

Klimagassrapport

Helldalssáta



Endringsliste

Rev:	Dato:	Skildring av endringa	Sidemannskontroll	Godkjend av
A	22.12.2021	Foreløpig klimagassbudsjett.		NOOHEG

Prosjekt: Helldalssåta
Prosjektnummer: 10225599
Kunde: Helldalslia AS
Rev: A
Dato: 21.12.2021
Oppretta av: Øystein Lunde Heggebø
Godkjend av: NOOHEG
Dokumentreferanse \\nobgofs001\oppdrag\35133\10225599_helldalssåta\000\06 dokumenter\02 beregninger\underlag rev.1\10225599 helldalssåta - klimagassrapport.docx

Innholdsliste

Endringsliste	2
1. Innledning	5
2. Rapporteringskrav og prosjektambisjoner	7
2.1 Bergen kommune KPA2018	7
2.2 Prosjektambisjoner	7
3. Forutsetninger	8
3.1 Metode og omfang	8
3.1.1 Basis med lokalisering	8
3.1.2 Referansebygg	8
3.2 Energi	9
3.3 Material	10
3.3.1 Materialbruk for nybygg	10
3.3.2 Materialbruk referansemodell	11
3.4 Transport i drift	12
3.5 Naturinngrep	13
4. Resultater	14
4.1 Utslipp vs referanse	15
4.2 Utslipp nybygg	18
4.2.1 Materialer	18
4.2.2 Energibruk	19
4.2.3 Transport i drift	20
4.2.4 Naturinngrep	21
5. Konklusjon	22
Appendix 1 Transportmiddelfordeling	23

Sammendrag

Dette notatet sammenfatter klimagassbudsjett med tilhørende referansemodell for 10 nye rekkehus på Helldalssåta i Sædalen i Bergen. Rekkehusene består av tre etasjer, der nederste etasje er en kjeller. Total størrelse på prosjektet er omtrent 1708 m² BTA.

Klimagassbudsjett er utarbeidet iht NS 3720:2018 samt krav om omfang og forutsetninger gitt i Bergen kommunes «Veileder for klimagassberegninger».

Det er lagt til grunn materialmengder estimert ut fra volumstudie oversendt fra arkitekt. Energibruk er estimert ut fra totalt oppvarmet BRA, antatt TEK17 nivå på energibehov. Utslipp fra transport i drift er estimert ut fra antall voksne beboere og parkeringsdekning i prosjektet.

Da det legges opp til standard TEK17 materialvalg, oppnår ikke prosjektet reduksjon i utslipp knyttet til materialbruk. Her er det mulig å gjennomføre tiltak, forslag til dette er gitt i konklusjonen til rapporten.

Det legges opp til direktevirkende elektrisk oppvarming. Dette fører til et relativt stort behov for levert elektrisk energi. Det bør undersøkes om det er mulig å benytte andre energiløsninger som varmepumpe eller solceller.

Utslipp fra transport i drift er en stor del av prosjektets utslipp gjennom levetiden. Det er tenkt standard parkeringsdekning, og ingen andre tiltak for oppfordring til bruk av alternative transportmidler. Ved å legge til rette for elbillading, bildeling og bruk av sykkel/elsykkel vil prosjektets utslipp reduseres betydelig.

Arealbruksendring fra lauvskog med lav bonitet til utbygd areal har liten betydning for prosjektets totalutslipp. Masseuttak bør minimeres for å redusere utslipp knyttet til borttransportering av dette.

Totalt er prosjektets utslipp beregnet til:

- Norsk strømmiks: 1099,8 tonn CO₂-eq
- Europeisk strømmiks: 2227,1 tonn CO₂-eq

1. Innledning

Dette notatet sammenfatter klimagassbudsjett med tilhørende referansemodell for 10 nye rekkehus på Helldalssåta i Sædalen i Bergen. Rekkehusene består av tre etasjer, der nederste etasje er en kjeller. Total størrelse på prosjektet er omtrent 1708 m² BTA.

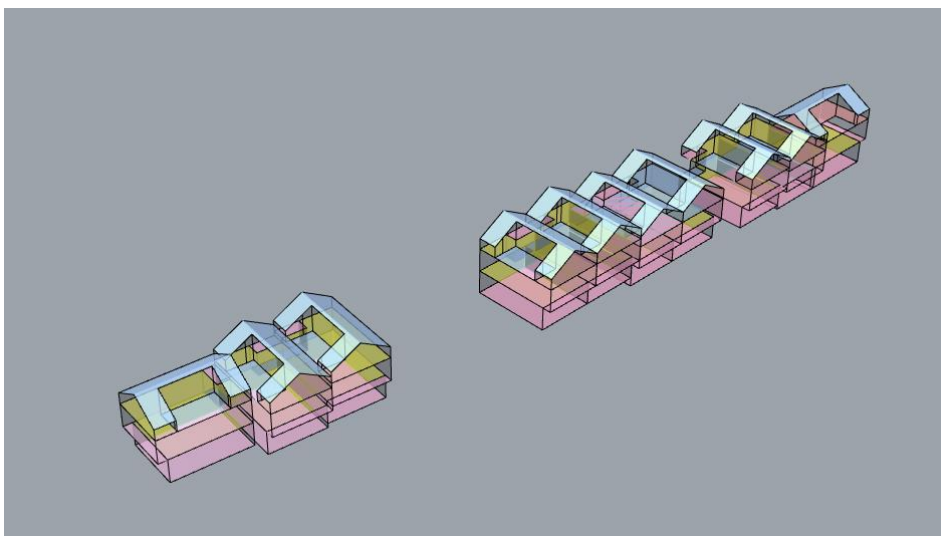
Klimagassbudsjett er utarbeidet iht Bergen Kommunes veileder for klimagassberegninger og NS 3720. Formålet med beregningene er å dokumentere byggets klimagassutslipp gjennom hele livsløpet samt finne de beste klimamessige valgene tidlig i plan- og byggeprosessen. Referansemodellen vil tjene som sammenligningsgrunnlag for utslippskutt i det videre prosjekteringsarbeidet.

