

Lier Kommune

# ► Klimavurderinger for områderegulering på Tranby

Oppdragsnr.: 52208556 Dokumentnr.: RIM01 Versjon: J01 Dato: 2023-10-27



**Oppdragsgiver:** Lier Kommune  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Dagny Marie Bakke  
**Rådgiver:** Norconsult AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika  
**Oppdragsleder:** Jørgen Biørn  
**Fagansvarlig:** Sophie Ness Thøgersen  
**Andre nøkkelpersoner:** Ingrid Dolva

J01	2023-10-27		Ingrid Dolva Sophie Ness Thøgersen	Sophie Ness Thøgersen	Jørgen Biørn
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. 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.

## ► Sammen drag

Det er gjort overordnede klimavurderinger for idrettsbygget og bolig- og næringsbyggene. For idrettsbygget er klimagassutslipp fra materialer, byggeplass, energibruk i drift og transport i drift undersøkt. Det er mange muligheter for å redusere klimagassutslippet fra idrettsbygget. Det anbefales å bygge enten i tre eller bruke lavkarbonklasse A betong eller bedre. Å bygge i tre er imidlertid et tiltak som vil kreve ytterligere utredninger med andre fag senere i prosjektet, noe som kan påvirke reduksjonen av klimagassutslipp. Erfaringsmessig vil en ordinær konstruksjon med ustrakt bruk av tre ha lavere utslipp fra materialer, sammenlignet med ordinære kvaliteter av betong og stål. Er konstruksjonen mer kompleks, kan betong og stål være bedre egnet

Videre bør fossilfri byggeplass vurderes. Energibruk i driftsfasen bidrar til en stor andel av klimagassutslippet fra idrettsbygget, og det bør vurderes tiltak for å redusere dette. For eksempel kan idrettsbygget bygges i passivhusstandard. Transport i driftsfasen bidrar også til store klimagassutslipp, og prosjektet bør se på muligheter for å tilrettelegge slik at flere velger gange, sykkel og kollektivtransport. Det henvises til mobilitetsstrategien for Tranby for aktuelle tiltak.

For bolig- og næringsbyggene er det gjort enda mer overordnede vurderinger ved bruk av Klimakalkulatoren for Lier. For å redusere klimagassutslipp fra disse bygningskategoriene anbefales det også å bygge med lavkarbonklasse A betong eller bedre, eventuelt i tre. Dersom trekonstruksjoner skal utgjøre bæresystemet er det gunstig med et grid-system og gjentagende struktur oppover i etasjene. Erfaring viser at bruk av tre gir noe mer materialbruk for å ivareta krav til brann og lyd. Når man gjør alternativsvurderinger av bæresystemet/råbygget er det viktig å ta med alle faktorer som utgjør forskjeller mellom alternativene.

Det å bygge under terreng medfører store klimagassutslipp, både med tanke på materialbruk og byggeplassdrift. Det krever av man bruker betong og stål, som er utslippsintensive materialer. Videre vil det også bli mer utslipp fra utgravning, håndtering og transport av masser. Derfor er dette noe som prosjektet bør ha i tankene ved videre detaljering.

For å redusere utslipp fra energibruk i bolig og næringsarealene er vurdering av passivhus også foreslått her. Det gir lavere energiforbruk, men medfører noe mer materialbruk.

Arealbruksendringer er også undersøkt. En reduksjon av arealene med vegetasjon som graves opp og berøres av utbyggingen vil også gi en reduksjon i klimagassutslipp.

## ► Innhold

<b>1</b>	<b>Bakgrunn</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Forutsetninger</b>	<b>6</b>
	2.1.1 Systemgrenser	6
	2.1.2 Beregningsverktøy – One Click LCA	6
	2.1.3 Utslippsfaktorer	7
	2.1.4 Beregningsgrunnlag idrettsbygg	8
	2.1.5 Beregningsgrunnlag bolig og næring	9
<b>3</b>	<b>Resultater</b>	<b>10</b>
	3.1 Idrettsbygg	10
	3.1.1 Klimagassutslipp fra materialer	10
	3.1.2 Asfalterte arealer	12
	3.1.3 Byggeplass	13
	3.1.4 Energibruk i drift	14
	3.1.5 Transport i drift	15
	3.2 Bolig og næring	17
	3.2.1 Bygningsmasse og materialer	17
	3.2.2 Arealbruksendringer	18
	3.2.3 Byggeplass	18
	3.2.4 Energibruk i drift	18
	3.2.5 Transport i drift	19
	3.3 Resultater oppsummert	20

# 1 Bakgrunn

På oppdrag fra Lier kommune er det utført overordnede klimagassvurderinger for områdereguleringen på Tranby. Prosjektet består av mange ulike bygningskategorier og formål. I denne beregningen er det sett på utslipp fra idrettsbygg, samt bolig- og næringsarealer. Nøkkelparametere for prosjektet er beskrevet i Tabell 1.

Klimagassberegningene i denne rapporten beskriver idrettsbyggets og bolig- og næringsbyggenes påvirkning på klimaendringer<sup>1</sup>. Effekten måles i utslipp av drivhusgasser (tonn CO<sub>2</sub>e).

Tabell 1. Bygningsinformasjon

Parameter	Beskrivelse
Lokalisering	Tranby
Bygningskategori	Idrettsbygg, boligbygg og næringsbygg
Bruttoareal (BTA)	Idrettsbygg: 11 280 m <sup>2</sup> Boligbygg: 38 870 m <sup>2</sup> (598 boenheter med 65 m <sup>2</sup> i snitt per boenhet) Næringsareal: 3 010 m <sup>2</sup>
Levetid/beregningsperiode	60 år

Rapporten er et vedlegg til en områdeplan hvor deler av området skal kunne gå rett på rammesøknad. Detaljnivået på grunnlaget for rapporten har derfor vært på ulikt nivå. Detaljeringsgraden på rapporten er valgt i samråd med kommunen.

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

## 2 Forutsetninger

### 2.1.1 Systemgrenser

I NS 3720 fastsettes en felles livsløpsmodell for bygninger. Modellen inkluderer moduler for livsløpsstadiene, og legger til rette for at hvert stadium isolert kan sammenlignes med andre prosjekter. Avhengig av formålet til beregningen, kan livsløpsstadier inkluderes/ekskluderes, eller beskrives ved scenarier der det mangler prosjektspesifikk informasjon.

For idrettsbygget er alle stadiene markert med x (både sort og grønn) i Figur 1 benyttet. For bolig og næring er kun de med *grønn* x beregnet. De øvrige livsløpsfasene er kommentert også for bolig og næring, men altså ikke beregnet.

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	X	X	X	

Figur 1. Livsløpsstadier inkludert i klimagassberegning.

I tillegg er også utslipp fra arealbruksendringer (LULUC<sup>2</sup>) inkludert for bolig- og næringsarealene.

### 2.1.2 Beregningsverktøy – One Click LCA

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

Verktøyet «Carbon Designer» i One Click LCA er et referansebygg-verktøy utarbeidet av One Click LCA Ltd i samarbeid med Statsbygg, Civitas og Context. Carbon Designer er utarbeidet for den norske bransjen slik at det kan genereres referansebygg med like forutsetninger i ulike prosjekter. Dette verktøyet er brukt for å estimere materialmengder og valg av typiske materialer, ettersom dette ikke er spesifisert så tidlig i prosjektet.

