

FYRSTIKKBAKKEN 14

KLIMAGASSBEREGNING



Fase	Utarbeidet	Rev1	Rev2	Rev3
Forprosjekt «Prosjektet bygg»	LINK Arkitektur	19.06.2020	24.09.2020	
Ferdigstillelse «Som bygget»	LINK Arkitektur	23.04.2024	06.11.2024	
Etter 2 års drift «I drift»				

LINK ARKITEKTUR

Rapport utarbeidet av:

LINK ARKITEKTUR

Innholdsfortegnelse

1. INNLEDNING	3
2. PROSJEKTBSKRIVELSE.....	4
2.1. BEREGNINGSPROGRAM FOR KLIMAGASSBEREGNINGER.....	4
3. HOVEDRESULTATER OG SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVER.....	5
4. ENERGIBRUK	8
4.1. PROSJEKTFASER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	8
4.1.1. Referansebygg	8
4.1.2. Prosjektert bygg.....	8
4.1.3. Som bygget.....	9
4.2. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA STASJONÆR ENERGIBRUK	9
5. MATERIALER.....	11
5.1. BEREGNINGSALTERNATIVER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	11
5.1.1. Referansebygg	11
5.1.2. Prosjektert bygg.....	12
5.1.3. Som bygget.....	13
5.2. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA MATERIALBRUK.....	15
6. TRANSPORT	18
6.1. BEREGNINGSALTERNATIVER – FORUTSETNINGER OG DELRESULTATER	18
6.1.1. Referansebygg	18
6.1.2. Prosjektert bygg.....	18
6.1.3. Som bygget.....	19
6.2. SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVENE – KLIMAGASSUTSLIPP FRA TRANSPORT.....	19
VEDLEGG	21
VEDLEGG 1 – ENERGIBRUK UNDERLAG	21
VEDLEGG 2 – MATERIALER UNDERLAG	21

1. INNLEDNING

FutureBuilts prosjekter dokumenteres på FutureBuilts nettside. Her får man en samlerapport som redegjør for prosjektets miljøtiltak og resultater. Denne klimagassrapporten er et vedlegg til øvrig dokumentasjon på nettsiden og går i mer detalj om forutsetninger, datagrunnlag, tiltaksvurderinger, valg av tiltak, mv. som ligger til grunn for klimagassberegningene og oppnådde klimagassreduksjoner.

Klimagassrapporten har to formål:

1. Dokumentasjon av beregninger og beregningsresultater - klimagassreduksjonene
2. Formidle kunnskap til andre prosjekter om hvilke analyser/vurderinger som er utført og hvilke tiltak som er gjennomført for å få ned klimagassutslippene til prosjektet, hvilke tiltak som ikke lot seg gjennomføre eller er valgt å ikke gjennomføre.

Fyrstikkbakken 14 er et FutureBuilt-prosjekt og foreliggende rapport er dokumentasjon av klimagassberegninger, oppnådde klimagassreduksjoner og foreslåtte og gjennomførte tiltak. Rapporten utarbeides og revideres tre ganger gjennom planlegging/prosjektering, etter bygging og etter 2 års drift.

I versjon 1 av rapporten presenteres:

- et **referansebygg** av samme byggkategori og størrelse, bygget etter minimumskrav i Forskrift om tekniske krav til byggverk, materialvalg uten spesiell tanke på miljø og med gjennomsnittlig lokalisering uten transporttiltak.
- den **prosjekterte bygningen**, med beregnet energibruk (netto iht. NS 3031), planlagt energiforsyning, planlagt materialbruk og faktisk beliggenhet med gjennomsnittlige reisevaner for denne beliggenheten.

Versjon 2 av rapporten suppleres med beregningen for:

- **bygningen «Som bygget»**, fortsatt med beregnet energibruk (netto iht. NS 3031), men med faktiske utslippsdata for valgte bygningsprodukter (fra EPD'er) og med transportutslipp iht. mobilitetsplan for prosjektet.

Versjon 3 av rapporten suppleres ytterligere med beregningen for:

- **bygningen etter 2 års drift «I drift»**, med målt energi fordelt på ulike energiposter og med transportutslipp iht. gjennomført reisevaneundersøkelse for brukerne i bygget.

- **Versjon 1**, datert 19.06.2020, inneholder resultatene av klimagassberegninger for «prosjektert bygg».
- **Versjon 1**, revisjon 2, datert 24.09.2020, inneholder oppdaterte resultater etter kontroll fra Futurebuilt.
- **Versjon 2**, datert 23.04.2024 inneholder resultatene av klimagassberegninger for «som bygget». Utarbeidet av Karoline B. Lauvrak og godkjent av Arne Førland Larsen.
- **Versjon 2**, datert 06.11.2024 inneholder resultatene av klimagassberegninger for «som bygget». Utarbeidet av Karoline B. Lauvrak og godkjent av Arne Førland Larsen.

2. PROSJEKTBEKRIVELSE

Prosjektnavn:	Fyrstikkbakken 14
Utbygger:	Birk & Co
Oppstartsår for bygging:	2020
Forventet første år i drift:	2024

Fyrstikkbakken 14 vil bestå av 4 boligblokker, med totalt 162 leiligheter. Leilighetene er av ulike størrelser, og det vil tilbys innovative bokonsepter som «skilsmisseleiligheter» og venne-kollektiv. Det legges opp til deleløsninger som bil-pool, sykkel-pool og sosiale rom. Prosjektet har målsetning å være nesten nullenergibyg.

Beliggenhet og karakteristika

Postnummer:	0667 Oslo
Høyde over havet:	95 m
Årsgjennomsnittstemperatur:	6,3 °C
Dimensjonerende sommertemperatur:	21,5 °C

Prosjektet ligger helt nord i bydel Østensjø i Oslo, like ved Bryn, ca. 5 km øst for Oslo S. Det er en meget god beliggenhet for kollektivtransport, med 400 m til nærmeste T-bane og buss, og 400 m til lokaltog. Det er god tilknytning til sykkelveier inn mot Oslo sentrum.

Arealer og bygningsinformasjon

De fire boligblokkene er alle kategorisert som **Boligblokk**. To av blokkene har 9 etasjer, en har 10 etasjer og en har 8 etasjer. Det er en felles kjeller under alle blokkene med parkering og boder. Oppvarmet BRA inkluderer alt BRA i etasjene over bakken, og trapperommene i kjeller.

BTA:	18 202 m ²
BRA:	12 699 m ²
Oppvarmet BRA:	12 380 m ²
Planlagt antall beboere:	324 personer (snitt på 2 per leilighet)
Planlagt antall besøkende:	-

Formål og omfang for beregning

Klimagassberegningen omfatter utslipp fra materialbruk, stasjonær energibruk og transport i drift. Prosjektet har målsetning å være nesten nullenergibyg, det vil si at utslippene er redusert med 50 %. Beregningen sjekker hvordan prosjektet ligger an til å nå dette målet.

2.1. Beregningsprogram for klimagassberegninger

Klimagassberegningen er utført i One-Click LCA.

3. HOVEDRESULTATER OG SAMMENLIGNING AV ALTERNATIVER

Utslipp forbundet med produksjon og utskifting av materialer (A1-A3, B4-B5), energi og transport i drift for Fyrstikkbakken 14, som bygget er beregnet ca. 212 tonn CO₂/ år eller 12,5 kg CO₂/år/m² BTA.

Sammenliknet med referansebygget definert i denne rapporten tilsvarer dette en reduksjon på nesten 57 % som er innenfor Futurebuilt 1.0 målet på 50 % reduksjon. Tabellen under oppsummerer resultater fra klimagassbergingen for prosjektet som bygget og figuren viser utslippene fordelt i de ulike prosjektfasene.

