

KU av klimagassutslipp

Trondheim prehospitale senter



Revisjonshistorikk

Rev	Dato	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Kontrollert av
A00	10.12.2024	Utarbeidelse av KU	Raj Srivastava	Magnus I. Vestrum
			30.11.2024	10.12.2024

Sammendrag

Sweco, engasjert av Norsk Luftambulanseteknologi AS, utarbeider detaljreguleringsplan for nytt Trondheim prehospitale senter. I forbindelse med dette er det, med hjemmel i forskrift om konsekvensutredning, utført konsekvensutredning for klimagassutslipp fra tiltaket i henhold til Miljødirektoratets veileder M-1941. Det er utredet klimagassutslipp fra arealbeslag, tomtebearbeidelse og infrastruktur, oppføring og vedlikehold av bygningen, energibruk i drift, og transport i drift. Hovedhensikten med klimagassberegningene er å synliggjøre klimagassutslippene knyttet til tiltaket og vurdere mulige avbøtende tiltak. Tiltaket er i skissestadiet, og datagrunnlaget som er brukt for klimagassberegningene gjenspeiler dette.

Sammenlignet med nullalternativet, er klimagassutslippene fra tiltaket beregnet til å være 6 575 tonn CO₂-ekvivalenter i alternativ 1. Samlet sett har tiltaket «**Noe konsekvens**» for klimagassutslipp, jamfør Miljødirektoratets grenseverdier for «Noe konsekvens», som er mellom 2 000 tonn CO₂-ekv og 14 999 tonn CO₂-ekv. Denne konsekvensgraden indikerer at tiltaket sannsynligvis ikke vil være i konflikt med nasjonale og vesentlige regionale interesser innen klima- og miljøområdet. Fokuset bør likevel være på å redusere utslippene i størst mulig grad på en hensiktsmessig måte.

Det understrekes at klimagassberegningene i denne rapporten er basert på et bygg som ikke er ferdig prosjektert, og at det er gjort en rekke antagelser knyttet til materialer og mengder. Klimagassbudsjettet vil endre seg gjennom prosjektet, og endelige tall vil kun foreligge ved prosjektets slutt. De beregnede resultatene som foreligger i denne rapporten må ansees som veiledende for videre arbeid, og vil avvike fra det endelige klimagassregnskapet.

Vurdering av avbøtende tiltak viser at det er mulig å oppnå betydelige reduksjoner i klimagassutslipp gjennom målrettede tiltak og valg av teknologi. Det er imidlertid viktig å fortsette å evaluere utslippene, samt å implementere tiltak for å minimere den negative innvirkningen på klimaet. Rapporten gir et grundig grunnlag for videre diskusjon og beslutningstaking for Trondheim prehospitale senter, med mål om å oppnå bærekraftige løsninger som er i tråd med både tiltakshavers og Trondheim kommunes klimamål.

Rapporten er et viktig verktøy for å forstå og håndtere klimagassutslippene fra Trondheim prehospitale senter, og den understreker behovet for en helhetlig tilnærming til klimaplanlegging og -forvaltning.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	1
1.1	Lokale, nasjonale og internasjonale planer og føringer	1
1.2	Fagkompetanse og metodikk	2
1.3	Begreper og definisjoner	2
2	Beskrivelse av alternativer	3
2.1	Influensområdet	3
2.2	Nullalternativet	3
2.3	Alternativ 1	4
2.4	Systemgrenser	4
2.5	Avgrensning mot andre fagtema	5
2.6	Krav i plan- eller utredningsprogram	5
3	Utredning utslipp av klimagasser	6
3.1	Kommunens utslipp av klimagasser	6
3.2	Klimagassutslipp fra arealbeslag (A5)	8
3.2.1	Metode	8
3.2.2	Datagrunnlag	8
3.2.3	Resultater	9
3.2.4	Oppsummering	10
3.2.5	Usikkerheter	10
3.3	Klimagassutslipp fra tomtebearbeidelse og infrastruktur (A1-A4, A5b)	11
3.3.1	Metode	11
3.3.2	Datagrunnlag	13
3.3.3	Resultater	15
3.3.4	Oppsummering	15
3.3.5	Usikkerheter	15
3.4	Klimagassutslipp fra oppføring og vedlikehold av bygning (A1-B5)	17
3.4.1	Metode	17
3.4.2	Datagrunnlag	18
3.4.3	Resultater	19
3.4.4	Oppsummering	20
3.4.5	Usikkerheter	20
3.5	Klimagassutslipp fra energibruk i drift (B6)	21
3.5.1	Metode	21
3.5.2	Datagrunnlag	22
3.5.3	Resultater	22
3.5.4	Oppsummering	23
3.5.5	Usikkerheter	23
3.6	Klimagassutslipp fra transport i drift (B8)	25
3.6.1	Metode	25
3.6.2	Datagrunnlag	26
3.6.3	Resultater	28
3.6.4	Oppsummering	28
3.6.5	Usikkerheter	29
3.7	Endring av planen for å unngå eller begrense virkninger	30
3.8	Oppsummering av klimagassutslippene	36
4	Konsekvensvurdering	38

4.1	Konsekvens av tiltaket	38
4.2	Usikkerhet	38
5	Oppsummering fagutredning	40
6	Referanser	41
Vedlegg 1.....		44
Klimagassbudsjett i henhold til TEK17 §17-1		44
	Omfang, forutsetninger og beregningsparametere	44
	Metode	44
	Utslippsfaktor	45
	Resultater	45
	Resultater per livsløpsfase og bygningsdel	45
	Største utslippskilder	47

1 Innledning

Formålet med reguleringsplanen er å legge til rette for etablering av et samlet prehospitalt akuttmedisinsk miljø i Trondheim som skal inneholde operative tjenester, ledelse og utviklingsmiljø. Aktører som planlegges å utgjøre Trondheim prehospitalt senter (TPS) er luftambulansbase for helikopter og legebil, bilambulans, AMK-sentral (Akuttmedisinsk kommunikasjonssentral, 113) inkludert LA-operatører, trening og opplæringscenter for prehospitalt tjenester og ledelse av slike operasjoner. Det vil også være fasiliteter knyttet til forskning og utvikling i senteret.

Samlet areal for tiltaket, inkludert landingsplass for helikopter, er foreløpig beregnet til ca. 12 - 13 000 m². Dimensjonerende helikoptertype for helikopterlandingsplassen er AW139, med største lengde/bredde inklusive rotor på 16,66 m.

1.1 Lokale, nasjonale og internasjonale planer og føringer

Trondheim prehospitalt senter må navigere en kompleks rekke av lokale, nasjonale og internasjonale føringer for klimaendring og bærekraftig utvikling. Ved å integrere disse føringene kan prosjektet oppnå en balanse mellom økonomisk utvikling og miljømessig bærekraft, og bidra til en grønn og sirkulær økonomi.

Lokale planer og føringer

Trondheim kommune har utarbeidet en egen klima- og energiplan, Klimaløftene [1], som setter ambisiøse mål for reduksjon av klimagassutslipp. Denne strategien krever at alle nye byggeprosjekter vurderer energibruk og klimagassutslipp i både bygge- og driftsfasen. Sluppen-området er også underlagt spesifikke planer som skal fremme bærekraftig byutvikling. Klimanorm Sluppen [2] er en viktig lokal føring for prosjektet. Denne normen er utviklet for å sikre at nye reguleringsplaner på Sluppen bidrar til å redusere klimagassutslipp. Normen dekker fire hovedområder: *mobilitet, arealbruk, energi og materialer*. Hvert område har spesifikke kriterier og indikatorer som skal vurderes for å sikre at utbyggingen er i tråd med kommunens mål om å gjøre Sluppen til et nullutslippsområde.

Trøndelag fylke har også en regional klimaplan som understøtter kommunens mål. Fylket skal være klimanøytralt innen 2030, med en målsetting om å kutte 50-55 % av klimagassutslippene i forhold til 1990-nivå [3]. Dette krever omfattende tiltak innen bygg, transport og karbonbinding. For prosjektet betyr dette at det må legges til rette for bærekraftige løsninger som reduserer utslipp fra bygg- og anleggsfasen, samt fra den daglige driften av bygget.

Nasjonale planer og føringer

På nasjonalt nivå er Norge forpliktet til flere klimamål og miljøstandarder. Norges klimapolitikk, som er forankret i Klimameldingen og andre politiske dokumenter, har som mål å redusere klimagassutslippene med 50-55 % i forhold til 1990-nivå innen 2030, med sikte på å bli et lavutslippssamfunn innen 2050 med 90-95 % reduksjon [4]. Dette innebærer at prosjektet må overholde strenge miljøkrav og bidra til reduksjon av utslipp. Miljødirektoratets veileder for konsekvensutredninger, M-1941, påpeker viktigheten av å vurdere både direkte og indirekte klimagassutslipp. Norges plan- og bygningslov krever også at alle større byggeprosjekter tar hensyn til miljø- og klimakonsekvenser [5].

Internasjonale planer og føringer

EU har satt ambisiøse mål for klimagassreduksjon gjennom European Green Deal, som har som mål å gjøre Europa til verdens første klimanøytrale kontinent innen 2050 [7]. Dette innebærer betydelige reduksjoner i klimagassutslipp fra, blant annet, byggeprosjekter. FNs bærekraftsmål, spesielt mål 13 (Stoppe klimaendringene), understreker også viktigheten av å redusere klimagassutslipp globalt [8]. Norges forpliktelser etter Parisavtalen, som er forankret i FNs rammekonvensjon om klimaendringer, innebærer at Norge skal bidra til å begrense den globale oppvarmingen til godt under 2 grader Celsius sammenlignet med førindustrielt nivå og tilstrebe å begrense temperaturøkningen til 1,5 grader Celsius [9].

1.2 Fagkompetanse og metodikk

Rapporten er utarbeidet av Raj Srivastava og Magnus Inderberg Vestrum. Både Raj og Magnus jobber med miljø-, klima- og bærekraftsrådgivning i Sweco Norge og har erfaring med klimagassvurderinger knyttet til ulike byggeprosjekter i forskjellige prosjektfaser, herunder konsekvensutredninger, inkludert beregning av klimagassutslipp som en følge av arealbruksendringer.

Rapporten og klimagassberegningene er utarbeidet i henhold til Miljødirektoratets veileder for konsekvensutredninger M-1941 [10]. Metode for beregning av klimagassutslipp fra arealbeslag er basert på M-1941, men for beregning av klimagassutslipp fra andre kilder er M-1941 metoden supplert med NS 3720 [11], Byggeteknisk forskrift [12] og BREEAM-NOR v6.1 [13].

1.3 Begreper og definisjoner

CO₂-ekvivalent: Dette er et mål brukt for å sammenligne utslipp av ulike klimagasser basert på deres globale oppvarmingspotensial (GWP). CO₂-ekvivalenten for en gass beregnes ved å multiplisere utslippet av gassen med dens GWP-faktor, som angir gassens evne til å varme opp atmosfæren over en gitt tidshorisont, vanligvis 100 år, sammenlignet med CO₂.

Karbonopptak: Dette refererer til prosessen hvor planter, alger og andre fotosyntetiserende organismer tar opp uorganisk karbon, som karbondioksid (CO₂), fra miljøet og omdanner det til organisk karbon gjennom fotosyntesen. Dette karbonet blir så bundet i form av levende biomasse.

Livsløpsvurdering (LCA): En metode for å vurdere de miljømessige konsekvensene av et produkt eller en tjeneste gjennom hele livssyklusen, fra råmaterialeutvinning til avfallshåndtering. LCA tar hensyn til ressursbruk, energiforbruk og utslipp i hver fase av livssyklusen.

Utslippsfaktor: En verdi som angir mengden klimagasser som slippes ut per enhet av aktivitet, for eksempel per kWh elektrisitet produsert eller per kilometer kjørt. Utslippsfaktorer brukes til å beregne totale klimagassutslipp fra ulike kilder. Angis som CO₂-ekv/enhet.

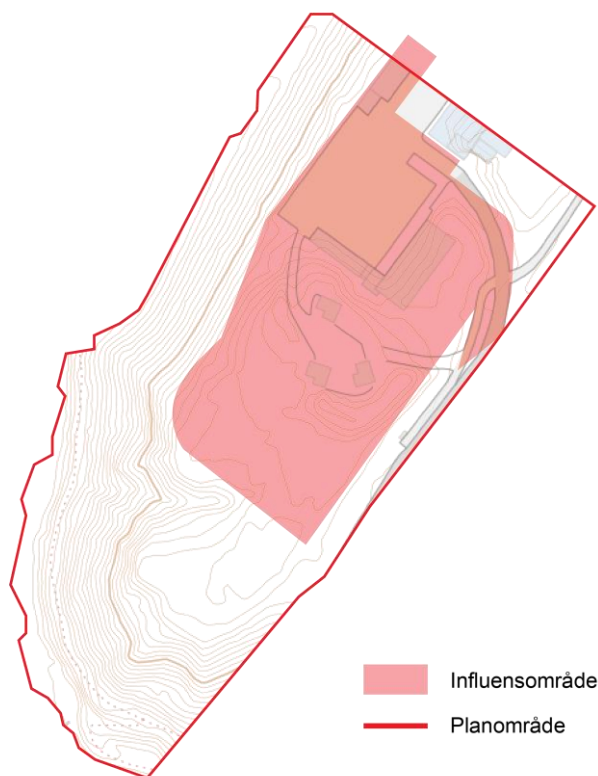
2 Beskrivelse av alternativer

Dette kapitlet beskriver klimagassutslippene i nullalternativet og det utredede alternativet, samt omfanget av klimagassberegningene med tanke på deres geografiske- og livsløpsavgrensning. Alternativene, inkludert nullalternativet, er like for alle fagtema, men hvert fagtema vurderer deres betydning for sitt fag.

2.1 Influensområdet

Influensområdet defineres som det geografiske området som blir direkte berørt av tiltaket. Dette er det området hvor det blant annet vil bli utbygging av Trondheim prehospitale senter og tilhørende vei og helikopterlandingsplass.

Influensområdet strekker seg over det gjeldende planområdet der helikopterbasen og brorparten av nybygget vil finne sted, samt nabotomta hvor en del av nybygget og ny adkomstvei vil bygges. Nabotomta ble detaljregulert i 2012 til formålet «brannstasjon» og har blitt realisert i sin helhet. Det pågår flere aktiviteter på nabotomta som fører til utslipp av klimagasser, som for eksempel energibruk, transport, vedlikehold, m.m., men disse aktivitetene vil foregå og utvikle seg hovedsakelig uavhengig av det gjeldende tiltaket. Av denne grunn er eksisterende bygg og anlegg på nabotomta, samt utslipp fra drift av nevnte bygg og anlegg, utelatt fra influensområdet og utredningen. Influensområdet er vist i Figur 1.



Figur 1. Influensområdet for konsekvensutredning av klimagassutslipp markert med lysrød farge.

2.2 Nullalternativet

Nullalternativet er sammenligningsgrunnlaget for de utredede alternativene. I denne fagrapporten forstås nullalternativet som dagens situasjon innen influensområdet (Figur 1), samt at dagens virksomhet på Vestre Rosten, hvor Luftambulansen befinner seg, og Øya hvor AMK-sentralen og ambulansetjenesten befinner seg opprettholdes. Opprettholdelsen av dagens virksomheter på Vestre Rosten og Øya brukes til utredning

av utslipp fra transport i drift (kapittel 3.6). Som beskrevet i kapittel 2.1 er brannstasjonen på nabotomta ikke inkludert i influensområdet, og utslippene fra denne er derfor ekskludert fra nullalternativet.

Planområdet består i dag hovedsakelig av arealtype skog med høy bonitet, samt noe fastmark, bebyggde- og samferdselsområder. Arealet hvor influensområdet strekker inn på nabotomta er allerede utbygd. Utslipp og opptak av klimagasser fra arealbeslag er nærmere beskrevet i kapittel 3.2.

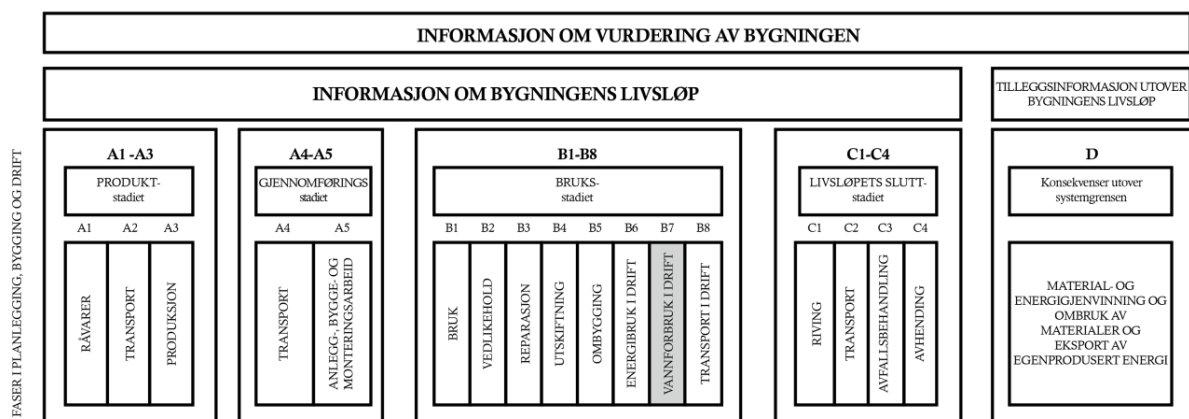
2.3 Alternativ 1

Som beskrevet i kapittel 1 er det ett alternativ som er utredet i denne fagrapporten. Alternativ 1 omfatter utbygging av Trondheim prehospitale senter på Sluppen og flytting av dagens virksomheter fra Vestre Rosten og Øya. Alternativ 1 innebærer utbygging av nybygg og helikopterbase, utvidelse av adkomstveg, samt videre drift av Trondheim prehospitale senter. Disse aktivitetene og deres betydning for fagtema klimagass er redegjort i hver utredning.

2.4 Systemgrenser

Det utredes klimagassutslipp knyttet til arealbeslag, bygging og drift og vedlikehold av tiltaket. Analyseperiode for arealbeslag er 75 år i tråd med veileder M-1941 - Konsekvensutredning av klima og miljø [10] og 50 år for andre utslippskilder i tiltaket i tråd med krav i TEK (§17-1 Klimagassregnskap fra materialer) [12].

Systemgrensene er definert med utgangspunkt i NS 3720 [11], som vist i Figur 2.



Tegnforklaring

- A1-C4 moduler som livsløpet kan inndeles i
- D omfatter tilleggsinformasjon utover bygningens livsløp
- B8 ny modul sammenlignet med NS-EN 15978
- B7 omfattes ikke av denne standarden, med unntak av den energibruk som kreves for distribusjon og oppvarming av forbruksvann som inngår i modul B6.

