

Sebo Boliger AS

## ► **Hanskemakerbakken 1-9**

Klimagassberegning i reguleringsfase

Oppdragsnr.: 52508614 Dokumentnr.: RIByfy01 Versjon: V02 Dato: 2025-12-03



**Oppdragsgiver:** Sebo boliger AS  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Ove Olsen  
**Rådgiver:** Norconsult Norge AS, Klæbuveien 127 B, NO-7031 Trondheim  
**Oppdragsleder:** Line Oppedal  
**Fagansvarlig:** June Voll Øksnevad  
**Andre nøkkelpersoner:**

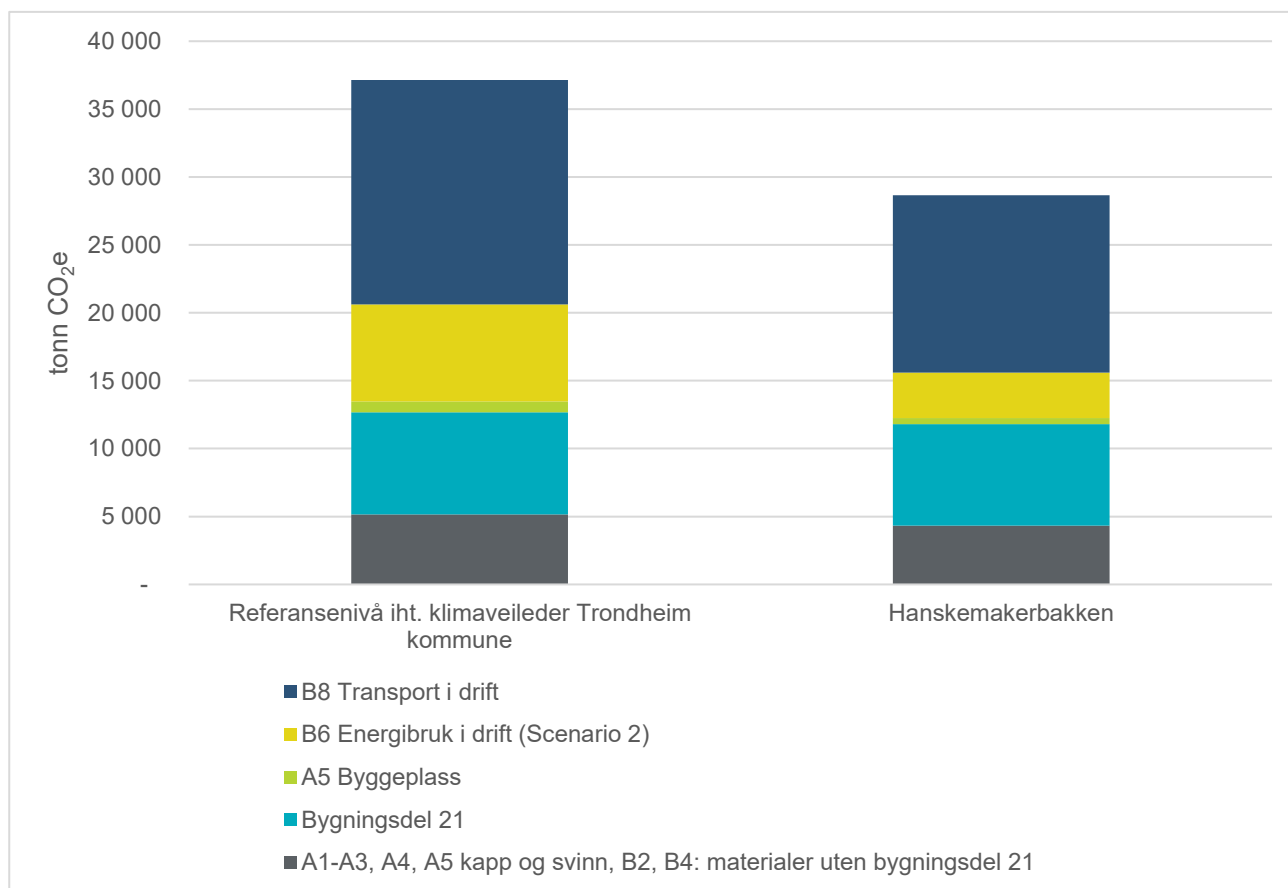
| V02     | 2025-12-03 | Oppdatert etter tilbakemelding fra prosjekt | Line Oppedal | June Voll Øksnevad | Line Oppedal |
|---------|------------|---|--------------|--------------------|--------------|
| V01     | 2025-11-24 | Første utgave for reguleringsfase           | Line Oppedal | June Voll Øksnevad | Line Oppedal |
| Versjon | Dato       | Beskrivelse                                 | Utarbeidet   | Fagkontrollert     | Godkjent     |

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

## ► Sammendrag

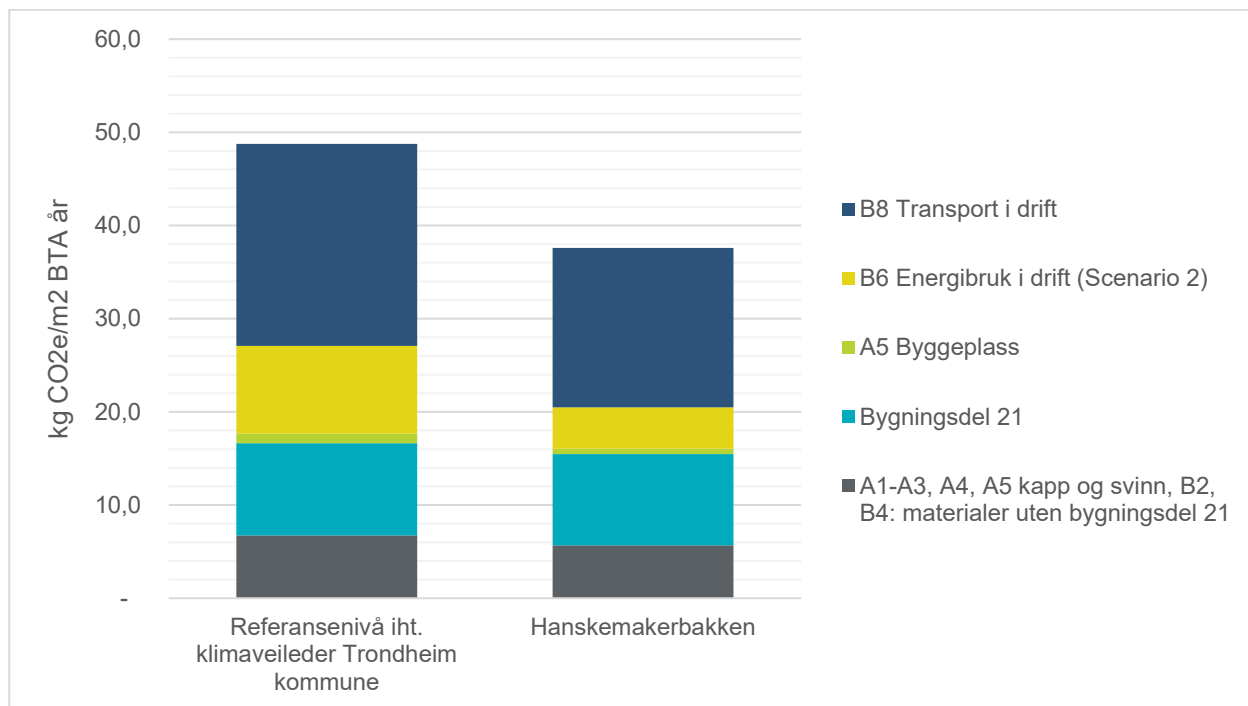
Norconsult Norge AS har på oppdrag fra Sebo Boliger AS gjennomført klimagassberegninger i reguleringsfase for Hanskemakerbakken 1-9. Prosjektet består av 5 boligblokker med 158 leiligheter, en forretningsdel og en parkeringskjeller. Klimagassberegningene er utført i en tidlig fase, slik at endringer i prosjektet kan forekomme. Klimagassberegningen gir en pekepinn på effekten av valg som gjøres i prosjektet.

Beregningen er en kvantitativ vurdering av utslipp av klimagasser forbundet med produktstadiet, transport til byggeplass, byggeplassdrift, energibruk i drift, transport i drift og utskiftning over en levetid på 50 år. Figur 1 viser resultatet for klimagassberegningen målt mot referansenivået i henhold til klimaveilederen til Trondheim kommune (27.03.25), med forutsetningene beskrevet i denne rapporten lagt til grunn.

