

Granåsveien 13 AS og Granåsveien 7 AS

► **Klimagassbudsjett**

Brøsetekra 5, 7 og 13

Trondheim kommune

Oppdragsnr.: 52204212 Dokumentnr.: Klima-01 Revisjon: J01 Dato: 2024-09-10



Oppdragsgiver: Granåsveien 13 AS og Granåsen 7 AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Kenneth Aakerholm
Rådgiver: Norconsult Norge AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika
Oppdragsleder: Willy Wøllo
Fagansvarlig: Katrine Bakke
Andre nøkkelpersoner: Ida Hallebrand

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
J01	2024-09-10	For bruk	HANSTO	KJB	WilWol

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. 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 har fått i oppdrag av Granåsveien 13 AS å gjennomføre en klimagassberegning for tidigfase av boligområdet Brøsetekra 5, 7, 13, i Trondheim.

Hensikten med planforslaget er omregulering til boligbebyggelse i Brøsetekra 5 (gnr/bnr 51/249), 7 (gnr/bnr 51/290) og 13 (gnr/bnr 51/137). Området er i dag regulert til blandet formål, industri, kontor og forretning. I tillegg omfatter planforslaget regulering av deler av tilgrensende samferdselsareal. Planforslaget omfatter utvikling av boligblokker med en fellesgarasje.

Klimagassberegning er gjort for bygningene, massehåndtering og arealbruksendringer med en beregningsperiode på 50 år.

De beregningsverktøyene som er brukt er for bygninger; One Click LCA, for massehåndtering; VegLCA og for arealbruksendringer; Miljødirektoratet sitt beregningsverktøy for arealbeslag.

Det totale klimagassutslippet for Brøsetekra 5, 7, 13 er beregnet til ca. 35 000 tonn CO₂e over hele livsløpet, fordelt på boligblokker med garasje, massehåndtering og arealbruksendringer.

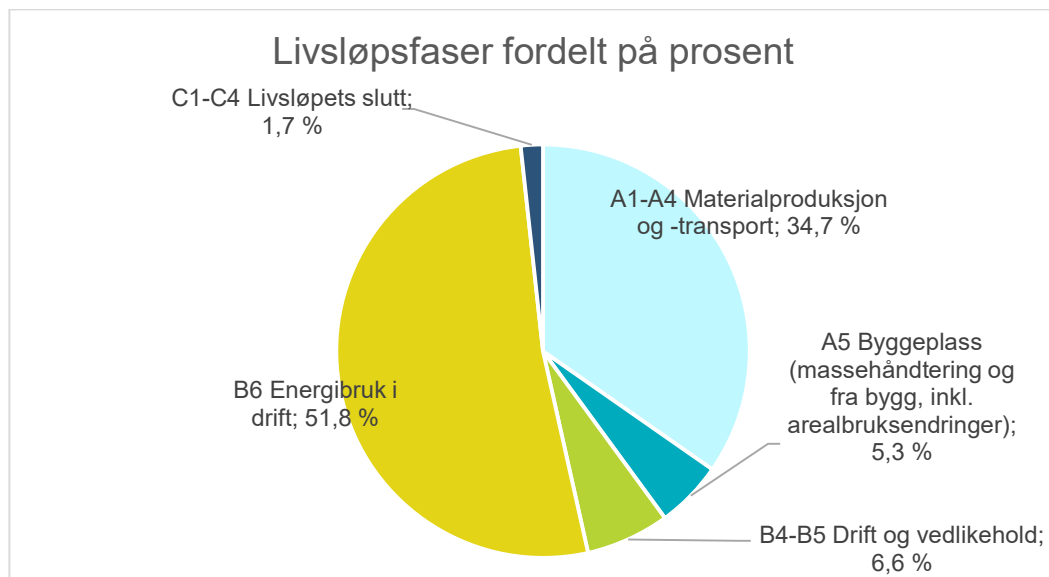
Tabell 1 Fordeling av klimagassutslipp fra alle livsløpsfaser fordelt på bygg med garasje, massehåndtering og arealbeslag.

Omfang	Klimagassutslipp [tonn CO ₂ e]
Bygg med garasje	34 611
Massehåndtering	571
Arealbruksendringer	-66
Sum	35 116

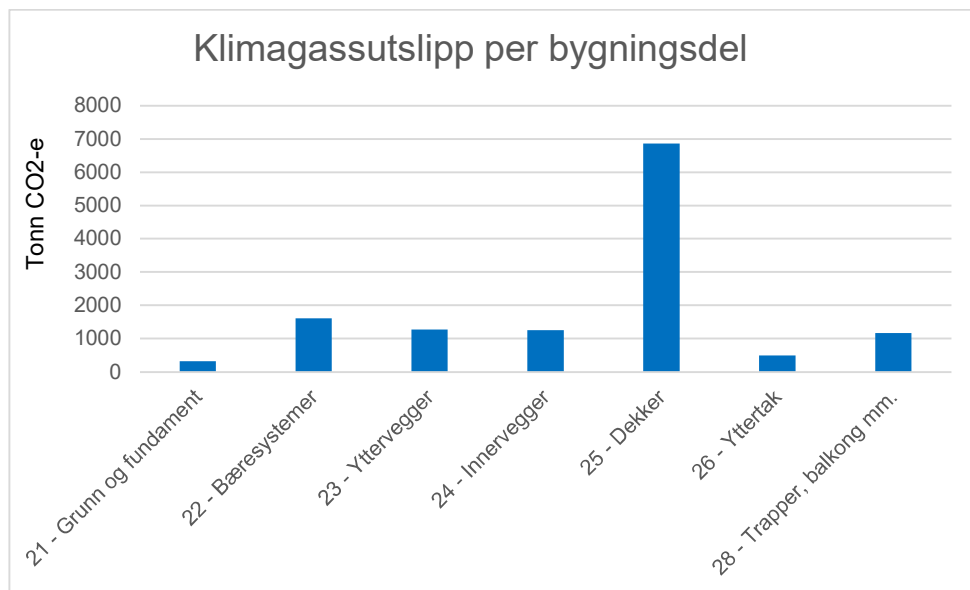
Resultatet viser at det største klimagassutslippet kommer fra boligene med garasje. Det er i denne delen av prosjektet som det benyttes mest materialer som gir et stort klimagassutslipp. Klimagasseffekten fra arealbruksendringen gir et negativt tall hvilket betyr at det er et opptak av klimagasser ved arealbruksendringene. Arealbruksendringer går fra dagens situasjon med asfalterte areal til framtidig situasjon med grønt areal, det gir et opptak av klimagasser på 66 tonn CO₂-e. Klimagassutslipp fra massehåndtering er ca. 570 tonn CO₂-e og kommer fra anleggsarbeidet ved graving og transport av masser rundt på og ut fra anlegget.

Resultatet for klimagassutslippet, fordelt på livsløpsfaser inkl. arealbruksendringer, viser at utslippet knyttet til materialproduksjon og -transport i bygg og utslipp knyttet til energibruk i drift står for de største utslippene. Resultatet for klimagassutslipp fra de ulike bygningsdelene for boligene med garasje, viser at dekker bidrar mest til klimagassutslippene. Dette kommer av at bygningene, særlig garasje inkludere mye dekker.

Resultatet fra transport i drift gir et resultat på ca. 7 100 tonn CO₂-e. Transport med bil står for det største klimagassutslippet. Det er ikke tatt med i det totale klimagassutslippet for bygninger, massehåndtering og arealbruksendringer.



Figur 1 Klimagassutslipp for prosjektet fordelt på livsløpsfase og arealbruksendring



Figur 2 Klimagassutslipp per bygningsdel.

Det er identifisert flere mulige utslippsreducerende tiltak i både tidlig fase, under prosjektering og i anleggsfase. Dette inkluderer blant annet:

- Bruk av betong med lavkarbon klasse A eller bedre
- Høy resirkuleringsgrad i armering og konstruksjonsstål
- Energieffektive løsninger og bruk av fornybare energikilder
- Utslippsfrie anleggsmaskiner og massetransport
- Lokal massehåndtering
- Reetablere vegetasjon der det er mulig med fokus på arter med høyt karbonopptak.

