

VESTFOLD OG TELEMARF FYLKESKOMMUNE
DETALJREGULERINGSPLAN FOR NY FASTLANDSFORBINDELSE FRA FÆRDER KOMMUNE

KLIMAGASSBUDSJETT

FAGRAPPORF

OPPDRAFSNR.

A122639

VERSJON

1.0

UTGIVELSES DATO

04.01.2023

BESKRIVELSE

Endelig versjon

UTARBEIDET

Helle Hofstad
Trapnes og Emilie
Østmo

KONTROLLERT

Ida Nossen

GODKJENT

Kjetil Nerland

DOKUMENTINFORMASJON	
Rapporttittel:	Detaljreguleringsplan for Ny fastlandsforbindelse fra Færder kommune
Dato:	04.01.2023
Utgave:	Endelig versjon
Filnavn:	RAP-YM Fagrapport Klimagassbudsjett
Oppdragsgiver:	Vestfold og Telemark fylkeskommune
Kontaktperson hos oppdragsgiver:	Nils Brandt
Utfører:	COWI AS
Prosjektleder COWI AS:	Olav Eriksen
Utarbeidet av:	Helle Hofstad Trapnes og Emilie Østmo
Sidemannskontroll:	Ida Nossen
Godkjent:	Olav Eriksen / Kjetil Nerland

1 Forord

Denne fagrapporten er utarbeidet som en del av reguleringsarbeidet for "Ny fastlandsforbindelse fra Færder kommune". Rapporten tar for seg temaet klimagassbudsjett. Fagansvarlig for klimagassberegningene har vært Ida Nossen og Helle Hofstad Trapnes.

Tiltakshaver og ansvarlig for planarbeidet er Vestfold og Telemark fylkeskommune. Tiltakshavers prosjektleder har vært Nils Brandt, mens Olav Eriksen har vært oppdragsleder hos COWI.

Januar 2023
Oslo

INNHold

1	Forord	3
2	Sammendrag	5
3	Innledning	6
3.1	Bakgrunn og målsetting	6
3.2	Kort beskrivelse av tiltaket	6
4	Bakgrunn og formål for klimagassberegningene	8
4.1	Klimagassutslipp	8
5	Livsløpsanalyse	10
5.1	Metode og grunnlag	10
5.2	Verktøy og systembeskrivelse	11
5.3	Utslippsfaktorer og materialsammensetning	12
6	Resultater og diskusjon	17
6.1	Klimagassbudsjett hengebru separat	17
6.2	Klimagassbudsjett veg i dagen og tunnel	19
7	Beskrivelse av oppdateringene fra 2020 til 2022	22
7.1	Oppdatering av VegLCA fra v4.06 til v5.06	22
7.2	Oppdatert datagrunnlag	22
8	Konklusjon	24
9	Usikkerheter	25
10	Anbefalinger for videre planlegging	26
10.1	Materialvalg	26
10.2	Massehåndtering og -transport	26
10.3	Arealbruksendringer	27
11	Kilder	28
12	Vedlegg	29

2 Sammendrag

Det er gjennomført klimagassberegninger for detaljregulering for ny fastlandsforbindelse fra Færder kommune. Reguleringsplanen omfatter en 6-km lang strekning i Tønsberg-regionen som omfatter veg i dagen, tunnel, samt fjordkryssing vha. hengebru. Klimagassberegninger for reguleringsplan ble første gang utarbeidet i 2020. Denne rapporten viser resultatene fra oppdaterte klimagassberegninger basert på justert mengdegrunnlag for 2022. I 2020 var konseptet samvirkebru også inkludert i klimagassbudsjettet, noe som ikke er en del av nåværende prosjekt. Utover dette er det kun mindre mengdeposter som er justert fra 2020 til 2022. Beregningene er også oppdatert i den nyeste versjonen av beregningsverktøyet VegLCA.

Hensikten med klimagassbudsjett i detaljregulering er blant annet å avdekke hvilke materialer og prosesser som har størst påvirkning på prosjektets klimafotavtrykk. Videre kan resultatene benyttes som utgangspunkt for å iverksette utslippsreducerende tiltak i den videre planleggingen.

Foreliggende rapport presenterer resultatene fra følgende klimagassberegninger:

- 1 Hengebru separat
- 2 Veg i dagen og tunnel (dvs. hele prosjektet eks. bru)

Beregningene er gjennomført med mellomfaseverktøyet i VegLCA v. 5.06.

Totalt vil hele prosjektet med hengebru resultere i et klimagassutslipp på 93 626 tonn CO₂-ekvivalenter. Veg i dagen og tunnel utgjør hoveddelen av totalutslippet, hvor materialproduksjon bidrar i størst grad. Materialtypene kalksementstabilisering, fulgt av sprøytebetong, sement, EPS, og grus/pukk er postene med høyest utslipp. Sammenlignet med utslippstall fra 2020 gir de nye oppdaterte beregningene for 2022 en reduksjon på ca. 25 % i klimagassutslipp. Dette skyldes hovedsakelig en reduksjon i behov for kalksementstabilisering som er en følge av justeringen av veigeometrien.

Tonn CO₂-ekvivalenter	
1. Hengebru	14 891
2. Veg i dagen og tunnel (totalt eks. bru)	77 967
3. Prosjektet totalt inkludert hengebru*	92 859

*Dette utslippstallet er beregnet med ulik levetid for hengebru og veg i dagen. Hengebru er beregnet med levetid på 100 år, mens veg og tunnel er beregnet med levetid på 60 år.

3 Innledning

3.1 Bakgrunn og målsetting

Dagens eneste fastlandsforbindelse for øyene i Færder kommune, med ca. 30 000 innbyggere, er Kanalbrua i Tønsberg sentrum. I 2009 ba fylkeskommune og kommunene i området om en konseptvalgutredning (KVU) av helhetlige transportløsninger for Tønsberg-området. Bakgrunnen for anmodningen var uro over et overbelastet veinett, dårlig fremkommelighet for kollektivtrafikk, belastning av bymiljø og sårbar forbindelse mellom Nøtterøy og fastlandet.