<sup>2</sup> Land use, land-use change and forestry (arealbruk, arealbruksendringer og skogbruk)

## 2.1.3 Utslippsfaktorer

### 2.1.3.1 Materialer

For materialer er det valgt typiske materialer/EPD-er som anses som standard i Norsk byggebransje. I tillegg er det gjort noen vurderinger på ulike typer lavkarbonklasser for betong.

### 2.1.3.2 Byggeplassdrift

For byggeplassdrift er det lagt til grunn «gjennomsnittlig» byggeplassdrift, basert på BTA for bygget. Dette er en nøkkelverdi for utslipp på byggeplassen, og inkluderer utslipp fra energibruk til oppvarming i byggeperioden, drivstoff-forbruk fra anleggsmaskiner og avfall. Det er også undersøkt mulig reduksjon ved å bytte ut «gjennomsnittlig» byggeplassdrift, med fossilfri byggeplassdrift. Dette betyr at diesel erstattes med 100 % biodiesel. Utslippsfaktor for gjennomsnittlig byggeplassdrift og hva disse generelle faktorene inkluderer, er beskrevet i Tabell 2.

Tabell 2 Utslippsfaktor byggeplassdrift

Type byggeplassdrift	Utslippsfaktor	Beskrivelse
Gjennomsnittlig byggeplass påvirkning - Norden (per BTA)	18,55 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>	Antatt gjennomsnittlig produksjon av byggeavfall 12,6 kg / m <sup>2</sup> (GFA) og andeler for avfall: 59% jord- og steinbasert avfall, 27% treavfall, 12% metallavfall, 2% annet byggeavfall. Antatt strømforbruk 43 kWh / m <sup>2</sup> (GFA) og utslippsfaktor 0,034 kgCO <sub>2</sub> eq / kWh (Norge 2015). Antatt totalbruk av diesel 5,2 l / m <sup>2</sup> (GFA) og utslippsfaktor 3,24 kgCO <sub>2</sub> eq / l.
Gjennomsnittlig byggeplass påvirkning – Norden med 100 % biodiesel (per BTA)	7,32 kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>	Antatt gjennomsnittlig produksjon av byggeavfall 12,6 kg / m <sup>2</sup> (GFA) og andeler for avfall: 59% jord- og steinbasert avfall, 27% treavfall, 12% metallavfall, 2% annet byggeavfall. Antatt strømforbruk 43 kWh / m <sup>2</sup> (GFA) og utslippsfaktor 0,034 kgCO <sub>2</sub> eq / kWh (Norge 2015). Antatt totalbruk av biodiesel 6.0 l / m <sup>2</sup> (GFA) og utslippsfaktor 0.95 kgCO <sub>2</sub> eq / l.

### 2.1.3.3 Utslippsfaktorer energibruk i drift

Tabell 3 viser utslippsfaktorer som er benyttet ved beregning av klimagassutslipp for energibruk i drift. Det er forutsatt elektrisitet og fjernvarme og utslippsfaktorene som er valgt er de samme som benyttet i klimakalkulator for Lier. I nevnte kalkulator er det også inkludert utslipp fra elektrisitet basert på norsk forbruksmiks for elektrisitet, som er betydelig lavere enn den europeiske. Ettersom beregningene i dette prosjektet er såpass overordnet ble det vurdert at utslippsfaktor for elektrisitet basert på europeisk forbruksmiks er tilstrekkelig å vise. Det er også denne faktoren som anerkjente rammeverk som BREEAM-NOR og Futurebuilt Zero tar utgangspunkt i. I realiteten er elektrisiteten som benyttes i Norge et sted mellom norsk og europeisk forbruksmiks, men vi mener det er mer hensiktsmessig å vise resultatene med europeisk, ettersom denne er mest konservativ. Dersom Norsk forbruksmiks skal legges til grunn burde det fremlegges opprinnelsesgaranti på elektrisiteten.

Tabell 3 Utslippsfaktorer energibruk i drift

Energibærer	Utslippsfaktor (kg CO <sub>2</sub> e/kWh)	Kommentar	Miljødatakilde
Elektrisitet	0,136	Elektrisitet, EU28 + Norge, forventet gjennomsnitt over neste 60 år (IEA/NS3720 energimiks, (gjennomsnitt 2015-2075))	NS 3720:2018, tabell B.1, EU28+NO (gjennomsnitt 2015-2075)
Fjernvarme, gjennomsnittlig for Norge	0,089	Fjernvarme, Norge, forventet gjennomsnitt over neste 60 år	OneClickLCA

### 2.1.3.4 Utslippsfaktorer transport i drift

Utslippsfaktorer benyttet i beregningen er beskrevet i Tabell 4. Begge utslippsfaktorene er basert på forventet gjennomsnitt over neste 60 år og er de samme som er lagt til grunn i Klimakalkulator for Lier.

Tabell 4 Utslippsfaktor og miljødatakilder for transportmidler. \*personkm for bil og buss

Transportmiddel	Utslippsfaktor (kg CO <sub>2</sub> e/km*)	Kommentar	Miljødatakilde
Personbil	0,2	Personbil, dagens gjennomsnitt. Antatt 50 % diesel og 50 % bensin. Drivstofforbruk 6.7 l/100 pkm, drivstoffmiks GWP 3,04 kg CO <sub>2</sub> e/l.	Framskrivning basert på TØI rapport 1518/2016 for bil, buss og godstransport og «Joukkoliikenteen energiategohokkuuden kehittämissähdollisuudet» (HSL & Bionova 2010) for jernbane. Drivstofforbruk: LIPASTO 2016. Drivstoffpåvirkning: LCA-regnskap for bensin og dieselproduksjon (OneClickLCA Ltd 2019)
Buss	0,0713	Buss, diesel, dagens gjennomsnitt. 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 <sub>2</sub> e/l.	

### 2.1.4 Beregningsgrunnlag idrettsbygg

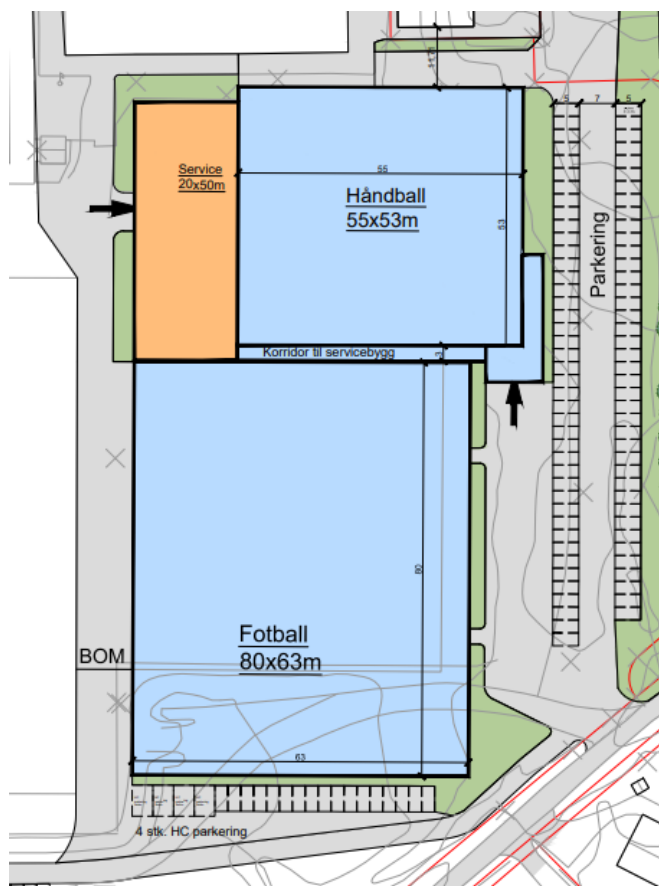
Tabell 5 beskriver underlaget som er benyttet som input til klimagassberegningen for idrettsbygget for de ulike livsløpsstadiene.