► Innhold

1	Bakgrunn	6
2	Metode og forutsetninger	8
2.1	Systemgrenser	8
3	Beregningsverktøy	9
3.1	One Click LCA	9
3.2	VegLCA	9
3.3	Arealbeslag	9
4	Utslippsfaktorer	10
4.1	Materialer	10
4.2	Byggeplass og energibruk i drift	10
5	Beregningsgrunnlag	11
5.1	Bygg og fellesgarasje	11
5.2	Massehåndtering og anleggsarbeider	13
5.3	Arealbeslag	14
5.4	Transport i drift	15
6	Usikkerhet	16
6.1	Mengdegrunnlag	16
6.2	Tilgjengelige materialer og produkter	16
6.3	Arealbeslag	16
6.4	Transport i drift	16
	Resultater	17
6.5	Totale klimagassutslipp	17
6.6	Totale klimagassutslipp per livsløpsfase	18
6.7	Utslipp fra materialer i bygg	19
6.8	Utslipp fra massehåndtering	20
6.9	Arealbruksendringer	21
6.10	Transport i drift	22
7	Utslippsreduserende tiltak	23
7.1	Tiltak i tidlig fase	23
7.2	Tiltak under prosjektering	23
7.3	Tiltak i anleggsfase	23
8	Konklusjon	25

9	Referanser	26
10	Vedlegg	27

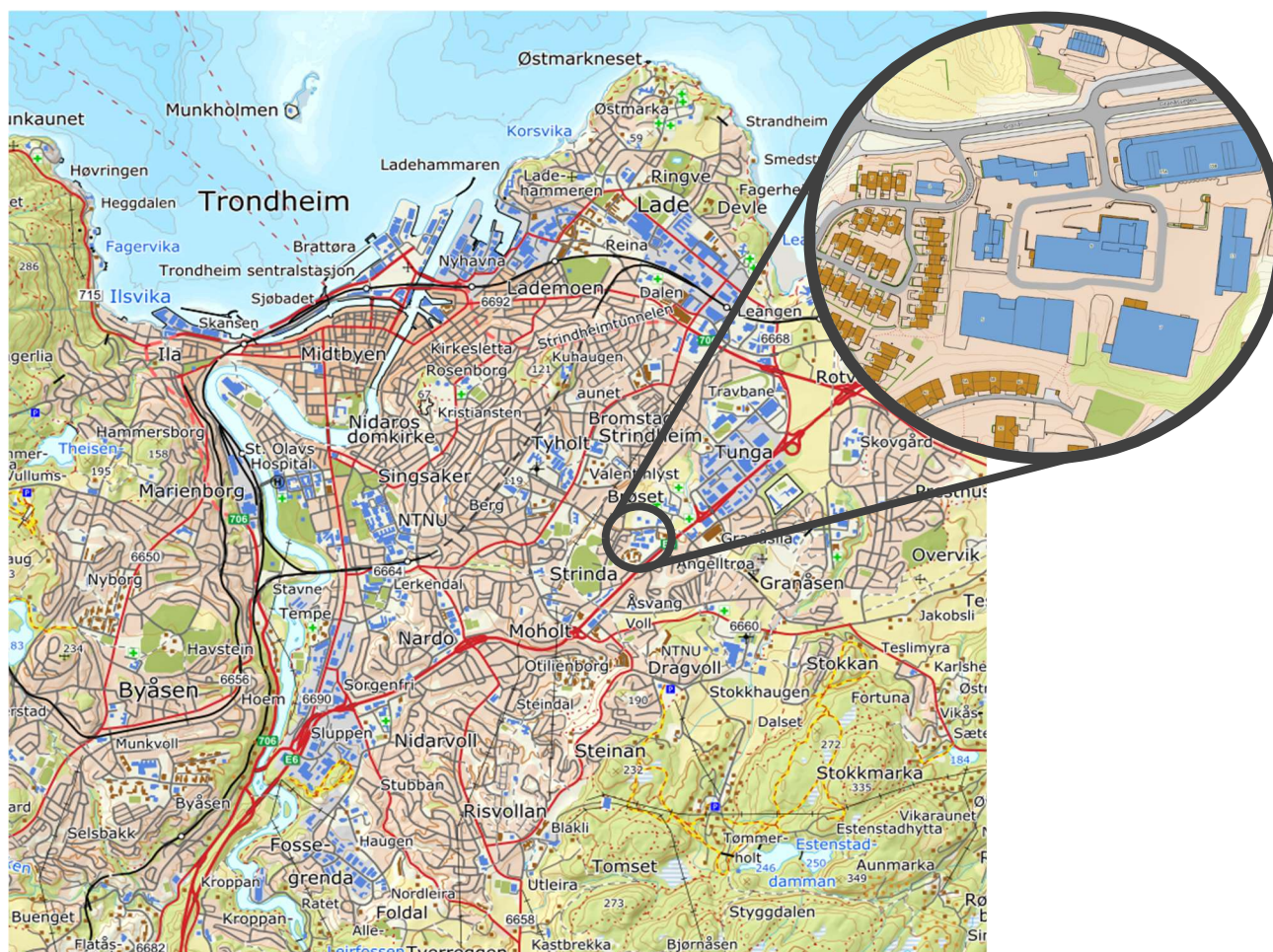
1 Bakgrunn

Norconsult har fått i oppdrag av Granåsveien 13 AS å gjennomføre en klimagassberegning for tidigfase av boligområdet Brøsetekra 5, 7, 13.

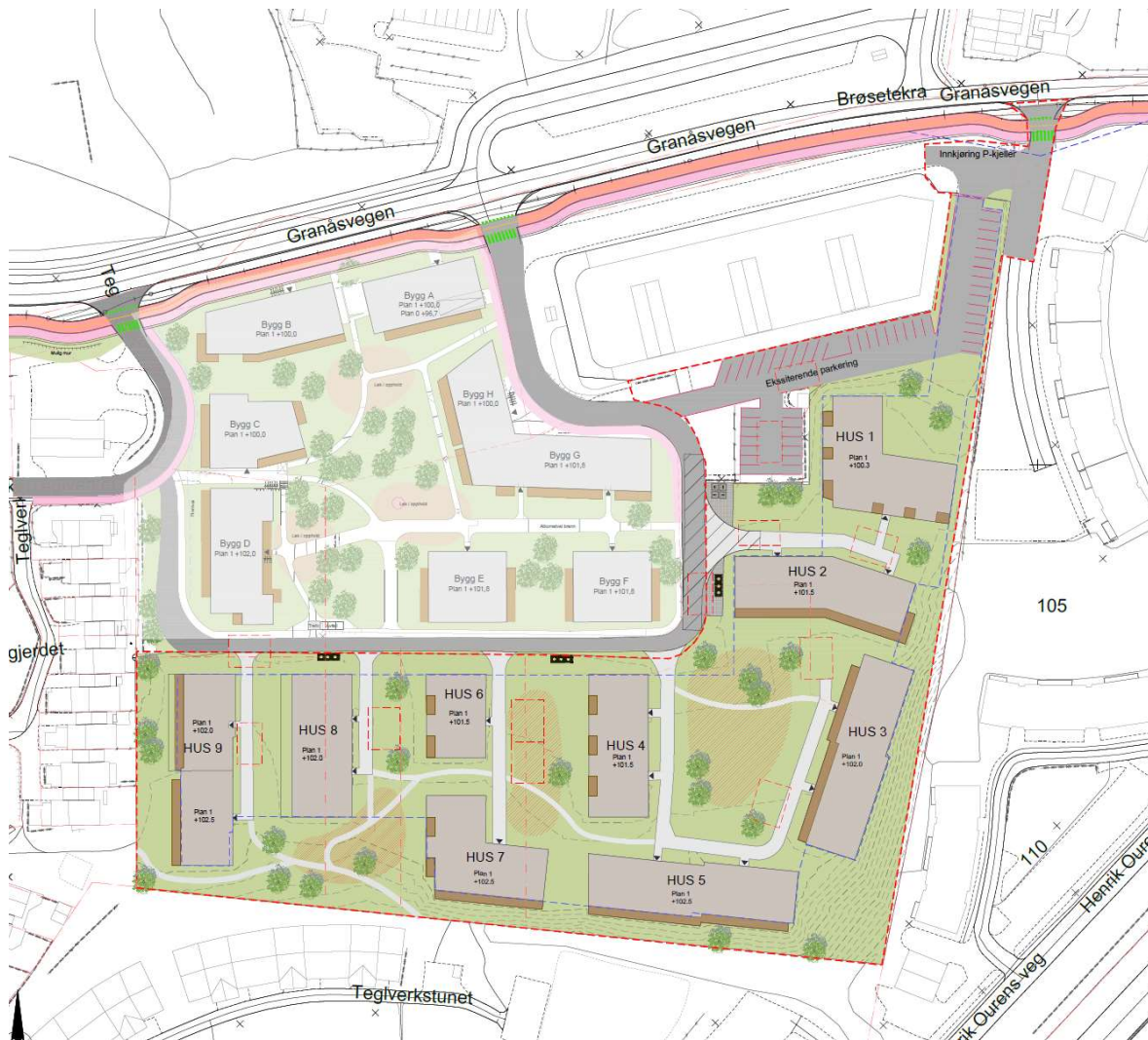
Hensikten med planforslaget er omregulering til boligbebyggelse i Brøsetekra 5 (gnr/bnr 51/249), 7 (gnr/bnr 51/290) og 13 (gnr/bnr 51/137). Området er i dag regulert til blandet formål, industri, kontor og forretning. I tillegg omfatter planforslaget regulering av deler av tilgrensende samferdselsareal. Planforslaget omfatter utvikling av boligblokker med en fellesgarasje.

