

AUGUST 2023
OBOS NYE HJEM AS

KRISTIANSHOLM DETALJREGULERING KLIMAGASSBEREGNINGER



COWI

PROJEKTNR.	DOKUMENTNR.
A249995	RAP-RIM-001

VERSJON	UTGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	FORBEREDT	KONTROLLERT	GODKJENT
002	06.03.23	Tidligfase klimagassberegninger	KRHD	HHTR	BCKV
003	23.08.23	Inkludert endringer og B8 – Transport i drift	KRHD	ZSMS	BCKV

AUGUST 2023
OBOS NYE HJEM AS

KRISTIANSHOLM DETALJREGULERING KLIMAGASSBEREGNINGER



INNHOOLD

1	Innledning	7
2	Metode	8
2.1	Livssyklusanalyse	8
2.2	Utslippsdata	11
3	Resultater	15
3.1	Rapportering iht. Bergen kommunes veileder	15
3.2	Resultater iht. OBOS' rapporteringskrav	23
4	Konklusjon og videre arbeid	29
5	Referanser	30

1 Innledning

OBOS planlegger et boligprosjekt på Kristiansholm i Sandviken i Bergen. Beliggenheten er ved sjøen og kort vei til sentrum av Bergen. Det planlegges ca. 400 nye boliger og utvikling av området med barnehage og næring.

Området har en attraktiv beliggenhet sentralt i Bergen ved havlinjen nord for selve bykjernen. OBOS har til hensikt å utvikle området til en bydel med minimum BREEAM "Very good" og med et klimafokus.

OBOS skal levere klimagassberegninger iht. Bergen kommunes veileder for klimagassberegninger. I tillegg har OBOS utviklet interne kriterier for klimagassutslipp i sine prosjekter. Denne rapporten viser klimagassberegningene for prosjektet iht. begge disse metodene.

Beregningene i denne rapporten er iht. NS 3720:2018 Metode for klimagassberegninger for bygninger. Klimagassberegningene kan brukes for å oppnå poeng i MAT01-emnet i BREEAM-NOR i den videre prosessen.

Denne rapporten gir en oversikt over de potensielle utslippene til prosjektet og skal fungere som en pekepinn for fokusområder for mulige utslippskutt. Prosessen med klimagassberegninger er ment å være interaktive og skal bidra til å vurdere alternativer på bakgrunn av deres klimapåvirkning også. Derfor bør beregningene oppdateres etter hvert som prosjektet går inn i detaljeringsfasen for å sikre at grenseverdiene til OBOS overholdes.

2 Metode

2.1 Livssyklusanalyse

Det er utarbeidet en forenklet livssyklusanalyse for skisseprosjektet iht. standarden NS 3720:2018 Metode for klimagassberegninger for bygninger og Bergen kommunes veileder for klimagassberegninger (Standard Norge, 2018; Plan og bygningsetaten, Klimaetaten, 2020). I tillegg skal klimagassberegningene presenteres iht. OBOS sin interne rapporteringsmetode for klimagassberegninger. Dette innebærer samme fremgangsmåte som i NS 3720:2018 og Bergen kommunes veileder, minus utslipp fra bygningsdel 21 "Grunn og fundamenter".

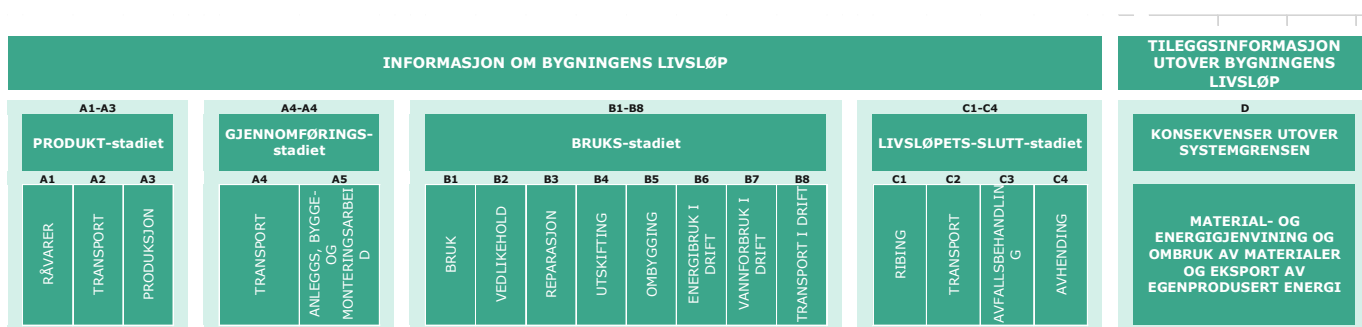
For skisseprosjektet er 3 ulike alternativer for materialer og rammetyper vurdert. Første alternativ er et scenario der ramme ikke er valgt enda. Dette kan sees på som et referansebygg det skal måles opp mot. Det andre alternativet er dersom en velger treramme, og det tredje alternativet er for valg av betongramme.

Resultatene presenteres i form av globalt oppvarmingspotensial (CO₂-ekv) og CO₂-ekv/m². For systemgrense i rom, er det som utgangspunkt valgt "basis med lokasjon" iht. NS 3720:2018, se Figur 1. For systemgrense i tid, har ikke NS 3720 spesifikke krav, og det er opp til hvert enkelt prosjekt å sette en analyseperiode. Analyseperioden i dette prosjektet er satt til 60 år som er standard i prosjekter hvor byggherre ikke har andre krav.

Tabell 1 Ulike omfang av klimagassberegninger, hentet fra NS 3720:2018

	Uten lokalisering	Med lokalisering
Basis	Klimagassberegningene skal inkludere klimagassutslipp fra byggeplass (7.3), materialer (7.4), energi i drift (7.5). Materialer (7.4) skal inkludere innhold i bygningsdelsnummer 2 Bygning i henhold til NS 3451 samt materialer som inngår i lokalt energiproduksjonsutstyr som ikke er dekket av NS 3451.	Klimagassberegninger skal inkludere klimagassutslipp fra tomtebearbeiding (7.2), byggeplass (7.3), materialer (7.4), energi i drift (7.5), transport i drift (7.6). Materialer (7.4) skal inkludere innhold i bygningsdelsnummer 2 Bygning i henhold til NS 3451 samt materialer som inngår i lokalt energiproduksjonsutstyr som ikke er dekket av NS 3451.
Avansert	Klimagassberegningene skal inkludere klimagassutslipp fra byggeplass (7.3), materialer (7.4), energi i drift (7.5) og inkludere materialer som inngår i bygningsdelsnummer 2 Bygning, 3 VVS-installasjon, 4 Elkraft, 6 Andre installasjoner, 7 Utendørs i henhold til NS 3451 samt materialer som inngår i lokalt energiproduksjonsutstyr som ikke er dekket av NS 3451.	Klimagassberegninger skal inkludere klimagassutslipp fra tomtebearbeiding (7.2), byggeplass (7.3), materialer (7.4), energi i drift (7.5), transport i drift (7.6) og inkludere materialer som inngår i bygningsdelsnummer 2 Bygning, 3 VVS-installasjon, 4 Elkraft, 6 Andre installasjoner, 7 Utendørs i henhold til NS 3451 samt materialer som inngår i lokalt energiproduksjonsutstyr som ikke er dekket av NS 3451.

Det er ulike moduler som et prosjekt kan inkludere for å beregne klimagassutslippene over et byggs livsløp, se Figur 1.



Figur 1 Moduler for et bygningslivsløp, basert på NS 3720:2018

For dette prosjektet, basert på valgt omfang i Figur 1 (basis med lokasjon), er følgende moduler inkludert i beregningene.

Inkluderte moduler for skisseprosjektet:

- > A1-A3: Produksjon av materialer (råvarer, transport og produksjon)
- > A4: Transport til byggeplass
- > B4-B5: Utskiftning av materialer og ombygging
- > B6: Energibruk i drift
- > B8: Transport i drift
- > C1-C4: Rivning, transport, avfallsbehandling og avhending

2.1.1 Verktøy

Verktøyet One Click LCA er benyttet til å gjennomføre beregningene. One Click LCA er en nettbasert programvare for klimagassberegninger knyttet til et byggs livsløp 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 livsløpsvurderinger (LCA), inkludert BREEAM og NS 3720 metode for klimagassberegninger for bygninger.

Klimagassbudsjettet for Kristiansholm er generert med tidligfasemodulen "Carbon Designer" i One Click LCA. Carbon Designer er en referansebyggmodul utarbeidet for den norske bransjen slik at det kan genereres referansebygg med like forutsetninger for ulike prosjekt, bestemt av blant annet bygningstype.

Analysene og resultatene fra One Click LCA gir en indikasjon på hva en kan forvente av klimagassutslipp for ulike bygg, og vil gi et bilde av hvilke bygningsdeler og materialer som bidrar mest til byggets totale klimagassutslipp.

2.2 Utslippsdata

2.2.1 Datakvalitet

Det er benyttet generiske EPDer som ligger automatisk i OneClickLCA, altså hovedsakelig datakvalitet på nivå 2. Dette er tilstrekkelig for et tidligfase-estimat. Også i detaljeringsfasen kan nivå 2 benyttes for konseptvalg og prosjekteringsalternativer, men nivå 1 bør benyttes ved detaljerte materialvalg. Når klimagassregnskapet for bygget skal beregnes (as-built), skal datakvaliteten være på nivå 1 så langt det lar seg gjøre.

2.2.2 Materialbruk

En oversikt over materialene som er inkludert i klimagassberegningene per bygningsdelsnivå for de tre rammealternativene (tre, betong og TEK17) er presentert i

Tabell 3. I tillegg er det lagt inn solceller på de byggene som er egnet for dette. Disse utslippene er tildelt de byggene de er planlagt installert på.

