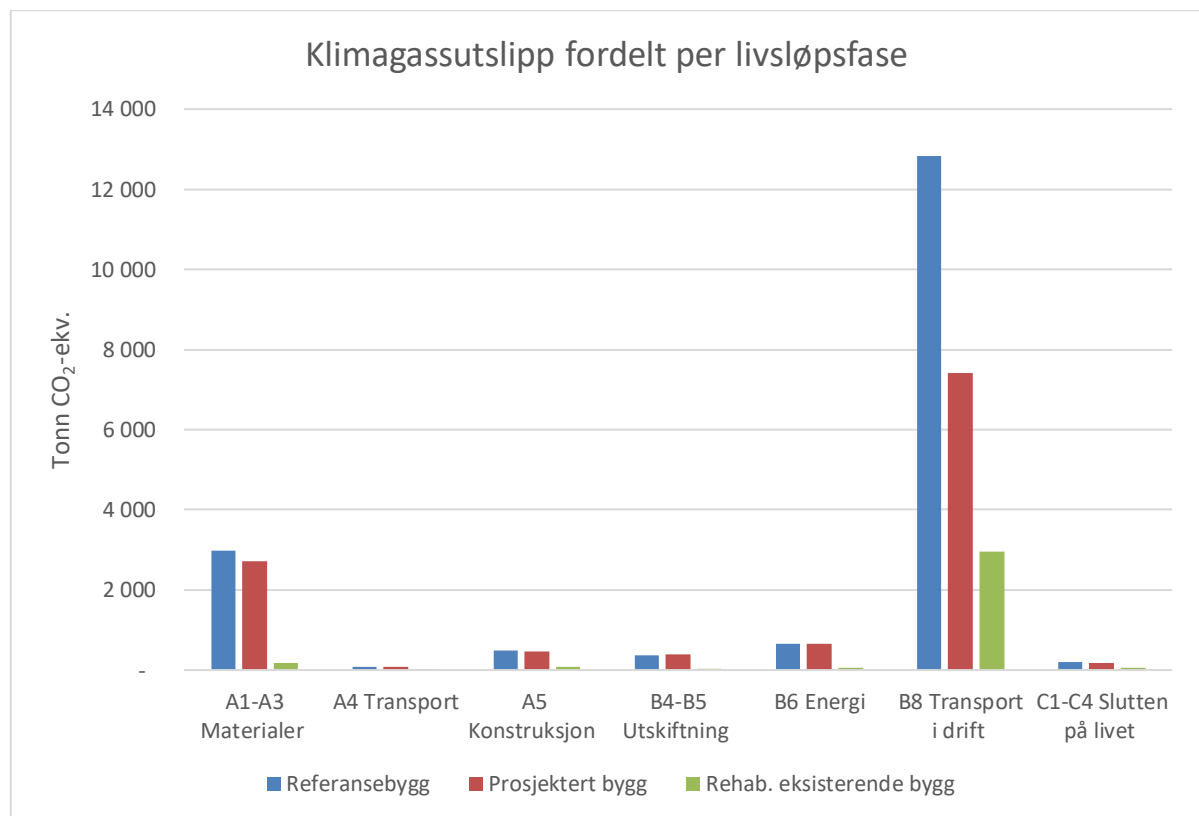
Totalt utslipp for alle livsløpsfasene som er inkludert i beregningen tilsvarer 151 kg CO₂-ekv./person/år.

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

Biogent karbon er ikke inkludert i resultatene i tabellen over. Det er omtrent 485 tonn CO₂-ekv. lagret i materialene.

