

Helma hotelleiendom AS

► **Helma hotell**

Klimagassvurderinger

Detaljregulering

Oppdragsnr.: 5190306 Dokumentnr.: RIByfy02 Versjon: J01 Dato: 2022-09-14



Oppdragsgiver: Helma hotelleiendom AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Helge Karstensen
Rådgiver: Norconsult AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika
Oppdragsleder: Tuva Cathrine Elisabeth Daae
Fagansvarlig: Sophie Ness Thøgersen
Andre nøkkelpersoner: Wibeke Johansen, Daniel Meier og Tom-André Olsen

J01	2022-09-14		Sophie N. Thøgersen	Tom-André Olsen	Tuva Cathrine Elisabeth Daae
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult 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 AS har i forbindelse med mulighetsstudie og planarbeid for nye Helma hotell utført klimagassberegninger. Prosjektet er i Mo sentrum og det planlegges som et kombinert konferansehotell og boligbygning i 20 etasjer. Det satt opp fem alternativer som vurderes med tanke på klimagassutslipp, og dette inkluderer et 0-alternativ basert på nåværende reguleringsbestemmelser og varianter av det nye hotellet med variasjoner i antall etasjer, materialer og plassering.

Formålet med klimagassberegningene er at de skal gi et grunnlag for gode klimavurderinger fra tidlig fase i prosjektet og bidra til å finne løsningene med lavest klimagassutslipp til slutt. Ettersom prosjektet er i tidligfase og ikke har prosjekterte bygg ferdige, er det benyttet såkalte modellbygg eller referansebygg basert på bygningskategorien «hotell» for å beregne klimagassutslipp for prosjektet.

Det er noe ulikt omfang for beregningene i de fem alternativene basert på hva det er tenkt at hvert alternativ skal belyse. For Alternativ 1 er det beregnet klimagassutslipp fra materialer og transport i drift. For Alternativ 0, 1.1 og 1.2 er det beregnet utslipp kun fra materialer ettersom det har samme plassering som Alternativ 1. Alternativ 2 har samme omfang som alternativ 1 med utslipp fra materialer og transport i drift, men det er i tillegg beregnet utslipp fra arealbruksendringer (LULUC) ettersom dette alternativet teoretisk sett vil kreve at en del grøntområder omgjøres til bebygd areal.

Fra klimagassberegningene fremkommer det, med forutsetningene lagt til grunn, at klimagassutslipp fra materialer er som vist i Tabell 1. Som tabellen viser har alternativ 0 helt klart lavest totale utslipp, men det er jo fordi det er et mindre bygg. Ved å se på utslipp per m², fremkommer det at alternativ 1.2 er det med lavest klimagassutslipp. Hva som skiller de ulike alternativene, er beskrevet i kapittel 1.

Tabell 1 Klimagassutslipp fra materialer for alle alternativene

Klimagassutslipp fra materialer	Alternativ 0	Alternativ 1	Alternativ 1.1	Alternativ 1.2	Alternativ 2
Kort beskrivelse	0-alternativ basert på nåværende regulering	Konsept i foreslått plan	Konsept med betong i Lavkarbonklasse A	Konsept med redusert glassareal	Mindre sentral plassering
Totalt over 60 år [Tonn CO ₂ e]	338	4077	3906	3891	4080
Per m ² [kgCO ₂ e/m ² BTA]	302	253	242	241	253

For alternativ 1 og 2 er det også sett på utslipp fra transport i drift og arealbruksendringer, som vist i Tabell 2.

Tabell 2 Totale klimagassutslipp for alternativ 1 og 2. Resultatene per BTA er beregnet med BTA=16140 m²

Klimagassutslipp	Alternativ 1	Alternativ 2
Materialer (A1-A3, A4-A5, B4-B5, C2-C4)	4 077	4 080
Transport i drift (B8)	11 714	15 761
Total (tonn CO₂e)	15 792	19 841
kgCO₂e/m² BTA	978	1229

I tillegg er det beregnet et utslipp knyttet til arealbruksendringer (LULUC) på 1048 tonn CO₂e for alternativ 2, når areal med mineraljord, myr og skogareal omgjøres til bebygd areal og asfalterte flater. Det er forutsatt at det ikke vil bli noen arealbruksendringer på alternativ 1, ettersom tomten er bebygd eller asfaltert. Basert på beregningene i denne rapporten kommer alternativ 2, på en alternativ tomt utenfor sentrum, dårligere ut mtp. klimagassutslipp sammenlignet med alternativ 1.

Innhold

1	Bakgrunn og forutsetninger	5
1.1	Systemgrenser og påvirkningskategorier	6
1.2	Beregningsverktøy – One Click LCA	7
2	Materialer – alle alternativ	8
2.1	Inndata og justeringer for de ulike alternativene	8
2.2	Resultater – klimagassutslipp fra materialer	10
2.2.1	<i>Alternativ 0 og alternativ 1</i>	10
2.2.2	<i>Alternativ 1.1 og 1.2</i>	12
2.2.3	<i>Alternativ 2</i>	14
2.2.4	<i>Sammenligning av klimagassutslipp fra materialer</i>	14
3	Alternativ 2 – plassering utenfor sentrum	15
3.1	Transport i drift	15
3.2	Sammenligning transport i drift	16
3.3	Arealbruksendringer (LULUC)	17
3.4	Sammenligning av totalt klimagassutslipp for alternativ 1 og 2	18
	Vedlegg 1 – Beskrivelse av bygningsdeler for Alternativ 1	19
	Vedlegg 2 – Utslippsfaktorer transport i drift og LULUC	20

1 Bakgrunn og forutsetninger

For prosjektet Helma hotell er det utført klimagassberegninger i forbindelse med en mulighetsstudie og planarbeid. Prosjektet er i Mo sentrum og det planlegges et kombinert konferansehotell og boligbygning i 20 etasjer. Det er planlagt for fire leiligheter per etasje i de seks øverste etasjene av bygget. Ettersom dette er tidligfaseberegninger og største delen av bygget er hotell (70 % av arealet), er det gjort en forenkling ved at hele bygningsmassen er beregnet med utgangspunkt i hotell som bygningskategori. Hensikten med beregningene er ikke å beregne det eksakte totale utslippet for prosjektet, men å vise effekten av ulike valg og hvilke muligheter prosjektet har for å redusere klimagassutslippet.