Planområdet ligger på Brøset omtrent 4 km øst for Trondhiem sentrum og ca. 250 m fra Omkjøringsvegen (E6). Planområdets beliggenhet er vist i Figur 3 mens skisse av fremtidig situasjon som fremlagt i planforslaget er vist i Figur 4. Området består i dag hovedsakelig av bebygd areal av næringsbygg og boliger.

Brøsetekra var tidligere Granåsvegen, men skiftet navn fra Granåsvegen til Brøsetekra i 2023.



Figur 3 Planområdets beliggenhet.



Figur 4 Fremtidig situasjon skissert i planforslaget.

2 Metode og forutsetninger

2.1 Systemgrenser

I NS 3720 fastsettes en felles livsløpsmodell for bygninger [1]. 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. Tabell 2 viser hvilke stadier som er inkludert for beregning av bygningenes klimagassutslipp. I tillegg er utslipp fra arealbeslag medtatt i beregningen.

Tabell 2 Livsløpsstadier inkludert i klimagassberegningen for bygg.

Produktstadiet			Gjennomføringsstadiet		Bruksstadiet								Livsløpets slutt				Konsekvenser utover systemgrenser
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	Gjenbruk, resirkulering, energiproduksjon, mm.
X	X	X	X	X				X	X	X		X	X	X	X	X	

For beregning av klimagassutslipp for massehåndtering, er det kun utslipp fra gjennomføringsstadiet ettersom at det ikke er tilført noen nye materialer i denne delen. Det er derfor ikke inkludert utslipp fra produktstadiet, bruksstadiet samt livsløpets slutt som ikke inngår i verktøyet som er benyttet til denne delen av beregningen.

Klimagassberegningene er beregnet for en beregningsperiode på 50 år.

3 Beregningsverktøy

3.1 One Click LCA

Verktøyet One Click LCA fra Bionova er benyttet til å gjennomføre klimagassberegningen for bygningsmassen og garasje [2] og transport i drift. 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*.

Verktøyet «Carbon Designer» inne i One Click LCA er et referansebygg-verktøy utarbeidet av Bionova 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 og bygningskategorier.

3.2 VegLCA

Beregningsverktøyet VegLCA (versjon 5.13b) er benyttet i utslippsberegningene for massehåndtering [3]. Verktøyet er utviklet for Statens vegvesen. VegLCA har både et overordnet verktøy og et detaljverktøy, og det er det overordnede verktøyet som er brukt i denne beregningen.

VegLCA er vurdert som godt egnet for å beregne klimagassutslipp i forbindelse med grunnarbeider og opparbeidelse av planområdet. VegLCA forholder seg til tilsvarende LCA-steg og datakvalitet som kreves i NS3720.

3.3 Arealbeslag

Beregningene av klimagassutslipp fra arealbeslag følger retningslinjene i Miljødirektoratets veileder M-1941 «*Konsekvensutredninger for klima og miljø*» [4]. I henhold til veilederen, skal det kartlegges i hvilken grad planen eller tiltaket påvirker klimagassutslipp knyttet til arealinngrep i karbonrike arealer. Miljødirektoratet har utviklet et regneark som kan brukes til å utføre detaljerte beregninger av klimagassutslipp fra arealbeslag. Dette verktøyet er designet for å kvantifisere utslipp knyttet til spesifikke arealinngrep basert på typen og mengden av vegetasjon og jord som påvirkes.

I alle arealbruksendringer skjer det prosesser som tar opp eller slipper ut karbon fra atmosfæren. Ved å ta hensyn til utslipp og opptak av klimagasser i arealplanleggingen kan man redusere utslipp og øke opptak av klimagasser fra kommunens areal. Eksempler på arealbruksendringer kan være nedbygging av myr eller skog til infrastruktur, eller planting av skog.

For å beregne klimagassutslipp som følge av arealbruksendringer er Miljødirektoratet sitt verktøy for arealbruksendringer benyttet. Verktøyet beregner klimaeffekten av arealbruksendringer basert på informasjon om areal og arealbrukskategori over en 20-års periode. Dette tilsvarer den tid det tar fra at en arealbruksendring gjennomføres og til at utslipp/opptak fra arealet ikke lenger innvirkes fra tidligere arealbruk. Dette er i tråd med FN sine retningslinjer for rapportering.

4 Utslippsfaktorer

4.1 Materialer

Klimagassutslippene for materialer i bygningsmassen og klimagassutslipp for transport i drift er beregnet i One Click LCA. Utslippsfaktorene i One Click LCA er ofte basert på miljøproduktdeklarasjoner (EPD-er) som gir detaljerte data om miljøpåvirkningen fra byggematerialer gjennom hele livssyklusen. Disse inkluderer informasjon om utslipp knyttet til utvinning, produksjon, transport, bruk og avhending av materialene.

Når spesifikke EPD-er ikke er tilgjengelige, bruker One Click LCA generiske verdier. Disse er representative gjennomsnittsverdier beregnet basert på tilgjengelige data for lignende materialer eller prosesser. Selv om de er mindre spesifikke enn EPD-er, gir de en verdifull indikasjon på potensielle utslipp der spesifikke data mangler.

Klimagassutslippene fra materialer til vei og VA-infrastruktur er beregnet i VegLCA. Utslippsfaktorene i VegLCA antas å representere et bransjegjennomsnitt for produkter og materialer som benyttes i veiprosjekter i Norge. Det er i tillegg mulig å legge inn prosjektspesifikke utslippsfaktorer om konkrete produkter eller leverandører er kjent når klimagassberegningen gjennomføres. Dette er mer vanlig i en senere fase av prosjektet og er ikke gjort i beregningen som presenteres her.

4.2 Byggeplass og energibruk i drift

Klimagassutslipp fra byggeplass omfatter byggeplassdrift i form av energiforbruk. For byggeplassdrift i forbindelse med oppføring av byggene er det lagt til grunn «gjennomsnittlig» fossilfri byggeplassdrift, basert på BTA for bygget. Utslippsfaktor for gjennomsnittlig byggeplassdrift og hva denne generelle faktoren inkluderer, er beskrevet i Tabell 3.

Tabell 3 Utslippsfaktor byggeplassdrift i referansebygg

Type byggeplassdrift	Utslippsfaktor	Miljødatakilde	Beskrivelse
Gjennomsnittlig byggeplass påvirkning – Norden, med 100 % biodiesel (per BTA)	7,32 (kg CO ₂ e/m ²)	LCA for jordavfall, treavfall, gjenvinnbart metallavfall og byggeavfall basert på ecoinvent 3.3 (Bionova 2017). Bionova (2016) LCA av diesel og biodiesel basert på ecoinvent 3.3. LCA-studie for landsspesifikke elektrisitetsblandinger basert på IEA, Bionova 2016.	Antatt gjennomsnittlig produksjon av byggeavfall 12,6 kg/m ² (GFA) og andeler for avfall: 59% jord- og steinbasert avfall, 27 % treavfall, 12 % metallavfall, 2 % annet byggeavfall. Antatt strømforbruk 43 kWh/m ² (GFA) og utslippsfaktor 0,034 kgCO ₂ e / kWh (Norge 2015). Antatt totalbruk av diesel 6 l/m ² (GFA) og utslippsfaktor 0,95 kgCO ₂ e /l.

Utslipp knyttet til massehåndtering og massetransport beregnes i Veg LCA basert på gjennomsnittlig dieselforbruk for identifiserte aktiviteter og standard transportdistanser. Klimagassutslipp fra energibruk i drift er beregnet basert utslippsfaktor for elektrisitet som beskrevet i Tabell 4.

Tabell 4 Utslippsfaktorer energibruk i drift

Energibærer	Utslippsfaktor (kg CO ₂ e/kWh)	Kommentar	Miljødatakilde
Elektrisitet	0,0962	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)

5 Beregningsgrunnlag

5.1 Bygg og fellesgarasje

Overordnet informasjon om bygningsmassen som inngår i prosjektet er gitt i Tabell 5.

