

Bratsbergvegen 2

Tidligfase klimagassberegninger

Bratsbergvegen 2 AS



Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver: Bratsbergvegen 2 AS
Tittel på rapport: Bratsbergvegen 2
Oppdragsnavn: Bratsbergvegen 2
Oppdragsnummer: 637120-01
Utarbeidet av: Ida Nilsen Aure, Henriette Mo Sandberg
Oppdragsleder: Ingrid B. Sæter

03	10.01.2025	Oppdatering av beregninger med kjeller og færre brukere	HMS	INA
02	11. mars 2024	Lagt til rehab. og vedlikehold av eksisterende bygg	HMS	SM
01	1. mar. 2024	Tidligfase klimagassregnskap	INA	HMS
Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS

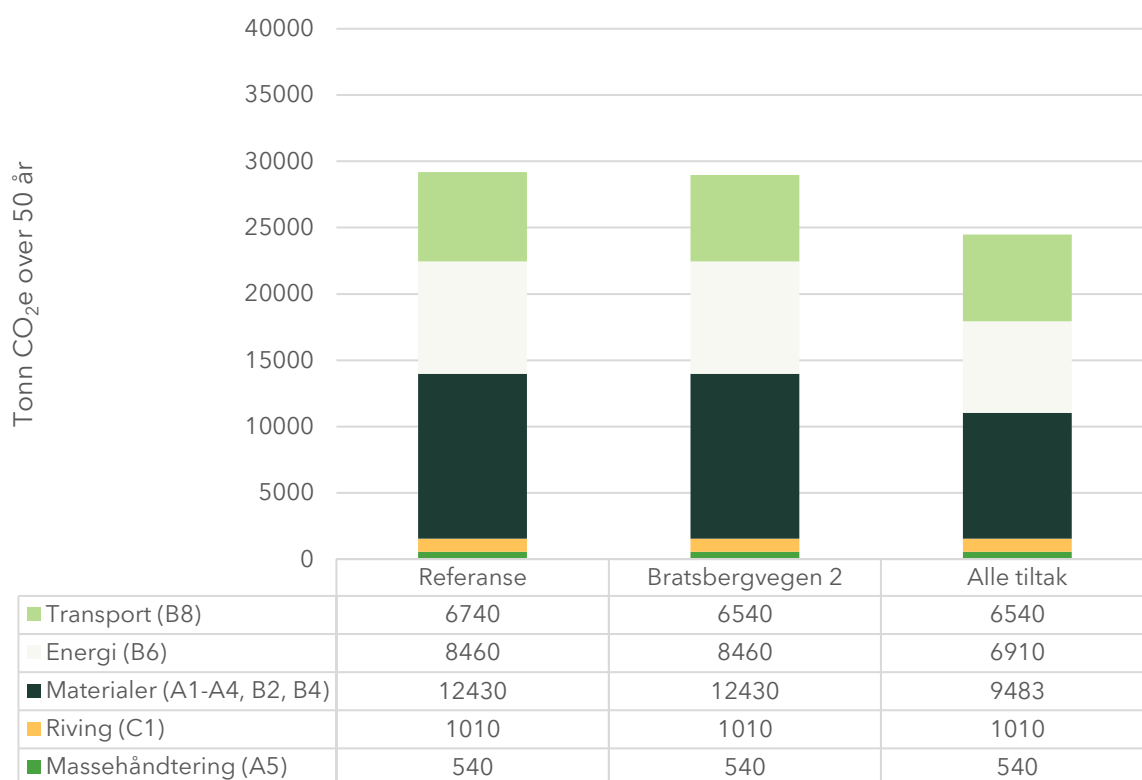
Innholdsfortegnelse

1. Sammendrag	3
2. Innledning	4
2.1. Bakgrunn	4
2.2. Generelt om klimagassberegninger og foreliggende krav	4
2.3. Planområdet	7
2.4. Kort om planforslaget	8
3. Metode	10
3.1. Trondheim kommunes krav til klimagassberegninger	11
4. Forutsetninger	12
4.1. Referanseverdier for klimagassberegningene	12
4.2. Arealer som inngår i beregningene	14
4.3. Materialbruk	14
4.4. Energibruk og energiforsyning	14
4.5. Utslippsfaktorer for energi	15
4.6. Transport i drift	15
4.7. Riving	15
4.8. Rehabilitering og vedlikehold av eksisterende bygg	15
4.9. Alternativer som skal utredes	16
5. Resultater	18
5.1. Totale klimagassutslipp for utbyggingen	18
5.2. Rehabilitering eller vedlikehold av eksisterende bygg	22
5.3. Oppsummering av tiltak	25
6. Oppsummering og anbefalinger	26
Vedlegg 1 – løsningsvalg materialer	27
7. Kilder	31

1. Sammendrag

Det har blitt utarbeidet et klimagassbudsjett i tidligfase for Bratsbergvegen 2. Denne utredningen skal identifisere bidragsyttere til klimagassutslipp og vise mulighetsrommet for at utbyggingen reduserer sine klimagassutslipp fra material- og energibruk, sammenlignet med en referanse.

Basert på forutsetningene som er gjort i denne vurderingen, er det beregnet en klimagassreduksjon på 1 % sammenlignet med et referansescenario. I tillegg er det utredet flere tiltak for å redusere klimagassutslippet fra utbyggingen. Dersom alle tiltakene blir prosjektert og inkludert i prosjektet, kan prosjektet oppnå en reduksjon på 16 % sammenlignet med referansen.



Figur 1 Totalt klimafotavtrykk fra referanseprosjekt, Bratsbergvegen 2, og Bratsbergvegen 2 med alle tiltak.

2. Innledning

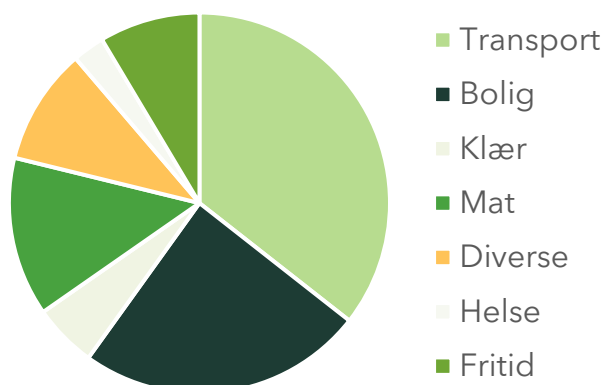
2.1. Bakgrunn

Bratsbergvegen 2 AS planlegger å utvikle eiendommen Bratsbergvegen 2 på Sorgenfri i Trondheim. Den eksisterende bygningsmassen skal rives og det planlegges nye boliger med mulighet for tilhørende tjenesteyting/forretning/fellesrom i de nederste etasjene. I sammenheng med dette planarbeidet har Asplan Viak blitt engasjert som miljørådgiver.

2.2. Generelt om klimagassberegninger og foreliggende krav

Global oppvarming og klimaendringene blir av mange sett på som vår tids største utfordring. Det meste av klimautslippene til hver enkelt person avhenger av hvordan vi lever, noe som igjen avhenger av hvor og hvordan vi bor. En gjennomsnittlig nordmann har et totalt klimafotavtrykk på mellom 8-10 tonn CO₂-ekvivalenter (tCO₂e) fra sine aktiviteter og innkjøp av varer og tjenester¹.

Flere elementer i klimafotavtrykket påvirkes av boligvalg, både plassering og energiklasse på bygget. Boligrelaterte utslipp står for rundt 2,5 tCO₂e. Den biten som bidrar absolutt mest er transport, som naturlig nok henger sammen med plassering av boligen. Det er verdt å merke at disse tallene for utslipp ikke inkluderer reiser utenfor Norge. Transport og bolig utgjør til sammen over 6 tCO₂e.



Figur 2 Gjennomsnittlig klimafotavtrykk fra en nordmann basert på utslipp for norske husholdningen¹

For å være i tråd med de nasjonale målsetningene etter Paris-avtalen, har Trondheim kommune satt et mål om reduksjon i klimagassutslipp innenfor kommunens grenser. Ambisjonen er å redusere de direkte utslippene med 80% innen 2030.

¹ Steen-Olsen m.fl



Figur 3 Trondheim kommune har som mål å redusere de direkte klimagassutslippene med 80 % sammenlignet med 2009. Per 2020 er disse utslippene redusert med 24 %.

Dersom også de indirekte utslippene som blir generert utenfor kommunens grenser blir inkludert, som knyttes til byens investeringer, varer og tjenester, vil klimagassutslippet ti-dobles.