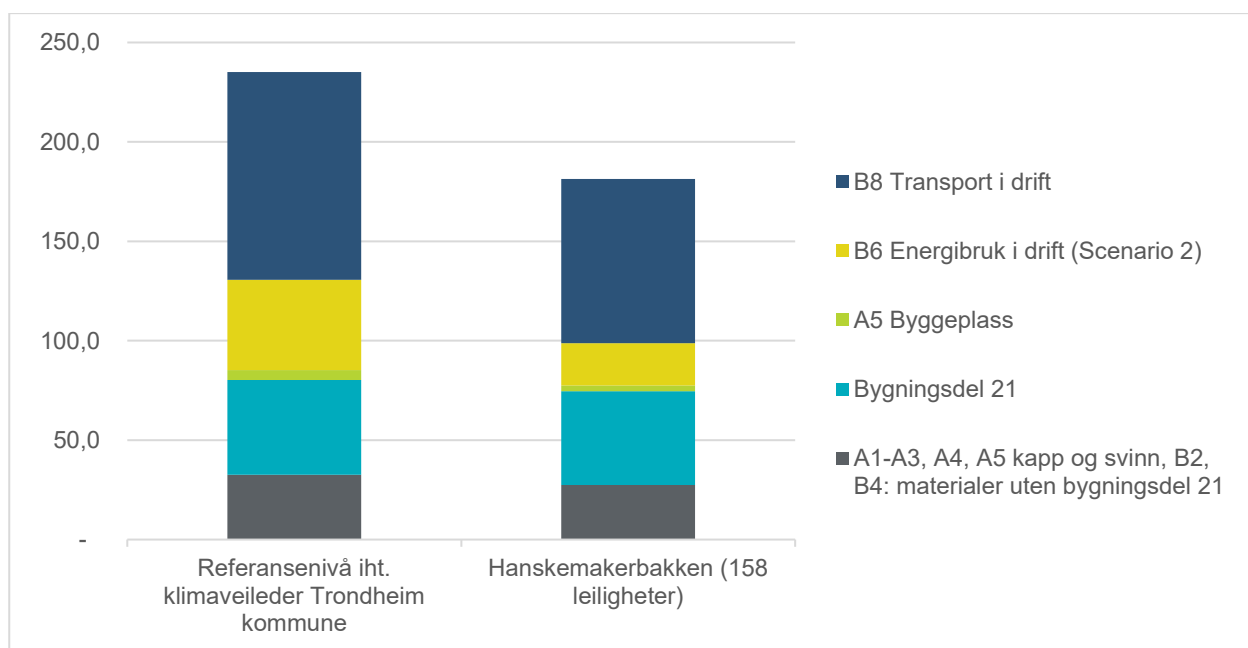


Figur 1. Resultat klimagassberegning (tonn CO<sub>2</sub>e) målt mot referansenivå, fordelt på livsløpsstadium.

Figur 2 og Figur 3 viser det beregnede klimagassutslippet målt mot referansenivået i henhold til klimaveilederen til Trondheim kommune. Figur 2 viser utslippet i kg CO<sub>2</sub>e/BTA år, mens Figur 3 viser utslippet i tonn CO<sub>2</sub>e per boenhet.



Figur 2. Sammenligning av klimagassutslipp (kg CO<sub>2</sub>e/BTA år), fordelt på livsløpsstadium.



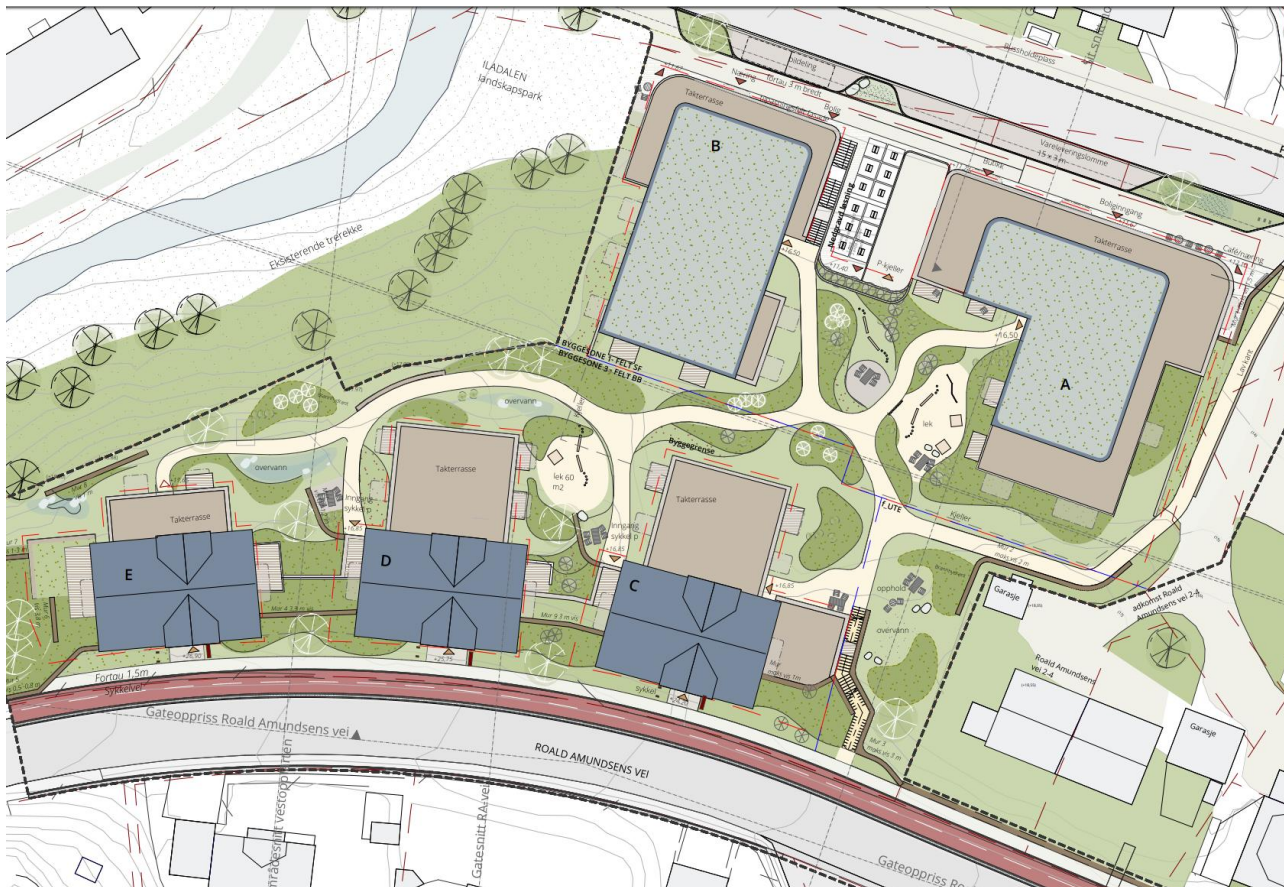
Figur 3. Sammenligning klimagassutslipp (tonn CO<sub>2</sub>e per boenhet), fordelt på livsløpsstadium.

## Innhold

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Bakgrunn</b>   | <b>6</b>  |
| <b>2</b> | <b>Forutsetninger</b>   | <b>7</b>  |
| 2.1      | Systemgrenser   | 7         |
| 2.2      | Beregningsverktøy – One Click LCA                                   | 7         |
| 2.3      | Beregningsverktøy – VegLCA (v.5.14b)                                | 7         |
| 2.4      | Beregningsgrunnlag  | 8         |
| 2.5      | Mengder og materialer   | 8         |
| <b>3</b> | <b>Materialbruk</b>   | <b>10</b> |
| 3.1      | Materialbruk (A1-A3, A4, A5 (kapp og svinn), B2, B4)                | 10        |
| 3.2      | Reduksjon av klimagassutslipp målt mot referansenivå                | 11        |
| 3.3      | Alternativsvurderinger for materialer                               | 12        |
| 3.3.1    | <i>Alternativsvurdering 1</i>                                       | 12        |
| 3.3.2    | <i>Alternativsvurdering 2</i>                                       | 12        |
| 3.4      | Spunting og kalksementstabilisering materialbruk (A1-A3, A4)        | 13        |
| <b>4</b> | <b>Arbeid på anleggsplass (A5)</b>                                  | <b>14</b> |
| 4.1      | Referansenivå   | 14        |
| 4.2      | Beregnet utslipp  | 14        |
| <b>5</b> | <b>Energibruk i drift (B6)</b>                                      | <b>16</b> |
| 5.1      | Scenario 1  | 16        |
| 5.2      | Scenario 2  | 17        |
| <b>6</b> | <b>Transport i drift (B8)</b>                                       | <b>18</b> |
| 6.1      | Referansenivå – Nasjonal reisevaneundersøkelse for Trondheim (2022) | 18        |
| 6.2      | Beregnet utslipp  | 19        |
| <b>7</b> | <b>Resultater samlet klimagassbudsjett</b>                          | <b>20</b> |
| 7.1      | Prosjektert løsning   | 20        |
| 7.2      | Sammenligning med referanse   | 21        |
| <b>8</b> | <b>Eksisterende bebyggelse</b>                                      | <b>22</b> |

# 1 Bakgrunn

På oppdrag fra Sebo Boliger AS er det utført klimagassberegninger for Hanskemakerbakken. Prosjektet består av 158 leiligheter, en forretningsdel og en parkeringskjeller. Klimagassberegningen er i henhold til klimaveilederen til Trondheim kommune (27.03.25). Figur 4 viser et oversiktsbilde over prosjektet.