I dette notatet presenteres et statusbilde av prosjektets klimagassavtrykk utarbeidet av nåværende underlag. Det belyses også ulike valg og tiltak som kan gjennomføres i prosjekteringen som vil redusere prosjektets klimagassavtrykk.



Figur 1: Situasjonsplan Helldalssåta.

Klimagassbudsjett baseres på volumstudie oversendt av arkitekt. Dette er brukt for å estimere materialmengder for nybygg-caset. Figur under viser hvordan bygningsmassen er analysert for å finne totalt areal gulv, tak, dekker og yttervegger.



Figur 2: Analyse av volumstudie.

2. Rapporteringskrav og prosjektambisjoner

2.1 Bergen kommune KPA2018

Rapporten brukes som dokumentasjon opp mot rapporteringskrav satt i Bergen Kommunes «Kommuneplanens arealdel 2018», videre omtalt som KPA2018.

Her stilles det krav til en redegjørelse for hvilke tiltak prosjektet iverksetter for å redusere klimagassavtrykk (KPA2018 § 18.3). I tillegg er det krav om klimagassbudsjett for nybygg større enn 1000 m² BRA, ved valg mellom rivning og bevaring, samt ved vesentlige naturinngrep (KPA2018 § 18.4).

I dette prosjektet leveres det klimagassbudsjett for nybygg over 1000 m², samt vesentlig naturinngrep.

KPA2018 stiller ingen konkrete krav til utslippskutt.

2.2 Prosjektambisjoner

Prosjektet har ingen ambisjoner utover å tilfredsstille teknisk forskrift.

3. Forutstninger

3.1 Metode og omfang

Klimagassbudsjett utarbeides vha beregningsverktøyet OneClick LCA, og følger metodikk beskrevet i standarden «NS 3720:2018 Metode for klimagassberegninger for bygninger». Videre er forutsetninger og krav til omfang gitt i Bergen kommunes «Veileder for klimagassberegninger» (des. 2020) lagt til grunn. Byggets levetid settes til 60 år.

3.1.1 Basis med lokalisering

Klimagassbudsjett skal iht KPA2018 utføres med omfang «basis med lokalisering». Budsjettet skal inkludere utslipp fra.

- Tomtebearbeiding
- Byggeplass
- Materialer
 - skal inkludere innhold i bygningsdelnummer «2 Bygning» iht NS 3451, samt materialer som inngår i lokalt energiproduksjonsutstyr som ikke er dekket av NS 3451.
- Energi i drift
 - det skal presenteres to scenarier for strømforbruk;
 - Scenario 1: Norsk forbruksmiks
 - Scenario 2: Europeisk forbruksmiks
- Transport i drift
 - Utslippsfaktor knyttet til bilbruk skal forutsette norsk gjennomsnittsbil (Tillegg C i NS 3720:2018).

3.1.2 Referansebygg

I kommunens veileder for klimagassberegning står følgende om referansebygg:

- Et referansebygg er et bygg som har samme areal og funksjon som det prosjekterte bygget
- Geometrien til referansebygget er som en skoeske med et romprogram som er tilpasset en gitt bygningskategori
- Det representerer en standard bygning innenfor en gitt bygningskategori, med en teknisk kvalitet som tilfredsstiller minstekravene i teknisk forskrift (TEK17)
- Det skal ha materialer og løsninger som er representative for en standard byggemetode.

Referansebygg genereres vha Carbon Designer i OneClick LCA, med TEK17 kvaliteter lagt til grunn.

3.2 Energi

Det legges til grunn energiforbruk tilsvarende TEK17 standard. All oppvarming skjer vha direktevirkende el. Referansebygget settes opp med varmepumpe som primærvarmekilde. Derfor er det lagt til grunn et betydelig lavere energiforbruk til oppvarming for referansemodellen.

	Referanse	Nybygg
Oppvarmet BRA	1527 m ²	1415 m ²
Elektrisitet (uspesifisert forbruk)	50 338 kWh	46 682 kWh
Primærvarme (varmepumpe)	28 870 kWh	
Sekunder oppvarming (elektrisk)	53 264 kWh	123 366 kWh
Kjøling (varmepumpe)	0 kWh	0 kWh
SUM el.forbruk	132 472 kWh	170 048 kWh

Tabell 1: Forutsatt energiforbruk.

Utslipp knyttet til energibruk i drift skal presenteres både med norsk strømmiks og europeisk strømmiks. Følgende utslippsfaktorer fra OneClick LCA legges til grunn.

Utslippsprofil	Utslippsfaktor
Scenario 1: Norsk strømmiks <i>Elektrisitet, Norge, forventet gjennomsnitt over neste 60 år (IEA/NS3720 energimiks, projeksjon fra 2016-2018 gjennomsnitt)</i>	12,3 gram CO ₂ -eq / kWh
Scenario 2: Europeisk strømmiks <i>Elektrisitet, EU28 + Norge, forventet gjennomsnitt over neste 60 år (IEA/NS3720 energimiks, projeksjon fra 2016-2018 gjennomsnitt)</i>	120,0 gram CO ₂ -eq / kWh

Tabell 2: Utslippsfaktorer lagt til grunn for strømforbruk i drift.

3.3 Material

Under følger en oversikt over materialmengder og -typer som er lagt til grunn for klimagassbudsjettet.

3.3.1 Materialbruk for nybygg

Det legges til grunn estimerte verdier hentet ut fra volumstudie og generert i OneClick LCA.

