

Oppdragsgiver: Ard arealplan AS
 Oppdragsnavn: Klimagassberegning Troldhaugvegen
 Oppdragsnummer: 639298-01
 Utarbeidet av: Sindre Heldal
 Oppdragsleder: Sindre Heldal
 Dato: 19.12.2022
 Tilgjengelighet: Åpent

Notat Klimagassberegning Troldhaugvegen

Notat Klimagassberegning Troldhaugvegen	1
1. Innledning.....	3
2. Forutsetninger og metodikk	4
2.1. Overordnede forutsetninger og metodikk.....	4
2.2. Prosjektert bygg.....	5
2.3. Bevare eller rive	10
3. Resultat.....	13
3.1. Klimagassutslipp for prosjektert bygg	13
3.2. Bevare eller rive	15
4. Oppsummering og videre anbefaling	18
4.1. Oppsummering	18
4.2. Tiltak og videre anbefalinger	18

Versjonslogg:

VER.	DATO	BESKRIVELSE	AV	KS
01	19.12.22	Nytt dokument	SH	AAN

Sammendrag

I forbindelse med planforslag om å etablere småhusbebyggelse i Troidhaugvegen 46 (gnr/bnr. 41/636) i Fana bydel i Bergen er Asplan Viak engasjert av Ard arealplan AS for å utarbeide innledende klimagassberegninger. Planforslaget legger opp til fortetting ved å rive eksisterende tomannsbolig fra 1956 med tilhørende garasje til fordel for rekkehus med fire boenheter. I tråd med kommuneplanens arealdel (KPA2018) for Bergen kommune kreves klimagassberegning jf. §18-4 tredje alternativ «valg mellom riving eller bevaring av eksisterende bygg» ettersom eksisterende BRA er større enn 200 m².

Det er utarbeidet klimagassberegninger for prosjektert bygg som i stor grad er basert på referansebygg og nøkkelderier grunnet mangel på prosjektspesifikt underlag på nåværende tidspunkt. I tillegg er det gjort sammenlignende beregninger i valget mellom riving eller bevaring av eksisterende tomannsbolig.

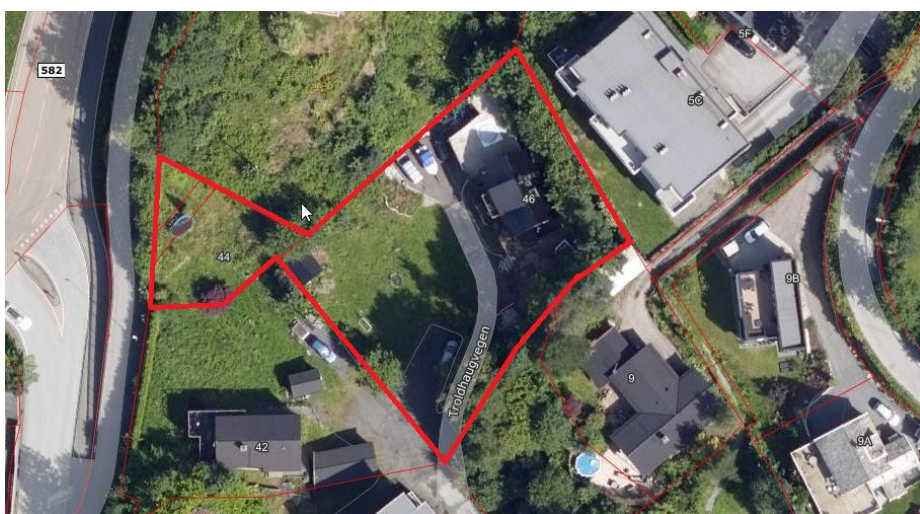
Klimagassberegning gjennomført for planområder viser at utbyggingen vil kunne generere rundt 990 tonn CO₂e over analyseperiode på 60 år hvis norsk strømmiks legges til grunn. Utslippene fordeler seg på materialbruk (ca. 180 tonn CO₂e), byggeplasspåvirkning (ca. 52 tonn CO₂e), energibruk i drift (ca. 67 tonn CO₂e) og transport i drift (ca. 690 tonn CO₂e). Dersom norsk-europeisk strømmiks legges til grunn øker utslipp for energibruk i drift til ca. 167 tonn CO₂e og totalt utslipp til ca. 1090 tonn CO₂e.

I valget mellom bevaring (alternativ 1) eller riving (alternativ 2) av tomannsboligen viser klimagassberegningen at utfallet i stor grad vil påvirkes av strømmiksen som legges til grunn. Dersom norsk-europeisk strømmiks legges til grunn vil bevaring og rehabilitering generere 456 tonn CO₂e, mens riving og nybygg vil generere 388 tonn CO₂e. Det vil si 18% lavere utslipp for alternativ 2 og 68 tonn CO₂e over byggets levetid. Dersom norsk strømmiks legges til grunn vil bevaring og rehabilitering generere 259 tonn CO₂e, mens riving og nybygg vil generere 288 tonn CO₂e. Det vil si 10% lavere utslipp for alternativ 1 og 30 tonn CO₂e over byggets levetid. Beregningene er usikre og er svært avhengig av grad av rehabilitering og energistandard som kan oppnås for rehabiliteringsscenarioet.

1. Innledning

Planforslaget legger opp til fortetting ved å rive eksisterende tomannsbolig fra 1956 med tilhørende garasje til fordel for rekkehus med fire boenheter. Parkeringsareal skal etableres i bakkant av rekkehusene. I tråd med kommuneplanens arealdel (KPA2018) for Bergen kommune kreves klimagassberegning jf. §18-4 tredje alternativ «valg mellom riving eller bevaring av eksisterende bygg» ettersom eksisterende BRA er større enn 200 m².

Tomt med eksisterende bebyggelse er vist på Figur 1 .



Figur 1 Flyfoto over planområdet angitt med tykk rød linje.