Figur 4. Situasjonsplan utarbeidet av Agraff arkitektur.

Det er benyttet en levetid på 50 år iht. metode i klimaveilederen til Trondheim kommune. Formålet med klimagassberegningen er å kvantifisere klimagassutslipp som følge av prosjektet. Det er satt opp et klimagassbudsjett og vurdert aktuelle alternativer for å redusere utslippet fra materialer i prosjektet. Livsløpsvurderingen vil benyttes for å legge føringer for valg av miljøvennlige løsninger og materialer i prosjektet.

## 2 Forutsetninger

Klimagassberegningene beskriver prosjektets påvirkning på klimaendringer<sup>1</sup>. Effekten måles i utslipp av drivhusgasser (tonn CO<sub>2</sub>e). Klimagassberegningen er utarbeidet iht. *NS 3720 Metodikk for klimagassberegning for bygninger*.

### 2.1 Systemgrenser

Tabell 1 viser en oversikt over hvilke livsløpsstadier og bygningsdeler som er inkludert for TEK17 og for klimaveilederen til Trondheim kommune. Utslipp fra vedlikehold, som kan inkluderes i fase B2, er i denne beregningen tatt med i livsløpsfase B4.

Tabell 1. Oversikt over inkluderte bygningsdeler og livsløpsmoduler for TEK17 og klimaveileder.

|   | TEK17          | Klimaveileder iht. Trondheim kommune |
|---|----------------|--------------------------------------|
| Bygningsdeler som skal inkluderes i beregningen | 21-26          | 21-26                                |
| A1-A3 Produktstadiet                            | x              | x                                    |
| A4 Transport til byggeplassen                   | x              | x                                    |
| A5 Byggeplass                                   | x (kun avfall) | x                                    |
| B1 Bruk   |                |                                      |
| B2 Vedlikehold                                  | x              | x                                    |
| B3 Reparasjon                                   |                |                                      |
| B4 Utskiftning                                  | x              | x                                    |
| B5 Renovering                                   |                |                                      |
| B6 Energibruk i drift                           |                | x                                    |
| B8 Transport i drift                            |                | x                                    |
| C1-C4 Livsløpets slutt                          |                |                                      |

### 2.2 Beregningsverktøy – One Click LCA

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

Verktøyet «Carbon Designer» i One Click LCA er et referansebygg-verktøy utarbeidet av One Click LCA Ltd i samarbeid med Statsbygg, Civitas og Context. Carbon Designer er utarbeidet for den norske bransjen slik at det kan genereres referansebygg med like forutsetninger i ulike prosjekter.

### 2.3 Beregningsverktøy – VegLCA (v.5.14b)

Beregningsverktøyet VegLCA (v.5.14b), utviklet av Statens Vegvesen, er benyttet i beregningene. Dette er et Excel-basert beregningsverktøy for klimagassberegninger av infrastrukturprosjekter. VegLCA har både et overordnet verktøy og et senfaseverktøy, hvor sistnevnte krever at mengdene er oppgitt på et mer detaljert nivå. I denne klimagassberegningen er det overordnede verktøyet brukt.

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

## 2.4 Beregningsgrunnlag

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

Tabell 2. Informasjon om benyttet beregningsgrunnlag.

| Datatype                                 | Datakilde   |
|--|---|
| Materialmengder (A1-A3)                  | Beregningen er i hovedsak basert på tegninger og ifc-modell fra ARK datert 2025-11-13. Ettersom prosjektet er i tidligfase er det i tillegg generert noen mengder og materialtyper med Carbon Designer i One Click LCA. Det er benyttet generiske materialer ettersom prosjektet er i tidligfase.<br><br>Spunting og kalksementstabilisering er inkludert i beregningen. VegLCA «Overordnet verktøy» er brukt for å beregne klimagassutslippet. Mengdene er overordnet beregnet av prosjektet basert på erfaringstall fra et tilsvarende prosjekt. Mengdene er oversendt fra prosjektet på e-post 2025-11-27. |
| Transportavstand materialer (A4)         | Det er benyttet standard transportavstander fra One Click LCA. Siden prosjektet er i reguleringsfase, er det ikke gjort justeringer i transportsenarioene fra One Click LCA. For spunting og kalksementstabilisering er VegLCA «Overordnet verktøy» benyttet.   |
| Anlegg-, bygge- og monteringsarbeid (A5) | Arbeid på anleggsplass er beregnet basert på standardverdier i One Click LCA. I tillegg er massehåndtering og transport av masser inkludert i beregningen. VegLCA «Overordnet verktøy» er brukt for å beregne klimagassutslippet. For massehåndtering er mengdene oversendt fra prosjektet på e-post 2025-11-27.  |
| Materialer i bruksfasen (B4)             | Estimerte levetider er basert på typiske verdier for hvert enkelt materiale.  |
| Energibruk i drift (B6)                  | Energibruk i drift er basert på erfaringstall fra lignende prosjekter.  |
| Transport i drift (B8)                   | Utslipp fra transport i drift er beregnet i One Click LCA basert på lokasjon og parkeringsdekning.  |

## 2.5 Mengder og materialer

Mengder for gulv på grunn, dekker, tak, yttervegger, vinduer og ytterdører er i hovedsak hentet fra ifc, men ettersom prosjektet er i tidligfase, er noen materialmengder generert med Carbon Designer (CD) i One Click LCA. Når det kommer til materialbruk, velger verktøyet materialkombinasjoner iht. standard materialbruk for gitt bygningskategori. Standardmaterialene baseres på statistikk for materialbruk fra norsk byggebransje. Bygningskategorien *boligblokk* er benyttet for å beregne mengde for de gitte elementene. Det er lagt til grunn et bruttoareal (BTA) for prosjektet på 15 241 m<sup>2</sup>, inkl. kjeller.

I Tabell 3 er de gitte bygningsmassene beskrevet. Den endelige prosjekterte bygningsutformingen kan avvike fra Carbon Designer sine materialmengder, men resultatene fra klimagassberegningene vil gi et godt utgangspunkt for reguleringsfasen.

Tabell 3. Beskrivelse av mengder og materialer. CD = Carbon Designer.

| Bygningsdel        | Beskrivelse   | Mengde                  | Enhet | Kilde |
|--------------------|---|-------------------------|-------|-------|
| Fundament          | B35 betong lavkarbonklasse B inkl. armering med resirkuleringsgrad 80 %   | 15 241                  | m2    | CD    |
| Frostisolering     | EPS-isolasjon   | 327                     | m     | CD    |
| Gulv på grunn      | B35 betong lavkarbonklasse B inkl. armering med resirkuleringsgrad 80 % og EPS-isolasjon  | 3 565                   | m2    | IFC   |
| Dekke              | Hulldekke lavkarbonklasse B   | 11 675                  | m2    | IFC   |
| Søyler             | Stålsøyler med 15 % resirkuleringsgrad  | 1 296                   | m     | CD    |
| Bjelker            | Stålbjelker<br>Betongbjelke B45 betong lavkarbonklasse B inkl. armering med resirkuleringsgrad 80 %   | 1 612<br>403            | m     | CD    |
| Balkonger          | B35 betong lavkarbonklasse B inkl. armering med resirkuleringsgrad 80 %   | 1 334                   | m2    | CD    |
| Trapp og heissjakt | B45 betong lavkarbonklasse B inkl. armering med resirkuleringsgrad 80 %   | 48                      | m     | CD    |
| Kjellervegger      | B45 betong lavkarbonklasse B inkl. armering med resirkuleringsgrad 80 % og EPS-isolasjon  | 2 255                   | m2    | IFC   |
| Yttervegger        | Yttervegg i trebindingsverk inkl. mineralullsisolasjon<br>Yttervegg i B35 betong lavkarbonklasse B inkl. armering med resirkuleringsgrad 80 % og påføring | 4 101<br>1 758          | m2    | IFC   |
| Kledning           | 60 % teglsteinskledning inkl. mørtel<br>20 % malt trekledning<br>20 % fibersementplater   | 3 515<br>1 172<br>1 172 | m2    | CD    |
| Vinduer            | Vinduer med aluminiumskledning  | 2 881                   | m2    | IFC   |
| Ytterdører         | Ståldører   | 133                     | m2    | IFC   |
| Takdekke           | B45 betong lavkarbonklasse B inkl. armering med resirkuleringsgrad 80 % og isolasjon  | 3 565                   | m2    | IFC   |
| Taktekking         | Asfalt membran dobbel   | 3 565                   | m2    | IFC   |
| Innervegger        | Innervegger i trebindingsverk inkl. mineralullsisolasjon<br>Bærende innervegger i B35 betong lavkarbonklasse B inkl. armering med resirkuleringsgrad 80 % | 10 210<br>5 198         | m2    | CD    |
| Innerdør           | Tredør  | 3 156                   |       | CD    |
| Gulvoverflate      | 60 % parkett<br>20 % keramiske fliser<br>20 % vinyl   | 9 145<br>3 048<br>3 048 | m2    | CD    |
| Himling            | Gipshimling   | 15 241                  | m2    | IFC   |