En ny fastlandsforbindelse skal legge til rette for at trafikk fra Færder til Tønsberg får en alternativ trase til fastlandet uten bruk av Kanalbrua. En ny forbindelse skal dekke behovet for en effektiv, robust og samfunnssikker fastlandsforbindelse, og håndtere trafikkøkningen fra forventet befolkningsvekst på en miljøvennlig måte.

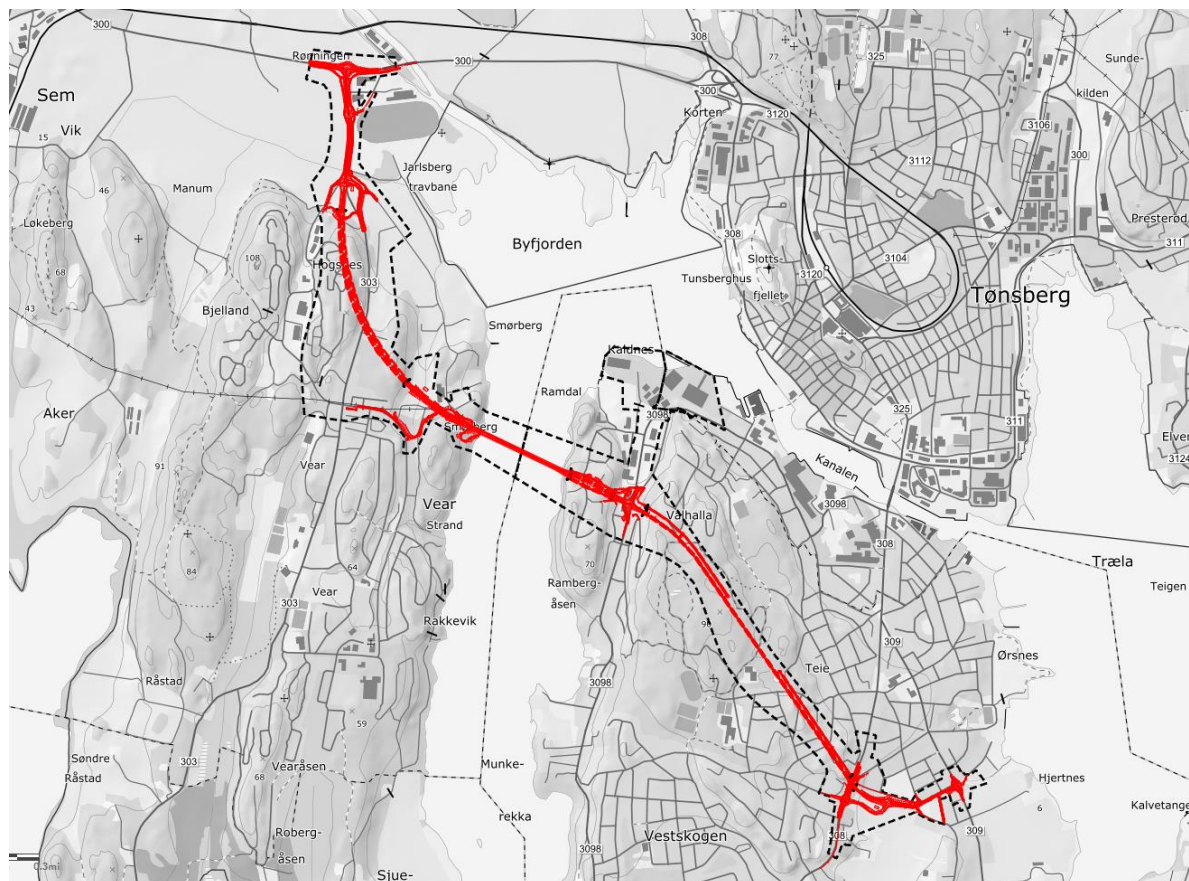
Ny fastlandsforbindelse fra Færder er et delprosjekt i Bypakke Tønsberg-regionen. Bypakken skal løse oppgaven om et helhetlig transportsystem for Tønsberg. Interkommunal "Kommunedelplan for ny fastlandsforbindelse fra Nøtterøy og Tjøme" ble vedtatt i mars 2019, og denne detaljreguleringsplanen følger opp kommunedelplanen.

3.2 Kort beskrivelse av tiltaket

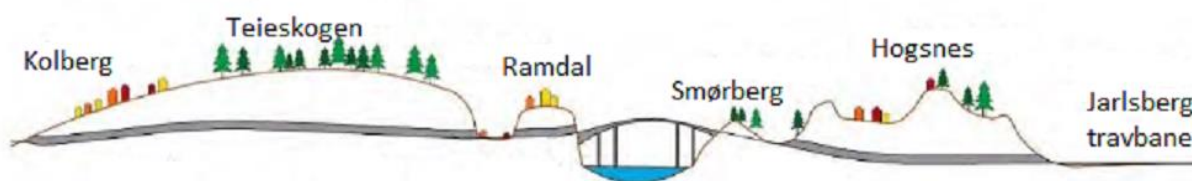
Tiltaket er vist i oversiktskart i figur 3-1 og i snitt i figur 3-2 og består av en veistrekning på ca. 5,75 km mellom Smidsrødveien og Semslinna. I Færder kommune starter prosjektet i øst med en ny to-felts tverrforbindelse mellom Smidsrødveien og Kirkeveien på Kolberg. Videre fortsetter forbindelsen i en ca 1,9 km lang to-felts tunnel under Teieskogen og kommer ut i dagen ved Ramdal/Munkerekka. Videre fram til Semslinna er forbindelsen fire-felts vei.