Tabell 3 Bygningsselementer og materialer for ulike rammealternativer

Bygningsdel		Tre	Betong	Referanseramme
21 Grunn og fundamenter	Direkte fundamentering	Stripefundament	Stripefundament	Stripefundament
22 Bæresystemer	Søylar og bjelker	100% søyle i limtre 100 % trebjelke	100% betongsøyle 100% betongbjelke	100% stålsøyle 80% stålbjelke 20% betongbjelke
23 Yttervegger	Bærende yttervegger	100% bindingsvegg-system	100% sandwich element betong	70% bindingsverksvegg-system 20% betongvegg 10% murte lettklinkerblokker
	Utvendig kledning og overflate	70% murstein 30% trebekledning	70% murstein 30% trebekledning	70% murstein 30% trebekledning
	Vinduer, dører, porter	Ytterdør	Ytterdør	Ytterdør
24 Innervegger	Bærende innervegger	8% Leca blokk vegg 55% bindingsverk med stålstendere 20% betongvegg 17% innerdør	8% Leca blokk vegg 55% bindingsverk med stålstendere 20% betongvegg 17% innerdør	8% Leca blokk vegg 55% bindingsverk med stålstendere 20% betongvegg 17% innerdør
	Vinduer, dører, foldevegger	Innerdør		Innerdør
25 Dekker	Gulv på grunn	Betong	Betong	Betong
	Gulvoverflate	60% parkett 20% Keramiske fliser 20% Vinyl	60% parkett 20% Keramiske fliser 20% Vinyl	60% parkett 20% Keramiske fliser 20% Vinyl
	Faste himlinger og overflatebehandling	100% gipsplater	100% gipsplater	100% gipsplater

26 Yttertak	Taktekning	OSB-skjedbrett og asfalt takmembran	Betong takstein	Asfalt takmembran
		Tretak system inkl. mineralullisolasjon	Betongtak	Betongtak
28 Trapper, balkonger, m.m	Trapper	Betong	Betong	Betong
	Balkong	Tre	Tre	Tre
29 Andre strukturer og materialer	Solcellepanel	Solcellepanel, poly-crystalline, 210 Wp	Solcellepanel, poly-crystalline, 210 Wp	Solcellepanel, poly-crystalline, 210 Wp

2.2.3 Energibruk

I beregninger av klimagassutslipp fra energibruk, er det nødvendig å gjøre antagelser angående klimagassutslippet fra elektrisitetsforsyning. Iht. NS3720:2018 skal to scenarier brukes når energibruken skal rapporteres (B6); ett med norsk forbruksmiks og ett med europeisk forbruksmiks. Utslippsfaktorer for energibruken er gitt i Tabell 4, og er hentet fra OneClick LCA. I OBOS sin rapportering skal Scenario 2 brukes.

Tabell 4 Utslippsfaktorer for to ulike scenarier for elektrisitetsforsyning.

Scenario 1: Norsk forbrukermiks over et gjennomsnitt på 60 år		Scenario 2: Europeisk (EU28+NO) forbruksmiks, over et gjennomsnitt på 60 år	
0,0123	kg CO ₂ -ekv/kWh	0,12	kg CO ₂ -ekv/kWh

Det er utarbeidet to ulike alternativ for energibruk for skisseprosjektet. Disse er vist i Tabell 5. Energialternativ 1 og 2 er basert på energivurderinger for varmekilde gjort for prosjektet. Annet elforbruk er basert på normverdier iht. NS 3031:2021 (Standard Norge, 2021). For mer informasjon se eget notat, NOT-RIEn-001.

Tabell 5 Oversikt energialternativer

Energialternativ	Energikilde varme	Energikilde annet
Energialternativ 1	Fjernvarme	Solceller og Elektrisitet
Energialternativ 2	Sjøvarmepumpe	Solceller og Elektrisitet

For fjernvarme er utslippsfaktor for fjernvarme i Bergen benyttet (hentet fra OneClick LCA). Elektrisitetsproduksjon fra solceller er også basert på

energinotatet, NOT-RIEn-001 OBOS Kristiansholm (COWI, 2023). Den forventede årlige el-produksjonen er fordelt på oppvarmet areal i hvert bygg. Denne produksjonen er trukket fra det årlige elforbruket. På den måten er el-produksjonen fra solcellene fordelt jevnt på alle bygninger basert på deres oppvarmede areal.

2.2.4 Betong

Betong i lavkarbonklasse B er lagt til grunn for klimagassberegningene i denne tidligfasevurderingen.

Fasthetsklasse ¹⁾ og lavkarbonklasse	B20	B25	B30	B35	B45	B55	B65
Maksimalt tillatt klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv. pr m ³ betong]							
Bransjereferanse	240	260	280	330	360	370	380
Lavkarbon B	190	210	230	280	290	300	310
Lavkarbon A	170	180	200	210	220	230	240
Lavkarbon Pluss ²⁾			150	160	170	180	190
Lavkarbon Ekstrem ²⁾			110	120	130	140	150

Figur 3 Lavkarbonbetongklasser med grenseverdier for klimagassutslipp (A1-A3). Fra Betongforeningens publikasjon nr. 37 (2020).

2.2.5 Transport i drift

Metode fra NS 3720:2018 Metode for klimagassberegninger for bygninger del 7.6 Transport i driftsfasen legges til grunn i klimagassberegninger for B8 – transport i drift.

Det planlegges ca. 400 boliger med en gjennomsnittsstørrelse på 70 m², området skal passe til alle typer beboere. OBOS antar at det vil flytte en stor andel mennesker uten barn til området. På bakgrunn av dette er det antatt 2 personer per bolig, som resulterer i 800 beboere.

Antall åpningsdager er 365 og en redusert varesportfrekvens for bolig. For besøkende antas det 135 besøkende per husstand hver dag.

Tabell 6 Oppsummering av bygningsinformasjon for transportberegning

Informasjon om bygning og brukere	
Bygningstype	15 = Boligblokk
Brukere	Beboere/besøkende
Antall beboere	800
Antall besøkende	135
Antall åpningsdager	365

Antall turer per dag per beboer (arbeidsreise)	1,6
Antall turer per dag for året (tjeneste)	0,6
Antall turer per dag per beboer (private turer)	0,3
Antall turer per dag per besøkende og andre brukere	2,0
Varetransportfrekvens (turer per beboer per dag)	0,05

Transportmiddelfordelingen er hentet fra One Click LCA, og baserer seg på TØI rapport 1518/2016 (TØI, 2016), og vises i Tabell 7. På grunn av beliggenheten til Kristiansholm på 2,2 km fra Torgalmenningen er "Bergen indre by, bolig og handel 1-2 km fra Torgalmenningen" valgt som geografisk område i beregningsverktøyet. Det er estimert en gjennomsnittlig reiselengde for bil på 12,9 km og for kollektiv 12,3 km.

Tabell 7 Transportmiddelfordeling (%) generert i One Click LCA for Kristiansholm.

Type	Andel bil (%)	Andel buss (%)	Andel skinnegående (%)	Andel gang/sykkel (%)
Arbeid	39	16,8	4,2	40
Tjeneste	79	9,6	2,4	9
Private turer	49	7,6	1,9	41,5
Besøkende og brukere	49	7,6	1,9	41,5

Utslippsfaktorene som er brukt for de ulike transportmidlene er vist i Tabell 8. Det er antatt elektrisk buss da sentrumsbussene i Bergen er elektriske.

Tabell 8 Utslippsfaktorer for de ulike transportmidlene.

Transportmiddel	Utslippsfaktor kg CO ₂ -ekv. / km	Informasjon hentet fra One Click LCA
Personbil, personkm, forventet gjennomsnitt over neste 60 år.	0,13	Estimert til å være 25% av dagens utslipp frem til 2050, faktor hentet fra NS 3720:2018 tabell C.1
Buss, elektrisk, personkm, forventet gjennomsnitt over neste 60 år	0,0003	Estimert til å være 0 % av dagens virkninger innen 2030 og fremover. Antatt bybuss med gjennomsnittlig bruksprosent på 18/43 fulle seter. Forbruk av elektrisitet er 0,078 kWh/pkm og GWP 0,034 kg CO ₂ -ekv/kWh.
Lokal- og regionaltog, personkm, forventet gjennomsnitt over neste 60 år	0,0024	Estimert til å være 75 % av dagens virkninger innen 2050 og fremover. Antatt at lokaltogets strømforbruk er 0,085 kWh/pkm med utslipp faktor for strøm 0,034 kg CO ₂ -ekv./kWh.
Godstransport, km, forventet gjennomsnitt over neste 60 år	0,35	Estimert til å være 66 % av dagens utslipp innen 2050 og fremover. Antatt 50 % diesel og 50 % bensinbilpark. Forbruk av drivstoff 0,152 l/km. Drivstoffblanding GWP 3,04 kgCO ₂ eq./l.

3 Resultater

I en tidligfase-vurdering av klimagassutslippet fra et bygg er det flere usikkerheter som må tas i betraktning når resultatene skal tolkes. Som beskrevet tidligere, er beregningene basert på gjennomsnittlige materialvalg og løsninger og vil avvike fra de faktiske materialer som blir brukt i prosjektet. Jo mer detaljert prosjektet blir, jo mer riktig bilde av de reelle klimagassutslippene vil prosjektet kunne få. Det vil dermed være gunstig å utarbeide klimagassbudsjett i alle faser av prosjektet for å se hvordan prosjektet ligger an i forhold til mål om reduksjon i klimagassutslipp.

Resultatene iht. Bergen kommunes veileder og NS 3720:2018 blir presentert først, etterfulgt av resultater iht. OBOS sine rapporteringskrav.