## 3 Materialbruk

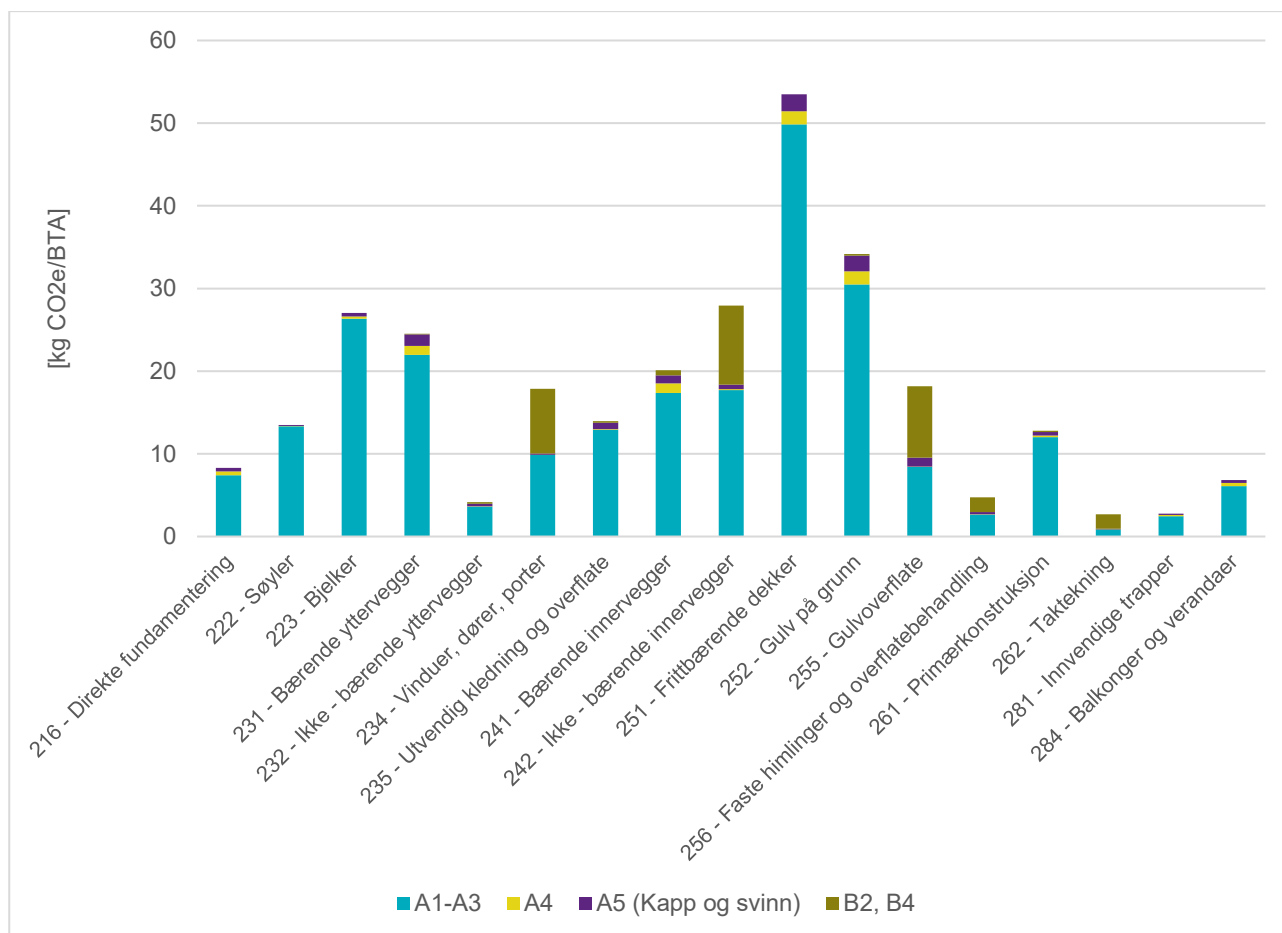
### 3.1 Materialbruk (A1-A3, A4, A5 (kapp og svinn), B2, B4)

Beregningen resulterer i totale klimagassutslipp fra materialer på 293 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> BTA over bygningens levetid, se Tabell 4.

Tabell 4. Klimagassutslipp for materialer.

| Bygningsdel                | Utslipp per bygningsdel og livsløpsfase [kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> BTA] |            |                    |             |              |
|----------------------------|---|------------|--------------------|-------------|--------------|
|                            | A1-A3   | A4         | A5 (kapp og svinn) | B2, B4      | Totalt       |
| 216 Direkte fundamentering | 7,4   | 0,5        | 0,4                | 0,0         | 8,3          |
| 22 Bæresystem              | 39,7  | 0,3        | 0,6                | 0,0         | 40,5         |
| 23 Yttervegger             | 48,4  | 1,2        | 2,6                | 8,3         | 60,5         |
| 24 Innervegger             | 35,1  | 1,2        | 1,5                | 10,2        | 48,0         |
| 25 Dekker                  | 91,4  | 3,3        | 5,3                | 10,6        | 110,5        |
| 26 Yttertak                | 12,9  | 0,2        | 0,5                | 1,9         | 15,5         |
| 28 Trapper og balkonger    | 8,5   | 0,6        | 0,5                | 0,0         | 9,6          |
| <b>Totalt</b>              | <b>243,4</b>  | <b>7,2</b> | <b>11,4</b>        | <b>31,0</b> | <b>293,0</b> |

Figur 5 viser utslipp av klimagasser som følge av materialbruk i bygget fordelt på bygningsdeler på 3-siffernivå og livsløpsstadium. Som det kommer frem av figuren er frittstående dekker og gulv på grunn de største kildene til utslipp blant bygningsdelene, med henholdsvis 18 % og 12 % av de totale klimagassutslippene fra materialer. Vinduer har et stort bidrag for B2 og B4. Årsaken til dette er at vinduene har en levetid på 30 år og må byttes ut i løpet av livstiden.



Figur 5. Klimagassutslipp per bygningsdel og livsløpsfase (kg CO<sub>2</sub>e/BTA).

### 3.2 Reduksjon av klimagassutslipp målt mot referansenivå

Referanseverdien er basert på Trondheim kommunes klimaveileder, se Tabell 5. Det er lagt til grunn en BTA på 11 735 m<sup>2</sup> for bolig, 1 664 m<sup>2</sup> for forretning og 1 842 m<sup>2</sup> for kjeller. Sammenlignet med den vektete referanseverdien oppnår prosjektet en reduksjon på 16 %. Referanseverdien i Tabell 5 gjelder for modulene A1-A3, A4, A5 (kapp og svinn), B2 og B4, og inkluderer ikke bygningsdel 21.

Tabell 5. Vektet referanseverdi og reduksjon mot referanseverdi.

|  | Referanseverdi |                    |            |        | Beregnet          |
|--|----------------|--------------------|------------|--------|-------------------|
|  | Boligblokk     | Uoppvarmet kjeller | Forretning | Vektet | Hanskemakerbakken |
| kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> BTAår | 7,41           | 3,65               | 5,62       | 6,76   | 5,69              |
| Prosentvis reduksjon                     |                |                    |            |        | 16 %              |

For fundamentering, bygningsdel 216, er referansenivået betongkvalitet i bransjereferanse iht. klimaveilederen. Ved lavkarbonklasse B blir klimagassutslippet redusert med 9,2 tonn CO<sub>2</sub>e.

### 3.3 Alternativsvurderinger for materialer

For prosjektet er det gjort to alternativsvurderinger for materialer for å finne ut hvilke materialer som har lavest klimagasspåvirkning. Ulike lavkarbonklasser for all plasstøpt betong er vurdert og ulike kledninger er vurdert.

#### 3.3.1 Alternativsvurdering 1

Utslippsfaktorer for de vurderte lavkarbonklassene er presentert i Tabell 6.

Tabell 6. Utslippsfaktor (Livsløpsstadium A1-A3 Bygningsmaterialer) for ulike lavkarbonklasser.

| Betongkvalitet | Lavkarbonklasse B                       | Lavkarbonklasse A                       |
|----------------|---|---|
| B35            | 240 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> | 210 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> |
| B45            | 270 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> | 220 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> |

Ved valg av lavkarbonklasse A fremfor lavkarbonklasse B for all plasstøpt betong, vil det totale klimagassutslippet reduseres med 149 tonn CO<sub>2</sub>e. Dette tilsvarer en reduksjon på 13 % i forhold til lavkarbonklasse B. Sammenlignet med det totale klimagassutslippet for materialer tilsvarer lavkarbonklasse A 3 % reduksjon.

Dersom lavkarbonklasse pluss velges, vil det totale klimagassutslippet reduseres med 380 tonn CO<sub>2</sub>e, som tilsvarer en reduksjon på 34 % målt mot lavkarbonklasse B og 9 % målt mot det totale klimagassutslippet.