Tabell 3-1 resultater fra klimagassbergingen for prosjektet som bygget

Klimagassutslipp fra Fyrstikkbakken 14, Som bygget 2024 oppsumert	Klimagassutslipp fra Transport	Klimagassutslipp fra Materialbruk (A1-A3, B4-B5)	Klimagassutslipp fra Energi	Klimagassutslipp fra Totalt
tonn CO ₂ e over 60 år	5634	3551	3540	12726
tonn CO ₂ / år	93,9	59,2	59,0	212
kg CO ₂ /år/m ² BTA	5,5	3,5	3,5	12,5
kg CO ₂ / år	93908	59190	58998	212095
kg CO ₂ / år / person	290	183	182	655

Tabellen og figuren under oppsummerer resultater fra klimagassbergingen for både referansebygg, prosjektert bygg og prosjektet som bygget.¹

Tabell 3-2 Klimagassutslipp pr. år/ m² BTA, pr. år og pr. år/person for prosjektfasene

kg CO ₂ /år/m ² BTA	Sum utslipp fra transport	Sum utslipp fra materialbruk	Sum utslipp fra stasjonær energibruk	Total
Referansebygg	16,3	3,6	8,9	28,8
Prosjektert	5,8	2,4	3,2	11,4
Som bygget	5,5	3,5	3,5	12,5
I drift	-	-	-	-
Reduksjon prosjektert	10,5	1,2	5,7	60,3 %
Reduksjon som bygget	8,6	0,2	5,8	56,7 %
Reduksjon som bygget	-	-	-	-

kg CO ₂ /år	Sum utslipp fra transport	Sum utslipp fra materialbruk	Sum utslipp fra stasjonær energibruk	Total
Referansebygg	277 334	60 978	152 032	490 344
Prosjektert	98947	40776	54924	194648
Som bygget	96458	59190	58998	214645
I drift	-	-	-	-

¹ Siden versjon 1 av klimagassbergingen for prosjektert bygg, er det gjort endringer i prosjekteringen. Disse ble innarbeidet i klimagassbudsjettet og konsekvens av endringene ble kommunisert underveis i prosjekteringsfasen. Kun versjon 1 av klimagassbergingen for prosjektert bygg er gjengitt i denne rapporten.

kg CO2/år/person	Sum utslipp fra transport	Sum utslipp fra materialbruk	Sum utslipp fra stasjonær energibruk	Total
Referansebygg	856	188	469	1513
Prosjekttert	305	126	170	601
Som bygget	298	183	182	662
I drift	-	-	-	-

Oppsummert viser beregning av klimagassutslipp fra prosjektet i som bygget fase følgende konklusjoner:

Klimagassutslipp fra energibruk i drift fra prosjektet som bygget er redusert med 60 % sammenliknet med referansen. Alt varmebehov dekkes av fjernvarme og hovedårsaken til nedgang i klimagassutslipp er reduksjonen forbundet med oppvarming som er redusert med 90 % sammenliknet med referansen. Utslipp fra el-bruk er redusert med 9 % sammenliknet med referansen, hvorav 12 % av elforbruket dekkes av solceller på tak.

Prosjektet har vært å nå lavest mulig energibruk som så langt det er mulig er på nivå med krav til energibruk i NS 3700, men det var ikke krav til samsvar med passivhus krav i NS 3700. Prosjektet er også registrert som Futurebuilt-prosjekt og det ble antatt poeng innen Breeam Nor 2016-emnet Ene 01. Siden versjon 1 av energirapporten og siden klimagassberging for energi prosjekttert bygg, er det gjort endringer i prosjekteringen. Disse ble innarbeidet i energimodellen og klimagassbudsjettet for energi og det ble kommunisert underveis i prosjekteringsfasen at konsekvens av endringene betyr at samtlige energimål ikke nås. Viktigste endringer som ble innarbeidet i energimodellen underveis i prosjekteringen var som følger:

- Endret vindusarealer (desember 2021)
- Redusert antall solcellepaneler (mars 2022) fra ca. 570 m2 til 238 m2
- Økt snitt U-verdier for vindu/ dører fra 0,75 W/m2K alle bygg til 0,75 W/m2K bygg B, C og D og 0,88 W/m2K bygg A (mai 2022)
- Økt kuldebroverdi fra 0,03 til 0,05
- Økt lekkasjetall fra 0,4 oms/h til 0,5 oms/h (november 2023)

Klimagassutslipp fra transportbruk i drift fra prosjektet som bygget er redusert med 65 % sammenliknet med referansen. Utslippene til privatbil er redusert med 73 % på grunn av den sentrale plasseringen, redusert antall parkeringsplasser og elbil/elsykkel-pool sammenliknet med referanseberging for transport. Tilsvarende har utslippene til kollektivtransport gått opp med 36 % og utslipp fra varetransport er redusert med 50 %. Varetransporten reduseres fordi det antas at færre beboere bruker hjemlevering av service/ dagligvarer ol. på grunn av nærhet til et stort utvalg service/ og dagligvaretilbud og siden prosjektet har deleiligheter som det antas reduserer varetransport per boenhet.

Prosjektet har fra prosjekttert til som bygget har blitt ivaretatt og forbedret fra 40 til 36 p-plasser som tilsvarer under 3 P-plasser per 1000 m². I tillegg er det en elbil-pool og en elsykkel-pool. Det antas at 10 % av bilturene vil erstattes av elsykkel-poolen, og 10 % foretas med elbiler fra elbil-poolen.

