

Axer Eiendom AS

► Klokkarlia 20

Klimagassberegning

Reguleringsfase

Oppdragsnr.: 52503787 Dokumentnr.: LCA01 Versjon: D01 Dato: 2025-09-02



Oppdragsgiver: Axer Eiendom AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Kevin Grindland (kevin@axer.no)
Rådgiver: Norconsult Norge AS, Valkendorfsgate 6, NO-5012 Bergen
Oppdragsleder: Sindre Amundsen
Fagansvarlig: Shohreh Vahed
Andre nøkkelpersoner: Dag Alan Killi, June Voll Øksnevad,

D01	2025-09-02	For godkjenning hos oppdragsgiver	SHOVAH	DAAKI	SIAMU
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult Norge AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult Norge AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

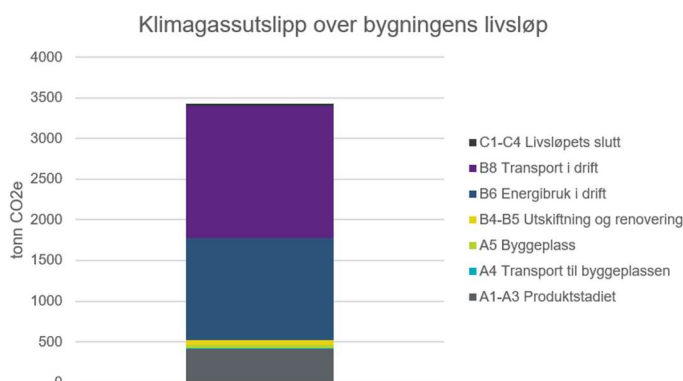
► Sammendrag

Norconsult Norge AS har på oppdrag fra Axer Eiendom AS gjennomført en klimagassberegning i reguleringsfase for området Klokkarlia 20 i Bergen kommune. Axer Eiendom AS ønsker å nyttiggjøre eiendommen og bygningsmassene gjennom å transformere eksisterende bygningsmasser til boliger, rekkehus og leiligheter, og i tillegg legge til rette for etablering av fire nye tomannsboliger på eiendommen.

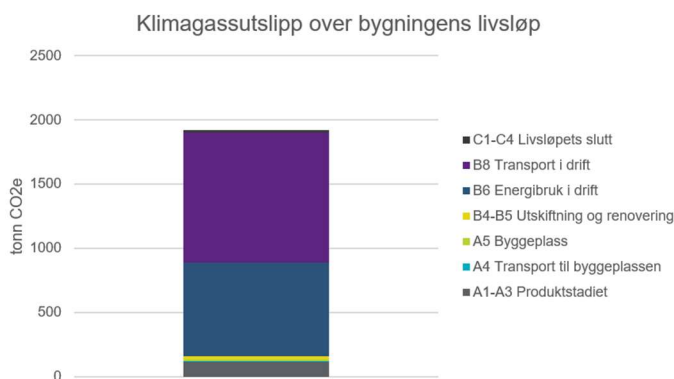
Beregningen er en kvantitativ vurdering av utslipp av klimagasser forbundet med materialer, byggeplassdrift, energibruk i drift og transport i drift over en levetid på 50 år.

Basert på klimagassberegningen og de gitte forutsetningene er de totale klimagassutslippene beregnet til 3428 tonn CO₂e for nybyggene C og D (inkludert riving av eksisterende bebyggelse) og 1919 tonn CO₂e for byggene A og B med delvis bevaring av eksisterende bebyggelse. se Figur 1 og 2. Figur 5 viser byggenes benevnninger.

Det er også gjort en alternativsvurdering som viser at klimagassutslippet reduseres med 3 % over prosjektets levetid på 50 år dersom eksisterende tunge konstruksjonsdeler i bebyggelse beholdes fremfor å bygge nytt. For materialer(A1-A3) vil utslippet reduseres med 22 %



Figur 1: Resultat klimagassberegning (tonn CO₂e), fordelt på livsløpsstadium for nybygg (Bygg C og D)



Figur 2: Resultat klimagassberegning (tonn CO₂e), fordelt på livsløpsstadium for delvis bevaring av eksisterende bebyggelse. (Bygg A og B)

Innhold

1	Bakgrunn	5
2	Forutsetninger	7
2.1	Systemgrenser	7
2.2	Beregningsverktøy – One Click LCA	7
2.3	Beregningsgrunnlag	8
3	Klimagasspåvirkning ved nybygg og bevaring av eksisterende bygningsmasse	9
3.1	Nybygg (Bygg C og D) (inkludert riving av eksisterende bebyggelse) Materialer (A1-A5, B4-B5, C2-C4)	9
3.1.1	Byggeplassdrift (A5)	12
3.1.2	Energibruk i drift (B6)	12
3.1.3	Dekonstruksjon (C1)	13
3.1.4	Transport i drift (B8)	14
3.1.5	Resultater oppsummert	14
3.2	Delvis bevaring av eksisterende bebyggelse (Bygg A og B). Materialer	16
3.2.1	Byggeplassdrift	19
3.2.2	Energibruk i drift	19
3.2.3	Dekonstruksjon	19
3.2.4	Transport i drift	19
3.2.5	Resultater oppsummert	19
3.3	Alternativsvurdering for alle bygg (A–D)	21
3.3.1	Materialer	21
3.3.2	Byggeplassdrift	22
3.3.3	Energibruk i drift	22
3.3.4	Dekonstruksjon	22
3.3.5	Transport i drift	22
3.3.6	Resultater	22
4	Beregning av klimagassutslipp for to alternative plasseringer av bygg D1 på tomten	24

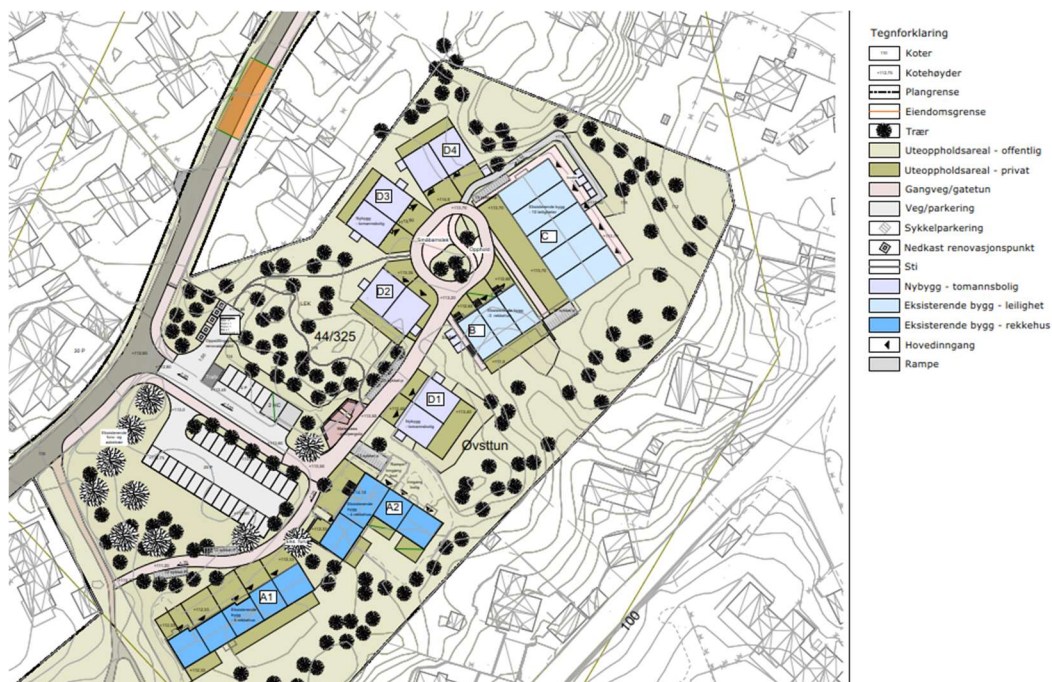
1 Bakgrunn

Eiendommen og de tre eksisterende bygningene på adresse Klokkarlia 20 i Fana bydel i Bergen kommune (gnr./bnr.: 44/325) står ubrukt med risiko for forvitring. Axer Eiendom AS ønsker å nyttiggjøre eiendommen og bygningsmassene ved å bevare de eksisterende bygningsmassene (Bygg 1-3, se Figur 3 og 4)



Figur 3. Figur 4. Eiendommen tilhørende Klokkarlia 20 med gnr./bnr. 44/325 i Bergen kommune markert med gult omriss på oversikts- og detaljkart (hhv. venstre og høyre). De eksisterende bygningsmassene er markert som Bygg 1, Bygg 2 og Bygg 3 som referert til i teksten. Kilde: norgeskart.no.