Tabell 5 Bygningsinformasjon

Parameter	Beskrivelse
Lokalisering	Trondheim kommune
Bygningskategori	Boligblokk
Bruttoareal boligblokk (BTA)	26 677 m ² fordelt på 10 boligblokker
Bruttoareal fellesgarasje (BTA)	14 900 m ²
Livsløpsfaser/moduler	A1-A3, A4, A5, B4-B5, B6, C1-C4
Levetid/beregningsperiode	50 år

Prosjektet består av nybygging av boligblokker samt en fellesgarasje, der nøkkelinfo om hver boligtype er samlet i Tabell 6.

Tabell 6 Boliger med nøkkelinformasjon om hver boligtype.

	Type	BTA (m2)	Etasjer
Hus 1	Boligblokk	4077	5
Hus 2	Boligblokk	2687	5
Hus 3	Boligblokk	1496	3
Hus 4	Boligblokk	4183	6
Hus 5	Boligblokk	3355	6
Hus 6	Boligblokk	1492	4
Hus 7	Boligblokk	2492	5
Hus 8	Boligblokk	1492	4
Hus 9	Boligblokk	2552	5
Hus 10	Boligblokk	2851	4
Sum		26 677	
Garasje	Garasje	14 900	1 (under bakkenivå)

Materialene for bygg er basert på det som genereres som standard for bygningskategorien «boligblokker» i Carbon designer, tilpasset arkitektens prosjektspesifikke føringer utefra størrelse og etasjer. Det er opprettet et design for hver boligblokk, samt et eget design som representerer fellesgarasje.

Det er antatt stripefundamenter på fjell som påkrevd fundamenttype. Videre er det antatt at all betong er lavkarbon klasse B og armering med 90 % resirkulert stål.

Tabell 7 Informasjon om benyttet beregningsgrunnlag for bygg.

Datatype	Datkilde
Materialmengder (A1-A3)	Mengder og materialtyper er basert på referanseverdier som gjenspeiler dagens byggepraksis for boligbygg, generert for et tilpasset småhus (referansebygg) i Carbon designer.
Transportavstand materialer (A4)	Gjeldende regionale transportsenarioer fra One Click LCA. Disse scenarioene representerer typiske transportavstander og metoder for aktuelle materialtyper, som er relevante når leverandør ikke ennå er kjent.
Anlegg-, bygge- og monteringsarbeid (A5)	Utslipp fra anlegg-, bygge og monteringsarbeid er basert på standardverdier fra One Click LCA. Det er lagt til grunn «gjennomsnittlig» byggeplassdrift med 100 % biodiesel, basert på BTA for bygget.
Materialer i bruksfasen (B4-B5)	Estimerte levetider er basert på typiske verdier for hvert enkelt materiale.
Energibruk i drift (B6)	Energibruk i drift er automatisk generert fra Carbon Designer i One Click LCA, basert på BRA og kravene i TEK17.
Transport i drift (B8)	Utslipp fra transport i drift er basert på gjennomsnittsverdier fra One Click LCA. Antall brukere og antall parkeringsplasser er estimert i samråd med fag for Trafikk og snitt-tall på beboer per boenhet fra SSB.
Livsløpets slutt (C1-C4)	Utslipp i forbindelse med riving, transport av avfall, avfallsbehandling og avhending er basert på innebygde scenarioer i One Click LCA som representerer typiske prosedyrer for ulike materialtyper i samsvar med kravene i EN 15804+A1.

Estimert energibehov for boligene er generert av Carbon Designer. Estimert energibehov for garasje er hentet fra *Veileder for vurdering av klimakonsekvenser i plan og byggesaksbehandling* [5] og brukt kategori lettindustri. Årlig energibehov i Tabell 8.

Tabell 8 Årlig energibehov per bygning

	Primærvarme (varmepumpe)	Elektrisitet (uspesifisert bruk)	Sekundær oppvarming
Hus 1 [kWh]	57 536	133 133	106 153
Hus 2 [kWh]	37 667	87 157	69 494
Hus 3 [kWh]	20 939	48 451	38 632
Hus 4 [kWh]	58 902	136 294	108 673
Hus 5 [kWh]	47 068	108 910	86 838
Hus 6 [kWh]	38 221	47 936	20 717
Hus 7 [kWh]	34 879	80 707	64 351
Hus 8 [kWh]	38 221	47 936	20 717
Hus 9 [kWh]	35 737	82 691	65 933
Hus 10 [kWh]	30 160	92 925	74 093
Sum	378 391	866 140	655 601
Garasje [kWh]		322 670	
Sum		1 188 810	

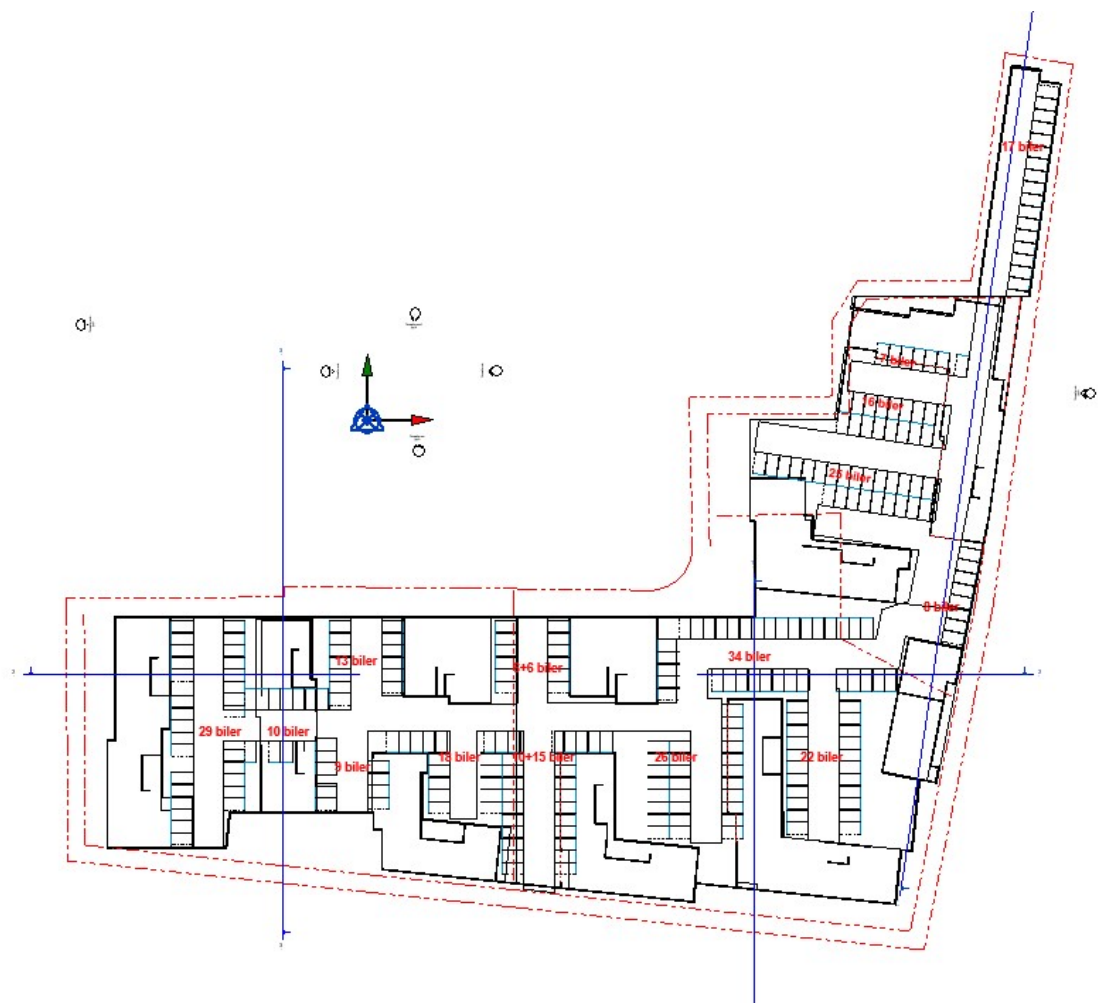
5.2 Massehåndtering og anleggsarbeider

Ved etablering av fellesgarasje skal det graves og transporteres masser ut fra tomten. Garasje er en etasje under bakkenivå og for beregning av klimagassutslipp fra massehåndtering og anleggsfasen ved graving til garasje er det benyttet mengder som vist i Tabell 9.

Mengder er estimert utefra størrelse på garasje og med en dybde for graving på 3,5 meter. Figur 5 viser kjellerplan med fellesgarasje.