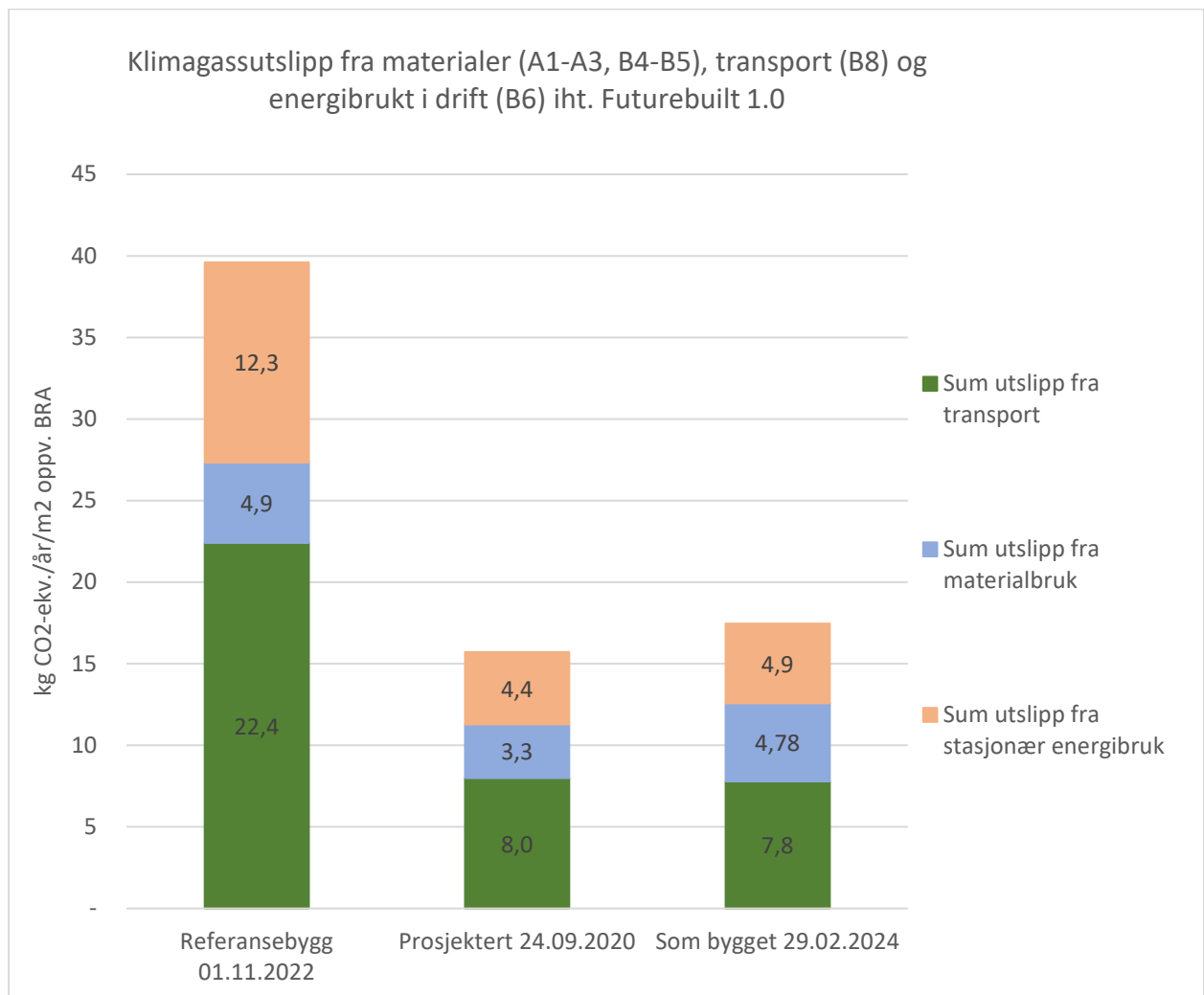
Klimagassutslipp fra materialbruk (A1-A3 + B4-B5) fra prosjektet som bygget er redusert med 3 % sammenliknet med referansen. Hvis man teller med lagring av biogent karbon i produksjonen av treprodukter blir materialutslippene i prosjekttert tilnærmet null sammenliknet med referansebygget. Gulv på grunn, dekker og himlinger bidrar til de største utslippene fra prosjektet. Fasadene, herunder yttervegger, vinduer og balkongdører står for nest største utslippspost.

I løpet av prosjekteringen ble det jobbet med flere mål for å redusere klimagassutslipp fra materialbruk. For det prosjekterte bygget ble det blant annet lagt til grunn dekker, balkonger og bærende konstruksjoner i massivtre og utvendig kledning med trepaneler. I løpet av prosjekteringen ble det gjort endringer i noen av disse innledende valgene, de viktigste oppsummerte endringene er:

- Limtresøyler ble erstattet av stålsøyler- og bjelker
- Massivtredekke i første etasje ble erstattet av betongdekke, 300 mm.
- Yttervegg f.o.m plan 02 ble endret fra massivtrevegg til bindingsverk m/350mm isolasjon.
- Økning i glassareal og ytterdører
- Trapp ble endret fra betong til massivtre
- Balkonger ble endret fra massivtre til hulldekker

Kompenserende tiltak for økte utslipp fra materialbruk som ble tatt ilt. prosjektutviklingen var blant annet

- Betong med lavkarbonklasse B
- Reduksjon av solcellepaneler fra 510 m2 til 238m2 og valg av paneltype med utslippsfaktor på 77 kg CO2e/m2 panel



Figur 3-1 : Fordeling av beregnede klimagassutslipp [kg CO2e/m²/år] for Fyrstikkbakken 14

4. ENERGIBRUK

4.1. Prosjektfaser – forutsetninger og delresultater

4.1.1. Referansebygg

Klimagassutslipp fra energibruk i drift for referansebygget er basert på boligblokk som har et netto energibehov iht. minimumskrav i Forskrift om tekniske krav til byggverk med følgende forutsetninger:

- Spesifikt netto energibehov 95 [kWh/m² *år] tilsvarende rammekravet i teknisk forskrift
- 60 % av varmebehovet dekkes av elkjel (systemvirkningsgrad 0,86) og 40 % av varmebehovet dekkes av panelovn (systemvirkningsgrad 0,92).
- Dersom kjølebehov: Kjølebehovet dekkes av lokale kjølemaskiner med en systemvirkningsgrad på 2,45.
- Elspesifikk energi er lik for referansebygg og prosjektert bygg, 35.1 kWh/m²år.
- Det er ikke kjølebehov, dermed går den resterende energien (av totalt 95 kWh/m²år) til oppvarming.

Tabell 4.1: Oversikt over energibehov (ulike formål), energiforsyning og tilhørende klimagassutslipp for referansebygg

Referansebygg	Netto energibehov [kWh/m ² *år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² *år]
Elspesifikk energi	35,1	100 % el	4,54
Varme	59,9	60 % elkjel 40 % panelovn	7,74
Kjøling	Ingen kjøling	-	-
Sum	95	-	12,28

4.1.2. Prosjektert bygg

Klimagassutslipp fra energibruk i drift for det prosjekterte bygget er basert på beregnet levert energi beregnet ved hjelp av beregningsprogrammet Simien 6.011.

Det prosjekterte bygget ble planlagt oppført som nesten nullenergi, nZEB. FutureBuilt definerer nZEB for boligblokk som at levert energi er maksimalt 40 kWh/m²år. Videre var det et prosjektmål å nå lavest mulig energibruk som så langt det er mulig er på nivå med krav til energibruk i NS 3700.

Videre ble følgende mål for reduksjon av energibruk i prosjektet definert:

- Det viktigste tiltaket for å redusere energibruk er å senke varmetapstallet til bygningskroppen og redusere energibruk til oppvarming.
- Det var fokus i prosjektet på å redusere kuldebroer og ha høy tetthet for å redusere varmelekasjer.
- Det skulle ikke være lokal kjøling, naturlig ventilering gjennom vinduer skal holde innnetemperaturene nede.
- For å redusere levert energi til dirkte el ble det prosjektert solcellepaneler på tak. Solcellene skulle ikke dekke hele taket, da det også ble prioritert plass til takterrasser for beboerne.

Tabell 4.2: Oversikt over energibehov, energiforsyning og tilhørende klimagassutslipp for prosjektert bygg.

Prosjektert bygg	Netto energibehov [kWh/m ² *år]	Energiforsyning [% av posten]	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² *år]
Elspesifikk energi	35,1	84 % el 16 % solceller	3,82
Varme	44,8	100 % fjernvarme	0,62

Eksportert solstrøm	-0,1		-0,001
Sum	79,8	-	4,4

4.1.3. Som bygget

Klimagassutslipp fra energibruk i drift og energibudsjett for prosjektet som bygget er basert på beregnet levert energi som gjengitt i vedlegg til energirapport med dokumentnr: **FsbB-En_Rapport Energikrav**.

Viktigste inndata for energi gjengitt er som følger:

- Boligene varmes opp med fjernvarme distribuert gjennom gulvvarmesystem.
- Det er installert leilighetsbaserte ventilasjonsaggregater og baderom er prefabrikkert.
- Solceller – Det er montert totalt 238 m2 solcellpaneler på taket fordelt likt mellom hver blokk.