Arealer for planforslaget presentert i Tabell 1 er lagt til grunn for videre beregninger.

Tabell 1 Oversikt over arealer for planlagt nybygg innenfor planområdet.

	Rekkehus	Parkering
BRA [m ²]	568	70
BTA ¹ [m ²]	625	77

Oppgitt BRA for eksisterende tomannsbolig er 233 m² fordelt på 185 m² bolig og 48 m² garasje. Grunnflaten er estimert til 80 m² og rivedokumentasjonen viser til to etasjer i tillegg til loft. Det forutsettes at plan 1 og 2 er lik grunnflaten og at noe areal i loft inngår i BRA.

¹ BTA er forutsatt 1,1*BRA

2. Forutsetninger og metodikk

2.1. Overordnede forutsetninger og metodikk

Beregninger er gjennomført i tråd med NS3720:2018 «Metode for klimagassberegninger for bygninger». Omfanget er i Bergen kommunes «Veileder for klimagassberegninger»² satt til å være «*basis med lokalisering*», som definert av NS3720 (se Figur 2).

Klimagassberegningene inkluderer følgende (kapittelnummerering referer til NS3720):

- Tomtebearbeiding (utslipp fra arealbruksendring) (kap. 7.2)
- Materialer (kap. 7.4)
- Byggeplass (kap. 7.3)
- Energi i drift (kap. 7.5)
- Transport i drift (kap. 7.6)

	Uten lokalisering	Med lokalisering
Basis	Klimagassberegningen skal inkludere klimagassutslipp fra byggeplass (7.3), materialer (7.4), energi i drift (7.5). Materialer (7.4) skal inkludere innhold i bygningsdelsnummer 2 Bygning i henhold til NS 3451 samt materialer som inngår i lokalt energiproduksjonsutstyr som ikke er dekket av NS 3451.	Klimagassberegningen skal inkludere klimagassutslipp fra tomtebearbeiding (7.2), byggeplass (7.3), materialer (7.4), energi i drift (7.5), transport i drift (7.6). Materialer (7.4) skal inkludere innhold i bygningsdelsnummer 2 Bygning i henhold til NS 3451 samt materialer som inngår i lokalt energiproduksjonsutstyr som ikke er dekket av NS 3451.
Avansert	Klimagassberegningen skal inkludere klimagassutslipp fra byggeplass (7.3), materialer (7.4), energi i drift (7.5) og inkludere materialer som inngår i bygningsdelsnummer 2 Bygning, 3 VVS-installasjon, 4 Elkraft, 6 Andre installasjoner, 7 Utendørs i henhold til NS 3451 samt materialer som inngår i lokalt energiproduksjonsutstyr som ikke er dekket av NS 3451.	Klimagassberegningen skal inkludere klimagassutslipp fra tomtebearbeiding (7.2), byggeplass (7.3), materialer (7.4), energi i drift (7.5), transport i drift (7.6) og inkludere materialer som inngår i bygningsdelsnummer 2 Bygning, 3 VVS-installasjon, 4 Elkraft, 6 Andre installasjoner, 7 Utendørs i henhold til NS 3451 samt materialer som inngår til lokalt energiproduksjonsutstyr som ikke er dekket av NS 3451.

Figur 2 Omfang for klimagassberegninger som gitt av NS3720. Omfang for beregningene er «Basis, med lokalisering».

På nåværende tidspunkt er ikke rekkehusene prosjektert. Det vil si at prosjektspesifikk informasjon om materialbruk og energibruk ikke foreligger. Nøkkeltall er dermed benyttet og prosjektert bygg vil av den grunn være sammenfallende med referansebygget.

² <https://www.bergen.kommune.no/hvaskjer/tema/kommuneplanens-arealdel-2018/veiledere>

2.2. Prosjektert bygg

I tråd med KPA2018 §18-4 tredje alternativ «valg mellom riving eller bevaring av eksisterende bygg» skal klimagassberegning utarbeides for prosjektert bygg. Beregningen inkluderer materialer, byggeplass, energi i drift og transport i drift. Forutsetninger lagt til grunn presenteres her.

En oversikt over moduler iht. NS3720 som er inkludert i klimagassberegningen er markert i grønt i Figur 3.

INFORMASJON OM BYGNINGENS LIVSLØP														TILLEGGS- INFORMASJON UTOVER BYGNINGENS LIVSLØP			
A1-A3: PRODUKTSTADIET			A5: GJENNOMSFØRING- STADIET		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 ENERGIGJENVINNIN- G OG OMBRUK AV MATERIALER OG EKSPORT AV EGENPRODUSERT ENERGI

Figur 3 Aktuelle moduler for klimagassberegningen

2.2.1. Materialer

Utslipp fra produksjon av materialer (A1-A3), transport til byggeplass (A4), byggeplasspåvirkning (A5), utskiftning og ombygging (B4-B5) og livsløpets sluttstadium (C1-C4) er inkludert i beregningene. For B1-B3 finnes ikke nødvendige nøkkeltall/datagrunnlag.

Tidligere etablerte referansebygg av Asplan Viak³ er benyttet for å estimere klimagassutslipp fra materialbruk da byggene ikke er prosjektert per nå. Referansebyggene beskriver «standard» løsningsvalg og materialbruk for ulike bygningskategorier. Tabell 2 viser klimagassutslipp for referansebygget som er lagt til

³ Oppdrag på vegne av ENOVA og DFØ, blant annet tilgjengelig herfra: [Klimavennlige byggematerialer | Enova](#)

grunn for videre beregninger. Referansebygg og løsningsvalg er beskrevet i DFØs verktøy for referansenivå for klimagassutslipp fra materialbruk i bygg⁴. Bygningskategorien småhus er lagt til grunn som referansebygg for rekkehusene ettersom materialbruken er tilsvarende.