Tabell 5. Informasjon om benyttet beregningsgrunnlag

Datatype	Datakilde
Materialmengder (A1-A3)	Mengder er basert på inndata knyttet til bygningsmasse og materialer mottatt på e-post fra Lier kommune 2023-05-09.
Transportavstand materialer (A4)	Gjeldende regionale transportsenarioer fra One Click LCA. Disse scenarioene representerer typiske transportavstander og metoder for aktuelle materialtyper, som er relevante dersom leverandør ikke ennå er kjent.
Anlegg-, bygge- og monteringsarbeid (A5)	Utslipp fra anlegg-, bygge og monteringsarbeid er basert på standardverdier fra One Click LCA.
Materialer i bruksfasen (B4-B5)	Estimerte levetider er basert på typiske verdier for hvert enkelt materiale.
Energibruk i drift (B6)	Ettersom det ikke er gjort energiberegninger i prosjektet er energibehovet basert på krav til energieffektivitet iht. TEK17.
Transport i drift (B8)	Utslipp fra transport i drift er basert på spesifikke verdier beregnet i prosjektet i <i>Fagrapport mobilitets- og trafikkanalyse, Tranby</i> datert 2023-09-28.
Livsløpets slutt (C1-C4)	Utslipp i forbindelse med riving, transport av avfall, avfallsbehandling og avhending er basert på innebygde scenarioer i One Click LCA som representerer typiske prosedyrer for ulike materialtyper i samsvar med kravene i EN 15804+A1.

Det er verdt å merke seg at underlaget som er benyttet er begrenset og det gjør at beregningene blir mer generelle og overordnede for «denne typen bygg» enn at de viser utslippet for dette prosjektet direkte. Eksempelvis for utslipp fra materialbruk og energibruk i drift er det tatt utgangspunkt i planskissen gitt i Figur 2, i tillegg til at det er gjort noen avklaringer om mulige byggehøyder. Videre er Carbon Designer, som nevnt tidligere, benyttet for å generere typiske materialmengder og materialtyper for idrettsbygg.





Figur 2 Planskisse for idrettsanlegg datert 15.02.2023

### 2.1.5 Beregningsgrunnlag bolig og næring

Underlaget til bolig- og næringsbyggene er foreløpig begrenset ettersom disse byggene skal detaljreguleres senere. Det er derfor gjort en mer overordnet analyse av bolig- og næring.

Arealer for disse byggene er hentet fra volumstudiet som er utarbeidet for prosjektet, *Områderegulering Tranby – Volumstudie*, fra februar 2023. Det er tatt utgangspunkt i *Alternativ 2* som er beskrevet i volumstudiet. Videre er klimakalkulatoren som er utarbeidet for Lier kommune benyttet til å beregne overordnede klimagassutslipp fra materialer og energibruk i drift. I kalkulatoren er det lagt inn 3 010 m<sup>2</sup> med næring og 38 870 m<sup>2</sup> med boliger.

### 3 Resultater

Resultatene for idrettsbygget og bolig- og næringsbygg er vist i hvert sitt kapittel. Inndelingen på utslipp er basert på det som er gitt i klimakalkulator for Lier, hvor utslippet er gitt for materialer, asfalterte flater, arealbruksendringer, byggeplass, energibruk i drift og transport i drift.

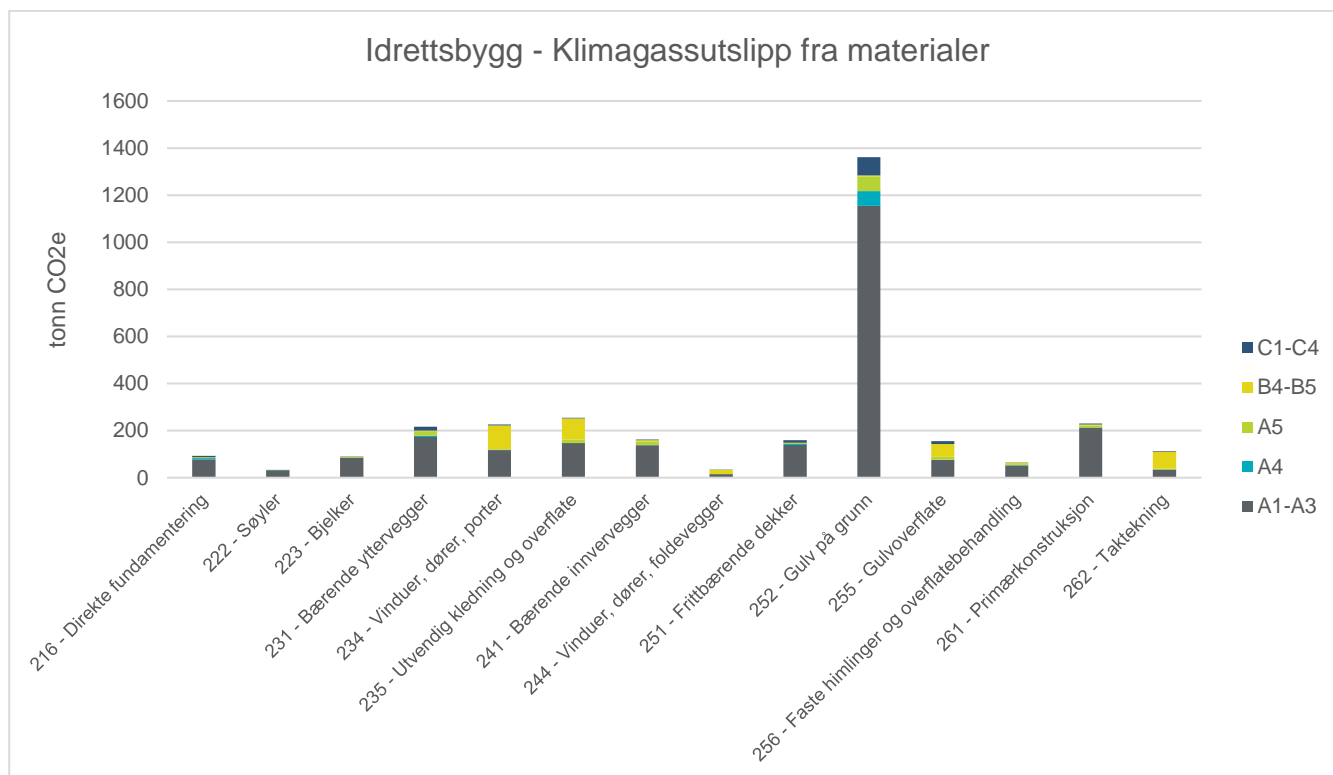
#### 3.1 Idrettsbygg

##### 3.1.1 Klimagassutslipp fra materialer

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)
- C1-C4, livsløpets slutt

Det er tatt utgangspunkt i et konvensjonelt idrettsbygg med standard oppbygning i betong og stål. Dette innebærer betong med lavkarbonklasse B, og standard resirkuleringsgrader på stål. Beregningene resulterer i totale klimagassutslipp fra materialer på 3 192 tonn CO<sub>2</sub>e over bygningens levetid. Figur 3 viser utslipp fra materialer fordelt på bygningsdeler for et konvensjonelt idrettsbygg. Det er gulv på grunn som utgjør mest av alle bygningsdelene og det skyldes at det er lagt inn 300 mm betongdekke mot grunn.