Figur 5 viser en ny situasjonsplan som kombinerer nybygg med rehabilitering/ombygging av eksisterende bygninger, og transformerer dem til eneboliger, rekkehus og leiligheter (Bygg A, B og C). Planen omfatter også etablering av fire nye tomannsboliger på eiendommen (Bygg D).



Figur 5: ny situasjonsplan som illustrerer både nybygg og bevaring gjennom rehabilitering/ombygging av eksisterende bygninger.

Nøkkelparametere for prosjektet er beskrevet i Tabell 1.

Formålet med klimagassberegningen er å kvantifisere klimagassutslipp (målt i CO₂-ekvivalenter, heretter kalt CO₂e) fra materialer, byggeplassdrift, energibruk i drift og transport i drift som følge av prosjektet. Klimagassregnskapet vil benyttes for å legge føringer for valg av miljøvennlige løsninger og materialer i prosjektet.

Tabell 1. Bygningsinformasjon

Data	Bygger			
	Bygg A	Bygg B	Bygg C	Bygg D
Areal på eksisterende bebyggelse (m2 BTA)	770	370	490	-
Areal på bevart bebyggelse (m ² BTA)	750	370	470	-
Samlet bruttoareal for prosjektet (m2 BTA)	860	460	1100	1200
Totalt oppvarmet bruksareal (m ² BRA oppv.)	710	420	1025	1120
Lokalisering	Bergen Kommune			
Livsløpsfaser/moduler	A1-A3, A4, A5, B4-B5, B6, B8, C1-C4			
Levetid/beregningsperiode	50 år			

2 Forutsetninger

Klimagassberegningen beskriver prosjektets påvirkning på klimaendringer¹. Effekten måles i utslipp av drivhusgasser (tonn CO₂e). Klimagassberegningen er utarbeidet iht. *NS 3720 Metodikk for klimagassberegning for bygninger* og *Veileder for klimagassberegninger for Bergen kommune*. I veilederen står det blant annet at beregningen skal følge beregningsmalen Basis med lokalisering. Det innebærer at beregningen skal inkludere klimagassutslipp fra tomtebearbeiding, byggeplassdrift, materialer, energibruk i drift og transport i drift.

2.1 Systemgrenser

I NS 3720 fastsettes en felles livsløpsmodell for bygninger. Modellen inkluderer moduler for livsløpsstadiene, og legger til rette for at hvert stadium isolert kan sammenlignes med andre prosjekter. Avhengig av formålet til beregningen, kan livsløpsstadier inkluderes/ekskluderes, eller beskrives ved scenarioer der det mangler prosjektspesifikk informasjon. For Klokkarlia 20 er følgende stadier inkludert; produktstadiet (byggematerialer), transport til byggeplass, anlegg- bygge- og monteringsarbeid (byggeplass), utskiftning og ombygging (renovering), energibruk i drift, transport i drift og livsløpets slutt, figur 6.

Produktstadiet			Gjennomføringsstadiet		Bruksstadiet								Livsløpets slutt				Konsekvenser utover systemgrensen
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
X	X	X	X	X				X	X	X		X	X	X	X	X	

Figur 6: Livsløpsstadier inkludert i klimagassberegning.

Erfaringsmessig er det lave utslipp tilknyttet fase B1-B3 fasene. Det er i tillegg knyttet stor usikkerhet til utslipp til disse fasene i en så tidlig prosjektfase, og utslippene fra B1-B3 er dermed ikke inkludert. Det er også valgt å sette grensen for utslipp i byggets levetid. Det vil si at utslipp i fase D (utover livsløpet), som ofte er negative (dvs. at totale utslipp blir lavere om det inkluderes) ikke er inkludert i regnskapet.

Det er altså valgt å ikke ta med alle livsløpsfasene som det står angitt i Veilederen fra Bergen kommune, men det er valgt å ta med de mest relevante livsløpsfasene som det det står angitt NS3720.

2.2 Beregningsverktøy – One Click LCA

Verktøyet One Click LCA er benyttet til å gjennomføre klimagassberegningen. One Click LCA er et bransjestandardverktøy for klimagassberegninger i Norge og inneholder verifiserte globale og lokale databaser for miljødata. Programvaren inneholder 11 tredjeparts sertifiseringer og er i overensstemmelse med mer enn 30 sertifiseringer og standarder for livsløpsvurdering (LCA), inkludert BREEAM og *NS 3720 metode for klimagassberegninger for bygninger*.

¹ Endringer i lokale, regionale eller globale overflatetemperaturer som følge av økt konsentrasjon av drivhusgasser i atmosfæren.

Verktøyet «Carbon Designer» i One Click LCA er et referansebygg-verktøy utarbeidet av One Click LCA Ltd i samarbeid med Statsbygg, Civitas og Context. Carbon Designer er utarbeidet for den norske bransjen slik at det kan genereres referansebygg med like forutsetninger i ulike prosjekter. Verktøyet kan brukes til å estimere materialbruk for typiske bygningskategorier i tidligfase når underlag er ufullstendig.

2.3 Beregningsgrunnlag

Tabell 2 beskriver underlaget som er benyttet som input til klimagassberegningen for de ulike livsløpsstadiene.

Tabell 2. Informasjon om benyttet beregningsgrunnlag

Datatype	Datakilde
Materialmengder (A1-A3)	Mengder og materialtyper beregnet basert på angitt BTA for byggene og ved hjelp av programtillegget Carbon Designer i One Click LCA.
Transportavstand materialer (A4)	Gjeldende regionale transportscenarioer fra One Click LCA. Disse scenarioene representerer typiske transportavstander og metoder for aktuelle materialtyper, som er relevante dersom leverandør ikke ennå er kjent.
Anlegg-, bygge- og monteringsarbeid (A5)	Utslipp fra anlegg-, bygge og monteringsarbeid er basert på standardverdier fra One Click LCA og BTA for prosjektet oppgitt av ARK og RIB per e-post 2025-08-20.
Materialer i bruksfasen (B4-B5)	Estimerte levetider er basert på typiske verdier for hvert enkelt materiale.
Energibruk i drift (B6)	Energiforsyningen er basert på estimert energiforbruk ut ifra referansebygg generert i One Click LCA (Carbon Designer). Det er forutsatt at bygningens samlede energiforbruk kommer fra elektrisitet.
Transport i drift (B8)	Basert på standardverdier for Bergen kommune i One Click LCA.
Livsløpets slutt (C1-C4)	Benyttet markedsscenario som EOL-metode, ettersom denne er anbefalt i One Click LCA. Denne inkluderer utslipp i fase C2-C4 og er knyttet til hvert enkelt materiale. Utslipp fra C1 er inkludert i tillegg, basert på BTA og «Demolition of mixes frame building» med utslippsfaktor 5,43 kgCO ₂ e/m ² .

3 Klimagasspåvirkning ved nybygg og bevaring av eksisterende bygningsmasse

Ny situasjonsplan som kombinerer nybygg med rehabilitering/ombygging av eksisterende bygninger, og transformerer dem til eneboliger, rekkehus og leiligheter (Bygg A, B og C). Bygg A og B planlegges bevart og rehabilitert, mens bygg C skal rives og erstattes av et nytt bygg. Planen omfatter også etablering av fire nye tomannsboliger på eiendommen (Bygg D).