#### 3.3.2 Alternativsvurdering 2

Resultatene fra alternativsvurdering 2 er presentert i Tabell 7. Resultatene inkluderer klimagassutslipp for hele bygningen, men det er kun kledning som er justert mellom de ulike vurderingene.

I beregningen i kapittel 3.1 er det lagt til grunn 60 % teglsteinskledning, 20 % platekledning og 20 % trekledning. Ved å bytte til 100 % trekledning vil det totale klimagassutslippet reduseres med 160 tonn CO<sub>2</sub>e, som tilsvarer en reduksjon på 4 % i totalt utslipp fra materialer.

Tabell 7. Resultater klimagassberegning fordelt på livsløpsstadium.

| Livsløpsstadium                | Klimagassutslipp [tonn CO <sub>2</sub> e] |             |
|--------------------------------|---|-------------|
|                                | Teglsteinskledning og platekledning       | Trekledning |
| A1-A3 Byggematerialer          | 3 710                                     | 3 549       |
| A4 Transport til byggeplass    | 111                                       | 109         |
| A5 Kapp og svinn               | 173                                       | 165         |
| B4 Utskiftning                 | 472                                       | 483         |
| <b>Totalt klimagassutslipp</b> | <b>4 466</b>                              | <b>306</b>  |

### 3.4 Spunting og kalksementstabilisering materialbruk (A1-A3, A4)

Utover materialbruk knyttet til bygningene er spunting og kalksementstabilisering inkludert i beregningen ettersom tomten krever et omfattende arbeid knyttet til dette. Omfang av kalksementstabilisering og spunting er overordnet beregnet av prosjektet basert på erfaringstall fra et tilsvarende prosjekt. Klimagassberegningene er gjort i VegLCA. Tabell 8 viser resultatet.

Tabell 8. Beregnet klimagassutslipp fra spunting og kalksementstabilisering.

| Bygningsdel              | Material                | Mengde (tonn) | Klimagassutslipp A1-A4 (tonn CO <sub>2</sub> e) | Kommentar                                    |
|--------------------------|-------------------------|---------------|---|--|
| 213 Byggegrøp            | Kalksementstabilisering | 3 041         | 2 940   |  |
| 214 Støttekonstruksjoner | Spunt - stål            | 1 975         | 4 117   | Rørspunt                                     |
| 214 Støttekonstruksjoner | Spunt - betong          | 2 025         | 271   | Rørspunt,<br>B45 betong<br>lavkarbonklasse B |
|                          | <b>Totalt</b>           |               | <b>7 329</b>                                    |  |

Totalt utslipp (A1-A4) for spunting og kalksementstabilisering er beregnet til **7 329 tonn CO<sub>2</sub>e**.

For bygningsdel 213 og 214, er referansenivået betongkvalitet i bransjereferanse. Ved lavkarbonklasse B blir klimagassutslippet redusert med 59 tonn CO<sub>2</sub>e.

## 4 Arbeid på anleggsplass (A5)

### 4.1 Referansenivå

I henhold til klimaveilederen til Trondheim kommune benyttes utslippsfaktor på 1,23 kg CO<sub>2</sub>e/ m<sup>2</sup> BRA år for referansenivået til arbeid på anleggsplass (A5). Bruksareal (BRA) er inkludert kjeller. Klimagassutslippet fra A5 er vist i Tabell 9.

Tabell 9. Referansenivå utslipp fra arbeid på anleggsplass.

|                                  | Klimagassutslipp (tonn CO <sub>2</sub> e) |
|----------------------------------|---|
| Referansenivå iht. klimaveileder | 797                                       |

### 4.2 Beregnet utslipp

Det er lagt til grunn elektrisitet og biodiesel som energibærere på byggeplassen. Det er estimert klimagassutslipp i One Click LCA knyttet til byggeplassdrift i form av energi- og drivstofforbruk på utbyggingsområdet. I One Click LCA er det lagt til grunn «gjennomsnittlig energi og drivstoff bruk på byggeplassen» basert på BTA for estimering av energiforbruk, se Tabell 10.

Tabell 10. Inndata for energibruk på utbyggingsområdet.

| Type byggeplassdrift  | Miljødatakilde   | Beskrivelse  |
|---|--|--|
| Gjennomsnittlig energi og drivstoff bruk på byggeplassen – Norden (per BTA) | One Click LCA (2016) LCA av diesel og biodiesel basert på ecoinvent 3.3. LCA-studie for landsspesifikke elektrisitetsblandinger basert på IEA, One Click LCA 2016. | Antatt strømforbruk 43 kWh/m <sup>2</sup> (GFA). Antatt totalbruk av biodiesel 6,0 l/m <sup>2</sup> (GFA). |

Utslippsfaktorer er beskrevet i Tabell 11.

Tabell 11. Utslippsfaktorer for energibærere.

| Energibærer                                 | Kilde                             | Totalt klimagassutslipp        |
|---|-----------------------------------|--------------------------------|
| Konvensjonelt biodrivstoff, 100 % biodiesel | Tabell Man 03-02 (EN 16258:20129) | 1,9 kg CO <sub>2</sub> e/l     |
| Elektrisitet, Scenario 2 - EU+NO            | Trondheim kommune klimaveileder   | 0,111 kg CO <sub>2</sub> e/kWh |

Tabell 12 viser estimert klimagassutslipp fra energibruk på utbyggingsområdet, fordelt på energibærere.

Tabell 12. Estimert klimagassutslipp fra energibruk på utbyggingsområdet (A5).

| Aktivitet                   | Energibærer        | Estimert budsjett energibruk | Budsjett klimagassutslipp (tonn CO <sub>2</sub> e) |
|-----------------------------|--------------------|------------------------------|--|
| Samlet forbruk biodiesel    | Biodiesel (liter)  | 91 444                       | 174  |
| Samlet forbruk elektrisitet | Elektrisitet (kWh) | 655 350                      | 63   |
| <b>Totalt</b>               |                    |                              | <b>237</b>   |

Hanskemakerbakken har dype byggegropene og omfattende kalksementstabilisering og spunting, noe som sannsynligvis vil medføre et høyere maskinforbruk enn i et gjennomsnittlig prosjekt. Siden prosjektet er i tidligfase, er det benyttet standardverdier, og det faktiske forbruket vil kunne avvike fra disse. Likevel gir standardvurderingen en god indikasjon på forventet effekt av utslippet på byggeplassen.

Utover byggeplassdrift knyttet til energi- og drivstofforbruk for bygget er massehåndtering og transport inkludert i beregningen. Det er gjort en beregning i VegLCA «Overordnet verktøy» for å beregne utslipp knyttet til massehåndtering og transport. Masseuttaket fra tomten er forutsatt å bli ca. 25 000 pfm<sup>3</sup>.

Tabell 13. Klimagassutslipp massehåndtering og transport.

| Aktivitet                    | Mengde                  | VegLCA                     | Kommentar  |
|------------------------------|-------------------------|----------------------------|--|
| Massehåndtering og transport | 25 000 pfm <sup>3</sup> | 213 tonn CO <sub>2</sub> e | Det er lagt til grunn utgravingsmasser på 25 500 pfm <sup>3</sup> og transportavstand 12,7 km til Heggstadmoen Gjenvinningsstasjon |

Totalt utslipp fra arbeid på anleggsplassen er beregnet til **450 tonn CO<sub>2</sub>e**. Dette gir prosjektet en reduksjon på **44 %** i forhold til referansenivået.

## 5 Energibruk i drift (B6)

Klimagassutslipp fra energibruk i drift skal beregnes basert på levert energi (iht. NS3031:2014). Det er ikke utført energiberegninger for prosjektet enda, og det er derfor beregnet levert energi basert på erfaringstall fra lignende prosjekter. Energibruk i parkeringskjelleren er ikke medtatt.

I henhold til klimaveilederen til Trondheim kommune er TEK17 nivå med elektrisitet som energibærer benyttet som referansenivå. I henhold til TEK17 er energirammen til boligblokker et totalt netto energibehov på 95 kWh/m<sup>2</sup> oppvarmet BRA per år og forretning 180 kWh/m<sup>2</sup> oppvarmet BRA per år.

Det er tatt utgangspunkt i to beregninger, en med elektrisitet som energibærer og en med en miks av fjernvarme og elektrisitet. Det er lagt til grunn 100% fjernvarmeforsyning for romoppvarming, varmebatteri til ventilasjon og oppvarming av tappevann. Utslippsfaktorer for elektrisitet og fjernvarme i henhold til klimaveilederen er beskrevet i Tabell 14.