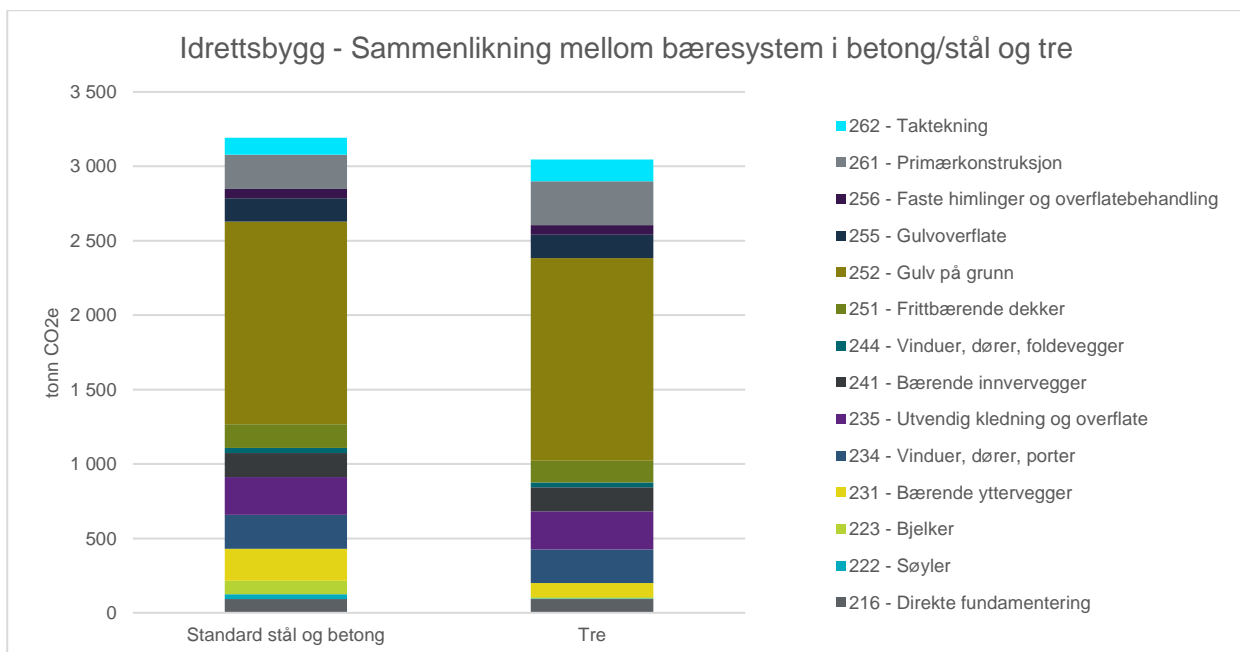


Figur 3. Klimagassutslipp fra materialer fra konvensjonelt idrettsbygg

Det er utslippet fra produksjon av byggematerialene som utgjør den største andelen av utslippene, etterfulgt av utslippet knyttet til utskiftninger gjennom levetiden. De bygningsdelene som har høyst utslipp fra utskiftning er vinduer, utvendig kledning, gulvbelegg og takteking. Her vil valg av materialer med lang levetid kunne bidra til å redusere utslippet gjennom levetiden til bygget ved at det blir færre utskiftninger.

Utslipp fra materialer i råbygget utgjør typisk en betydelig andel av et byggs totale materialutslipp. En alternativsvurdering av aktuelle bæresystem er gunstig å gjennomføre før man tar en beslutning på valg av bæresystem. Erfaringsmessig vil en ordinær konstruksjon med ustrakt bruk av tre ha lavere utslipp fra materialer, sammenlignet med ordinære kvaliteter av betong og stål. Er konstruksjonen mer kompleks, kan betong og stål være bedre egnet. Det er også fullt mulig å kombinere materialer i bæresystemet. Det er ikke slik at man går for en rendyrket trekonstruksjon eller mer tradisjonell stål/betong-konstruksjon.

Det er gjort en øvelse for å se hvordan et bæresystem av tre vil kunne påvirke klimagassutslippene for idrettsbygget. Det er viktig å merke seg at det å bygge i tre er et tiltak som vil kreve ytterligere utredninger med andre fag senere i prosjektet. Det anbefales at det i samarbeid med RIB utføres en mer grundig alternativsvurdering i senere fase dersom dette er et aktuelt tiltak for prosjektet. Figur 4 viser klimagassutslipp fra materialer for idrettsbygget med standard stål og betong sammenliknet med tre.



Figur 4. Klimagassutslipp fra materialer fra konvensjonelt idrettsbygg og idrettsbygg i tre

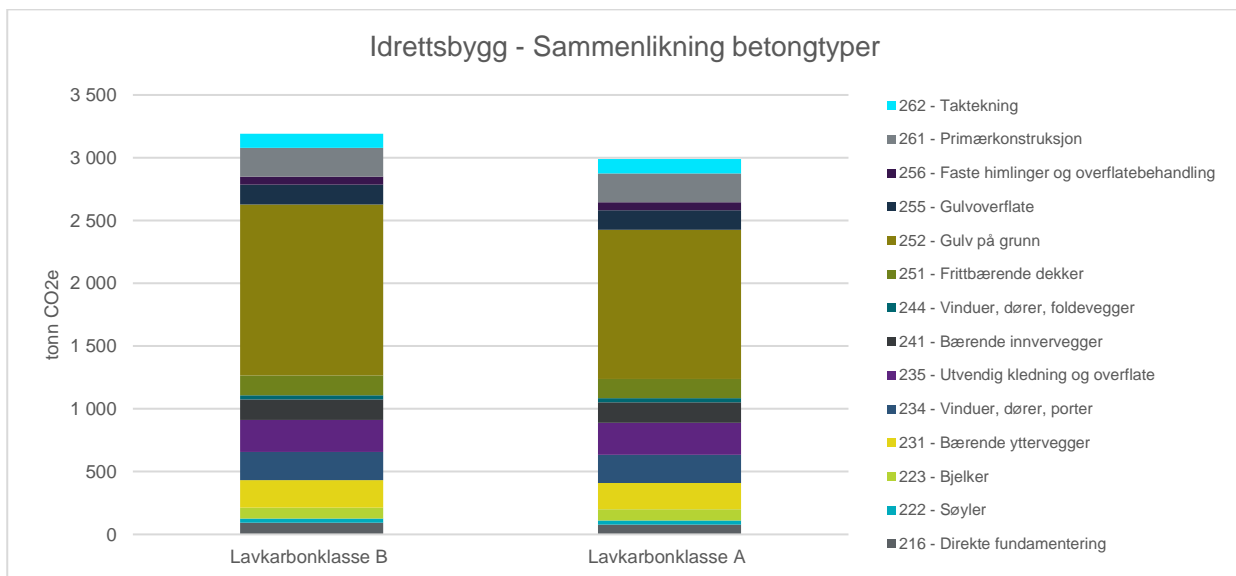
Som Figur 4 viser har idrettsbygget i tre lavest klimagassutslipp. Idrettsbygget i tre har 5 % lavere klimagassutslipp enn det samme bygget med standard stål og betong oppbygning. Man kan også se at utslippet reduseres i flere av bygningsdelene, blant annet i 223 – *Bjelker* og 251 – *Frittstående dekker*. Men den bygningsdelen som i utgangspunktet utgjorde mest utslipp er gulv på grunn, og selv i tre-bygget må denne være av betong.