3.1 Nybygg (Bygg C og D) (inkludert riving av eksisterende bebyggelse) Materialer (A1-A5, B4-B5, C2-C4)

Utslipp knyttet til materialer inkluderer følgende stadier i bygningens livsløp:

- A1-A3, produksjon av materialer
- A4, transport av materialer til byggeplass
- A5, kapp og svinn (inkl. materialer, transport og avfall)
- B4-B5, utskiftning og renovering (inkl. materialer, transport og avfall)
- C2-C4, livsløpets slutt

Materialbruk er basert på et standard referansebygg i OneClick LCA ved hjelp av tilleggsverktøyet Carbon Designer. Videre er det gjort enkelte justeringer på referansebygget basert på informasjon fra prosjektet.

Klimagassutslipp fra de ulike bygningsdelene er beskrevet i Tabell 3. Det er lag til grunn lavkarbonklasse B og armering med en resirkuleringsgrad på 90 % som er standard i Carbon Designer i One Click LCA. Prosjektet bør etterstrebe bedre betongkvalitet og resirkuleringsgrad på armeringsstål for å redusere klimagassutslipp knyttet til materialer.

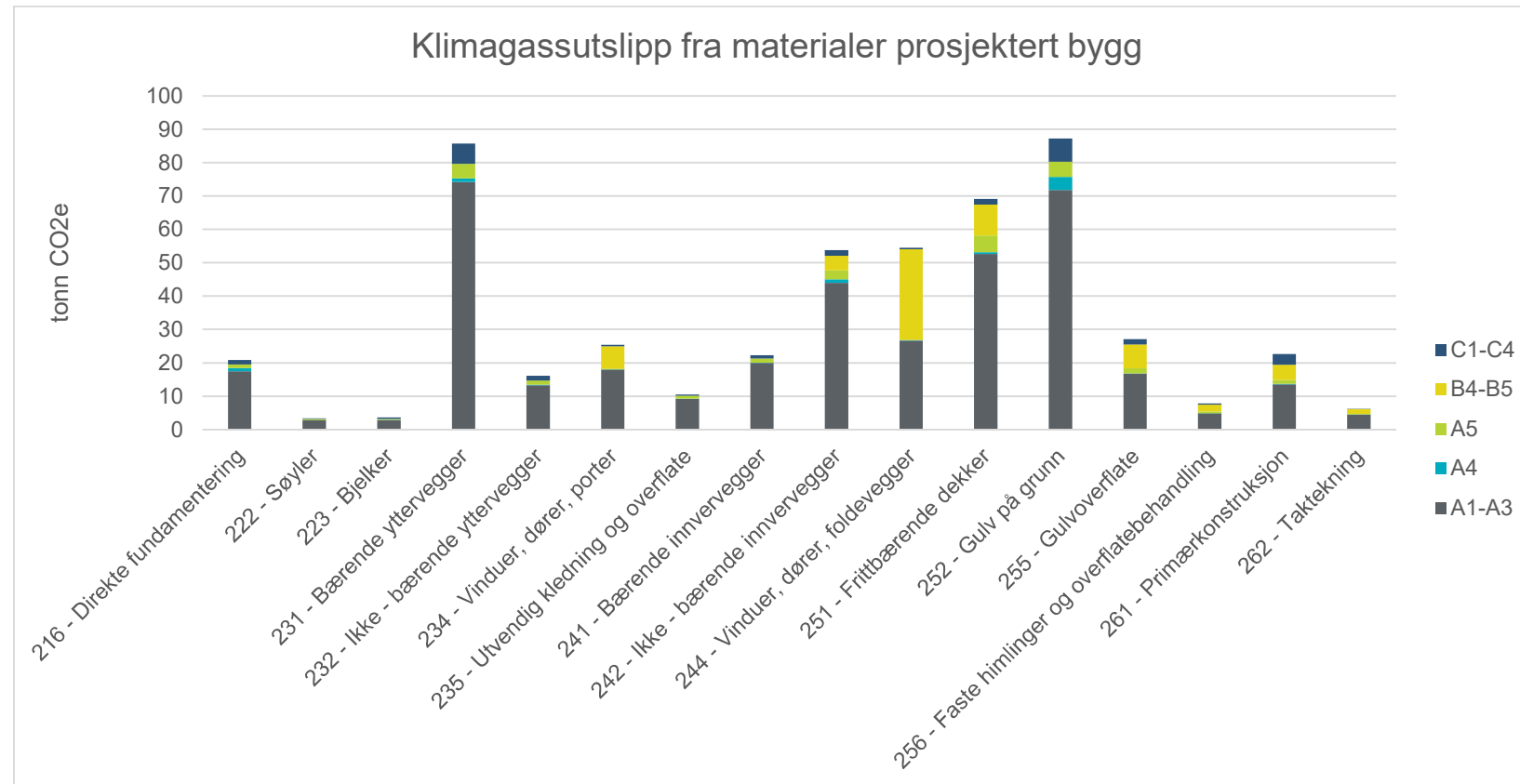
Beregningene resulterer i totale klimagassutslipp fra materialer for prosjektet på 555 tonn CO₂e over bygget levetid.

Tabell 3. Beskrivelse av bygningsdeler med tilhørende klimagassutslipp for bygg C og D

Bygningsdel	Oppbygning	Bygg C	Bygg D	Klimagassutslipp for hele området	
		Tonn CO ₂ e	Tonn CO ₂ e	Tonn CO ₂ e	Prosent av total [%]
21 Grunn og fundamenter	Stripefundamenter i betong B35, lavkarbonklasse B Markisolasjon i EPS	10	11	21	4
22 Bæresystemer	Søylar Limtresøylar Bjelkar Trebjelkar	3	3	7	1
23 Yttervegger	Yttervegger Bindingsverksvegg Teglvegg Betongvegg Kledning Trekledning Tegl Dører Ekstern dør	60	77	138	25
24 Innervegger	Bindingsverksvegg	73	57	131	24

25 Dekker	Gulv på grunn Betong B35, inkl. armering Dekker Trebjelkelag Gulv Parkett Vinyl Linoleum Keramiske fliser Himling Gipsplate	84	107	191	35
26 Yttertak	Tretak Betongtak	14	14	29	5
28 Trapper, balkonger mm.	Tre Betong	28	11	25	5
Totalt		273	281	555	100%

Figur 7- viser utslipp av klimagasser som følge av materialbruk i nybygg fordelt på bygningsdeler på 3-sifternivå og livsløpsstadium. Som det kommer frem av figuren er det bygningsdel 231 - Bærende yttervegger og 252 - Gulv på grunn som er de største kildene til utslipp blant bygningsdelene med hhv. 15 % og 14 % av klimagassutslippene fra materialer. Blant livsløpsstadiene utgjør produksjon av byggematerialer A1-A3 den største kilden til utslipp med 74 % av totalutslippene.



Figur 7. Totalt klimagassutslipp (tonn CO₂e) fordelt på bygningsdel og livsløpsfase i bygg C og D.

3.1.1 Byggeplassdrift (A5)

Klimagassutslipp fra byggeplass omfatter byggeplassdrift i form av energiforbruk og drivstoffbruk på byggeplassen.

For byggeplassdrift er det lagt til grunn «gjennomsnittlig» byggeplassdrift, basert på BTA for oppføring av de samlede byggene (C og D). Utslippsfaktor for gjennomsnittlig byggeplassdrift er beskrevet i Tabell 4.

Utslipp knyttet til byggeplassdrift for prosjektet er beregnet til 33,62 tonn CO₂e, fordelt på et samlet BTA på 2300 m². Knyttet til byggeplassdrift for alle bygg er vist i tabell 5.

Tabell 4. Utslippsfaktor byggeplassdrift

Type byggeplassdrift	Utslippsfaktor	Miljødatakilde	Beskrivelse
Gjennomsnittlig byggeplass påvirkning - Norden (per BTA)	18,55 (kg CO ₂ e/m ²)	LCA for jordavfall, treavfall, gjenvinnbart metallavfall og byggeavfall basert på ecoinvent 3.3-. LCA av diesel og biodiesel basert på ecoinvent 3.3. LCA-studie for landsspesifikke elektrisitetsblandinger basert på IEA.	Antatt gjennomsnittlig produksjon av byggeavfall 12,6 kg / m ² (BTA) og andeler for avfall: 59% jord- og steinbasert avfall, 27% treavfall, 12% metallavfall, 2% annet byggeavfall. Antatt strømforbruk 43 kWh / m ² (BTA) og utslippsfaktor 0,034 kgCO ₂ eq / kWh (Norge 2015). Antatt totalbruk av diesel 5,2 l / m ² (BTA) og utslippsfaktor 3,24 kgCO ₂ eq / l.