Tabell 14. Utslippsfaktorer energibruk i drift. Forventet gjennomsnitt over en 50 årsperiode (2024-2073).

| Energibærer               | Utslippsfaktor (g CO <sub>2</sub> e/kWh) | Kommentar   | Miljødatakilde |
|---------------------------|--|---|----------------|
| Elektrisitet (Scenario 1) | 15,9                                     | NO - norsk forbruksmiks   | Klimaveileder  |
| Elektrisitet (Scenario 2) | 110,5                                    | EU28+NO - europeisk forbruksmiks  | Klimaveileder  |
| Fjernvarme (Scenario 1)   | 3,5                                      | Utslipp fra fjernvarme er basert på Statkraft Varmes prognoser, forventet gjennomsnitt over 50 år | Klimaveileder  |
| Fjernvarme (Scenario 2)   | 17,5                                     | Utslipp fra fjernvarme er basert på Statkraft Varmes prognoser, forventet gjennomsnitt over 50 år | Klimaveileder  |

### 5.1 Scenario 1

Tabell 15 angir referansenivå for energibruk i drift med elektrisitet som energibærer for scenario 1.

Tabell 15. Referansenivå – elektrisitet scenario 1.

|               | Energibehov [kWh/m <sup>2</sup> ] | Beregnet levert energi [kWh/år] | Utslippsfaktor [g CO <sub>2</sub> e/kWh] | Klimagassutslipp [tonn CO <sub>2</sub> e] |
|---------------|-----------------------------------|---------------------------------|--|---|
| Bolig         | 95                                | 1 021 414                       | 15,9                                     | <b>812</b>                                |
| Forretning    | 180                               | 273 828                         | 15,9                                     | <b>218</b>                                |
| <b>Totalt</b> |                                   |                                 |  | <b>1 030</b>                              |

Tabell 16 angir beregnet klimagassutslipp ved en miks av fjernvarme og elektrisitet.

Tabell 16. Beregnet klimagassutslipp fra levert energi – fjernvarme og elektrisitet miks scenario 1.

|               | Energibærer  | Beregnet levert energi [kWh/år] | Utslippsfaktor [kg CO <sub>2</sub> e/kWh] | Klimagassutslipp [tonn CO <sub>2</sub> e] |
|---------------|--------------|---------------------------------|---|---|
| Bolig         | Fjernvarme   | 645 366                         | 3,5                                       | 113                                       |
|               | Elektrisitet | 355 101                         | 15,9                                      | 282                                       |
| Forretning    | Fjernvarme   | 140 308                         | 3,5                                       | 25  |
|               | Elektrisitet | 128 145                         | 15,9                                      | 102                                       |
| <b>Totalt</b> |              |                                 |   | <b>522</b>                                |

Ved bruk av fjernvarme blir klimagassutslippet for energibruk i drift **522 tonn CO<sub>2</sub>e**. Dette tilsvarer en reduksjon på **49 %** mot kun elektrisitet som energiforsyning.

## 5.2 Scenario 2

Tabell 17 angir referansenivå for energibruk i drift med elektrisitet som energibærer for scenario 2.

Tabell 17. Referansenivå – elektrisitet scenario 2.

|               | Energibehov [kWh/m <sup>2</sup> ] | Beregnet levert energi [kWh/år] | Utslippsfaktor [g CO <sub>2</sub> e/kWh] | Klimagassutslipp [tonn CO <sub>2</sub> e] |
|---------------|-----------------------------------|---------------------------------|--|---|
| Bolig         | 95                                | 1 021 414                       | 110,5                                    | 5 643                                     |
| Foretning     | 180                               | 273 828                         | 110,5                                    | 1 513                                     |
| <b>Totalt</b> |                                   |                                 |  | <b>7 156</b>                              |

Tabell 18 angir beregnet klimagassutslipp ved en miks av fjernvarme og elektrisitet.

Tabell 18. Beregnet klimagassutslipp fra levert energi – fjernvarme og elektrisitet miks scenario 2.

|               | Energibærer  | Beregnet levert energi [kWh/år] | Utslippsfaktor [kg CO <sub>2</sub> e/kWh] | Klimagassutslipp [tonn CO <sub>2</sub> e] |
|---------------|--------------|---------------------------------|---|---|
| Bolig         | Fjernvarme   | 645 366                         | 17,5                                      | 565                                       |
|               | Elektrisitet | 355 101                         | 110,5                                     | 1 962                                     |
| Forretning    | Fjernvarme   | 140 308                         | 17,5                                      | 123                                       |
|               | Elektrisitet | 128 145                         | 110,5                                     | 708                                       |
| <b>Totalt</b> |              |                                 |   | <b>3 357</b>                              |

Ved bruk av fjernvarme blir klimagassutslippet for energibruk i drift **3 357 tonn CO<sub>2</sub>e**. Dette tilsvarer en reduksjon på **53 %** mot kun elektrisitet som energiforsyning.

## 6 Transport i drift (B8)

Klimagassutslippene fra transport i driftsfasen inkluderer utslipp fra bil, buss og jernbane for brukerne. Beregningen er gjort i One Click LCA. Utslippsfaktorer benyttet i beregningen er hentet fra One Click LCA og er beskrevet i Tabell 19. Utslippsfaktorene er basert på forventet gjennomsnitt for 2016-2076. Andre faktorer som påvirker transportberegningene, er beskrevet i Tabell 20.

Tabell 19. Utslippsfaktor fra One Click LCA for transportmidler. \*personkm for bil, buss og jernbane.

| Transportmiddel                           | Utslippsfaktor (kg CO <sub>2</sub> e/km*) | One Click LCA beskrivelse  |
|---|---|--|
| Personbil                                 | 0,0955                                    | Utslipp fra 2050 og fremover er estimert til 26 % av utslippet i 2016. Antatt 50 % diesel og 50 % bensin. Drivstofforbruk 4 l/pkm, drivstoffmiks GWP 3,04 kg CO <sub>2</sub> e/l.                                  |
| Buss                                      | 0,0083                                    | Utslipp fra 2030 og fremover er estimert til 0 % av utslippet i 2016. Antatt diesel bybuss med 18/43 fulle seter. Drivstofforbruk 0,022 l/pkm, drivstoffmiks GWP 3,04 kg CO <sub>2</sub> e/l.                      |
| Jernbane/skinne-gående kollektivtransport | 0,0024                                    | Basert på utslipp fra lokal- og regionaltog. Utslipp fra 2050 og fremover er estimert til 75 % av utslippet i 2016. Antatt elektrisitetsforbruk på 0,085 kWh/pkm og elektrisitet GWP 0,034 kg CO <sub>2</sub> e/kg |

Tabell 20. Faktorer transportberegninger.

| Faktor                                     | Verdi          | Kilde  |
|--|----------------|--|
| Brukere bolig                              | 316            | 158 leiligheter. Antatt 2 beboere per leilighet. |
| Brukere forretning                         | 1 414          | NS 3720 (100 kunder per 100 m <sup>2</sup> )     |
| Antall turer per person per dag bolig      | 2,6            | Nasjonal reisevaneundersøkelse (2022)            |
| Antall turer per person per dag forretning | 1,65           | NS 3720  |
| Antall åpningsdager bolig                  | 365 dager      | NS 3720  |
| Antall åpningsdager forretning             | 300 dager      | NS 3720  |
| Turlengde bil/kollektivt bolig             | 10,1 km/7,1 km | Nasjonal reisevaneundersøkelse (2022)            |
| Turlengde bil/kollektivt forretning        | 6,8 km/5,5 km  | Nasjonal reisevaneundersøkelse (2022)            |

### 6.1 Referansenivå – Nasjonal reisevaneundersøkelse for Trondheim (2022)

For beregning av referansenivået til transport i drift, er det tatt utgangspunkt i en transportmiddelfordeling basert på Nasjonal reisevaneundersøkelse fra 2022 for område «Sentrum uten Midtbyen», se Tabell 21. Dette er i henhold til klimaveilederen til Trondheim kommune.

Tabell 21. Transportmiddelfordeling, Nasjonal reisevaneundersøkelse (2022), «Sentrum uten Midtbyen».

|                                 | Til fots | Sykkel | Kollektiv | Bilfører | Bilpassasjer | Annet |
|---------------------------------|----------|--------|-----------|----------|--------------|-------|
| Reisemiddelfordeling bolig      | 47,0%    | 12,3%  | 13,2%     | 19,3%    | 4,7%         | 3,5%  |
| Reisemiddelfordeling forretning | 29,8%    | 4,9%   | 7,7%      | 47,1%    | 9,2%         | 1,4%  |

Referansenivået for transport i drift for bolig og forretning er henholdsvis **3 597** og **12 926 tonn CO<sub>2</sub>e**. Resultatet er over byggets levetid på 50 år.

## 6.2 Beregnet utslipp

Prosjektet planlegger maksimalt 25 parkeringsplasser for bolig og 5 plasser for næring. Dette tilsvarer en parkeringsdekning på henholdsvis 0,2 og 0,3 per 100 m<sup>2</sup> BRA. Ved å benytte geografisk område «Trondheim indre by» i One Click LCA, og planlagt parkeringsdekning blir transportmiddelfordelingen som i Tabell 22.