Figur 2. Livsløpsfaser definert i NS 3720.

Hovedsakelig inkluderer denne utredningen klimagassutslipp knyttet til arealbeslag, produktstadiet (A1-A3), gjennomføringsstadiet (A4-A5) og bruksstadiet (B1-B8). Det er benyttet ulike datagrunnlag og beregningsmetoder for å beregne ulike klimagasskilder, noe som medfører at hva som kan defineres som hensiktsmessig systemgrense vil variere fra utslippskilde til utslippskilde. Systemgrensene er nærmere beskrevet i hver utredning.

2.5 Avgrensning mot andre fagtema

I samme tidsperiode som denne rapporten utarbeides, er det flere fagtemaer som konsekvensutredes. Disse inkluderer blant annet naturmangfold, støy, trafikk og mobilitet.

Konsekvensutredningen av klimagassutslipp (denne rapporten) tar ikke hensyn til hvordan økte klimagassutslipp påvirker andre fagtemaer.

Det er hentet underlag fra andre fag for å utføre klimagassberegningene. Disse inkluderer blant annet arkitektur, landskapsarkitektur, geoteknikk og vegutforming.

2.6 Krav i plan- eller utredningsprogram

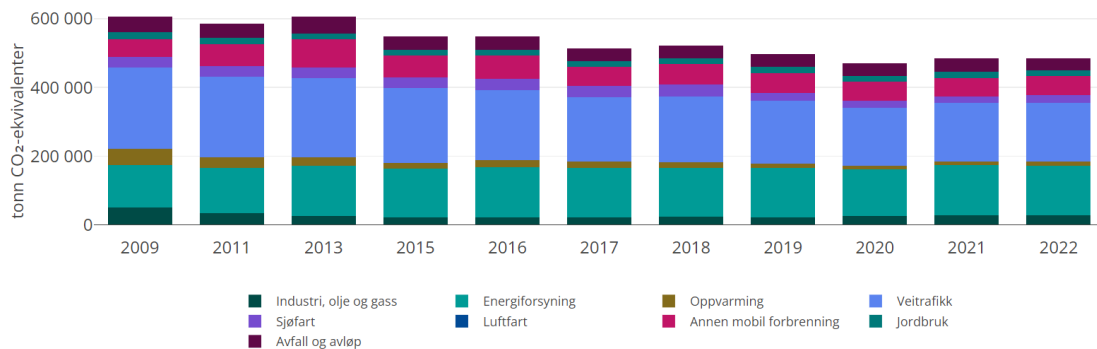
I tråd med KU-forskriften § 8 bokstav (a) [14], er utredning av klimagassutslipp fastsatt i det gjeldende planprogrammet *Detaljregulering for Trondheim prehospitale senter, Trondheim kommune - PlanID r20240021*.

I tillegg skal det, som en del av planforslaget, utarbeides klimagassregnskap i henhold til TEK17 §17-1 [12]. Klimagassberegningene utført i henhold til TEK17. Kravet er presentert i vedlegg 1.

3 Utredning utslipp av klimagasser

3.1 Kommunens utslipp av klimagasser

Tiltaksområdet ligger i Trondheim kommune. Kommunen er en del av Trøndelag fylkeskommune og har 215 873 innbyggere per 2. kvartal 2024 [15]. Sist rapporterte direkte klimagassutslipp i kommunen i 2022 var 485 535 tonn CO₂-ekv [16]. Figur 3 viser de totale klimagassutslippene i Trondheim kommune fordelt på ni sektorer mellom 2009 og 2022. Tilgjengelige data viser at historisk sett har veitrafikk medført den største andelen av klimagassutslipp i kommunen. I 2022 sto veitrafikk for hele 35 % av det totale utslippet, mens energiforsyning var den nest største utslippsdriveren, og stod for 30 % av det totale utslippet. Klimagassutslippene i kommunen har holdt seg relativt likt mellom 2019 og 2022. I 2009 rapporterte Trondheim kommune de største klimagassutslippene med totalt 607 130 tonn CO₂-ekv. Utslippene var lavest i koronaåret 2020 med totalt 469 975 tonn CO₂-ekv. Gitt at koronaårene (2020 og 2021) hadde ekstraordinære omstendigheter, brukes utslippene i 2022 for sammenligningen. Sammenlignet med nivået i 2009, var de totale klimagassutslippene i kommunen redusert med 20 % i 2022.

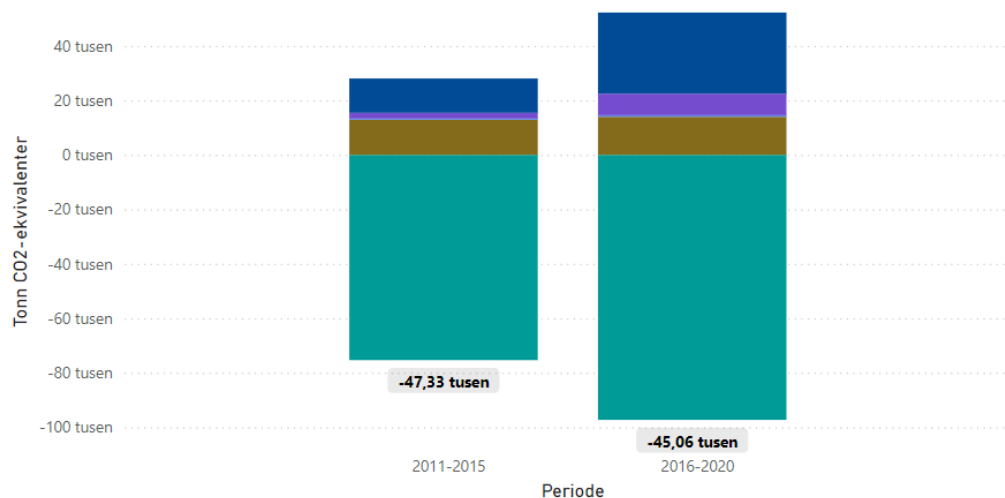


Figur 3. Sektorfordelte utslipp per år i Trondheim kommune [16].

Samtidig har netto årlig opptak av klimagasser fra skog og arealbruk økt med 5 % eller ca. 2 261 tonn CO₂-ekv, som vist i Figur 4. Netto årlig opptak i perioden 2011-2015 og 2016-2020 var henholdsvis 47 325 og 45 064 tonn CO₂-ekv [17]. Mellom 2011 og 2020 har opptak av klimagasser fra skog i Trondheim kommune økt med 29 %. I samme perioden har utslipp fra utbygd areal økt med 137 %.

Årlig utslipp og opptak av klimagasser

Arealbrukskategori: 1) Skog 2) Dyrket mark 3) Beite 4) Vann og myr 5) Utbygd areal



Figur 4. Utslipp og opptak av klimagasser i Trondheim kommune [17].

Trondheim kommune har ambisiøse mål for klima og miljø, og er en del av EUs samfunnsoppdrag «112 klimanøytrale og smarte byer 2030» [18]. Ifølge kommunen skal Trondheim «*være en internasjonal foregangskommune for utvikling av gode klima- og miljøløsninger. 112 klimanøytrale og smarte byer 2030 handler om å mobilisere hele byen i klimaomstillingen gjennom samhandling mellom offentlige aktører, næringsliv, organisasjoner og Trondheims innbyggere. Teknologihovedstaden Trondheim har en særskilt mulighet til å gå foran i det grønne skiftet*» [19].

I tråd med kommunens klima- og miljømål vil klimagassutslippene som følge av tiltaket reduseres. Det vil legges vekt på bruk av bærekraftige og lavutslippsmaterialer, energieffektivisering, tiltak for reduksjon av direkte utslipp i anleggsfasen, med mer. Prosjektet er fortsatt i skissefase, og øvrige detaljer rundt klima- og miljømål er uklare.

3.2 Klimagassutslipp fra arealbeslag (A5)

I forbindelse med konsekvensutredninger for klima og miljø er det avgjørende å kunne tallfeste klimagassutslipp som følge av arealbeslag. Metoden beskrevet i M-1941 gir en systematisk tilnærming for å beregne disse utslippene ved å ta hensyn til ulike faktorer som påvirker karbonbalansen i berørte områder. Arealbeslag refererer til endringer i arealbruk, som for eksempel avskoging, utbygging og andre inngrep som reduserer vegetasjonsdekke og dermed påvirker karbonlagringen i biomasse og jord. I dette kapittelet beregnes og vurderes klimagassutslipp knyttet til arealbeslag.

3.2.1 Metode

Metoden bygger på metodikk fra det nasjonale klimagassregnskapet og representerer en videreutvikling og generalisering av metoder opprinnelig utviklet for veisektoren. Den er metodisk kompatibel med både klimagassregnskap og livssyklusanalyser og gir dermed et helhetlig bilde av klimagassutslippene. En detaljert beskrivelse av metoden finnes i rapporten «Metoder for beregning av klimagassutslipp fra arealbeslag» fra 2022 [10].

Utslippsfaktorene er avledet fra det nasjonale klimagassregnskapet 2022 og tilpasset den spesifikke beregningsmetoden. Disse faktorene er delt inn i to hovedkategorier: opptak over analyseperioden hvis arealbeslaget ikke finner sted (nullalternativet), og utslipp som følge av arealbeslaget. Det siste innebærer økt nedbryting av levende biomasse, dødt organisk materiale og jord. Opptak over analyseperioden omfatter kun tilvekst i levende biomasse.

Analyseperiode for arealbeslag er 75 år i tråd med veileder M-1941 konsekvensutredning av klima og miljø. Alle utslippsfaktorer er oppgitt i tonn CO₂-ekv per dekar.

		Standard utslippsfaktor (tonn CO2-ekv/dekar)		
		Null-alternativet	Arealbeslaget	
			Areal med mineraljord	Areal med organisk jord
Skog	Lav bonitet	-12	48	157
	Middels bonitet	-20	53	162
	Høy bonitet	-29	57	167
Myr		-	-	337
Jordbruksareal (full-, overflatedyrka og innmarksbeite)		-1	43	120

Tabell 1. Standard utslippsfaktorer (tonn CO₂-ekv/dekar) for arealbeslag, jfr. M-1941. Negativt fortegn betyr opptak.

3.2.2 Datagrunnlag

Informasjon om arealtype og skogbonitet er hentet fra marklagskart i AR5 [20]. I områder hvor mer enn 3 % av det aktuelle området er «ikke kartlagt» i AR5, er det supplert med informasjon fra arealressurskartet AR50. Denne informasjonen bygger på topografisk norgeskart N50 og satellittbildetolkning av snaumark.

Figur 5 viser arealtyper i influensområdet (svart stiplet linje), samt hele planområdet (rød linje).



Figur 5. Oversikt over areal typer, arealbeslag og planområdet.

Beslaglagt område inkluderer flere areal typer, som fastmark, bebygde områder, samferdselsområder og skog med høy bonitet. Tabell 2 viser arealene for de areal typene som er relevante for beregning av klimagassutslipp fra arealbeslag.

Arealtype	Arealbeslag	
	Areal med mineraljord (dekar)	Areal med organisk jord (dekar)
Skog	Lav bonitet	0
	Middels bonitet	0
	Høy bonitet	0
Myr	-	0
Jordbruksareal (full-, overflatedyrka og innmarksbeite)	0	0
SUM	3,9	0

Tabell 2. Arealregnskap for arealbeslag, fordelt på areal typer.

3.2.3 Resultater

I Tabell 3 oppsummeres resultatene av klimagassberegningene for arealbeslag. For beregningene er det brukt Miljødirektoratets beregningsmal for klimagassutslipp fra karbonrike arealer [21]. Her er arealbeslagene, som beskrevet i kapittel 3.2.2, satt sammen med utslippsfaktorer for arealbeslag, som vist i Tabell 1.

		Klimagassutslipp (tonn CO ₂ -ekv)		
		Null-alternativet	Arealbeslaget	
			Areal med mineraljord	Areal med organisk jord
Skog	Lav bonitet	0	0	0
	Middels bonitet	0	0	0
	Høy bonitet	-113	222	0
Myr		-	-	0
Jordbruksareal (full-, overflatedyrka og innmarksbeite)		0	0	0
SUM		-113	222	0

Tabell 3. Fremstilling av resultat av klimagassberegningene for arealbeslag i influensområde.

3.2.4 Oppsummering

Beregnet opptak i arealene i nullalternativet, det vil si hvis arealbeslaget ikke finner sted, er 113 tonn CO₂-ekv. Klimagassutslippene fra arealbeslaget, inkludert tapt mulighet for opptak, er 335 tonn CO₂-ekv i Alternativ 1. Dette tilsvarer konsekvensgrad «Ubetydelig konsekvens» i henhold til Tabell 29.

	Utslipp (tonn CO ₂ -ekv)	Konsekvensgrad (fra Tabell 29)
Nullalternativet (opptak)	-113	-
Alternativ 1 (Utslipp fra arealbeslag)	222	-
Differanse mellom nullalternativ og alternativ 1	335	Ubetydelig konsekvens

Tabell 4. Oppsummering av klimagassutslipp fra arealbeslag.

3.2.5 Usikkerheter

Beregning av klimagassutslipp fra arealbeslag i henhold til Miljødirektoratets veileder M-1941 innebærer en rekke usikkerheter. For det første er datagrunnlaget fra NIBIOs AR5-kartløsning en kilde til usikkerhet, da kartene kan ha varierende nøyaktighet og oppløsning, noe som kan påvirke identifisering og klassifisering av areal typer. Videre kan det være usikkerhet knyttet til de spesifikke utslippsfaktorene som brukes for areal typer. Disse faktorene kan variere avhengig av lokale forhold som jordtype, vegetasjon og klimatiske forhold, som ikke alltid er fullt representert i de mer generiske faktorene gitt i M-1941.

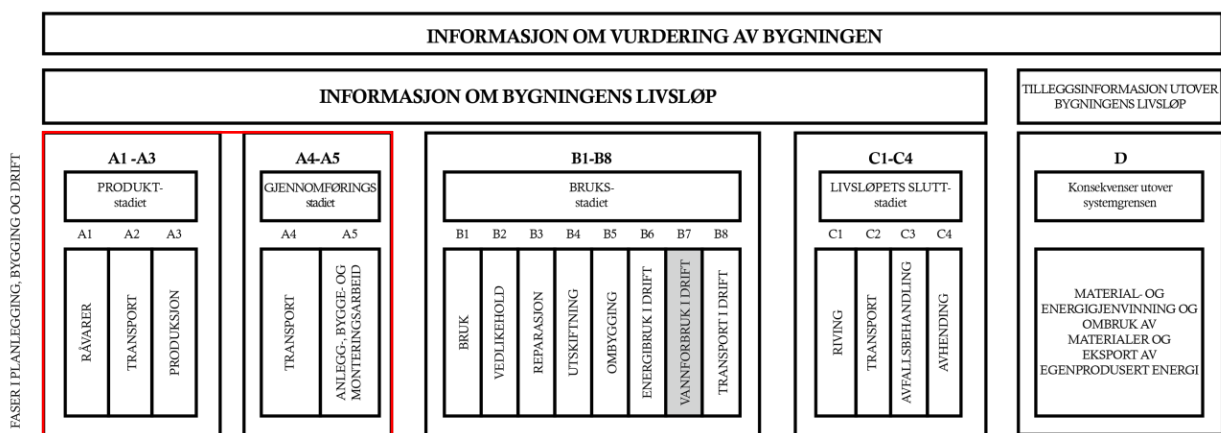
I tillegg kan metodens forenklinger og antakelser bidra til usikkerheter. For eksempel kan metoden anta ensartede forhold over større områder, noe som ikke nødvendigvis reflekterer den faktiske heterogeniteten i landskapet. De faktiske utslippene fra arealbruksendring vil også i stor grad avhenge av hvordan jorden håndteres og mengden av karbon som brytes ned.

3.3 Klimagassutslipp fra tomtebearbeidelse og infrastruktur (A1-A4, A5b)

I forbindelse med konsekvensutredninger for klima og miljø er det viktig å kvantifisere og vurdere klimagassutslipp som følge av tomtebearbeidelse og utbygging av infrastruktur og anlegg i planområdet. I dette kapittelet beregnes og vurderes klimagassutslipp knyttet til klargjøring av tomt og utbygging av adkomstveger, inkludert masseutskifting, materialbruk, anleggsmaskiner, massetransport, og lignende.

3.3.1 Metode

Som vist i Figur 6 er det i denne beregningen inkludert livsløpsfasene A1-A3, A4 og A5. For fase A5 er utslipp fra anleggsarbeider og massetransport vist separat. For beregningene er det brukt beregningsfaktorer og utslippsfaktorer fra VegLCA v.5.14B [22]. Utslipp knyttet til bruksstadiet av infrastruktur er ikke inkludert, og analyseperioden er dermed uaktuell.



Tegnforklaring

- A1-C4 moduler som livsløpet kan inndeles i
- D omfatter tilleggsinformasjon utover bygningens livsløp
- B8 ny modul sammenlignet med NS-EN 15978
- B7 omfattes ikke av denne standarden, med unntak av den energibruk som kreves for distribusjon og oppvarming av forbruksvann som inngår i modul B6.

Figur 6. Systemgrense (livsløpsmodulene) for beregning av klimagassutslipp fra utbygging av infrastruktur i henhold til NS 3720.

Produksjon av materialer A1-A3

Som beskrevet tidligere er livsløpsfase A1-A3 knyttet til oppstrøms utslipp fra produksjon av råmaterialer (A1), transport av råmateriale til fabrikk (A2) og selve produksjonen av materialet i fabrikk (A3). Det er benyttet generiske utslippsfaktorer som er gitt i Statens vegvesens verktøy VegLCA v.5.14B [22]. For betong er det benyttet grenseverdi for konstruksjonsbetong i henhold til Norsk Betongforening [23]. Utslippsfaktorene som er benyttet er vist i Tabell 5.

Materiale	Utslippsfaktor (kg CO ₂ -ekv. / enhet)	Enhet	Kilde
Grus og pukk	3,15E-03	kg	VegLCA 5.14B
Asfaltgrusbetong, Agb	4,20E-02	kg	VegLCA 5.14B
Asfaltgrus, Ag	3,00E-02	kg	VegLCA 5.14B
Betong B45, bransjereferanse	3,00E+02	m ³	NB Publikasjon nr. 37

Tabell 5. Utslippsfaktorer brukt i beregning av klimagassutslipp fra tomtebearbeidelse og infrastruktur.