Prosjekt målet har vært å nå lavest mulig energibruk som så langt det er mulig er på nivå med krav til energibruk i NS 3700, men det var ikke krav til samsvar med passivhus krav i NS 3700. Prosjektet er også registrert som Futurebuilt-prosjekt og det ble antatt poeng innen Breeam Nor 2016-emnet Ene 01. Siden versjon 1 av energirapporten og siden klimagassbergingen for energi prosjektert bygg, er det gjort endringer i prosjekteringen. Disse ble innarbeidet i energimodellen og klimagassbudsjettet for energi og det ble kommunisert underveis i prosjekteringsfasen at konsekvens av endringene betyr at samtlige energimål ikke nås. Viktigste endringer som ble innarbeidet i energimodellen underveis i prosjekteringen var som følger:

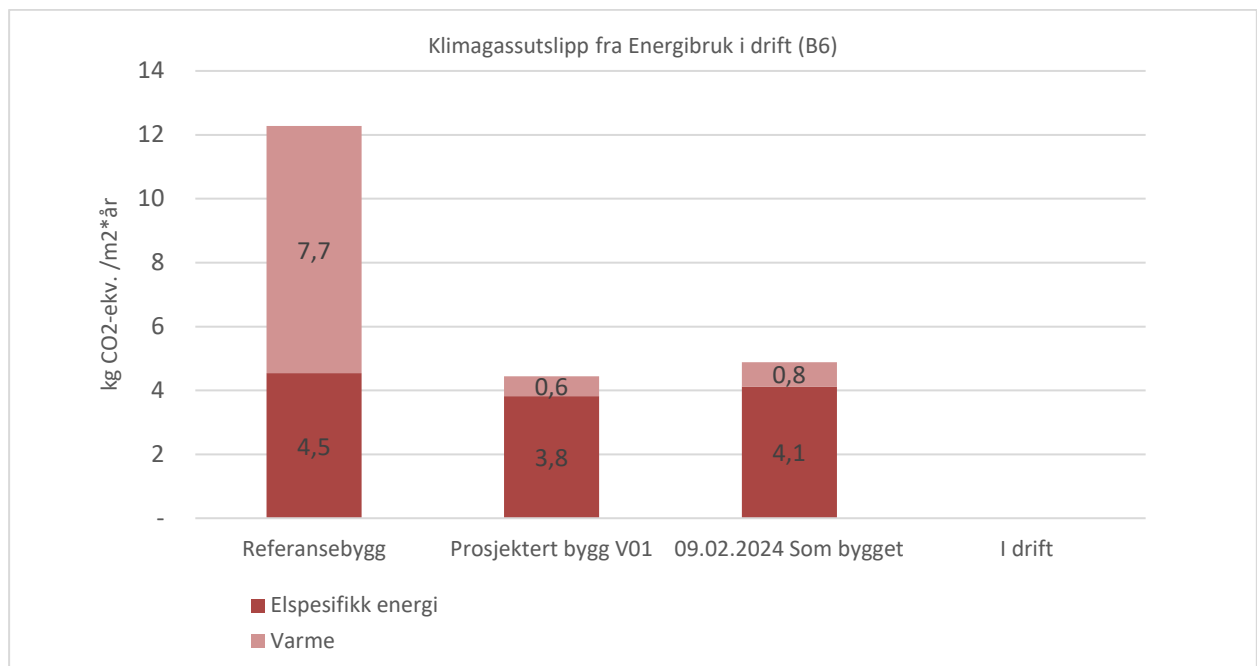
- Endret vindusarealer (desember 2021)
- Redusert antall solcellepaneler (mars 2022) fra ca. 570 m2 til 238 m2
- Økt snitt U-verdier for vindu/ dører fra 0,75 W/m2K alle bygg til 0,75 W/m2K bygg B, C og D og 0,88 W/m2K bygg A (mai 2022)
- Økt kuldebroverdi fra 0,03 til 0,05
- Økt lekkasjetall fra 0,4 oms/h til 0,5 oms/h (november 2023)

Tabell 4-3 Beregnet levert energi og klimagassutslipp for prosjektet i som bygget fase

	levert energi	netto levert energi	Energiforsyning [% av posten]	Utslippsfaktor	Beregnet klimagassutslipp [kg CO ₂ e/m ² /år]
elspesifikt	422 585	34,2	-	-	-
el fra sol til eget bruk	-37 953	-3,1	-	-	-
<u>netto elspesifikt</u>	<u>384 632</u>	<u>31,1</u>	88 % el 12 % solceller	0.13 kg CO ₂ e / kWh	4,10
<u>fjernvarme</u>	<u>670 806</u>	<u>54,3</u>	100 % fjernvarme	0.0138 kg CO ₂ e / kWh	0,80
el fra sol til eksport	-23	0,0	-	-	-
Sum	-	-	-	-	4,90

4.2. Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra stasjonær energibruk

Klimagassutslipp fra energibruk i drift fra prosjektet som bygget er redusert med 60 % sammenliknet med referansen. Alt varmebehov dekkes av fjernvarme og hovedårsaken til nedgang i klimagassutslipp er reduksjonen forbundet med oppvarming som er redusert med 90 % sammenliknet med referansen. Utslipp fra el-bruk er redusert med 9 % sammenliknet med referansen, hvorav 12 % av elforbruket dekkes av solceller på tak.



Figur 4.1: Beregnede klimagassutslipp for energi, fordelt på formål; varme, kjøling og elspesifikt.

Tabell 4-4: Fordeling av klimagassutslipp pr. energikategori for ulike prosjektfaser:

	Referanse- bygg	Prosjektert bygg		Som bygget		I drift	
	kg CO ₂ e/år	kg CO ₂ e/år	% red saml. med ref	kg CO ₂ e/år	% red saml. med ref	kg CO ₂ e/år	% red saml. med ref
Elspesifikk energi	56 189	47 283	16	49 736	9 %		
Eksportert strøm	-	-16,5	-	-	-		
Varme	95 843	7 658	92	9 262	90 %		
Total	152 032	54 924	64 %	58 998	60 %		

Tabell 4-5: Fordeling av klimagassutslipp pr. person pr. energikategori for ulike prosjektfaser:

	Referanse- bygg	Prosjektert bygg		Som bygget		I drift	
	kg CO ₂ e/ person /år	kg CO ₂ e/ person /år	% red saml. med ref	kg CO ₂ e/ person /år	% red saml. med ref	kg CO ₂ e/ person /år	% red saml. med ref
Elspesifikk energi	173,4	145,9	16	153,5	9 %		
Eksportert strøm	0	-0,05	-	-	-		
Varme	295,8	23,6	92	28,6	90 %		
Total	469,2	169,5	64	182,1	60 %		

5. MATERIALER

5.1. Beregningsalternativer – forutsetninger og delresultater

5.1.1. Referansebygg

Det er laget et tilpasset referansebygg med samme geometri og mengder som det prosjekterte bygget. Referansebygget tar utgangspunkt i en skoeskemodell (grunnmodell) som genereres automatisk i Carbon designer i OneClick LCA. Arealene er oppdatert etter ARKs beregning 24.02.2022. Etter at grunnmodellen ble opprettet, ble mengdene av alle konstruksjoner i referansebygget (grunn og fundamenter, bæresystemer, yttervegger osv.) endret til å stemme med det prosjekterte bygget datert 03.03.2022. Dermed er referansebygget også fire separate blokker over en parkeringskjeller. Utslippsfaktorene for alle materialer er automatisk generert av Carbon designer a 2022. Følgende opplysninger ble lagt til grunn for grunnmodellen fra Carbon Designer:

- Byggtype: Boligblokk
- Antall etasjer totalt: 10
- Antall oppvarmede etasjer under bakken: 1
- Antall etasjer over bakken: 9
- Oppvarmet bruksareal (BRA): 12348 m²
- Totalt bruttoareal (BTA): 18.035 m²
- Totalt bruttoareal kjeller (BTK): 2.567 m²
- Totalt bebygd areal (BYA): 2500 m²

Tabell 5.1: Beskrivelse av bygningsdeler med tilhørende klimagassutslipp for referansebygg.