Bygningselement	Mengde	Kommentar
Fundament	1708 m ²	Stålkjernepeler fundamenter på sand, grus, middels fast leire og fast leire, 10 m dybde, per m ² BTA
Frostisolering	173 m	Carbon Designer, frostisolering EPS
Gulv på grunn	775 m ²	Målt i volumstudie, betong grunndekke
Dekke	933 m ²	Målt i volumstudie, trebjelkelag
Søylar	168 m	Carbon Designer, tresøylar og trebjelkar samt 24m stålbjelkar.
Bjelkar	240 m	
Balkonger	0 m ²	Målt i volumstudie
Trapp og heissjakt	8,4 m	Carbon Designer, betong for trapper
Underjordiske vegger	421 m ²	Målt i volumstudie, lettklinkerblokker
Yttervegger	1422 m ²	Målt i volumstudie, antatt følgende: 1138 m ² bindingsverkssystem 284 m ² lettklinkerblokker
Kledning	1422 m ²	Målt i volumstudie, antatt følgende: 995 m ² trekledning 427 m ² murstein
Vinduer	354 m ²	Antatt 25 % av BRA, 3-lags vindu
Ytterdører	20 m ²	Antatt
Takdekke	780 m ²	Målt i volumstudie, tretak system
Tak	900 m ²	Målt i volumstudie, betong takstein
Innervegger	870 m ²	Carbon Designer
Gulv	1415 m ²	Målt i volumstudie, antatt følgende: 990 m ² parkett 212 m ² vinyl 212 m ² keramiske fliser
Himling	1600 m ²	Noe høyere enn gulvflater pga skråtak, gipsplater.

Tabell 3: Materialbruk nybygg.

3.3.2 Materialbruk referansemodell

Tabell under viser estimerte materialmengder for referansemodell generert av Carbon Designer i OneClick LCA. Mengder er estimert ut fra bygningstype, BTA og antall etasjer. Materialvalg er tilsvarende som for nybygg-caset.

Bygningselement	Mengde	Kommentar
Fundament	1708 m ²	Stålkjernepeler fundamenter på sand, grus, middels fast leire og fast leire, 10 m dybde, per m ² BTA
Frostisolering	173 m	
Gulv på grunn	569 m ²	
Dekke	1139 m ²	
Søyler	168 m	
Bjelker	240 m	
Balkonger	68 m ²	
Trapp og heissjakt	8,4 m	
Underjordiske vegger	483 m ²	
Yttervegger	727 m ²	
Kledning	727 m ²	
Vinduer	228 m ²	
Ytterdører	11 m ²	
Takdekke	569 m ²	
Tak	683 m ²	
Innervegger	870 m ²	
Gulv	1527 m ²	
Himling	1527 m ²	

Tabell 4: Materialbruk referansemodell.

3.4 Transport i drift

For transport i drift ligger samme forutsetning til grunn for både referansemodell og nybygg-caset. Transportmiddelfordeling genereres automatisk i OneClick LCA ut fra bygningstype, geografisk beliggenhet og parkeringstilgjengelighet, det er denne som er lagt til grunn.

Forutsatt transportmiddelfordeling finnes som vedlegg i slutten av rapporten.

Det skal bygges en parkeringsgarasje som gir en parkeringstilgjengelighet som oppgitt i tabell under. Det tas kun hensyn til de voksne reiser.

Bygningstype	Småhus
Geografisk område	Bergen kommune utenom indre by
Antall åpningsdager	365 dager
Parkeringstilgjengelighet	0,5 Maksimumsnorm 9-12 P-plasser per 1000 m ²
Antall beboere	20 voksne, 18 barn

Tabell 5: Sentrale inndata transport i drift.

Under følger en oversikt over utslippsfaktorer som ligger til grunn. Sykkel og gange regnes som utslippsfritt.

Transportmiddel	Utslippsfaktor
Personbil – privat <i>Personbil, personkm, forventet gjennomsnitt over neste 60 år</i>	95,50 gram CO ₂ -eq / km
Personbil – bildeling <i>Bildeling, personkm, forventet gjennomsnitt over neste 60 år</i>	38,20 gram CO ₂ -eq / km
Buss <i>Buss, diesel, personkm, forventet gjennomsnitt over neste 60 år</i>	0,83 gram CO ₂ -eq / km
Jernbane <i>Lokal- og regionaltog, personkm, forventet gjennomsnitt over neste 60 år</i>	0,24 gram CO ₂ -eq / km

Tabell 6: Utslippsfaktorer for transportmiddel.

3.5 Naturinngrep

Naturlig opptak av klimagasser i biomasse skjer gjennom fotosyntesen, der det bindes karbon i jordsmonn, og plantedeler over og under bakken. Inngrep i områder med naturlig karbonlager vil medføre utslipp av klimagasser når biomassen brytes ned.

Arealbruksendring kan altså medføre betydelige utslipp (eller opptak) av klimagasser, avhengig av hva endringen består i. Klimagassavtrykk fra prosjektets arealbruksendring er beregnet vha Miljødirektoratets verktøy for beregning av klimagassutslipp fra arealbruksendringer.¹

Det antas at karboninnholdet i jorden har stabilisert seg 20 år etter arealbruksendringen. Tapt potensial for videre binding og dermed lagring av karbon regnes likeså for 20 år. Under følger tabell med sentrale inndata for kalkylen.

Størrelse på areal	Ca. 1,3 dekar
Arealbrukskategori før endring	Lauvskog, lav bonitet
Arealbrukskategori etter endring	Utbygd areal
Jordart	Mineraljord

Tabell 7: Sentrale inndata arealbruksendring.