Tabell 9 Mengder fra garasje, massehåndtering og anleggsarbeidet

Anleggsarbeide	Enhet	Mengde
Massehåndtering og -graving - forskjæring for rampe og byggegrop ved næringspark	pfm3	52 150
Transport av masser rundt på og ut av anlegg - sum. sprengning og graving	pfm3	52 150



Figur 5 Kjellerplan med garasje

5.3 Arealbeslag

Dagens planområde består i dag av bebygd areal med bygninger og asfalt og fremtidig situasjon består hovedsakelig av bebygd areal og grøntareal. Skisse av fremtidig situasjon som fremlagt i planforslaget er vist i Figur 6. Areal over arealbruksendringer i planområdet er fått fra landskapsarkitekt (Ida Kristine Andresen Haug, 5. september 2024).



Figur 6 Arealbruksendringer for planområdet. (Grønn skravur er areal som blir grønt, den markerte blå skravuren er dagens asfaltareal)

Ved klimagassberegning av arealbruksendringer er Miljødirektoratet sitt regneark brukt. For asfaltert område er det brukt arealkategori Utbygd areal og for grønt areal (plen) er det brukt arealkategori Beite. I Tabell 10 vises areal som går fra asfalt til grønt areal. Det er lagt til grunn at jordart for området som berøres er mineraljord.

Tabell 10 Input i Miljødirektoratet sitt regneark, for beregning av klimagassutslipp fra arealbruksendringer

Input	Areal
Kommune	Trondheim
Arealbrukskategori før endringen	Utbygd areal
Størrelse	3,88 dekar
Jordart	Mineraljord
Arealbrukskategori etter endringen	Beite

5.4 Transport i drift

Klimagassutslippet fra transport i drift er estimert så godt som mulig basert på generiske inndata for Trondheim kommune og antagelser iht. NS3720.

Klimagassutslippet fra transport i driftsfasen inkluderer utslipp bil, buss, jernbane (skinnegående) og gods for brukerne av bygningene. Faktorer som påvirker transportutslippet, er beskrevet i Tabell 11.

Transportmiddelfordeling er basert på bostadssone for bosatte i Trondheim [6].

Både arbeidsreiser, tjenestereiser og private turer er inkludert. Antall turer per person per dag er basert på geografisk område «Trondheim kommune» og det, sammen med parkeringstilgjengelighet, gir en foreslått transportmiddelfordeling og turlengde. For parkeringstilgjengelighet er det antatt «Fri parkering, full tilgang».

Tabell 11 Faktorer transportberegninger

Faktorer	Bygninger
Bruker	1,62 per hushold (basert på tall fra SSB)
Antall åpningsdager	365
Årlig antall reisedager for besøkende	365
Antall bruker som krever varetransport	1
Varetransportfrekvenser	Bolig – redusert (0,05)

6 Usikkerhet

6.1 Mengdegrunnlag

Det ligger en viss usikkerhet i mengdene som er benyttet i beregningen da disse er bla. teoretisk beregnede mengder og beregnet i tidlig fase. Det er sannsynlig at materialmengdene i prosjektets byggefase kan avvike fra det som er lagt til grunn i klimagassbudsjettet, men hvor stor påvirkning dette kan ha på resultatene er utfordrende å kvantifisere.

Videre benytter One Click LCA teoretiske estimater. Det gjelder for materialer i One Click LCA, hvor standard mengder for referanse bygg er brukt.

Mengder for massehåndteringen er også usikre da dette ennå ikke er prosjektert, og det kun er estimerte mengder som er brukt i beregningene.

6.2 Tilgjengelige materialer og produkter

Utslippsfaktorene i VegLCA representerer bransjegjennomsnittet for vegprosjekter i Norge. Det vil derimot være variasjoner knyttet til hvilke utslippsfaktorer det er mulig å oppnå for forskjellige materialer, hvor dette vil avhenge av hvor prosjektet er lokalisert i Norge og hvor materialene er produsert.

Det samme gjelder for materialer i One Click LCA, hvor standard materialer for referanse bygg er brukt.

6.3 Arealbeslag

Ved beregning av arealbeslag er arealbrukskategorier som er mest likt dagens- og framtidigsituasjon brukt. Utslipp og opptak av klimagasser kan i virkeligheten variere. Det er mulig at resultatet kan avvike i senere arbeide og i virkeligheten pga. type grøntareal.

6.4 Transport i drift

Beregning av transport i drift er basert på gjennomsnittsverdier fra One Click LCA og samråd med fag for Trafikk. Det finnes usikkerhet knyttet til private boliger og resultatet kan avvike i virkeligheten.

Resultater

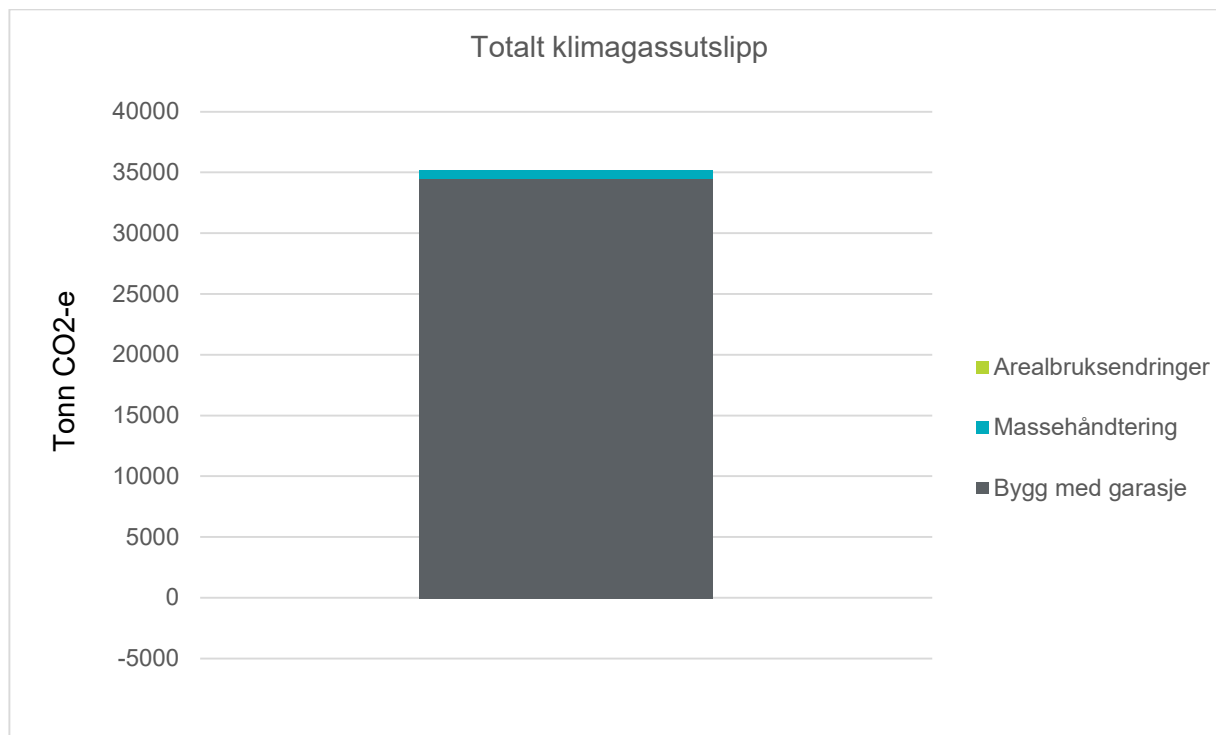
I dette kapitlet presenteres resultatet av klimagassberegningene utført for boligprosjektet Brøsetekra 5, 7 og 13, med boligblokker med en fellesgarasje. Selv om det er brukt tre forskjellige beregningsverktøy, er resultatene fra verktøyene sammenstilt og vist som en total. Beregningene er utført på et overordnet nivå.

6.5 Totale klimagassutslipp

Prosjektet medfører til sammen klimagassutslipp på ca. 35 000 tonn CO₂e over hele livsløpet, fordelt på boligblokker med garasje, massehåndtering og arealbruksendringer, som presentert i Tabell 12. At arealbruksendringen er et negativt tall, betyr at det er et opptak av klimagasser. Arealbruksendringer på planområdet går fra asfalt til grøntområde. Det største klimagassutslippet kommer fra bygningene med garasje.

Tabell 12 Fordeling av klimagassutslipp fra alle livsløpsfaser fordelt på bygg med garasje, massehåndtering og arealbeslag.