Bygningsdel	Oppbygging (hovedelementer)	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² /år]	Klimagassutslipp [% av tot.]
Grunn og fundamenter	Stripefundamenter på sand	0,03	1
Bæresystemer	Søyler og bjelker i stål med 10 % resirkuleringsgrad	0,91	19
Yttervegger	Yttervegger: - 44 % av vegg: Bindingsverksvegg med 250 mm glassull - 12 % av vegg: 200 mm betongvegg med 250 mm glassull - 6 % av vegg: Murte lettklinkerblokker med 250 mm glassull - 37 % av vegg: 3-lags vindu - 0,4 % av vegg: Ståldør Kledning: - 70 % av kledning: Murstein - 30 % av kledning: Malt trekledning Kjellervegger: - Lettklinkerblokker (40%) - Betong sandwich elementer (60%)	0,80	17
Innervegg	Lastbærende innervegger: 150 mm stålarmert betong Ikke-lastbærende innervegger: - 55 % av vegg: Bindingsverksvegg - 20 % av vegg: 150 mm betong - 17 % av vegg: Innvendige dører - 8 % av vegg: Leca blokker	0,86	18
Dekker	Dekker: - 80 % av dekker: Hulldekker 265 mm - 20 % av dekker: Trebjelkelag	1,70	35

	Gulv: - 60 % av gulv: Parkett - 20 % av gulv: Vinyl - 20 % av gulv: Keramiske fliser Himlingsplater i gips Gulv over P-kjeller: Betong		
Yttertak	Betongtaksystem med asfalttekke.	0,26	5
Trapper og balkonger	Balkonger i betong Heis og trappesjakter i betong	0,29	6

Det som bidrar med mest klimagassutslipp til materialer er dekker, med 35 % av utslippene. Etter det er det tre kategorier som står for 17-19 % hver; bæresystemer, yttervegger og innervegger. Alle disse står for mye av massen i prosjektet, og det blir viktig å få ned materialutslippene i dekker, bæresystemer og vegger i det prosjekterte bygget. Det er planlagt å løses ved å bruke massivtre.

5.1.2. Prosjektert bygg

Beregning for klimagassutslipp fra prosjektets materialbruk i prosjekteringsfasen ble utført i OneClick LCA, og det ble stort sett valgt generiske produkter siden leverandører ikke var bestemt enda.

Beregningene for klimagassutslipp til materialer tok utgangspunkt i arkitektens modell datert 10/6-2020 og er blitt revidert underveis i prosjekteringsprosessen. I løpet av prosjekteringen ble det jobbet med flere mål for reduksjon av klimagassutslipp fra materialbruk i prosjektet, og for det prosjekterte bygget ble det blant annet lagt til grunn dekker, balkonger og bærende konstruksjoner i massivtre og utvendig kledning med trepaneler.

Tabell 5.2: Beskrivelse av bygningsdeler med tilhørende klimagassutslipp for prosjektert bygg.

Bygningsdel	Oppbygging	Klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² *år]	Klimagassutslipp [% av tot.]
Grunn og fundamenter	Drenerende asfalt på grunn	0,04	1
Bæresystemer	Noen søyler og bjelker i tre, stål og betong.	0,13	4
Yttervegger	Yttervegger i plan 1: Betong (200-300 mm) med 150 mm glassull. Yttervegger plan 2-10: Massivtre (100-180 mm) med 200 mm glassull Kledning: Malt eller farget trekledning Kjellervegger: Betong sandwich elementer Innvendige gipsplater på deler av ytterveggene.	0,59	18
Innervegg	Lastbærende innervegger: - 100-300 mm stålarmert betong - 160-200 mm massivtre Ikke-lastbærende innervegger: bindingsverksvegger	0,50	15
Dekker	Dekker: Massivtre 160 mm, trinnlydsplater, avrettingsmasse Gulv: - 60 % av gulv: Parkett - 20 % av gulv: Vinyl - 20 % av gulv: Keramiske fliser	1,17	36

	Gulv over P-kjeller: Betong		
Yttertak	Takkonstruksjon: Massivtre 160 mm, 350 mm glassull, membrantekking Terrassebord på takterrasse Solcellepaneler	0,15	5
Trapper og balkonger	Betongtrapper og heissjakter Glassrekkverk og innglassing på balkonger (dekker går under «Dekker»)	0,71	22

5.1.3. Som bygget

For relevante inndata for beregning av klimagassutslipp fra materialer, herunder utskrift fra oneclick inndata og sluttresultater, se vedlegg 2. Sammendrag av viktigste forutsetninger og inndata er oppsummert under:

Prosjektet har arbeidet med flere grep for å redusere utslipp fra materialer i prosjektet, herunder dekker, balkonger og bærende konstruksjoner i massivtre og utvendig kledning med trepaneler. I løpet av prosjekteringen er det blitt gjort endringer i noen av disse innledende valgene. Disse er lagt inn i klimagassbudsjettet for materialer og konsekvenser av endringene er kommunisert til prosjektet. Det er gjennomført totalt 4 revisjoner av beregningen etter første prosjekterte beregning før som bygget beregning. Endringer som har medvirket til lavere utslippsreduksjon i som bygget fase sammenliknet med prosjekteringsfasen er som følger:

- Limtresøyler erstattes av stålsøyler- og bjelker
- Massivtredekke i første etasje erstattes av betongdekke, 300 mm. Mengder trinnlydsplater og avretningsmasse fra betongdekker og massivtredekker er oppdatert iht. detaljunderlag
- Yttervegg f.o.m plan 02 er endret fra massivtrevegg til «vanlig» bindingsverk m/350mm isolasjon. Oppdaterte og noe reduserte mengder for kjellervegger i betong og isolasjon. Oppdaterte og økning i glassareal og ytterdører
- Trapp endres fra betong til massivtre og mengder oppdateres iht. ARKs IFC modell
- Balkonger endres fra massivtre til hulldekker

Endringer som har medvirket til høyere utslippsreduksjon i som bygget fase sammenliknet med prosjekteringsfasen er blant annet solcellepaneler redusert fra 510 m² til 238m² og type panel er endret til produkt tilsvarende utslippsfaktor på 77 kg CO₂e/m² panel og at all betong er lavkarbonklasse B.

Videre er EPD-er for produkter oppdatert iht. prosjektspesifikke produktvalg hentet fra Dalux:

<https://build.dalux.com/client/248214/box/files/3473342>. Der EPD ikke har vært tilgjengelig i One click LCA databasen, er det valgt produkt med lik/ tilnærmet lik utslippsfaktor slik at beregnet utslipp kan sammenliknes med utslipp fra faktisk brukt i produkt i prosjektet.