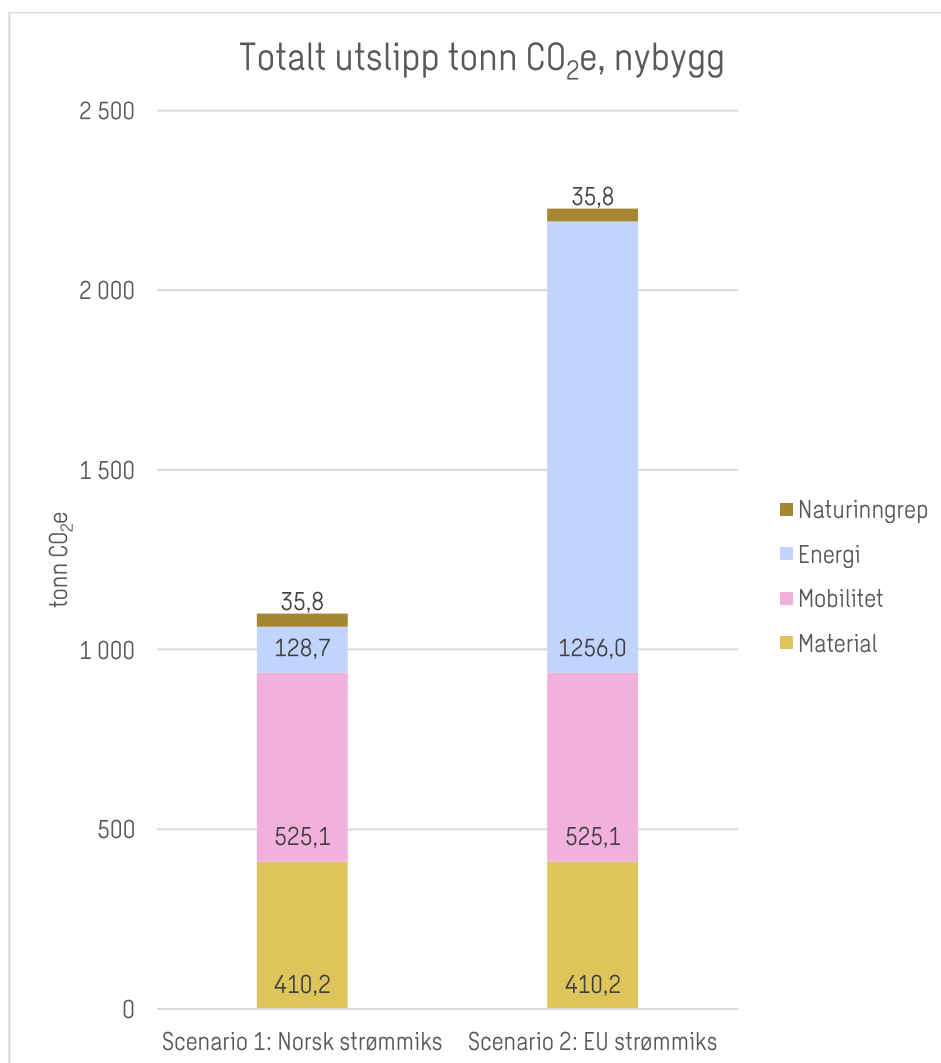


Figur 3: Arealinformasjon tomt.

¹ <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimagassutslipp-kommuner/beregne-effekt-av-ulike-klimatiltak/>

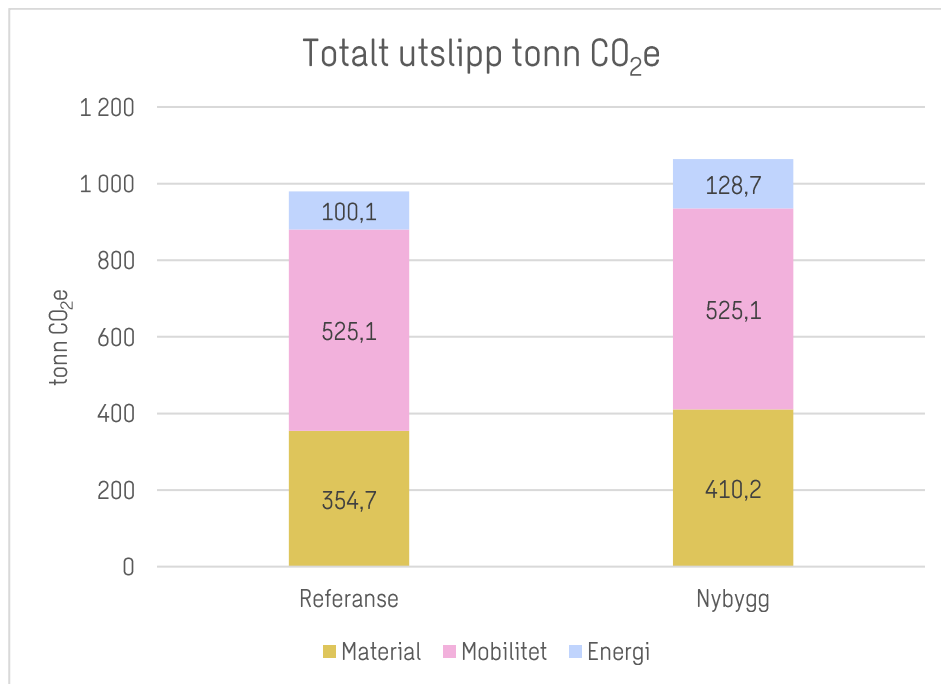
4. Resultater

I dette kapittelet følger klimagassbudsjett med de forutsetningene som ligger til grunn i forrige kapittel. Under følger første figur som viser totalutslipp for nybygg-caset, presentert med både norsk og europeisk strømmiks