Trondheim kommunes ambisiøse mål om reduksjon av direkte og indirekte klimagassutslipp, definert i kommuneplanens samfunnsdel og klima- og energiplan, følges opp i kommuneplanens arealdel (KPA) 2022-2034 (høringsforslag) gjennom plankart, bestemmelser og Trondheim kommunes klimaveileder for plan- og byggesaker.

Klimaveileder for plan- og byggesaker i Trondheim kommune (2023) skal hjelpe utbyggere, plankonsulenter og saksbehandlere å ta valg som bidrar til reduserte klimagassutslipp når de planlegger. Veilederen har to deler.

- Del 1 utdyper kommuneplanens arealdel sine bestemmelser om klimamål og dokumentasjon av klimagassutslipp med klimagassberegninger.
- Del 2 er et kriteriesett med tiltak som kan bidra til reduserte klimagassutslipp fra utbyggingsprosjekt. Kriteriesettet skal brukes sammen med klimagassberegninger for å synliggjøre hvordan arealplaner bidrar til å nå kommunens klimamål.



Figur 4 Klimaveileder for Trondheim kommune.

Byggeaktivitet generer store klimagassutslipp i dag, både direkte og indirekte. Gjennom levetiden til et bygg vil det være utslipp fra transport, energibruk, anleggsfase, materialbruk og avfall. I de fleste byggeprosjekter vil tydelige ambisjoner og god planlegging kunne bidra til at klimagassutslippene reduseres.

De viktigste valgene for å redusere klimagassutslipp gjøres tidlig i en plan- og byggeprosess. Valgene som gjøres tidlig er ofte rimeligere enn tiltak som gjøres senere. Samtidig er det avgjørende at de klimavennlige løsningene som planlegges tidlig, faktisk gjennomføres ved utbygging.

I henhold til TEK17 §17-1 er det krav om klimagassberegninger. Dette klimagassregnskapet skal ta utgangspunkt i de faktisk brukte materialene og mengdene, og må leveres basert på som bygget informasjon.

2.2.1. Krav til klimamål og dokumentasjon i KPA 2022-2034

Arealdelen stiller krav om at klimagassutslippene til alle søknadspliktige tiltak blir lavest mulig, gjennom hele tiltakets levetid. Hensikten er at det skal gjøres vurderinger av hva som er den beste løsningen ut fra et langsiktig klimaperspektiv.

Alle reguleringsplaner skal ha mål for reduksjon av klimagassutslipp i planens formålsbestemmelse. Dette vil være retningsgivende for planen, og sikrer at klimaperspektivet ivaretas i vurderinger av om byggetiltaket er i tråd med reguleringsplanen. Trondheim kommune oppfordrer alle til å bidra til å redusere klimafotavtrykket i hvert enkelt prosjekt, men det er ingen minimumskrav til måloppnåelse. Kommuneplanens arealdel stiller følgende krav til klimamål og klima- og energidokumentasjon:

§ 15 Energi og klima

§ 15.1 Klimamål

Alle reguleringsplaner og søknadspliktige tiltak skal planlegges og gjennomføres slik at klimagassutslippene gjennom livsløpet blir lavest mulig. I alle planforslag skal prosjektets mål for utslipp av klimagasser angis i planens formålsbestemmelse.

"Klimaveileder for plan- og byggesaker i Trondheim kommune" skal legges til grunn ved valg av løsninger.

§ 15.2 Klima- og energidokumentasjon

Forventede klimakonsekvenser som følge av gjennomføring av reguleringsplaner skal dokumenteres i samsvar med kriterier i "Klimaveileder for plan- og byggesaker i Trondheim kommune". Planer som omfatter over 1000 m² BRA, vesentlige naturinngrep eller andre større anleggstiltak, samt valg mellom riving eller bevaring av eksisterende bygg skal i tillegg dokumentere forventede klimakonsekvenser gjennom klimagassberegninger. Kommunen kan kreve at det utredes alternativer som viser hvordan klimagassutslippene kan reduseres.

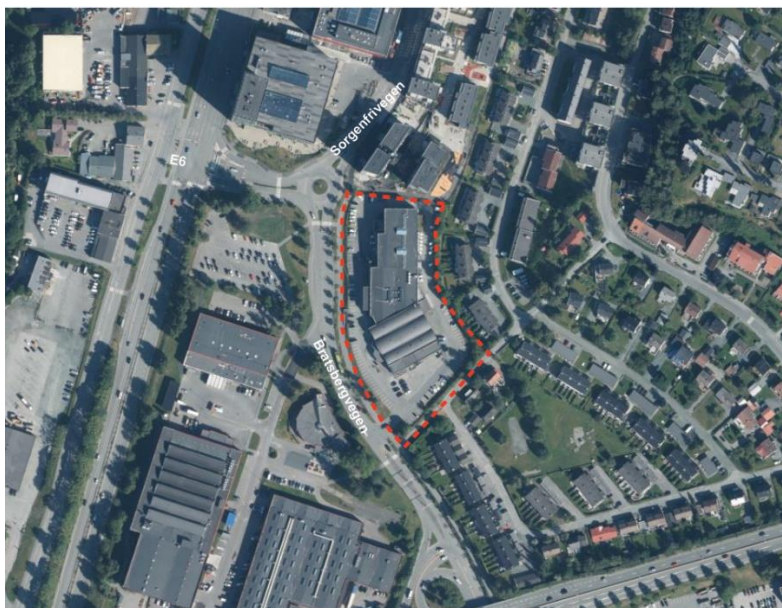
I planer og byggesaker skal det ved valg mellom riving og bevaring av eksisterende bygningsmasse synliggjøres hva som gir lavest klimagassutslipp av vedlikehold og hel eller delvis rehabilitering til ny bruk eller riving.

Klimagassberegninger bør baseres på NS 3720, samt Miljødirektoratets verktøy for beregning av klimagass fra arealbruksendringer.

Figur 5 Planbestemmelser i kommuneplanens arealdel 2022-2034 (høringsforslag).

2.3. Planområdet

Eiendommen ligger på Sorgenfri, ca. 3 km sør for Trondheim sentrum. Tomta ligger mellom Bratsbergvegen i vest, prosjektet Nærbyen 24/7 i nord og rekkehusbebyggelse i Øystein Møylas veg og Anton Grevskotts veg i hhv. øst og sør. Tomta ligger like ved rundkjøringen som fordeler trafikken mot Holtermannsvegen og Sorgenfrivegen.



Figur 6 Flyfoto av området.

Nord for området langs Sorgenfrivegen er det i senere tid oppført flere boligblokker (Nærbyen), i tillegg til store kontorbygg med blandet formål (Trondheimsporten 1 og 2). Arbeidet med å utvikle en ny bydel er godt i gang. Vest for planområdet, på motsatt side av Bratsbergvegen, ligger Siemensbygget-/anlegget med store parkeringsareal. Øst og sør for planområdet ligger boligbebyggelse (rekkehus).

Eiendommen har bebyggelse fra flere tidsperioder, hvor den eldste delen er fra tidlig 60-tallet. Resterende bebyggelse er fra sent 1970-tallet. Samlet bygningsareal på eiendommen er ca. 10880 m². Dagens bygg ligger midt på tomte med trafikk- og parkeringsareal rundt.



Figur 7 Konsept i planforslaget, Skibnes Arkitekter

2.4. Kort om planforslaget

Hensikten med planarbeidet er å legge til rette for boliger med tilhørende torg. Det reguleres et grøntdrag med turvei og planforslaget legger til rette for gangforbindelser rundt og gjennom planområdet. Det planlegges aktive fasader i øyehøyde og nye byrom, i tillegg til ikke-kommersielle soner for opphold og aktivitet.

Planforslaget viser ca. 225 boliger med en gjennomsnittlig størrelse på ca. 65-70 m² BRA. Det planlegges fellesareal iht. ny KPA.

Planforslaget legger til rette for en sammenhengende parkeringskjeller under bebyggelsen mot Bratsbergvegen. Antall bilparkeringsplasser skal være i henhold til forslag til bestemmelser for områdeplanen for Tempe og Sorgenfri:

Funksjon	Sykkel	Bil - pr 100 m ² BRA	Bil - besøk/ nyttekjøretøy - pr 100 m ² BRA
Bolig	Største tall av 3 parkeringsplass pr. 100 m ² og 1,5 parkeringsplass per boenhet	min 0,1 - maks 0,6	0,1
Forretning og tjenesteyting	min. 3 per 100 m ² BRA	0	maks 0,3
Kontor og idrett	min. 3 pr 100 m ² BRA	0	0,1

Figur 8 Norm for parkeringsplasser for bil og sykkel i forslag til områdeplan for Tempe og Sorgenfri.