Transport til byggeplass A4

Som beskrevet tidligere er livsløpsfase A4 knyttet til utslipp fra transport av materialer fra produksjonssted til byggeplass. Det er benyttet generisk utslippsfaktor for transport av materialer inn til prosjektet, og generiske transportavstander for ulike materialer, som gitt i VegLCA v5.14B. Transportavstander i VegLCA er løselig basert på tetthet av produksjonssteder i Norge samt hvorvidt materialet importeres. Disse avstandene er generiske for hele Norge, og det må forventes at reelle avstandene for transport av materialer til Sluppen vil avvike fra disse generiske avstandene. Transportavstander og utslippsfaktorer for transport er vist i Tabell 6.

Material type	Transportavstand (produksjonssted til byggeplass)	Enhet	Kilde
Grus og pukk	50	km	VegLCA 5.14B
Asfalt	50	km	VegLCA 5.14B
Betong	50	km	VegLCA 5.14B
Transport av materialer til byggeplass	Utslippsfaktor (kg CO ₂ -ekv. / enhet)	Enhet	Kilde
Transport med lastebiler	1,29E-01	tonn-km	VegLCA 5.14B

Tabell 6. Transportavstander og utslippsfaktor brukt i beregninger av klimagassutslipp fra tomtebearbeidelse og infrastruktur

Byggeplass A5

Som beskrevet tidligere er livsløpsfase A5 knyttet til utslippene fra aktiviteter i byggefase, herunder anleggsarbeider og massetransport.

Anleggsarbeider: Klimagassutslipp fra anleggsarbeider er knyttet til forbruk av drivstoff i anleggsmaskiner. For det prosjekterte anlegget er det forutsatt at det benyttes fossile drivstoff med innblanding av biodiesel basert på omsetningskrav B10 i henhold til Produktforskriften [24]. Det vil si at 90 % av drivstoff er fossil diesel og 10 % er avansert biodiesel. Utslippsfaktorer for drivstoff er vist i Tabell 7. Det forutsettes følgende anleggsaktiviteter: graving, vegetasjonsrydding, avtaging av vegetasjonsdekke, utfylling av masser og matjord og legging av asfalt.

Massetransport: Med massetransport menes transport av masser fra byggeplass til deponi for overskuddsmasser. Klimagassutslipp fra massetransport er knyttet til forbruk av drivstoff i kjøretøyer og deres slitasje. For det prosjekterte anlegget er det forutsatt at det benyttes fossile drivstoff med innblanding av biodiesel basert på omsetningskrav B17 i henhold til Produktforskriften [24]. Det vil si at 83 % av drivstoff er fossil diesel, 4,5 % er konvensjonelt biodiesel og 12,5 % er avansert biodiesel. Utslippsfaktorer for drivstoff er vist i Tabell 7.

Det er benyttet generisk avstand til deponi i henhold til VegLCA. Avstanden er vist i Tabell 7.

Drivstoff	Utslippsfaktor (kg CO ₂ -ekv. / enhet)	Enhet	Kilde
Anleggsdiesel, B10	3,01E+00	liter	VegLCA 5.14B
Diesel for massetransport, B17	2,90E+00	liter	VegLCA 5.14B
Lokasjon	Avstand (tur-retur)	Kilde	
Massedeponi	40 km	VegLCA 5.14B	

Tabell 7. Utslippsfaktorer for drivstoff og avstander for massetransport i forbindelse med beregning av klimagassutslipp fra tomtebearbeidelse og infrastruktur

3.3.2 Datagrunnlag

Formålet med detaljreguleringen er å tilrettelegge for utbygging av Trondheim prehospitale senter på Sluppen. Prosjektet er i skissestadiet, og planlegging og prosjektering i denne fasen er veldig overordnet. Dette betyr at mye av detaljene som trengs for å beregne klimagassutslippene er uklare. Det er derfor gjort grove antagelser for å estimere mengde av masseutskifting, samt materialbruk i veg.

Basert på prosjekteringsdata tilgjengelig per september 2024, ligger byggets underetasjer på ca. kotehøyde 25 m. Terrengoverflaten har en nedoverskråning fra sør mot nord [25]. Det er estimert at gjennomsnittlig terrenghøyde rundt bygget i nord er ca. 30 m, mens det rundt bygget i sør er 35 m. Terrengprofil for influensområdet i strekning mellom nordlig kant av nybygget og sørlig kant av helikopter landingsplass er vist i Figur 7.



Figur 7. Terrengprofil for influensområdet mellom nybygg mot nord og helikopterlandingsplass mot sør.

For å beregne mengde av masseutskifting i forbindelse med plassering av bygget antas utgraving av silt og leire ned til 5 m dybde for bygget i nord, og 10 m dybde for bygget i sør. Det skal senere legges et 15 cm tykt lag med tilførte fyllmasser under bygget for drenering.

For grunnstabilisering antas det at det skal legges spunt mot øst på ca. 0,5 m avstand fra bygget. Spunt skal legges ned til 10 m dybde og silt og leire mellom bygget og spunt skal utgraves. Dette volumet skal senere fylles med tilførte fyllmasser. Se Figur 8.

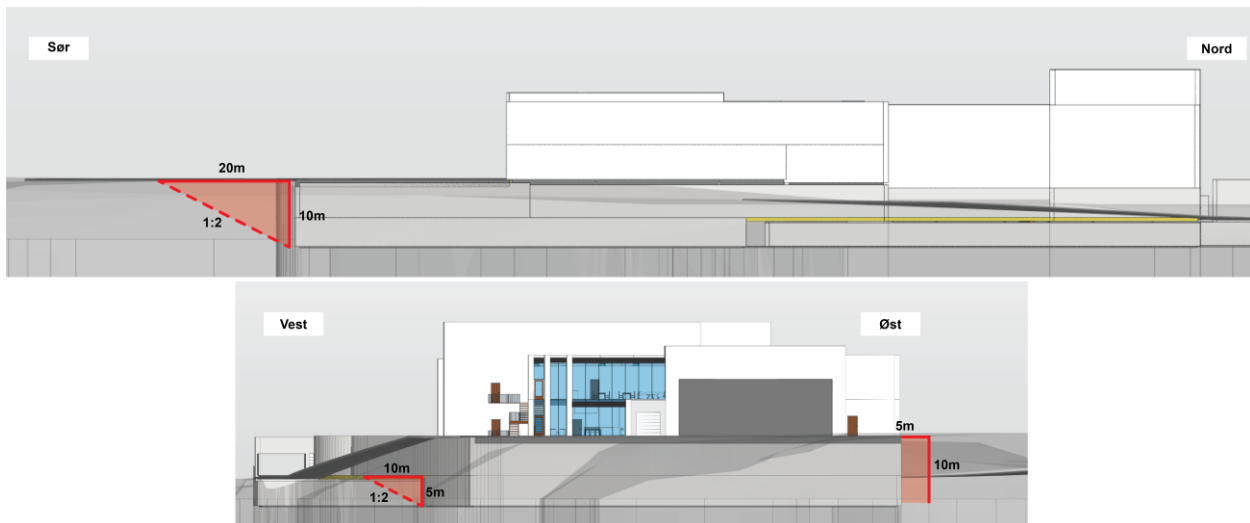
Mot sør antas det at det utgraves silt og leire i en 1:2 skråning fra underetasje som ligger på 10 m dybde, og mot helikopterlandingsplass. Dette volumet skal senere fylles med tilførte fyllmasser. Se Figur 8.

Mot sør antas det at det utgraves silt og leire i en 1:2 skråning langs atkomstvegen. Skråningen starter fra underetasjen som ligger på 10 m dybde og går mot adkomstveg som ligger på ca. 5 m dybde. Dette volumet skal senere fylles med tilførte fyllmasser. Se Figur 8.

I tillegg til dette skal det utgraves silt og leire i et ca. 74 cm tykt lag under flatene på bakkenivå som skal asfalteres. Dette volumet skal senere fylles med tilførte fyllmasser.

Silt og leire som utgraves anses som uaktuelt for gjenbruk på tomte og er antatt å bli transportert til massedeponi. Men matjord som finnes på tomte vil sannsynligvis bli gjenbrukt på tomte i forbindelse med revegetering. Det antas at de øverste 30 cm på dagens grøntareal er matjord og at dette graves opp, lagres på tomte, og senere tilbakeføres.

For veg og asfaltert flate på terreng er det antatt 3 cm tykt slitelag og 3 cm tykt bindlag. Som nevnt over er det antatt ca. 74 cm tykt lag med fyllmasser under vegen og den asfalterte flaten. Det vil sannsynligvis være behov for støttemur langs vegen til helikopterlandingsplass for grunnstabilisering. Det antas at støttemuren vil utføres i plasstøpt betong i styrkeklasse B45 og vil være 50 cm tykk.



Figur 8. Illustrasjon av masseutskifting i forbindelse med grunnstabilisering. Utgraving av silt og leire i 1:2 skråning mot sør og vest, og utgraving av silt og leire mellom bygg og spunt mot øst. Utgravde masser deponeres, og utgravd volum fylles med tilførte masser.

Datagrunnlag brukt for beregning av klimagassutslipp fra tomtebearbeidelse og infrastruktur er vist i Tabell 8.

MASSEUTSKIFTING		
Utgraving	Volum	Enhet
Masser som graves ut		
Silt og leire, bygning-nord	7 697	fm ³
Silt og leire, bygning-sør	27 903	fm ³
Silt og leire, grunnstabilisering mot sør	4 570	fm ³
Silt og leire, grunnstabilisering mot vest	813	fm ³
Silt og leire, grunnstabilisering mot øst (spunt)	249	fm ³
Silt og leire, asfaltertflate på terreng	1 014	fm ³
Matjord	1 710	fm ³
Utfylling	Volum	Enhet
Utfylling med tilførte masser		
Grus/pukk, dreneringslag under bygninger	649	fm ³
Grus/pukk, grunnstabilisering mot sør	4 570	fm ³
Grus/pukk, grunnstabilisering mot vest	813	fm ³
Grus/pukk, grunnstabilisering mot øst (spunt)	249	fm ³
Grus/pukk, veg	788	fm ³
Grus/pukk, asfaltertflate på terreng og i kjeller	1 497	fm ³
Utfylling med gjenbrukte masser		
Matjord	1 710	lm ³
Utkjøring	Volum	Enhet
Masser som leveres til deponi		
Silt og leire	42 246	fm ³

MATERIALFORBRUK		
Materialer	Mengde	Enhet
Stålpunt	53 784	kg
Asfalt, veg slitelag og bærelag	64	m ³
Asfalt, asfaltertflate slitelag og bærelag	515	m ³
Støttemur	75	m ³

Tabell 8. Mengder brukt for beregning av klimagassutslipp fra masseutskifting og materialforbruk.

3.3.3 Resultater

Klimagassutslipp knyttet til tomtebearbeidelse og utbygging av infrastruktur og anlegg i influensområdet er presentert i Tabell 9. Her er materialmengdene, som beskrevet i kapittel 3.2.2, satt sammen med utslippsfaktorer, som vist i kapittel 3.2.1.

	A1-A3	A4	A5 anleggs- arbeider	A5 masse- transport	SUM
Klimagassutslipp (tonn CO₂-ekv)	256	186	46	176	664

Tabell 9. Fremstilling av resultat av klimagassberegningene for infrastruktur.

3.3.4 Oppsummering

Klimagassutslipp knyttet til vegutbygging og tomtearbeid, inkludert masseutskifting, anleggsmaskiner, massetransport, og lignende, er beregnet til å være 664 tonn CO₂-ekv i alternativet. Dette tilsvarer konsekvensgrad «Ubetydelig konsekvens» i henhold til Tabell 29. Nullalternativet tilsvarer ingen utbygging, og dermed ingen utslipp fra infrastruktur.

	Utslipp (tonn CO ₂ -ekv)	Konsekvensgrad (fra Tabell 29)
Nullalternativet (Ingen utbygging i influensområdet)	-	-
Alternativ 1 (Utslipp fra tomtebearbeidelse og infrastruktur)	664	-
Differanse mellom nullalternativ og alternativ 1	664	Ubetydelig konsekvens

Tabell 10. Oppsummering av klimagassutslipp fra tomtebearbeidelse og infrastruktur.

3.3.5 Usikkerheter

I beregningen er det lagt til grunn generiske utslippsintensiteter som gitt av VegLCA v5.14. Dette medfører at de beregnede utslippene vil sannsynligvis være høyere enn realiteten i det ferdigstilte prosjektet. Siden tiltaket er i skissestadiet og mye informasjon om materialinnhenting, kvalitet osv. er ukjent, vil dette likevel være den foretrukne fremgangsmåten for å unngå å underestimere klimagassutslippene fra prosjektet.

Det er også usikkerheter knyttet til mengder av masser og materialer, som beskrevet i kapittel 3.2.2. Det er gjort grove anslag for å estimere størrelsesorden på masser, matjord og materialforbruk, og de faktiske mengdene vil avvike fra disse anslagene.

Det er også noe usikkerhet knyttet til anleggsaktiviteter som er nødvendig for gjennomføring av tiltaket. Aktiviteter som er inkludert i beregningen er graving, vegetasjonsrydding, avtaging av vegetasjonsdekke, utfylling av masser og matjord og legging av asfalt. Det er sannsynlig at flere anleggsprosesser blir nødvendige for gjennomføring av tiltaket, og det kan forventes at klimagassutslippene vil være noe høyere.

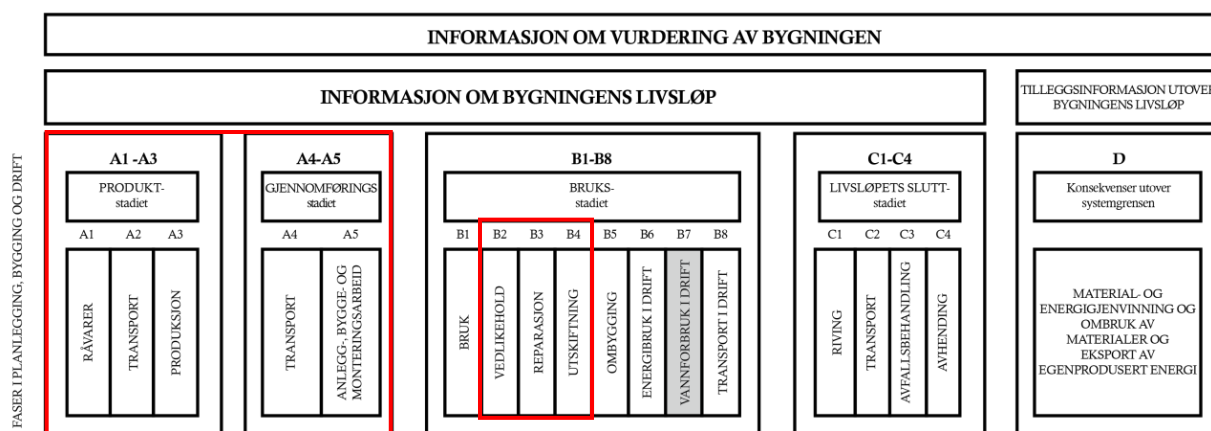
Videre er det noe usikkerhet knyttet til resultatene fordi utslipp knyttet til vedlikehold av infrastrukturen ikke er inkludert. Dette kan føre til en undervurdering av de totale utslippene, ettersom vedlikeholdsaktiviteter og utskifting av materialer over tid kan bidra betydelig til klimagassutslipp.

3.4 Klimagassutslipp fra oppføring og vedlikehold av bygning (A1-B5)

I dette kapittelet beregnes og vurderes klimagassutslipp knyttet til oppføring og vedlikehold av Trondheim prehospitale senter. Prosjektet er i skissestadiet, og planlegging og prosjektering i denne fasen er veldig overordnet. Dette betyr at mye av detaljene som trengs for å beregne klimagassutslippene er uklare. Derfor er det gjort en rekke antagelser for å estimere potensielle klimagassutslipp fra oppføring og vedlikehold av bygningen. Antagelsene er nærmere beskrevet i kapittel 3.4.2.

3.4.1 Metode

Som vist i Figur 9 er det i denne beregningen inkludert livsløpsfasene A1-A3, A4, A5, B2, B3 og B4. Analyseperiode er 50 år i tråd med krav i TEK (§17-1 Klimagassregnskap fra materialer) [12]. Utslipp i livsløpsfaser B6 og B8 er beregnet henholdsvis i kapitler 3.5 og 3.6. Det er brukt One Click LCA [26] versjon 0.32.8 og database versjon 7.6 for klimagassberegningene.



Tegnforklaring

- A1-C4 moduler som livsløpet kan inndeles i
- D omfatter tilleggsinformasjon utover bygningens livsløp
- B8 ny modul sammenlignet med NS-EN 15978
- B7 omfattes ikke av denne standarden, med unntak av den energibruk som kreves for distribusjon og oppvarming av forbruksvann som inngår i modul B6.

Figur 9. Systemgrense (livsløpsmodulene) for beregning av klimagassutslipp fra bygningen i henhold til NS 3720.

Produksjon av materialer A1-A3

Livsløpsfase A1-A3 er knyttet til oppstrøms utslipp fra produksjon av råmaterialer (A1), transport av råmaterialer til fabrikk (A2) og selve produksjonen av materialet i fabrikk (A3). I EPD-er er disse utslippene oftest vist sammen (aggregert).

Da det ikke foreligger EPD-er for materialene som skal benyttes på dette tidspunktet, er representative produktgrupper benyttet. Det er alltid en usikkerhet knyttet til hva som er mest representativt for et visst bygningsprosjekt. Her er det vurdert hva som er representative produkter basert på erfaring.

Det skal bemerkes at det er kun for livsløpsfase A1-A3 EPD-data benyttes der dette foreligger. Øvrige livsløpsfaser beregnes med forskjellige metoder i One Click LCA som beskrevet i avsnittene under.

Transport til byggeplass A4

Formålet med denne delberegningen er å belyse klimabelastningen av langreiste materialer. Transportavstander og transportmidler er basert på DFØ (Direktoratet for forvaltning og økonomistyring) sin veileder [27].

Byggeplass A5

Her beregnes det utslipp i anleggsfase i forbindelse med oppføring av bygningsmasse. Utslipp knyttet til tomtebearbeidelse og infrastruktur som veg, støttemur og spunt, er beregnet i kapittel 3.3. For å beregne utslipp fra byggeplass er det tatt utgangspunkt i utslippsfaktoren fra «Gjennomsnittlig energi og drivstoff bruk i byggeplassen – Norden (per BTA)» som gitt av One Click LCA. Dette erfaringstallet for byggeplass-scenariotet består av elektrisitetsforbruk på 43 kWh/m² (BTA) og dieselforbruk på 5,2 l/m².