Det er satt opp totalt fem alternativer hvor det er noe ulikt omfang for beregningene, for å belyse hvordan noen valg kan påvirke klimagassutslippet til prosjektet. Tabell 3 viser en oversikt over inndata for de fem alternativene. Inndataene er forutsatt i samråd med arkitekt og arealplanleggere.

Alternativ 0 skal representere et forslag som tilfredsstillende bestemmelsene som tomten er regulert for i dag, med byggehøyde 9 meter. Alternativ 1 skal representere konseptet slik det foreligger i denne planen, altså en bygning på 20 etasjer over terreng og BTA på litt over 16 000 m². Alternativ 1.1 og 1.2 er basert på samme utforming som alternativ 1, men med ulike materialjusteringer. I Alternativ 1 tas det utgangspunkt i betong med lavkarbonklasse B som standard, mens i Alternativ 1.1 endres den plasstøpte betongen til Lavkarbonklasse A. Alternativ 1.2 inkluderer en annen fasadeløsning enn alternativ 1, hvor det ses på effekten av å redusere glassarealet i fasaden.

Det siste alternativet, alternativ 2, er en variant som skal representere et teoretisk scenario hvor et hotell med samme BTA som alternativ 1, men med lavere byggehøyde (6 etasjer over terreng), oppføres på en tomt lenger ut av Mo sentrum. Dette alternativet ble inkludert ettersom byggehøyden i planforslaget på 20 etasjer er kontroversiell. Dette fordi den er langt over det som overordnet plan åpner for utenfor sentrumstrekanten og fordi det har noen negative konsekvenser for omgivelsene. Om bygget skal ha lavere høyde, må det ha større grunnflate for å ha samme kapasitet som konseptet i alternativ 1. Det er ikke plass til et bygg med så mye større grunnflate, og følgelig må et slikt alternativ bygges lenger ut av sentrum. Vi ønsker med dette å belyse hvordan en plassering av et konferansehotell utenfor sentrum påvirker klimagassutslippene.

Tabell 3. Inndata for de ulike alternativene

	Alternativ 0	Alternativ 1	Alternativ 1.1	Alternativ 1.2	Alternativ 2
Beskrivelse	0-alternativ basert på nåværende regulering	Konsept i foreslått plan	Konsept med betong i Lavkarbonklasse A	Konsept med redusert glassareal	Mindre sentral plassering
Grunnflate (m ²)	280	1400	1400	1400	2690
BTA (m ²)	1120	16140	16140	16140	16140
Antall etasjer over terreng	3	20	20	20	6
Antall etasjer under terreng	1	2	2	2	0
Livsløpsfaser beregnet	Materialer	Materialer og transport i drift	Materialer	Materialer	Materialer, transport i drift og arealbruksendringer

Formålet med klimagassberegningene er at de skal gi et grunnlag for gode klimavurderinger fra tidlig fase i prosjektet og bidra til å finne løsningene med lavest klimagassutslipp til slutt. Ettersom prosjektet er i tidligfase og ikke har prosjekterte bygg ferdige, er det benyttet såkalte modellbygg eller referansebygg basert på bygningskategorien «hotell» for å beregne klimagassutslipp for prosjektet. Som beskrevet over er det laget ulike modellbygg for å samsvare med inndataene gitt i Tabell 3.

Det er noe ulikt omfang for beregningene i de fem alternativene basert på hva det er tenkt at hvert alternativ skal belyse. For Alternativ 1 er det beregnet klimagassutslipp fra materialer og transport i drift. For Alternativ 0, 1.1 og 1.2 er det beregnet utslipp kun fra materialer ettersom det har samme plassering som Alternativ 1. Alternativ 2 har samme omfang som Alternativ 1 med utslipp fra materialer og transport i drift, men det er i tillegg beregnet utslipp fra arealbruk og arealbruksendringer (LULUC¹) ettersom dette alternativet teoretisk sett vil kreve at en del grøntområder omgjøres til bebyggt areal.

1.1 Systemgrenser og påvirkningskategorier

Klimagassberegningen beskriver prosjektets påvirkning på klimaendringer². Effekten måles i utslipp av drivhusgasser (tonn CO₂e) over en levetid på 60 år og tilhører påvirkningskategorien globalt oppvarmingspotensial (GWP).

GWP er delt i fire indikatorer; GWP-fossil, GWP-biogenic, GWP-luluc og GWP-total, hvor sistnevnte er summen av de tre foregående. GWP-fossil er klimapåvirkning fra fossilt brensel, torv, kalsinering i sementproduksjon og karbonatisering og det er denne som vanligvis beregnes i klimagassregnskap. GWP-biogenic er påvirkning fra biogent karbon og GWP-luluc er påvirkning fra bruk og endring av mark/land. I denne beregningen er påvirkning på GWP-fossil beregnet for alle alternativ, og GWP-luluc beregnet for alternativ 2.

Klimagassberegningen er utarbeidet iht. *NS 3720 Metodikk for klimagassberegning for bygninger*. I NS 3720 fastsettes en felles livsløpsmodell for bygninger. For Helma hotell er stadiene gitt i Figur 1 benyttet, men som beskrevet tidligere varierer det for de ulike alternativene hva som er inkludert. For A5 er det kun utslipp fra kapp og svinn fra materialer som er inkludert, i tillegg til utslipp som følge av arealbruksendringer (LULUC) for alternativ 2, se kapittel 3.3. Øvrige utslipp fra byggeplassdrift er ikke inkludert i beregningene.

Produktstadiet			Gjennomføringsstadiet		Bruksstadiet								Livsløpets slutt				Konsekvenser utover systemgrensen
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
X	X	X	X	/				X	X			X		X	X	X	

Figur 1. Livsløpsstadiet inkludert i klimagassberegning.

¹ Luluc står for «land use and land-use change»

² Endringer i lokale, regionale eller globale overflatetemperaturer som følge av økt konsentrasjon av drivhusgasser i atmosfæren.

1.2 Beregningsverktøy – One Click LCA

Verktøyet One Click LCA er benyttet til å gjennomføre klimagassberegningene. One Click LCA er et bransjestandardverktøy for klimagassberegninger i Norge og inneholder verifiserte globale og lokale databaser for miljødata. Lokalkompensering av materialer er tatt høyde for i beregningene.