Tabell 5: Klimagassutslipp på byggeplass (drivstoff, energibruk og oppvarming) for Bygg C og D

Tiltak	Utslipp (tonn)CO ₂ e)	
Klimagassutslipp på byggeplass (drivstoff, energibruk og oppvarming).	Bygg C	Bygg D
	1,60	1,75

3.1.2 Energibruk i drift (B6)

Klimagassutslipp fra energibruk i drift er beregnet basert utslippsfaktor for elektrisitet som beskrevet i Tabell 6. Som en kan se er det oppgitt utslippsfaktorer avhengig av hvilken energimiks som velges. EU28+Norge er den som er inkludert i utslippsresultatene, mens utslipp fra ren norsk energimiks er inkludert her for å illustrere forskjellen i utslipp med de to energimiksene.

Tabell 6. Utslippsfaktorer energibruk i drift

Energibærer	Utslippsfaktor (kg CO ₂ e/kWh)	Kommentar	Miljødatakilde
Elektrisitet EU28+Norge	0,0906	Elektrisitet, EU28+Norge, forventet gjennomsnitt over neste 60 år (2018-2020)	LCA-studie for landsspesifikk elektrisitetsmiks basert på NS 3720, IEA og Ecoinvent 3.6 (OneClick LCA 2023)
Elektrisitet Norge	0,0048	Elektrisitet, Norge, forventet gjennomsnitt over neste 60 år (IEA/NS3720 energimiks, projeksjon fra 2020-2022 gjennomsnitt)	LCA-studie for landsspesifikk elektrisitetsmiks basert på IEA og Ecoinvent 3.6 (OneClick LCA 2024)

Energiforsyningen er basert på estimert energiforbruk ut ifra referansebygg generert i One Click LCA (Carbon Designer), som vist i tabell 7. Det er forutsatt at bygningens samlede energiforsyning kommer fra elektrisitet uspesifisert forbruk, uten tillegg for primæroppvarming, sekundær oppvarming eller kjøling. Resultatene vist i tabell 8.

Tabell 7: Energiforsyningen er basert på estimert energiforbruk ut ifra referansebygg generert i One Click LCA (Carbon Designer).

Energiforsyning	Netto energibehov (kWh/m ² BRA år)	Lvert energi (kWh/m ² BRA år)
Elektrisitet	90	90
Primæroppvarming	0	0
Sekundær oppvarming	0	0
Kjøling	-	-
Totalt	90	90

Tabell 8: Oversikt over resultater, energi.Bygg C og D.

Energiforsyning	Utslipp ved NO (tonn CO ₂ e)		Utslipp ved EU28+ NO (tonn CO ₂ e)	
	Lvert energi (kWh/år)	Klimagassutslipp, 50 år (tonn CO ₂ e)	Lvert energi (kWh/år)	Klimagassutslipp, 50 år (tonn CO ₂ e)
Elektrisitet	193500.00	46,44	193500.00	1257,75

3.1.3 Dekonstruksjon (C1)

Det er benyttet gjennomsnittlig demonterings- og rivingsprosess i OneClick LCA for bygninger med en kombinasjon av bæresystem i tre, stål og betong, se Tabell 9. Det planlagte prosjektet har et BTA på 2300 m² (bygg C og D) som tilsvarer et klimagassutslipp fra dekonstruksjon på 12 tonn CO₂e. På utbyggingsområdet er det noe eksisterende bebyggelse som planlegges revet, det tilsvarer et BTA på 470 m² (bygg C). Klimagassutslipp knyttet til dekonstruksjon av eksisterende bebyggelse er 2 tonn CO₂e.

Tabell 9. Input for beregning av utslipp for C1 i One Click LCA

Type	Utslippsfaktor	Miljødatakilde	Beskrivelse
Gjennomsnittlig demonterings- og rivingsprosess	5,43 kg CO ₂ e/m ²	RICS professional standards and guidance, UK: Whole life carbon assessment for the built environment (RICS, 2017). LCA studie for dekonstruksjons- og rivingsprosesser (OneClickLCA 2020)	Foreslått verdi fra RICS, basert på en samling av målte verdier fra casestudier sentralt i London. Verdien er foreslått som representative for utslipp forbundet med alle typer aktiviteter tilknyttet demonterings- og rivingsarbeid, på og utenfor anleggsområdet, inkludert energiforbruk tilknyttet drift av byggeplassen. Restpåvirkningsindikatorer er anslått ved å benytte et gjennomsnitt av ulike scenarier som grunnlag.

3.1.4 Transport i drift (B8)-Bygg C og D

Klimagassutslippene fra transport i driftsfasen inkluderer utslipp fra bil, kollektivtransport for brukerne og besøkende av bygget, samt godstransport. Utslippsfaktorer benyttet i beregningen er beskrevet i Tabell 10. Alle utslippsfaktorene er basert på forventet gjennomsnitt over neste 60 år.

Tabell 10. Utslippsfaktor og miljødatakilder for transportmidler. *personkm for bil, buss, km for varetransport

Transportmiddel	Utslippsfaktor (kg CO ₂ e/km*)	Kommentar	Miljødatakilde
Personbil	0,0955	Estimert til 26 % av nåværende utslipp fra 2050 og fremover. Antatt 50 % diesel og 50 % bensin. Drivstofforbruk 4 l/pkm, drivstoffmiks GWP 3,04 kg CO ₂ e/l.	Framskrivning basert på TØI rapport 1518/2016 for bil, buss og godstransport og «Joukkoliikenteen energiatehokkuuden kehittämissahdollisuudet» (HSL & Bionova 2010) for jernbane. Drivstofforbruk: LIPASTO 2016. Drivstoffpåvirkning: LCA-regnskap for bensin og dieselproduksjon (Bionova 2019)
Buss	0,0083	Estimert til 0 % av nåværende utslipp fra 2030 og fremover. Antatt diesel bybuss med 18/43 fulle seter. Drivstofforbruk 0,022 l/pkm, drivstoffmiks GWP 3,04 kg CO ₂ e/l.	
Varetransport	0,35	Estimert til 66 % av nåværende utslipp fra 2050 og fremover. Antatt 50 % diesel og 50 % bensin. Drivstofforbruk 0,152 l/km, drivstoffmiks GWP 3,04 kg CO ₂ e/l.	