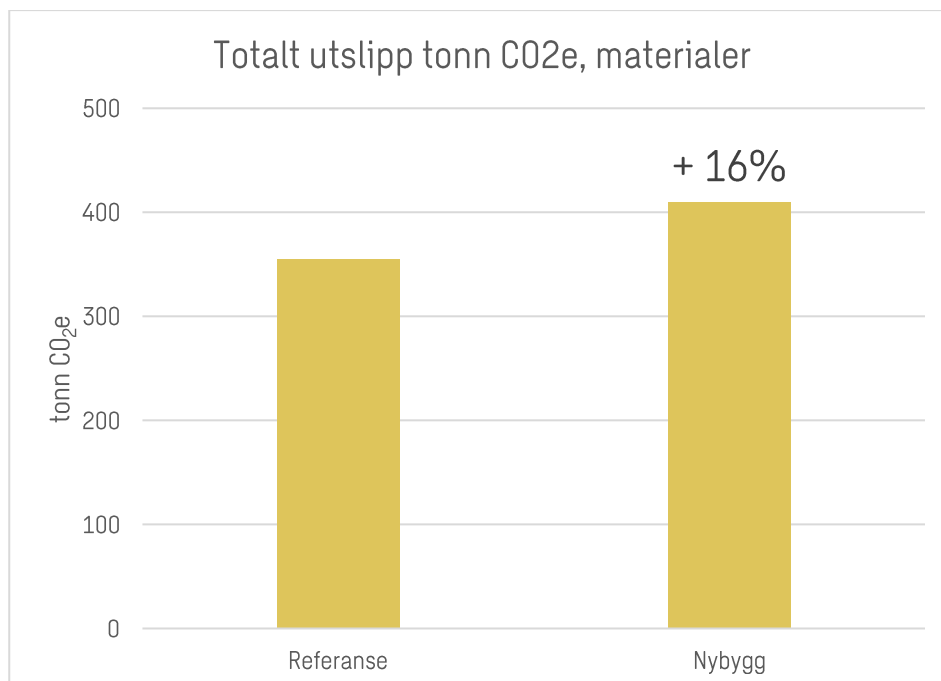


Figur 4: Totale utslipp nybygg-caset.

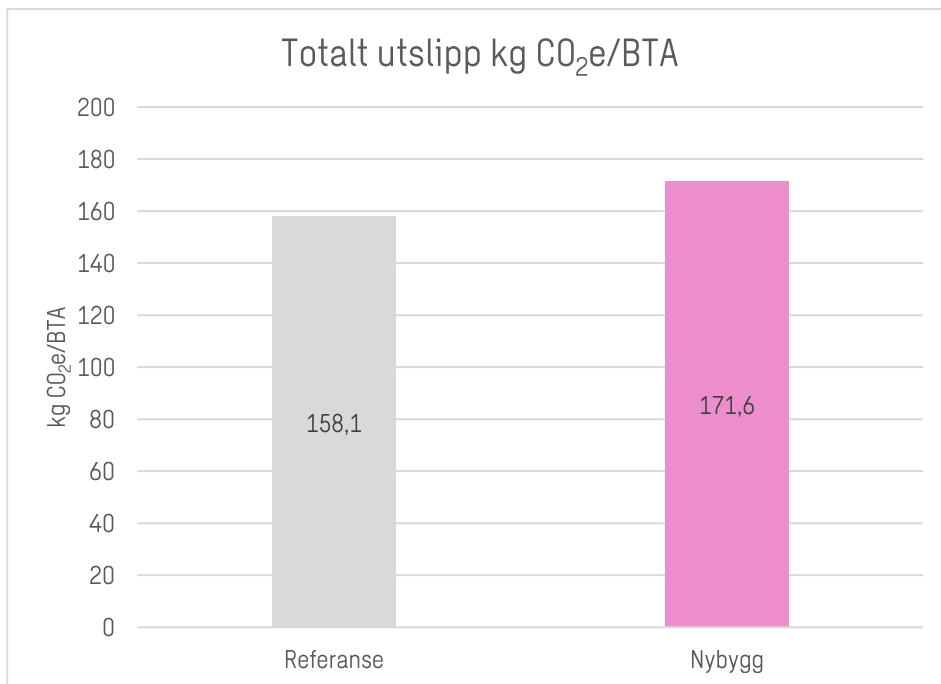
4.1 Utslipp vs referanse



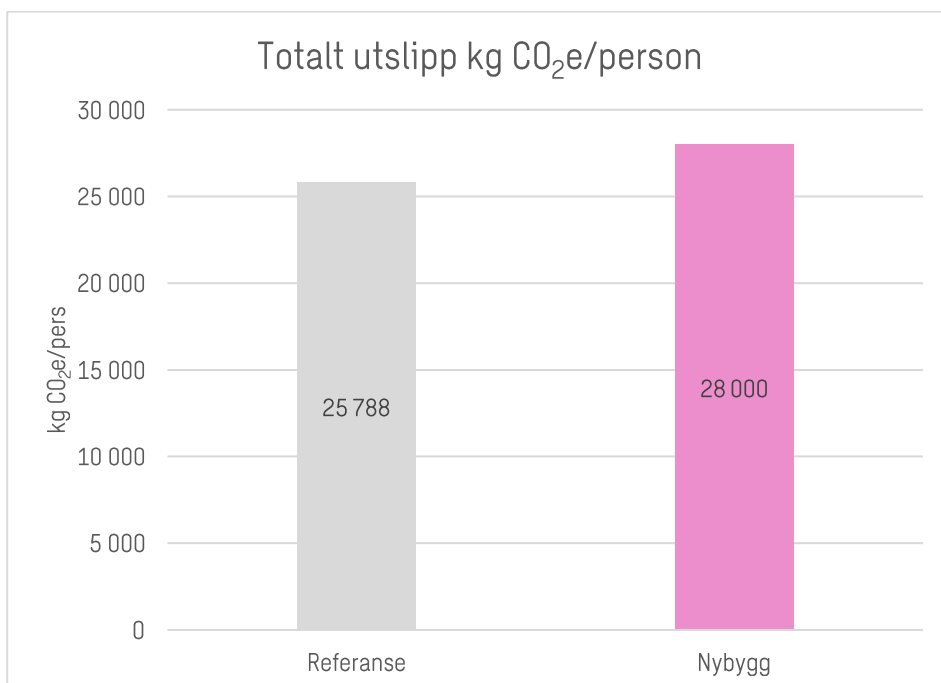
Figur 5: Totalt utslipp, referanse sammenlignet med nybygg.