For planforslaget utgjør dette følgende parkering:

Tabell 1 Minimumskrav og maksimumskrav for sykkelparkering og bilparkering beregnet med parkeringsnorm for områdeplan for Tempe og Sorgenfri.

Parkering	Sykkel	Bil
	Antall plasser	Antall plasser (min - maks)
Bolig	660	22 - 132
Besøk/nyttekjøretøy bolig		44
Forretning og tjenesteyting	24	0
Besøk/nyttekjøretøy forretning og tjenesteyting		3
Totalt	684	69 - 179

3. Metode

Beregningene er gjennomført med Asplan Viak sitt egenutviklede verktøy for klimagassberegninger i tidligfase. Beregningene er gjort i henhold til NS 3720:2018 Metode for klimagassberegninger i bygninger.

Klimagassregnskapet inkluderer følgende moduler i byggets levetid:

1. Produksjon av materialer, A1-A3
2. Transport av materialer til utbyggingsområde, A4
3. Energibruk på utbyggingsområde, A5
4. Bruksstadiet, B1-B5
5. Energibruk i drift, B6
6. Transport i drift, B8

En oversikt over moduler iht. NS3720 som er inkludert i klimagassberegningen er markert i grønt i Tabell 2. I henhold til TEK17 §17-1 beregnes klimagassutslippene over en beregningsperiode på 50 år. På grunn av at hele planområdet er utbygd, er arealbruksendringer utelatt fra beregningene.

Tabell 2 Oversikt over inkluderte moduler iht. NS3720.

INFORMASJON OM BYGNINGENS LIVSLØP																	TILLEGGS-INFORMASJON UTOVER BYGNINGENS LIVSLØP
A1-A3: PRODUKTSTADIET			A5: GJENNOMSFØRINGSTADIET		B1-B7: BRUKSSTADIET								C1-C4: LIVSLØPSETS SLUTTSTADIE				FORDELER OG ULEMPER 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	MATERIAL- OG ENERGIGJENVINNING OG OMBRUK AV MATERIALER OG EKSPORT AV EGENPRODUSERT ENERGI

3.1. Trondheim kommunes krav til klimagassberegninger

Klimaveilederen viser til at omfanget av klimagassberegningene skal tilpasses fasen et prosjekt er i. I tidlig fase fungerer klimagassberegningen som et klimagassbudsjett, hvor prosjektets ambisjoner settes i forhold til referansenivå. Det er viktigst å sette de ytre rammene for prosjektet, for eksempel byggets størrelse, riving eller ikke, energiløsninger, transport i drift og tilpasning til grunnforhold.

Klimagassbudsjettet skal brukes som et styringsverktøy i løpet av planprosessen, for å identifisere hvor man kan kutte for å oppnå ambisjonene. Klimagassberegningene revideres etter hvert som mer detaljerte løsninger er klare.

Klimagassberegninger for reguleringsplaner skal baseres på NS3720, med omfang basis med lokalisering, og minimum omfatte materialer (modulene A1-A4, B2, B4), arbeid på byggeplass (A5), energibruk i drift (B6) og transport i drift (B8). Beregningstiden er 50 år, tilsvarende krav i TEK.

Siden det skal rives bygg på tomten, er et estimert utslipp fra riveaktiviteten inkludert i beregningene.

	PRODUK-SJONSFASE			GJENNOM-FØRINGSFASE		BRUKSFASE								SLUTTFASE			
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	C1	C2	C3	C4
	RÅVARER	TRANSPORT	PRODUKSJON	TRANSPORT	ANLEGGSSARBEID	BRUK	VEDLIKEHOLD	REPARASJON	UTSKIFTING	OMBYGGING	ENERGIBRUK I DRIFT	VANNFORBRUK I DRIFT	TRANSPORT I DRIFT	RIVING	TRANSPORT	AVFALLSBEHANDLING	AVHENDING
TK																	
TEK																	

Figur 9 Illustrasjon av de forskjellige modulene i en klimagassberegning etter NS3720. Trondheim kommunes (TK) krav er at beregningene skal omfatte modulene A1-A5, B2, B4, B6 og B8.

4. Forutsetninger

4.1. Referanseverdier for klimagassberegningene

Materialbruk

For beregningen av referanseverdier, er det lagt til grunn utslippsnivåer per bygningstype med utforming som et «skoeskebygg» (referansebygg) iht. referansene er satt i DFØ/BREEAM-NOR v6.1 manualen. Dette er anslagsvise tall, men gir likevel en indikasjon på utslipp fra materialbruk nybygg.

Løsningene som er valgt i utarbeidelsen av referansen er med bakgrunn i følgende hensyn:

- Representere standard byggepraksis i Norge per i dag.
- Nøktern bygningsutforming, styrt av tekniske, heller enn estetiske hensyn.

Videre forutsettes det 1 meters byggegrop i beregningene for massehåndtering i arbeid på byggeplass. I tillegg er det forutsatt en byggegrop på 5 meter for kjellerarealene.

Transport i drift

Referansen er et bygg lokalisert i Trondheim kommune. For transport i drift tar beregningene utgangspunkt i reisevaneundersøkelsen for Trondheim kommune 2022. Det er anslått 2,1² beboere per leilighet, som tilsvarer 473 beboere. Antallet blir benyttet til å regne ut årlig turproduksjon.

Tabell 3 Informasjon hentet fra reisevaneundersøkelsen for Trondheim kommune i 2022.

Trondheim kommune, indre sørøst	Til fots	Sykkel	Buss	Bilfører	Bilpassasjer	Annet
Transportmiddelfordeling	28,4 %	8,8 %	11,5 %	39,3 %	9,5 %	2,6 %
Median reiselengde (km)	1	3	5,3	6	7	6

Beregningene er iht. NS 3720, og har en beregningsperiode på 50 år. Utslipp fra personbiler er beregnet med utgangspunkt i bilparkens sammensetning over tid, bensin-, diesel- og strømforbruk fra bilene, samt utslipp forbundet med produksjon av biler og infrastruktur. Utslipp per km fra kjøretøy er forutsatt å reduseres over tid, som følge av økende motoreffektivitet og økt bruk av lavutslippsteknologi. For gående og syklende er utslippet satt til 0 kg CO₂e/pkm³. Kategorien annet er ekskludert fra beregningene da det ikke finnes tilstrekkelig informasjon.

² [Personer per privathusholdning- SSB](#)

³ Pkm = personkilometer

Tabell 4 Utslippsfaktorer brukt til å beregne klimagassutslipp fra transport i drift

Transportmiddel	Utslippsfaktor, kg CO ₂ e/pkm
Bil	0,065
Buss	0,0172

For beregning av effekten av unngåtte parkeringsplasser er metoden fra FutureBuilt Zero -T (V3) brukt. For referansealternativet er det tatt utgangspunkt i maksimal parkeringsdekning for Tempe - Sluppen området, som gir 179 parkeringsplasser.

Energi

Det er lagt til grunn at det bygges etter gjeldene minimumskrav i TEK17. Ettersom utbyggingsområdet ligger innenfor fjernvarmeområdet, er fjernvarme benyttet som energikilde.

4.2. Arealer som inngår i beregningene

Det er forutsatt et totalt bruksareal på 27 495 m².

For dagens bygningsmasse er det hentet ut informasjon fra GIS-data, der det antatt at bærekonstruksjonene er i betong.

Tabell 5 Forutsatte arealer i beregningene.

Eksisterende bygg	Areal (BRA)
Bygg 1	6950
Bygg 2	2940
Nybygg	Areal (BRA)
Kjeller	5370
Leiligheter	21071
Fellesarealer	1054

4.3. Materialbruk

Det er ikke lagt noen føringer på hvilke materialer som skal benyttes i planprosjektet. Det er derfor tatt utgangspunkt i referanseverdiene for boligblokk og forretning. Forutsetningene er derfor de samme som i kapittel 4.1.

For alternativet med tiltak er det tatt utgangspunkt i de samme materialene som ligger til grunn for referanseverdiene, men det er valgt produkter på markedet med lavt klimafotavtrykk. For eksempel er det benyttet betong lavkarbon B i referansebygget, mens i alternativet med tiltak ligger betong lavkarbon ekstrem til grunn. Ytterligere beskrivelse av hvilke materialer som er lagt til grunn, se Vedlegg 1 – løsningsvalg materialer.

Det er ikke vurdert noen egne tiltak for å redusere utslipp fra aktiviteter på byggeplass.