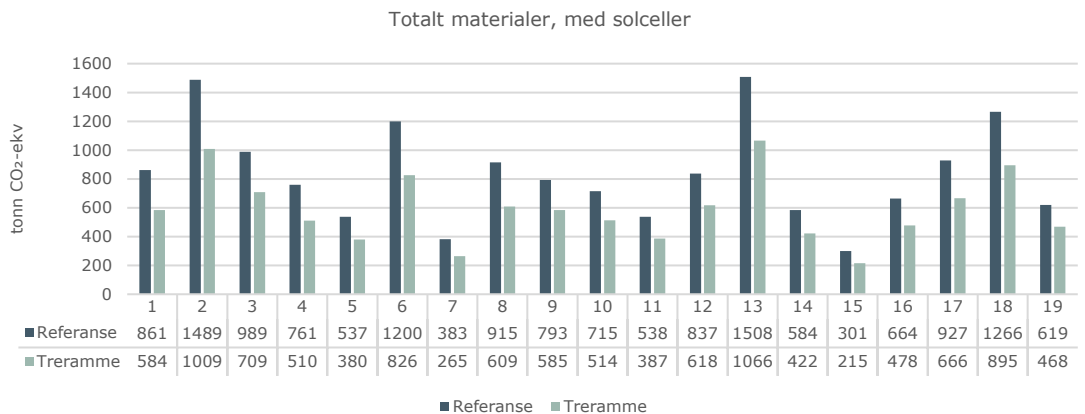
3.1 Rapportering iht. Bergen kommunes veileder

Bergen kommune krever tidligfase klimagassberegninger ved nybygg over 1000 m². Veilederen er basert på NS 3720:2018, og resultatene er presentert iht. til denne i dette kapittelet.

Klimagassberegningene skal gi et grunnlag for veloverveide valg når det gjelder gode klimatiltak. Tidligfaseberegningen som er gjort for dette prosjektet skal følge plansaken. Videre skal klimagassberegningene oppdateres gjennom detaljeringsfasen og ved endringer. På grunn av andelen betong i referanserammen er det store likheter mellom "Referanseramme" og "Betongramme". Derfor blir bare resultatene fra referanseramme og treramme vist i resultater.

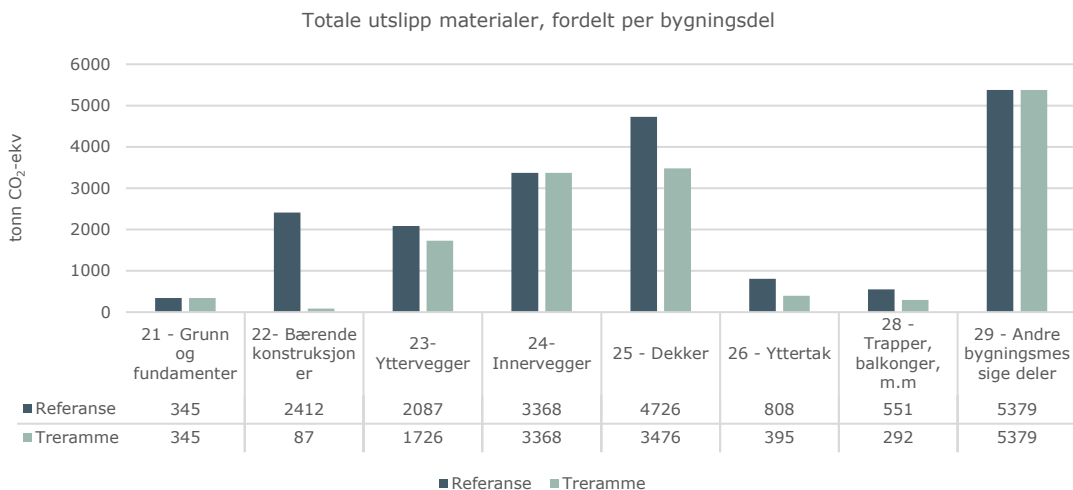
3.1.1 Materialer

I Figur 4 er de totale utslippene knyttet til materialer vist. Moduler som er inkludert er A1-A5, B1-B5 og C1-C4. Totale utslipp fra alle bygningene er 15 887 tonn CO₂-ekv og 11 207 tonn CO₂-ekv for henholdsvis referanseramme og treramme.



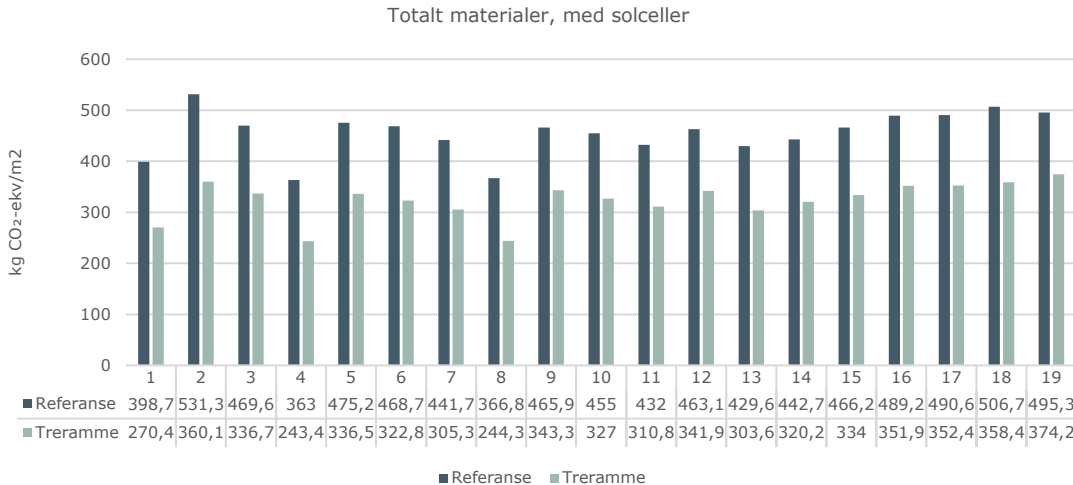
Figur 4 Totale utslipp materialer, med solceller (tonn CO₂-ekv)

Figur 5 viser de totale utslippene for materialer i prosjektet fordelt per bygningsdel. Den største forskjellen fra referanseramme og treramme er i bærende konstruksjoner og dekker. I grunn og fundamenter er det forutsatt stripefundamentering. Kategorien andre bygningsmessige deler består av solceller.



Figur 5 Totale utslipp materialer, fordelt per bygningsdel

Figur 6 viser utslipp fra materialer fordelt på oppvarmet areal.



Figur 6 Totale utslipp materialer, med solceller (kgCO₂-ekv/m²)

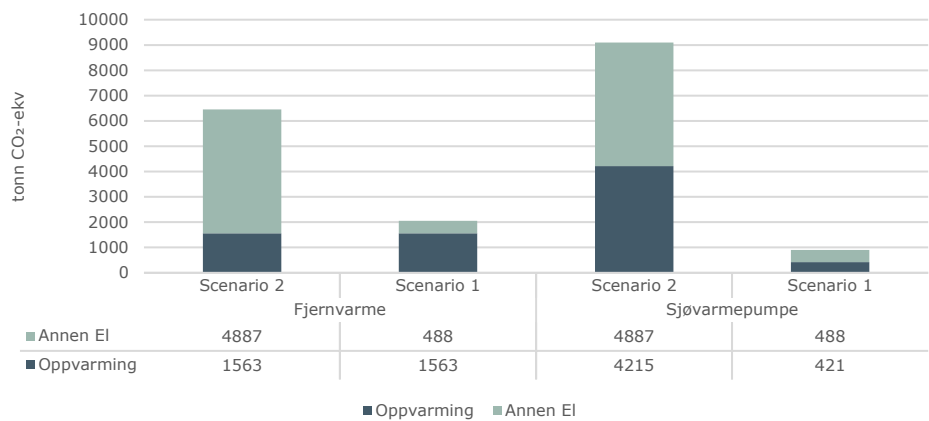
3.1.2 Energi

For energi skal det rapporteres to scenarier for energiforsyning, norsk miks og europeisk miks. Det er også fjernvarme i dette prosjektet og denne faktoren endres ikke i de ulike scenarioene. Sjøvarmepumpe bruker elektrisitet og har derfor lavere utslipp i scenario. Dette er vist i Tabell 9.

Tabell 9 Sammenligning scenarier med de ulike energialternativene

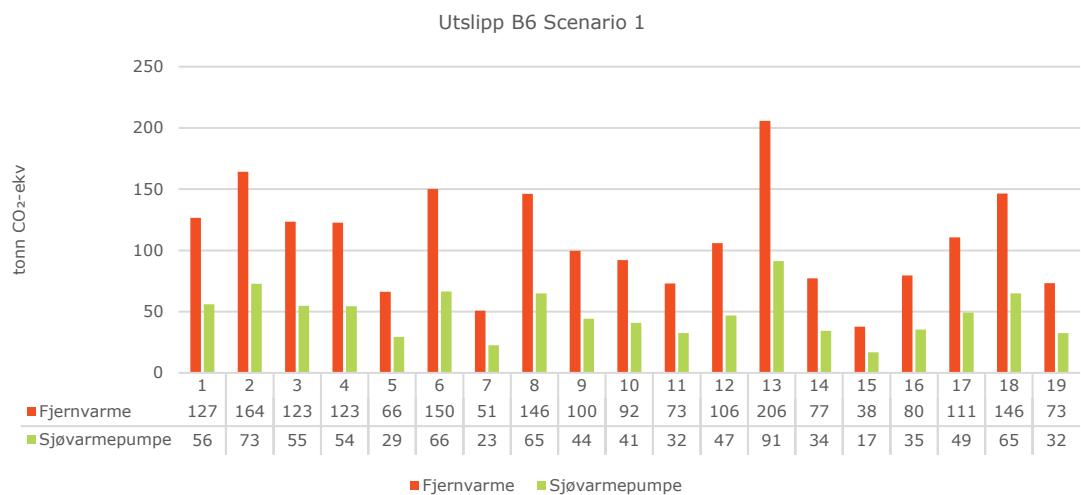
Levert energi	Scenario 1 (Norsk forbruksmiks, over et gjennomsnitt på 60 år)		Scenario 2 (Europeisk (EU28+NO) for- bruksmiks, over et gjennomsnitt på 60 år)	
	Fjernvarme	Sjøvarme- pumpe	Fjernvarme	Sjøvarmepumpe
Utslippsfaktor elektrisitet (kg CO ₂ /kWh)	0,012	0,012	0,123	0,123
Utslippsfaktor oppvarming (kg CO ₂ /kWh)	0,0158	0,012	0,0158	0,123
Energibruk elektrisitet, MWh/år	11,0	16,9	11,0	16,9
Energibruk oppvarming, MWh/år	24,7	9,5	24,7	9,5
Tonn CO₂/år	34,2	15,2	107,5	151,7

De totale utslippene fra energibruk gjennom livsløpet for hele prosjektet for de ulike scenarioene er vist i Figur 7.