Tabell 2 Klimapåvirkning for referansenivå. Kg CO₂e/m² BTA år

Fase	Småhus
A1 - A3	2,40
A4	0,50
A5 - Montering og svinn	0,23
A5 - Gjennomsnittlig byggeplass påvirkning	0,31
B4 - B5	1,66
C1 - C4	0,27
Sum (A1-C4)	5,37

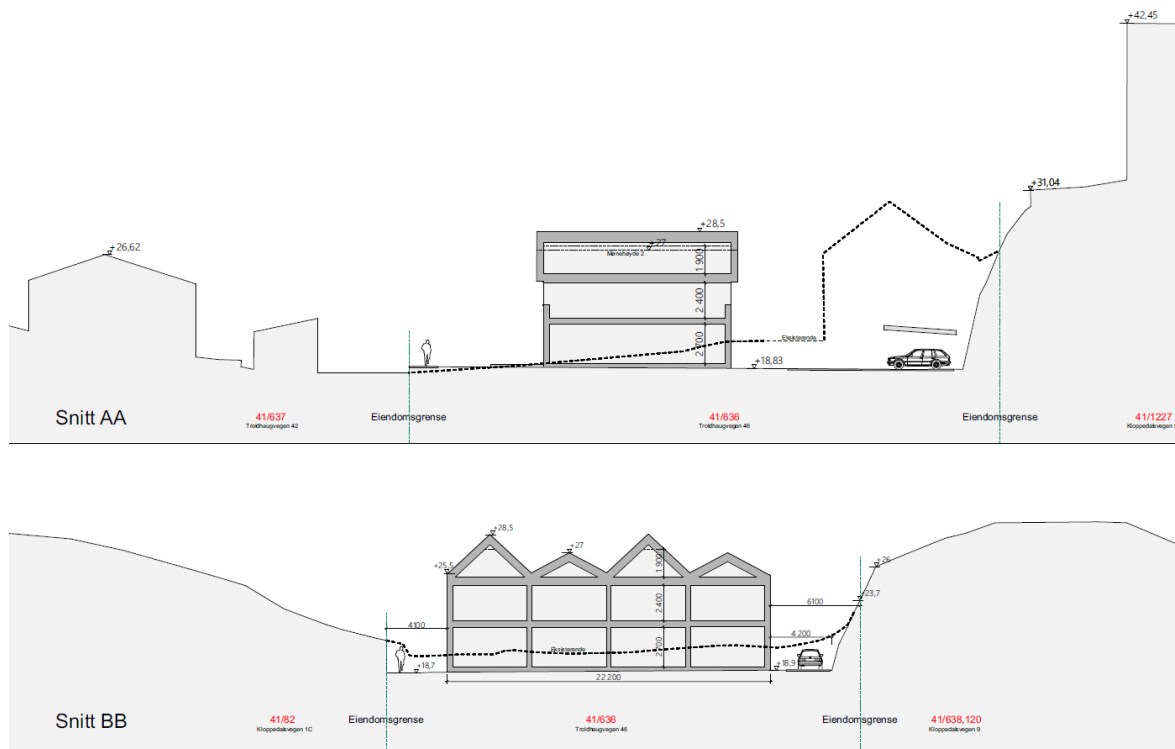
2.2.2. Byggeplass

Utslippsfaktor for gjennomsnittlig byggeplasspåvirkning (A5 i Tabell 2) er benyttet for å beregne klimagassutslipp for oppføring av bygget. I tillegg er det beregnet klimagassutslipp fra utgraving og transport av masser fra tomten, samt riving av eksisterende bygg.

Utslipp fra massetransport og klargjøring av tomt

Bebyggelsen i planforslaget ligger lavere i terrenget enn hva eksisterende bebyggelse gjør i dag, se Figur 4. Dette medfører at masser må graves ut og transporteres bort i forbindelse med utbyggingen. Klimagassutslipp for massetransport, eventuell sprengning og utgraving er beregnet med utgangspunkt i estimert volum som må graves ut. Ettersom gjenbruk av overskuddsmasser på tomten ikke er avklart, antas det at 100% transporteres bort som en konservativ tilnærming.

⁴ DFØs verktøy for referansenivå for klimagassutslipp fra materialbruk i bygg. Tilgjengelig fra: [Klimagassutslipp for bygg | Anskaffelser.no](https://www.anskaffelser.no)



Figur 4 Planforslagets bebyggelse sammenlignet med eksisterende bebyggelse.

Følgende forutsetninger og utslippsfaktorer ligger til grunn:

- Mengden masser for utgraving er estimert ved å gange anslått høydeforskjellen mellom kote ny byggehøyde og kote eksisterende byggehøyde med anslått andel av tomten dette gjelder. Dette gir en gjennomsnittlig høydeforskjell på 1,5 m og en arealandel på 734 m². Konverteringsfaktor for faste (fm³) til løse (lm³) masser er satt til 1,25. Totalt utgravde masser er estimert til 1381 lm³.
- Avstand fra utbyggingsområdet til Ragn-Sells Rådal er estimert til 8,1 km. Antatt tom retur.
- Massetransport forutsettes med lastebil med utslippsfaktor på 0,17 kg CO₂e/tonn*km.
- Utslippsfaktor for sprengning er 1,24 kg CO₂e/kg og utgraving og planering 3,4 kg CO₂e/lm³.

Beregnet klimagassutslipp for utgraving og massetransport er vist i Tabell 3.

Tabell 3 Klimagassutslipp for utgraving av masser, planering og massetransport.

Utslippspost	tonn CO ₂ e
Massetransport	6,4
Sprenging	1,4
Utgraving og planering av steinmasser	4,7
Sum	12,5

Utslipp fra riving av eksisterende bygg

En tomannsbolig med tilhørende garasje skal etter planen rives. Totalt areal er estimert til 227 m² fordelt på 185 m² bolig og 48 m² garasje. Utslipp tilknyttet riving er usikre, men tall fra LCA-studier⁵ tilsier at dette i snitt ligger rundt 66 kg CO₂e/m² for trebygg og 102 kg CO₂e/m² for murbygg. Det er antatt at første etasje og garasje er i mur, mens andre etasje og loft er i tre. Dette gir et utslipp på totalt 20 tonn CO₂e for riving av eksisterende bygningsmasse.