Omfang	Klimagassutslipp [tonn CO ₂ e]
Bygg med garasje	34 611
Massehåndtering	571
Arealbruksendringer	-66
Sum	35 116



Figur 7 Totale klimagassutslipp (CO₂) fordelt på beregningskategori

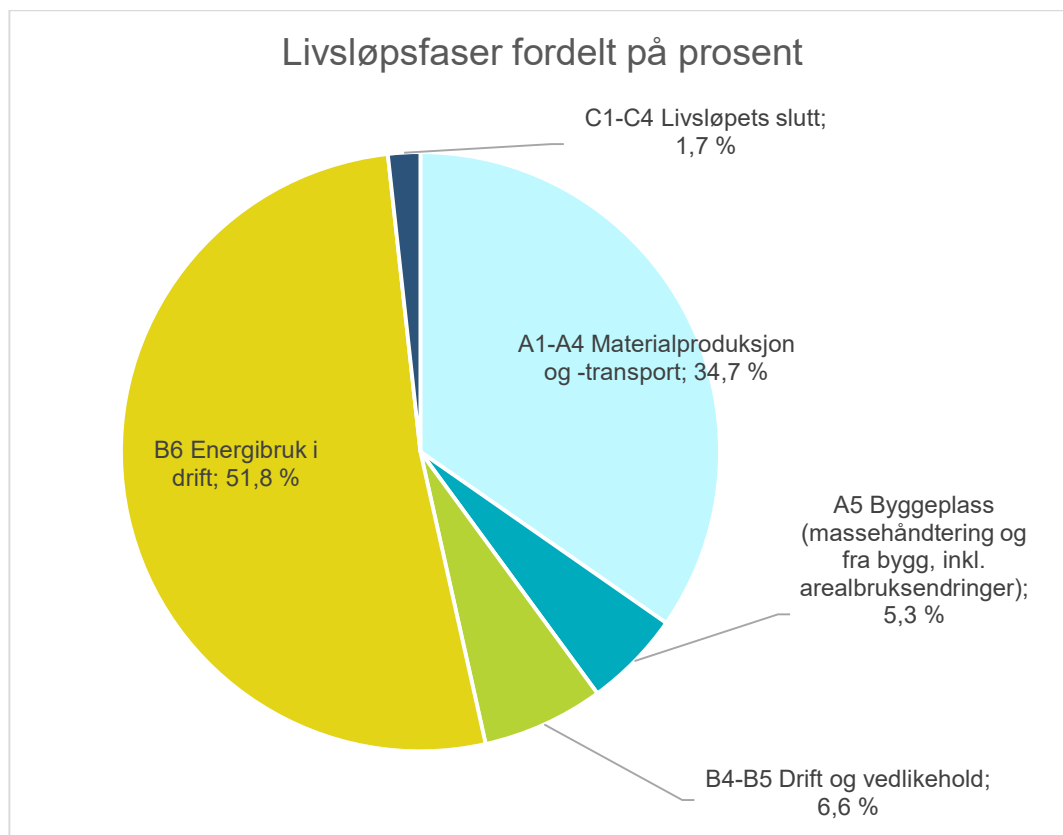
6.6 Totale klimagassutslipp per livsløpsfase

Klimagassutslippene fra prosjektet sett i et livsløpsperspektiv inkl. arealbruksendringer er vist i Tabell 13. Resultatet av klimagassutslippet fra livsløpsfase utbygging som inneholder A5 byggeplass og arealbruksendringer, har blitt sammen slått, da klimagasseffekten fra arealbruksendringen gav et negativt tall (opptak av klimagasser). Tabell 13 viser innsatsfaktor fordelt på tonn CO₂-e og prosent.

Tabell 13 Klimagassutslipp for prosjektet fordelt på livsløpsfase og arealbruksendring sammen slått med klimagassutslipp fra A5 byggeplass i utbyggingsfase.

	Livsløpsfase	tonn CO ₂ e	Andel av totale utslipp
Materialer	A1-A4 Materialproduksjon og -transport	12 182	34,7 %
Utbygging	A5 Byggeplass	1 847	5,3 %
	Arealbruksendring		
Bruksfase	B4-B5 Drift og vedlikehold	2 301	6,6 %
	B6 Energibruk i drift	18 175	51,8 %
Avhending	C1-C4 Livsløpets slutt	611	1,7 %
Sum		35 116	100,0 %

Figur 8 viser utslipp fordelt på livsløpsfaser, der utslipp knyttet til material produksjon og -transport i bygg og utslipp knyttet til energibruk i drift står for de største utslippene.



Figur 8 Klimagassutslipp for prosjektet fordelt på livsløpsfase og arealbruksendring.

6.7 Utslipp fra materialer i bygg

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)
- C1-C4, livsløpets slutt

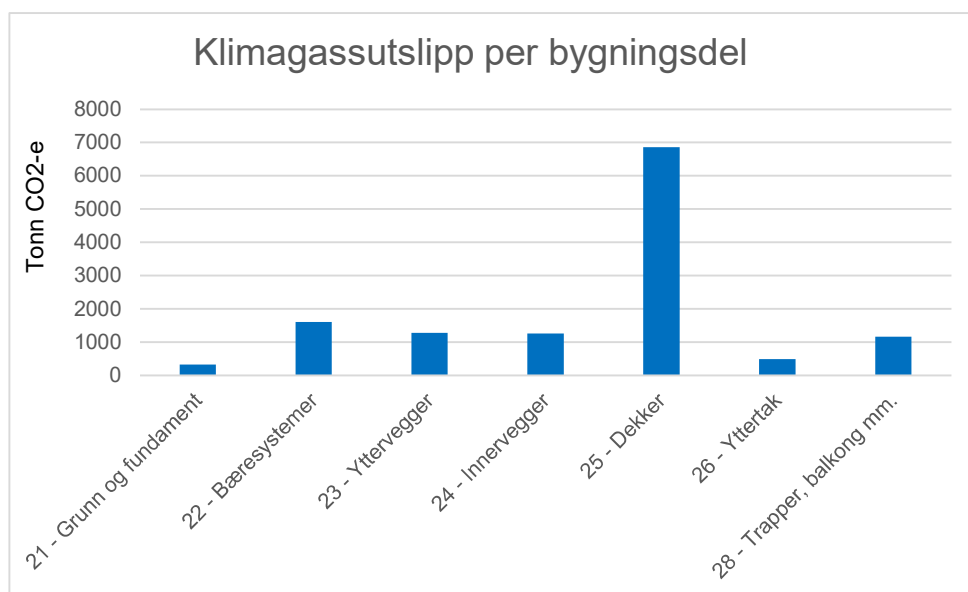
Klimagassutslipp fra de ulike bygningsdelene i de prosjekterte boligene med garasje, er vist i Tabell 14. Det er antatt lavkarbonklasse B og armering med en resirkuleringsgrad på 90 %.

Beregningene resulterer i totale klimagassutslipp fra byggematerialer på ca. 11 400 tonn CO₂e over bygningens levetid.

Tabell 14 Klimagassutslipp fra materialer fordelt på bygningsdel.

Bygningsdel	tonn CO ₂ e	Andel av totale materialutslipp
21 Grunn og fundamenter	318	2,5 %
22 Bæresystemer	1605	12,4 %
23 Yttervegger	1275	9,8 %
24 Innervegger	1251	9,7 %
25 Dekker	6860	52,9 %
26 Yttertak	487	3,8 %
28 Trapper, balkonger mm.	1163	9,0 %
Sum	12960	100 %

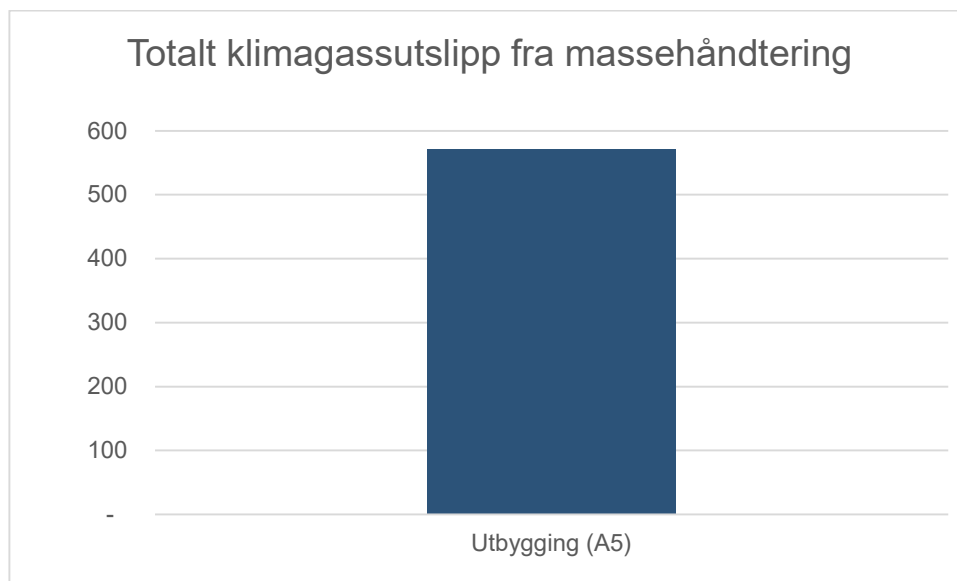
Klimagassutslipp per bygningsdel viser at dekker bidrar mest til klimagassutsleppene. Dette kommer av at dekker består av mye betong og at det er mye betong i garasjen.