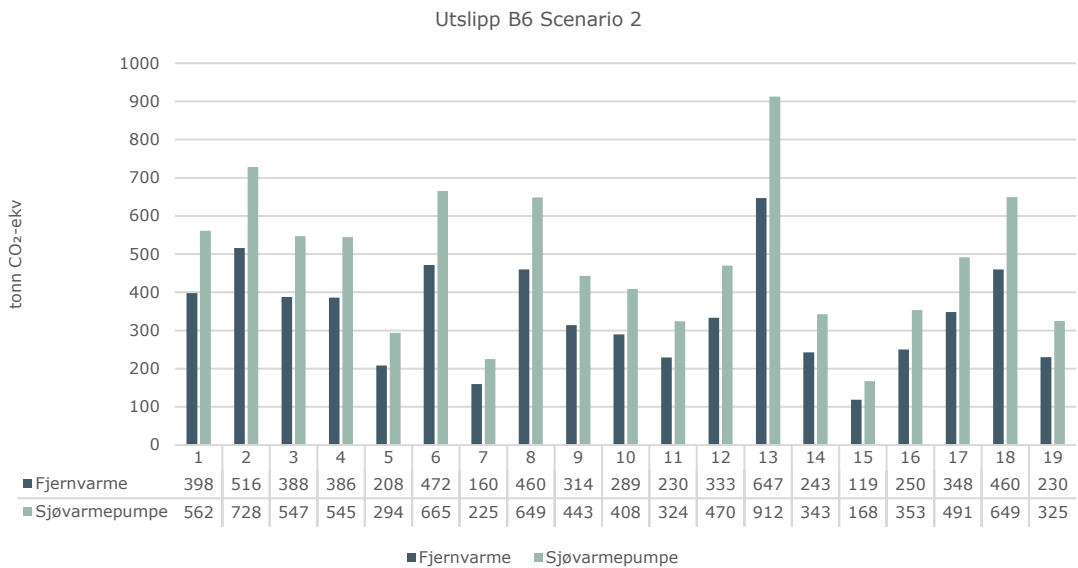


Figur 7 Oversikt utslipp fra energibruk gjennom livsløpet

Fordelingen av utslipp per bygning for scenario 1 er vist i Figur 8. Den samme fordelingen for scenario 2 er vist i Figur 9.



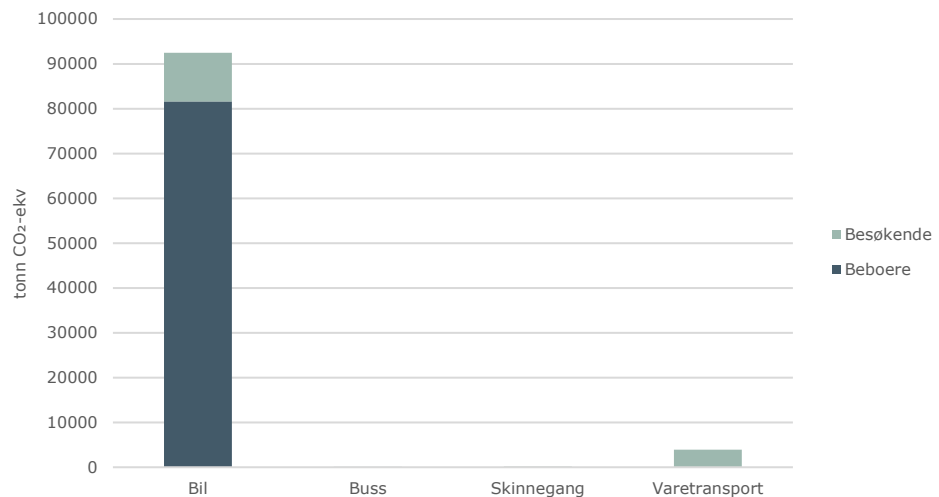
Figur 8 Utslipp energi Scenario 1



Figur 9 Utslipp energi scenario 2

3.1.3 Transport i drift

Totalt er det estimert klimagassutslipp på ca. 96 500 tonn CO₂-ekv. fra transport i drift gjennom levetiden. Som vist i Figur 10 er det i hovedsak beboernes bilbruk som bidrar til den største andelen av utslippene med 85%, etterfulgt av bilbruk fra besøkende og varetransport med henholdsvis 11% og 4%. Utslipp fra buss og skinnegående transportmidler bidrar til mindre enn 1 % av utslippene.



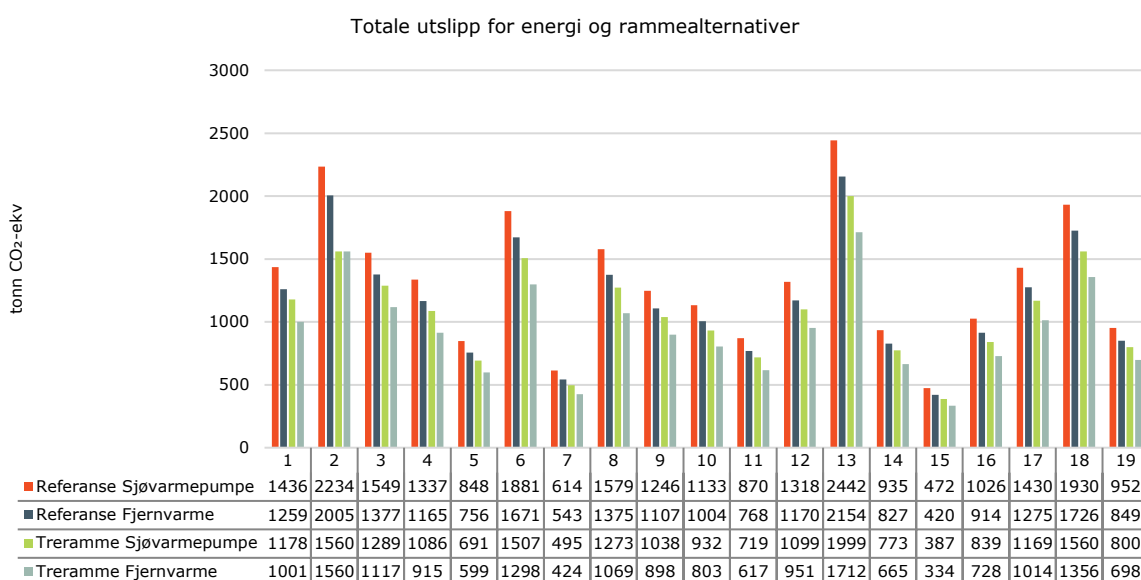
Figur 10 Utslipp fra transport i drift (B8).

3.1.4 Totale utslipp

De totale utslippene for byggene er vist for begge energialternativene og rammealternativene i Figur 11, og utslippene er oppsummert i Tabell 10. B8 Transport i drift er ekskludert i denne visningen da de ikke er fordelt per bygning, men sett på for hele utbyggingsområdet.

Tabell 10 Oversikt over klimagassutslipp per ramme og energialternativ i tonn CO₂-ekv

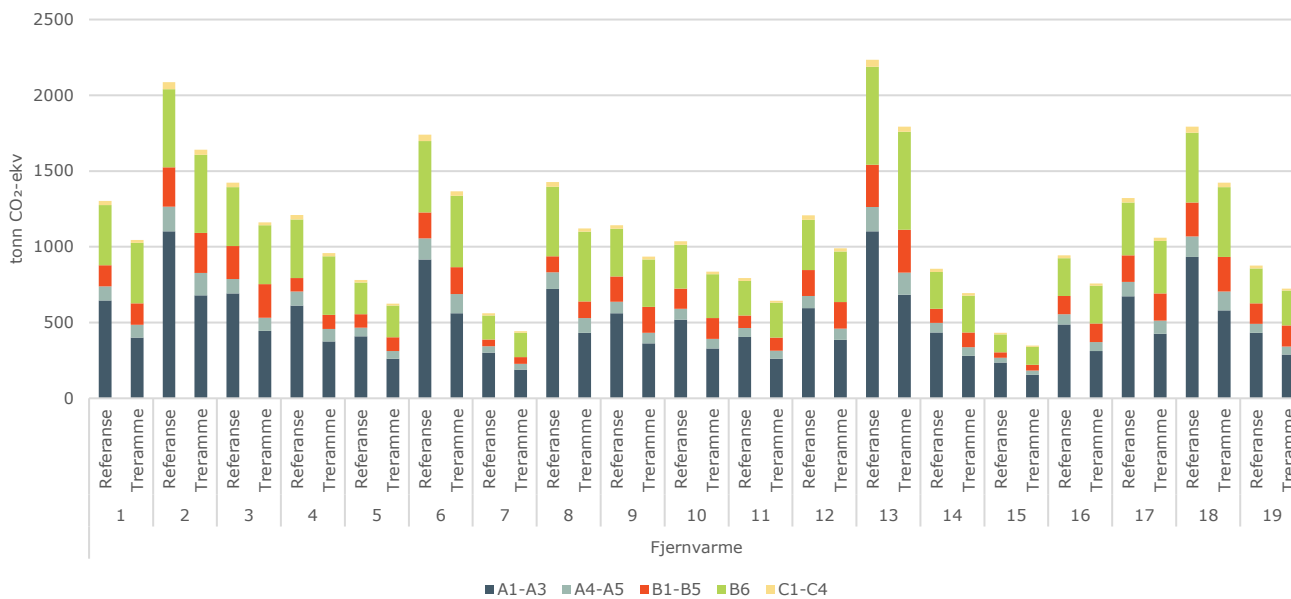
Rammetype	Energialternativ 1		Energialternativ 2	
	Ekskludert B8	Inkludert B8	Ekskludert B8	Inkludert B8
Referanse	22 366	119 626	25 231	122 491
Tre	17 759	115 019	20 395	117 884