2.2.3. Energibruk i drift

Klimagassutslipp er beregnet for energi i drift (B6). Utslipp fra materialbruk, vedlikehold og utskiftning og avhending av tekniske installasjoner (A1-A5, B1-B7, C1-C4) er utelatt fra beregningen da detaljert informasjon ikke er kjent på nåværende tidspunkt. Dette vil utgjøre en liten andel av totale utslipp sammenlignet med energibruk i driftsfasen.

Tomten ligger innenfor konsesjonsområdet for fjernvarme. Det forutsettes derfor at all oppvarming forsynes av fjernvarme og at resterende energibehov dekkes av direkte elektrisitet (ingen behov for kjøling).

Energibehov er anslått basert på rammekrav for TEK17, se Tabell 4. Utslippsfaktorer for elektrisitet er beregnet som gjennomsnitt over 60 år for to ulike scenarier for strømmiks, som gitt av NS3720. Utslippsfaktorer lagt til grunn er gitt i Tabell 5.

⁵ Klimagassutslipp fra oppgradering av eldre bygg. 24 case-studier fra Innlandet. Tilgjengelig fra: https://innlandetfylke.no/f/p1/i2d695903-7c90-4eb3-b233-57482b391673/klimagassanalyse_bygg_innlandet_190221.pdf

Tabell 4 Energibehov iht. rammekrav for TEK17.

Energibehov [kWh/m² oppvarmet BRA]	Småhus
Oppvarming (rom+ vent)	42
Ventilasjonsoppvarming	3
Tappevann	30
Vifter/pumper	4
Pumper	0
Belysning	11
Teknisk utstyr	18
Romkjøling	0
Ventilasjonskjøling	0
Totalt	108

Tabell 5 Utslippsfaktor for ulike energibærere.

Energibærer	gCO₂e/kWh	Referanse
Elektrisitet - NO	15,5	NS3720
Elektrisitet - NO+EU28	104,2	NS3720
Fjernvarme	16,8	Gjennomsnittlig fjernvarmemiks BKK og livsløpsbaserte utslippsfaktorer fra LCA-databasen Ecoinvent v.3.7. Forutsatt 10% tap i nettet.

2.2.4. Transport i drift

Klimagassutslipp fra transport i drift omfatter summen av utslipp fra daglige reiser for alle brukere. Følgende forutsetninger gjelder for beregningen:

- Antall beboere er beregnet basert på statistikk for bosatte per bolig⁶. Summen av beboere for utbyggingsområdet er anslått til 10 personer.
- Beregninger er gjennomført i tråd med NS3720, dvs. transport er beregnet for begge reiseveier. Reiselengde, turer per dag og reisemiddelfordeling er basert på siste tilgjengelige data i reisevaneundersøkelsen for Bergen kommune (RVU

⁶ Tomannsbolig = 59,7 m² BRA/person, Rekkehus = 57,5 m² BRA/person. Tilgjengelig her: [Folke- og boligtellings, boliger \(opphørt\) - SSB](#)

2018/19) og 'Reisemiddelfordeling for norske byer inkl. områder nært kollektivknutepunkt med sentrumsfunksjon'⁷. Bergen kommune er lagt til grunn for reisemiddelfordeling.

- Iht. Bergen kommunes veileder for klimagassberegninger er utslippsfaktor for bil satt til 0,29 kg CO₂e/kjørte km i tråd med utslippsfaktor for norsk gjennomsnittsbil oppgitt i NS3720. Forutsatt et gjennomsnittlig belegg på 1,55 gir dette en utslippsfaktor på 0,19 kg CO₂e/pkm.
- Utslippsfaktor lagt til grunn for beregninger av utslipp knyttet til bruk av kollektivtransport er 0,077 kg CO₂e/pkm og tar utgangspunkt i at 80% av reiser skjer med buss og 20% av reiser skjer med skinnegående trafikk.

2.3. Bevare eller rive

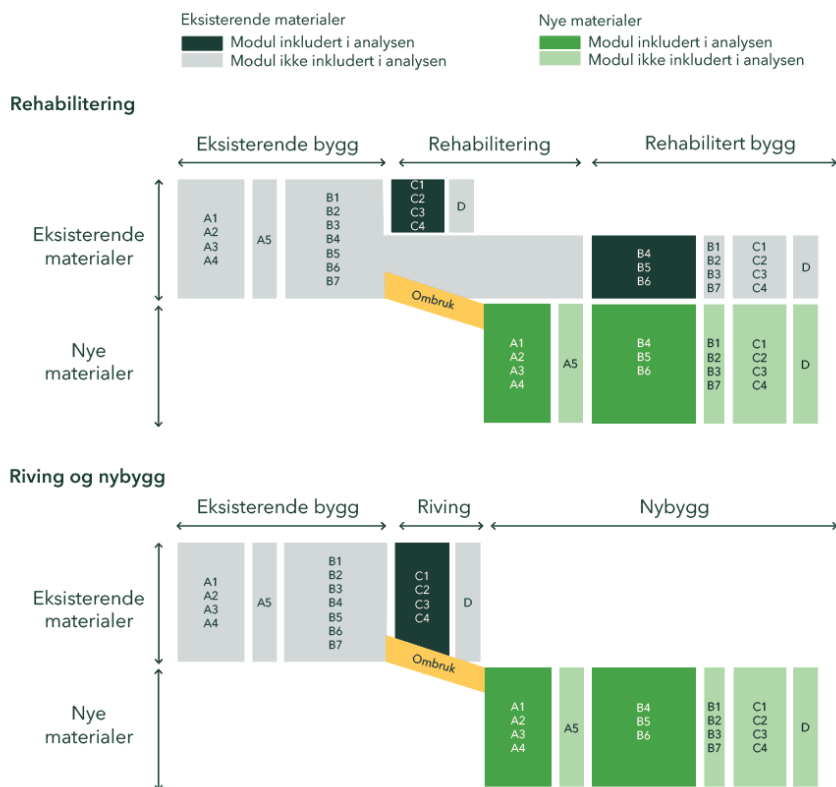
I tråd med KPA2018 §18-4 tredje alternativ skal det ved valg mellom riving eller bevaring utarbeides to beregninger med alternativene:

Alternativ 1: bevaring og rehabilitering

Alternativ 2: riving og nybygg (tilsvarende forutsetninger som beskrevet i kap. 2.2)

Klimagassutslipp fra materialer, byggeplass og energibruk sammenlignes. Ettersom det ikke kan gjøres hensiktsmessige antagelser om hvordan transport eventuelt vil være ulik for de to alternativene, inkluderes ikke transport i drift i beregningene. Se Figur 5 for omfang av beregninger.

⁷ Reisemiddelfordeling for norske byer inkl. områder nært kollektivknutepunkt med sentrumsfunksjoner. Civitas 4.42018, Nål Arge Eivind Selvig, Olav Fosli.



Figur 5 Omfang for alternativ 1 og alternativ 2.

2.3.1. Systemutvidelse

Siden det er forskjell mellom eksisterende og nytt areal, vil det være fornuftig å ta høyde for at det i tilfellet hvor tomannsboligen bevares (alternativ 1) må bygges nytt areal i tillegg til eksisterende bolig for å oppnå tilsvarende funksjon (systemutvidelse).

Følgende forutsetninger gjelder:

- Den sammenlignbare funksjonen er bolig for 10 personer.
- Det forutsetter at eksisterende bygg er bolig for 3 personer (59,7 m² BRA/person⁸) og at det derfor må bygges ca. 390 m² BRA nybygg for å oppfylle bolig for resterende personer (57,5 m² BRA/person).
- Nybygg forutsettes bygd som rekkehus.

⁸ [Folke- og boligtellingsen, boliger \(opphørt\) - SSB](#)

2.3.2. Materialer

Utslipp fra materialer tilført tomannsboligen inngår i beregningen, mens utslipp fra bevarte materialer settes lik null. Nødvendig rehabilitering av eksisterende tomannsbolig er svært usikker da det ikke foreligger tilstandsrapport for bygningsmassen. I rivedokumentasjonen påpekes det at bygningen viser tegn til «generell mangel på vedlikehold» basert på utvendig befaring. På grunn av byggets alder og tilsynelatende dårlige stand forutsettes det at 100 % av bygningens bæresystem og dekker kan bevares mens resterende bygningsdeler krever utskiftning.

Estimatet om hvilke bygningsdeler som kan bevares gir alternativ 1 en utslippsreduksjon på 24% sammenlignet med et referansebygg. Utslipp fra produksjon av materialer (A1-A3), transport til byggeplass (A4) og byggeplasspåvirkning (A5) vil reduseres som følge av et redusert materialbehov. Utskiftning og ombygging (B4-B5) og livsløpets sluttstadium (C1-C4) vil være tilsvarende for begge alternativene. Utslipp fra materialer til nybygg beregnes som beskrevet i kap. 2.2.1.

2.3.3. Byggeplass

I tillegg til byggeplasspåvirkning (A5) behandlet i 2.3.2 inkluderes utslipp knyttet til riving i forbindelse med rehabilitering. En mulig utslippsreduksjon som følger av at enkelte bygningsdeler bevares er usikker, og det antas derfor samme utslipp knyttet til riving for begge alternativene.

Det forutsettes at ingen bygg må rives før etablering av nybygg til systemutvidelsen.

2.3.4. Energibruk i drift

Energibehov etter rehabilitering antas å tilsvare rammekrav for TEK10 (131kWh/m² BRA/år). Både oppvarming og resterende energibehov forutsettes at dekkes av direkte elektrisitet (virkningsgrad=1). Energi i drift for nybygget som legges til som følge av systemutvidelsen beregnes som beskrevet i kap. 2.2.3 (TEK17).

Energi i drift for alternativ 2 beregnes som beskrevet i kap. 2.2.3 (TEK17).

3. Resultat

Klimagassutslipp fra prosjektert bygg er i stor grad basert på referansenivåer og nøkkelverdier. Resultater må derfor tolkes med bakgrunn i de forutsetninger som er lagt til grunn og som er beskrevet i notatet. Dette gjelder også ved vurdering mellom riving og bevaring, hvor forutsetning for nødvendig rehabilitering og energistandard etter rehabilitering er vurdert med relativt lite informasjon tilgjengelig.