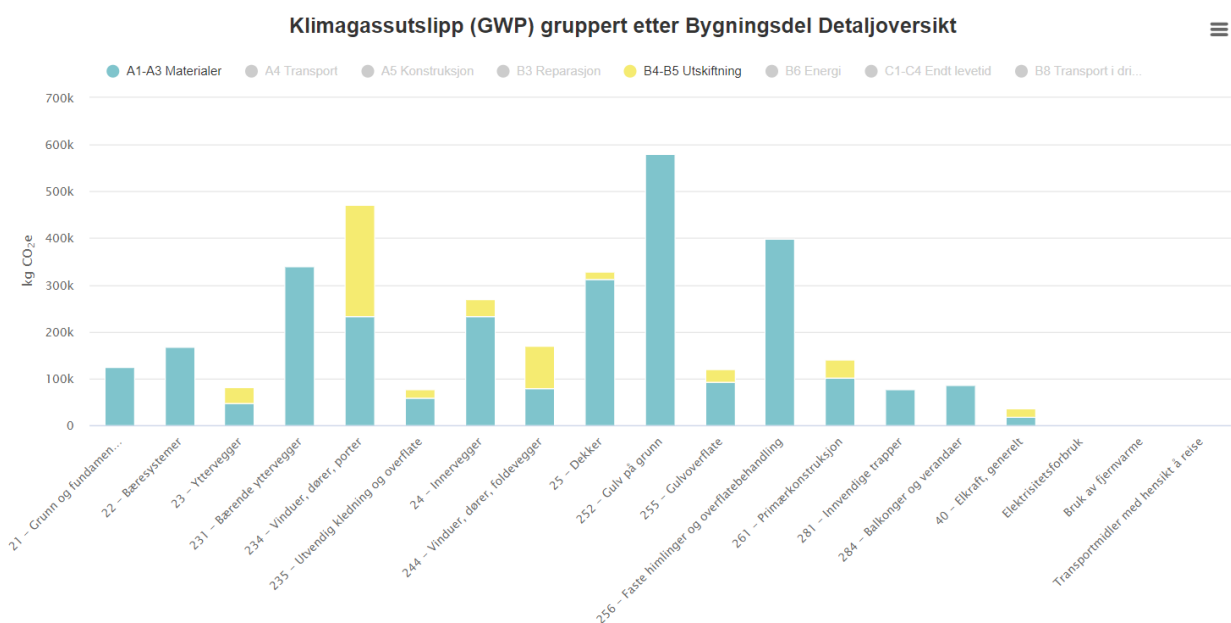
Tabellen under oppsummerer resultater fra klimagassberegningen for materialer for prosjektet som bygget. Figurene under viser utslipp fra produksjon og utskiftingsfase fra prosjektet som bygget fordelt etter bygningsdeler, samt figur som viser de 10 mest medvirkende materialene fra prosjektet.

- Gulv på grunn, dekker og himlinger bidrar til de største utslippene fra prosjektet.
- Fasadene, herunder yttervegger, vinduer og balkongdører står for nest største utslippspost.

Tabell 5.3 Beregnet klimagassutslipp fra materialer A1-A3, B4-B5 for prosjektet i som bygget fase

Klimagassutslipp fra materialer (A1-A3, B4-B5) Som bygget	kg CO ₂ -ekv	kg CO ₂ -ekv/år	kg CO ₂ -ekv/m ² /år	kg CO ₂ -ekv/person/år
Grunn og fundamenter	124181	2070	0,17	6,4
Bæresystemer	168270	2804	0,23	8,7
Yttervegger	970128	16169	1,34	49,9
Innervegg	440689	7345	0,61	22,7

Dekker	1503084	25051	2,07	77,3
Yttertak	182102	3035	0,25	9,4
Trapper og balkonger	162928	2715	0,22	8,4
Sum	3551382	59190	4,90	182,7
Biogent karbon	1492345	24872	2,06	76,8
Total inkl. biogent karbon	2059037	34317	3	106



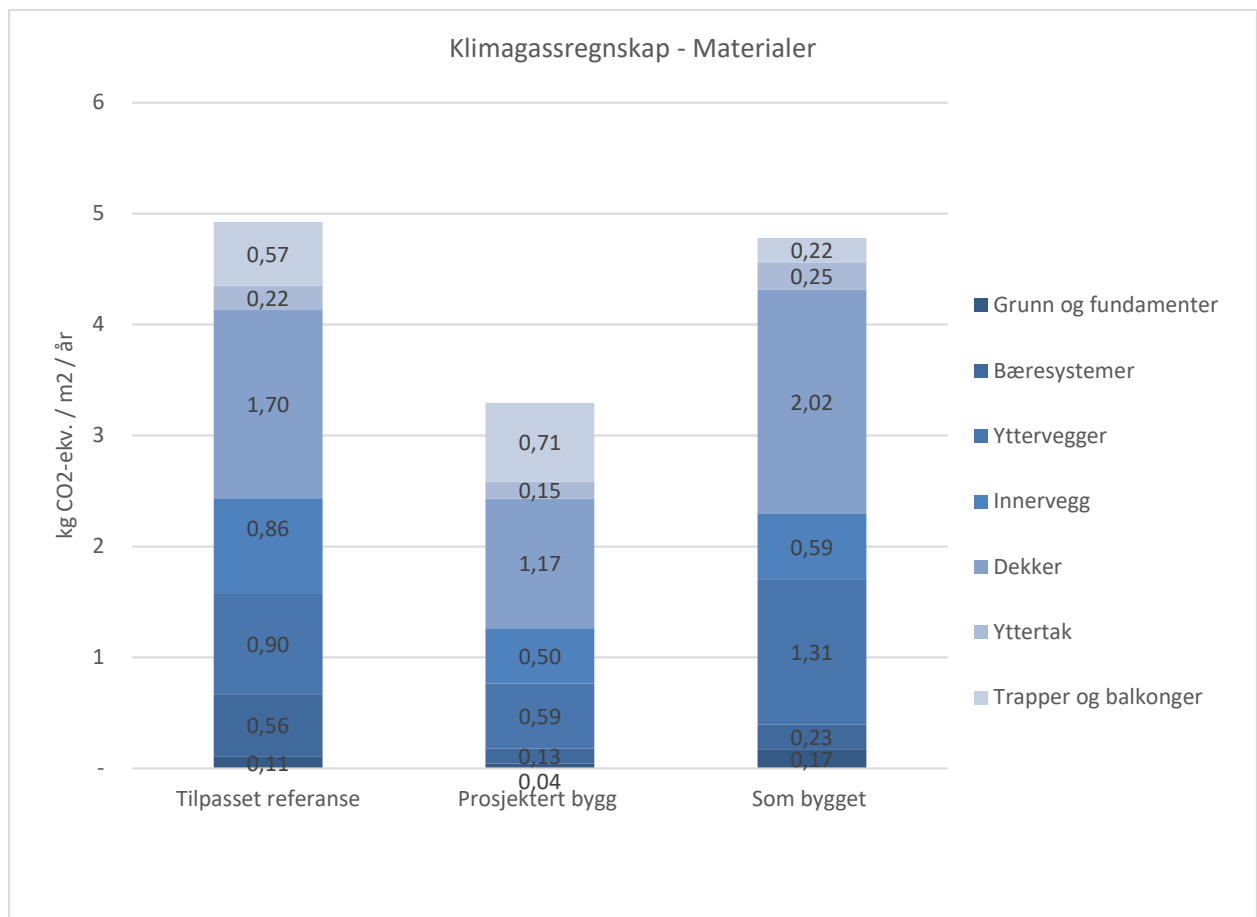
Figur 5-1 utslipp fra produksjon og utskiftingsfase fra prosjektet som bygget fordelt etter bygningsdeler