Figur 11 Totale utslipp for energi og rammealternativer

I Figur 12 og Figur 13 kommer det frem at det er materialer og energi som står for de største klimagassutslippet gjennom livsløpet for begge energialternativene. Produksjon av materialer (A1-A3) står for 46% og 40% av utslippene for henholdsvis fjernvarme og sjøvarmepumpe. Utslippene fra energi (B6) kommer på 31 % og 39%.

Fordeling av utslipp per livsløpsmodul for de ulike rammealternativene og fjernvarme



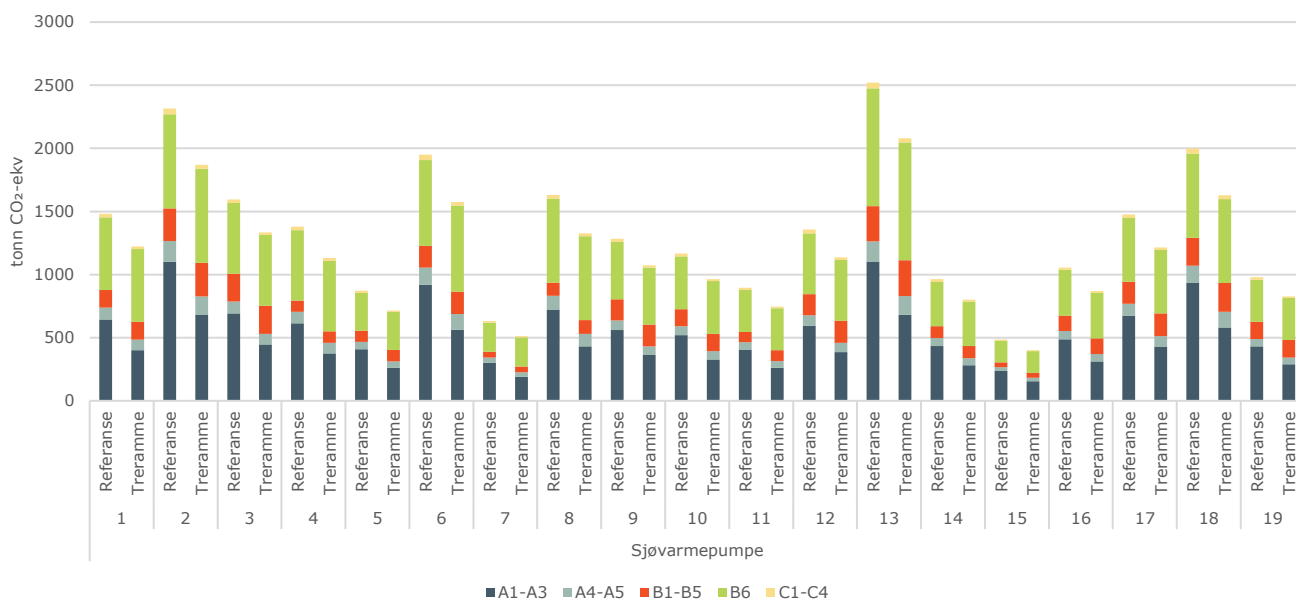
Figur 12 Fordeling av utslipp per livsløpsmodul for de ulike rammealternativene og fjernvarme

Tabell 11 Oversikt over utslipp fra moduler per ramme ved valg av fjernvarme

		A1-A3	A4-A5	A5	B1-B5	B6	B8	C1-C4	Totalt
tonn CO₂-ekv									
1	Referanse	645	93	44	139	398	0	28	1303
	Treramme	400	84	44	143	398	0	20	1046
2	Referanse	1102	163	81	259	516	0	46	2086
	Treramme	679	148	81	265	516	0	33	1641
3	Referanse	693	95	45	218	388	0	29	1422
	Treramme	445	86	45	222	388	0	20	1162
4	Referanse	613	92	44	89	386	0	30	1209
	Treramme	375	84	44	93	386	0	21	959
5	Referanse	410	56	25	90	208	0	17	781
	Treramme	261	50	25	92	208	0	12	624
6	Referanse	917	138	68	171	472	0	41	1740
	Treramme	562	126	68	177	472	0	29	1366
7	Referanse	302	42	18	44	160	0	14	561
	Treramme	190	38	18	46	160	0	10	442
8	Referanse	722	108	52	106	460	0	31	1427
	Treramme	432	98	52	110	460	0	22	1121
9	Referanse	561	77	36	167	314	0	25	1143
	Treramme	363	70	36	171	314	0	18	935
10	Referanse	519	71	33	134	289	0	23	1038
	Treramme	328	65	33	137	289	0	17	836
11	Referanse	405	58	27	83	230	0	19	795
	Treramme	262	53	27	86	230	0	14	644
12	Referanse	595	81	38	169	333	0	30	1209
	Treramme	386	75	38	175	333	0	21	989
13	Referanse	1103	161	80	279	647	0	45	2234
	Treramme	683	146	80	284	647	0	32	1792
14	Referanse	435	62	29	93	243	0	23	856
	Treramme	281	57	29	97	243	0	16	694

15	Referanse	236	32	13	36	119	0	11	433
	Treramme	155	29	13	37	119	0	8	347
16	Referanse	488	66	30	120	250	0	19	944
	Treramme	312	59	30	123	250	0	14	758
17	Referanse	674	96	46	175	348	0	29	1321
	Treramme	426	87	46	179	348	0	21	1060
18	Referanse	933	137	67	223	460	0	41	1793
	Treramme	581	125	67	228	460	0	29	1423
19	Referanse	432	59	27	136	230	0	19	876
	Treramme	289	53	27	139	230	0	14	725
Totalt	Referanse	11784	1687	804	2731	6450	96456	518	119 626
	Treramme	7410	1532	804	2802	6450	96456	370	115 019

Fordeling av utslipp per livsløpsmodul for de ulike rammealternativene og sjøvarmepumpe



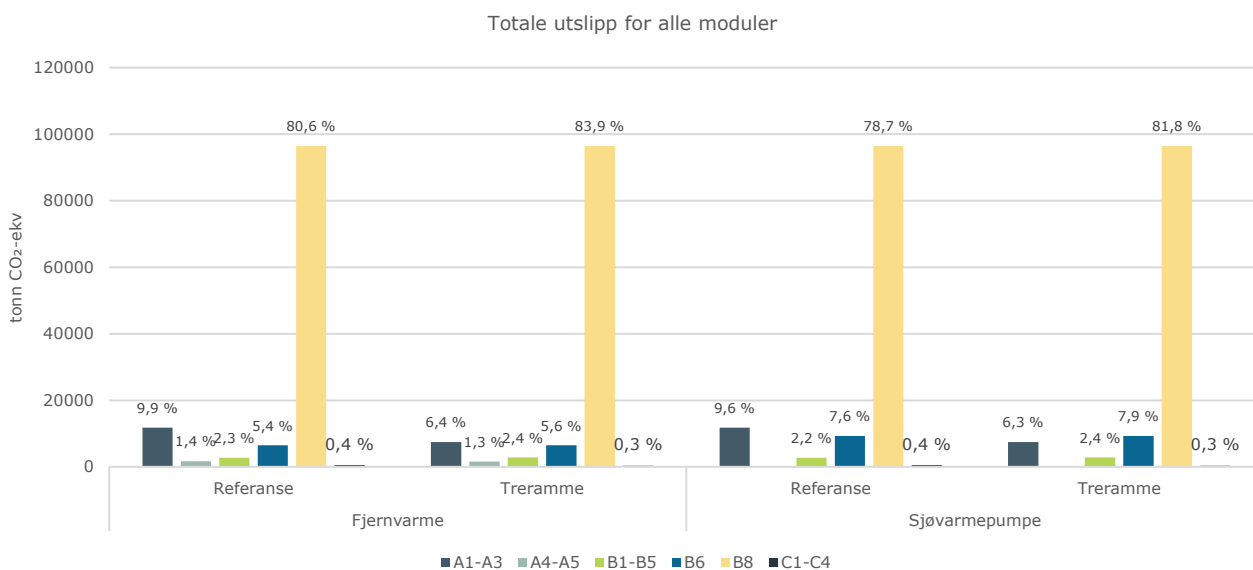
Figur 13 Fordeling av utslipp per livsløpsmodul for de ulike rammealternativene og sjøvarmepumpe