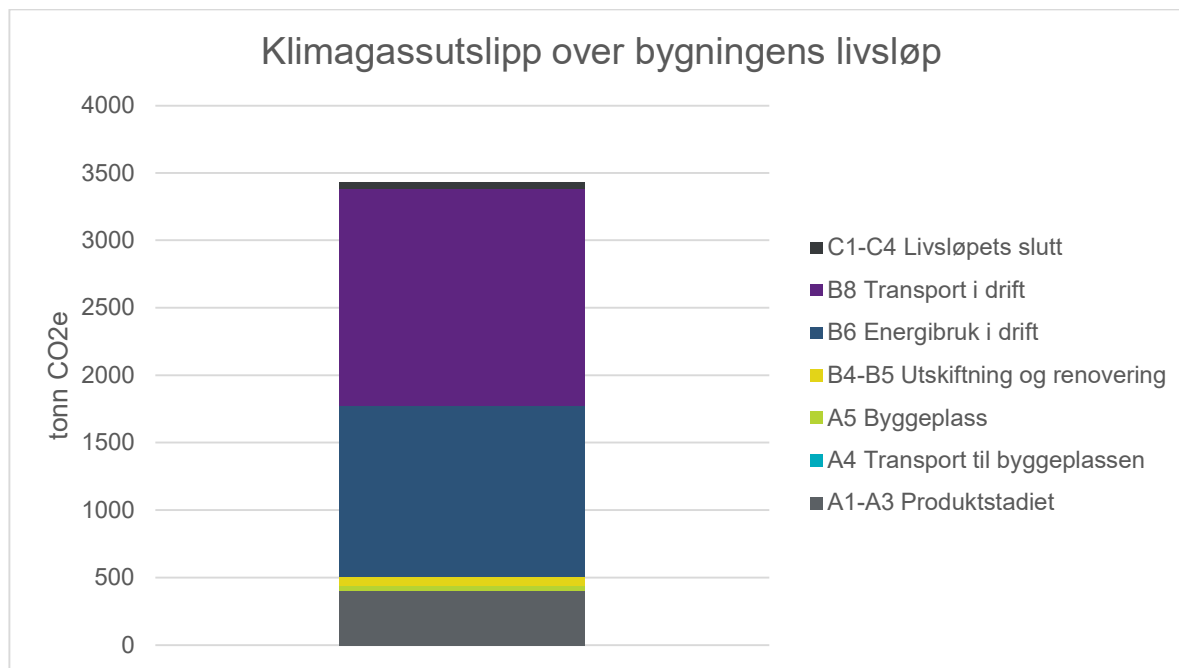
Besøkende er ikke inkludert ettersom dette er boliger, og besøk er regnet som private turer. For antall brukere er det forutsatt 3 beboere per boenhet. Antall åpningsdager er satt til 365 dager, og årlig antall reisedager for besøkende er 0. Det er antatt at 30 brukere krever varetransport. Det er planlagt totalt 20 parkeringsplasser. Utslippsfaktor for personbil på 0,075 kgCO₂e/pkm er benyttet, da oppgitt faktor i veilederen på 0,0793 ikke er tilgjengelig i One Click LCA. Totale klimagassutslippene fra transport i drift er 1616,49 tonnCO₂e.

Tabell 11. Transportmiddelfordeling fordelt på bygningskategori

Bruk	Bil %	Bildeling %	Buss %	Skinnegående %	Gang/sykkkel %	Antall brukere	Turer per person per dag	Antall åpningsdager
Arbeid	48%	0%	20%	5%	27%	60	0.8	365
Tjeneste	79%	0%	9.6%	2.4%	9%	60	0.1	365
Private turer	53%	0%	8.4%	2.1%	36.5%	60	1.0	365
Besøkende	0%	0%	0%	0%	0%	0.0	0.0	0

3.1.5 Resultater oppsummert

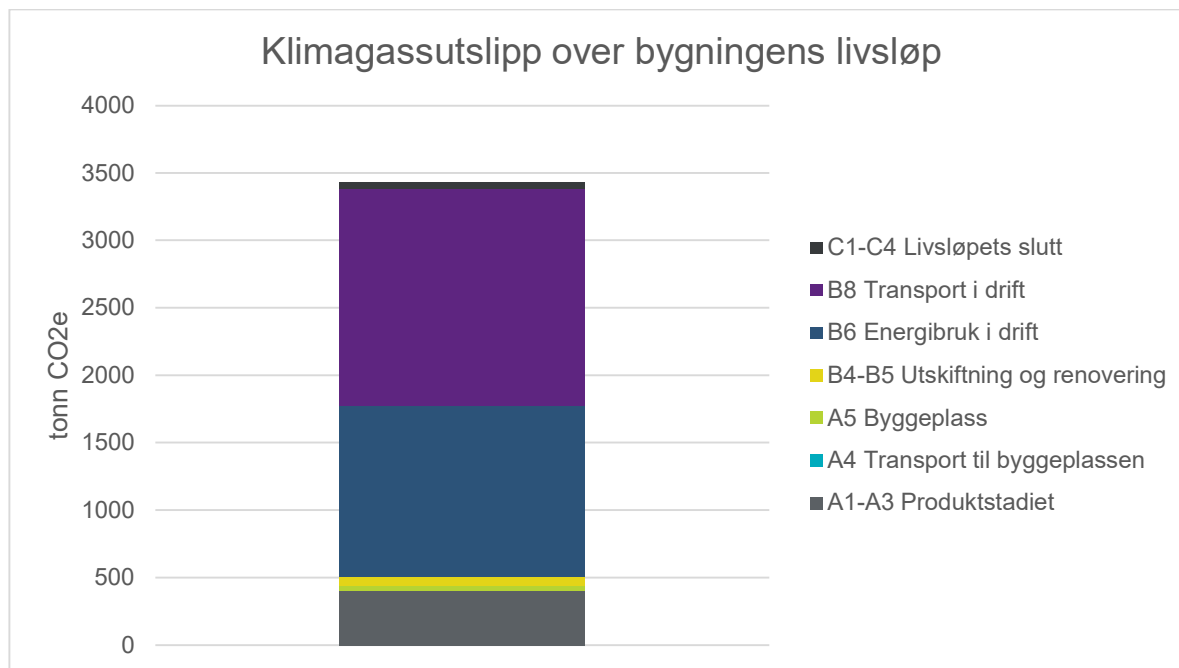
Resultatene av klimagassberegningen er oppsummert i Tabell 12 og



Figur 8. Resultatene representerer den totale livssykluspåvirkningen i løpet av 50 års levetid. B8 Transport i drift utgjør blant livsløpsstadiene, den største kilden til utslipp med 47 %. Videre utgjør Energibruk i drift 37 % av totalutslippene.

Tabell 12 Resultater klimagassberegning.

Livsløpsstadium	Totale utslipp for bygg C og D	
	tonn CO ₂ e	Andel av total
A1-A3 Byggematerialer	409	12 %
A4 Transport til byggeplass	10	0.3 %
A5 Byggeplass	29	1 %
B4-B5 Utskiftning og renovering	63	2 %
B6 Energibruk i drift	1254	37 %
B8 Transport i drift	1616	47 %
C1-C4 Livsløpets slutt	28	1 %
Totalt	3428	100 %



Figur 8 Resultater klimagassberegning (Bygg C og D).

3.2 Delvis bevaring av eksisterende bebyggelse (Bygg A og B). Materialer

Det er tatt utgangspunkt i samme forutsetninger som gitt i kap. 0.1.1

Tabell 13 viser en oversikt over eksisterende bygningsmasse og ny bygningsmasse slik at totalt BRA blir det samme som er lagt til grunn i vurderingene i kap. 0.1. Axer Eiendom AS ønsker å nyttiggjøre eiendommen og bygningsmassene gjennom å transformere eksisterende bygningsmasser (bygg A-C) til boliger, rekkehus og leiligheter. Tabell 14 viser alle tiltak for Bygg A og B. Bygg C blir fullstendig revet, og et nytt bygg skal oppføres. Resultatet for dette bygget er derfor vist i kap. 0.1.

Tabell 13: Oversikt over eksisterende og nybygg

Data	Bygg	
	Bygg A	Bygg B
Areal på eksisterende bebyggelse (m ² BTA)	770	370
Areal på bevart bebyggelse (m ² BTA)	750	370
Samlet bruttoareal for prosjektet (m ² BTA)	860	460
Totalt oppvarmet bruksareal (m ² BRA oppv.)	710	420

Tabell 14: Alle tiltak for bygg A-C.