4.4. Energibruk og energiforsyning

Energibruken i bygninger er en viktig del av klimafotavtrykket i et område. Gjennom ulike tiltak på bygningene og ved valg av energiforsyningsløsning, kan energibehov og levert energi reduseres mye sammenlignet med minimumskravene i byggeforskriftene. Byggene i planområdet er planlagt oppført i henhold til minimumskravene i TEK17. Vi har likevel valgt å inkludere et alternativ med passivhus for å vise effekten av tiltaket.

Siden utbyggingsområdet ligger innenfor fjernvarmeområdet, er fjernvarme lagt til grunn.

4.5. Utslippsfaktorer for energi

Klimafotavtrykket til energibruk vil imidlertid være avhengig av utslippsfaktoren til de ulike energibærerne som benyttes. Verdiene gitt av Trondheim kommunes klimaveileder for plan og byggesaker er benyttet.

I veilederen beregnes elektrisitet og fjernvarme for to ulike scenarier for utslippsfaktorer for energibruk i drift:

- Scenario 1: Norsk miks for strømmiks: 18 g CO₂/kWh, fjernvarme: 15 g CO₂/kWh
- Scenario 2: Norsk-europeisk strømmiks: 136 g CO₂/kWh, fjernvarme: 46 g CO₂/kWh

Scenario 2 blir brukt beregningene, men det er også vist resultater fra energibruk med scenario 1 i avsnitt 5.1.2 Energibehov og energiløsninger.

4.6. Transport i drift

Det er tatt utgangspunkt i samme reisemiddelfordeling for prosjektområdet som for referansealternativet. I planforslaget er det tegnet inn 72 parkeringsplasser, mens i alternativet med tiltak er det lagt til grunn minimumsnivået av parkeringsplasser på 69 stk.

4.7. Riving

Det finnes generelt lite erfaringstall for klimagassutslipp fra riving av bygg. Dette er fordi det som regel er knyttet høy usikkerhet til hva som vil skje i avhendingsfasen, både fordi byggets levetid er svært usikker, og fordi det er uvisst hvordan fremtidens maskinteknologi og avfallshåndteringssystem vil se ut.

Det er tatt utgangspunkt i studiet *"Assessment of the environmental performance of buildings: A critical evaluation of the influence of technical building equipment on residential buildings"*. Dette studiet oppgir verdier for avhendingsfasen, inkludert riveprosess og avfallshåndtering. Utslippsverdiene som er lagt til grunn er 102 kg CO₂e/m².

4.8. Rehabilitering og vedlikehold av eksisterende bygg

I henhold til veilederen for klimagassberegninger i tidligfase skal det ved valg mellom riving og bevaring av eksisterende bygningsmasse synliggjøres hva som gir lavest klimagassutslipp av vedlikehold, hel eller delvis rehabilitering til ny bruk eller riving.

Det er lite informasjon om de eksisterende byggene på tomten. Det er derfor tatt utgangspunkt i BRA av de eksisterende byggene og referanseverdier for rehabilitering og vedlikehold av eksisterende bygg. For rehabilitering av bygg er det antatt at alt, utover bærende elementer, gulv på grunn, frittstående dekker og grunnarbeid, etableres på nytt. For vedlikehold er det tatt utgangspunkt i referanseverdier for vedlikehold over byggets levetid.

Energibruk i drift antas å være i henhold til TEK17 for rehabilitert bygg, mens for vedlikehold av bygg antas det å være i henhold til TEK69 basert på formålsdeling og samlet beregnet spesifikt energibruk⁴. Dette er usikkert da det kan ha blitt gjort oppgraderinger av bygget etter byggeår. Dersom det er gjort oppgraderinger av energieffektiviteten til bygget vil energiforbruket være betraktelig lavere.

For transport i drift er det tatt utgangspunkt i generiske tall basert på bygningskategori og areal. Det er derfor ekstra stor usikkerhet i utslippene fra transport i drift, da det ikke er opplyst hvor mange brukere det er i dag. Basert på forutsetningene er det antatt 4850 brukere av bygget.

4.9. Alternativer som skal utredes

Det ble utarbeidet et enkelt klimagassregnskap for Bratsbergvegen 2 som sammenlignes mot et referansebygg. Dette i samsvar med til Veilederen for klimagassregnskap i planfase fra Trondheim kommune. I tillegg ble et siste alternativ beregnet for å vise tiltak som kan redusere klimagassutslippene ytterligere. Tabell 6 viser en oversikt over de ulike alternativene som er utredet.

Tabell 6 Oversikt over alternativer.

Alternativ	Materialer	Energistandard	Energiforsyning	Transport
Referanse	Referanseverdier DFØ (2023)	TEK 17	Fjernvarme	RVU Trondheim kommune, Indre sørøst 179 parkeringsplasser (max scenario)
Bratsbergvegen 2	Referanseverdier DFØ (2023)	TEK 17	Fjernvarme	RVU Trondheim kommune, Indre sørøst 72 parkeringsplasser
Med tiltak	Lavutslippsmaterialer	Passivhus	Fjernvarme	RVU Trondheim kommune, Indre sørøst 69 parkeringsplasser (min scenario)

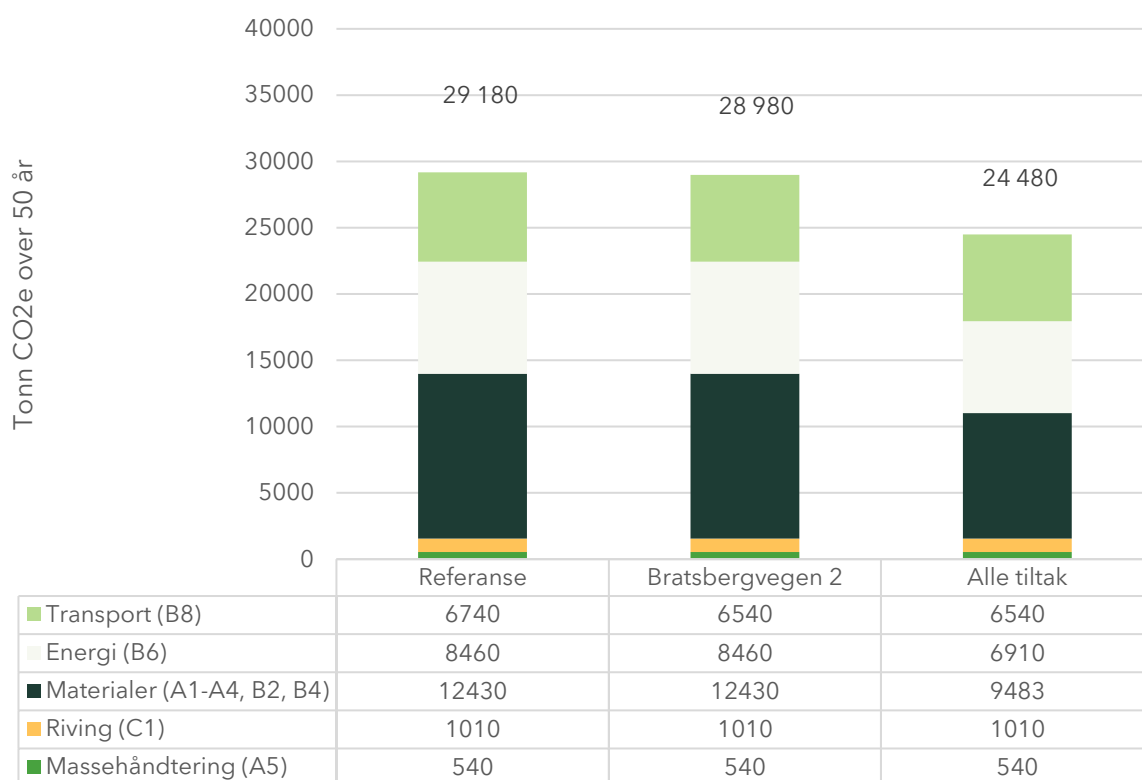
⁴ THEMA-Rapport 2012-28: Energibruk i kontorbygg – trender og drivere, s. 34

Vedlikehold av eksisterende bygg	Referanseverdier DFØ (2023) for vedlikehold	TEK69	Fjernvarme	RVU Trondheim kommune, Indre sørøst Med tilgang på parkering
Rehabilitering av eksisterende bygg	Referanseverdier DFØ (2023) for rehabilitering	TEK17	Fjernvarme	RVU Trondheim kommune, Indre sørøst Med tilgang på parkering

5. Resultater

Her presenteres de viktigste resultatene fra analysen. Det er viktig å understreke at resultatene er gitt de forutsetninger som er beskrevet, noe som er helt nødvendig for å kunne gi innspill på et så tidlig stadium som mulig i planleggingen.