Tabell 22. Transportmiddelfordeling, One Click LCA.

|                                 | Gang/sykkel | Bil    | Buss  | Skinnegående |
|---------------------------------|-------------|--------|-------|--------------|
| Reisemiddelfordeling bolig      | 56,1 %      | 34,5 % | 8,5 % | 0,9 %        |
| Reisemiddelfordeling forretning | 56,1 %      | 34,5 % | 8,5 % | 0,9 %        |

Det totale klimagassutslippet for transport i drift over levetiden (50 år) er **5 066 tonn CO<sub>2</sub>e** for bolig og **7 979 tonn CO<sub>2</sub>e** for forretning. Dette tilsvarer en samlet reduksjon på 21 % mot referanseverdiene.

## 7 Resultater samlet klimagassbudsjett

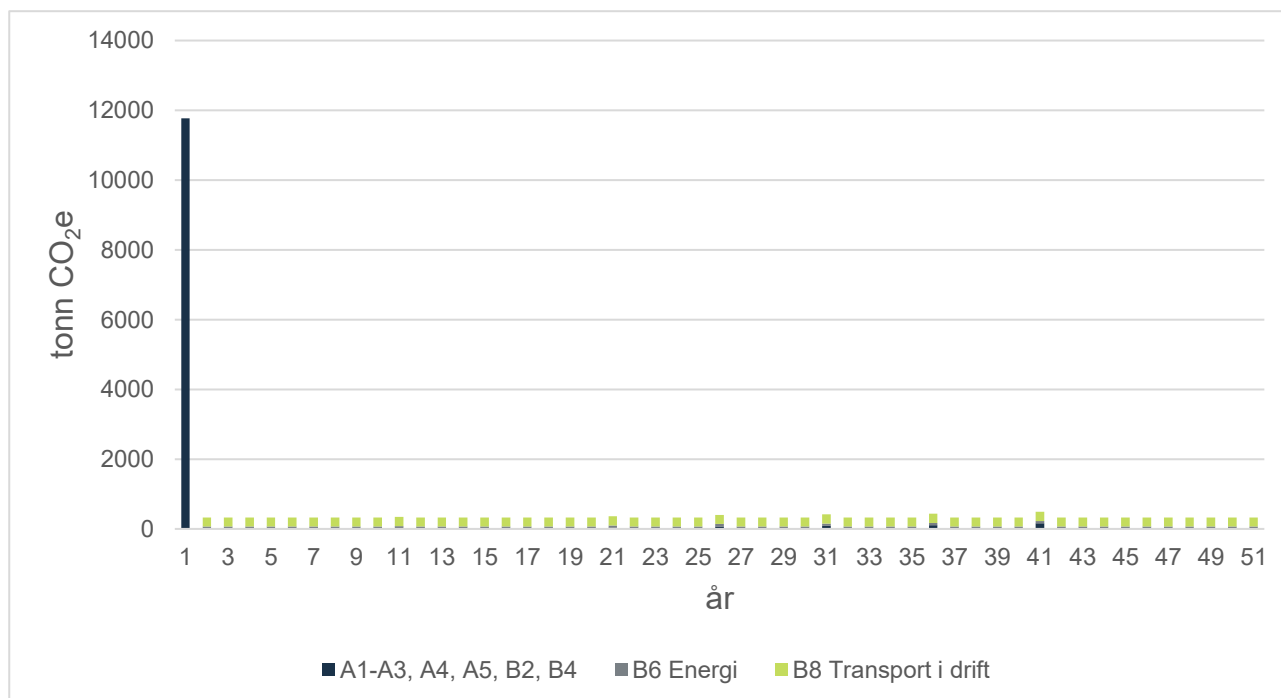
### 7.1 Prosjektert løsning

Resultatene av klimagassberegningen er oppsummert i Tabell 23. Resultatene representerer den totale livssykluspåvirkningen i løpet av 50 års levetid. Klimagassbudsjettet er beregnet til **28 434 tonn CO<sub>2</sub>e**. Dette er inkludert bygningsdel 21 (fundamentering, spunting og kalksementstabilisering).

Tabell 23. Resultater klimagassbudsjett.

| Livsløpsstadium   | Hanskemakkerbakken     |  |                |
|---|------------------------|--|----------------|
|   | tonn CO <sub>2</sub> e | kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> BTAår | andel av total |
| A1-A3 Byggematerialer og<br>A4 Transport til byggeplass | 11 148                 | 14,6                                     | 39 %           |
| A5 Byggeplass   | 624                    | 0,8                                      | 2 %            |
| B4 Utskiftning  | 472                    | 0,6                                      | 2 %            |
| B6 Energibruk i drift (Scenario 2)                      | 3 357                  | 4,4                                      | 12 %           |
| B8 Transport i drift                                    | 13 045                 | 17,1                                     | 46 %           |
| <b>Total</b>  | <b>28 434</b>          | <b>37,73</b>                             | <b>100 %</b>   |

Figuren under viser hvordan klimagassutslippet fordeler seg over livsløpet (50 år).



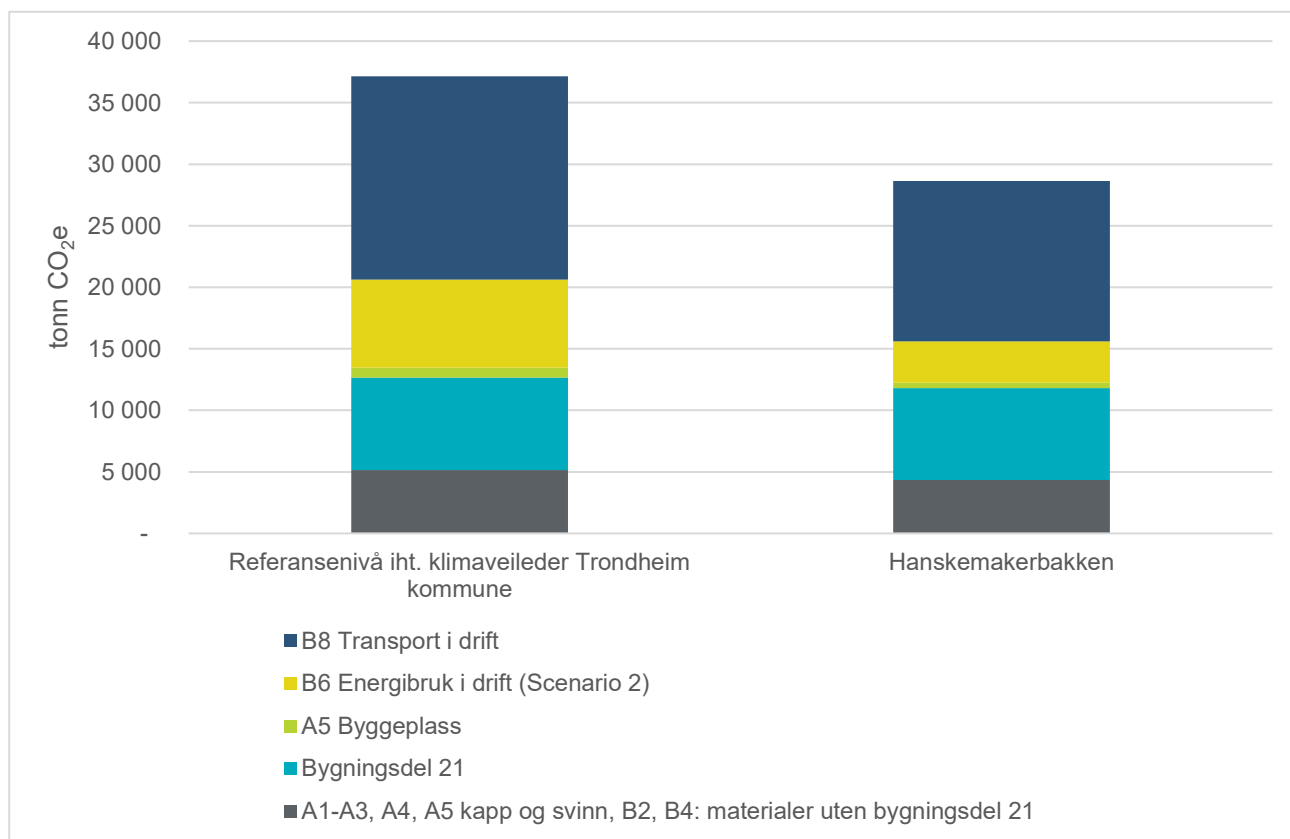
Figur 6. Klimagassutslipp fordelt over livsløpet (50 år).

## 7.2 Sammenligning med referanse

Den prosjekterte løsningen er i Tabell 24 sammenlignet med referansenivået for de ulike livsløpsstadiene i henhold til Trondheim kommune sin klimaveileder. Figur 7 illustrerer sammenligningen.