Utslipp knyttet til kapp og svinn av byggematerialer rapporteres også her. Kapp og svinn av materialer er lagt inn med generisk andel kapp og svinn per material-kategori, basert på DFØs veileder.

Vedlikehold B2

Her angis forbruket av strøm fra nettet, vann, drivstoff og erstatninger som kreves for årlig vedlikehold. Dessverre finnes det per i dag ingen nøyaktig metode for å estimere B2-utslipp, men ifølge veiledning fra Greater London Authority (GLA) kan man for designfasen bruke en faktor på 10 kgCO₂e/m² BRA, eller 1 prosent av utslipp i fasene A1-A5, avhengig av hva som er størst [28]. I denne utredningen gir faktoren på 10 kg CO₂e/m² større utslipp enn 1 % av utslipp i A1-A5. Det er denne faktoren som er benyttet i denne fagrapporten.

Reparasjon B3

For reparasjonsraten finnes det per i dag ingen nøyaktig metodikk for å estimere dette. Ikke alle materialer trenger å repareres årlig, og reparasjonsraten avhenger av en rekke faktorer, som materialkvalitet, hvordan det er installert, håndverkerens kompetanse, bygningstype, bruken av bygningen, bygningens beliggenhet og klimaområdet bygningen befinner seg i. I henhold til GLA-retningslinjene kan dette estimeres til 25 % av modul B2 [28]. Denne metoden er benyttet i denne fagrapporten.

Utskiftning av materialer B4

For materialer med levetid under 50 år vil det behøves utskiftning i løpet av analyseperioden. I One Click LCA er antallet utskiftninger beregnet som 50 delt på levetid til det spesifikke materialet, avrundet til heltall oppover (se Formel 1). Det er brukt standard levetider som definert av DFØ [27].

$$\text{Antall utskiftninger}^* = \frac{\text{Analyseperiode [50 år]}}{\text{Materialets levetid [år]}}$$

**avrundet til nærmeste heltall*

Formel 1. Beregning av antall utskiftninger

I henhold til NS 3720 inkluderer B4 det komplette livsløpet til materialene som skiftes ut, det vil si at også transport til byggeplass (A4) og avhending av materialer (C) er inkludert, i tillegg til A1-A3 utslippene.

3.4.2 Datagrunnlag

Det er benyttet generiske mengder og materialer generert av Carbon Designer, en funksjon i One Click LCA. Mengdene i Carbon Designer er beregnet ut ifra størrelsen av bygget og de ulike bygningsdelene som modellert av arkitekt i IFC-modell datert 30. september 2024. Materialvalg og -sammensetting er basert på det som er definert av DFØ [27].

Datagrunnlag og forutsetningene som ligger bak klimagassberegningene er vist i Tabell 11.

Samlet info for bygningen		Referanse
Bygningshovedfunksjon	8 Bygning for samfunnssikkerhet	I henhold til NS 3457-3
Bygningsgruppe	82 Beredskapsbygning	I henhold til NS 3457-3
Bygningstype	822 Ambulansestasjon	I henhold til NS 3457-3

Bruksmønster	365 åpne dager, 24 timer brukstimer per åpendøgn	
Bruttoareal, BTA	10 430 m ²	IFC-modell ARK
Bruksareal, BRA	9 946 m ²	Erfaringstall fra One Click LCA for forhold mellom BRA og BTA basert på bygningstype.
Antall etasjer	5 etg.	IFC-modell ARK
Analyseperiode	50 år	TEK17/ DFØ
Størrelse av ulike bygningsdeler		Referanse
21 - Grunn og fundamenter	5 542 m ²	IFC-modell ARK; Mengde basert på erfaringstall fra Carbon Designer v/ One Click LCA
23 - Yttervegger	4 652 m ²	IFC-modell ARK
234 - Vinduer og dører	552 m ²	Erfaringstall fra Carbon Designer v/ One Click LCA
24 - Innervegger	6 845 m ²	IFC-modell ARK
251 - Frittbærende dekker	4 889 m ²	IFC-modell ARK
252 - Gulv på grunn	5 542 m ²	IFC-modell ARK
26 - Yttertak	5 542 m ²	IFC-modell ARK
28 - Trapper, balkonger, m.m.	2 stk.	Gjennomsnitt basert på IFC-modell ARK

Tabell 11. Datagrunnlag og forutsetningene for Trondheim prehospital senter.

3.4.3 Resultater

Klimagassutslipp fra Trondheim prehospital senter er presentert i henhold til NS 3720 i Tabell 12, og fremstilt detaljert i Tabell 13.

Klimagassutslipp (GWP-total)	4 844 632	kg CO ₂ -ekv
Per år	96 893	kg CO ₂ -ekv / år
Per m² BTA	464	kg CO ₂ -ekv / m ² BTA
Per m² BTA per år	9,3	kg CO ₂ -ekv / m ² BTA / år

Tabell 12. Fremstilling av resultat av klimagassberegning i henhold til NS 3720.

Bygningsdel / Livsløpsfase	Klimagassutslipp (tonn CO ₂ -ekv)						SUM
	A1-A3	A4	A5	B2	B3	B4-B5	
21 - Grunn og fundamenter	77	6	4	0	0	0	88
22 - Bæresystemer	364	17	6	0	0	0	387
23 - Yttervegger	396	14	24	0	0	10	443
24 - Innervegger	148	6	7	0	0	16	176
25 - Dekker	1 149	62	84	0	0	480	1 775

26 - Yttertak	305	15	11	0	0	21	352
28 - Trapper, balkonger, m.m.	21	1	1	0	0	0	24
3 - VVS-installasjoner	470	1	6	0	0	374	851
4 - Elkraftinstallasjoner	211	0	2	0	0	213	426
Øvrige utslipp (<i>byggeplass, B2 og B3</i>)	0	0	192	104	26	0	323
SUM	3 141	122	337	104	26	1 114	4 845

Tabell 13. Detaljert fremstilling av resultat av klimagassberegning delt på bygningsdel og livsløpsfase.

Resultatene viser at dekker og VVS-installasjoner er de viktigste utslippskildene og står for henholdsvis 37 % og 18 % av totale utslippene fra bygningen.

3.4.4 Oppsummering

Klimagassutslipp knyttet til oppføring og vedlikehold av Trondheim prehospitale senter er beregnet til å være 4 845 tonn CO₂-ekv. Dette tilsvarer konsekvensgrad «Noe konsekvens» i henhold til Tabell 29. Nullalternativet tilsvarer ingen utbygging, og dermed ingen utslipp fra oppføring og vedlikehold av bygning.

	Utslipp (tonn CO ₂ -ekv)	Konsekvensgrad (fra Tabell 29)
Nullalternativet (Ingen utbygging i influensområdet)	-	-
Alternativ 1 (Utslipp fra oppføring og vedlikehold av bygning)	4 845	-
Differanse mellom nullalternativ og alternativ 1	4 845	Noe konsekvens

Tabell 14. Oppsummering av klimagassutslipp fra Trondheim prehospitale senter.

3.4.5 Usikkerheter

Det er flere usikkerheter knyttet til beregning av klimagassutslipp fra oppføring og vedlikehold av bygninger, spesielt i skissestadiet med begrenset informasjon. For å kunne utføre beregningene er det utarbeidet referansebygg med hjelp av Carbon Designer verktøy fra One Click LCA [26]. Referansebygg baserer seg på en studie utført av Enova [29] hvor det er utarbeidet bygningsmodeller for ulike bygningstypene som representerer et nasjonalt gjennomsnitt med hensyn til løsningsvalg og tilgjengelige materialer. Denne metoden brukes også av DFØ [27] og BREEAM-NOR [13]. Dimensjoner og størrelser av bygningsdelene er dessuten tilpasset prosjektet, og dette vil redusere usikkerheten knyttet til mengdene generert av Carbon Designer.

De største usikkerhetene ligger i antakelsene om materialvalg, konstruksjonsmetoder og bruksområder som kan avvike betydelig fra de faktiske forhold når prosjektet videre prosjekteres og eventuelt realiseres. Dette inkluderer potensielle endringer i bygningens design, teknologiske løsninger, og energisystemer som kan påvirke utslippene. Videre er dataene som brukes fra referansebygget og erfaringstallene generiske og kan ikke fullt ut reflektere spesifikke lokale forhold eller fremtidige endringer i regelverk og teknologi.

Begrensningene i metoden inkluderer også at referansebygget er basert på historisk data som kanskje ikke tar hensyn til innovative løsninger eller nyere materialer med lavere klimagassutslipp.

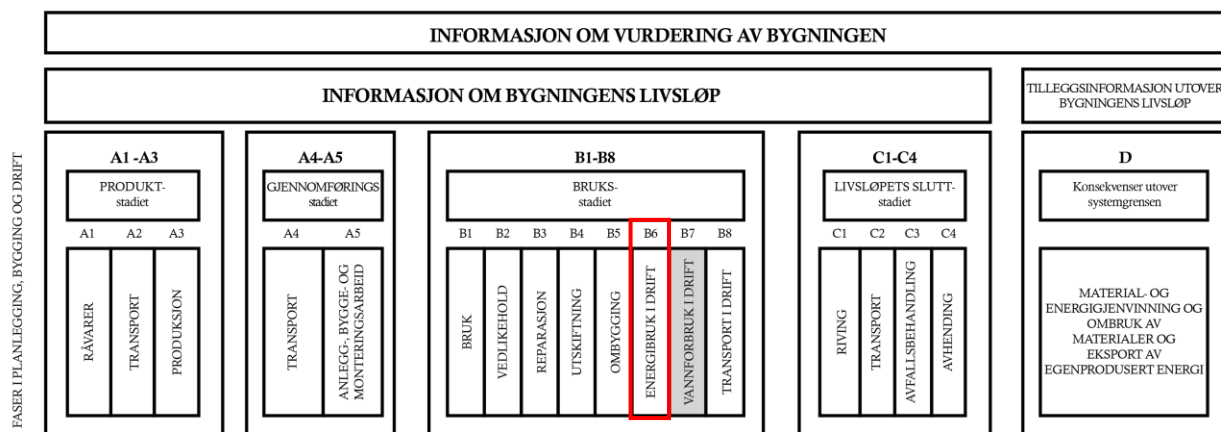
Drift og vedlikehold i dagens virksomheter på Vestre Rosten og Øya vil også medføre utslipp av klimagasser, men på grunn av store usikkerheter knyttet til vedlikehold og utskiftning av materialer i den eksisterende bygningsmassen, samt eventuelle behov for ombygging, er det i planforslaget valgt å ikke inkludere dette i nullalternativet.

3.5 Klimagassutslipp fra energibruk i drift (B6)

Dette kapitlet beskriver og vurderer potensielle klimagassutslipp knyttet til energibruk i drift av bygningsmassen.

3.5.1 Metode

Som vist i Figur 10 er det i denne beregningen inkludert livsløpsfasen B6. Formålet med denne beregningen er å estimere og synliggjøre klimagassutslipp knyttet til oppvarming, kjøling, ventilasjon, varmtvann og belysning i driftsfasen av bygningene. Analyseperiode er 50 år i tråd med krav i TEK (§17-1 *Klimagassregnskap fra materialer*) [12].



Tegnforklaring

- A1-C4 moduler som livsløpet kan inndeles i
- D omfatter tilleggsinformasjon utover bygningens livsløp
- B8 ny modul sammenlignet med NS-EN 15978
- B7 omfattes ikke av denne standarden, med unntak av den energibruk som kreves for distribusjon og oppvarming av forbruksvann som inngår i modul B6.

Figur 10. Systemgrense (livsløpsmodulene) for beregning av klimagassutslipp fra energibruk i drift av bygningen i henhold til NS 3720.

I henhold til NS 3720 skal det «minst benyttes to ulike scenarier for elektrisitetsforsyning, herunder norsk forbruksmiks og europeisk forbruksmiks. Scenariene presenterer livsløpsbaserte utslippsfunksjoner for elektrisitetsforsyning for en tidsperiode tilsvarende analyseperioden med startdato fra byggets idriftsettelse. Begge scenarier skal presenteres i resultatrapporteringen. Ytterligere scenarier for elektrisitet kan rapporteres om ønskelig.»

Klimagassutslipp fra elektrisitetsforsyning er beregnet for begge scenarioene i denne fagrapporten. Ved summering av totalt utslipp og vurdering av konsekvensene benyttes Norsk forbruksmiks (scenario 1).

Scenario 1

Norsk forbruksmiks (gjennomsnitt per år over analyseperiode). Utgangspunktet skal være gjennomsnittet av den norske forbruksmiksen de siste 3 år. For analyseperiode beregnes faktoren ved en lineær funksjon til nær null utslipp i 2050, som deretter holdes på dette nivået fram til slutt punktet for perioden. Norsk forbruksmiks (gjennomsnitt per år over objektets analyseperiode, med projeksjon fra 2020-2022). For dette prosjektet betyr det en utslippsfaktor på 4,8 g CO₂-ekv/kWh som er basert på projeksjon fra 2020-2022. Utslippsfaktoren er hentet fra One Click LCA.

Scenario 2

Europeisk (EU28+NO) forbruksmiks (gjennomsnitt per år over analyseperiode). Startpunktet skal være gjennomsnittet for de siste 3 årenes forbruksmiks. For analyseperioden beregnes faktoren ved en lineær funksjon til nær null utslipp i 2050, som deretter holdes på dette nivået fram til sluttpunktet for perioden. Nær null er forventet gjennomsnitt for produksjonsmiks i 2050, som vist i informativt Tillegg A [11]. For dette prosjektet betyr det en utslippsfaktor på 90,6 g CO₂-ekv/kWh som er basert på projeksjon fra 2019-2021. Utslippsfaktoren er hentet fra One Click LCA.

3.5.2 Datagrunnlag

Som beskrevet i tidligere kapitler, er prosjektet i skissestadiet, og det er kjent veldig lite informasjon om bygget. Det er per dags dato ikke gjort noen energiberegninger som kan brukes for å estimere klimagassutslippene fra energibruk.

Ifølge M-1941 skal en konsekvensutredning om klimagassutslipp «vurdere og dokumentere hvilke utslipp en plan kan føre til, og hvilken konsekvens dette vil ha, uansett kilde til utslippene.» Med hensyn til dette utredningsformålet, og for å synliggjøre utslippene fra energibruk, er det valgt å ta utgangspunkt i energirammen gitt i TEK17 §14-2 (1) [30]. Det er viktig å merke seg at energirammen gir maksimum terskelverdi for netto energibruk i ulike bygningstyper, men reell energibruk vil være lavere enn verdiene i energirammen. Denne metoden vil likevel være den foretrukne fremgangsmåten for å unngå å underestimere klimagassutslippene fra prosjektet.

Energirammen inkluderer energibruk til ordinær drift av bygningen, herunder oppvarming, kjøling, ventilasjon, varmtvann og belysning. Energibehov til prosesser og utstyr ut over det som inngår i NS 3031:2014 Tillegg A, inngår ikke i energirammen. Dette kan være energi til å drive industrielle prosesser, dataservere med tilhørende infrastruktur, gartnerier, badeland, svømmehaller, kjøle- og fryselagre og lignende.

Energirammen fra TEK17 lister opp 13 ulike bygningskategorier. Ifølge TEK17, «hvis ingen av disse bygningskategoriene passer for det aktuelle tiltaket, skal man velge den bygningskategorien som ligner mest.» Med hensyn til at bygningen er i drift året rundt, og er en blanding av forskjellige funksjoner som kontor, overnatting, garderobes, oppvarmet kjeller, etc., er det valgt at sykehus er den mest lignende bygningskategorien.

Øvre grense for energibruk i sykehusbygg jamfør TEK17 er 225 kWh/m² oppvarmet BRA per år. Trondheim prehospital senter er her antatt å ha et BRA på 9 946 m², noe som indikerer et totalt nettoforbruk på 2 237,8 MWh per år.

3.5.3 Resultater

Klimagassutslipp fra energibruk i drift av Trondheim prehospital senter for både norsk- og europeisk forbruksmiks er presentert i Tabell 15.

	Klimagassutslipp (tonn CO ₂ -ekv)	
	Scenario 1 Norsk forbruksmiks	Scenario 2 EU28 + Norsk forbruksmiks
Nullalternativ (Ingen utbygging i influensområdet)	0	0
Alternativ 1 (Utslipp fra energibruk i drift av bygning)	542	10 137

Tabell 15. Fremstilling av resultatet av klimagassberegningene for energibruk i drift for både norsk- og europeisk forbruksmiks.

3.5.4 Oppsummering

Klimagassutslipp knyttet til energibruk i drift av Trondheim prehospitale senter i norsk forbruksmiks er 542 tonn CO₂-ekv. Nullalternativet tilsvarer ingen utbygging, og dermed ingen utslipp fra bygninger.

	Utslipp (tonn CO ₂ -ekv)	Konsekvensgrad (fra Tabell 29)
Nullalternativet (Ingen utbygging i influensområdet)	-	-
Alternativ 1 (Utslipp fra energibruk i drift av bygningen)	542	-
Differanse mellom nullalternativ og alternativ 1	542	Ubetydelig konsekvens

Tabell 16. Oppsummering av klimagassutslipp fra energibruk i drift. Utslippene er basert på norsk forbruksmiks.

3.5.5 Usikkerheter

Det er flere usikkerheter knyttet til beregning av klimagassutslipp for bygninger, spesielt i tidligfase hvor detaljene ofte er ufullstendige, noe som gjør det utfordrende å gjøre nøyaktige beregninger. For å kunne estimere utslippene fra energibruk i drift av Trondheim prehospitale senter, er det derfor tatt utgangspunkt i energirammen definert i byggeteknisk forskrift (TEK17). Det er viktig å merke seg at energirammen i TEK representerer maksimal tillatt energibruk, men at det faktiske energiforbruket vil være lavere.

Videre dekker energirammen ikke energibehov til prosesser og utstyr som går utover det som inngår i NS 3031:2014 Tillegg A. Dette kan føre til ytterligere usikkerhet i beregningene, ettersom slike prosesser og utstyr kan ha en betydelig innvirkning på det totale energiforbruket og dermed klimagassutslippene.

I samsvar med NS 3720 er det beregnet utslipp for både norsk forbruksmiks og europeisk forbruksmiks, noe som introduserer ytterligere variabler avhengig av hvilken forbruksmiks som faktisk vil bli realisert. Disse usikkerhetene, sammen med begrensningene i tilgjengelig data i denne tidlige fasen av prosjektet, gjør at resultatene må tolkes med forsiktighet.