5.1. Totale klimagassutslipp for utbyggingen



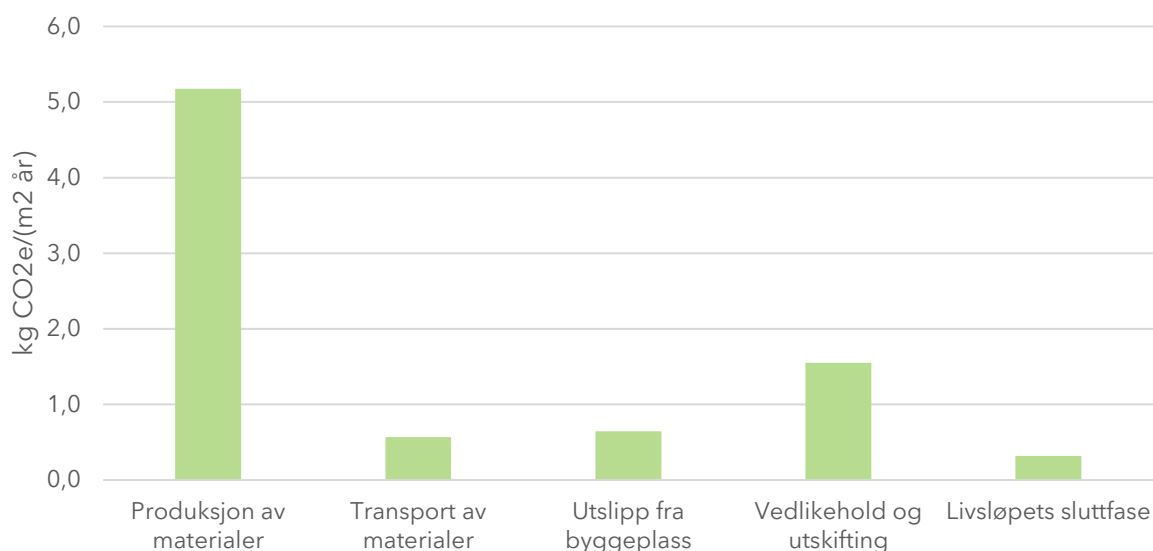
Figur 10 Totalt klimafotavtrykk fra referanseprosjekt og Bratsbergvegen 2 med alle tiltak. Utslipp er gitt i tonn CO_{2e} over 50 år.

Det totale utslippet for det skisserte planforslaget for Bratsbergvegen 2 er 28 980 tonn CO_{2e} over 50 år. Her står materialer for 43 % av utslippene, etterfulgt av utslipp fra energibruk på 29 %. Transport i drift står for 23 % av utslippene. Utslipp fra riving bidrar med 3,5 %, mens utslipp fra massehåndtering bidrar med 1,9 % av de totale utslippene. Sammenlignet med referanseprosjektet tilsvarer dette en reduksjon på 1 %.

Inkluderes samtlige undersøkte tiltak, reduseres utslippene med 16 % sammenlignet med referansen.

5.1.1. Materialbruk

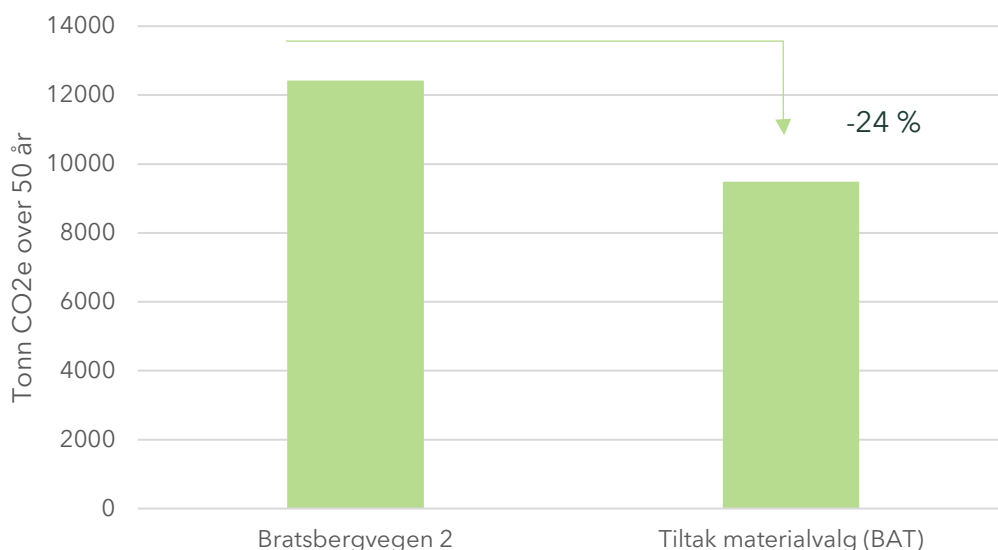
For materialbruk er det antatt at standard materialbruk er planlagt for utbyggingsprosjektet, dermed er referanseverdier benyttet for prosjektet Bratsbergvegen 2.



Figur 11 Utslipp fra bruk av materialer.

Det er utslippene fra produksjon av materialer som er den største bidragsyteren til materialene i et bygg.

For å vise potensialet som ligger i å benytte mindre utslippsintensive materialer, er det lagt til et tiltak der materialene er lavutslipp BAT (best available technologies). Som vist i Figur 12 reduserer dette utslippene fra materialer med 24 %. Det er også muligheter for ytterligere reduksjon ved f.eks. å benytte ombruksmaterialer eller velge en mer optimalisert konstruksjon enn det som er lagt til grunn i referanseverdiene.

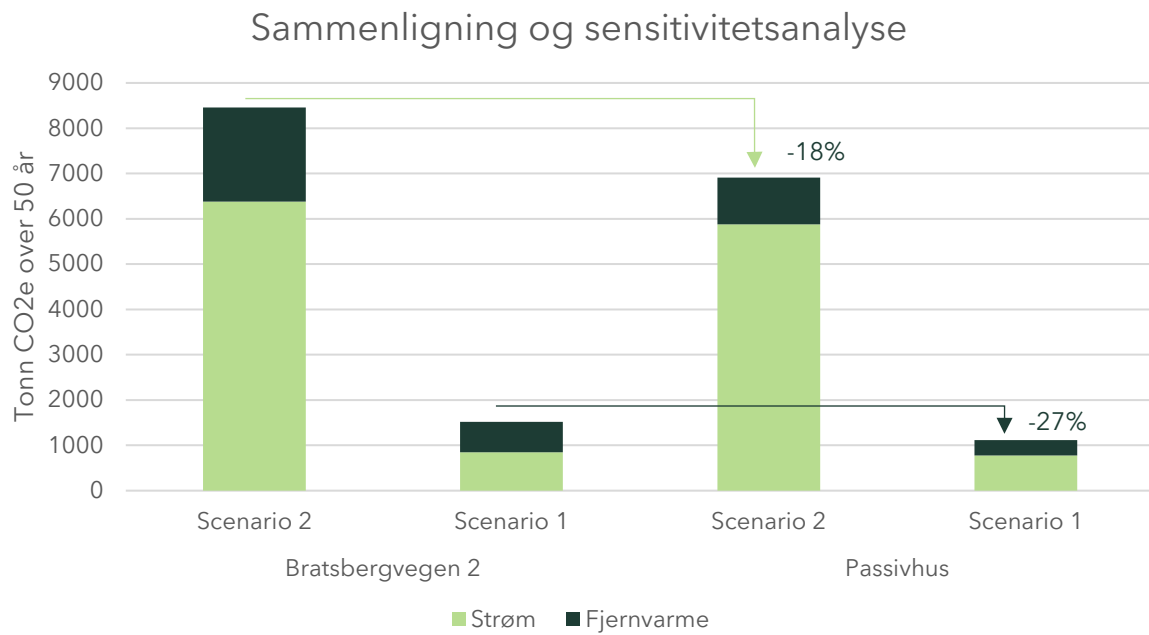


Figur 12 Reduksjon ved tiltak på materialvalg.

5.1.2. Energibehov og energiløsninger

Både referansen og planprosjektet tar utgangspunkt i et energibehov etter TEK17 med fjernvarme som energiløsning. Dette gir et årlig forbruk på ca. 1 800 MWh. Dersom bygget bygges etter passivhusstandarden med fjernvarme som energikilde, vil energibehovet reduseres med 27 %.