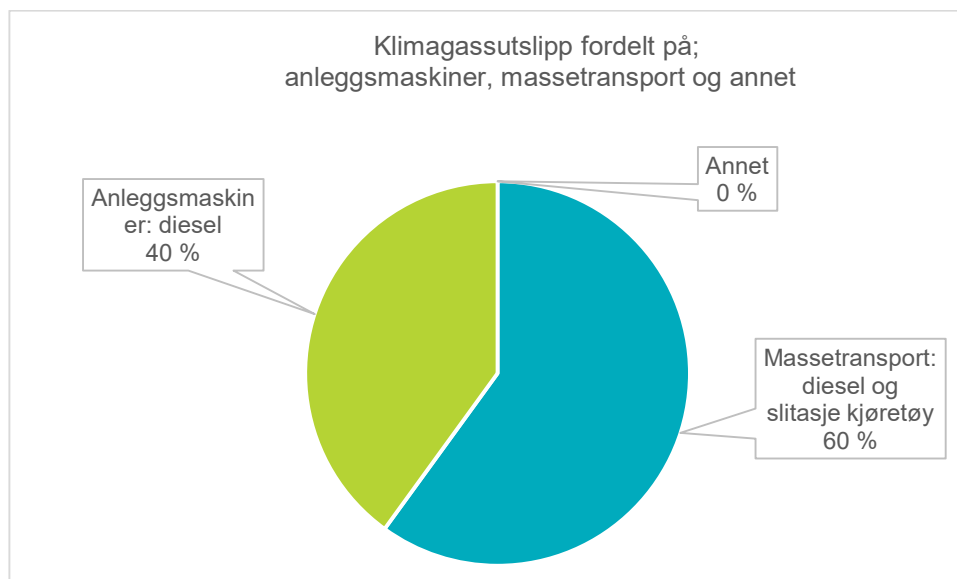
Figur 9 Klimagassutslipp per bygningsdel.

6.8 Utslipp fra massehåndtering

Bygging av garasje i anleggsperiode bidrar til massehåndteringen. Det totale klimagassutslippet fra massehåndtering er ca. 570 tonn CO₂-e og kommer fra anleggsarbeidet ved graving og transport av masser rundt på og ut fra anlegget. Figur 10 viser det totale klimagassutslippet for massehåndteringen og Figur 11 viser klimagassutslippet fordelt på massetransport og anleggsmaskiner.



Figur 10 Totalt klimagassutslipp fra massehåndtering

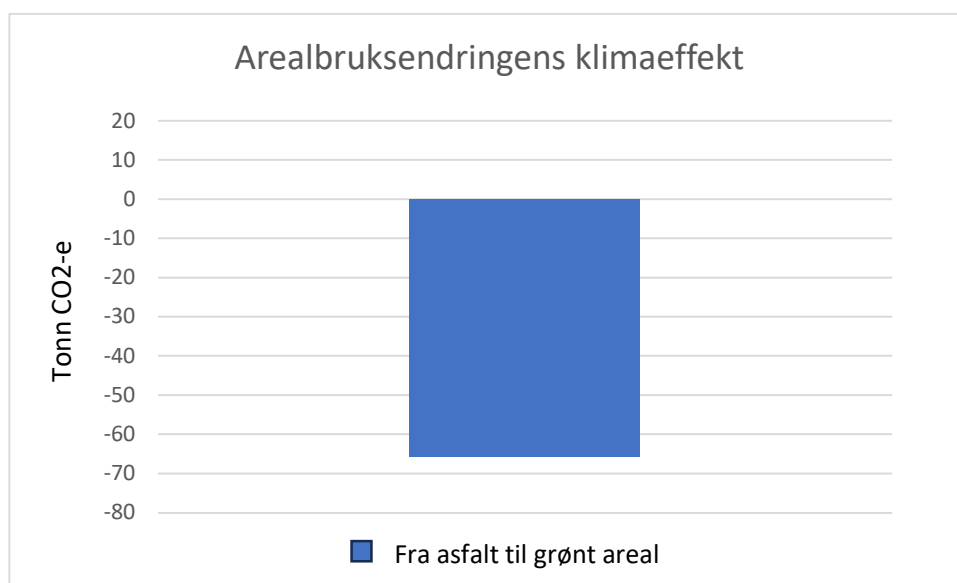


Figur 11 Klimagassutslipp fordelt på anleggsmaskiner, massetransport og annet

Drivstofforbruk i anleggsmaskiner bidrar med 40 % og drivstoff til massetransport bidrar med 60 % av klimagassutslipp fra massehåndteringen.

6.9 Arealbruksendringer

Dagens planområde består i dag av bebygd areal med bygninger og asfalt. Fremtidig situasjon består hovedsakelig av bebygd areal og grøntareal. Arealbruksendringer i planområdet vil gå fra asfalt til grønt område. Klimagasseffekten fra arealbruksendringen gir et negativt tall hvilket betyr at det er et opptak av klimagasser. Den totale arealbruksendringens klimaeffekt er -66 tonn CO₂-e. Figur 12 viser arealbruksendringens klimaeffekt fra areal med asfalt til areal med grønt område.



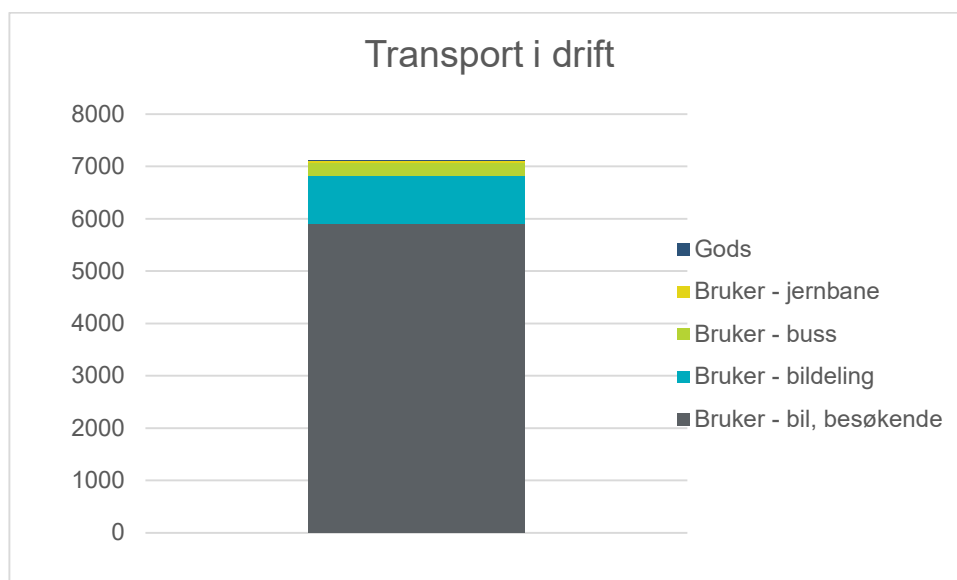
Figur 12 Arealbruksendringens klimaeffekt er negativet tall, hvilket betyr at det er et opptak av klimagasser.

6.10 Transport i drift

Resultatet fra transport i drift gir et resultat på ca. 7 100 tonn CO₂-e og presenteres i Figur 13. Transport med bil står for det største klimagassutslippet.

Tabell 15 Oppsummering av resultater.

Transport i drift	tonn CO ₂ e
Bruker - bil, besøkende	5942
Bruker - bildeling	895
Bruker - buss	267
Bruker - jernbane	4
Gods	4
Sum	7112



Figur 13 Klimagassutslipp for transport i drift.

7 Utslippsreduserende tiltak

7.1 Tiltak i tidlig fase

I tidlig fase av et byggeprosjekt kan det tas strategiske beslutninger som kan redusere den fremtidige miljøbelastningen. Tiltak som kan integreres tidlig i prosjektet for å sikre bærekraftighet og energieffektivitet gjennom hele prosjektets levetid inkluderer blant annet:

- Vegetasjon og beplantning bidrar til opptak av klimagasser fra omgivelsene. Det er derfor fordelaktig at øke grønt areal der det er mulig å reetablere vegetasjon der det er mulig med fokus på arter med høyt karbonopptak.
- Optimalisering av boligene og tilkomstveiens utforming for å minimere miljøpåvirkningen. Dette kan inkludere orientering av boligene for å maksimere naturlig sollys og passiv oppvarming.
- Integrasjon av fornybare energikilder som solcellepaneler. Det er allerede planlagt for bruk av bergvarme og varmepumpe.
- Planlegging for energi- og materialeeffektive bygningskropper.