Tabell 24. Reduksjon av klimagassutslipp målt mot referansenivå.

| Livsløpsstadium   | Referansenivå (tonn CO <sub>2</sub> e) | Hanskemakkerbakken (tonn CO <sub>2</sub> e) | Prosentvis reduksjon |
|---|--|---|----------------------|
| A1-A3, A4, A5 kapp og svinn, B2, B4: materialer uten bygningsdel 21 | 5 152                                  | 4 339                                       | 16 %                 |
| Bygningsdel 21  | 7 524                                  | 7 456                                       | 1 %                  |
| A5 Byggeplass   | 797                                    | 237   | 70 %                 |
| B6 Energibruk i drift (Scenario 2)                                  | 7 156                                  | 3 357                                       | 53 %                 |
| B8 Transport i drift  | 16 523                                 | 13 045                                      | 21 %                 |
| <b>Total</b>  | <b>37 151</b>                          | <b>28 647</b>                               | <b>23 %</b>          |



Figur 7. Resultat klimagassberegning (tonn CO<sub>2</sub>e) målt mot referansenivå, fordelt på livsløpsstadium.

## 8 Eksisterende bebyggelse

På tomten er det en eksisterende bygningsmasse som består av tre eneboliger, et borrettslag med 30 leiligheter og et næringsbygg. I det følgende er det gjort vurderinger rundt riving eller bevaring av den eksisterende bygningsmassen med tanke på klimagassutslipp.

Flere av byggene er i middels eller dårlig forfatning. Leilighetene i Hanskemakerbakken 1 har energikarakter rød E, F eller G, og har dermed et betydelig energibruk. I Enova er energimerke for eneboligene ikke oppgitt, men byggene er fra 1950-tallet og har dermed et høyt energibruk i forhold til bygninger som er bygget etter TEK17.

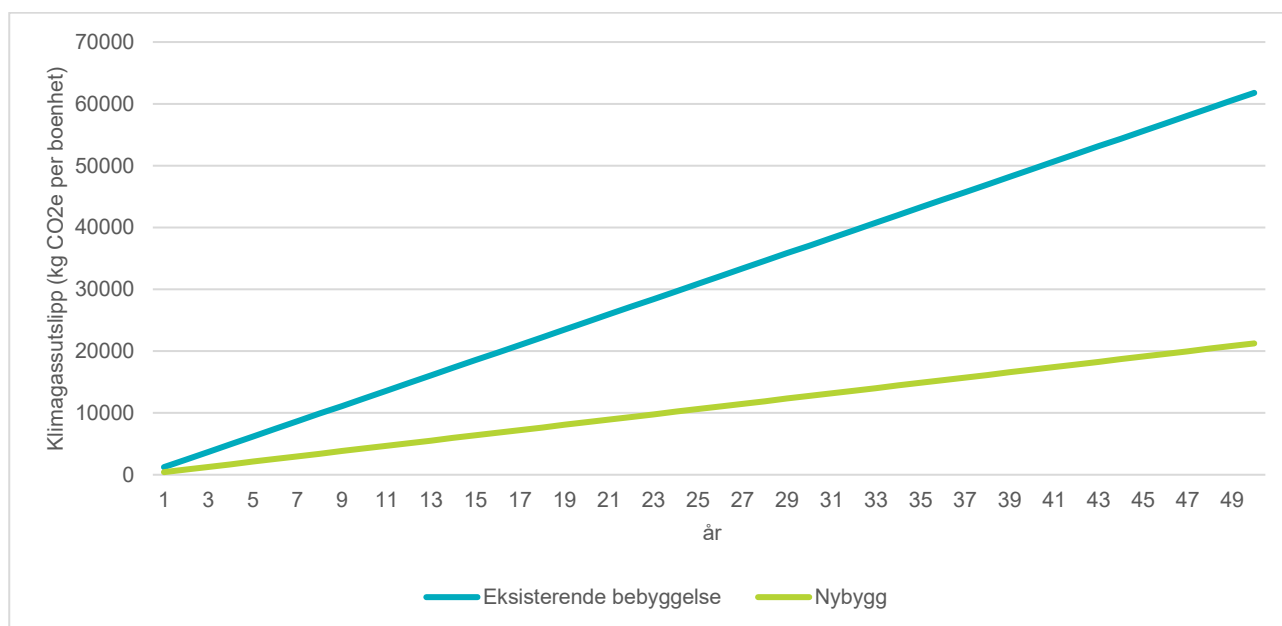
Det er gjort en grov vurdering av følgende scenario:

1. Beholde eksisterende bygg
2. Bygge nybygg som beskrevet i dette notatet

Scenario 1 innebærer å ikke rive byggene. Med antagelse om at alle boenhetene har energimerke rød E, har boligblokken et teoretisk energibruk på 161 kWh/m<sup>2</sup> BRA per år og småhusene 207 kWh/m<sup>2</sup> BRA per år. Ved europeisk el-miks, scenario 2, tilsvarer dette et klimagassutslipp på 1 236 kg CO<sub>2</sub>e per boenhet per år for den eksisterende bebyggelsen. I denne vurderingen er det ikke tatt hensyn til klimagassutslipp knyttet til materialer for det eksisterende bygget, da energiforbruket er den dominerende faktoren.

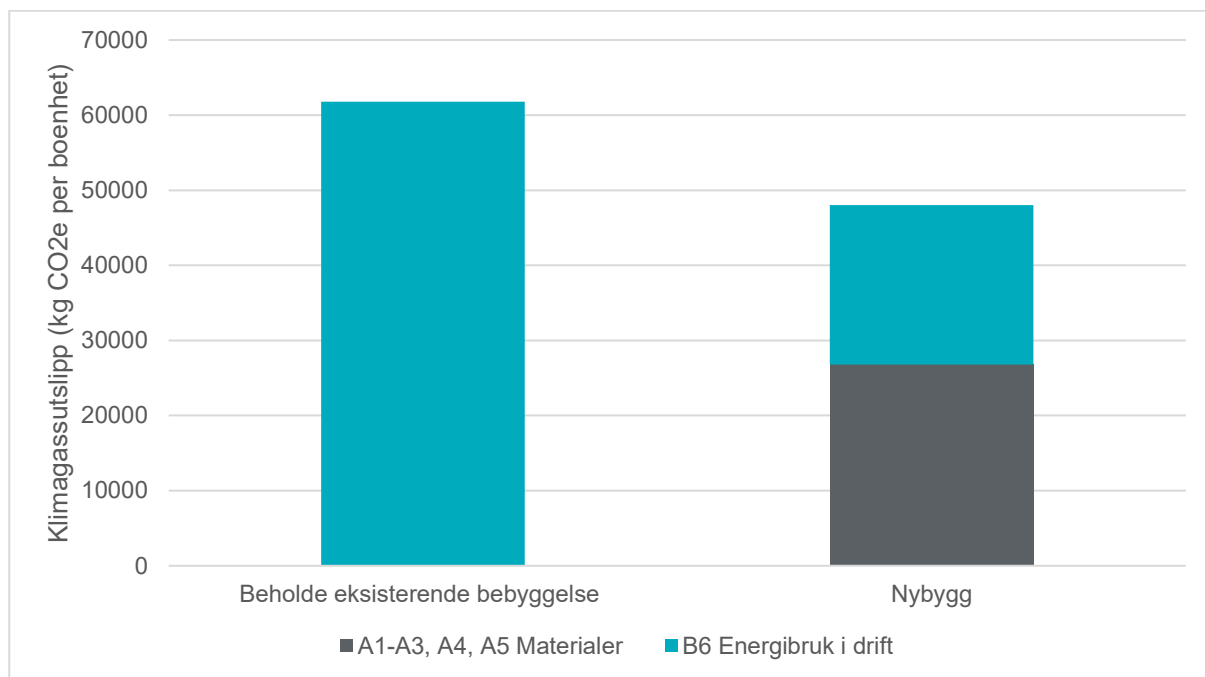
Scenario 2 innebærer å rive de eksisterende byggene og bygge nybygg som er beskrevet i dette notatet. Det er lagt til grunn resultatet fra kapittel 5.2 på 3 357 tonn CO<sub>2</sub>e. Dette tilsvarer et klimagassutslipp på 425 kg CO<sub>2</sub>e per boenhet per år.

Figur 8 viser det akkumulerte klimagassutslippet for levert energi for alternativene. Figuren viser at ved å rive det eksisterende bygget og bygge nybygg med fjernvarme vil klimagassutslippet knyttet til energibruk reduseres med 66 % per boenhet.



Figur 8. Klimagassutslipp for levert energi for eksisterende bebyggelse og nybygg per boenhet.

Figuren under viser sammenligning av alternativene. Ettersom alternativene har betydelig ulikt antall boenheter, er resultatene vist per boenhet.



Figur 9. Klimagassutslipp for levert energi og materialer for eksisterende bebyggelse og nybygg med fjernvarme.

Ettersom energiforbruket til de eksisterende byggene medfører et betydelige klimagassutslipp, resulterer dette i et høyere utslipp per boenhet sammenlignet med alternativet om nybygg. I tillegg er det en eksisterende forretningsdel som vil gjøre forskjellen enda større.

Prosjektet har gjennomført en ombrukskartlegging som identifiserer bygningselementer fra den eksisterende bygningsmasse som kan gjenbrukes i prosjektet. Dette vil bidra til å redusere klimagassutslippene.