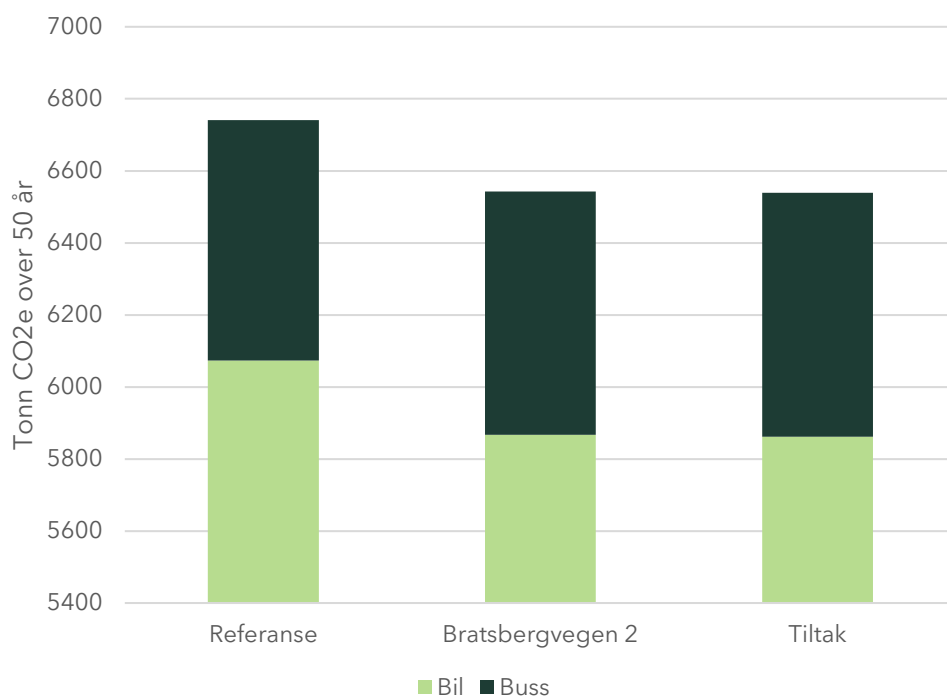
Klimagassutslippene kan variere mye avhengig av hvilke utslippsfaktorer som legges til grunn. I Figur 13 sammenlignes de to løsningene med ulike utslippsfaktorer for strøm og fjernvarme. Utslippsfaktorene er hentet fra *Klimaveileder for plan og byggesaker i Trondheim kommune*, som skiller mellom to scenarier av utslippsfaktorer. Fra resultatene ser man at valg av elektrisitetsmix og fjernvarme ikke endrer hvilke teknologier som har lavest klimafotavtrykk, men det endrer reduksjonspotensialet.



Figur 13 Klimagassutslipp relatert til energibruk for referanse og prosjektet med ulike energiforsyningsløsninger. Resultatene er vist med norsk-europeisk energimiks og norsk miks.

5.1.3. Transport i drift

For transport i drift er tall fra RVU i Trondheim kommune lagt til grunn maksimal parkeringsdekning, mens foreslått parkeringsdekning er lagt til grunn for Bratsbergvegen 2. Det er i tillegg sett på hva det utgjør å legge til grunn minimal parkeringsdekning. Som vi ser av resultatene er det allerede lagt til grunn lav parkeringsdekning i planforslaget, og en reduksjon på 3 parkeringsplasser utgjør lite.

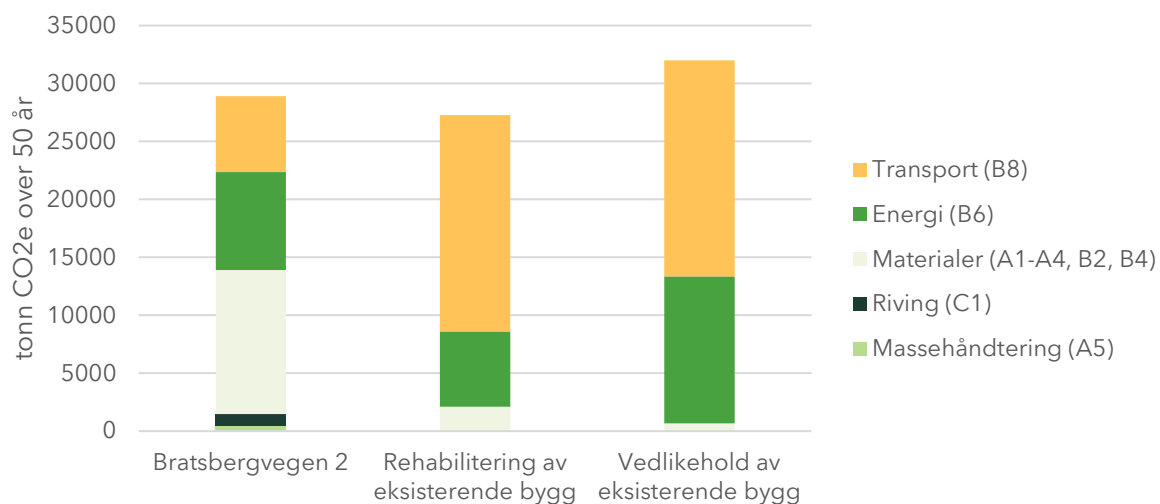


Figur 14 Utslipp fra transport i drift over 50 år, referanse og med tiltak.

5.2. Rehabilitering eller vedlikehold av eksisterende bygg

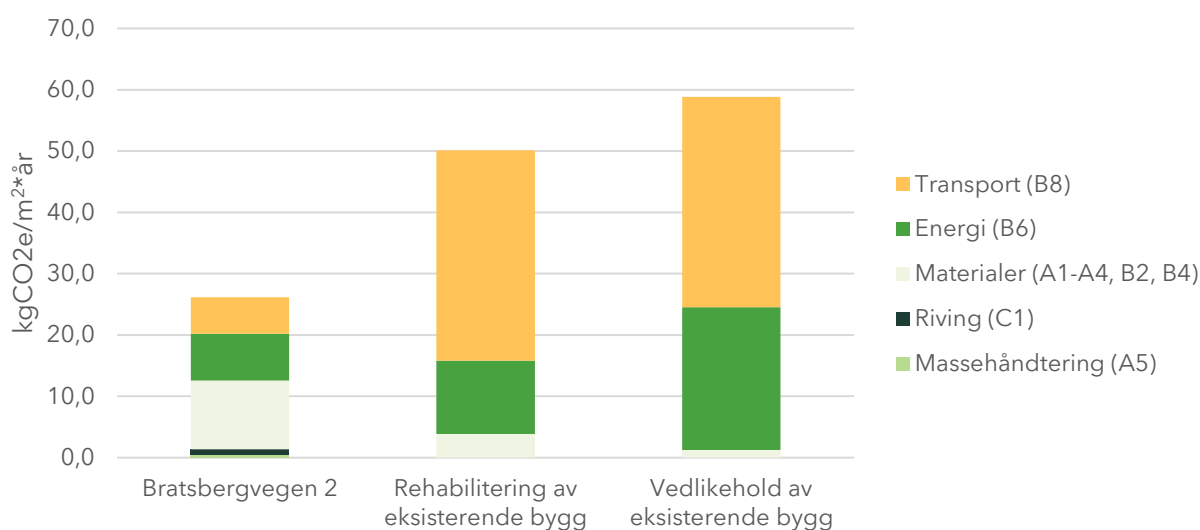
Når man sammenligner totale klimagassutslipp knyttet til oppføring av nye boliger, rehabilitering av eksisterende bygg og vedlikehold av eksisterende bygg, viser det seg at rehabilitering generelt gir de laveste utslippene. Det er imidlertid ikke direkte sammenlignbart, ettersom byggene har ulikt areal og ulike funksjoner. For eksempel har Bratsbergvegen 2 en

planlagt funksjon som inkluderer 225 boliger, mens rehabilitering av eksisterende bygg kombinerer kontor- og forretningslokaler.