Fra Ramdal går forbindelsen inn i tunnel under Rambergåsen og videre ut på en hengebro over Vestfjorden over til Smørberg i Tønsberg kommune. Fra Smørberg går forbindelsen i tunnel under Hogsnesåsen og kommer ut i bunnen av Hogsnesbakken. Herfra følger den dagens fv. 303 frem til påkobling mot Semslinna ved Jarlsberg travbane.

Den nye veien dimensjoneres som "Kapasitetssterk veg" vei etter avsnitt 2.9 i Veg- og gateutforming (N100 fra 2021) som gjelder kapasitetssterke veger/gater med fartsgrense 60 km/t. Kryssene planlegges som rundkjøringer, og strekningene mellom kryssene vurderes for hastighet mellom 40 og 70 km/t.



Figur 3-1: Oversiktskart over traseen.



Figur 3-2: Snitt av traseen (fra KDP).

4 Bakgrunn og formål for klimagassberegningene

Denne fagrapporten er utarbeidet som en del av reguleringsplanarbeidet for "Ny fastlandsforbindelse fra Færder", og presenterer resultatene fra klimagassberegningene for reguleringsplan.

Klimagassberegninger for reguleringsplan ble første gang utarbeidet i 2020. Foreliggende rapport viser resultatene fra oppdaterte klimagassberegninger basert på justert mengdegrunnlag for 2022.

Formålet med beregningene er å etablere et utslippstall for prosjektet, samt kunne benytte beregningene i beslutningsprosesser knyttet til løsninger og system. Beregningene legger også grunnlag for å identifisere tiltak og utslippskutt som kan detaljeres i senere planfaser.

Nasjonal transportplan 2022–2033 skal bidra til å oppfylle Norges klima- og miljømål gjennom blant annet å redusere klimagassutslipp, arealbeslag, støy, lokal luftforurensning og forringelse av naturmangfold. Nasjonal transportplan legger opp til store utslippskutt av klimagasser fra bygg- og anleggssektoren for samferdsel frem mot 2030. I NTP er det lagt opp til følgende klimamål:

- > 50 % reduksjon av klimagassutslipp fra bygging og anlegg innen 2030.
- > 50 % reduksjon av klimagasser fra drift- og vedlikehold innen 2030.

I 2020 ble to brukonsepter over Vestfjorden utredet: hengebru og samvirkebru. I oppdatert klimagassberegning (i 2022) utgår samvirkebru da det ikke er en foretrukket løsning for prosjektet. Det skyldes blant annet at samvirkebru er vanskelig å sikre mot kollisjon med skip samt at det heller ikke er en kostnadsbesparende løsning. Det er derfor kun hengebru som er vurdert i denne rapporten. Hengebrua spenner over hele fjorden med anslagsvis 110 m høye tårn.

Foreliggende rapport presenterer resultatene fra to klimagassberegninger:

- 1 Hengebru separat I
- 2 Hele prosjektet m/hengebru.

4.1 Klimagassutslipp

Klimagasser frigis som biprodukter av energikrevende prosesser som drives ved forbrenning av organisk og fossilt brensel, men kan også frigis fra naturlige kilder eller fra verdikjeden for fremstilling av tekniske komponenter. Et prosjekt medfører klimagassutslipp gjennom hele livsløpet; fra utvinning av naturressurser, produksjon og levering av materiell, montering og bygging av infrastruktur til en konstruksjon eller et anlegg, drift av anlegget og avhending av anlegget etter levetiden. Utbygging av veiinfrastruktur i seg selv bidrar til betydelige utslipp av klimagasser. Utslippene er knyttet til produksjon, transport og håndtering av materialer som benyttes i veiutbyggingen, og ved vedlikehold i driftssituasjon.

I et veiprosjekt er det for eksempel klimagassutslipp knyttet til drift av maskiner for bygging av anlegget (CO₂), frigjøring av metan (CH₄) ved endringer av arealbruk (for eksempel ved nedbygging av myrområder), eller bruk av SF₆-gass som brannhemmende komponent i trafostasjoner.

Klimagassutslipp kan videre allokeres i direkte og indirekte utslipp i et prosjekt. Direkte utslipp er utslipp som foregår på anlegget og er som regel forbrenning av diesel. De indirekte utslippene er utslipp som har skjedd i utslippskjeden før anlegget og er hovedsakelig knyttet til produksjon og transport av de ulike materialkomponentene og energikildene.

4.1.1 Miljøpåvirkningskategori

Påvirkning gjennom et livsløp kan synliggjøres gjennom flere ulike miljøpåvirkningskategorier, se Tabell 4-1. Vurdering av miljøprestasjonen i et prosjekt belyses gjennom de ulike miljøpåvirkningskategoriene og synliggjør hvor prosjektet, løsning eller gjennomføring kan medføre eventuelle problemforskyvninger. Et eksempel på slik problemforskyvning er diskusjonene rundt dieserbiler. Dieserbiler gir et lavere utslipp av klimagasser, men et høyere partikkelutslipp lokalt.

Klimagassutslipp rapporteres som tonn CO₂-ekvivalenter. De ulike klimagassene har ulik evne til å varme opp atmosfæren. Benevningen CO₂-ekvivalenter brukes for å sammenlikne og aggregere de ulike klimagassene. I Kyotoprotokollen utarbeidet i regi av FNs klimakonvensjon (UNFCCC) er følgende klimagasser inkludert: karbondioksid (CO₂), dinitrogenoksid (N₂O), metan (CH₄), svovelheksafluorid (SF₆), hydrofluorkarboner (HFK₉) og perfluorkarboner (PFK).