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. Dette verktøyet er benyttet for å lage de ulike modell-byggene som er utgangspunktet for vurderingene i prosjektet.

2 Materialer – alle alternativ

Klimagassberegningene inkluderer utslipp fra materialer for alle fem alternativene. Utslipp knyttet til materialer inkluderer følgende stadier i bygningens livsløp:

- A1-A3, produksjon av materialer
- A4, transport av materialer til byggeplass
- A5, kapp og svinn (inkl. materialer, transport og avfall)
- B4-B5, utskiftning og renovering (inkl. materialer, transport og avfall)
- C2-C4, livsløpets slutt

2.1 Inndata og justeringer for de ulike alternativene

Bygningskroppene som utgjør utgangspunktet for materialmengder er etablert vha. Carbon Designer. De har bygningskategori «hotell» og arealer og antall etasjer som gitt i Tabell 3 i forrige kapittel. Byggene har form som en skoeseke. Når det kommer til materialbruk, velger verktøyet materialkombinasjoner iht. standard materialbruk for bygningskategorien «hotell». Dette vil blant annet si betong med lavkarbonklasse B og C, 0 % resirkulert bindemiddel i hulldekker og armering med 90 % resirkulert stål.

Oppbygningen av de ulike bygningsdelene er gitt i Vedlegg 1 for alternativ 1, med en tilhørende beskrivelse av tilpasninger for de øvrige alternativene.

Med utgangspunkt i det generert av Carbon Designer, er det gjort noen tilpasninger:

- Standard vinduer valgt i Carbon Designer er ansett å ha kunstig lave utslipp³ og er ikke et reelt sammenlignbart materiale med f.eks. EPD-ene for glassfasader som er lagt inn i noen av alternativene. For alternativ 0, hvor det er forutsatt vanlige vinduer og ikke glassfasade, er vinduene derfor erstattet med en EPD som er mer reell og har utslippsfaktor på 67,35 kgCO₂e/m² (A1-A3).
- For alternativ 1, 1.1 og 2 er glassarealet i fasaden justert til 80 % glass og 20 % yttervegg med stålplatekledning etter innspill fra ARK for å gjenspeile det som er lagt inn i konseptet i planforslaget.
- For alternativ 1.2 er glassarealet justert til 50 % av ytterveggarealet, og resterende 50 % har stålplatekledning.
- For glassfasadene er det benyttet en EPD med utslippsfaktor på 122 kgCO₂e/m² (A1-A3).
- Alternativ 1.1 har de samme materialmengdene som alternativ 1, men all plasstøpt betong er endret fra lavkarbonklasse B til A.

Det er ikke gjort endringer på valg av fundamentering i byggene, og det vil si at direkte fundamentering er lagt til grunn i alle alternativ. Det fremkommer av de geotekniske vurderingene av tomten i planforslaget at et bygg med denne høyden må pelefunderes, men ettersom omfanget av dette er detaljer som ikke er avklart på nåværende tidspunkt, er det ikke hensyntatt i beregningene.

Det å endre fundamenteringsprinsipp fra direkte fundamentering til eksempelvis stålkernepelers vil ha vesentlig utslag på klimagassutslippet til konseptet i alternativ 1, og dersom det ikke er behov for tilsvarende fundamentering for alternativ 2 vil dette kunne påvirke sammenligningen av disse alternativene betraktelig. Tomten som er foreslått i alternativ 2 er en teoretisk øvelse, og det er ikke kjent hva slags fundamentering som vil være nødvendig der. Ettersom det er lagt til grunn at denne tomten har noen områder med myr, er det muligens nødvendig med pelefundamentering også her, men dette er som sagt usikkert.

³ Rapporten *Klimavennlige byggematerialer, potensial for utslippskutt og barrierer mot bruk*, laget av Asplan Viak for Enova i 2020, beskriver blant annet at vinduer i Carbon designer har et for lavt utslipp.

Videre antas det å være et større behov for massehåndtering på tomten utenfor byen enn det er på den asfalterte/bebygde tomten i sentrum. Klimagassutslipp fra massehåndtering er ikke med i beregningene nå, men det kan erfaringsmessig utgjøre en god del av et byggs klimagassutslipp dersom det er mye masser som skal graves ut, mellomlagres, fraktes til deponi etc.

Beslutninger om fundamenteringsprinsipp, tomtevalg og massehåndtering er noe som er avhengig av mange ukjente faktorer som ikke er avklart på nåværende tidspunkt. Selv om dette er forhold som kan påvirke utslippene i stor grad, er ikke hensikten med beregningene å komme frem til det eksakte utslippet til konseptet. Tanken er som nevnt innledningsvis å illustrere utslippskonsekvensen av ulike valg og muligheter, og på bakgrunn av dette forutsettes det at valgt detaljnivå er tilstrekkelig.

Tabell 4 viser arealet og mengdene for de ulike bygningsdelene som er lagt til grunn i de ulike alternativene.

Tabell 4 Arealer for fire av de fem alternativene. Alternativ 1.1 har samme materialmengder som Alternativ 1.

Bygningsdel	Alt 0	Alt 1.0	Alt 1.2	Alt 2.0	Enhet
Fundament	1120	16140	16140	16140	m ² (BTA)
Frostisolering	76	133	133	402	m
Gulv på grunn	280	734	734	2690	m ²
Dekke	840	15406	15406	13450	m ²
Søyler	115	1663	1663	1426	m
Bjelker	189	2464	2464	2112	m
Trapp og heissjakt	14	79	79	43	m
Yttervegger under grunn	273	957	957	0	m ²
Yttervegger	644	1911	4777	1725	m ²
Kledning	644	1911	4777	1725	m ²
Vinduer	168	7642	4777	6902	m ²
Ytterdører	5,6	15	15	54	m ²
Takdekke	280	734	734	2690	m ²
Tak	280	734	734	2690	m ²
Innervegger	1145	13394	13394	12153	m ²
Gulv	760	13743	13743	12153	m ²
Himling	760	13743	13743	15296	m ²

2.2 Resultater – klimagassutslipp fra materialer

Med utgangspunkt i arealene og materialene gitt i foregående kapittel er utslippet fra materialer beregnet for hvert av de fem alternativene og presentert i dette kapittelet.