Figur 15 Klimagassutslipp fra ulike rehabiliterings og vedlikeholds alternativ

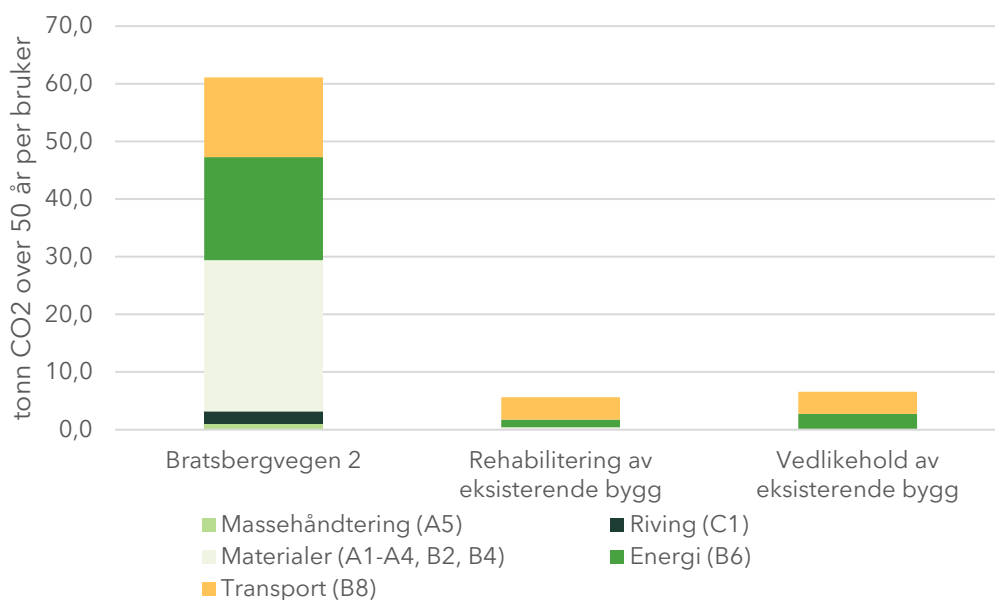
For å gjøre sammenligningen mer relevant er utslippene beregnet per kvadratmeter utnyttet areal, som vist i Figur 15. Selv om dette gir et bedre grunnlag for sammenligning, tar det ikke hensyn til at dagens funksjoner i området sannsynligvis må flyttes til andre lokasjoner i byen, noe som potensielt kan kreve nye bygg og dermed medføre ytterligere utslipp. En slik vurdering krever en mer omfattende analyse med systemutvidelse basert på mer detaljert informasjon enn det som finnes i dagens planforslag.



Figur 16 Klimagassutslipp per m² for ulike bevarings og rehabiliteringsalternativer

I Figur 16 presenteres klimagassutslippene per kvadratmeter for ulike bevarings- og rehabiliteringsalternativer. Analysen viser at Bratsbergvegen 2 har de laveste utslippene per kvadratmeter, etterfulgt av rehabilitering og deretter vedlikehold. Vedlikeholdsalternativet har høye utslipp knyttet til energibruk i drift, ettersom det er antatt at bygget ikke har gjennomgått energioppgraderinger siden det ble oppført. Dette er imidlertid en usikkerhetsfaktor, og utslippene kan reduseres dersom det faktisk er gjort energioppgraderinger.

Transport i drift bidrar med høyest klimagassutslipp ettersom det innebærer transport av mennesker til og fra boliger og til og fra kontor og forretning over 50 år. Transport i drift er svært usikkert da det er basert på dagens reisevaner og resultatene burde i stor grad vurderes uten transport i drift. Det er også stor forskjell i reisevaner til og fra bolig og kontor/forretning. Det er flere brukere på forretningsbygg noe som bidrar til økte utslipp fra transport i bevaringsalternativene.



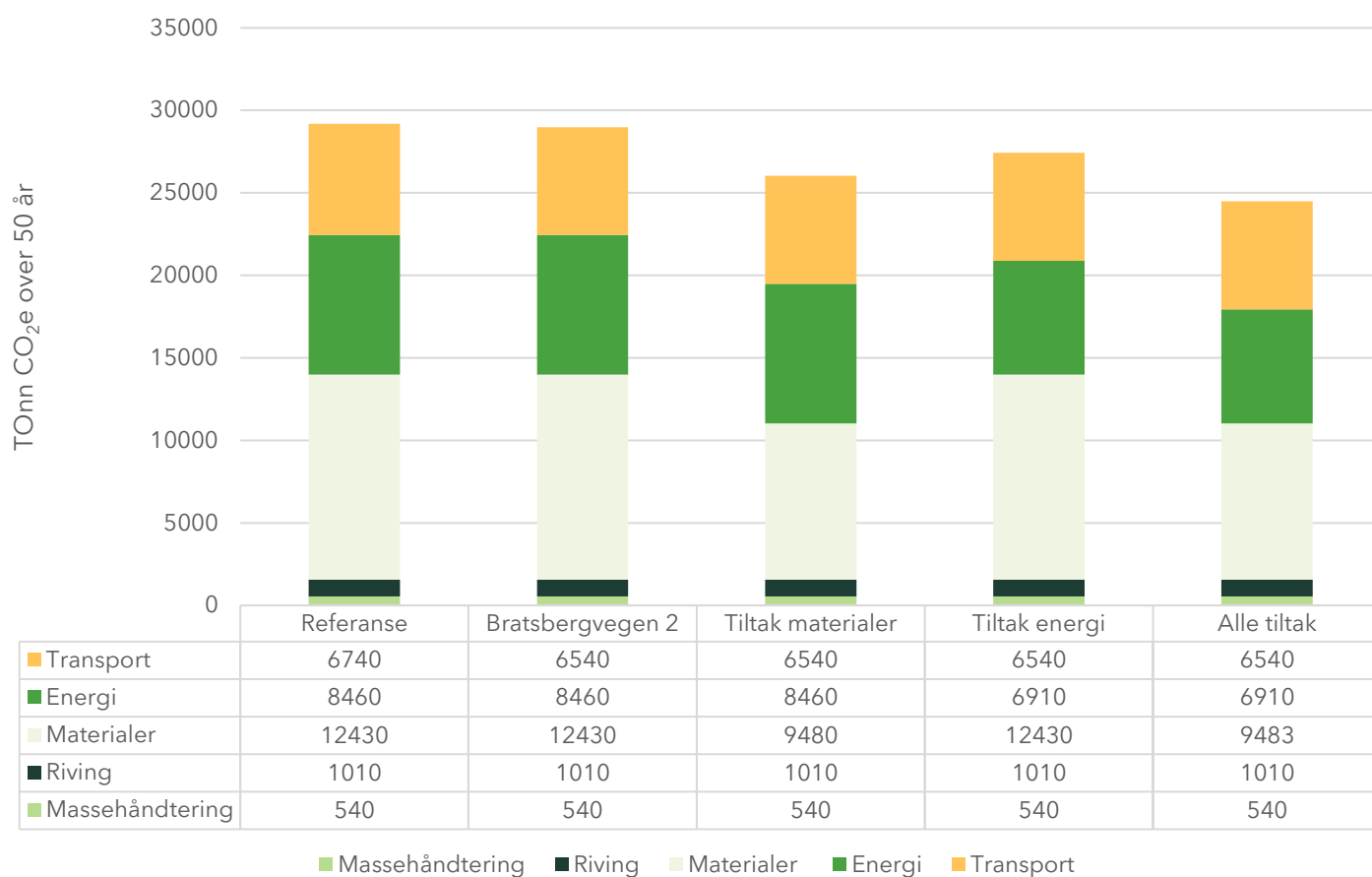
Figur 17 Klimagassutslipp per bruker for ulike bevarings- og rehabiliteringsalternativer.

I Figur 17 er resultatet fordelt per bruker av byggene. Med dette som funksjon vil Bratsbergvegen 2 ha mye høyere utslipp enn rehabilitering- og vedlikeholdsalternativene.

For å konkludere med hvilket alternativ som gir lavest klimagassutslipp av riving vs bevaring må samme funksjon sammenliknes og det må gjøres en mer omfattende analyse med systemutvidelse. Generelt sett vil bygg som rehabiliteres ha lavere klimagassutslipp tilknyttet materialer. Klimagassutslipp tilknyttet energibruk kan være likt et nybygg ettersom det som oftest kun er bæresystem som bevares i en rehabilitering.

5.3. Oppsummering av tiltak

Figur 18 viser en oversikt over de totale utslippene for referansebygget, Bratsbergvegen 2 samt tiltakene. Scenariet "Alle tiltak" kombinerer alle tiltakene fra de andre scenariene for å oppnå de laveste utslippene. Tabellen viser også utslippsfordelingen etter kategori, inkludert transport, energi, materialer, utslipp fra riving og massehåndtering. Enkelttiltaket som bidrar til størst reduksjon sammenlignet med referansen er bruk av lavutslippsmaterialer, etterfulgt av tiltaket med å bygge etter passivhusstandarden, å redusere parkeringsandelen ytterligere fra det som er planprosjektet til minimumsdekningen utgjør lite.



Figur 18 Resultatene for referanse og de ulike alternativene som er undersøkt.