Klimagassenes evne til oppvarming av atmosfæren beskrives som gassens "globale oppvarmingspotensiale" (GWP). 1 GWP tilsvarer 1 vektenhet CO₂ med en tidshorisont (oppsettningstid) på 100 år. GWP-verdier for N₂O og CO₂ er henholdsvis 298 og 1. Det vil si at N₂O har 298 ganger høyere oppvarmingspotensiale enn CO₂.

Foreliggende rapport belyser kun utslipp knyttet til GWP i CO₂-ekvivalenter. De andre miljøeffektkategoriene er ikke beregnet i mellomfaseverktøyet. Det anbefales at disse inkluderes når beregninger skal gjennomføres på et mer detaljert nivå.

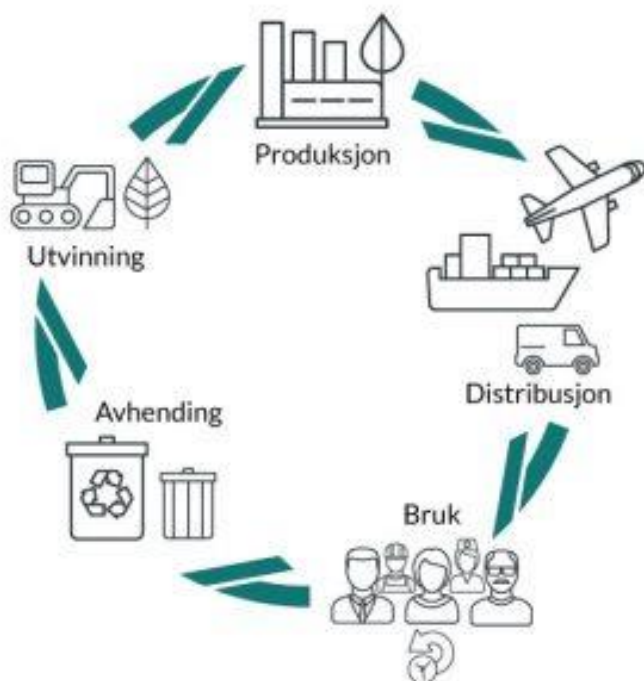
Tabell 4-1 Miljøeffektkategorier i LCA. For beregningene for detaljregulering er det kun medtatt utslipp for GWP. De resterende miljøeffektkategoriene er ikke beregnet.

Miljøeffektkategori	Utslippsfaktor (enhet)	Beskrivelse miljøeffektkategori
Klimagassutslipp/global warming potential (GWP 100)	Tonn CO ₂ -ekvivalenter/ t CO ₂ -ekv.)	Utslipp som bidrar til drivhuseffekten.
Forsuring	Kg SO ₂ -ekvivalenter	Utslipp som forsurer (lav pH) vassdrag og jordsmonn.
Eutrofiering	Kg P-ekvivalenter	Utslipp som bidrar til overgjødning i ferskvann.
Fotokjemisk smog	Kg NMVOC	Kjemisk reaksjon i luft som danner giftige og irriterende forbindelser for mennesker, planter og dyr.
Akkumulert energibruk	GJ	Akkumulert energibruk, bunden energi i ved, forbruk av materialer og energi.

5 Livsløpsanalyse

En livsløpsanalyse (LCA) er en systematisk kartlegging og vurdering av klimagassutslipp og andre miljøpåvirkninger gjennom hele livsløpet til et produkt eller system. En LCA kan benyttes til flere formål, blant annet vise hvor i livsløpet de viktigste miljøpåvirkningene oppstår, hvilke innsatsfaktorer/materialer som står for de største påvirkningene, hvilke tiltak som kan ha størst potensiale, samt dokumentasjon av de totale miljøbelastningene.

I foreliggende analyse er hovedfokuset knyttet til klimagassutslipp i form av CO₂-ekvivalenter (GWP). Resultatene fra de andre miljøpåvirkningskategoriene er ikke inkludert som en vurderingsfaktor i verktøyet som benyttes for denne planfasen. Det anbefales at dette inkluderes ved senere detaljering av klimagassbudsjettet.



Figur 5-1. Eksempel på fasene gjennom et livsløp for et teoretisk produkt. Kilde: LCA.no

5.1 Metode og grunnlag

For vurdering av utslipp av klimagasser i reguleringsplan gjennomføres en overordnet analyse tilpasset planfase som gir et anslag på CO₂-utslippene i form av CO₂-ekvivalenter. Metodikken er primært brukt til å beregne globale endringer i energiforbruk.

Beregninger av klimagassutslipp og øvrige miljøpåvirkninger er utført etter metode og standard for livsløpsvurderinger (LCA).

Metode og rammeverk for LCA-analysen er i henhold til følgende standarder:

- > NS-ISO 14040:2006: "Miljøstyring – Livsløpsvurderinger – prinsipper og rammeverk"

- > NS-ISO 14044:2006: "Miljøstyring – Livsløpsvurderinger – krav og retningslinjer"

Analysen er utført basert på justert mengdegrunnlag (juni 2022) gjennom prosjektets anslag for reguleringsplan, samt møter med fagpersoner i prosjektorganisasjonen. Dette utgjør primærdata og grunnlaget for estimering av material- og ressursbruk i analysen. Mengdene benyttes i standardiserte delprosesser som beskriver typisk prosess for utvinning og bearbeidelse av råvarer til endelige utslipp. Disse delprosessene baseres på sekundærdata i form av EPD-er¹ og livsløpsdata.

5.2 Verktøy og systembeskrivelse

LCA-analysen baseres på antatt standardmaterialer for veibygging. Det er i kapittel 10 beskrevet anbefalinger og tiltak for videre planlegging for ytterligere reduksjon av klimagasser.

For reguleringsplan er det benyttet mellomfaseverktøyet i VegLCA versjon 5.06. Mellomfaseverktøyet er utviklet til bruk i en planleggingsfase der man ikke har mengdedata tilgjengelig på et detaljert nivå. På dette stadiet er prosjekterte mengder på tidlig prosjekteringsstadium lagt til grunn.