2.2.1 Alternativ 0 og alternativ 1

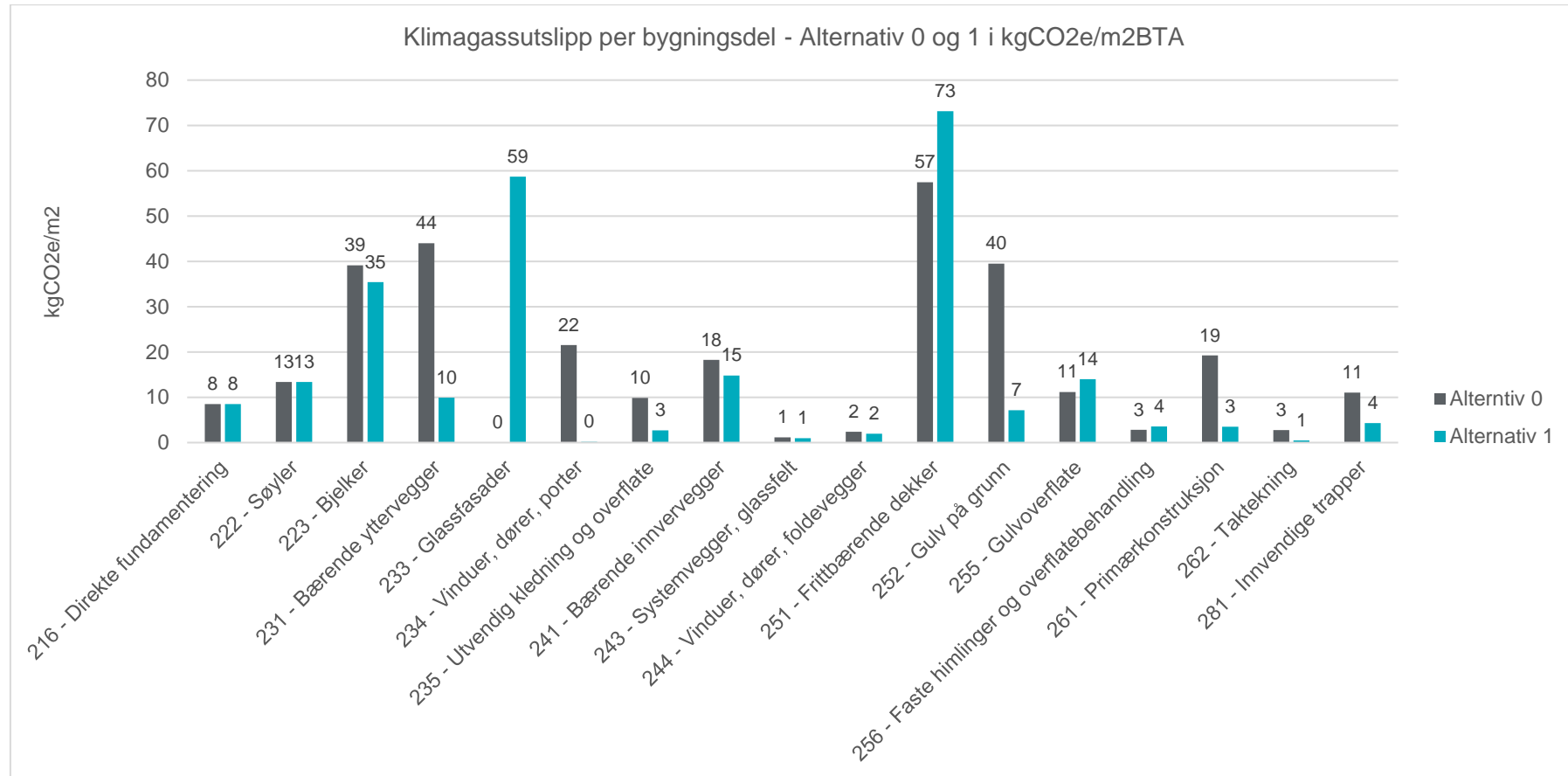
Beregningene for Alternativ 0 resulterer i totale klimagassutslipp fra materialer på 338 tonn CO₂e over bygningens levetid. Med utgangspunkt i BTA på 1120 m², gir dette et utslipp på 302 kgCO₂e/m²BTA. For alternativ 1 blir klimagassutslippet fra materialer 4077 tonn CO₂e over bygningens levetid, som gir et utslipp på 253 kgCO₂e/m²BTA. Alternativ 1 har BTA på 16140 m².

Tabell 5 Klimagassutslipp fra materialer for Alternativ 0 og 1

Klimagassutslipp	Alternativ 0	Alternativ 1
Livsløpsstadium	tonn CO ₂ e	tonn CO ₂ e
A1-A3 Produktstadiet	276	3598
A4 Transport til byggeplassen	9	76
A5 Byggeplass	14	128
B4-B5 Utskiftning og renovering	23	141
C2-C4 Livsløpets slutt	17	134
Resultater		
Totalt tonn CO₂e	338	4077
kg CO ₂ e/m ² BTA	302	253

Figur 2 viser utslipp av klimagasser som følge av materialbruk i alternativene 0 og 1 fordelt på bygningsdeler på 3-siffernivå. Som resultatene over viser, har alternativ 0 det klart laveste totale utslippet fra materialer, med 338 tonn CO₂e mot 4077 tonn CO₂e som alternativ 1 har. Det er en nokså innlysende konklusjon, at det å bygge større har et større klimagassutslipp. Men dersom man ser på utslippene per kvadratmeter bygg er konklusjonen annerledes. Som Figur 2 viser har alternativ 0 et høyere utslipp per m² spesielt for gulv på grunn og primærkonstruksjon (tak). Bærende yttervegger, vinduer og kledning er også en del høyere for alternativ 0, men i alternativ 1 er mye av fasaden bestående av glassfasade lagt på bygningsdel 233, så her må også denne ses i sammenheng med resten av fasaden.

Som det kommer frem av figuren er frittstående dekker og glassfasader de største kildene til utslipp blant bygningsdelene i alternativ 1. Med utgangspunkt i dette er det derfor valgt å vurdere lavkarbonbetong og reduksjon av glassarealet videre i Alternativ 1.1 og 1.2 som mulige tiltak for klimagassreduksjon.