Tabell 12 Oversikt over utslipp fra moduler per ramme ved valg av fjernvarme

		A1-A3	A4-A5	A5	B1-B5	B6	B8	C1-C4	Totalt
tonn CO ₂ -ekv									
1	Referanse	645	93	44	139	575	0	28	1480
	Treramme	400	84	44	143	575	0	20	1222
2	Referanse	1102	163	81	259	745	0	46	2315
	Treramme	679	148	81	265	745	0	33	1870
3	Referanse	693	95	45	218	560	0	29	1595
	Treramme	445	86	45	222	560	0	20	1334
4	Referanse	613	92	44	89	557	0	30	1381
	Treramme	375	84	44	93	557	0	21	1130
5	Referanse	410	56	25	90	301	0	17	873
	Treramme	261	50	25	92	301	0	12	716
6	Referanse	917	138	68	171	681	0	41	1949
	Treramme	562	126	68	177	681	0	29	1575
7	Referanse	302	42	18	44	231	0	14	632
	Treramme	190	38	18	46	231	0	10	513
8	Referanse	722	108	52	106	664	0	31	1631
	Treramme	432	98	52	110	664	0	22	1325

9	Referanse	561	77	36	167	453	0	25	1283
	Treramme	363	70	36	171	453	0	18	1074
10	Referanse	519	71	33	134	418	0	23	1166
	Treramme	328	65	33	137	418	0	17	965
11	Referanse	405	58	27	83	331	0	19	897
	Treramme	262	53	27	86	331	0	14	746
12	Referanse	595	81	38	169	481	0	30	1356
	Treramme	386	75	38	175	481	0	21	1137
13	Referanse	1103	161	80	279	934	0	45	2521
	Treramme	683	146	80	284	934	0	32	2079
14	Referanse	435	62	29	93	351	0	23	964
	Treramme	281	57	29	97	351	0	16	802
15	Referanse	236	32	13	36	172	0	11	486
	Treramme	155	29	13	37	172	0	8	400
16	Referanse	488	66	30	120	361	0	19	1055
	Treramme	312	59	30	123	361	0	14	869
17	Referanse	674	96	46	175	503	0	29	1476
	Treramme	426	87	46	179	503	0	21	1215
18	Referanse	933	137	67	223	665	0	41	1998
	Treramme	581	125	67	228	665	0	29	1627
19	Referanse	432	59	27	136	333	0	19	979
	Treramme	289	53	27	139	333	0	14	827
Totalt	Treramme	7410	1532	804	2802	9314	96456	370	117 884
	Referanse	11784	1687	804	2731			518	122 491

Samlede utslipp for byggene inkludert transport i drift er vist i Figur 14.

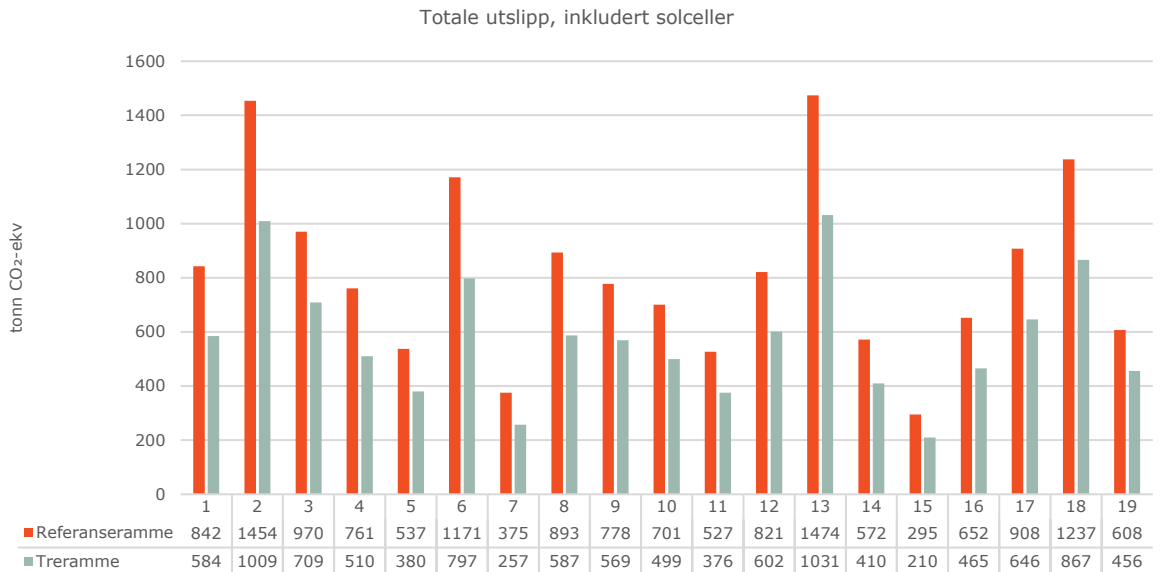


Figur 14 Totale utslipp for alle moduler

3.2 Resultater iht. OBOS' rapporteringskrav

3.2.1 Materialer, OBOS

Figur 15 viser det potensielle klimagassutslippet for materialer fra de ulike byggene i prosjektet for modulene A1-A3, B1-B5 og C1-C4, basert på informasjonen gitt i kapittel 2. I Utslipp knyttet til bygningsdel 21 er ikke inkludert.



Figur 15 Klimagassutslipp for materialer (inkluderer modulene A1-A3, B1-B5, og C1-C4).

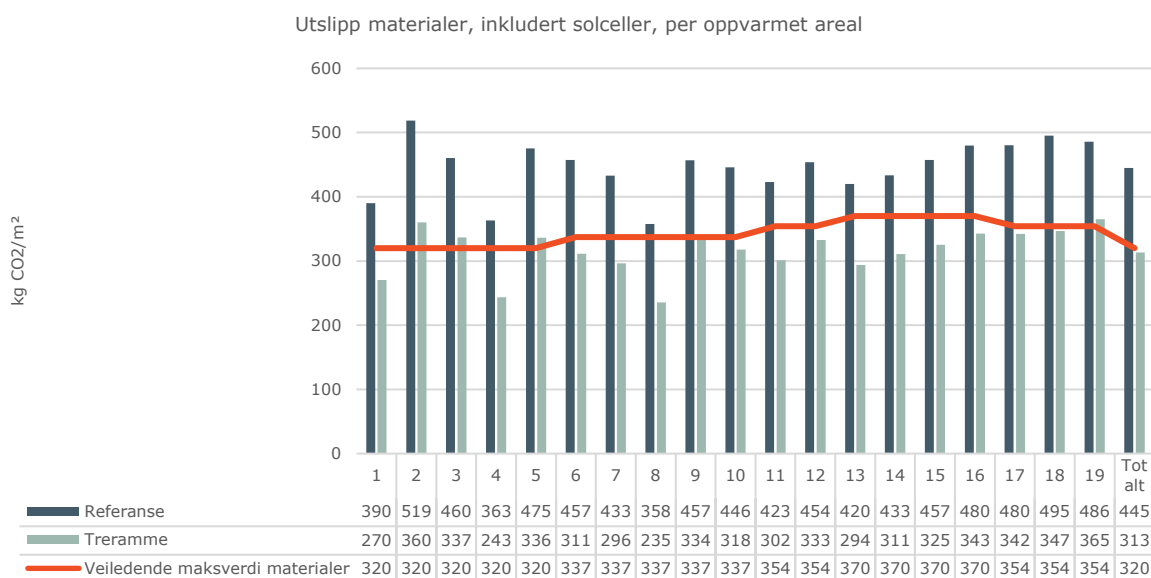
Som vist i Figur 15 er det store forskjeller mellom de ulike byggene. Dette skyldes i hovedsak at byggene har ulike størrelser og etasjer. Det som også kommer frem i Figur 15 er at treramme har vesentlig lavere utslipp enn referanserammen. Figur 16 viser klimagassutslippene i kg CO₂ per m² oppvarmet BRA. Den interne veiledende maksverdi for materialer fra OBOS er også vist. Veiledende verdier for materialer, energi og totalt er utarbeidet fra OBOS og er basert på hvilket år bygget ferdigstilles. Derfor er det ulike verdier for de ulike byggene. En oversikt over OBOS' grenseverdier er vist i Tabell 13.

Tabell 13 OBOS' grenseverdier.

År	Grenseverdi		Energi
	kg CO ₂ -ekv/m ²		
	A1-A5, B1-B5, B6, C1-C4	A1-A5, B1-B5, C1-C4	B6
2022		871	584
2023		762	467
2024		654	351
2025		626	336
2026		599	321
2027		572	307
2028		545	292
2029		517	277
2030		490	263
2031		468	251
2032		447	240
2033		425	228

2034	403	249	216
2035	381	236	204
2036	359	222	193
2037	338	209	181
2038	316	195	169
2039	294	182	158
2040	272	168	146
2041	251	155	134
2042	229	141	123
2043	207	128	111
2044	185	114	99
2045	163	101	88
2046	142	88	76
2047	120	74	64
2048	98	61	53
2049	76	47	41
2050	54	34	29

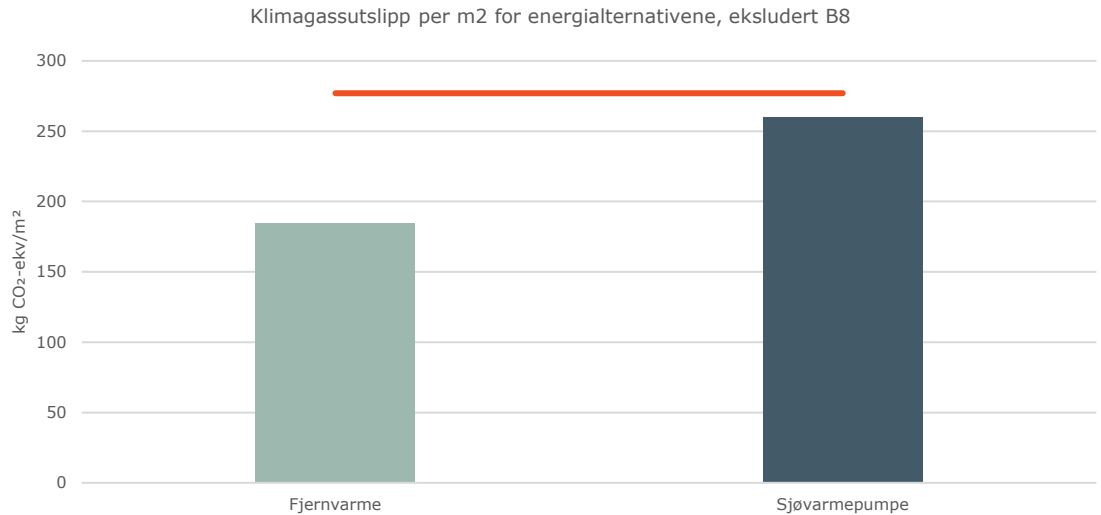
Det er ved valg av treramme, at majoriteten av bygningene per nå er innenfor den veiledende maksverdien for materialer. Noen bygninger er over den veiledende maksverdien, men de fleste ligger under grenseverdien, og gjennomsnittlig utslipp er under den laveste grenseverdien til prosjektet.