6. Oppsummering og anbefalinger

Klimaendringene er en av de største utfordringene i vår tid, og byggenæringen har et stort ansvar for å bidra til å redusere utslippene av klimagasser. Byggeprosjekter har en betydelig innvirkning på klimaet, både gjennom arealbruk, materialbruk, energibruk og transport. Derfor er det viktig å ha en overordnet strategi for å redusere klimagassutslipp fra et byggeprosjekt fra tidlig planfase. En slik strategi innebærer å vurdere alle aspekter av prosjektet som kan påvirke klimaet, og å velge de mest miljøvennlige alternativene. Flere eksempler er vist med klimaeffekten fra dem tidligere i rapporten.

Som en oppsummering viser vi til en oversikt på aspekter som bør utredes nærmere i videre prosjektering:

Tiltak for redusert klimapåvirkning	
Materialer	• Velge materialer med lavt utslipp, f.eks. trebaserte materialer og lavkarbon betong • Optimalisering av bærekonstruksjon for ressursreduksjon • Velge materialer med lang levetid • Utrede muligheter for ombruk av materialer fra byggene som rives • Økt arealeffektivitet, sambruk og flerbruk av arealer
Byggeplasspåvirkning	• Lavutslipp energibruk i anleggsfasen • Bruk av masser lokalt på tomt om mulig
Energi	• Energieffektive bygg
Transport	• Tilrettelegging for gående og syklende

Vedlegg 1 - løsningsvalg materialer

Boligblokk		Løsningsvalg		
		Element	Referanse	BAT
Bære-systemer	Søyler	Stålsøyler (hulprofil)	100 %	
		Betongsøyler	0 %	
	Bjelker	Stålbjelker (valseprofil)	100 %	
		Betongbjelker	0 %	
Ytter-vegger	Bærende yttervegg	Betongvegg 200mm, mineralull, utvendig vindsperre (GU-X), utlekting, maling på innside	250 mm steinull 14% av YOM Lavkarbon B betong	Lavkarbon ekstrem
		Lettklinker 200 mm, mineralull, utvendig vindsperre (GU-X), utlekting, dampspærre, mørtel mellom lettklinker, mørtel og maling på innside	250 mm steinull 8 % av YOM Lavkarbon B betong	Lavkarbon ekstrem
	Ikke-bærende yttervegg	Klimavegg m/utvendig vindsperre (GU-X), bindingsverk med trestender og mineralull, dampspærre, 1 lag innvendig gips	250 mm steinull 47 % av YOM	
	Glassfasader/vinduer	Glassfasade	0 %	
		Trevinduer med alukledning, 3 lag	30% av YOM	
	Utvendig kledning	Tegl, inkl mørtel	48 % av YOM (70% av tettfelt)	Trekledning
		Malt trekledning	21 % av YOM (30% av tettfelt)	
	Dører	Ytterdører i stål	1% av YOM	
Inner-vegger	Bærende innervegger	Betongvegg 150mm	19% av INV Lavkarbon B betong	Lavkarbon ekstrem
		Betongvegg 250mm	3% av INV Lavkarbon B betong	Lavkarbon ekstrem
		Lettklinker	7% av INV	
	Ikke-bærende innervegger	100mm bindingsverksvegg,	100 mm steinull 54% av INV	

		mineralull, 1 lag gips hver side, stålstender		
	Systemvegger, glassfelt	Glass front systemvegg	0% av INV	
	Kledning og overflate	Maling på gips	100 % av gipsvegg	
		Murpuss + maling på betong og lettklinker	100% av betongvegg	
		Kermaisk fli, flislim og membran	15% av INV	Overgang til vinyl
	Dører	Tredører	5% av INV	
Dekker	Frittstående dekker	265mm betong hulldække	100% av (BTA-BYA) Lavkarbon B betong	100% av (BTA-BYA) Lavkarbon ekstrem betong
	Gulv på grunn	Betong, dampsperre/radonsperre	100mm betong + 200mm EPS 100% av BYA	Lavkarbon ekstrem betong
	Påstøp	50 mm armert påstøp + 20 mm avrettingsmasse	100% av (BTA-BYA)	
		Parkett	60 % av BRA	Linoleum
		Vinyl	20% av BRA	40 % av BRA overgang fra flis
		Kermaisk fli, flislim og membran	20 % av BRA	
	Faste himlinger og overflate- behandling	Fast gipshimling, malt	100 % av BRA	
	System- himlinger	Systemhimling + stålprofiler	20 mm mineralullplater 0% av BRA	
Yttertak	Primær- konstruksjon	265 mm betong hulldække, dampsperre	250 mm EPS, 50 mm trykkfast steinull 100% av BYA Lavkarbon B betong	Lavkarbon ekstrem
	Taktekking	Asfaltteking, to lag	100% av BYA	
		Trekledning		100% av BYA

Forretning		Løsningsvalg		
		Element	Referanse	BAT
Bære-systemer	Søyler	Stålsøyler (hulprofil)	67 %	
		Betongsøyler	33 %	
	Bjelker	Stålbjelker (valseprofil)	67 %	
		Betongbjelker	33 %	
Ytter-vegger	Bærende yttervegg	Betongvegg 200mm, mineralull, utvendig vindsperre (GU-X), utlekting, maling på innside	250 mm steinull 11% av YOM Lavkarbon B betong	Lavkarbon ekstrem betong
		Lettklinker 200 mm, mineralull, utvendig vindsperre (GU-X), utlekting, dampspærre, mørtel mellom lettklinker, mørtel og maling på innside	250 mm steinull 10 % av YOM	
	Ikke-bærende yttervegg	Klimavegg m/utvendig vindsperre (GU-X), bindingsverk med trestender og mineralull, dampspærre, 1 lag innvendig gips	250 mm steinull 27 % av YOM	
	Glassfasader/ vinduer	Glassfasade	9 % av YOM	
		Trevinduer med alukledning, 3 lag	41 % av YOM	
	Utvendig kledning	Tegl, inkl mørtel	32 % av YOM (50% av tettfelt)	Trekledning
		Fibersementplate	32 % av YOM (50% av tettfelt)	
	Dører	Ytterdører i stål	1 % av YOM	
Inner-vegger	Bærende innervegger	Betongvegg 150mm	0 % av INV	
		Betongvegg 250mm	0 % av INV	
		Lettklinker	30 % av INV	
	Ikke-bærende innervegger	100mm bindingsverksvegg, mineralull, 1 lag gips hver side, stålstender	100 mm steinull 60 % av INV	
	Systemvegger, glassfelt	Glass front systemvegg	5 % av INV	
		Maling på gips	100 % av gipsvegg	

	Kledning og overflate	Murpuss + maling på lettklinker	100% av betong og lettklinkervegg	
	Dører	Tredører	5 % av INV	
Dekker	Frittbærende dekker	265mm betong hulldekke	100% av (BTA-BYA) Lavkarbon B betong	Lavkarbon ekstrem betong
	Gulv på grunn	Betong, dampspærre/radonsperre	100mm Lavkarbon B betong + 200mm EPS 100% av BYA	Lavkarbon ekstrem betong
	Påstøp	50 mm armert påstøp + 20 mm avrettingsmasse	100% av (BTA-BYA)	
	Gulv-overflate	Teppe	0 % av BRA	
		Parkett	30 % av BRA	Linoleum
		Vinyl	10 % av BRA	70 % av BRA overgang fra flis
		Kermamisk fli, flislim og membran	60 % av BRA	
	Faste himlinger og overflate-behandling	Fast gipshimling, malt	50 % av BRA	
Yttertak	System-himlinger	Systemhimling + stålprofiler	20 mm mineralullplater 5% av BRA	
	Primær-konstruksjon	265 mm betong hulldekke, dampspærre	250 mm EPS, 50 mm trykkfast steinull 100% av BYA	
	Taktekking	Asfalttekking, to lag	100% av BYA	Overgang til tretak, 100% av BYA
Trapper og balkonger	Trapper	Betongtrapp	100% betong Lavkarbon B betong	Lavkarbon ekstrem betong
	Heissjakt	Betongsjakt	0 %	

7. Kilder

- Bratsbergvegen 2, planinitiativ 10.01.2025, Asplan Viak AS
- Klimaveileder for plan og byggesaker, Trondheim kommune utkast for høring 2022
- Standard for klimagassberegninger i bygg, NS 3720
- RVU Trondheimsregionen 2022
- Steen-Olsen mfl. The Carbon Footprint of Norwegian Household Consumption, 2016, s.6
- FutureBuilt ZERO-T Kriterier for grønn mobilitet v.3.0 (15.03.22)
- Passer mfl. (2012): Assessment of the environmental performance of buildings: A critical evaluation of the influence of technical building equipment on residential buildings