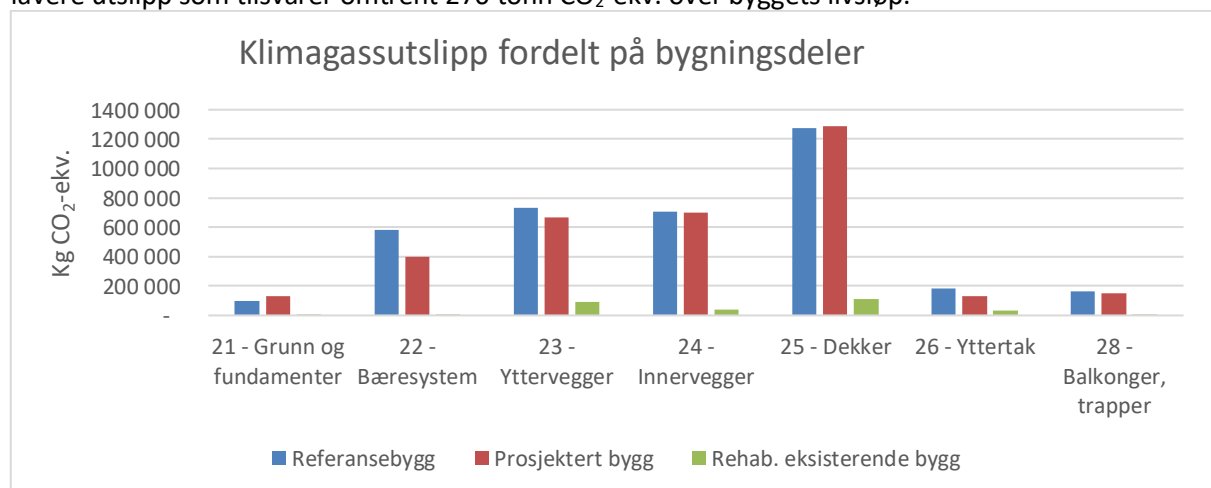
7.4 Sammenligning

Klimagassutslipp for de ulike livsløpsfasene er vist i Figur 2. Det er tydelig at livsløpsfasen B8 Transport i drift står for høyest klimagassutslipp av de inkluderte fasene. Totalt sett oppnår prosjekterte bygg en reduksjon på 32 % sammenlignet med referansebyggene. Denne reduksjonen tilsvarer omtrent 5 700 tonn CO₂-ekv.



Figur 2 - Klimagassutslipp fordelt over livsløpsfase

Klimagassutslipp fordelt over bygningsdeler er vist i Figur 3 og Tabell 15. For materialer har prosjekterte bygg og referansebygg relativt likt klimagassutslipp, men prosjekterte bygg har 7 % lavere utslipp som tilsvarer omtrent 270 tonn CO₂-ekv. over byggets livsløp.



Figur 3 – Klimagassutslipp fordelt over bygningsdeler

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

Tabell 15 – Klimagassutslipp fordelt per bygningsdel i kg CO₂-ekv.

Bygningsdel	Referansebygg	Prosjektert bygg	Eksisterende bygninger
21 – Grunn og fundamenter	97 610	129 380	746
22 – Bæresystem	581 639	399 563	7 557
23 – Yttervegger	729 591	669 044	93 980
24 – Innervegger	706 191	698 451	41 796
25 – Dekker	1 272 092	1 290 222	112 288
26 – Yttertak	182 130	129 639	34 836
28 – Balkonger, trapper	164 640	148 554	3 575

Mest medvirkende materialer for klimagassutslipp for prosjekterte bygg er betong, stål og hulldekker.

7.5 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. Sammenligner en utslipp fra energibruk i drift med norsk forbruksmiks (Tabell 12 for rehabilitering av eksisterende bygg og Tabell 14 for prosjektert bygg), ser en at europeisk forbruksmiks medfører at utslippene blir ca. 15 ganger høyere.

Tabell 16 - Følsomhetsanalyse for energibruk i drift ved å benytte scenario 2 i NS 3720:2018

Bygg	Tonn CO ₂ -ekv.	Kg CO ₂ -ekv./m ² BTA
Rehabiliterede bygninger	1 024	359
Referansebygninger/prosjektert bygninger	4 742	387

8 Vurdering

8.1 Sammenligning referansebygg

Ser man på prosjektet som helhet, inklusiv alle livsløpsfaser, oppnår prosjektet en samlet reduksjon på 32 % sammenlignet med referansebygget. Dette er i hovedsak grunnet tiltak for å begrense transport i drift. Tiltakene er begrenning av parkeringsdekning og plassering nær kollektivtransport. Det tas forbehold om at det også her kan forekomme endringer som følge av manglende detaljering for prosjektert bygg.