3.1. Klimagassutslipp for prosjektert bygg

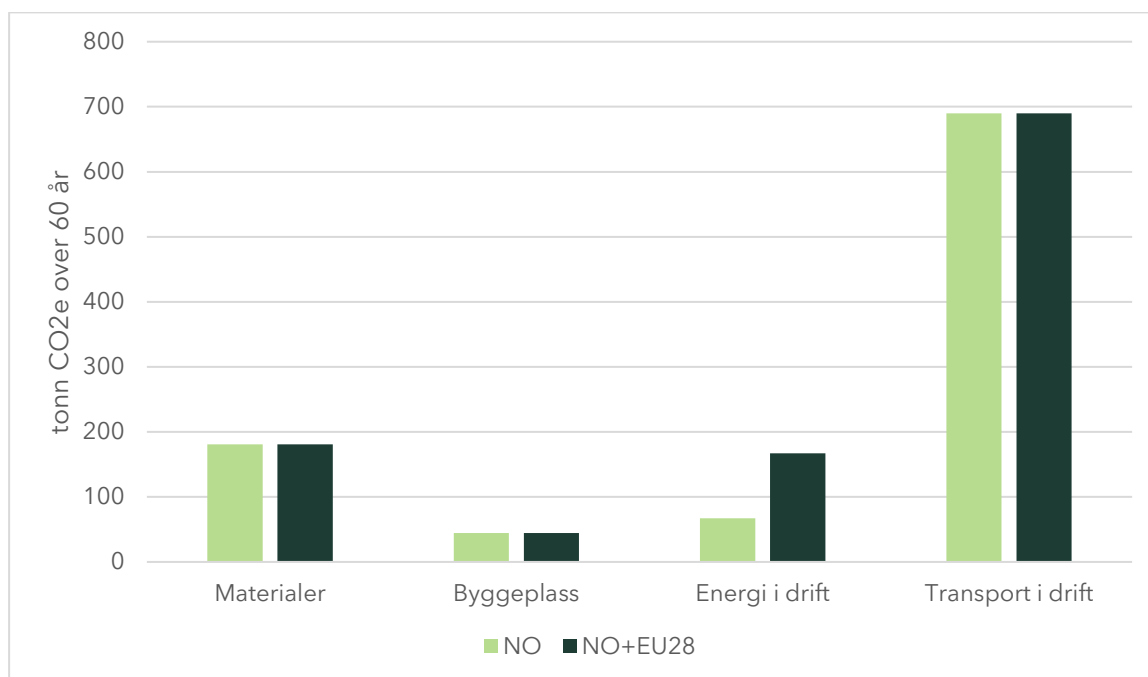
Estimerte klimagassutslipp fra materialbruk, byggeplass, energibruk i drift og transport i drift fra utbyggingen over analyseperioden på 60 år er presentert i Figur 6. Totale utslipp er beregnet til ca. 990 tonn CO₂e med norsk strømmiks lagt til grunn fordelt på materialbruk (ca. 180 tonn CO₂e), byggeplasspåvirkning (ca. 52 tonn CO₂e), energibruk i drift (ca. 67 tonn CO₂e) og transport i drift (ca. 690 tonn CO₂e). Dersom norsk-europeisk strømmiks legges til grunn øker utslipp for energibruk i drift til ca. 167 tonn CO₂e og totalt utslipp til ca. 1090 tonn CO₂e.

Mesteparten av klimagassutslippene skyldes transport i drift, etterfulgt av materialbruk og energibruk. Beregningene er i stor grad gjennomført med utgangspunkt i nøkkeltall, men gir likevel et godt utgangspunkt for å vurdere viktige utslippsposter tilknyttet utbyggingen. Faktiske utslipp vil avhenge av den endelige prosjekteringen av bygget, valg av materialer, energistandard og transportutslipp.

Utslipp fra transport i drift er usikre på grunn av mangel på trafikkdata for prosjektspesifikk lokasjon. Det er lagt til grunn den generiske reisemiddelfordelingen for Bergen kommune, men nærheten til både buss og bybane på Hop gjør at andel kollektivtransport i realiteten kan være høyere. Utslipp fra transport over analyseperioden på 60 år vil imidlertid generelt være høy. Det bør derfor tilstrebes og planlegges for gode kollektivløsninger for området.

Utslipp fra energi i drift vil i stor grad påvirkes av energiforsyningsløsning og hvilke strømmiks som legges til grunn. For energi i drift er det forutsatt at oppvarming dekkes av fjernvarme. Utslippene her er lave da fjernvarmemiksen i Bergen i stor grad er basert på avfall. Iht. NS3720 allokeres utslipp fra avfallsforbrenning til der avfallet oppstår og ikke til varmeproduksjon.

For materialbruk og byggeplass er det foreløpig lagt til grunn referanseverdier ettersom prosjektspesifikke løsninger mangler.



Figur 6 Klimagassutslipp fra materialbruk, byggeplass, energi i drift og transport i drift for prosjektert bygg over analyseperioden på 60 år.

Tabell 6 og Tabell 7 gir detaljerte resultater for beregningen, presentert som totale utslipp, utslipp fordelt på antall beboere og år samt utslipp fordelt per bruksareal.

Tabell 6 Detaljerte resultater for klimagassutslipp over livsløpet.

Klimagassutslipp (tonn CO2e over 60 år)	Livsløpsfase	Strømmiks	Sum
Produktstadiet	A1-A3 Produksjon av materialer		90
Transport av materialer	A4 Transport til byggeplass		19
Gjennomføringsstadiet	A5 Montering og svinn		9
	A5 Gjennomsnittlig byggeplasspåvirkning		12
	A5 Riving av eksisterende bygg		20
	A5 Massetransport		13
Bruksfasen	B4-B5 Vedlikehold/utskiftning av materialer		62
Energi i drift	B6 Energi i drift	NO	67
		NO+EU28	167
Livsløpets sluttstadium	C1-C4 Livsløpets sluttstadium		10
Transport i drift			690
Sum		NO	991
		NO+EU28	1091

Tabell 7 Klimagassutslipp over livsløpet fordelt på 10 beboere (kg CO₂e/år/person) og areal (kg CO₂e/m² BRA)

Klimagassutslipp		Strømmik s	Per person per år kg CO ₂ e/person/år	Per areal kg CO ₂ e/m ² BRA)
Produktstadiet	A1-A3 Produksjon av materialer		152	158
Transport av materialer	A4 Transport til byggeplass		32	33
Gjennomføringsstadiet	A5 Montering og svinn		15	15
	A5 Gjennomsnittlig byggeplasspåvirkning		20	20
	A5 Riving av eksisterende bygg		34	35
	A5 Massetransport		21	22
Bruksfasen	B1-B5 Vedlikehold/utskiftning av materialer		105	110
Energi i drift	B6 Energi i drift	NO	113	118
		NO+EU28	281	293
Livsløpets sluttstadium	C1-C4 Livsløpets sluttstadium		17	18
Transport i drift			1164	1214
Sum		NO	1672	1745
		NO+EU28	1841	1921