Det er ikke bare hvilke materialer man skal bruke som må vurderes, men også kvalitet og mengde innenfor hver av materialene. Betong og stål er utslippsintensive materialer, men det er materialer man ikke kan unngå å bruke f.eks. i fundamenteringen eller om det bygges under terreng. Generelt bør undersøkelse av slankere betong og stålkonstruksjoner vurderes. Bygg som har mye betong bør vurdere om fasthetsklassen

kan reduseres, eller om man kan bruke betong med bedre lavkarbonklasse, både for plasstøpt og prefabrikkert betong. For stålkonstruksjoner har andel av resirkulert stål i profilene stor betydning.

Det finnes som nevnt ulike typer betong man kan benytte, og betong med lavkarbonklasse A har lavere utslipp enn mange andre betongtyper på markedet. Det er derfor undersøkt påvirkningen av å benytte lavkarbonklasse A på all betong.

Figur 5 viser klimagassutslipp fra materialer for idrettsbygget med betong med lavkarbonklasse A sammenliknet med lavkarbonklasse B.



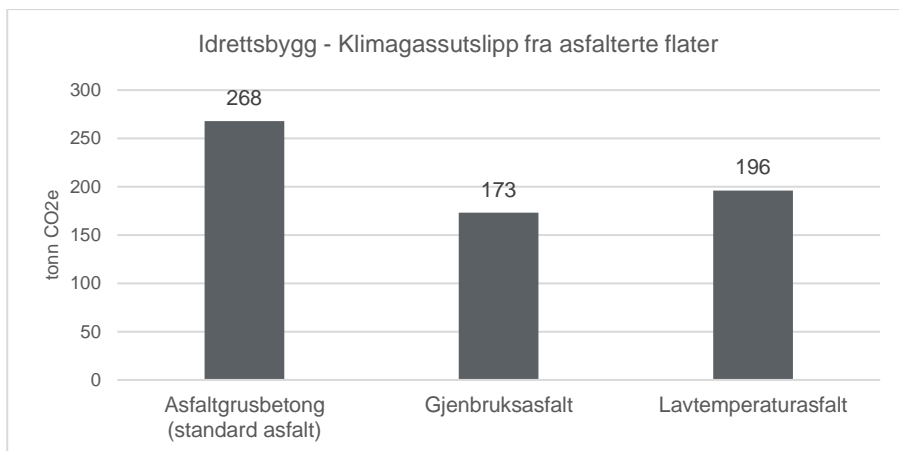
Figur 5. Klimagassutslipp fra materialer fra konvensjonelt idrettsbygg med lavkarbonklasse B og lavkarbonklasse A

Som man kan se fra Figur 5 reduseres klimagassutslippet når plasstøpt betong av lavkarbonklasse A benyttes sammenliknet med lavkarbonklasse B. Totalt reduseres utslippet fra materialer med 6 %. Dersom enda bedre lavkarbonklasser som Pluss eller Ekstrem kan være aktuelt vil utslippet kunne reduseres ytterligere. Valg av lavkarbonklasse kan medføre økte kostnader, men det kommer an på tilgjengeligheten av lavkarbonbetong i området og hvilke andre egenskapet betongen må ha. Det kan også påvirke fremdriften, ettersom lavkarbonbetong kan ha lengere herdetid grunnet lavere varmeutveksling.

### 3.1.2 Asfalterte arealer

Mengden asfalterte arealer vil også ha en påvirkning på klimagassutslippet fra prosjektet. Det er tatt utgangspunkt i foreløpige asfalterte arealer til parkering, «kiss and ride» og asfaltert område utenfor idrettshallen. Totalt tilsvarer dette 14 383 m<sup>2</sup> med asfalt. Asfalt av typen asfaltgrus-betong er lagt inn som standard valg av asfalttype. Det finnes imidlertid andre typer asfalt med lavere klimagassutslipp, og gjenbruksasfalt og lavtemperaturasfalt er undersøkt. En annen mulighet for å redusere klimagassutslipp fra asfalt er å redusere mengden asfalterte arealer for prosjektet.

Figur 6 under viser klimagassutslippet fra asfaltgrus-betong, gjenbruksasfalt og lavtemperaturasfalt. Dersom prosjektet velger gjenbruksasfalt eller lavtemperaturasfalt reduseres klimagassutslippet fra asfalterte arealer med hhv. 35 % og 27 %.



Figur 6. Klimagassutslipp fra asfalterte arealer

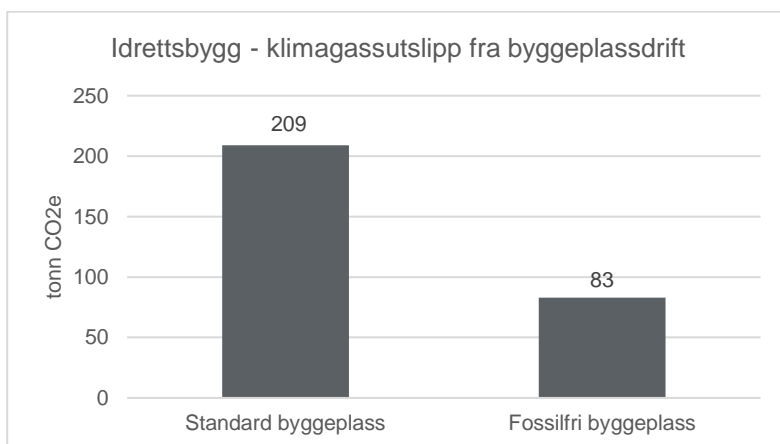
### 3.1.3 Byggeplass

Klimagassutslipp fra byggeplass omfatter byggeplassdrift i form av energibruk, drift av anleggsmaskiner og avfallshåndtering, inkludert transport av avfall. Avfallshåndtering inkluderer ikke kapp og svinn fra materialer, da dette er med i materialutslippene som er beskrevet tidligere. Det er tatt utgangspunkt i at idrettsbygget har en standard byggeplassdrift med vanlig anleggsdiesel som drivstoff.

Basert på at idrettsbygget har BTA lik 11 280 m<sup>2</sup> og utslippsfaktor som gitt i kapittel 2.1.3 blir klimagassutslippet fra standard byggeplassdrift 209 tonn CO<sub>2</sub>e.

For å redusere utslippene knyttet til byggeplassdrift kan man vurdere fossilfri byggeplass der vanlig anleggsdiesel erstattes med biodiesel. Figur 7 viser klimagassutslipp fra standard byggeplass og fossilfri byggeplass. Utslippsfaktor benyttet for fossilfri byggeplass er beskrevet i kapittel 2.1.3. Beregningene viser at dersom det velges fossilfri byggeplass i stedet for standard byggeplass for idrettsbygget reduseres klimagassutslippet knyttet til byggeplassdrift med 60 %.