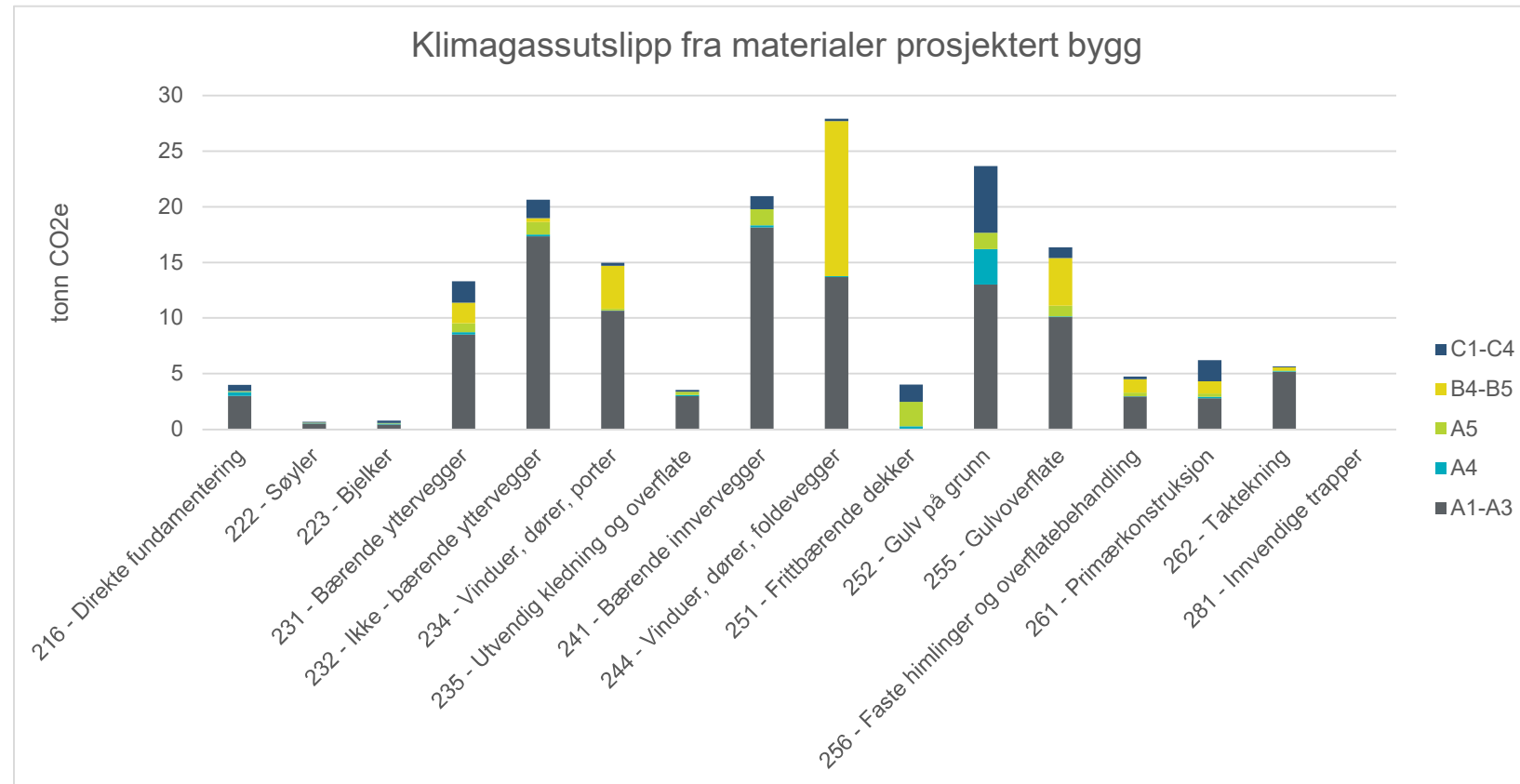
Data	Tiltak for material bruk
Bygg A	Bevare betongvegger, teglvegger og takbæring for de deler av bygget med full kjeller. Rive bygg i sin helhet hvor det er blindkjeller. Bevare betongvegger hvor det er full kjeller og alt annet rives.
Bygg B	Bevare betongvegger og -dekke. Demontere og ombruke konstruksjonsvirke i takstoler og stendervegger i nye bygningsdeler.

Tabell 15 viser resultater for materialer dersom eksisterende bygningsmasse beholdes. Totalt utslipp for materialer er 178 tonn CO₂e.

Tabell 15: Klimagassutslipp per bygningskategori og totalt

Bygningsdel	Bygg A	Bygg B	Klimagassutslipp for hele området	
	Tonn CO ₂ e	Tonn CO ₂ e	Tonn CO ₂ e	Prosent av total [%]
21 Grunn og fundamenter	1	0	2	2%
22 Bæresystemer	0	1	1	1%
23 Yttervegger	28	25	52	29%
24 Innervegger	27	22	49	27%
25 Dekker	34	17	42	27%
26 Yttertak	6	6	12	5%
28 Trapper, balkonger mm.	1	10	11	2%
Totalt	98	80	178	100%

Figur 9- viser utslipp av klimagasser som følge av materialbruk i Bevaring av eksisterende bebyggelse fordelt på bygningsdeler på 3-siffernivå og livsløpsstadium. Som det kommer frem av figuren er det bygningsdel 244 - Vinduer, dører, foldevegger og 252 - Gulv på grunn som er de største kildene til utslipp blant bygningsdelene med 15 % og 14 % av klimagassutslippene fra materialer. Blant livsløpsstadiene utgjør produksjon av byggematerialer A1-A3 den største kilden til utslipp med 66 % av totalutslippene.



Figur 9: Totalt klimagassutslipp (tonn CO₂e) fordelt på bygningsdel og livsløpsfase i Bygg A oB

3.2.1 Byggeplassdrift

Se forutsetninger i kap.3.2. Det skal oppføres 1320 m² BTA med de samlede byggene (A og B) som tilsvarer 19,30 tonnCO₂e.

3.2.2 Energibruk i drift

Energiforbruket for den eksisterende bygningsmassen er økt med 10 % sammenlignet med energiforbruket for nybygg. Det er rimelig å anta at energiforbruket for de eksisterende byggene vil være noe høyere sammenlignet med nybygg. Det er imidlertid usikkerhet knyttet til hvor mye høyere energiforbruket for den eksisterende bygningsmassen faktisk vil være. Dette vil blant annet avhenge av byggets tilstand og mulighetene for etterisolering. Tabell 16 viser en oppsummering av resultatene.

Tabell 16. Oversikt over resultater, energi.Bygg A og B.

Energiforsyning	Utslipp ved NO (tonn CO ₂ e)		Utslipp ved EU28+ NO (tonnCO ₂ e)	
	Lvert energi (kWh/år)	Klimagassutslipp, 50 år (tonn CO ₂ e)	Lvert energi (kWh/år)	Klimagassutslipp, 50 år (tonn CO ₂ e)
Elektrisitet	101700.00	26,84	101700.00	727,15

3.2.3 Dekonstruksjon

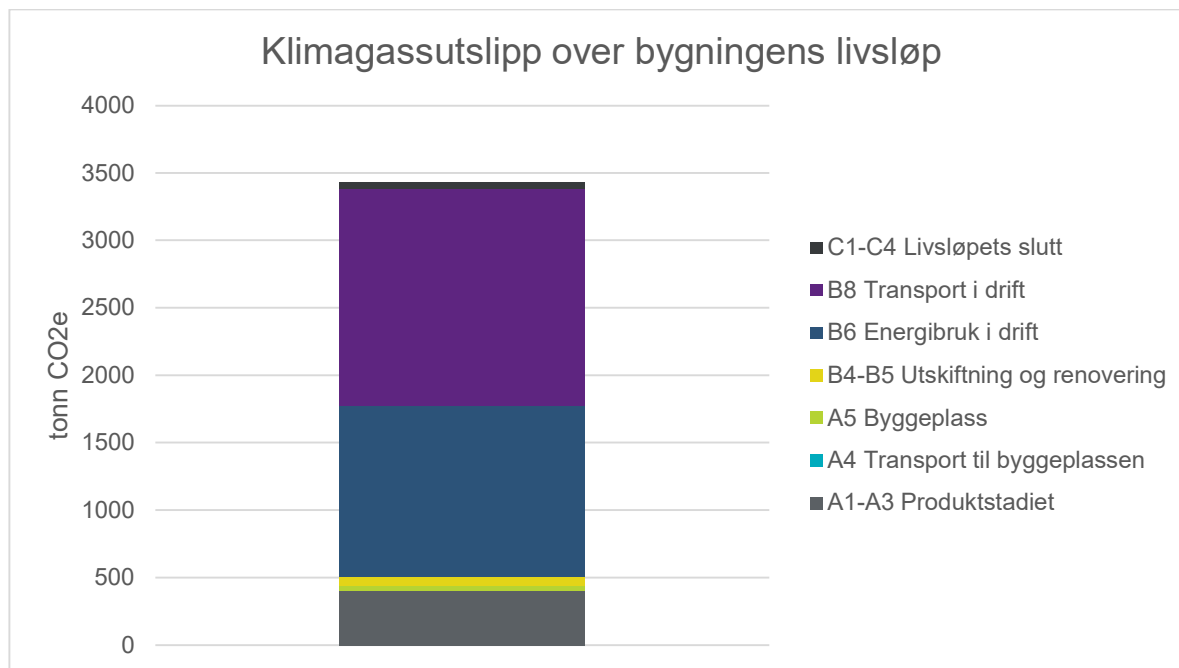
Det er benyttet gjennomsnittlig demonterings- og rivingsprosess i OneClick LCA for bygninger med en kombinasjon av bæresystem i tre, stål og betong, se Tabell 9. Det planlagte prosjektet har et BTA på 1320 m² (bygg A og B) som tilsvarer et klimagassutslipp fra dekonstruksjon på 7 tonn CO₂e.