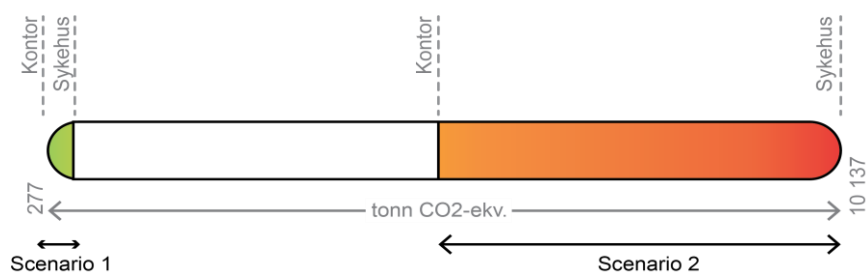
Energibruk i drift i dagens virksomhetene på Vestre Rosten og Øya vil også medføre utslipp av klimagasser, men på grunn av store usikkerheter knyttet til dagens energibehov i den eksisterende bygningsmassen, samt eventuelle oppgraderinger, er det valgt å ikke inkludere dette i nullalternativet.

Dessuten har bygningen en blandet funksjon som omfatter mange ulike type funksjoner som kontor, overnatting, garderobe, garasje, simuleringsrom, hangar på 2 etasjes høyde, m.m. Det er noe usikkerhet knyttet til valg av mest lignende bygningskategori i energirammen. For store deler av bygget kan det være aktuelt å velge energiramme for kontorbygg. Det er derfor utført en sensitivitetsanalyse for å synliggjøre usikkerhet knyttet til valg av bygningskategori i energiramme (omtalt scenario A og B), og ulike forbruksmiks (omtalt scenario 1 og 2). Utslippene ved disse scenarioer er vist i Tabell 17 og Figur 11.

Totalt netto energibruk som er tillatt for kontorbygg er 115 kWh/m² oppvarmet BRA per år. Det vil si at øvre grense for energibruk som legges til grunn i Trondheim prehospitale senter vil være 1 143 790 kWh per år.

	Klimagassutslipp (tonn CO ₂ -ekv)	
	Scenario 1 Norsk forbruksmiks	Scenario 2 EU28 + Norsk forbruksmiks
Scenario A Energiramme for bygningskategori «Sykehus» (brukt for konsekvensutredning)	542	10 137
Scenario B Energiramme for bygningskategori «Kontor» (brukes for sensitivitetsanalyse)	277	5 181

Tabell 17. Sensitivitetsanalyse for scenarier A og B (bygningsskategorier), og scenarier 1 og 2 (forbruksmiks).



Figur 11. Sensitivitetsanalyse for scenarier A og B (bygningsskategorier), og scenarier 1 og 2 (forbruksmiks).

3.6 Klimagassutslipp fra transport i drift (B8)

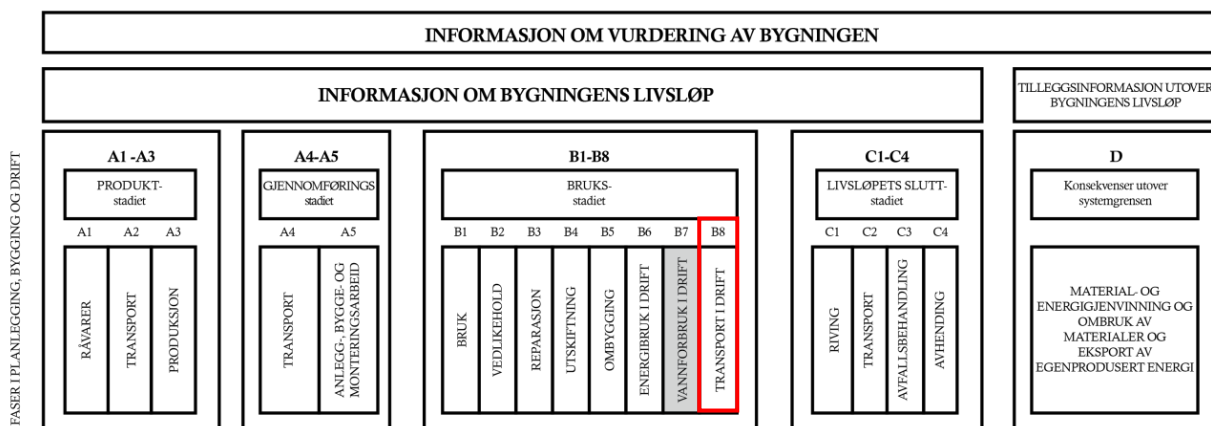
Dette kapitlet beskriver og vurderer potensielle klimagassutslipp knyttet til persontransport i driftsstadiet av Trondheim prehospital senter.

3.6.1 Metode

Som vist i Figur 12 er det i denne beregningen inkludert livsløpsfasen B8. Beregningene er utført i henhold til NS 3720. I henhold til NS 3720 er formålet med denne beregningen å synliggjøre potensielle klimagassutslipp fra transport av personbiler og kollektive transportmidler som utgjøres av buss og skinnegående kjøretøy.

Det er beregnet utslipp knyttet til arbeidsreiser for ansatte. Klimagassutslipp fra virksomhetens vare- og avfallstransport, samt transport av eventuelle besøkende, er ikke inkludert i denne fagrapporten på grunn av manglende informasjon om transportbehov for disse. Utslipp knyttet til transport fra luft- og bilambulanse er også ikke inkludert i denne fagrapporten på grunn av at disse reisene er sporadiske og det er vanskelig å estimere både mengde og lengde av ambulansereisene. Dette vil dessuten ha ubetydelig innvirkning på konsekvensgrad fordi forskjellen i mengde og lengde av både luft- og bilambulanse reisene mellom drift på dagens lokasjoner på Vestre Rosten og Øya (nullalternativ) og Sluppen (alternativ 1) ansees som neglisjerbare.

Analyseperiode er 50 år i tråd med krav i TEK (§17-1 Klimagassregnskap fra materialer) [12].



Tegnforklaring

- A1-C4 moduler som livsløpet kan inndeles i
- D omfatter tilleggsinformasjon utover bygningens livsløp
- B8 ny modul sammenlignet med NS-EN 15978
- B7 omfattes ikke av denne standarden, med unntak av den energibruk som kreves for distribusjon og oppvarming av forbruksvann som inngår i modul B6.

Figur 12. Systemgrense (livsløpsmodulene) for beregning av klimagassutslipp fra transport i drift av bygningen i henhold til NS 3720.

BREEAM-NOR beskriver i sin manual at per i dag er deler av datagrunnlaget som trengs for å beregne klimagassutslipp fra transport i drift begrenset [31]. Det er av denne grunn benyttet generisk data fra One Click LCA [26]. Datasettet er basert på nasjonal reisevane-undersøkelse (N-RVU) med tilpasninger for Trondheimsområdet.

Siden det er vesentlige usikkerheter knyttet til beregning av transport i drift er det i henhold til NS 3720, utarbeidet alternative scenarioer for hvordan teknologi og transportsystem vil utvikle seg. I denne fagrapporten er det utarbeidet to ulike transportutslippsprofiler:

Scenario 1

Forventet gjennomsnittlig utslipp fra ulike transportmidler over neste 60 år basert på framskrivninger fra TØI rapport 1518/2016 [32]. Scenarioet viser en nedgang i utslippene, hvor utslipp fra biler er 26 % av dagens utslipp innen 2050, og utslipp fra busser er 0 % av dagens utslipp innen 2030.

Scenario 2

Dagens gjennomsnittlige utslipp fra ulike transportmidler. Scenarioet viser et «worst-case» hvor utslippene ikke vil forandre seg i løpet av analyseperioden.

Klimagassutslipp fra transport er beregnet for begge scenarioene i denne fagrapporten. Ved summering av totalt utslipp og vurdering av konsekvensene benyttes forventet gjennomsnittlig utslipp (scenario 1).

Det er benyttet One Click LCA [26] for beregning av klimagassutslippene. Transportmiddelfordeling og antall reiser genereres automatisk i One Click LCA ut fra bygningstype, geografisk beliggenhet og parkeringstilgjengelighet. Utslippsfaktorene som er benyttet i beregningene er listet opp i Tabell 18.

Transportmiddel	Utslippsfaktor (gram CO ₂ -ekv/ km)	
	Scenario 1	Scenario 2
Personbil – privat	95,5	200,0
Buss	8,3	71,3
Lokal- og regionaltoget – skinnegående	2,4	2,9

Tabell 18. Utslippsfaktor for aktuelle transportmidler i scenario 1 og 2.

3.6.2 Datagrunnlag

Nullalternativet

Som beskrevet i planprogram og kapittel 2.2, når det gjelder transport i drift, tilsvarer nullalternativet videre drift av Luftambulans på dagens lokasjon på Vestre Rosten, og AMK-sentralen og Ambulansetjeneste på dagens lokasjon på Øya. Det finnes ingen prosjekt- eller stedspesifikk data for Tiller område, og det er derfor brukt datasettet for «Trondheimsregion». Dette datasettet anses som det mest representative datasettet fordi det tar høyde for lavere kollektivtransportindeks (AI) [31], mindre gang og sykkel infrastruktur og høyere bruk av privatbiler. For Øya er det brukt datasettet for «Trondheim indre by 1-2 km fra bysentrum». Dette datasettet tar høyde for høyere kollektivtransportindeks (AI), større gang og sykkel infrastruktur og lavere bruk av privatbiler.

Forutsetningene knyttet til transport i drift for nullalternativet er beskrevet i Tabell 19 og Tabell 20.

Forutsetninger for Norsk Luftambulans	
Bygningstype	Kontorbygg. Barnehage. Skolebygg (ungdomsskole og videregående). Universitet/høyskole. Sykehus. Sykehjem. Hoteller. Idrettsbygg. Kulturbbygg.
Geografisk område	Trondheimsregion
Datakilde	Reisevaner 2013/Trondheim/Trondheimsregionen v/ One Click LCA
Antall åpningsdager	365 dager
Parkeringstilgjengelighet	Gratis parkering, full tilgang (100 %)
Antall brukere	63 ansatte

Gjennomsnittlig turlengde bil	12,9 km
Gjennomsnittlig turlengde kollektiv	12,3 km
Reisemiddel (arbeidsreiser)	Prosentvis fordeling av arbeidsreiser
Bil	59,00 %
Buss	13,35 %
Skinnegående	1,65 %
Gang/sykkel	26,00 %

Tabell 19. Forutsetninger og reisemiddel fordeling knyttet til transport i drift på Vestre Rosten.

Forutsetninger for AMK-sentralen og Ambulansetjeneste	
Bygningstype	Kontorbygg. Barnehage. Skolebygg (ungdomsskole og videregående). Universitet/høyskole. Sykehus. Sykehjem. Hoteller. Idrettsbygg. Kulturbygg.
Geografisk område	Trondheimssentrum
Datakilde	Reisevaner 2013/Trondheim/Trondheimsregionen v/ One Click LCA
Antall åpningsdager	365 dager
Parkeringstilgjengelighet	Gratis parkering, full tilgang (100 %)
Antall brukere	62 ansatte
Gjennomsnittlig turlengde bil	12,9 km
Gjennomsnittlig turlengde kollektiv	12,3 km
Reisemiddel (arbeidsreiser)	Prosentvis fordeling av arbeidsreiser
Bil	32,00 %
Buss	23,40 %
Skinnegående	2,60 %
Gang/sykkel	42,00 %

Tabell 20. Forutsetninger og reisemiddel fordeling knyttet til transport i drift på Øya.

Alternativ 1

Alternativ 1 omfatter samlokalisering av luftambulansesenter, AMK-sentral og 110-sentral på det nye Trondheim prehospitale senter på Sluppen. Det finnes ingen prosjekt- eller stedspesifikk data for Sluppen-området, men gitt at Sluppen ligger i nærheten av Trondheim sentrum, er det brukt datasettet for «Trondheim kommune - utenom indre by». Dette datasettet anses som det mest representative datasettet fordi det tar høyde for:

- en kollektivtransportindeks (AI) som er lavere enn Øya, men høyere enn Vestre Rosten,
- en gang og sykkel infrastruktur som er mindre enn Øya, men større enn Vestre Rosten
- og som et følge av de overnevnte faktorer, høyere bruk av personbiler enn Øya, men lavere enn Vestre Rosten.

Forutsetningene knyttet til transport i drift for alternativ 1 er beskrevet i Tabell 21.

Forutsetninger	
Bygningstype	Kontorbygg. Barnehage. Skolebygg (ungdomsskole og videregående). Universitet/høyskole. Sykehus. Sykehjem. Hoteller. Idrettsbygg. Kulturbygg.
Geografisk område	Trondheim kommune - utenom indre by
Antall åpningsdager	365 dager
Parkeringstilgjengelighet	Gratis parkering, full tilgang (100 %)
Antall brukere	125 ansatte
Gjennomsnittlig turlengde bil	12,9 km
Gjennomsnittlig turlengde buss	12,3 km
Reisemiddel (arbeidsreiser)	Prosentvis fordeling av arbeidsreiser
Bil	50,00 %
Buss	16,20 %
Skinnegående	1,80 %
Gang/sykkel	31,00 %

Tabell 21. Forutsetninger og reisemiddel fordeling knyttet til transport i drift på Sluppen.

3.6.3 Resultater

Klimagassutslipp fra transport i driftsstadiet for scenarioer 1 og 2 er presentert i Tabell 22. Ved summering av totalt utslipp og vurdering av konsekvensene benyttes forventet gjennomsnitt utslipp (scenario 1).

	Klimagassutslipp (tonn CO ₂ -ekv)	
	Scenario 1 Forventet gjennomsnitt	Scenario 2 Dagens gjennomsnitt
Nullalternativ (drift på Vestre Rosten og Øya)	2 122	4 956
Alternativ 1 (drift på Sluppen)	2 311	5 308

Tabell 22. Fremstilling av resultatet av klimagassberegningene for transport i driftsstadiet for scenarioer 1 og 2.

3.6.4 Oppsummering

Klimagassutslipp knyttet til transport i driftsstadiet for scenario 1 (forventet gjennomsnitt utslipp) er 2 122 tonn CO₂-ekv i nullalternativet, og 2 311 tonn CO₂-ekv i alternativ 1. Nullalternativet tilsvarer videre drift av virksomhet på dagens lokasjon på Vestre Rosten og Øya, og alternativ 1 tilsvarer drift av virksomhet på Sluppen.

	Utslipp (tonn CO ₂ -ekv)	Konsekvensgrad (fra Tabell 29)
Nullalternativet (drift på Vestre Rosten og Øya)	2 122	-
Alternativ 1 (drift på Sluppen)	2 311	-
Differanse mellom nullalternativ og alternativ 1	189	Ubetydelig konsekvens

Tabell 23. Oppsummering av klimagassutslipp fra transport i driftsstadiet. Utslippene er basert på scenario 1 - forventet gjennomsnitt av utslippene.

3.6.5 Usikkerheter

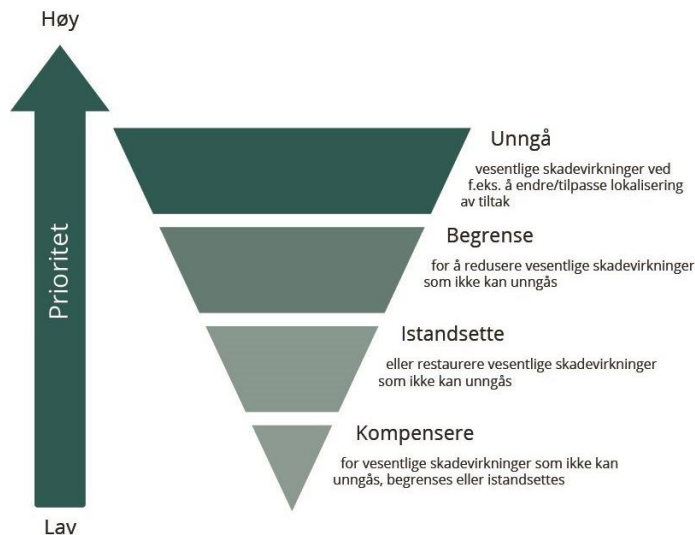
I tidligfase er detaljene om bygninger ofte ufullstendige, noe som gjør det utfordrende å gjøre nøyaktige beregninger. For å kunne estimere utslippene fra transport i drift, er det gjort flere antagelser som tilfører usikkerheter til resultatene. For å beregne transportmønster og -behov er det brukt data fra den nasjonale reisevaneundersøkelsen. Denne tilnærmingen introduserer usikkerhet, da reisevaneundersøkelsen gir et generelt bilde og kanskje ikke reflekterer spesifikke forhold for den aktuelle bygningen eller området. På grunn av manglende informasjon angående virksomhetens vare- og avfallstransport, samt transport av eventuelle besøkende, er utslippene fra disse ikke inkludert i utredningen. Dette innebærer en undervurdering av de totale utslippene.

I henhold til NS 3720 er det beregnet utslipp for to scenarioer: forventet utvikling av transportmiks (scenario 1) og dagens transportmiks (scenario 2). Dette synliggjør de ytterligere usikkerhetene som oppstår på grunn av at fremtidige endringer i transportsystemet vil være vanskelige å forutsi nøyaktig.

Faktorer som teknologiske fremskritt, endringer i transportvaner, og politiske tiltak kan alle påvirke fremtidige utslipp. I tillegg er det flere lokale planer i Trondheim som vil ha innvirkning på det fremtidige transportmønsteret. Disse planene inkluderer blant annet, bygging av Byåstunnelen [33] som vil forkorte avstand mellom Byåsen og Sluppen, og Trondheim kommunens nullvekstmål [34] som prøver å gjøre gang og sykkel mer attraktiv. Totalt sett, på grunn av begrensningene i datagrunnlaget og de mange variablene som kan påvirke transportutslipp, må resultatene tolkes med forsiktighet og forståelse for de iboende usikkerhetene.

3.7 Endring av planen for å unngå eller begrense virkninger

I henhold til M-1941 skal det vurderes avbøtende tiltak for å unngå eller redusere klimagassutslippene med utgangspunkt i tiltakshierarkiet vist i Figur 13. Disse avbøtende tiltak er per dags dato ikke kravfestet i planbestemmelsene, og bør leses som forslag. For å sikre utførelse av eventuelle valgte avbøtende tiltak, bør de fastsettes i innsigelse fra gjeldende myndighet.



Figur 13. Tiltakshierarkiet. Først og fremst skal man unngå skadevirkninger for miljø og klima. Der det ikke er mulig skal man begrense skaden, deretter istandsette arealer. Kompensasjon er siste utvei. Illustrasjon: Miljødirektoratet.no.

Unngåelse av vesentlige skadevirkninger tilsvarer i dette tilfellet nullalternativet der tiltaket ikke finner sted i gjeldende planområdet. Dette anses derfor som irrelevant.