Det er inkludert utslipp fra følgende faser i klimagassbudsjettet:

- > **Materialproduksjon (A1-A4)**
Denne fasen inkluderer materialproduksjon og materialtransport under produksjon og frem til anlegg.
- > **Utbyggingsfasen (A5)**
Denne fasen inkluderer forarbeider, anleggsaktiviteter, transport (på anlegg, og til og fra anlegg)
- > **Drift og vedlikehold (B4-B5)**
Denne fasen inkluderer utskiftning av materialer

Beregningene inkluderer ikke:

- > **Avhending**
Denne fasen inkluderer avhending av materialer (deponering og gjenbruk osv.), samt resirkulering.

Det er beregnet utslipp over et livsløp på 60 år for den funksjonelle enheten definert som veisystem. For beregninger av hengebru separat er det benyttet en levetid på 100 år som tilsvarer krav til levetid for konstruksjoner. De ulike veikomponentene i den funksjonelle enheten har levetider i henhold til Statens vegvesens håndbøker og belyser hvilke materialer som krever utskiftning gjennom levetiden til veisystemet:

- > N200, veidekke 5-7 år
- > N101, autovern 30 år
- > V124, lysmaster: 30 år, lysarmatur: 20 år, lyskilde: 4 år

¹ EPD – environmental product declaration/miljødeklarasjon. Standardisert dokument som oppsummerer miljøprofilen for et materiale.

- > V160, rekkverk >30 år

5.3 Utslippsfaktorer og materialsammensetning

Utslipp fra produksjon av materialer er beregnet ved hjelp av utslippsfaktorer som angir klimagassutslipp, i CO₂-ekvivalenter, per materialenhet. Utslippsfaktorene som er benyttet i beregningene er de faktorene som er tilgjengelig gjennom VegLCA for standard materialer. Dokumentasjon på øvrige utslippsfaktorer (som ikke er beskrevet her) er beskrevet i verktøyet.

Videre er det er også gjort en del antagelser for materialsammensetning da det på foreliggende plantidspunkt er en del forutsetninger som enten ikke er bestemt eller vurdert.

5.3.1 Betong og sement

I VegLCA er det valgt utslippsfaktor for betong tilsvarende standard betong (bransjereferanse) så lenge det ikke er spesifisert annet i mengdegrunnlag. Utslippene for de ulike betongtypene som er benyttet er vist i tabellen under:

Tabell 5-1. Oversikt over utslippsfaktor og antatt materialtype for henholdsvis betong, betongelementer, sprøytebetong og sement.

	Materialtype	Utslippsfaktor
Betongstøp	B45, bransjereferanse	360 kg CO ₂ -ekv/m ³
Betongelementer	Prefabrikert lavkarbon C	177 kg CO ₂ -ekv/tonn
Sprøytebetong	B35	330 kg CO ₂ -ekv/m ³
Sement, CEM I	Standard injeksjonsmiddel	0,810 kg CO ₂ -ekv/kg

For tunnel er det antatt at vann og frostsikring av tunnelene innebærer en kombinasjon av betongelementer i vegger og sprøytebetong i heng med PE-skum i hele profilet. Det er også antatt sprøytebetong som sikring i hele profilet. Basert på håndbok N500 og antagelser for sammensetning er følgende tykkelser og materialer antatt:

Tabell 5-2. Antatte materialsammensetninger og tunneltekniske prinsipper for tunnelene Teietunnelen, Ramberggtunnelen og Hognestunnelen.

	Materialtype	Tykkelse/mengde	Antatt prinsipp
Sprøytebetong til vann og frostsikring	B35	80 mm	1) Sprøytebetongbuer 2) Sprøytebetong over PE-skum som brannsikring
Sprøytebetong til permanent sikring	B35	Sikringsklasse I – 80 mm Sikringsklasse II – IV – 110 mm (gjennomsnitt av	Sprøytebetong i henhold til sikringsklasser gitt i håndbok N500

Materialtype		Tykkelse/mengde	Antatt prinsipp
		tykkelse for sikringsklasse II, III, og IV over linje) Sikringsklasse IV under linje – 150 mm	
PE-skum		45 mm	Plater
Injeksjon	Standard portland sement. Cem I.	1500 kg/meter tunnel for T9,5 og 1200 kg/meter tunnel for T5,5	Forinjeksjon for tetting

Injeksjon er antatt som standard injeksjonssement i beregningene. Da er forinjeksjon i tunnelene (for å redusere risiko for grunnvannstanssenking) også medtatt. Det er hentet erfaringstall fra andre tunnelprosjekt, blant annet E16 Bjørum-Skaret, for en vurdering av løpemeterlengde for injeksjon.

5.3.2 Stål

Det er lagt til grunn flere stålmaterialer basert på tunnel og bru. Hovedsakelig er stålmateriale lagte inn som de er; armering og bolter (både for betong i bru og sprøytebetongbuer i tunnel), stålpunt (veggspunt), spennarmering (hengebru) og stål (konstruksjonsstål og annet stål).

For stål er det benyttet de utslippsfaktorer som er tilgjengelige i beregningsverktøyet.

5.3.3 Stabilisering

Det er lagt til grunn behov for en del stabilisering for veg i dagen og tunnel. I denne planfasen er det lagt til grunn kalksementstabilisering, samt EPS/skumglassgranulat i lette fyllinger. Av erfaring vil høyt behov for stabilisering gi høye utslipp av klimagasser.