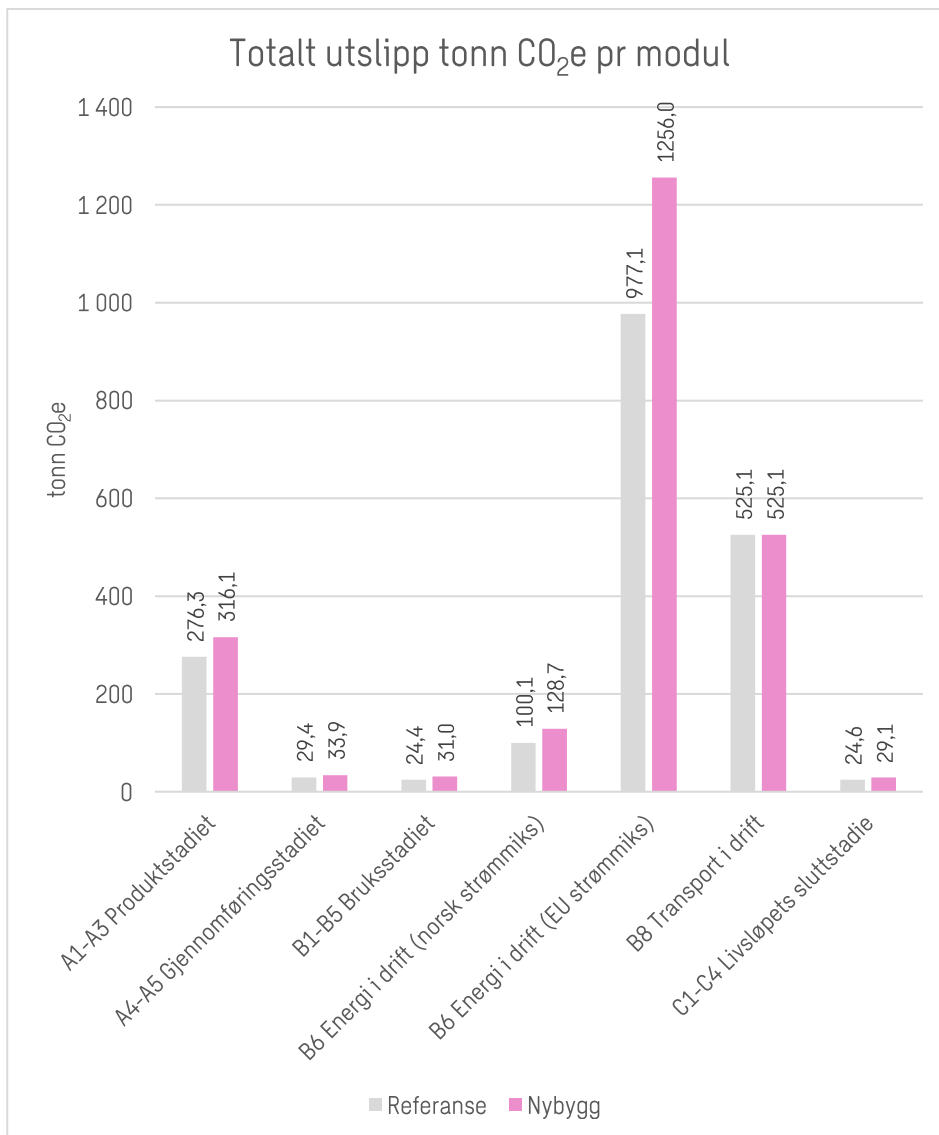
Figur 6: Totalt utslipp, kun materialer, referanse sammenlignet med nybygg.



Figur 7: Totalt utslipp pr BTA, referanse sammenlignet med nybygg.



Figur 8: Totalt utslipp pr person, referanse sammenlignet med nybygg.