Figur 16 Potensielle klimagassutslipp fra materialer per alternativ.

3.2.2 Energi, OBOS

De ulike energialternativene er beskrevet i kapittel 2.2.3. For energibruk i drift (B6) er det vurdert to alternativer for elektrisitetsforsyning, fjernvarme eller sjøvarmepumpe. Begge alternativene inkluderer produksjon av energi fra solceller. Figur 17 viser utslippene knyttet til energi i drift for de to alternativene.



Figur 17 Klimagassutslipp per m² oppvarmet areal for de ulike energialternativene. Den røde streken viser den mest konservative veiledende maksverdien for energi i løpet av prosjektets byggetid.

Her er solcelleproduksjonen fordelt jevnt over oppvarmet areal for hele prosjektet. I det første alternativet er varmebehovet dekket av fjernvarme, og i det andre alternativet er det dekket av sjøvarmepumpe. Med energi produsert fra solceller, fordelt på oppvarmet areal, blir utslippene for de to alternativene som vist i Figur 17. Den røde streken viser den mest konservative veiledende maksverdien for energi i løpet av prosjektets byggetid.

Fordeling av energiforsyning per alternativ er vist i Tabell 14 under.

Tabell 14 Fordeling energiforsyning

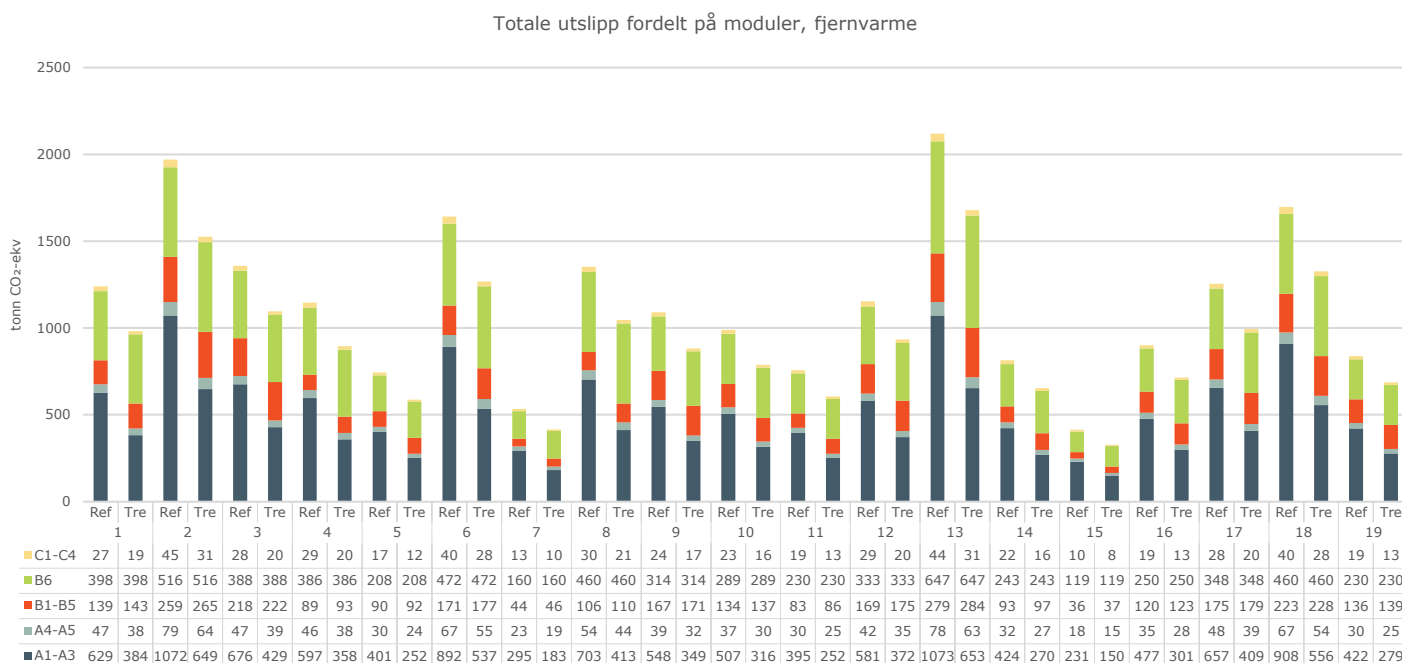
	Alternativ 1 Fjernvarme	Alternativ 2 Sjøvarmepumpe
Elektrisitet	34 %	52%
Fjernvarme	55 %	
Sjøvarmepumpe		29%
Solceller	12%	18%

3.2.3 Totale utslipp, OBOS

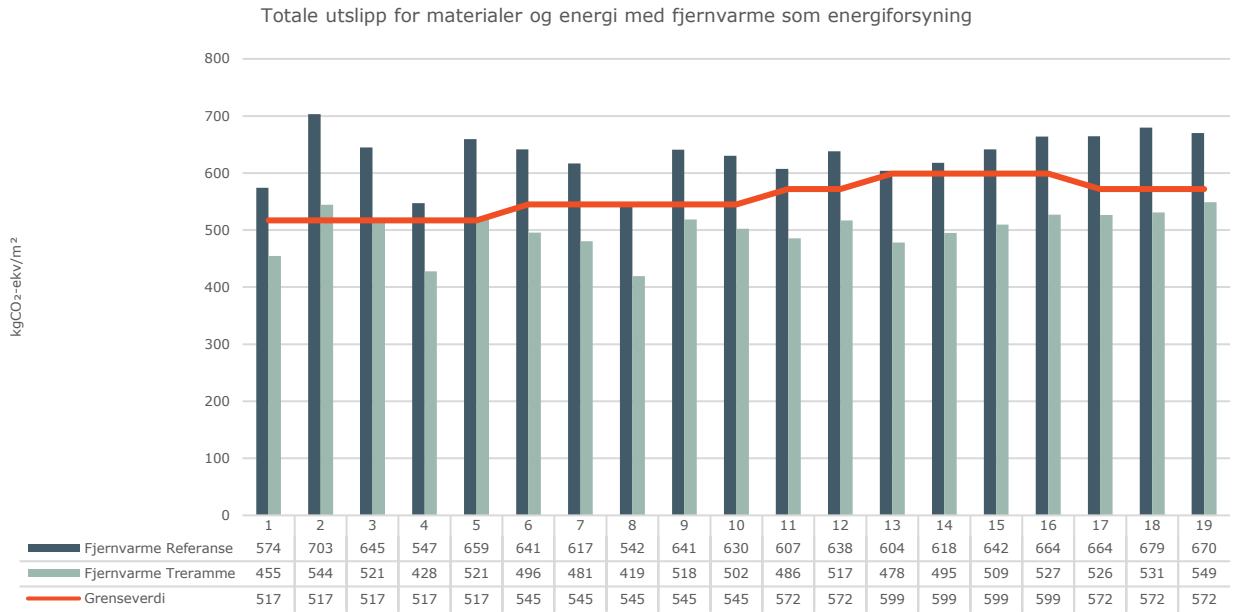
Tabell 15 viser klimagassutslipp per ramme og energialternativ. I Figur 18 og Figur 19 er klimagassutslippene for de ulike rammealternativene vist sammen med energialternativ for fjernvarme fordelt på moduler og deretter fordelt på oppvarmet areal. Dette er totale utslipp fra alle livsløpsmoduler minus utslipp fra bygningsdel 21, fordelt på oppvarmet BRA. I rødt er grenseverdien ved byggets forventede ferdigstillelse vist. Det samme er vist i Figur 20 og Figur 21 for energialternativet sjøvarmepumpe.