7.2 Tiltak under prosjektering

I prosjekteringsfasen kan blant annet materialvalg og valg av teknologiske løsninger bidra til å redusere klimagassutslippet. I tillegg er det viktig å planlegge i et langsiktig perspektiv, slik at utslipp knyttet til drift og vedlikehold minimeres, og at fleksibilitet og tilpasningsdyktighet står sentralt i planleggingen. Konkrete eksempler inkluderer blant annet:

- Bruk bærekraftige, resirkulerte og lokalproduserte materialer for å redusere klimagassutslippet knyttet til transport og produksjon:
 - Høy resirkuleringsgrad i armering og strukturelt stål
 - Lavkarbonbetong klasse A eller bedre
 - Trevirke fra bærekraftig skogbruk
- Planlegg for bruk av smarte hjem-systemer som kan bidra til å redusere energibruk. Dette inkluderer automatiserte systemer for lys, varme og ventilasjon.
- Vise til EPD-er med lave klimagassutslipp for bygningsmaterialer
- Energieffektive- og fleksible løsninger
- Planlegg for enkelt vedlikehold og høy driftseffektivitet gjennom hele byggets livssyklus
- Design boliger slik at de enkelt kan tilpasses fremtidige behov, noe som reduserer behovet for omfattende ombygginger.

7.3 Tiltak i anleggsfase

I anleggsfasen kan tiltak innen avfallshåndtering, energieffektivisering av byggeplassen og oppfølging av leverandørkjeden bidra til å redusere klimagassutslipp. Konkrete tiltak inkluderer blant annet:

- Bruk av fossil- og utslippsfrie anleggsmaskiner
- Utslippsfri massetransport
- Utslippsfri oppvarming og byggtørk
- Sørge for lokal og klimavennlig massehåndtering
- Iverksett strenge rutiner for avfallssortering og resirkulering på byggeplassen. Dette reduserer mengden avfall og fremmer gjenbruk av materialer.

- Sikre at alle leverandører og underleverandører følger bærekraftige praksiser. Dette inkluderer alt fra produksjon til leveranse av materialer.
- Reetablere vegetasjon der det er mulig med fokus på arter med høyt karbonopptak.

8 Konklusjon

Planforslaget omfatter utvikling av boligblokker med en fellesgarasje. Klimagassberegningene for boligområdet Brøsetekra 5, 7, 13 er gjort i tidligfase. Det betyr at det finnes usikkerheter knyttet til materialer, mengdegrunnlag og utslippsfaktorer.

Klimagassberegning er gjort for bygningene, massehåndtering og arealbruksendringer.

Resultatet viser at det totale klimagassutslippet for Brøsetekra 5, 7, 13 er beregnet til ca. 35 000 tonn CO₂e over hele livsløpet, fordelt på boligblokker med garasje, massehåndtering og arealbruksendringer.

Det største klimagassutslippet kommer fra boligene med garasje. Det er i denne delen av oppdraget som det er knyttet mest materialer som gir et stort klimagassutslipp. Klimagasseffekten fra arealbruksendringen gir et negativt tall hvilket betyr at det er et opptak av klimagasser ved arealbruksendringene. Arealbruksendringer går fra dagens situasjon med asfalterte areal til framtidig situasjon med grønt areal, det gir et opptak av klimagasser på 66 tonn CO₂-e.

Resultatet fra klimagassutslipp fordelt på livsløpsfaser inkl. arealbruksendringer, viser at utslipp knyttet til material produksjon og -transport i bygg og utslipp knyttet til energibruk i drift står for de største utslippene. Resultatet fra klimagassutslipp fra de ulike bygningsdelene for boligene med garasje, viser at dekker bidrar mest til klimagassutslippene. Dette kommer av at bygningene og særlig garasjen inkludere mye betong.

Det største klimagassutslippet for hele planforslaget kommer fra bygningene. Det er derfor ekstra viktig å fokusere på klimagassreduserende tiltak i tidligfase og under prosjektering hvor det kan bli mulig at redusere klimagassutslippene fra bygningene. Klimagassreduserende tiltak er også mulig å gjøre i anleggsfasen ved å se på utslipp fra anleggsmaskiner, massetransport og aktiviteter som skjer på anleggsplassen.

9 Referanser

- [1] Standard Norge, «NS 3720 Klimagassberegninger for bygninger,» 2018.
- [2] Bionova Ltd, «One Click LCA,» Bionova Ltd, [Internett]. Available: <https://oneclicklca.com/>.
- [3] Statens vegvesen, «VegLCA v5.13b,» 2023. [Internett].
- [4] Miljødirektoratet, «Veileder M-19421 - Konsekvensutredning av klima og miljø,» 2023.
- [5] Asplan Viak, «Veileder for vurdering av klimakonsekvenser i plan og byggesaksbehandling,» 2021.
- [6] Trondheim kommune, «Reisevaner i 2022,» Trondheim.

10 Vedlegg

Arealoppsett Brøsetekra 5, 7 og 13

UTREGNING BTA				UTREGNING BRA			
Hus 1	areal	anntall etg	SUM	areal	anntall etg	SUM	
1-3 etg	963	3	2889	896	3	2688	
4 etg	908	1	908	845	1	845	
5 etg	280	1	280	258	1	258	
6 etg	0	1	0	0	1	0	
Sum	SUM		4077	SUM		3791	
Hus 2	areal	anntall etg	SUM	areal	anntall etg	SUM	
1-3 etg	623	3	1869	578	3	1734	
4 etg	604	1	604	562	1	562	
5 etg	214	1	214	194	1	194	
6 etg	0	1	0	0	1	0	
Sum	SUM		2687	SUM		2490	
Hus 3	areal	anntall etg	SUM	areal	anntall etg	SUM	
1-3 etg	374	4	1496	342	4	1368	
4 etg	0	1	0	0	1	0	
5 etg	0	1	0	0	1	0	
6 etg	0	1	0	0	1	0	
Sum	SUM		1496	SUM		1368	
Hus 6	areal	anntall etg	SUM	areal	anntall etg	SUM	
1-3 etg	395	3	1185	364	3	1092	
4 etg	307	1	307	281	1	281	
5 etg		1	0		1	0	
6 etg	0	1	0	0	1	0	
Sum	SUM		1492	SUM		1373	
Hus 8	areal	anntall etg	SUM	areal	anntall etg	SUM	
1-3 etg	395	3	1185	364	3	1092	
4 etg	307	1	307	281	1	281	
5 etg		1	0		1	0	
6 etg	0	1	0	0	1	0	
Sum	SUM		1492	SUM		1373	

Hus 9	areal	anntall etg	SUM	areal	anntall etg	SUM
1-3 etg	587	3	1761	547	3	1641
4 etg	587	1	587	547	1	547
5 etg	204	1	204	185	1	185
6 etg	0	1	0	0	1	0
Sum	SUM		2552	SUM		2373

Hus 4	areal	anntall etg	SUM	areal	anntall etg	SUM
1-3 etg	876	3	2628	817	3	2451
4 etg	764	1	764	817	1	817
5 etg	505	1	505	468	1	468
6 etg	286	1	286	261	1	261
Sum	SUM		4183	SUM		3997

Hus 5	areal	anntall etg	SUM	areal	anntall etg	SUM
1-3 etg	643	3	1929	599	3	1797
4 etg	643	1	643	599	1	599
5 etg	551	1	551	512	1	512
6 etg	232	1	232	210	1	210
Sum	SUM		3355	SUM		3118

Hus 7	areal	anntall etg	SUM	areal	anntall etg	SUM
1-3 etg	559	3	1677	517	3	1551
4 etg	470	1	470	517	1	517
5 etg	345	1	345	317	1	317
6 etg	0	1	0	0	1	0
Sum	SUM		2492	SUM		2385

Hus 10	areal	anntall etg	SUM	areal	anntall etg	SUM
1-3 etg	795	3	2385	739	3	2217
4 etg	466	1	466	430	1	430
5 etg	0	1	0	0	1	0
6 etg	0	1	0	0	1	0
Sum	SUM		2851	SUM		2647

SUM	SUM	26677	SUM	24915
------------	------------	--------------	------------	--------------