Ettersom det skal etablere fjernvarme som energikilde i driftsfasen, er det også en mulighet å se om man kan koble på dette allerede i byggefasen.



Figur 7. Klimagassutslipp fra byggeplassdrift

### 3.1.4 Energibruk i drift

For energibruk i drift er det tatt utgangspunkt i et idrettsbygg etter TEK17 standard. Tabell 6 viser beregnet energiforsyning og klimagassutslipp for energi i drift. Tallene er basert på standard tall for energibehov per m<sup>2</sup> for et idrettsbygg etter TEK17 standard. Benyttede utslippsfaktorer er beskrevet i kapittel 2.1.3.

Tabell 6. Energiforsyning og tilhørende klimagassutslipp for idrettsbygg etter TEK17 standard

Energiforsyning	Behov (kWh/m <sup>2</sup> )	Virkningsgrad	Levert energi (kWh/år)	Klimagassutslipp over bygningens livsløp (tonn CO <sub>2</sub> e over 60 år)
Elektrisitet (uspesifisert bruk)	35	1,0	387 496	3 162
Fjernvarme	100	0,9	1 230 145	6 569
Kjøling (varmepumpe)	10	2,4	46 130	376
<b>Totalt</b>	<b>145</b>		<b>1 663 771</b>	<b>10 107</b>

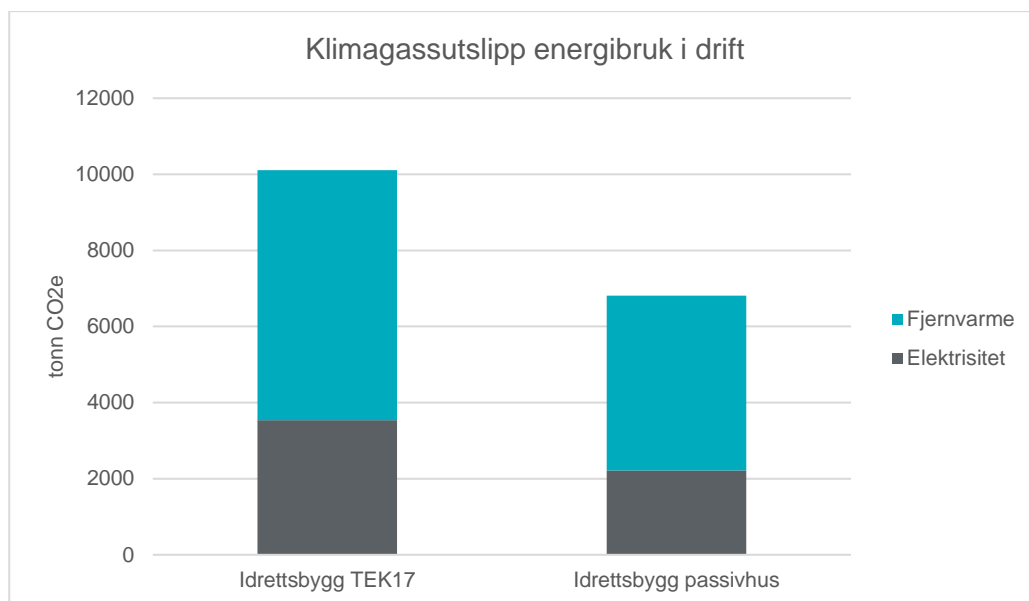
Et tiltak for å redusere klimagassutslippet fra energibruk i drift er å bygge idrettsbygget etter passivhusstandard. Dette tiltaket vil redusere levert energi til bygget.

Tabell 7. Energiforsyning og tilhørende klimagassutslipp for idrettsbygg etter passivhusstandard

Energiforsyning	Behov (kWh/m <sup>2</sup> )	Virkningsgrad	Levert energi (kWh/år)	Klimagassutslipp over bygningens livsløp (tonn CO <sub>2</sub> e over 60 år)
Elektrisitet (uspesifisert bruk)	22	1,0	243 569	1 988
Fjernvarme	70	0,9	861 101	4 598
Kjøling (varmepumpe)	6	2,4	27 817	227
<b>Totalt</b>	<b>98</b>		<b>1 132 487</b>	<b>6 813</b>

Figur 8 viser klimagassutslipp fra energibruk i drift fra idrettsbygg etter TEK17 standard og idrettsbygg etter passivhusstandard. Utslipet fra energibruk reduseres med 33 % dersom idrettsbygget bygges etter passivhusstandard i stedet for TEK17 standard.

Et idrettsbygg i passivhusstandard vil imidlertid ha noe høyere utslipp knyttet til materialer blant annet på grunn av behov for større isolasjonsmengder. Dette er ikke inkludert i klimagassutslippene gitt i figuren under. For å si noe om hvor mye det vil påvirke materialbruken i prosjektet er det behov for mer spesifisert underlag og det må gjøres mer omfattende energivurderinger for hvordan passivhus kan oppnås for prosjektet. Det anbefales også å gjøre en analyse på livssyklus kostnader (LCC), sammen med klimagassutslipp. Da vil man kunne se hvilke alternativer som er best mtp. klimagassutslipp og kostnader gjennom hele livsløpet, og si noe om økningen i kostnader og utslipp ved oppføring tilbakebetales av den redusere energibruken gjennom livsløpet.



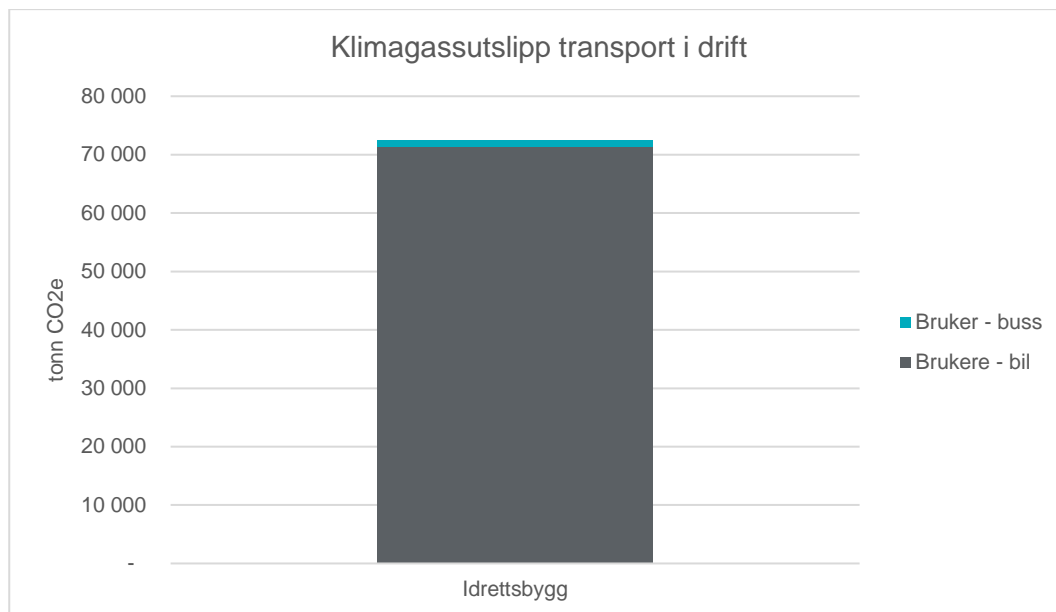
Figur 8. Klimagassutslipp fra energibruk i drift fra idrettsbygg etter TEK17 og idrettsbygg etter passivhusstandard

### 3.1.5 Transport i drift

Transport i driftsfasen til et bygg står ofte for en veldig stor andel av de totale klimagassutslippene. Klimagassutslippene fra transport i driftsfasen inkluderer utslipp fra bil og kollektivtransport for brukere og besøkende av området med utslippsfaktorer som beskrevet i kapittel 2.1.3. For dette prosjektet er det hovedsakelig buss som er aktuelt som kollektivtransport.