Det er vurdert fem avbøtende tiltak for å begrense tiltakets skadevirkninger, herunder:

- Avbøtende tiltak 1: Bygningskonstruksjoner i trevirke
- Avbøtende tiltak 2: Elektrisk anlegg i forbindelse med tomtebearbeidelse og infrastruktur
- Avbøtende tiltak 3: Elektrisk massetransport i forbindelse med tomtebearbeidelse og infrastruktur
- Avbøtende tiltak 4: Biogass massetransport i forbindelse med tomtebearbeidelse og infrastruktur
- Avbøtende tiltak 5: Alternative produkter for ventilasjonskanaler i VVS-installasjoner

De vurderte avbøtende tiltak kan gi en reduksjon i de totale klimagassutslippene på opptil 1 001 tonn CO₂-ekv for alternativ 1, noe som tilsvarer ca. 15 % reduksjon. Reduksjonsgrad er avhengig av andel av anleggsmaskiner som er elektriske, lastebiler som er elektriske eller biogassdrevne, og produktvalg for ventilasjonskanaler. For summering brukes det høyeste potensialet for reduksjon, noe som tilsvarer avbøtende tiltak 1, 100 % elektriskanlegg i avbøtende tiltak 2, og 100 % elektriske lastebiler i avbøtende tiltak 3. Avbøtende tiltak 4 er et alternativ til avbøtende tiltak 3, og er ikke inkludert i summering da det gir mindre reduksjon enn avbøtende tiltak 3. For avbøtende tiltak 5 brukes det alternativet med nest høyeste potensialet for reduksjon, siden høyeste reduksjonen oppnås ved ombruk av eksisterende kanaler, noe som må vurderes og planlegges nøye før et slik tiltak kan iverksettes. Produktet med nest høyest potensialet for reduksjon er Galvanisert stål (XC-Duct) fra Ventistål AS.

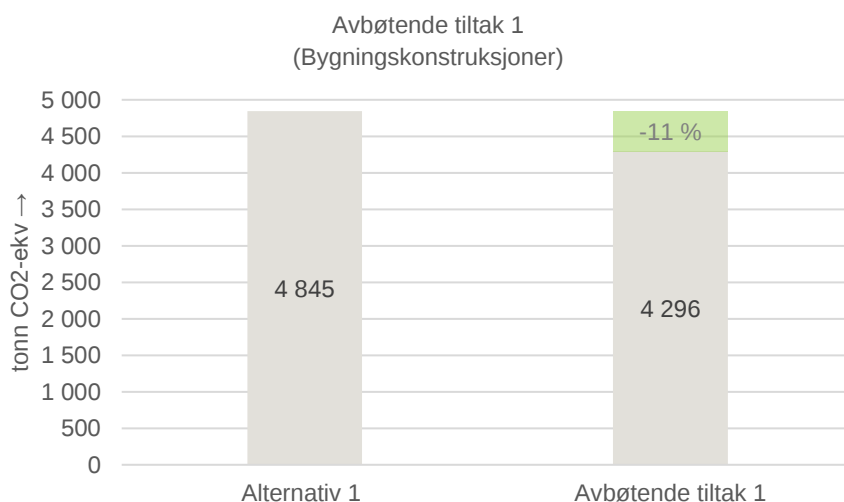
De vurderte avbøtende tiltakene vil ikke endre konsekvensgrad av tiltaket for klimagassutslipp.

Avbøtende tiltak 1: Bygningskonstruksjoner i trevirke

Klimagassutslipp fra bygninger utgjør over halvparten av de totale klimagassutslippene i alternativ 1. Det er derfor veldig viktig å redusere klimagassutslipp fra bygningsmassen, og relativt mindre tiltak kan gi vesentlige klimabesparelser totalt sett.

For å beregne klimagassutslipp fra oppføring og vedlikehold av bygning er det utarbeidet et referansebygg i One Click LCA (som vist i kapittel 3.4). Referansebygget tar utgangspunkt i konstruksjoner og materialsammensetninger som er utarbeidet av DFØ. Dette referansebygget representerer et typisk bygg av lignende størrelse og formål som Trondheim prehospitale senter. Konstruksjoner i referansebygget består hovedsakelig av søyle-bjelke-bæresystem i betong og stålprofiler, samt frittstående dekker og yttertak i betong.

Dersom søyle-bjelke-bæresystemet, frittstående dekker og yttertak oppføres som trekonstruksjoner, kan klimagassutslipp fra oppføring og vedlikehold av bygning reduseres med 549 tonn CO₂-ekv, eller 11 %.



Figur 14. Klimagassutslipp fra bygninger før og etter avbøtende tiltak 1.

Tabell 24 viser detaljert fremstilling av endring i klimagassutslipp fra bygningen i avbøtende tiltak 1 sammenlignet med referansebygg vist tidligere i Tabell 13. Negativt fortegn betyr reduksjon i klimagassutslipp. Positivt fortegn betyr økning i klimagassutslipp. Økningen begrunnes i at trevirke har kortere levetid sammenlignet med betong og stål og må derfor utskiftes oftere. Samtidig produserer tømmerarbeider større kapp og svinn på byggeplass sammenlignet med prefabrikkerte elementer og derfor kan A5 (kapp og svinn) utslippene være høyere.

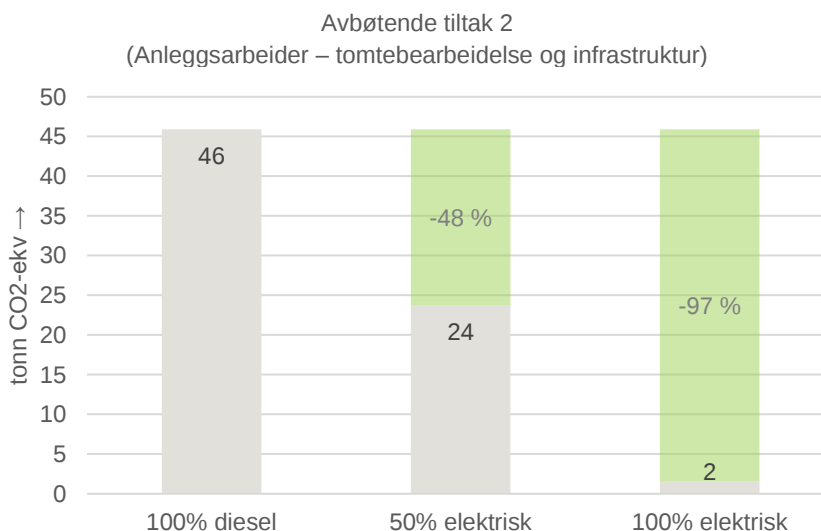
Bygningsdel / Livsløpsfase	Klimagassutslipp (tonn CO ₂ -ekv)						SUM
	A1-A3	A4	A5	B2	B3	B4-B5	
21 - Grunn og fundamenter	0	0	0	0	0	0	0
22 - Bæresystemer	-350	-15	-3	0	0	0	-369
23 - Yttervegger	-22	-1	0	0	0	9	-14
24 - Innervegger	0	0	0	0	0	0	0
25 - Dekker	-181	-13	4	0	0	16	-174
26 - Yttertak	-44	-10	19	0	0	43	8
28 - Trapper, balkonger, m.m.	0	0	0	0	0	0	0

3 - VVS-installasjoner	0	0	0	0	0	0	0
4 - Elkraftinstallasjoner	0	0	0	0	0	0	0
Øvrige utslipp (<i>byggeplass, B2 og B3</i>)	0	0	0	0	0	0	0
SUM	-597	-40	20	0	0	68	-549

Tabell 24. Detaljert fremstilling av endring i klimagassutslipp i avbøtende tiltak 1 sammenlignet med referansebygg. Negativt fortegn betyr reduksjon i klimagassutslipp.

Avbøtende tiltak 2: Elektrisk anlegg (tomtebearbeidelse og infrastruktur)

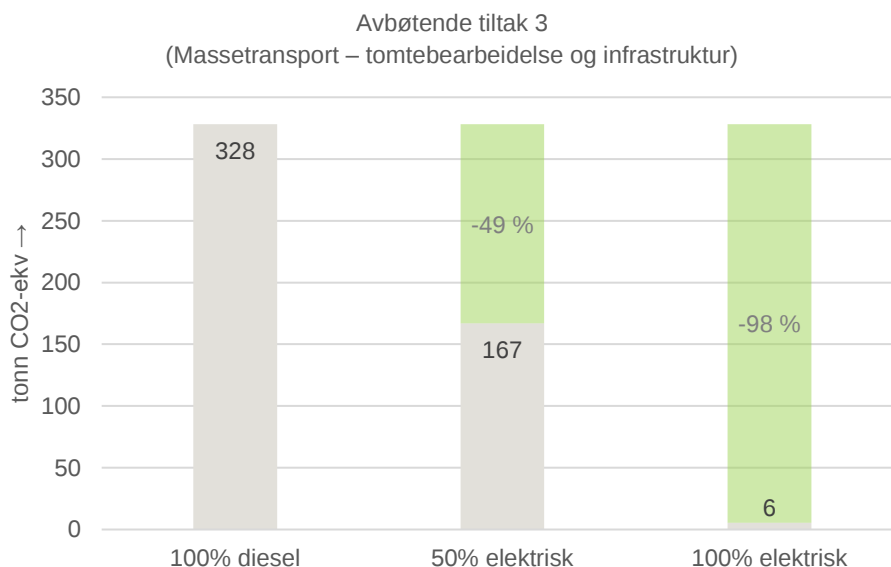
Det er beregnet klimagassutslipp fra flere anleggsaktiviteter i forbindelse med tomtebearbeidelse og infrastruktur i denne utredningen, herunder graving, fylling, vegetasjonsrydding og legging av asfalt. Utslippene fra anleggsvirksomhet i alternativ 1 er beregnet til å være 46 tonn CO₂-ekv. Ved å velge elektriske anleggsmaskiner fremfor dieseldrevne anleggsmaskiner kan utslippene fra anleggsvirksomhet kuttes med opptil 44 tonn CO₂-ekv, eller 97 %. Grad av utslippsreduksjon er direkte avhengig av andel dieselforbruk som byttes til elektrisitet. Variasjon i grad av utslippsreduksjon er vist i Figur 15.



Figur 15. Grad av reduksjon i klimagassutslipp fra anleggsarbeider i forbindelse med tomtebearbeidelse og infrastruktur ved utførelse avbøtende tiltak 2.

Avbøtende tiltak 3: Elektrisk massetransport (tomtebearbeidelse og infrastruktur)

Det er beregnet klimagassutslipp fra transport av masser til og fra byggeplass i forbindelse med tomtebearbeidelse og infrastruktur i denne utredningen. Dette inkluderer transport av grus og pukk fra pukkverk til byggeplass (rapporteres i livløpsfase A4), og transport av utgravde silt og leire masser fra byggeplass til deponi (rapporteres i A5-massetransport). Utslippene fra massetransport i alternativ 1 er beregnet til å være 328 tonn CO₂-ekv. Ved å velge elektriske lastebiler fremfor dieseldrevne lastebiler, kan utslippene fra massetransport kuttes med opptil 323 tonn CO₂-ekv, eller 98 %. Grad av utslippsreduksjon er direkte avhengig av andel dieselforbruk som byttes til elektrisitet. Variasjon i grad av utslippsreduksjon er vist i Figur 16.

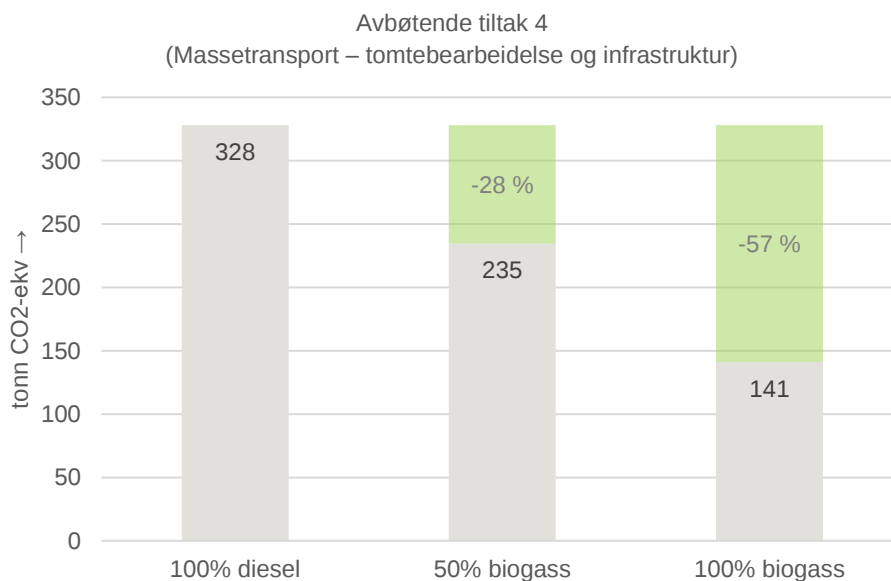


Figur 16. Grad av reduksjon i klimagassutslipp fra massetransport i forbindelse med tomtebearbeidelse og infrastruktur ved utførelse avbøtende tiltak 3.

Avbøtende tiltak 4: Biogass massetransport (tomtebearbeidelse og infrastruktur)

Dette tiltaket er et alternativ til avbøtende tiltak 3. Det er beregnet klimagassutslipp fra transport av grus og pukk fra pukkverk til byggeplass (rapporteres i livløpsfase A4), og transport av utgravde silt og leiremasser fra byggeplass til deponi (rapporteres i A5-massetransport) i forbindelse med tomtebearbeidelse og infrastruktur i denne utredningen. Utslippene fra massetransport i alternativ 1 er beregnet til å være 328 tonn CO₂-ekv, og tilsvarer bruk av diesel-lastebiler. Ved å velge biogassdrevne lastebiler fremfor dieseldrevne lastebiler, kan utslippene fra massetransport kuttes med opptil 187 tonn CO₂-ekv, eller 57 %. For beregning av utslipp fra biogassbiler er det brukt utslippsfaktor fra Transportkalkulator fra LCA.no [35].

Grad av utslippsreduksjon er direkte avhengig av andel dieselforbruk som byttes til biogass. Variasjon i grad av utslippsreduksjon er vist i Figur 17.



Figur 17. Grad av reduksjon i klimagassutslipp fra massetransport i forbindelse med tomtebearbeidelse og infrastruktur ved utførelse avbøtende tiltak 4.

Avbøtende tiltak 5: Kanalnett for luftbehandling

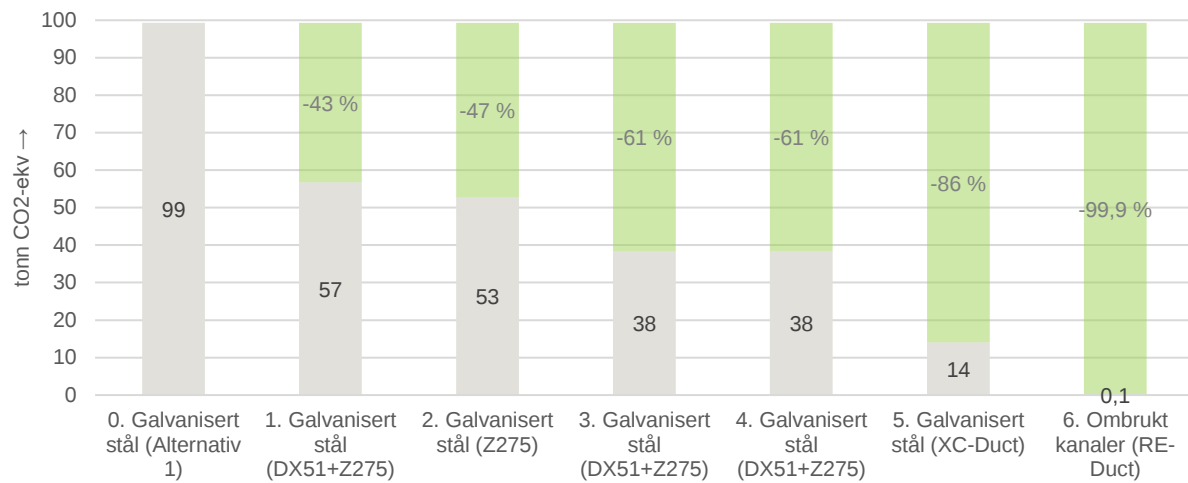
VVS-installasjoner er den nest største utslippskilden til klimagassutslipp fra oppføring og vedlikehold av bygninger. Det er derfor viktig å vurdere tiltak for å redusere utslippene fra disse. Prosjektet er i skissestadiet, og VVS-systemet er foreløpig ikke prosjektert. For å kunne estimere utslippene fra disse, er det brukt erfaringstall fra One Click LCA. Dessuten finnes det per i dag relativt få EPD-er (miljødeklarasjoner) for VVS-installasjoner sammenlignet med andre bygningskonstruksjoner og -materialer, noe som kan føre til at vurderingen ikke gjenspeiler hele det norske markedet.

Tidligere studier viser at det er ventilasjonskanaler, ventilasjonsaggregater, tilluftsentiler, sprinklerør, kjølerør i metall, pumper, radiatorer samt kjøle- og kombibafler som utgjør den største delen av utslippene fra VVS-installasjoner. For å beregne klimagassutslipp fra kanalnett for luftbehandling i Alternativ 1, er det brukt erfaringstall fra One Click LCA, noe som tilsier at det er et totalt ca. 1 241 meter langt kanalnett i galvanisert stål med DN på Ø500 i bygningen. For å synliggjøre potensialet som ligger i å redusere klimagassutslippene fra ventilasjonskanaler, er det gjort en vurdering av ulike EPD-er for ventilasjonskanaler fra flere leverandører og produkter i Norge. Alle EPD-ene gjelder ventilasjonskanaler i galvanisert stål, med noe variasjon i stål kvalitet. EPD-ene gjelder ulike rørdimensjoner, men for å ha likt sammenligningsgrunnlag for alle EPD-er, er utslippsfaktorer omregnet til kanaler med DN på Ø500 og vekt på 11 kg/m.

Det er vurdert seks alternative ventilasjonskanaler som vist i Tabell 25, og grafisk sammenstilt i Figur 18. Utslipp fra ventilasjonskanaler i Alternativ 1 er basert på generisk utslippsfaktor for ventilasjonskanaler i galvanisert stål med DN på Ø500 og vekt på 11 kg/m.