Tabell 5-3. Antatte materialsammensetninger og prinsipper for grunnstabilisering

	Materialtype	Prinsipp	Utslippsfaktor
Kalksementstabilisering	Standard portland sement. Cem I.	50/50 kalk og sement	0,969 kg CO ₂ -ekv/kg
Skumglassgranulat		Lette fyllinger	22,7 kg CO ₂ -ekv/m ³
EPS	Ekspandert polystyren (EPS 200)	Lette fyllinger	85 kg CO ₂ -ekv/m ³

5.3.4 Elektrisitet

Verktøyet operer med tre scenarier for elektrisitetmikser:

- > Scenario 1: norsk elektrisitetssmiks i byggefase og europeisk snitt i driftsfase
- > Scenario 2: norsk elektrisitetssmiks i byggefase og driftsfase
- > Scenario 3: europeisk elektrisitetssmiks i byggefase og driftsfase

For beregningene i reguleringsplan er det valgt å benytte scenario 1 som er standard. Dette resulterer i en utslippsfaktor for elektrisitet på 0,115 kg CO₂-ekv./kWh. Utslippsfaktoren er hentet fra vegLCA.

Tabell 5-4 viser ulike utslippsfaktorer som er benyttet i andre større samferdselsprosjekter (Bane NOR) og NS 3720/2018, for sammenlikning.

Tabell 5-4. Utslippsfaktorer i henhold til ulike elektrisitetssmikser og veiledere.

	Utslippsfaktor i hht. Veileder Bane NOR (2012)²	Utslippsfaktor i hht. NS 3720/2018	VegLCA
Norsk elektrisitetssmiks	0,044 kg CO ₂ -ekv./kWh	0,018 kg CO ₂ -ekv./kWh	
Nordisk elektrisitetssmiks	0,190 kg CO ₂ -ekv./kWh	Ikke oppgitt	0,115 kg CO ₂ -ekv./kWh
Europeisk elektrisitetssmiks	0,594 kg CO ₂ -ekv./kWh	0,136 kg CO ₂ -ekv./kWh	

5.3.5 Drivstoff

Det er benyttet VegLCA sin standard beregning for forbruk av diesel knyttet til de ulike arbeidsprosessene. Det betyr at det i senere planfaser, eksempelvis byggeplan og anleggsfase, kan være noe skjevheter i mengde diesel (l) som VegLCA genererer og hva entreprenøren faktisk rapporterer av forbruk. For reguleringsplan er beregningsmetoden i VegLCA det mest nærliggende å benytte da det er lite informasjon knyttet til anleggsgjennomføring og detaljer vedrørende maskinforbruk.

For brukonseptet er ikke graving og maskinforbruk medtatt da det hovedsakelig utgjør en liten del av de totale utslippskildene som ligger til grunn i reguleringsplan.

Tabell 5-5. Utslippsfaktor for forbrenning av diesel.

Diesel, anleggsmaskin	3,24 kg CO ₂ -ekv/l	Inkludert produksjon og forbrenning av diesel
-----------------------	--------------------------------	---

5.3.6 Transport til og fra anlegget

Massetransporten i mellomfaseverktøyet skiller mellom transport ut av anlegget og inn til anlegget. En del av masseoverskuddet i prosjektet vil blant annet bli transportert til mellomlager, behandlet og

² Veileder for utarbeidelse av Miljøbudsjett for jernbaneinfrastruktur Pilot Follobanen, 2012, Jernbaneverket, veileder-for-utarbeidelse-av-miljobudsjett-for-jernbaneinfrastruktur.pdf (banenor.no)

gjenbrukt i linja. Optimalisering og gjenbruk av masser, samt legge opp til plass til mellomlagerer/knusing vil kunne redusere internttransporten i prosjektet. Denne interne massetransporten med tilhørende transportutslipp er ikke medtatt i systemgrensene for mellomfaseverktøyet i VegLCA. Dette ligger antakelig i at internttransporten i stor grad er mindre sammenliknet med massetransport av overskuddsmasser ut og kvalitetsmasser inn til anlegget. Det viktigste tiltaket i reguleringsplan ligger i å optimalisere linja slik at masseoverskuddet og dermed transport ut av anlegget reduseres.

Det største utslippet fra massetransport ligger i transport av overskuddsmasser. Det er kun medtatt masser som skal ut av prosjektet (overskuddsmasser eller masser til deponi etc.), samt masser inn til anlegget (kvalitetsmasser det er underskudd på). For massetransport til og fra anlegget er det hovedsakelig lagt inn jord-, stein-, grus- og pukkmasser, samt asfalt. Transport av materialer (fra produsent til prosjektet) er ikke medtatt i denne transportmengden, men ivaretatt gjennom utslippfaktorer for materialene (A1-A4).

Transportlengder i reguleringsplan er basert på de reguleringsbegrensninger som prosjektet foretar og hva som vil være antatt transportavstand til de nærmeste deponiene. Dette gjelder for blant annet rene overskuddsmasser, forurensede masser, farlig avfall og spesialdeponering. Det er ikke avklart hvor deponiene blir lokalisert eller om deponiene har kapasitet til å ta imot disse massene. I mellomfaseverktøyet er det antatt en transportdistanse på 10 km (til deponi). Transportlengder for materialtransport som er benyttet i beregningene er standard distanser fastsatt VegLCA v5.06.

5.3.7 Riving av bygningsmasse

Riving av bygningsmasse er utelatt fra beregningene. Dette begrunnes i at det er knyttet stor usikkerhet til utslipp til riveprosesser på et så tidlig planstadium. Dette er heller ikke medtatt i systemgrensene til mellomfaseverktøyet i VegLCA.

Det er viktig å understreke at det er å foretrekke å inkludere utslippene fra riving da det resulterer i et mer helhetlig og riktig bilde av de faktiske utslippene fra prosjektet. Dette bør inkluderes i detaljering av prosjektet i byggeplanfasen og klimagassbudsjettet.