3.2.4 Transport i drift

Se forutsetninger i kap. 3.1.5. Besøkende er ikke inkludert ettersom dette er boliger, og besøk er regnet som private turer. For antall brukere er det forutsatt 3 beboere per boenhet. Antall åpningsdager er satt til 365 dager, og årlig antall reisedager for besøkende er 0. Det er antatt at 20 brukere krever varetransport. Det er beregnet at antall brukere vil være 40. Det er planlagt totalt 12 parkeringsplasser. Utslippsfaktor for personbil på 0,075 kgCO₂e/pkm er benyttet, da oppgitt faktor i veilederen på 0,0793 ikke er tilgjengelig i One Click LCA. Totale klimagassutslippene fra transport i drift er 1013,75 tonnCO₂e.

3.2.5 Resultater oppsummert

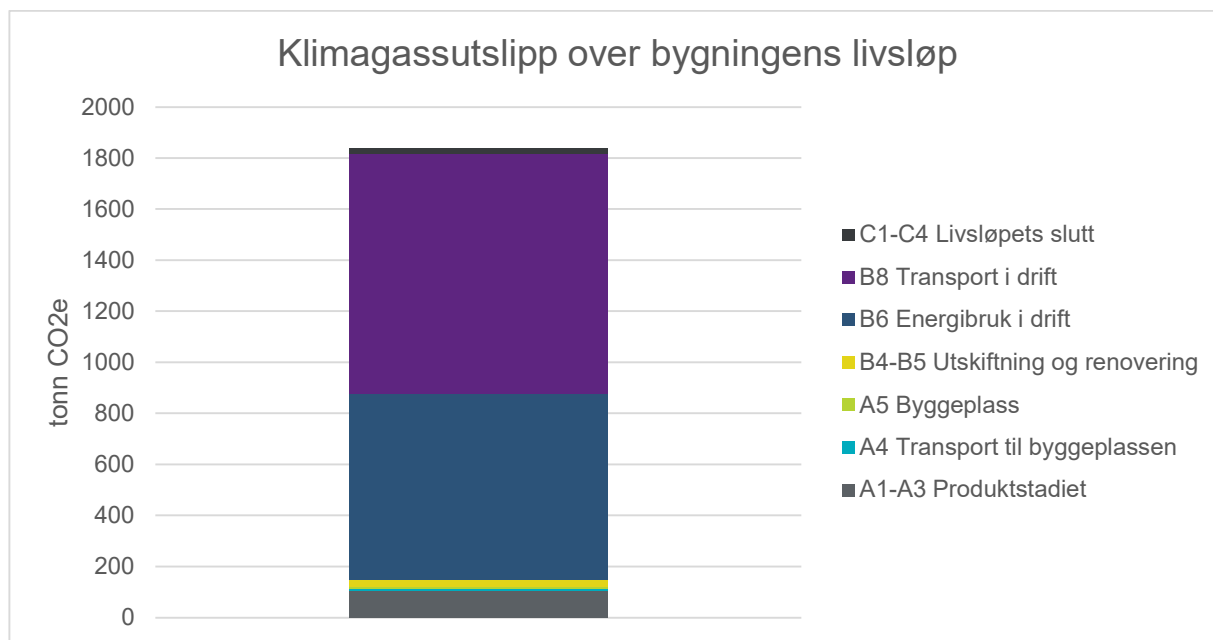
Resultatene av klimagassberegningen er oppsummert i Tabell 12 og



Figur 8. Resultatene representerer den totale livssykluspåvirkningen i løpet av 50 års levetid. B8 Transport i drift utgjør blant livsløpsstadiene, den største kilden til utslipp med 53 %. Videre utgjør B6 Energibruk i drift 38 % av totalutslippene.

Tabell 17 Resultater klimagassberegning.

Livsløpsstadium	Totale utslipp for bygg A og B	
	tonn CO ₂ e	Andel av total
A1-A3 Byggematerialer	118	6 %
A4 Transport til byggeplass	6	0.3 %
A5 Byggeplass	10	1 %
B4-B5 Utskiftning og renovering	27	1 %
B6 Energibruk i drift	727	38 %
B8 Transport i drift	1013	53 %
C1-C4 Livsløpets slutt	18	1 %
Totalt	1919	100 %



Figur 10: Resultater klimagassberegning (Bygg A og B).

3.3 Alternativsvurdering for alle bygg (A–D)

Iht. Bergens kommunes veileder for klimagassberegninger skal det gjøres en alternativs vurdering hvor eksisterende bygningsmasse fra og med 100 m² foreslått revet, siden det er tilfellet i dette prosjektet er det satt opp to alternativer:

- Alternativ 1: Beregning av klimagassutslipp fra riving av eksisterende bygg og oppføring av nybygg (bygg A-D).
- Alternativ 2: Beregning som viser utslippene ved bevaring og rehabilitering av bygg A og B, riving av bygg C med oppføring av et nytt bygg, samt etablering av fire nye tomannsboliger på eiendommen (bygg D).

3.3.1 Materialer

Det er tatt utgangspunkt i samme forutsetninger som gitt i kap. 0.1.1.

Resultatene av klimagassberegningen er oppsummert i Tabell 12 Beregningene resulterer i totale klimagassutslipp fra materialer på 898 tonn CO₂e for alternativ 1 og 734 tonn CO₂e for alternativ 2 over byggets levetid.

Tabell 18: Klimagassutslipp per bygningskategori og totalt for Alternativ 1

Bygningsdel	Bygg A	Bygg B	Bygg C	Bygg D	Klimagassutslipp for hele området	
	Tonn CO ₂ e	Tonn CO ₂ e	Tonn CO ₂ e	Tonn CO ₂ e	Tonn CO ₂ e	Prosent av total [%]
21 Grunn og fundamenter	4	4	10	11	28	3
22 Bæresystemer	3	1	3	3	11	1
23 Yttervegger	76	26	60	77	230	26
24 Innervegger	17	21	73	57	179	20
25 Dekker	85	58	84	107	334	37

26 Yttertak	17	8	14	14	54	6
28 Trapper, balkonger mm.	13	10	22	11	62	7
Totalt	215	129	273	281	898	100%

Tabell 19: Klimagassutslipp per bygningskategori og totalt for Alternativ 2

Bygningsdel	Bygg A	Bygg B	Bygg C	Bygg D	Klimagassutslipp for hele området	
	Tonn CO ₂ e	Tonn CO ₂ e	Tonn CO ₂ e	Tonn CO ₂ e	Tonn CO ₂ e	Prosent av total [%]
21 Grunn og fundamenter	1	0	10	11	23	3%
22 Bæresystemer	0	1	3	3	8	1%
23 Yttervegger	28	25	60	77	190	26%
24 Innervegger	27	22	73	57	179	24%
25 Dekker	34	17	84	107	242	33%
26 Yttertak	6	6	14	14	41	6%
28 Trapper, balkonger mm.	1	10	22	11	36	5%
Totalt	98	80	273	281	734	100%

3.3.2 Byggeplassdrift

Se forutsetninger i kap.3.1.2 Det skal oppføres 3620 m² BTA med nybygg som tilsvarer 5,2 tonnCO₂e.

3.3.3 Energibruk i drift

Se forutsetninger i kap.3.1.3 og 3.2.3. Tabell 16 og 21 viser en oppsummering av resultatene.