Nr.	Produsent	Material	Utslippsfaktor (kgCO ₂ e/m)	Klimagassutslipp (tonn CO ₂ e)	Kilde
0	Generisk utslippsfaktor	Galvanisert stål	8,00E+01	99	One Click LCA
1	Ventistål AS	Galvanisert stål (DX51+Z275)	4,58E+01	57	NEPD-4552-3804-NO
2	Ventistål AS	Galvanisert stål (Z275)	4,25E+01	53	NEPD-2144-971-EN
3	Lindab AS	Galvanisert stål (DX51+Z275)	3,10E+01	38	NEPD-2989-1669-EN
4	Stålprofil AS	Galvanisert stål (DX51+Z275)	3,09E+01	38	NEPD-3706-2645-EN
5	Ventistål AS	Galvanisert stål (XC-Duct)	1,13E+01	14	NEPD-6900-6284-NO
6	Ventistål AS	Ombrukt kanaler (RE-Duct)	7,39E-02	0,1	NEPD-6899-6286-NO

Tabell 25. Detaljert fremstilling av endring i klimagassutslipp i avbøtende tiltak 5 sammenlignet med Alternativ 1.



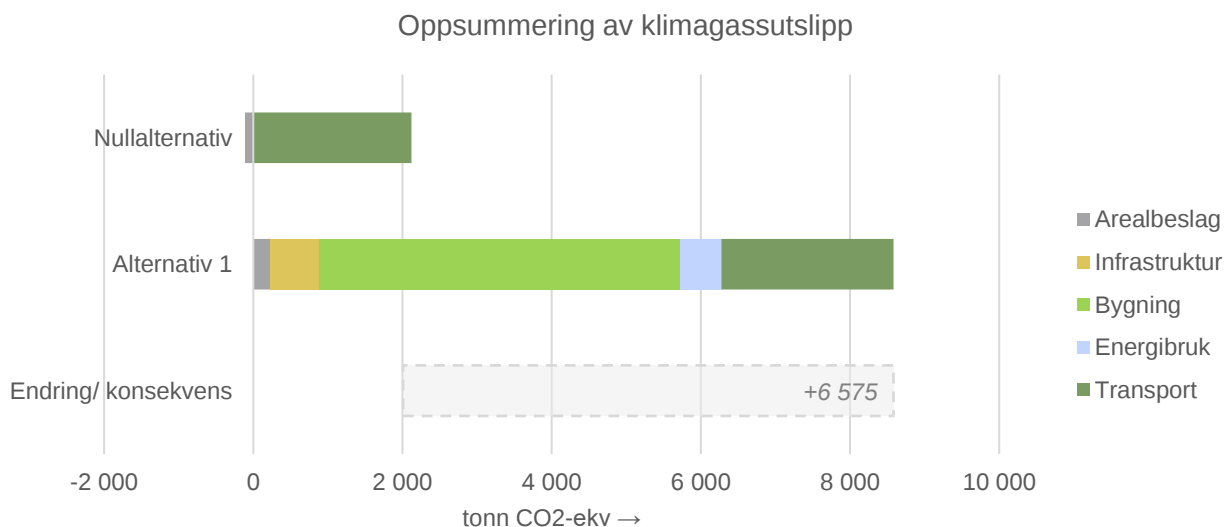
Figur 18. Grad av reduksjon i klimagassutslipp fra ventilasjonskanaler ved utførelse avbøtende tiltak 5.

3.8 Oppsummering av klimagassutslippene

I Tabell 26 og Figur 19 presenteres resultatene for klimagassutslippene fra arealbeslag, infrastruktur, bygninger, energibruk og transport, samt nullalternativet. For energibruk og transport er det de første scenarioene, herunder norsk forbruksmiks og forventet transportmiks, som er brukt for summering. Netto klimagassutslipp og konsekvens av tiltaket sammenlignet med nullalternativet er 6 575 tonn CO₂-ekv.

Utslippskilde	Klimagassutslipp (tonn CO ₂ -ekv)	
	Nullalternativ	Alternativ 1
Arealbeslag	-113	222
Infrastruktur	0	664
Bygninger	0	4 845
Energibruk i drift	0	542
Transport i drift	2 122	2 311
Totale klimagassutslipp	2 009	8 584
Differanse nullalternativ og alternativ	-	6 575

Tabell 26. Samlet fremstilling av resultater for utredede utslippskildene i nullalternativ og alternativ 1.

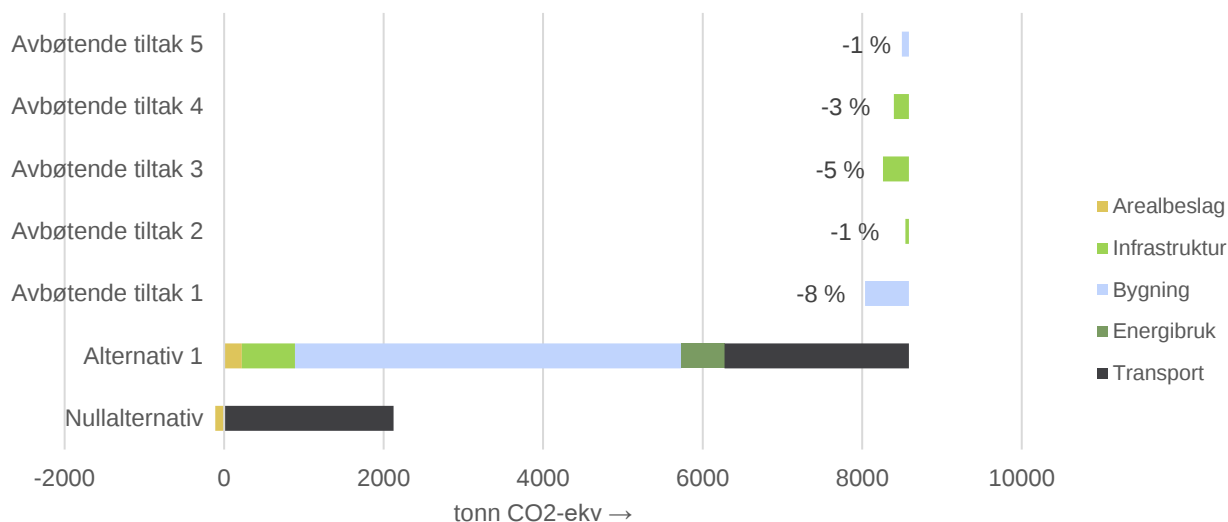


Figur 19. Samlet fremstilling av resultater for utredede utslippskildene i nullalternativ og alternativ 1.

I Tabell 27 presenteres resultatene for klimagassutslipp fra tiltak (alternativ 1), samt besparelsene ved utførelse av alle vurderte avbøtende tiltak. For avbøtende tiltak 1 brukes bygningskonstruksjoner i trevirke, for avbøtende tiltak 2 brukes 100 % elektrisk anleggsdrift, for avbøtende tiltak 3 brukes 100 % elektrisk massetransport, for avbøtende tiltak 4 brukes 100 % biogassdrevne massetransport, og for avbøtende tiltak 5 er det brukt Galvanisert stål (XC-Duct) fra Ventistål AS. Avbøtende tiltak må sees som forslag, og er utelatt fra konsekvensvurdering vist i kapittel 4.

Utslippskilde	Klimagassutslipp (tonn CO ₂ -ekv)
Nullalternativ	2 009
Alternativ 1	8 584
Differanse nullalternativ og alternativ	6 575
<i>Avbøtende tiltak 1</i>	<i>-549</i>
<i>Avbøtende tiltak 2</i>	<i>-44</i>
<i>Avbøtende tiltak 3</i>	<i>-323</i>
<i>Avbøtende tiltak 4</i>	<i>-187</i>
<i>Avbøtende tiltak 5</i>	<i>-85</i>
SUM etter avbøtende tiltak 1-3 og 5	5 574
SUM etter avbøtende tiltak 1, 2, 4 og 5	5 710

Tabell 27. Fremstilling av totale klimagassutslippene, samt alle avbøtende tiltak.



Figur 20. Grafisk fremstilling av totale klimagassutslippene, samt total reduksjon fra alle avbøtende tiltak.

4 Konsekvensvurdering

4.1 Konsekvens av tiltaket

Konsekvens av tiltaket er vist i Tabell 28. Utfra samlet klimagassutslipp fra tiltaket er samlet konsekvensgrad vurdert til «**Noe konsekvens**» for alternativ 1 jamfør Miljødirektoratets konsekvenstabell (Tabell 29).

Utslippskilde	Konsekvensgrad	
	Nullalternativ	Alternativ 1
Arealbeslag	–	Ubetydelig konsekvens
Infrastruktur	–	Ubetydelig konsekvens
Bygninger	–	Noe konsekvens
Energibruk i drift	–	Ubetydelig konsekvens
Transport i drift	–	Ubetydelig konsekvens
SAMLET KONSEKVENNS	–	Noe konsekvens

Tabell 28. Samlet fremstilling av konsekvens av tiltak.

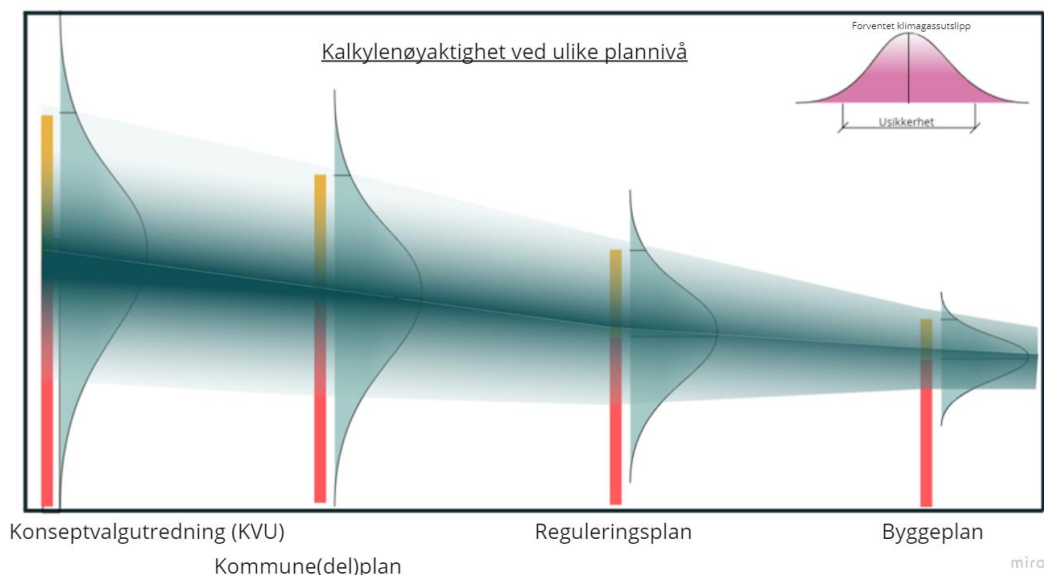
Skala	Konsekvensgrad	Forklaring
----	Svært alvorlig konsekvens	Mer enn 100 000 tonn CO ₂ -ekv
---	Alvorlig konsekvens	Mer enn 50 000 tonn CO ₂ -ekv
--	Betydelig konsekvens	Mer enn 15 000 tonn CO ₂ -ekv
-	Noe konsekvens	Mer enn 2 000 tonn CO ₂ -ekv
0	Ubetydelig konsekvens	
+ / ++	Noe/betydelig reduksjon i utslipp/økt opptak	Mer enn 2 000 tonn CO ₂ -ekv
+++ / +++++	Stor/svært stor reduksjon i utslipp/økning opptak	Mer enn 50 000 tonn CO ₂ -ekv

Tabell 29. Konsekvenstabell for klimagassutslipp. Konsekvens vurderes fra utslipp av klimagasser i CO₂-ekv over hele analyseperioden. Verdier gjelder uavhengig av kilde til utslippet.

4.2 Usikkerhet

Spesifikke usikkerheter knyttet til utredningen av ulike utslippskilder er beskrevet i kapitlene 3.2 - 3.6.

Generelt er det store usikkerheter knyttet til datagrunnlaget, siden prosjektet er i skissestadiet, og mye av informasjonen som er nødvendig for å utføre klimagassberegningene, ikke er tilgjengelig. Dette gjelder både mengder og utslippsfaktorer. Usikkerhetene er generelt høye i tidligfase og reduseres etter hvert som detaljeringsgraden og kunnskapen om prosjektet øker. Figur 21 gir et eksempel på relative forskjeller i usikkerhetsgrad og hvordan disse utvikler seg over ulike prosjekteringsfaser [36].



Figur 21. Prinsipp for kalkylenøyaktighet (samt klimagassutslipp) ved ulike planfaser [36].

Ifølge veilederen for klimagassberegninger i infrastrukturprosjekter [36] kan nivået på usikkerhet ved avslutning av ulike prosjektfaser være som vist i Tabell 30. Selv om disse verdiene er utarbeidet i forbindelse med infrastrukturprosjekter, kan de samme prinsippene brukes for andre prosjekter der det utføres klimagassberegninger.

Prosjektfase	Usikkerhet (standardavvik)
Utredning/Konseptvalgutredning (KVU)	30-50 %
Hovedplan / Kommune(del)plan	20-30 %
Detaljplan / Reguleringsplan	10-20 %
Byggeplan (detaljprosjektering)	5-10 %

Tabell 30. Usikkerhetsgrad (standardavvik) i avslutning av ulike prosjektfaser [36].

Dessuten vil klimagassberegningene for ulike utslippskilder ha ulik usikkerhetsgrad. For eksempel er det større usikkerhet knyttet til utslipp fra energibruk i drift (B6) og transport i drift (B8) enn utslipp fra bygningen og infrastrukturen (A1-A5, B2-B4).

5 Oppsummering fagutredning

Tiltaket vil medføre klimagassutslipp knyttet til arealbeslag, tomtebearbeidelse og infrastruktur, oppføring og vedlikehold av bygning, energibruk i drift, og transport i drift. Beregningene viser at klimagassutslipp fra arealbeslag vil ha «Ubetydelig konsekvens», tomtebearbeidelse og infrastruktur vil ha «Ubetydelig konsekvens», oppføring og vedlikehold av bygning vil ha «Noe konsekvens», energibruk i drift vil ha «Ubetydelig konsekvens», og transport i drift vil ha «Ubetydelig konsekvens».

Influensområdet for det utredede tiltaket er begrenset til området som blir direkte fysisk berørt. Dette innebærer blant annet utbygging av Trondheim prehospitale senter og tilhørende vei og helikopterlandingsplass. Samlet sett medfører tiltaket 6 575 tonn CO₂-ekv klimagassutslipp, noe som gir «Noe konsekvens» for klimagassutslipp. Denne konsekvensgraden innebærer at tiltaket vil medføre vesentlige klimagassutslipp, men at disse likevel ikke er så store at tiltaket vil være i konflikt med nasjonale og regionale interesser innen klima- og miljøområdet. Prosjektet bør derfor legge ned mye innsats i å redusere klimagassutslippene i størst mulig grad på en hensiktsmessig måte.

Det er vurdert fire avbøtende tiltak, herunder (1) bygningskonstruksjoner i trevirke, (2) bruk av elektriske anleggsmaskiner i forbindelse med tomtebearbeidelse og infrastruktur, (3) bruk av elektriske lastebiler i forbindelse med massetransport, (4) bruk av biogassdrevne lastebiler i forbindelse med massetransport, og (5) alternative produkter for luftbehandlings kanalnett. I best-case scenarioet, hvor alle avbøtende tiltak kombineres, er det beregnet at klimagassutslippene reduseres med 1 001 tonn CO₂-ekv, eller 15 %.

Det er usikkerhet knyttet til datagrunnlag brukt for beregning av klimagassutslipp. Gjennomførbarhet av de vurderte avbøtende tiltak er ikke konsultert med oppdragsgiver eller forslagsstiller. Erfaringsmessig anses disse som gjennomførbare. Flere avbøtende tiltak kan også være aktuelle, og bidra til ytterligere utslippsreduksjoner.

Det er viktig å merke at selv om prosjektet har «noe konsekvens» for klima og miljø, kan tiltakets samfunnsnytte potensielt oppveie for de negative innvirkningene.

Fagutredning klimagassutslipp er oppsummert i Tabell 31.

Alternativ	Nøkkelparameter	Totale utslipp (differanse nullalternativ og alternativ)	Konsekvensgrad
0	–	–	–
1	tonn CO ₂ -ekv	6 575	Noe konsekvens

Tabell 31. Oppsummering av fagutredning klimagassutslipp.

6 Referanser

- [1] Trondheim kommune, «Klimaløftene: Trondheims nye energi- og klimaplan,» [Internett]. Available: <https://sites.google.com/trondheim.kommune.no/klimatondheim/start>. [Funnet 15 10 2024].
- [2] Kristin Fjellheim v/ SINTEF, «Klimanorm som verktøy for utbyggere og planleggere,» 22 03 2022. [Internett]. Available: <https://blogg.sintef.no/sintefbuilding-nb/klimanorm-som-verktoy-for-utbyggere-og-planleggere/>. [Funnet 15 10 2024].
- [3] Trøndelag fylkeskommune, «Sånn gjør vi det i Trøndelag,» [Internett]. Available: <https://www.trondelagfylke.no/vare-tjenester/klima-og-miljo/klimaomstilling/sann-gjor-vi-det/>. [Funnet 15 10 2024].
- [4] Det Kongelige Klima- og Miljødepartementet, «Klimaplan for 2021–2030,» [Internett]. Available: <https://www.regjeringen.no/contentassets/a78ecf5ad2344fa5ae4a394412ef8975/nn-no/pdfs/stm202020210013000dddpdfs.pdf>. [Funnet 04 10 2024].
- [5] Plan- og bygningsloven, «§3-1(g) - Oppgaver og hensyn i planlegging etter loven,» [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>.
- [6] Jordloven (Lov om jord (jordlova), «§ 9 - Omdisponering av dyrka jord,» [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1995-05-12-23>.
- [7] European Commission, «The European Green Deal,» [Internett]. Available: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en. [Funnet 09 10 2024].
- [8] FN-sambandet, «Take Action for the Sustainable Development Goals,» [Internett]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>. [Funnet 15 10 2024].
- [9] United Nations - Climate Change, «The Paris Agreement,» [Internett]. Available: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>. [Funnet 15 10 2024].
- [10] Miljødirektoratet, «Håndbok om konsekvensutredning av klima og miljø | M-1941 - Metode for utredning,» 27 11 2023. [Internett]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/konsekvensutredninger>. [Funnet 01 02 2024].
- [11] Standard Norge, «NS 3720 – Klimagassberegninger for bygninger,» [Internett]. Available: <https://standard.no/fagomrader/energi-og-klima-i-bygg/bygningsenergi/klimagassberegninger/>. [Funnet 25 09 2024].
- [12] Direktoratet for Byggkvalitet, «Byggteknisk forskrift (TEK17) - § 17-1. Klimagassregnskap fra materialer,» [Internett]. Available: <https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/17/17-1>. [Funnet 26 09 2024].
- [13] Grønn byggallianse, «BREEAM-NOR v6.1 for nybygg,» [Internett]. Available: https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2024/01/BREEAM-NOR-v6.1_NOR.pdf. [Funnet 15 10 2024].
- [14] Klima- og miljødepartementet, Kommunal- og distriktsdepartementet, «Forskrift om konsekvensutredninger,» [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-06-21-854>. [Funnet 19 10 2024].
- [15] Statistisk sentralbyrå, «Kommune - Trondheim,» [Internett]. Available: <https://www.ssb.no/kommunefakta/trondheim-traante>. [Funnet 25 11 2024].
- [16] Miljødirektoratet, «Utslipp av klimagasser i kommuner og fylker,» [Internett]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimagassutslipp-kommuner/?area=705§or=-2>. [Funnet 23 09 2024].
- [17] Miljødirektoratet, «Utslipp og opptak fra skog og arealbruk: For kommune,» [Internett]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/datavisualisering/klimagassutslipp-i-kommuner-og-fylker/>. [Funnet 07 11 2024].