▼ Mest medvirkende materialer (Klimagassutslipp)			
No.	Ressurs	Påvirkning fra start til slutt (A1-A3)	Vugge til port (A1-A3)
1.	Ferdigbetong B35/M40 UN57AB000 Sjursoya, C35/45 (B35 M40)  ?	642 tonn CO ₂ e	21.8 %
2.	Forsterket stålprofil, CF 70, 1.61kg/m, 7850 kg/m ³  ?	346 tonn CO ₂ e	11.7 %
3.	Forsterkning stål (armering), generisk, 90% recycled content, A615  ?	258 tonn CO ₂ e	8.8 %
4.	Betong, B35 M45/MF45, lavkarbonklasse B  ?	216 tonn CO ₂ e	7.3 %
5.	Ferdigbetong B30/M60 8-UN53AB200 Vestby, C30/37 (B30 M60)  ?	183 tonn CO ₂ e	6.2 %
6.	NorDan NTech Fixed frame - FA 105 (With aluminium cladding), 63.4 kg/unit, 1.23x1.48 m, U=0.74 W/m ² K  ?	135 tonn CO ₂ e	4.6 %
7.	Structural steel, multiple products and sections, steel grade is ≤ S355  ?	131 tonn CO ₂ e	4.4 %
8.	Krysslimt tre, 460 kg/m ³  ?	97 tonn CO ₂ e	3.3 %
9.	Slakkarmert balkongelement eller svalgang, lavkarbonklasse B, C45/55 (B45 MF45), low carbon class B  ?	86 tonn CO ₂ e	2.9 %
10.	Gypsum plasterboard, 12.5 mm, 9 kg/m ²  ?	83 tonn CO ₂ e	2.8 %

Figur 5-2 utslipp 10 mest medvirkende materialene fra prosjektet som bygget

5.2. Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra materialbruk

Klimagassutslipp fra materialbruk (A1-A3 + B4-B5) fra prosjektet som bygget er redusert med 3 % sammenliknet med referansen. Hvis man teller med lagring av biogent karbon i produksjonen av treprodukter blir materialutslippene i prosjektet tilnærmet null sammenliknet med referansebygget.



Figur 5.2: Fordeling av klimagassutslipp pr konstruksjon for de enkelte prosjektfasene

Tabell 5.4: Fordeling av klimagassutslipp pr. bygningsdel for ulike prosjektfaser:

	Referansebygg	Prosjektert bygg		«Som bygget»	
	kg CO ₂ e/år	kg CO ₂ e/år	% red saml. med ref ²	kg CO ₂ e/år	% red saml. med ref
Grunn og fundamenter	317	540	60 %	2070	-55 %
Bæresystemer	11 325	1 669	76 %	2804	60 %
Yttervegger	9 955	7 261	35 %	16169	-45 %
Innervegg	10 687	6 159	42 %	7345	31 %
Dekker	21 019	14 495	31 %	25051	-19 %
Yttertak	3 173	1 882	31 %	3035	-11 %
Trapper og balkonger	3 622	8 770	-23 %	2715	62 %
Total	60 098	40 776	33 %	59190	3 %
Biogent karbon	9 774	63 157	-537 %	24872	-151 %
Total inkl. biogent karbon	50 324	-22 381	144 %	34317	33 %

² Prosentvis reduksjon er justert etter at referansebygget ble justert, se avsnitt 4.3.1. Derfor vil den prosentvise reduksjonen i prosjektert bygg variere noe fra foregående klimagassrapport.

Tabell 5.5: Fordeling av klimagassutslipp pr. bygningsdel pr. m2 oppvarmet BRA for ulike prosjektfaser:

	Referansebygg	Prosjektert bygg		«Som bygget»	
	kg CO ₂ e/m2/år	kg CO ₂ e/m2/år	% red saml. med ref	kg CO ₂ e/år	% red saml. med ref
Grunn og fundamenter	1,0	1,7	-70 %	0,17	-55 %
Bæresystemer	35,0	5,2	85 %	0,23	60 %
Yttervegger	30,7	22,4	27 %	1,34	-45 %
Innervegg	33,0	19,0	42 %	0,61	31 %
Dekker	64,9	44,7	31 %	2,07	-19 %
Yttertak	9,8	5,8	41 %	0,25	-11 %
Trapper og balkonger	11,2	27,1	-142 %	0,22	62 %
Total	185,5	125,9	32 %	4,90	3 %
Biogent karbon	30,2	194,9	-546 %	2,06	-151 %
Total inkl. biogent karbon	155,3	-69,1	144 %	0,17	33 %

6. TRANSPORT

6.1. Beregningsalternativer – forutsetninger og delresultater

6.1.1. Referansebygg

Antall beboere er fastsatt til 2 personer/leilighet. Det blir totalt 324 beboere. Det er ikke regnet med andre brukere enn beboerne. «Småhus og boligblokk» er valgt som bygningstype og «Oslo Groruddalen, bolig og handel» er valgt som geografisk område for referansebygget. Tall genereres i OneClick LCA. Det er antatt bruk 365 dager i året, og fri tilgang på parkering.

Utslippsfaktorer er forventede gjennomsnitt over de neste 60 år. Det er forutsatt elektrisk busspark.

Tabell 6-1: Transportmiddelfordeling for referansebygg.

		Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]			
	Antall reiser pr. bruker pr. dag	Gang/sykkel	Kollektiv – buss	Kollektiv - skinnegående	Bil
Arbeid	1,6	11	20	30	39
Tjeneste	0,6	8	9,2	13,8	69
Private turer	0,3	36	10	15	39

Tabell 6-2: Klimagassutslipp fra transport, fordelt på transportmidler, for referansebygg.

Klimagassutslipp	kg CO2-ekv/m ² /år
Bil	16,86
Kollektiv – buss	0,02
Kollektiv – skinnegående	0,19
Varetransport	5,33
Sum	22,40

6.1.2. Prosjektert bygg

Antall beboere er fastsatt til 2 personer/leilighet. Det blir totalt 324 beboere. Det er ikke regnet med andre brukere enn beboerne. «Småhus og boligblokk» er valgt som bygningstype. «Oslo, bolig och handel, < 1 km fra T-bane stasjonene Brynseng, Helsfyr, Nydalen, Ryen og Storo samt jernbanestasjonen på Skøyen» er valgt som geografisk område for referansebygget, da det ligger under 1 km fra Brynseng T-bane. Det gjør at andelen som går, sykler eller tar kollektiv øker, spesielt på arbeids- og tjenestereiser. Det er 40 parkeringsplasser til bygget, som tilsvarer 4-6 P-plasser per 1000 m². Det reduserer bilbruken med 75 % i forhold til fri parkering. I tillegg prosjekteres det en elbil-pool og en elsykkel-pool. Det antas at 10 % av bilturene vil erstattes av elsykkel-poolen, og 10 % foretas med elbiler fra elbil-poolen. Det er antatt bruk 365 dager i året. Det er antatt at varetransport reduseres fra 0,1 turer per beboer per dag (referanseverdi fra one click for boliger) til 0,05 turer per beboer per dag (som er redusert referanseverdi for boliger i one click) for prosjektet. Utslippsfaktorer er forventede gjennomsnitt over de neste 60 år. Det er forutsatt elektrisk busspark.

Tabell 6-3: Transportmiddelfordeling når begrensninger i parkeringsmuligheter er hensyntatt.

		Transportmiddelfordeling [% av alle reiser per dag]				
	Antall reiser pr. bruker pr. dag	Gang/sykkel	Kollektiv – buss	Kollektiv - skinnegående	Bil	Bildeling
Arbeid	1,6	33,8	24,0	36,0	5,4	0,7
Tjeneste	0,6	19,1	19,0	28,5	29,9	3,7
Private turer	0,3	43,7	10,6	15,9	26,8	3,3

Tabell 6-4: Klimagassutslipp «som prosjektert» når begrensninger i parkeringsmuligheter er hensyntatt.

Klimagassutslipp	Areal spesifikt utslipp [kg CO ₂ -ekv/m ² *år]
Bil	5,05
Kollektiv – buss	0,02
Kollektiv – skinnegående	0,25
Varetransport	2,67
Sum	8,0

6.1.3. Som bygget

Ingen endringer er gjort i prosjektet fra prosjektert til som bygget mht. transport enn å redusere antall p-plasser fra 40 til 36 som tilsvarer under 3 P-plasser per 1000 m². I tillegg er det en elbil-pool og en elsykkel-pool. Det antas at 10 % av bilturene vil erstattes av elsykkel-poolen, og 10 % foretas med elbiler fra elbil-poolen.