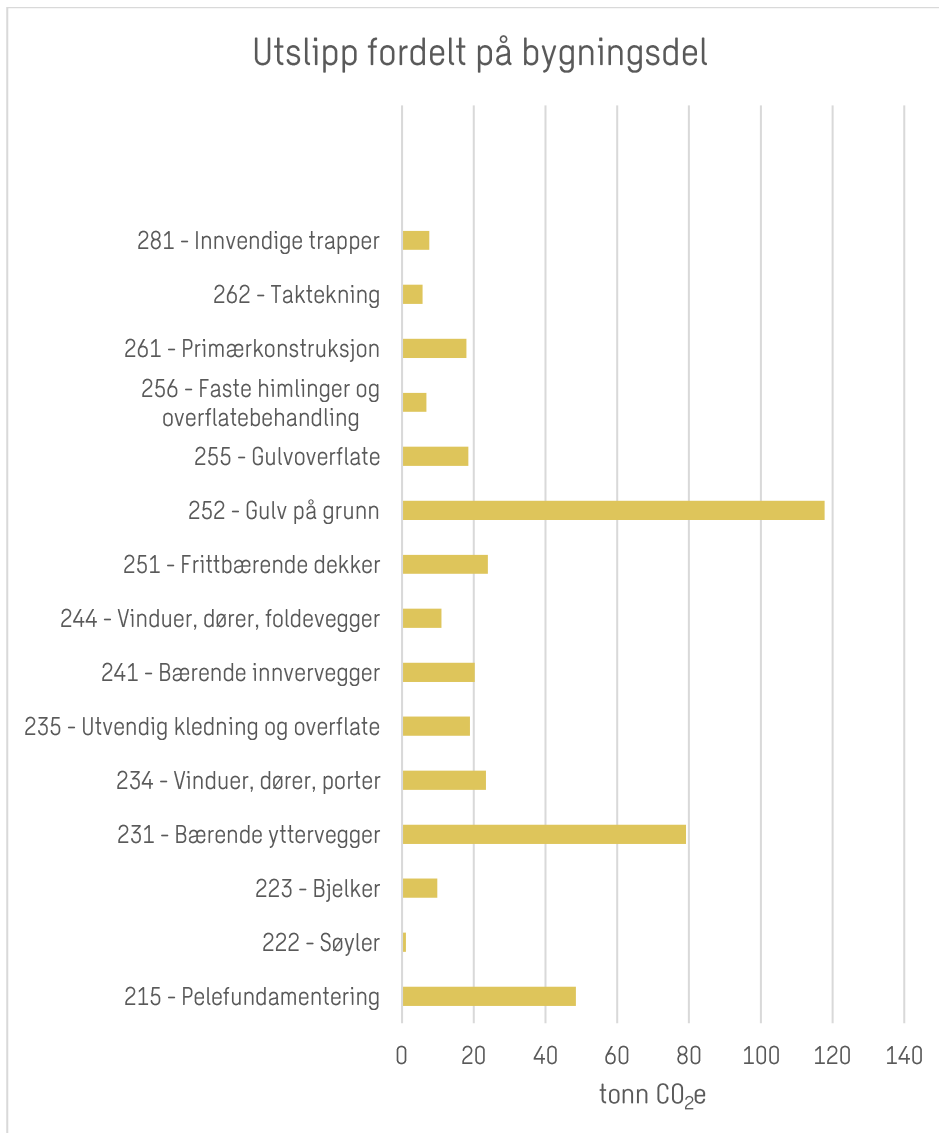


Figur 9: Totalt utslipp fordelt pr livsløpsmodul.

4.2 Utslipp nybygg

4.2.1 Materialer

Tidligere fant vi at totalt utslipp knyttet til materialbruk for nybygget kom på 410,2 tonn CO₂-eq. Figuren under viser hvordan disse utslippene fordeles på ulike bygningsdeler.



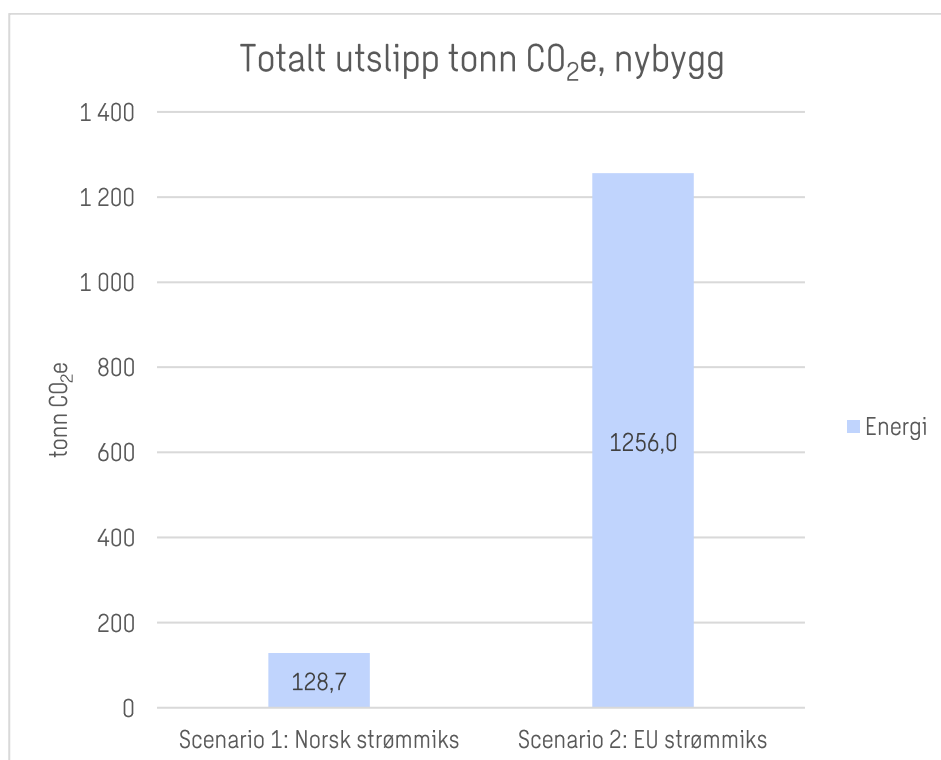
Figur 10: Utslipp knyttet til materialbruk fordelt på bygningsdeler.

4.2.2 Energibruk

Mesteparten av energibruken til et moderne bygg vil være strømforbruk. Hvor stort utsalg strømforbruket gjør på klimagassbudsjettet er helt avhengig av hvilken utslippsfaktor man legger til grunn. Om man skal legge til grunn norsk eller europeisk strømmiks er et politisk spørsmål som får varierende svar ut fra kontekst.

Bergen kommune krever at strømforbruk rapporteres med begge utslippsfaktorer.

Med norsk strømmiks står energibruk i drift for 12 % av totalutslippene i prosjektet. Med europeisk strømmiks øker dette til 56 %.



Figur 11: Utslipp knyttet til energibruk i nybygg-caset.

Uavhengig av utslippsfaktor kan man vurdere energibruk fra en energiingeniørs perspektiv. Strøm er høyverdig energi som vi produserer en begrenset mengde av. Fremover trenger vi strøm til elektrifisering av veitrafikk, sjøfart, industri med mer, derfor bør vi unngå å bruke strøm til oppvarming av bygg så langt det lar seg gjøre.

På neste side er ulike utslippsfaktorer til ulike energikilder listet opp i en tabell, for å vise hvor store utslippskutt en kan forvente ved overgang fra strøm til annen energikilde.