3.2. Bevare eller rive

Med norsk-europeisk strømmiks lagt til grunn vil bevaring og rehabilitering generere 456 tonn CO₂e, mens riving og nybygg vil generere 388 tonn CO₂e. Det vil si 18% lavere utslipp for alternativ 2 og 68 tonn CO₂e over byggets levetid. Med norsk strømmiks lagt til grunn vil bevaring og rehabilitering generere 259 tonn CO₂e, mens riving og nybygg vil generere 288 tonn CO₂e. Det vil si 10% lavere utslipp for alternativ 1 og 30 tonn CO₂e over byggets levetid. Resultatene er presentert i Tabell 8 og Figur 7.

Basert på informasjon som er tilgjengelig på tidspunktet beregningene gjøres, vil utfallet i stor grad styres av hva slags utslippsfaktor for energi i drift som blir brukt. Årsaken til dette utslaget er i hovedsak et resultat av følgende:

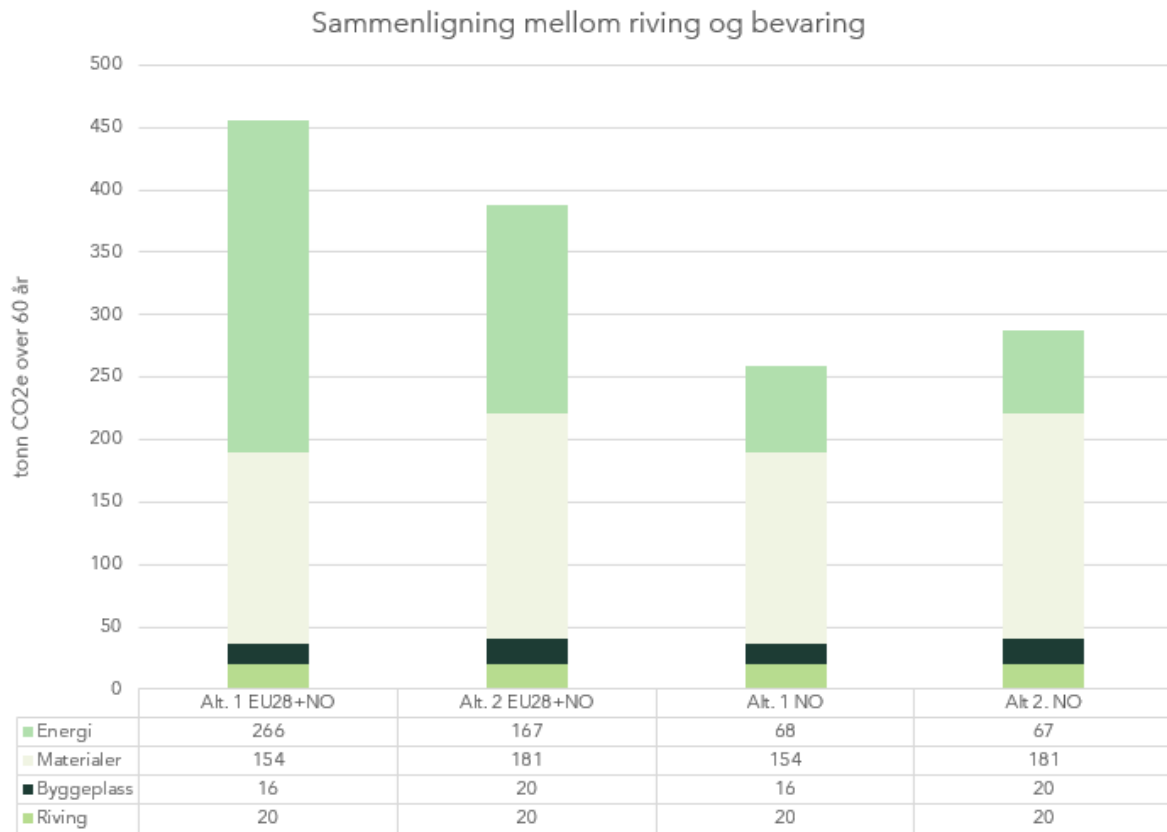
- Forholdet mellom eksisterende bebyggelse og planlagt bebyggelse er relativt liten, og alternativ 1 vil medføre en relativt stor andel rehabilitert bygningsmasse. Ettersom rehabilitert bygg antas å være mindre energieffektivt enn et nybygg, vil også en relativt stor andel av alternativ 1 kreve mer levert energi.
- Fjernvarme er antatt som energibærer til oppvarming for nybygg, mens oppvarmingsbehovet til rehabilitert bygg er antatt dekket av direkte el. Utslippsfaktoren for fjernvarme ligger omtrent på samme nivå som norsk-strømmiks, men vesentlig lavere enn norsk-europeisk strømmiks. Med norsk-europeisk strømmiks lagt til grunn vil dermed alternativ 1 få et vesentlig større klimagassutslipp fra energi i drift enn dersom norsk strømmiks legges til grunn.

Det presiseres at det på nåværende tidspunkt ikke foreligger informasjon om valg av energiforsyningsløsning for hverken alternativ 1 eller alternativ 2, og beregningen av energi i drift er i stor grad basert på referanseverdier. Faktisk valg av energiforsyning vil derfor kunne påvirke det endelige energibehovet for begge alternativene.

Den største besparelsen av klimagassutslipp gjelder materialer. Det skyldes redusert materialbehov ved bevaring og rehabilitering, fremfor riving og nybygg. Nødvendig materialbehov ved rehabilitering er svært usikkert. Det er her tatt utgangspunkt i byggets levetid og observasjoner gjort i forbindelse med rivedokumentasjonen. Det faktiske rehabiliteringsbehovet vil påvirke resultatene. For å redusere usikkerheten bør det derfor utarbeides en tilstandsrapport som kan legges til grunn for beregningene.