For idrettsbygget er utslippet fra transport i drift basert på mobilitets- og trafikkanalysen som er gjort i prosjektet, og det er antatt 89 % av turene er kjøreturer med bil, og 4 % er bussturer. Videre er en gjennomsnittlig turlengde satt til 12,8 km.

Figur 9 viser klimagassutslippet fra transport i drift for idrettsbygget. Det er tydelig at den største delen av utslippet kommer fra bilkjøring, og en liten andel fra bussturer.



Figur 9. Klimagassutslipp fra transport i drift

For å redusere klimagassutslipp knyttet til transport i drift kan man innføre tiltak for å redusere antall kjøreturer, øke andelen som går og sykler og øke andelen som kjører kollektivtransport. Muligheter for tiltak er vurdert i *Fagrapport mobilitets- og trafikkanalyse, Tranby* datert 2023-09-28.



## 3.2 Bolig og næring

For bolig og næringsarealene er klimakalkulator for Lier brukt for å beregne utslippet, altså er beregningene mer forenklet enn for idrettsbygget og resultatene gir ikke like mye innsikt mtp. hvor utslippene er og hva som kan gjøres for å redusere dem.

### 3.2.1 Bygningsmasse og materialer

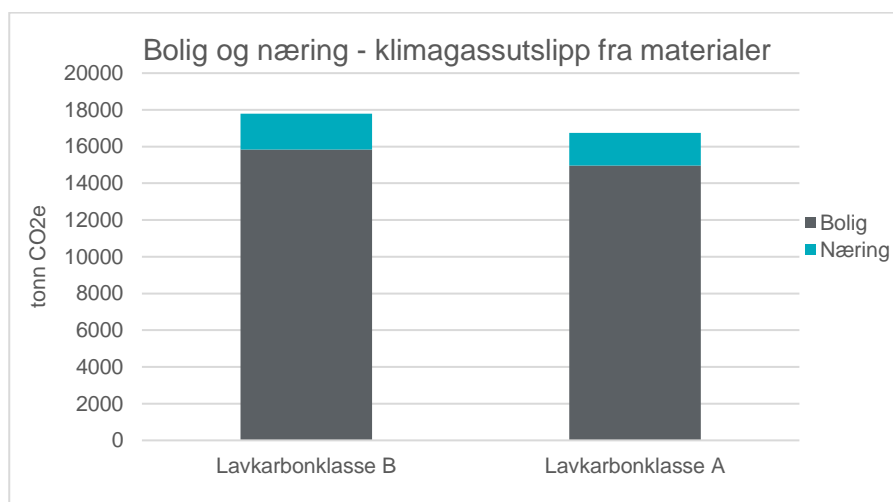
Utslipp knyttet til materialer inkluderer følgende stadier i bygningens livsløp:

- 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)
- C1-C4, livsløpets slutt

Det er tatt utgangspunkt i konvensjonelle bolig- og næringsbygg med standard oppbygning i stål og betong. Det er også undersøkt hvordan valg av lavkarbonklasse A betong påvirker klimagassutslippet fra materialer sammenliknet med lavkarbonklasse B betong. Tabell 8 og Figur 10 viser klimagassutslipp fra materialer for bolig- og næringsbyggene. Utslippet reduseres med 6 % dersom prosjektet velger lavkarbonklasse A betong sammenliknet med lavkarbonklasse B betong.

Tabell 8. Klimagassutslipp fra materialer for bolig- og næringsbygg

Betongtype	Bolig [tonn CO <sub>2</sub> e]	Næring [tonn CO <sub>2</sub> e]	Totalt [tonn CO <sub>2</sub> e]
Lavkarbonklasse B	15 831	1 963	<b>17 794</b>
Lavkarbonklasse A	14 965	1 784	<b>16 749</b>



Figur 10. Sammenlikning av klimagassutslipp fra materialer for bolig- og næringsbygg

Andre tiltak for å redusere klimagassutslippene knyttet til materialer for bolig- og næringsbyggene kan være å bygge i tre eller å redusere arealene til næringsdelen.

Som nevnt for idrettsbygget er en alternativsvurdering av aktuelle bæresystem er gunstig å gjennomføre også for bolig- og næringsarealene. Erfaringsmessig vil en ordinær konstruksjon med ustrakt bruk av tre ha lavere utslipp fra materialer, sammenliknet med ordinære kvaliteter av betong og stål. Dersom

trekonstruksjoner skal utgjøre bæresystemet er det gunstig med et grid-system og gjentagende struktur oppover i etasjene. Erfaring viser at bruk av tre gir noe mer materialbruk for å ivareta krav til brann og lyd. Når man gjør alternativsvurderinger av bæresystemet/råbygget er det viktig å ta med alle faktorer som utgjør forskjeller mellom alternativene. Valg av oppvarmingssystem bør også tas i betraktning. Massivtredekker vil i mange tilfeller måtte ha en påstøp for å ivareta lydkrav, men dersom det er tenkt oppvarming med gulvvarme så vil påstøp trolig være nødvendig uansett.

Som nevnt er disse beregningene gjort i denne fasen ganske forenklete ved bruk av klimakalkulatoren for Lier og det er f.eks. ikke inkludert arealer under terreng. Det å bygge under terreng medfører store klimagassutslipp, både med tanke på materialbruk og byggeplassdrift. Det krever av man bruker betong og stål, som er utslippsintensive materialer. Videre vil det også bli mer utslipp fra utgravning, håndtering og transport av masser. Derfor er dette noe som prosjektet bør ha i tankene ved videre detaljering.

### **3.2.2 Arealbruksendringer**

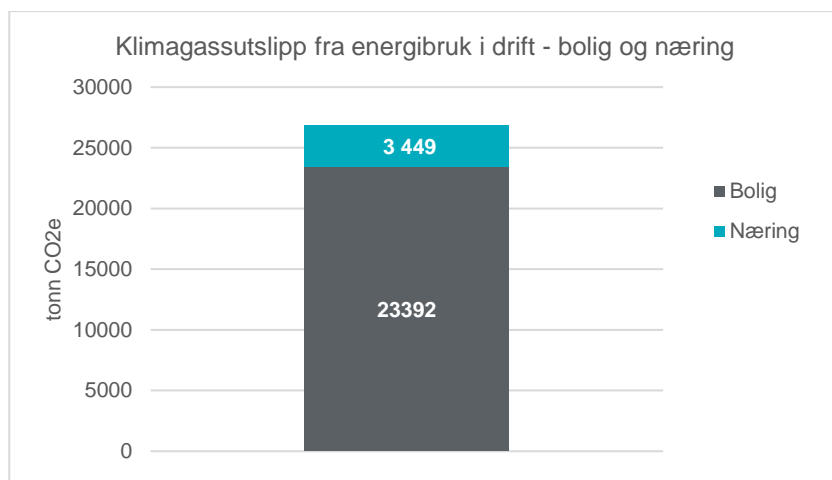
Dersom man ser på dagens situasjon opp mot mulighetsstudien for bolig/næringsområdene, er det ca. 10 000 m<sup>2</sup> som går fra å være skog til å være bebygd/asfaltert/i bruk på annen måte. Dette tilsvarer et klimagassutslipp på rundt 683 tonn CO<sub>2</sub>e. For å redusere klimagassutslippene knyttet til arealbruksendringer kan prosjektet vurdere å redusere arealene med vegetasjon som graves opp og berøres av utbyggingen.