- [18] European Union, «Net Zero Cities,» [Internett]. Available: <https://netzerocities.eu/>. [Funnet 23 11 2024].
- [19] Trondheim kommune, «Klimaplan og klimaarbeid,» [Internett]. Available: <https://www.trondheim.kommune.no/tema/klima-miljo-og-naring/miljo/klimaplan/>. [Funnet 16 10 2024].
- [20] NIBIO, «Kilden,» [Internett]. Available: https://kilden.nibio.no/?topic=arealinformasjon&zoom=12.3&x=7038010.4&y=269811.68&bgLayer=graatone&layers=ar5_areatype&layers_opacity=0.75&layers_visibility=true. [Funnet 29 09 2024].
- [21] Miljødirektoratet, «Beregningsmal for klimagassutslipp fra karbonrike arealer,» [Internett]. Available: <https://kilden.nibio.no/?topic=arealinformasjon&zoom=10.2&x=7110989.21&y=317205.43&bgLayer=graatone>. [Funnet 30 08 2024].
- [22] Asplan Viak AS, *VegLCA v5.14B*, Statens vegvesen, 2024.
- [23] Norsk Betongforening, «Publikasjon nr. 37 Lavkarbonbetong,» 02 2024. [Internett].
- [24] Klima- og miljødepartementet, *Produktforskriften kapittel 3. Omsetningskrav for biodrivstoff og bærekraftskriterier for biodrivstoff og flytende biobrensel*, 2024.
- [25] Kartverket, «Høydedata,» [Internett]. Available: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>. [Funnet 20 10 2024].
- [26] One Click LCA Ltd., «One Click LCA,» [Internett]. Available: <https://oneclicklca.com/>.
- [27] Direktoratet for forvaltning og økonomistyring (Anskaffelser.no), «Klimagassutslipp for bygg,» [Internett]. Available: <https://anskaffelser.no/nn/verktoy/analyseverktoy/klimagassutslipp-bygg>. [Funnet 15 10 2024].
- [28] One Click LCA Ltd., «UK: Whole Life Carbon Assessment (RICS & GLA),» [Internett]. Available: <https://oneclicklca.zendesk.com/hc/en-us/articles/360020417600-UK-Whole-Life-Carbon-Assessment-RICS-GLA>. [Funnet 09 10 2024].
- [29] Asplan Viak, «Klimavennlige byggematerialer - Potensial for utslippskutt og barrierer mot bruk,» [Internett]. Available: <https://www.asplanviak.no/prosjekter/klimavennlige-byggematerialer-potensial-for-utslippskutt-og-barrierer-mot-bruk/>. [Funnet 22 10 2024].
- [30] Direktoratet for Byggkvalitet, «Byggteknisk forskrift (TEK17) - §14-2 Krav til energieffektivitet,» [Internett]. Available: <https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/14/14-2>. [Funnet 10 10 2024].
- [31] Grønn byggallianse, «BREEAM-NOR v6.1 for nybygg - TRA01 metode M5 Mobilitetsplan med klimagassutslipp,» [Internett]. Available: https://byggalliansen.no/wp-content/uploads/2024/01/BREEAM-NOR-v6.1_NOR.pdf. [Funnet 21 10 2024].
- [32] Transportøkonomisk Institutt, «Kjøretøyparkens utvikling og klimagassutslipp. Framskrivninger med modellen BIG,» [Internett]. Available: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=43853>. [Funnet 05 10 2024].
- [33] Miljøpakken, «Byåstunnelen,» [Internett]. Available: <https://miljopakken.no/prosjekter/byastunnelen>. [Funnet 19 09 2024].
- [34] Kristin Gjærevoll v/ Miljøpakken, «Slik kan vi nå nullvekstmålet,» 21 12 2017. [Internett]. Available: <https://miljopakken.no/nyheter/slik-kan-vi-na-nullvekstmålet>.
- [35] LCA.no AS, «Tansportkalkulator,» [Internett]. Available: <https://old.lca.tools/>. [Funnet 25 05 2024].
- [36] Statensvegvesen, et al., «Veileder for klimagassberegninger i infrastrukturprosjekter,» [Internett]. Available: <https://infraklima.no/391-prosjektfaser>. [Funnet 20 11 2024].
- [37] Standard Norge, «NS 3720 – Klimagassberegninger for bygninger. Tabell B.1 med antagelse at forretning er en 50-50 blanding av dagligvarer og utvalgsvarer,» [Internett]. Available: <https://standard.no/fagomrader/energi-og-klima-i-bygg/bygningsenergi/klimagassberegninger/>. [Funnet 25 09 2024].

- [38] Miljødirektoratet, et al., «Metoder for å beregne klimagassutslipp fra arealbeslag,» 28 09 2022. [Internett]. Available: <https://www.regjeringen.no/globalassets/departementene/sd/ntp/ntp-2025-2036/utredningsoppdraget-leveranse-oktober-22/vedlegg-5-utslipp-fra-arealbeslag2217805.pdf>.

Vedlegg 1

Klimagassbudsjett i henhold til TEK17 §17-1

I henhold til det fastsatte det gjeldende planprogrammet *Detaljregulering for Trondheim prehospital senter, Trondheim kommune - PlanID r20240021*, skal det, som en del av planforslaget, utarbeides klimagassregnskap i henhold til TEK17 §17-1. Dette vedlegget presenterer klimagassberegningene utført i henhold til TEK17 kravet. Beregningsmetode og øvrige krav er nærmere beskrevet i DIBK sin veileder for utarbeidelse av klimagassregnskap.

Omfang, forutsetninger og beregningsparametere

Beregningene er gjennomført i henhold til metodikken i NS 3720 og med de forutsetninger som er spesifiserte i Tabell 32.

Systemgrenser	Systemgrensen er satt til å inkludere livsløpsfasene A1-A3, A4-A5, B2, B4. Beregningene inkluderer bygningsdeler 21, 22, 23, 24, 25 og 26.
Analyseperiode	50 år.
Verktøy	Solibri Model Checker for materialmengde beregning. One Click LCA, versjon 0.3.4 og database-versjon 7.6 er benyttet for LCA og klimagassberegning.
Localisation method	Localisation method i One Click LCA er deaktivert. Localisation method justerer utslipp fra utenlandske til norske produksjonsforhold (norsk strømmiks). Denne justeringen benyttes uansett for generiske data.
Scenario for avfallshåndtering	Det er valgt «Materiale-låst» i beregningene for avfallshåndtering. Dette vil si at scenario for avfallshåndtering er låst til hver type materiale. Hvert materiale har en forhåndsdefinert avfallshåndteringstype og tilhørende klimagassutslipp. Dette er standardscenario i One Click LCA.
Levetider materialer	Det er valgt standard levetider for ulikematerialgrupper som definert av DFØ.

Tabell 32. Generelle forutsetninger for TEK17 beregningene.

Prosjektinfo	
Bygningens geografiske lokalisering	Sluppenvegen 20, 7037 Trondheim Gnr./bnr. 73/10
Bygningstype	Ambulansestasjon
Grunnforhold	Silt og leire
Fundamentering	Stripefundamentering
Totalt bruttoareal (m ² BTA)	10 430 m ²
Bruksmønster	24 timer, 365 dager

Tabell 33. Overordnet informasjon i henhold til NS 3720.

Metode

Livsløpsfasene A1-A3, A4-A5, B2 og B4 er tidligere beskrevet i kapittel 3.4.1. Datagrunnlaget er samme som ble brukt i utredningen. Det vil si at det er brukt Carbon Design fra One Click LCA for å estimere material mengder basert på størrelser hentet fra ARK-IFC-modell datert september 2024. Materialtype og sammensetting tar utgangspunkt i referansebygning som er utarbeidet av DFØ.

Utslippsfaktor

Klimagassberegning etter TEK17 og NS 3720 skal være basert på faktisk bruk av materialer. Siden prosjektet er i skissestadiet, er det i stedet benyttet generiske materialer/utslippsverdier. Generiske utslippsverdier er gjennomsnittsverdier eller typiske verdier for ulike produktgrupper. Innenfor hver produktgruppe kan det være stor forskjell på utslippsverdiene for de enkelte produktene.

I henhold til TEK17 er det gitt et 25 % påslag på generiske utslippsverdier i klimagassberegningen. Generiske utslippsverdier for produksjonsstadiet A1-A3 er hentet fra One Click LCA i denne beregningen.

Resultater

Klimagassutslipp fra Trondheim prehospitale senter beregnet i henhold til TEK17 §17-1 er presentert i henhold til NS 3720 i Tabell 34, og fremstilt detaljert i Tabell 35.

Klimagassutslipp (GWP-total)	3 476 655	kg CO ₂ -ekv
Per år	69 533	kg CO ₂ -ekv / år
Per m² BTA	333	kg CO ₂ -ekv / m ² BTA
Per m² BTA per år	6,7	kg CO ₂ -ekv / m ² BTA / år

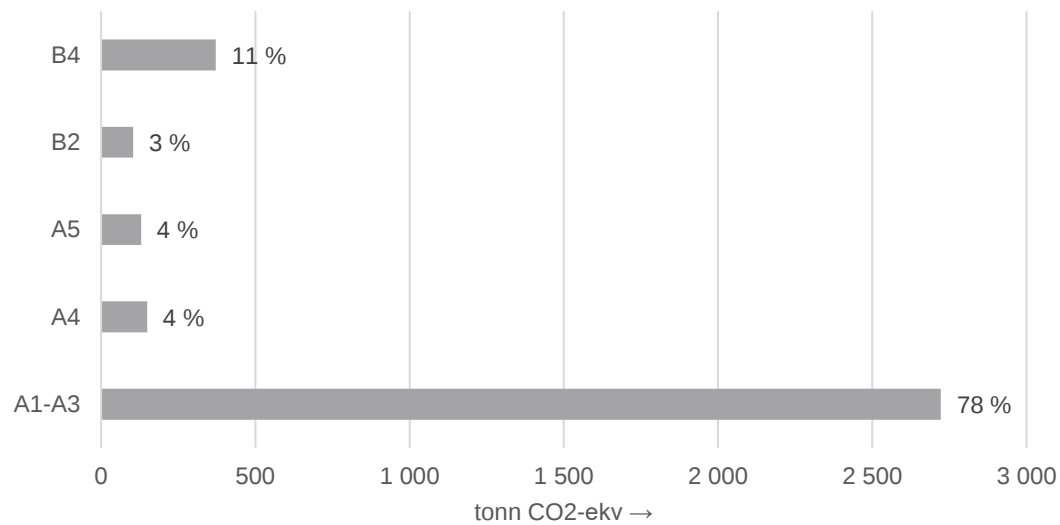
Tabell 34. Fremstilling av resultat av klimagassberegning i henhold til TEK17 §17-1.

Bygningsdel / Livsløpsfase	Klimagassutslipp (tonn CO ₂ -ekv)					
	A1-A3	A4	A5	B2	B4	SUM
21 - Grunn og fundamenter	96	7	5	0	0	109
22 - Bæresystemer	404	21	7	0	0	432
23 - Yttervegger	428	18	24	0	10	479
24 - Innervegger	165	7	7	0	16	196
25 - Dekker	1 324	78	78	0	325	1 804
26 - Yttertak	305	18	9	0	21	353
Øvrige utslipp (B2)	0	0	0	104	0	104
SUM	2 722	149	130	104	372	3 477

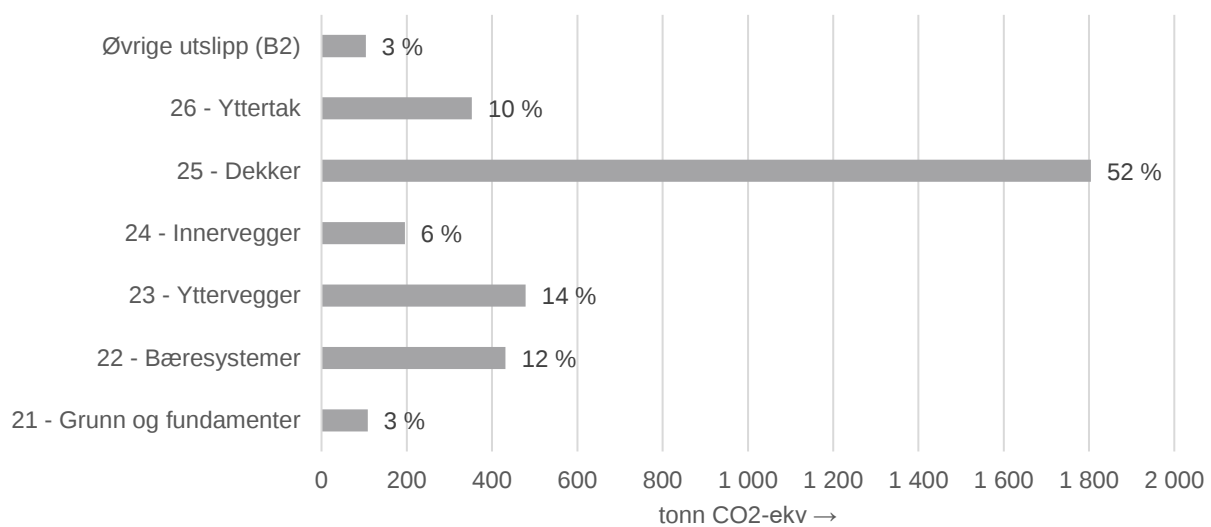
Tabell 35. Detaljert fremstilling av resultat av klimagassberegning i henhold til TEK17 §17-1 delt på bygningsdel og livsløpsfase.

Resultater per livsløpsfase og bygningsdel

Klimagassutslipp fra Trondheim prehospitale senter beregnet i henhold til TEK17 §17-1 er fordelt på livsløpsfaser og bygningsdeler og grafisk fremstilt i Figur 22 og Figur 23. Livsløpsfaser A1-A3 utgjør ca. 78 % av totale klimagassutslippene fra bygningen. Blant bygningsdelene er det bygningsdel 25 – Dekker som utgjør brorparten av utslippene og står for omtrent 52 % av de totale klimagassutslippene.



Figur 22. Klimagassutslipp i tonn CO₂-ekv per livsløpsfase.

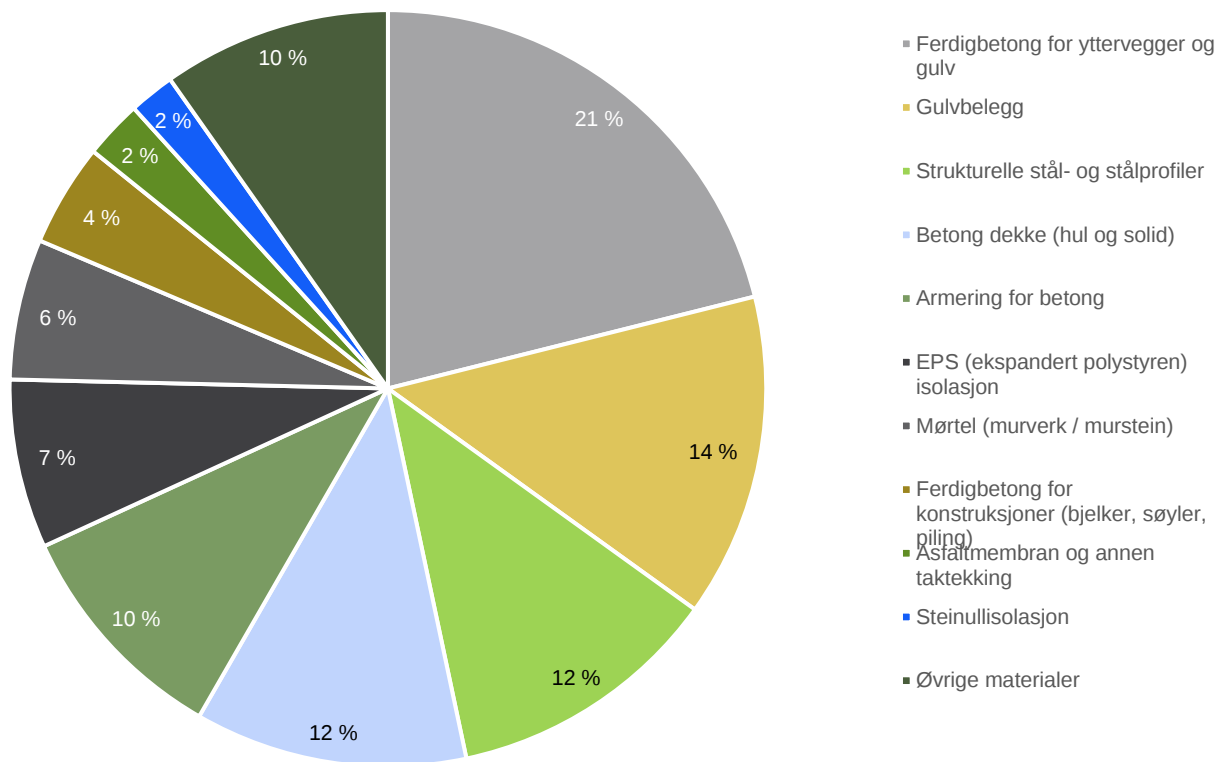


Figur 23. Klimagassutslipp i tonn CO₂-ekv per bygningsdel.

Største utslippskilder

Figur 24 viser fordelingen av utslipp fra de mest medvirkende materialtypene i bygningen. Materialer som utgjør under 2 % av utslippene er samlet i Øvrige materialer.

Samlet sett er det betong og stål som er de største utslippskildene i bygningen.



Figur 24. Klimagassutslipp fra ulike materialtyper.