5.3.8 Arealbruksendringer

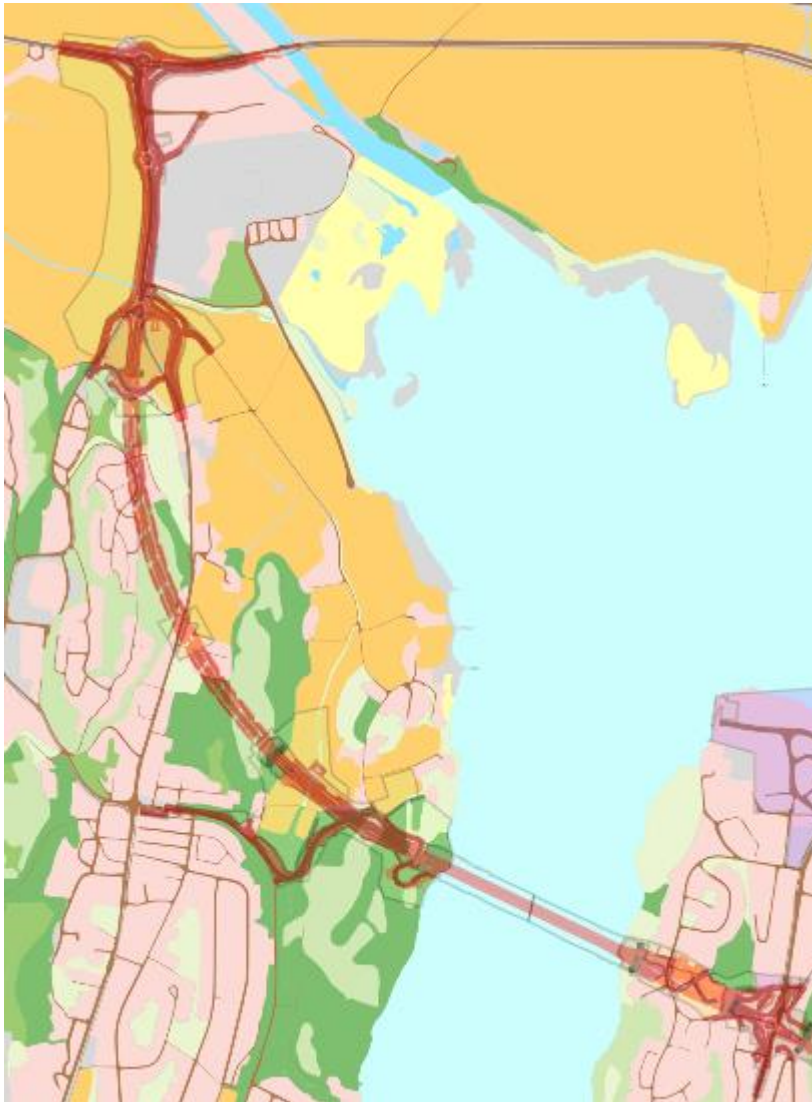
For å beregne klimagassutslipp i forbindelse med endringer i jord- og skogsområdene i prosjektet, er mengdene av de ulike naturtypene lagt inn i VegLCA. Mengdene er beregnet basert på masseberegninger til anleggsgjennomføring. Det kan være usikkerheter i verdiene basert på utstrekning og mengde, men ettersom planområdet stort sett innebærer endring av jordbruk og noe mindre skog, er det vurdert at usikkerhetene kun fører til marginale endringer i det endelige resultatet. Overflatedyrka jord og innmarksbeite er lagt til under dyrka mark, da det er same forutsetninger som ligger bak beregningene i VegLCA.

Arealbruksuttaket er berekna ur fra reguleringsplan, og omfatter permanent arealbruksendring. Det vil også være midlertidig arealbruksendringer som følge av anleggsbelte og anleggsveier, men det er lite detaljer knyttet til slik informasjon i reguleringsplan. Siden det i prosjektet er en del jordbruk som påvirkes, antas det at det i stor grad vil være fokus på å minimere det midlertidige beslagene som følge av jordvern og generelt fokus på å unngå omdisponering av matjord. Det er hovedsakelig på Jarlsberg dyrka mark blir påvirket mest som følge av arealbruksendringer, mens det på Nøtterøy stort sett er allerede bebygd areal som påvirkes.

Det er kun beregnet arealbruksendringer for veg i dagen og tunnel. Hengebrua vil resultere i arealbruksendringer ved landkar og fundament, men dette er lagt til beregningene for veg i dagen. Det

foreligger noen endringer av skogsareal i forbindelse med hengebrua, men alt areal langs sjøkant mm vil ikke bli permanent berørt. Det er derfor ikke lagt til grunn større arealbruksendringer for de separate beregningene for brua. De planlagte tunnelene sparer mye av skogsarealene både på Hogsnes og Teie.

I beregningene er følgende kategorier lagt inn for beregning av arealbruksendringer: dyrket mark/matjord. Se Figur 5-2 for oversikt over arealkategorier.



Figur 5-2. Utklipp fra ArcGis som viser planlagt regulering på Jarlsberg med tunnel og veg i dagen, samt kryssing med hengebru. AR5 arealer (jordbruk i gult og ulik skogsbonitet i grønt) er lagt til som viser at det i stor grad er dyrket areal som påvirkes av arealbruksendringer, samt noe skog. På Nøtterøy er det hovedsakelig allerede utbygd areal som påvirkes.

6 Resultater og diskusjon

I dette kapitlet er resultatene av de oppdaterte klimagassberegningene for 2022 presentert. En beskrivelse av oppdateringene som er gjort samt en sammenligning av resultatene fra 2022 med resultatene fra 2020 er gitt i kapittel 7.

6.1 Klimagassbudsjett hengebru separat

Hengebru er det valgte brukonseptet over Vestfjorden. Beregningene viser at konseptet med hengebru resulterer i et totalutslipp på 14 891 tonn CO₂-ekvivalenter, se tabell 6-1. Materialproduksjon (A1-A4) står for 89,2 % av utslippene, utbygging (A5) for 0,4 % og drift og vedlikehold (B4-B5) for 10,4 % av totalutslippene.