Figur 2. Klimagassutslipp i kgCO₂e/m²BTA for Alternativ 0 og 1 over bygningens livsløp fordelt på bygningsdeler. Klimagassutslippet inkluderer materialutslipp fra A1-A3, A4, kapp og svinn i A5, B4-B5 og C2-C4.

2.2.2 Alternativ 1.1 og 1.2

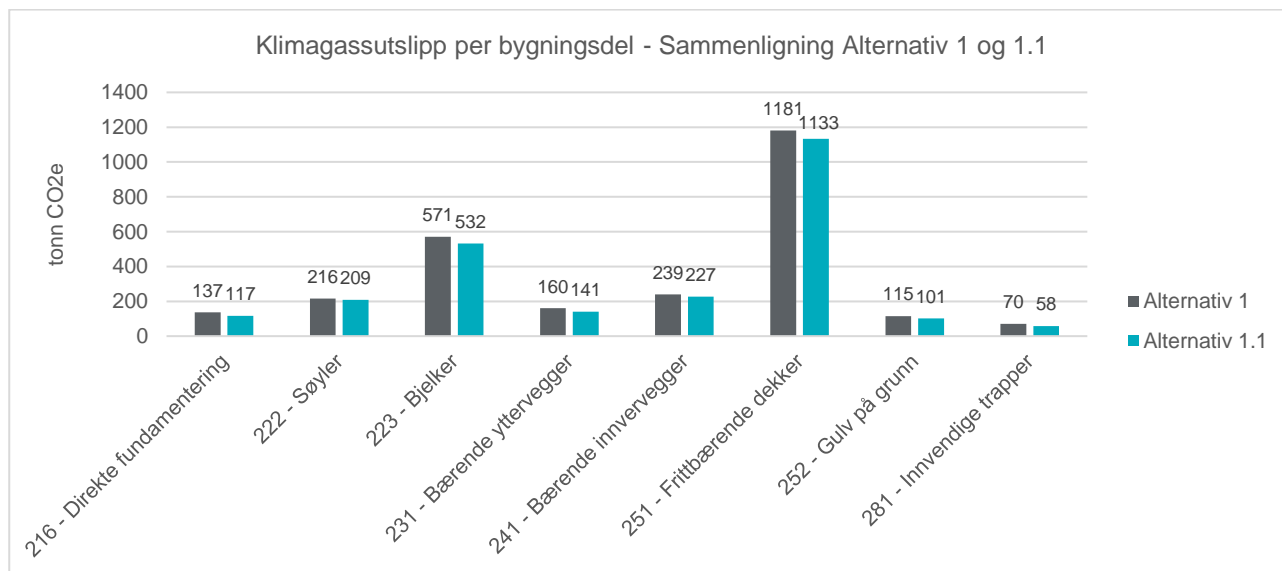
Alternativ 1.1 er basert på konseptet i foreslått planforslag, men all plasstøpt betong er endret til å ha en høyere lavkarbonklasse og dermed lavere utslipp sammenlignet med det som er i alternativ 1. Alternativ 1.2 er konseptet med redusert glassareal i fasaden.

Ved å bytte all plasstøpt betong fra lavkarbonklasse B til A blir klimagassutslippet fra materialer som vist for Alternativ 1.1 gitt i Tabell 6, og Figur 3 viser en sammenligning mot alternativ 1.

Tabell 6 Klimagassutslipp fra materialer for Alternativ 1, 1.1 og 1.2.

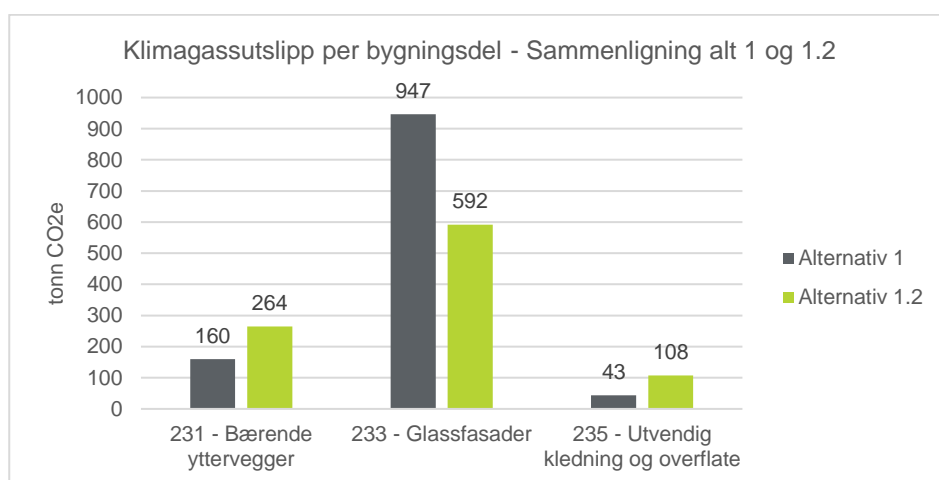
Klimagassutslipp	Alternativ 1	Alternativ 1.1	Alternativ 1.2
Livsløpsstadium	tonn CO ₂ e	tonn CO ₂ e	tonn CO ₂ e
A1-A3 Produktstadiet	3598	3434	3398
A4 Transport til byggeplassen	76	76	80
A5 Byggeplass	128	122	141
B4-B5 Utskiftning og renovering	141	141	137
C2-C4 Livsløpets slutt	134	134	134
Resultater			
tonn CO₂e	4077	3906	3891
kg CO ₂ e/m ² BTA	253	242	241

I Figur 3 er det kun vist de bygningsdelene som inkluderer betong. Det å endre fra betong med lavkarbonklasse B til klasse A, gir en reduksjon på 170 tonn CO₂e sammenlignet med alternativ 1.



Figur 3 Sammenligning av klimagassutslipp fra aktuelle bygningsdeler i Alternativ 1 og 1.1

I Figur 4 er det vist en sammenligning mellom de bygningsdelene som påvirkes av endringen av glassandel i fasaden i alternativ 1 og 1.2. Ved at glassandelen i fasaden reduseres fra 80 % til 50 %, reduseres utslippet fra materialer med 186 tonn CO₂e. For det veggarealet som endres fra glassfasade til yttervegg med stålplatekledning, er det kun benyttet de standard materialvalgene for yttervegg som Carbon Designer foreslår for bygningskategorien hotell. Dette er en blanding av bindingsverksvegger (60 %), betongvegg (30 %) og murte lettklinkerblokker (10 %). Hvorvidt dette er realistiske ytterveggoppbygninger for et hotell med denne høyden, er ikke videre vurdert på dette stadiet. Sammenligningen her er ment for å illustrere muligheten prosjektet har for reduksjon.