### **3.2.3 Byggeplass**

For å redusere klimagassutslipp knyttet til byggeplassdrift er en mulighet å velge fossilfri byggeplass. Dette vil redusere utslippet sammenliknet med byggeplassdrift med vanlig anleggsdiesel. Utslippsfri byggeplass kan også være et alternativ.

### **3.2.4 Energibruk i drift**

Energibruk i drift representerer ofte en stor andel av klimagassutslippet til et bygg. Det er tatt utgangspunkt i at bolig- og næringsbyggene er bygd etter TEK17 standard. Figur 11 viser klimagassutslipp for energi i drift over analyseperioden på 60 år. Klimakalkulatoren som er utarbeidet for Lier kommune er benyttet til å beregne de overordnede klimagassutslippene fra energibruk i drift. Det er forutsatt fjernvarme til å dekke oppvarmingsbehovet, og kjølemaskin til kjølebehovet i næringsarealet. Resten er elektrisitet. Benyttede utslippsfaktorer er beskrevet i kapittel 2.1.3.



Figur 11 Klimagassutslipp fra energibruk i drift - bolig og næring.

Tiltak for å redusere dette utslippet kan være å bygge med passivhusstandard i stedet for TEK 17 standard og/eller å installere solcelleanlegg.

Bygg iht. passivhusstandard vil ha noe høyere utslipp knyttet til materialer blant annet på grunn av behov for større isolasjonsmengder. For å si noe om hvor mye det vil påvirke materialbruken i prosjektet er det behov for mer spesifisert underlag og det må gjøres mer omfattende energivurderinger for hvordan passivhus kan oppnås for prosjektet.

### 3.2.5 Transport i drift

Transport i driftsfasen bidrar også til en stor andel av det totale klimagassutslippet gjennom livsløpet til et bygg. For å redusere dette utslippet kan prosjektet tilrettelegge for at flere skal velge gange, sykkel eller kollektivtransport. Mulige tiltak for å redusere transport til og fra prosjektet er inkludert i *Fagrapport mobilitets- og trafikkanalyse, Tranby* datert 2023-05-14.

### 3.3 Resultater oppsummert

Det er gjort overordnede klimavurderinger for idrettsbygget og bolig- og næringsbyggene. For idrettsbygget er klimagassutslipp fra materialer, byggeplass, energibruk i drift og transport i drift undersøkt.

Tabell 9 Resultater oppsummert - Idrettsbygg

Klimagassutslipp	Konvensjonelt idrettsbygg	
	tonn CO <sub>2</sub> e	% av total
A1-A3 Produktstadiet	2 451	2,9 %
A4 Transport til byggeplassen	80	0,1 %
A5 Byggeplass	162	0,2 %
B4-B5 Utskiftning og renovering	354	0,4 %
B6 Energibruk i drift	10 107	11,8 %
B8 Transport i drift	72 497	84,5 %
C1-C4 Livsløpets slutt	145	0,2 %
<b>Resultater</b>	<b>85 795</b>	<b>100 %</b>

Det er mange muligheter for å redusere klimagassutslippet fra idrettsbygget. Det anbefales å bygge enten i tre eller lavkarbonklasse A betong eller bedre. Valg av lavkarbonklasse kan medføre økte kostnader, men det kommer an på tilgjengeligheten av lavkarbonbetong i området og hvilke andre egenskapet betongen må ha. Det kan også påvirke fremdriften, ettersom lavkarbonbetong kan ha lengere herdetid.

Angående det å bygge i tre så er dette et tiltak som vil kreve ytterligere utredninger med andre fag senere i prosjektet, og hvilke løsninger som velges og hvor egnet de ulike byggene er for bruk av tre er noe som kan påvirke reduksjonen av klimagassutslipp.

Videre bør fossilfri byggeplass vurderes, og muligens muligheten for å benytte fjernvarme til oppvarming allerede i byggeperioden. Energibruk i driftsfasen bidrar til en stor andel av klimagassutslippet fra idrettsbygget, og det bør vurderes tiltak for å redusere dette. For eksempel kan idrettsbygget bygges i passivhusstandard. Hvilke tiltak som må til for at idrettsbygget skal kunne oppnå passivhus må vurderes nærmere med mer omfattende energiberegninger. Det kan også vurderes installasjon av egenproduksjon av energi som f.eks. solceller.

Transport i driftsfasen bidrar også til store klimagassutslipp, og prosjektet bør se på muligheter for å tilrettelegge slik at flere velger gange, sykkel og kollektivtransport. I mobilitetsstrategien for Tranby er spesielt tiltak knyttet til å oppnå strategimål 3 relevant. Det går ut på å flyt av mennesker, varer og tjenester skjer på en miljøvennlig og effektiv måte, eksempelvis med tiltak som tilrettelegging for sykler, el-sykler og felles løsninger for varemottak og logistikk. Tiltak tilhørende de to andre strategimålene er også relevante for reduksjon av klimagassutslipp fra transport i drift ettersom det går ut på å styrke gang- og sykkelforbindelser og redusere og samle bilkjøring og parkering.

For bolig- og næringsbyggene er det gjort enda mer overordnede vurderinger enn ved idrettsbygget. Her er utslipp fra materialer og energibruk i drift beregnet på en forenklet måte vha. Lier klimakalkulator, i tillegg til at utslipp fra arealbruksendringer er vurdert.

Tabell 10 Resultater oppsummert - Bolig og næring

Klimagassutslipp	Bolig	Næring	Totalt
Livsløpsstadium	tonn CO <sub>2</sub> e	tonn CO <sub>2</sub> e	tonn CO <sub>2</sub> e
Materialer (A1-A3, A4, A5, B4-B5, C1-C4)	15 831	1 963	17 794
Energibruk i drift (B6)	23 392	3 449	26 841
Arealbruksendringer			638
<b>Totalt</b>			<b>45 273</b>

For å redusere klimagassutslipp fra disse bygningskategoriene anbefales det også å bygge med lavkarbonklasse A betong eller bedre, eventuelt i tre.

Dersom trekonstruksjoner skal utgjøre bæresystemet er det gunstig med et grid-system og gjentagende struktur oppover i etasjene. Erfaring viser at bruk av tre gir noe mer materialbruk for å ivareta krav til brann og lyd. Når man gjør alternativsvurderinger av bæresystemet/råbygget er det viktig å ta med alle faktorer som utgjør forskjeller mellom alternativene.

Arealbruksendringer er også undersøkt. En reduksjon av arealene med vegetasjon som graves opp og berøres av utbyggingen vil også gi en reduksjon i klimagassutslipp.