Tabell 20: Oversikt over resultater av Alternativ 1, energi.Bygg (A-D).

Energiforsyning	Utslipp ved NO (tonn CO ₂ e)		Utslipp ved EU28+ NO (tonn CO ₂ e)	
	Leverert energi (kWh/år)	Klimagassutslipp, 50 år (tonn CO ₂ e)	Leverert energi (kWh/år)	Klimagassutslipp, 50 år (tonn CO ₂ e)
Elektrisitet	294750	70,74	294750	1335,21

Tabell 21: Oversikt over resultater av Alternativ 2, energi.Bygg (A-D).

Energiforsyning	Utslipp ved NO (tonn CO ₂ e)		Utslipp ved EU28+ NO (tonn CO ₂ e)	
	Leverert energi (kWh/år)	Klimagassutslipp, 50 år (tonn CO ₂ e)	Leverert energi (kWh/år)	Klimagassutslipp, 50 år (tonn CO ₂ e)
Elektrisitet	294750	778,14	294750	1468,73

3.3.4 Dekonstruksjon

Se forutsetninger i kap. 3.1.4 Utslipp knyttet til dekonstruksjon tilsvarer 22 tonn CO₂e.

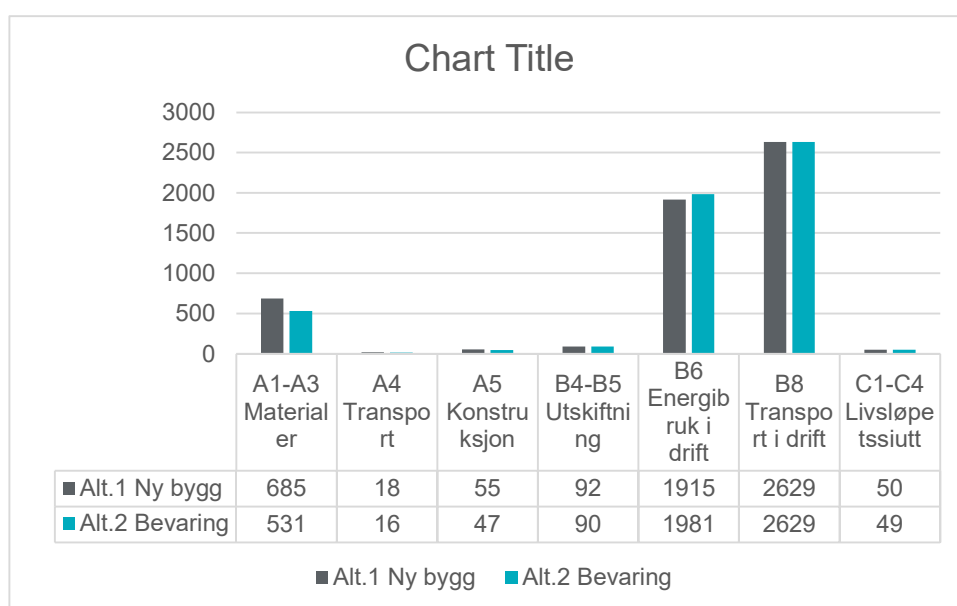
3.3.5 Transport i drift

Se forutsetninger i kap. 3.1.5. Besøkende er ikke inkludert ettersom dette er boliger, og besøk er regnet som private turer. For antall brukere er det forutsatt 3 beboere per boenhet. Antall åpningsdager er satt til 365

dager, og årlig antall reisedager for besøkende er 0. Det er antatt at 50 brukere krever varetransport. Det er beregnet at antall brukere vil være 100. Det er planlagt totalt 32 parkeringsplasser. Utslippsfaktor for personbil på 0,075 kgCO₂e/pkm er benyttet, da oppgitt faktor i veilederen på 0,0793 ikke er tilgjengelig i One Click LCA. Totale klimagassutslippene fra transport i drift er 2629,75 tonnCO₂e.

3.3.6 Resultater

Fra klimagassberegningen, basert på de gitte forutsetningene, utgjør de totale klimagassutslippene 5444 tonn CO₂e for alternativ 1 og 5343 tonn CO₂e for alternativ 2 i de angitte livsløpsfasene. Figur 11 viser en oversikt klimagassutslipp fordelt på livsløpsstadium for de to vurderte alternativene.

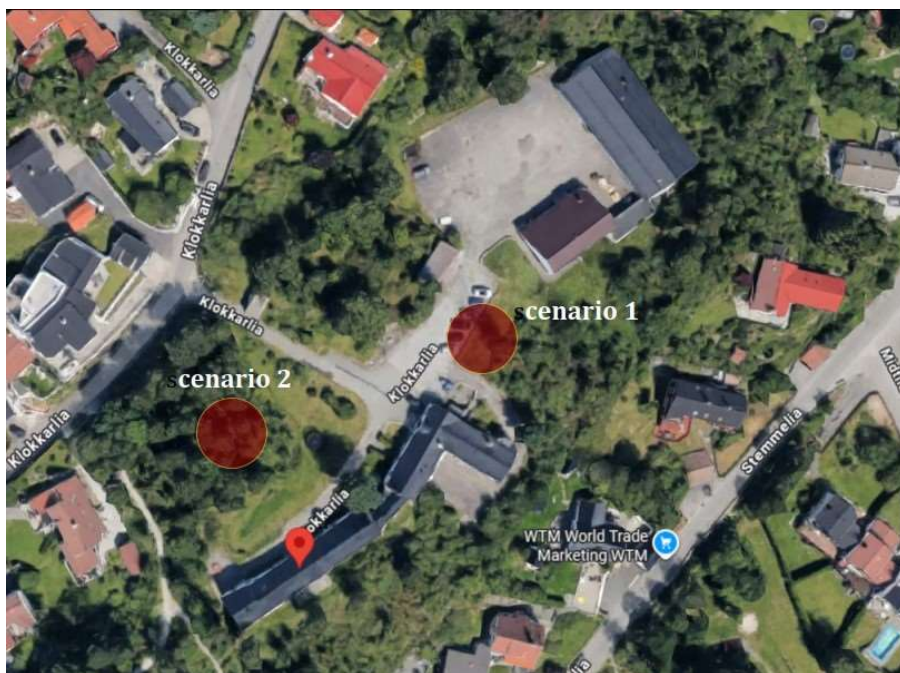


Figur 11: Resultater som sammenligner klimagassutslipp for to alternativer.

Resultatene viser at totalt klimagassutslipp over prosjektets levetid reduseres med 3 % dersom man velger å bevare eksisterende bygningsmasse sammenlignet med å bygge nytt, mens klimagassutslipp for materialer (A1-A3) reduseres med 22 %.

4 Beregning av klimagassutslipp for to alternative plasseringer av bygg D1 på tomten

Vurderingen sammenlignet to alternative plasseringer av bygg D1 på prosjektområdet. Se figur 12.



Figur 12: plasseringen av de to alternativene for Bygg D1.

I det første alternativet ble D1 plassert på overflatedyrka jord, noe som ga et beregnet utslipp på omtrent 2 tonn CO₂-ekvivalenter. I det andre alternativet ble D1 plassert på skogsareal, som medførte et høyere utslipp på rundt 5 tonn CO₂-ekvivalenter.

Resultatene viser tydelig at plassering av bygget på dyrket mark gir lavere utslipp sammenlignet med plassering på skogsareal. Fra et klimaperspektiv fremstår derfor det første alternativet som det mest gunstige valget når man vurderer utslipp knyttet til arealbruksendring (se tabell 22).

Tabell 22: Beregning av klimagassutslipp for to alternative plasseringer av bygg D1 på tomten

	Dagens arealressurs	Jordart	Fremtidig arealbruk	Areal (m ²)	Utslipp uten endring i arealbruk (tonn CO ₂ e)	Utslipp etter endring i arealbruk (tonn CO ₂ e)	Totale utslipp (tonn CO ₂ e)
Cenario 1	Overflatedyrka jord	Mineraljord	Bebygd	196	-0.4	1.64	2
Cenario 2	Skog	Mineraljord	Bebygd	196	-1	4	5