Figur 4 Sammenligning av klimagassutslipp fra aktuelle bygningsdeler i Alternativ 1 og 1.2

Når det gjelder utslipp for glassfasaden varierer det betydelig mellom ulike leverandører. I denne beregningen er det tatt utgangspunkt i en EPD som anses å ligge på snitt av det som tilbys i markedet. Altså vil reduksjonen her av å redusere arealet av glassfasaden også påvirkes av hvilket produkt man velger når dette detaljeres i senere fase.

2.2.3 Alternativ 2

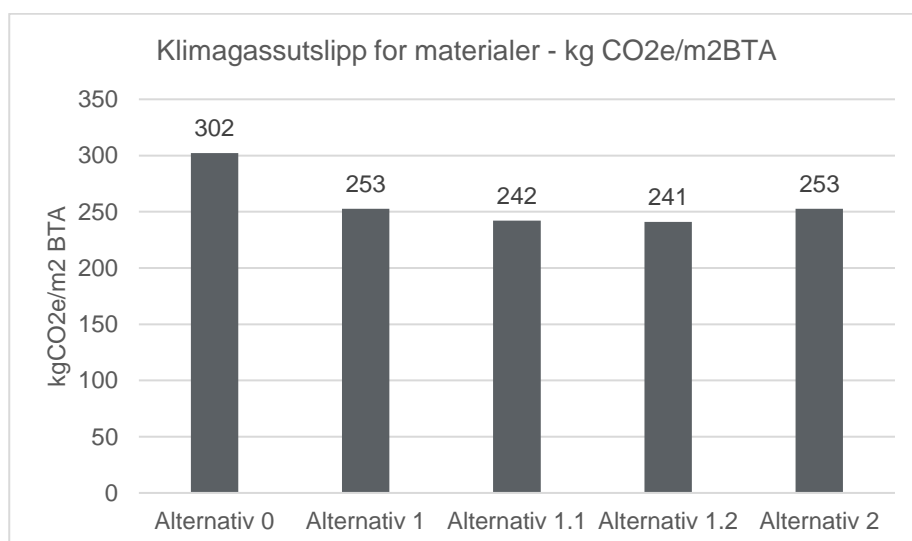
Beregningene for Alternativ 2 resulterer i totale klimagassutslipp fra materialer på 4080 tonn CO₂e over bygningens levetid. Med utgangspunkt i BTA på 16140 m², gir dette et utslipp på 253 kgCO₂e/m²BTA. Så dette alternativet har tilsvarende totalt utslipp fra materialer som alternativ 1, men det er noen forskjeller om man ser på utslippet for de ulike bygningsdelene. Alternativ 2 har høyere utslipp knyttet til gulv på grunn, gulvoverflate, tak, og dette skyldes jo at et bygg med større grunnflate har større gulv mot grunn og takflate. Videre har alternativ 2 lavere utslipp for søyler, bjelker, vegger og frittstående dekker. Dette alternativet har blant annet ikke vegger under terreng og dermed er det mindre betongvegger totalt.

Tabell 7 Klimagassutslipp fra materialer for Alternativ 2

Klimagassutslipp	Alternativ 1	Alternativ 2
Livsløpsstadium	Tonn CO ₂ e	tonn CO ₂ e
A1-A3 Produktstadiet	3598	3528
A4 Transport til byggeplassen	76	79
A5 Byggeplass	128	132
B4-B5 Utskiftning og renovering	141	173
C2-C4 Livsløpets slutt	134	167
Resultater		
Totalt tonn CO₂e	4077	4080
kg CO ₂ e/m ² BTA	253	253

2.2.4 Sammenligning av klimagassutslipp fra materialer

Totalt sett er det alternativ 1.2 som kommer marginalt best ut per kvadratmeter, med 241 kgCO₂e/m² i utslipp fra materialer, se Figur 5.



Figur 5 Klimagassutslipp fra materialer for alle alternativene gitt i kgCO₂e/m²BTA

3 Alternativ 2 – plassering utenfor sentrum

Alternativ 2 skiller seg en del fra de andre alternativene ved at dette er et tenkt scenario hvor hotellet bygges utenfor sentrum. Sammenlignet med hotellet som er foreslått i planen nå, alternativ 1, vil denne andre plasseringen føre til høyere klimagassutslipp fra transport i drift, samt at det vil kreve nedbygging av myr og avskoging.

For å vise denne forskjellen er det i tillegg til utslipp fra materialer, også beregnet utslipp fra transport i drift og arealbruksendringer for alternativ 2. Dette er sammenlignet med alternativ 1, hvor utslippet fra transport i drift er beregnet med en mer sentral plassering. For alternativ 1 er det forutsatt at forslaget ikke fører til arealbruksendringer, da tomtene enten er bebyggt eller asfalterte i dag.

3.1 Transport i drift

Utslipp fra transport i drift er basert på gjennomsnittsverdier for transportmiddelfordeling, tiltenkt bruk av området og parkeringsdekning. Klimagassutslippene fra transport i driftsfasen inkluderer utslipp fra bil og buss for brukere og besøkende av området. Antall reisende til byggene er definert som ansatte og gjester ved hotellet. For transportmidlene benyttet i beregningene, er det brukt utslippsfaktorer som gitt i Tabell 12 i Vedlegg 2.

Andre faktorer som påvirker transportberegningene, er beskrevet i Tabell 8. Både arbeidsreiser, tjenestereiser, private turer og besøkende er inkludert. For antall brukere av bygget er det forutsatt at det vil tilkomme 15 nye ansatte ved bygging av nytt hotell. For å estimere antall besøkende er det tatt utgangspunkt i tillegg B i NS3720, som sier at antall brukere er likt antall senger og at man kan anta 70 % belegg i gjennomsnitt. Hotellet foreslås bygget med 120 rom, med to senger per rom.