Utslippsprofil	Utslippsfaktor
Norsk strømmiks <i>Elektrisitet, Norge, forventet gjennomsnitt over neste 60 år (IEA/NS3720 energimiks, projeksjon fra 2016-2018 gjennomsnitt)</i>	12,3 gram CO ₂ -eq / kWh
Europeisk strømmiks <i>Elektrisitet, EU28 + Norge, forventet gjennomsnitt over neste 60 år (IEA/NS3720 energimiks, projeksjon fra 2016-2018 gjennomsnitt)</i>	120,0 gram CO ₂ -eq / kWh
Fjernvarme i Bergen <i>LCA study based on delivered district heat data by Norsk Fjernvarme. Additional energy used by pump stations added. Assumed pump station energy consumption 0.6 % of total produced heat, including losses, which are estimated to be 10.8 % on top of the delivered heat. For waste heat from industry and waste incineration, allocated impacts only from heat delivery. Impacts from production of heat in industry processes or waste incineration are outside of the scope. Estimated electricity used by different heat pump types (Omgivelsesvarme) with COP = 3.</i>	15,8 gram CO ₂ -eq / kWh (ikke medtatt utslipp knyttet til forbrenning av avfall)
Solceller <i>Erfaringstall</i>	Ca. 25,0 gram CO ₂ -eq / kWh
Varmepumpe <i>Erfaringstall</i>	Reduserer strømforbruk med 50-75 %

Tabell 8: Utslippsprofiler for ulike energikilder.

4.2.3 Transport i drift

Prosjektet er plassert i Sædalen med begrenset kollektivtilbud. Det er lagt opp til en standard parkeringsdekning på 1,1-1,2 parkeringsplasser pr 100 m² BRA. Med dette estimeres utslipp fra transport i drift til 525 tonn CO₂-eq.

Mulige tiltak som kan redusere utslipp til transport i prosjektets levetid er etablering av bildelingsløsning, eller å tilrettelegge for sykkelparkering for lavterskel bruk av sykkel eller elsykkel.

4.2.4 Naturinngrep

Med de arealbruksendringene som er lagt til grunn for dette klimagassbudsjettet fører naturinngrep til et utslipp på 35,8 tonn. Dette er relativt lavt i forhold til totalbudsjettet for prosjektet.

Det er ikke medregnet borttransportering av masser. Foreløpig er det estimert et masseuttak på 3500 m³. En minimering av dette vil reelt sett kutte utslipp betydelig.

Resultater: Samlet effekt på utslipp/opptak fra arealbruksendringen

Utslipp eller opptak fra arealene over 20 år, dersom man ikke hadde omgjort bruken:

Fra	Til	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Klimagasser i alt
Skog	Skog	-0,2	2,2	0,2	2,2

SUM

-0,2	2,2	0,2	2,2
------	-----	-----	-----

 tonn CO₂-ekvivalenter

Negative tall betyr opptak av klimagasser, positive tall betyr utslipp.

Utslipp eller opptak fra arealene over 20 år fra arealbruksendringen:

Fra	Til	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Klimagasser i alt
Skog	Utbygd areal	38,0	0,0	0,0	38,0

Sum

38,0	0,0	0,0	38,0
------	-----	-----	------

 tonn CO₂-ekvivalenter

Negative tall betyr opptak av klimagasser, positive tall betyr utslipp.

Nettoeffekt av arealbruksendringen over 20 år:

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Klimagasser i alt
Utslipp/opptak fra arealene uten å endre arealbruk	-0,2	2,2	0,2	2,2
Utslipp/opptak dersom endringen gjennomføres	38,0	0,0	0,0	38,0
Arealbruksendringens klimaeffekt	38,2	-2,2	-0,2	35,8

Figur 12: Resultat fra klimagassavtrykk ved arealbruksendring.

5. Konklusjon

I dette prosjektet legges det opp til standard TEK17 løsninger, samt bruk av ren elektrisk oppvarming. Det legges også opp til standard parkeringsløsninger. Dette fører til et prosjekt uten reelle utslippskutt sammenlignet med en referansemodell.

Utslipp knyttet til material er 16 % høyere sammenlignet med referansemodellen. Det må påpekes at dette baseres på grove materialestimat, og en referansemodell som kanskje er urealistisk materialeeffektiv. Referansemodellen er satt opp som ett sammenhengende skoeskebygg, mens det relle prosjektet er delt inn i 3 seksjoner med rekkehus.

Rekkehusene er stort sett konstruksjoner av tre, som har relativt lave utslipp fra før. Likevel vil det være mulig å redusere klimagassavtrykk fra materialbruk, for eksempel ved

- Bruk av lavkarbonbetong og resirkulert stål i fundamenter.
- Mest mulig bruk av trekonstruksjoner til fordel for lettklinkerblokker og betong
- Gode produktvalg for innvendigeflater, spesielt gulvbelegg. Her er det stor variasjon på klimagassavtrykk mellom ulike produkt.

Utslipp knyttet til energi er en del høyere sammenlignet med referansen, da det legges opp til elektrisk oppvarming. Om mulig bør det tas i bruk andre energiløsninger som varmepumpe eller solceller for å redusere behovet for levert energi.

Det legges opp til standard parkeringsdekning i prosjektet. Tiltak for å redusere utslipp fra transport i drift kan være å klargjøre for elbillading, bildelingsløsning, eller tilrettelegging for bruk av sykkel/elsykkel (f.eks felles sykkelparkering).

Arealbruksendring fører til neglisjerbare utslipp. Det er ikke medregnet borttransportering av masser, en reduksjon av masseuttak vil redusere klimagassavtrykket til prosjektet betydelig.

Appendix 1

Transportmiddelfordeling

Ressurs	Mengde	Antall brukere	Bil %	Bildeling %	Buss %	Skinegløende %	Gang/sykkel %	Turtengde bil, km	Turtengde kollektiv, km
Arbeid - Bergen kommune utenom indr ?	0,8	20	36	Ingen	29,26	7,31	27,43	12,9	12,3
Tjeneste - Bergen kommune utenom in ?	0,1	20	69,13	Ingen	14,11	3,53	13,23	12,9	12,3
Private turer - Bergen kommune uten ?	1,0	20	58,63	Ingen	8,53	2,13	30,72	12,9	12,3
Basokende og brukere - Bergen kommu ?	2,0		58,63	Ingen	8,53	2,13	30,72	12,9	12,3