Klimagassutslipp tilknyttet materialer er relativt likt for prosjektert bygg og referansebygget, men beregningen viser at prosjekterte bygg har et klimagassutslipp som er 7 % lavere enn referansebyggene. Dette skyldes blant annet rehabilitering av villa ifm. BK2, en større mengde bruk av tre i fasaden og høyere resirkuleringsgrad på armering og konstruksjonsstål.

8.2 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. 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.

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

8.3 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.

8.4 Energiproduksjon

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

8.5 Beliggenhet og mobilitetsløsninger

Planområdets beliggenhet i forhold til kollektivtransport og sentrumsfunksjoner er vurdert som god da det er plassert rett ved bybanestopp og i nærhet til skoler, barnehager, dagligvarebutikk og fotballbane. I tillegg er områdeplanen for prosjektet regulert til sentrumsformål og offentlig torg slik at flere sentrumsfunksjoner vil komme. Det tilrettelegges for mobilitetsløsninger ved parkeringsmuligheter for sykkel og biler i parkeringsgarasje.

8.6 Funksjonalitet og arealeffektivitet

Prosjektet har en funksjonalitet som gir merverdi ved at næringslokalene i første etasje har god etasjehøyde (3,5 m) som gir rom for fleksible løsninger. Boligblokker er også arealeffektive boenheter.

8.7 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 bygg har betydelig lavere klimagassutslipp totalt sett for livsløpet enn for oppføring av nybygg, hvor klimagassutslipp knyttet til rehabilitering er ca.

8 500 tonn CO₂-ekv. lavere enn for riving og oppføring av nybygg. Dette er i hovedsak grunnet ulikt areal for de to alternativene (2 853 m² BTA vs. 12 264 m² BTA) og dermed ulike materialmengder og energi- og transportbehov i driftsfase.

Totalt utslipp bør ikke benyttes som eneste faktor for valg mellom de to alternativene, da det er viktig å sammenligne alternativene per funksjonell enhet og per person. Vurderes alternativene opp mot hverandre per funksjonell enhet (per m² BTA) vil klimagassutslippene knyttet til nybygg være ca. 22 % lavere enn for alternativet med rehabilitering. Ser en på forskjell i klimagassutslipp per person per år vil oppføring av nybygg ha reduksjon i klimagassutslipp på ca. 416 % sammenlignet med rehabilitering, da utslippene fordeles på en høyere antall personer.

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

8.8 Ombruk av materialer


Deler av villa i Paradisleitet 4 bevares og rehabiliteres ifm. BK2. Det anbefales at det utføres en ombrukskartlegging av alle eksisterende bygg som skal rives for å redusere utslippene knyttet til materialer i dette prosjektet eller andre prosjekter.

Klimagassberegninger nybygg og eksisterende bygg

8.9 Utslipsreducerende tiltak

Tabell 17 gir en oversikt over mulige utslipsreducerende tiltak på en mer generell basis.

Tabell 17 - Generelle utslipsreducerende tiltak

Prioritering	Materiale	Tiltak	Forklaring
	Ombruk/	Hele bærekonstruksjon, betongelementer (dekke, trapper o.l.), tegl, stålelementer osv.	Ombruk 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 utslipsreducerende tiltak. Å bytte ut betong og stål med tre, gir store reduksjoner i klimagassutslipp.
	Betong	Redusere betongvolum	Valg av konstruksjonsutforming, spennvidder og tverrsnittdimensjoner 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 utslipsreducerende 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.

9 Konklusjon

Prosjektet Paradis Torg som omfatter boligblokker med nærings- og kontorlokale, samt småhusbebyggelse i reguleringsområdet S2, S3 og BK2 har et totalt klimagassutslipp på 11 900 tonn CO₂-ekv. beregnet over 60 år levetid. Prosjekterte bygg oppnår en 32 % reduksjon av klimagassutslipp sammenlignet med referansebyggene som gir en total reduksjon på omtrent 5 700 tonn CO₂-ekv. 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.

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.

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