Det er ikke et eget geografisk område for Mo sentrum tilgjengelig i beregningsprogrammet, og derfor er «mindre byer indre by <1,5km fra sentrum» valgt for alternativ 1. For alternativ 2 er samme overordnede området benyttet, men her er det valgt utenom indre by. Valg av geografisk område basert på disse overordnede områdene endrer ikke avstanden brukerne må reise, men hvordan tilgjengeligheten av kollektivtransport påvirkes. Derfor er turlengde lik for begge alternativ, men andelen av reisene som gjøres med bil øker ved å velge et område lenger ut av sentrum for alternativ 2.

For varetransport er det forutsatt samme reiselengde som for bil, antall brukere lik 15 og for varetransportfrekvens er det valgt «kontor og andre arbeidsplasser – redusert (0,1)» for begge alternativ.

Tabell 8. Forutsetninger lagt til grunn i transportberegninger

Forutsetninger	Alternativ 1	Alternativ 2
Bygningstype	Hotell	Hotell
Geografisk område	Mindre byer indre by < 1,5km fra sentrum	Mindre byer utenom indre by
Turlengde bil	15,5 km	15,5
Turlengde kollektivt	23,5 km	23,5
Brukere (antall nye ansatte)	15	15
Besøkende	240	240
Antall åpningsdager	365 dager	365 dager
Parkeringsstilgjengelighet	9-12 P-plasser per 1000 m ² (0,5)	Fri parkering (1,0)

For alternativ 1 er det tatt utgangspunkt i en parkeringstilgjengelighet på 1 P-plass per 100 m², som gir 10 P-plasser per 1000 m². Tabell 9 viser transportmiddelfordelingen med justert parkeringsdekning iht. faktiske P-plasser prosjektert. For eksempel vil denne parkeringsdekningen forutsette at 34 % av alle arbeidsreiser gjøres med bil. Dersom parkeringsdekningen er høyere enn denne, økes andelen av reisene som gjøres

med bil. Denne transportmiddelfordelingen gir et utslipp fra transport i drift på 11 714 tonn CO₂e for alternativ 1.

Tabell 9. Transportmiddelfordeling for alternativ 1

Type reise	Bil (%)	Buss (%)	Gang/sykkel (%)
Arbeid	34	12	53
Tjeneste	64	5	31
Private turer	57	2	40
Besøkende	57	2	40

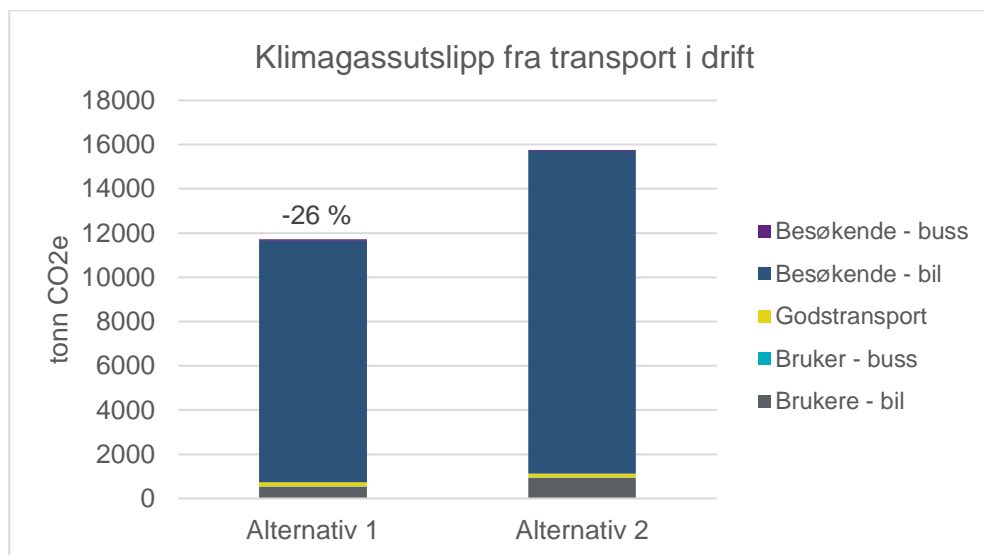
I alternativ 2 er det lagt inn parkeringsdekning «Fri parkering, full tilgang (1,0)» og dette gir transportmiddelfordeling som vist i Tabell 10. Utslipet fra transport i drift beregnes da til 15 761 tonn CO₂e.

Tabell 10. Transportmiddelfordeling alternativ 2

Type reise	Bil (%)	Buss (%)	Gang/sykkel (%)
Arbeid	77	7	16
Tjeneste	79	4	17
Private turer	77	2	18
Besøkende	77	2	18

3.2 Sammenligning transport i drift

Klimagassutslippene fra transport i drift for alternativ 1 og 2 er presentert i Figur 6. For transport i drift har alternativ 1 26 % lavere utslipp enn alternativ 2 grunnet en mer sentral plassering.



Figur 6. Klimagassutslipp (tonn CO₂e) for transport i drift for alternativ 1 og 2 over bygningens livsløp (60 år)

3.3 Arealbruksendringer (LULUC)

LULUC er en forkortelse for Land use, land-use change. Uttrykket brukes om karbonbinding og frigivelse av karbon til atmosfæren som følge av menneskeskapt endringer i vegetasjonsdekket. Landbruksendringer er beregnet og rapportert separat fra GWP-fossil, som er den indikatoren som er gjeldende for det øvrige klimagassutslippet. Se kapittel 1.1 for ytterligere forklaring av GWP.

For alternativ 2 er det valgt å inkludere betraktninger om at et hotell med plassering lenger ut av sentrum vil føre med seg arealbruksendringer. Som vist tidligere i Tabell 3 er alternativ 2 utformet med en lavere høyde, som resulterer i en større grunnflate. Det er også forutsatt at det er større plass rundt bygget til å etablere parkering på terreng og derfor er det ikke inkludert parkeringskjeller.

For arealet lagt til grunn i beregningene av arealbruksendringer er det tatt utgangspunkt i en grunnflate på bygget på 2690 m². Det er estimert et areal for en parkeringsplass som kan oppta samme antall parkeringsplasser som alternativ 1, 161 P-plasser. Det er videre forutsatt et manøvreringsareal på 18 m² per parkeringsplass, som gir et areal på 2898 m². Totalt forutsettes det dermed at grøntarealet som omgjøres til asfalterte flater eller bebygde areal er 5500 m².

Ettersom plasseringen utenfor sentrum ikke er et helt bestemt sted, er det antatt at det 50 % myr og 50 % mineraljord som gjøres om til bebygde flater. Videre er det også antatt at 50 % av arealet har glissen skog som fjernes.