Tabell 8 Sammenligning av klimagassutslipp for alternativ 1 og alternativ 2. Negativt fortegn indikerer lavere utslipp for alternativ 1 sammenlignet med alternativ 2.

Klimagassutslipp over 60 år	Alt. 1: bevaring og rehabilitering						Alt. 2: riving og nybygg		Differanse alt. 1 og alt. 2	
	Rehab. eksisterende bygg		Nybygg (systemutvidelse)		Sum		Sum			
tonn CO _{2e} over 60 år										
Riving av eksisterende bygg	20		0		20		20		0	
Byggeplass	3		13		16		20		-4	
Materialer	41		113		154		181		-27	
Energi	151	23	114	46	266	68	167	67	99	-2
EU28+NO										
NO										
Sum	215	87	240	172	456	259	388	288	55	-42
EU28+NO										
NO										



Figur 7 Sammenligning av alternativ 1 bevaring og rehabilitering og alternativ 2 riving og nybygg basert på strømmiksene EU28+NO og NO.

4. Oppsummering og videre anbefaling

4.1. Oppsummering

De innledende klimagassberegningene for Troldhaugvegen viser at utbyggingen vil kunne generere rundt 990 tonn CO₂e over analyseperiode på 60 år hvis norsk strømmiks legges til grunn. Utslippene fordeler seg på materialbruk (ca. 180 tonn CO₂e), byggeplasspåvirkning (ca. 52 tonn CO₂e), energibruk i drift (ca. 67 tonn CO₂e) og transport i drift (ca. 690 tonn CO₂e). Dersom norsk-europeisk strømmiks legges til grunn øker utslipp for energibruk i drift til ca. 167 tonn CO₂e og totalt utslipp til ca. 1090 tonn CO₂e. Beregninger er gjennomført på et tidlig stadium i planprosessen basert på gjeldende forutsetninger beskrevet og estimater for utslipp. Det er dermed betydelig usikkerhet knyttet til beregningene. Analysen gir likevel viktig pekepinn på de viktige bidragsyterne til klimagassutslipp og grunnlag for hvor fokuset bør ligge for å oppnå reduksjon i klimagassutslipp i forbindelse med utbyggingen. Utslipp fra transport i drift står for det største bidraget til klimagassutslippene.

I valget mellom bevaring (alternativ 1) eller riving (alternativ 2) av tomannsboligen viser klimagassberegningen at utfallet i stor grad vil påvirkes av strømmiksen som legges til grunn. Dersom norsk-europeisk strømmiks legges til grunn vil bevaring og rehabilitering generere 456 tonn CO₂e, mens riving og nybygg vil generere 388 tonn CO₂e. Det vil si 18% lavere utslipp for alternativ 2 og 68 tonn CO₂e over byggets levetid. Dersom norsk strømmiks legges til grunn vil bevaring og rehabilitering generere 259 tonn CO₂e, mens riving og nybygg vil generere 288 tonn CO₂e. Det vil si 10% lavere utslipp for alternativ 1 og 30 tonn CO₂e over byggets levetid. Differansen mellom alternativene vil også være avhengig av den faktiske rehabiliteringsgraden og energistandarden som oppnås for alternativ 1.

4.2. Tiltak og videre anbefalinger

For å redusere klimapåvirkningen fra utbyggingen er tiltak både for å redusere utslipp fra materialbruk, energibruk og transport i drift viktig. Tiltak som gjør det lett å velge klimavennlige alternativ for transport er vesentlig for å redusere klimapåvirkningen fra utbyggingen. Lokasjonen gir god tilgang til bybane og buss, men det bør sørges for at området også legger til rette for gående og syklende.

Valg av lavutslippsmaterialer i prosjektering vil kunne redusere utslippene.

Materialvalgene bør gjøres med tanke på klimagassutslipp for å redusere den totale

klimapåvirkningen for utbyggingen. Bruk av tre og lavkarbon betong er eksempler på materialvalg som er gunstige med tanke på klimagassutslipp. Gjenbruk av materialer og tilrettelegging for gjenbruk av materialer i fremtiden er andre tiltak som kan redusere utslipp.

Energiforsyningsløsning er også viktig for klimapåvirkning fra utbyggingen. I vurderingen mellom bevaring eller riving vil oppnåelig energistandard samt en mer energieffektiv energiforsyningsløsning for alternativ 1 være naturlig å se nærmere på.

Tabell 9 viser viktige tiltak for å redusere klimapåvirkning. Tiltak rettet mot transport og materialbruk bør prioriteres for å sikre lave klimagassutslipp for prosjektet.

Tabell 9 Oversikt over viktige tiltak for reduksjon av klimapåvirkning for utbygging av områder.

	Tiltak for redusert klimapåvirkning
Materialer	<ul style="list-style-type: none"> • Tilstandskartlegging og evt. energioppgradering og bevaring av eksisterende tomannsbolig • Gjenbruk av materialer fra andre bygg • Valg av lavutslippsmaterialer • Legge til rette for gjenbruk av bygg og materialer fra bygget i fremtiden
Byggeplasspåvirkning	<ul style="list-style-type: none"> • Lavutslipp energibruk i anleggsfasen • Bruk av masser lokalt på tomt om mulig eller felles planlegging med nærliggende eiendommer
Energi	<ul style="list-style-type: none"> • Energieffektive bygg (passivhus eller lavere enn TEK-nivå) • Lavutslipp energiforsyning • Vurdere alternativ for lokal energiforsyning
Transport	<ul style="list-style-type: none"> • Bilrestriktive tiltak • Gangvennlig utforming • Sykkelvevnlige utforming • Tilgang til service- og rekreasjonstilbud • Tilgang til kollektivtransport