Antall beboere er fastsatt til 2 personer/leilighet. Det blir totalt 324 beboere. Det er ikke regnet med andre brukere enn beboerne. «Småhus og boligblokk» er valgt som bygningstype. «Oslo, bolig og handel, < 1 km fra T-bane stasjonene Brynseng, Helsfyr, Nydalen, Ryen og Storo samt jernbanestasjonen på Skøyen» er valgt som geografisk område for referansebygget, da det ligger under 1 km fra Brynseng T-bane. Det gjør at andelen som går, sykler eller tar kollektiv øker, spesielt på arbeids- og tjenestereiser. Det er antatt bruk 365 dager i året. Det er antatt at varetransport reduseres fra 0,1 turer per beboer per dag (referanseverdi fra one click for boliger) til 0,05 turer per beboer per dag (som er redusert referanseverdi for boliger i one click) for prosjektet. Utslippsfaktorer er forventede gjennomsnitt over de neste 60 år. Det er forutsatt elektrisk busspark.

Tabell 6-5: Transportmiddelfordeling når begrensninger i parkeringsmuligheter er hensyntatt.

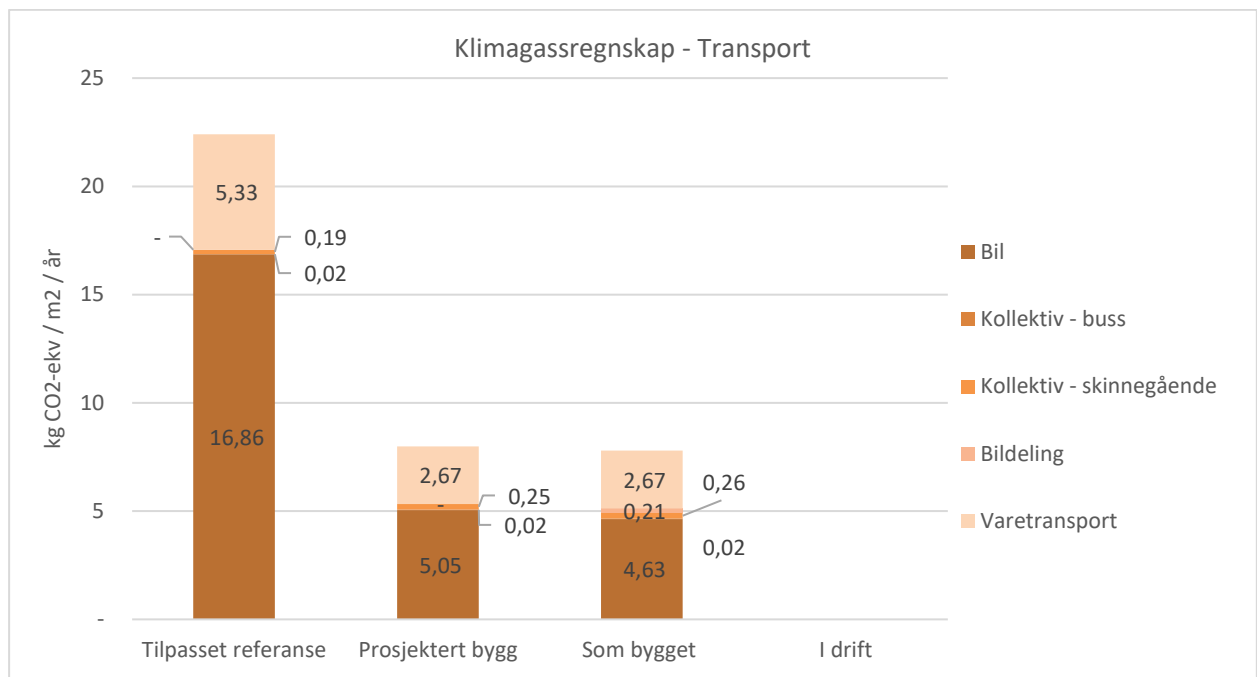
Ressurs	Mengde	Antall brukere	Bil %	Bildeling %	Buss %	Skinnegående %	Gang/sykkel %	Turlengde bil, km	Turlengde kollektiv, km
Arbeid - Oslo, bolig og handel, < ?	1,6	324	2.43	0.27	25.03	37.55	34.61	16,0	13,8
Private turer - Oslo, bolig og han ?	0,3	324	28.7	3.19	10.87	16.3	41.29	16,0	13,8
Tjeneste - Oslo, bolig og handel, ?	0,6	324	32.085	3.565	19.54	29.32	15.75	16,0	13,8

Tabell 6-6: Klimagassutslipp «som bygget» når begrensninger i parkeringsmuligheter er hensyntatt.

Klimagassutslipp fra transport Som bygget	kg CO ₂ -ekv	kg CO ₂ -ekv/år	kg CO ₂ -ekv/m ² /år	kg CO ₂ -ekv/person/år
Bil	3442408	57373	4,63	177,1
Kollektiv – buss	16914	282	0,02	0,9
Kollektiv – skinnegående	194548	3242	0,26	10,0
Bildeling	153010	2550	0,21	7,9
Varetransport	1980590	33010	2,67	101,9
Sum	5787470	96458	7,8	298

6.2. Sammenligning av alternativene – klimagassutslipp fra transport

Klimagassutslipp fra transportbruk i drift fra prosjektet som bygget er redusert med 65 % sammenliknet med referansen. Utslippene til privatbil er redusert med 73 % på grunn av den sentrale plasseringen, redusert antall parkeringsplasser og elbil/elsykkel-pool sammenliknet med referansebergene for transport. Tilsvarende har utslippene til kollektivtransport gått opp med 36 % og utslipp fra varetransport er redusert med 50 %. Varetransporten reduseres fordi det antas at færre beboere bruker hjemlevering av service/ dagligvarer ol. på grunn av nærhet til et stort utvalg service/ og dagligvaretilbud og siden prosjektet har deleleiligheter som det antas reduserer varetransport per boenhet.



Figur 6.1: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport Fyrstikkbakken 14

Tabell 6-7: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport for Fyrstikkbakken 14

	Referansebygg	Prosjektert bygg		«Som bygget»		«i drift»	
	kg CO ₂ -ekv./år	kg CO ₂ -ekv./år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./år	% red saml. med ref
Bil	208 720	62 544	70	57 373	73 %		
Kollektiv – buss	208	271	-31	282	-36 %		
Kollektiv – skinnegående	2 387	3 121	-31	3 242	-36 %		
Bildeling	=	=	=	2 550	100 %		
Varetransport	66 020	33 010	0	33 010	50 %		
Sum	277 334	98947	52	96 458	65 %		

Tabell 6-8: Fordeling av beregnede klimagassutslipp for transport for Fyrstikkbakken 14

	Referanse-bygg	Prosjektert bygg		«Som bygget»		«i drift»	
	kg CO ₂ -ekv./person*år	kg CO ₂ -ekv./person*år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./person*år	% red saml. med ref	kg CO ₂ -ekv./ person*år	% red saml. med ref
Bil	644,20	193,04	70	177	73 %		
Kollektiv – buss	0,64	0,84	-31	1	-36 %		

Kollektiv – skinnegående	7,37	9,63	-31	10	-36 %		
Bildeling	-	-	-	8	100 %		
Varetransport	204	102	0	102	50 %		
Sum	855,97	305	52	298	65 %		

VEDLEGG

Vedlegg 1 – Energibruk underlag

Vedlegg 2 – Materialer underlag