Basert på forutsetningene lagt til grunn ovenfor og utslippsfaktorer som gitt i Tabell 13 i Vedlegg 2, er utslippet som følge av arealbruksendringer beregnet til 1048 tonn CO₂e. Med BTA lik 16140 m², gir det et utslipp på 65 kgCO₂e/m².

3.4 Sammenligning av totalt klimagassutslipp for alternativ 1 og 2

Klimagassutslipp for alternativ 1 og 2 er oppsummert i Tabell 11. Resultatene representerer den totale livssykluspåvirkningen i løpet av 60 års levetid fra både materialer og transport i drift, men påvirkning grunnet arealbruksendringer og nedbygging av skog er ikke inkludert i denne summen. Klimagassutslipp som følge av arealbruksendringer er beregnet og vist separat under tabellen.

Tabell 11 Sammenligning av klimagassutslipp for alternativ 1 og 2. Resultatene per BTA er beregnet med BTA=16140 m²

Livsløpsstadium	Alternativ 1	Alternativ 2
	tonn CO ₂ e	tonn CO ₂ e
A1-A3 Byggematerialer	3598	3528
A4 Transport til byggeplass	76	79
A5 Byggeplass	128	132
B4-B5 Utskiftning og renovering	141	173
B8 Transport i drift	11714	15761
C2-C4 Livsløpets slutt	134	167
Total	15 792	19 841
kgCO₂e/m² BTA	978	1229

I tillegg er det, med forutsetningene lagt til grunn, beregnet et utslipp knyttet til arealbruksendringer (LULUC) på 1048 tonn CO₂e for alternativ 2, når areal med mineraljord, myr og skogareal omgjøres til bebygd areal og asfalterte flater. Dette tilsvarer et utslipp på 65 kgCO₂e/m².

Basert på beregningene i denne rapporten kommer alternativ 2, på en alternativ tomt utenfor sentrum, dårligere ut mtp. klimagassutslipp sammenlignet med alternativ 1.

Vedlegg 1 – Beskrivelse av bygningsdeler for Alternativ 1

I tabellen under er oppbygningen for de ulike bygningsdelene og andelen gitt for alternativ 1. Alternativene 1.1 og 2 har samme oppbygning og fordeling. For alternativ 0 er det en annen fordeling på ytterveggene, og istedenfor glassfasade er det inkludert vanlige vinduer for glassarealet. For alternativ 1.2 er arealet for glassfasaden redusert til 50 %.

Bygningsdel	Oppbygning
21 Grunn og fundamenter	Stripfundamenter på sand eller blanding av sand, grus, silt og leire per m2 BTA. Frostisolering EPS
22 Bæresystemer	Søyler Stålsøyler (50 %) Betongsøyler inkl. armering, B45 (50 %) Bjelker Stålbjelker (50 %) Betongbjelker, B45 (50 %)
23 Yttervegger	Under terreng Betong sandwichelement, B45, inkl. EPS isolasjon Over terreng Bindingsverksveggsystem, inkl. mineralullisolasjon (12 %) Murte lettklinkerblokker (2 %) Betongvegg med utvendig påføring (6 %) Glassfasade (80 %) Utvendig kledning Stålplatekledning Dører Ytterdører i stål
24 Innervegger	Bindingsverksvegger i stål (85 %) Betongvegger inkl. armering (8 %) Leca blokk vegg (3 %) Glassvegg med treramme (2 %) Innerdører (2 %)
25 Dekker	Gulv på grunn Betongdekke inkl. armering og isolasjon Dekker Hulldekker inkl. armering og mineralullisolasjon Gulv Parkett (50 %) Teppegulv (25 %) Vinyl (15 %) Keramiske fliser (10 %) Himling Gipsplater, fylt slip og malt (70 %) Gipsplate systemhimling (20 %) Mineralull suspendert takplater i stål (10 %)
26 Yttertak	Betongtak inkl. armering og EPS Asfalt-takmembran 2 lag
28 Trapper, balkonger mm.	Betongtrapper inkl. armering

Vedlegg 2 – Utslippsfaktorer transport i drift og LULUC

Tabell 12. Utslippsfaktor og miljødatakilder for transportmidler. *personkm for bil, buss og jernbane, km for varetransport

Transportmiddel	Utslippsfaktor (kg CO ₂ e/km*)	Kommentar	Miljødatakilde
Personbil	0,0955	Estimert til 26 % av nåværende utslipp fra 2050 og fremover. Antatt 50 % diesel og 50 % bensin. Drivstofforbruk 4 l/pkm, drivstoffmiks GWP 3,04 kg CO ₂ e/l.	Framskrivning basert på TØI rapport 1518/2016 for bil, buss og godstransport og «Joukkoliikenteen energiatehokkuuden kehittämissähdollisuudet» (HSL & Bionova 2010) for jernbane.
Buss	0,0083	Estimert til 0 % av nåværende utslipp fra 2030 og fremover. Antatt diesel bybuss med 18/43 fulle seter. Drivstofforbruk 0,022 l/pkm, drivstoffmiks GWP 3,04 kg CO ₂ e/l.	Drivstofforbruk: LIPASTO 2016. Drivstoffpåvirkning: LCA-regnskap for bensin og dieselproduksjon (Bionova 2019)
Varetransport	0,35	Estimert til 66 % av nåværende utslipp fra 2050 og fremover. Antatt 50 % diesel og 50 % bensin. Drivstofforbruk 0,152 l/km, drivstoffmiks GWP 3,04 kg CO ₂ e/l.	

Tabell 13. Utslippsfaktorer for LULUC

Type arealbruksendringer	Utslippsfaktor LULUC	Beskrivelse
Endring i karboninnhold, fra myrjord	352.0 kg CO ₂ e / m ²	Endring i karboninnhold, fra myrjord til bygninger, i 60 års periode, kg CO ₂ pr m ² , med 2 meter dybde
Endring i karboninnhold, fra mineraljord	10.27 kg CO ₂ e / m ²	Endring i karboninnhold, fra mineraljord til bygninger, i 60 års periode, kg CO ₂ pr m ² , med 2 meter dybde.
Avskoging	18.7 kg CO ₂ e / m ²	Glissen skog, i Midt-Norge