Tabell 15 Oversikt over klimagassutslipp per ramme og energialternativ for OBOS

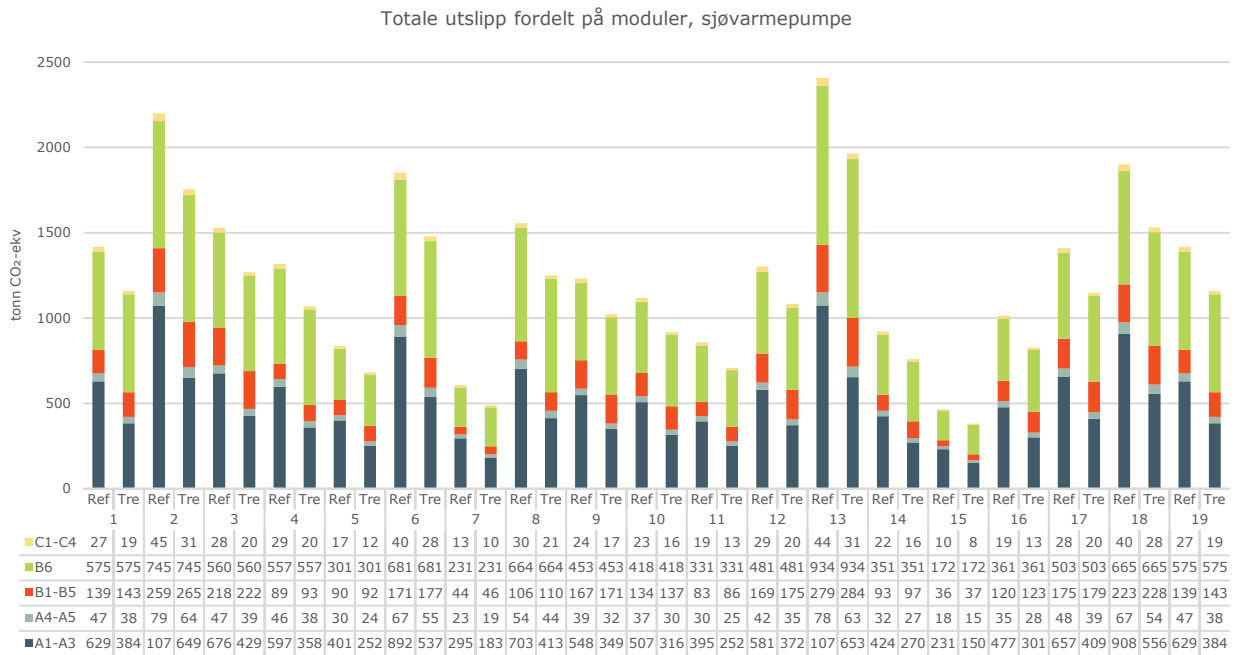
Rammetype	Energialternativ 1		Energialternativ 2	
	Ekskludert B8	Inkludert B8	Ekskludert B8	Inkludert B8
Referanse	22 865	119 321	26 207	122 491
Tre	18 258	114 715	21 493	117 949



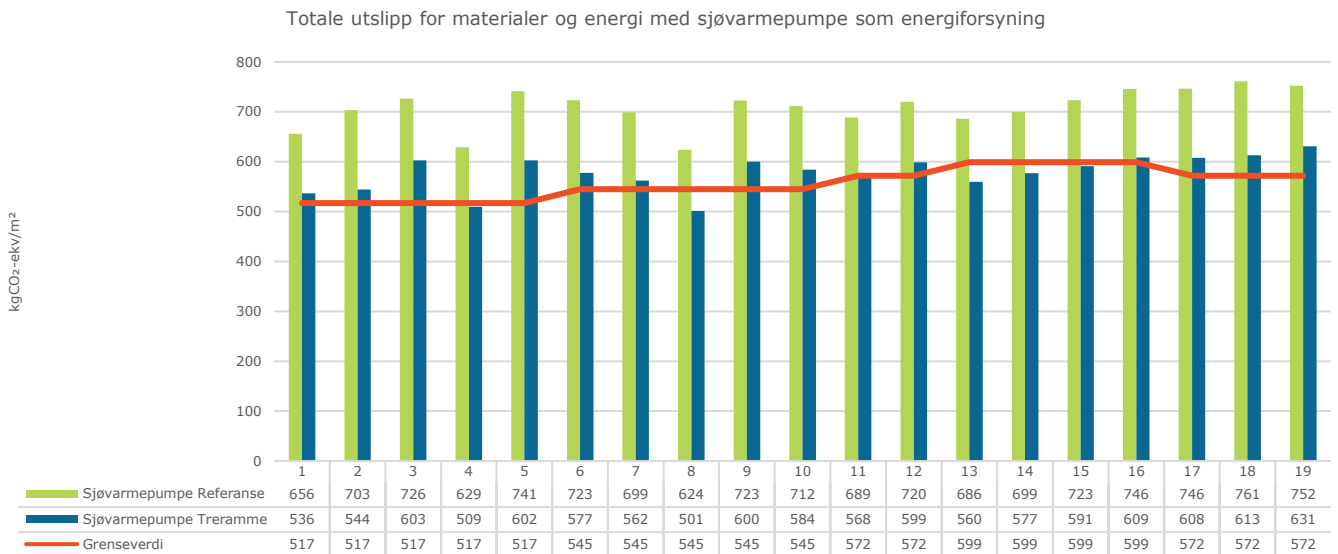
Figur 18 Totale utslipp fordelt på moduler, fjernvarme



Figur 19 Totale utslipp for materialer og energi med fjernvarme som energiforsyning. Utslippene er vist per m².



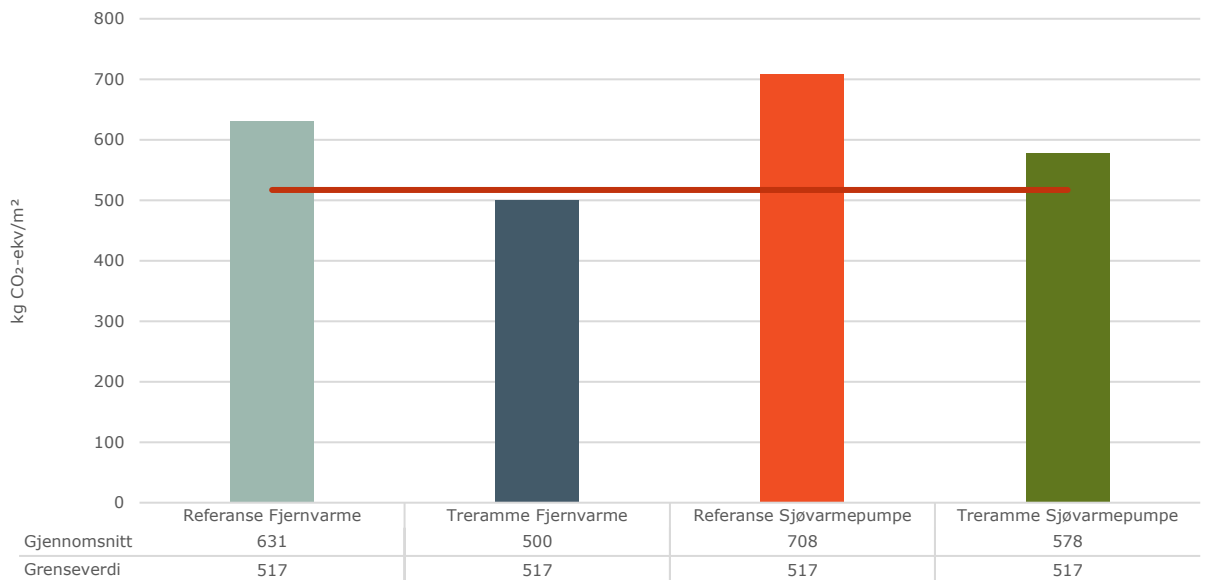
Figur 20 Totale utslipp fordelt på moduler, sjøvarmepumpe



Figur 21 Totale utslipp for materialer og energi med sjøvarmepumpe som energiforsyning. Utslippene er vist per m².

Ved valg av fjernvarme som varmekilde er målene for klimagassutslipp per m² oppnådd dersom en velger en trerammeløsning. For sjøvarmepumpe er det noen av bygningene som ikke kommer innenfor målene med de beregningene som er gjort i denne fasen.

De gjennomsnittlige utslippene for alle byggene i prosjektet, ekskludert B8 for de to energialternativene er vist i henholdsvis Figur 22.



Figur 22 Gjennomsnittlige utslipp for hele prosjektet, den røde streken viser den mest konservative grenseverdien i prosjektperioden.

4 Konklusjon og videre arbeid

Som vist i disse tidligfaseberegningene er byggene under grenseverdiene satt av OBOS for denne bygningstypen ved valg av treramme og fjernvarme som varmekilde.

Utslippsfaktoren for fjernvarme er lavere sammenlignet med faktoren for elektrisitet. Derfor blir utslippene fra fjernvarme lavere selv om den totale energibruken er høyere for fjernvarme enn sjøvarmepumpe. Det er også viktig å redusere energiforbruket for å redusere klimagassutslipp, derfor bør både totalt energiforbruk og utslipp knyttet til disse vurderes sammen.

Materialer i tre har lavere klimagassutslipp per enhet enn betong og stål, og bør derfor prioriteres der dette er gjennomførbart. Det er likevel viktig å se på både materialtype og mengder. Ved valg av tre kan det være behov for mer materialer for å opprettholde den standard bygningen skal ha. Derfor er det viktig å ta klimagassberegninger med i prosessen når mengder fastsettes for de ulike bygningsdelene for å sikre at klimagassutslippene reduseres og ikke overstiger grenseverdiene satt av OBOS.

Som vist i resultatene er det produksjon av materialer og energibruk i drift som bidrar til de største utslippene og det er på disse områdene en bør fokusere for å få best utbytte av klimagassreducerende tiltak i den videre prosjekteringsfasen.

5 Referanser

COWI. (2023). *NOT-RIEn-001 OBOS Kristiansholm*.

One Click LCA Ltd. (2023). One Click LCA.

Plan og bygningsetaten, Klimaetaten. (2020). *Veileder Klimagassberegninger*.
Bergen Kommune.

Standard Norge. (2018). *NS 3720:2018 Metode for klimagassberegninger for bygninger*. Standard Norge,.

Standard Norge. (2021). *NS 3031:2021 Bygningers energiytelse — Beregning av energibehov og energiforsyning*. Standard Norge.

TØI. (2016). *Rapport 1518/2016: Kjøretøyparkens utvikling og klimagassutslipp Framskrivinger med modellen BIG*.