Detaljerte resultater fra beregningene i verktøyet finnes i vedlegg.

Tabell 6-1. Totalutslipp fordel på livsløpsfase (materialproduksjon, utbygging og drift/vedlikehold) for brukonsept hengebru over et livsløp på 100 år.

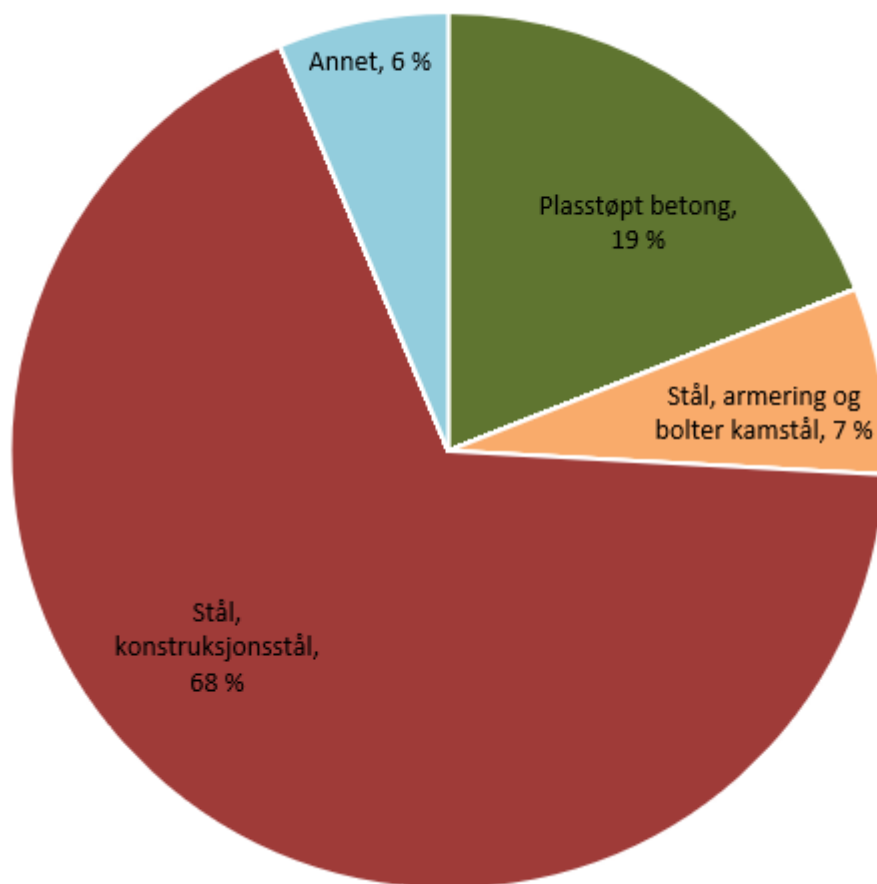
Livsløpsfase	tonn CO ₂ e
Materialproduksjon (A1-A4)	13 282
Utbygging (A5)	54
Drift og vedlikehold 100 år (B4-B5)	1 555
Totalt for hele levetiden	14 891

Det er lite sprengningsarbeid i forbindelse med etablering av hengebrua. Hovedarbeidet med sprengning er i forbindelse med grunnarbeid for etablering av forankringskammer og spredekammer, samt grunnarbeid ved slutføringen av brua.

I figur 6-1 vises fordeling av utslipp per materialkategori for materialproduksjon og utbygging samlet. Det er konstruksjonsstål som står for størsteparten av utslippene (68 %). Stål i denne materialkategorien innebærer hovedsakelig stål til kabler og forankring av brua.

Plasstøpt betong står for 19 % av utslippene. For hengebrua skal det benyttes betong i tårnene og tårnfundamentene, landkar og viadukt, samt pilarer. Armeringsstål står for 7 % av utslippene. Armering er hovedsakelig benyttet i betongkonstruksjonene.

I tillegg utgjør kategorien "annet" et utslipp på 6 % av material- og utbyggingsutslippene. Dette inkluderer spennarmering (hovedsakelig benyttet for oppspenning i forankringene og viadukt), asfalt og rekkverk (stål) for materialer. Utslippene i utbyggingsfasen innebærer hovedsakelig bruk av anleggsmaskiner og noe sprengning.



Figur 6-1. Viser klimagassutslipp samlet for materialproduksjon og utbygging av hengebrua. Utslippene inkluderer direkte utslipp på byggeplass, men inkluderer ikke utslipp fra arealbruksendringer. For hengebru er det i utgangspunktet minimalt med arealbeslag og ville uansett ikke utgjort en stor andel. Utslippene er fordelt med 68 % for konstruksjonsstål, 19 % for plaststøpt betong, 7 % armering, og 6 % annet.

Fra drift og vedlikehold er det beregnet et utslipp på 1 555 tonn CO₂-ekvivalenter gjennom et livsløp på 100 år. Disse utslippene er hovedsakelig knyttet til forbruk av elektrisitet (strøm) gjennom levetiden på brua. I tillegg er det noe utslipp knyttet til reasfaltering av asfalt, strøsalt i forbindelse med vinterdrift av veinettet og forbruk av diesel for anleggsmaskiner under vedlikeholdsarbeid (slik som bytte av rekkverk, asfalt og belysning).

Tabell 6-2. Totale utslipp fra drift og vedlikehold av hengebrua gjennom en levetid på 100 år.

Drift og vedlikehold 100 år (B4-B5)	tonn CO ₂ e
Anleggsmaskineri	102
Elektrisitet	1 192
Asfalt	188
Strøsalt	73
Andre materialer	-
Sum	1 555

Det er også beregnet det som anses som direkte utslipp på byggeplass. Dette inkluderer diesel i anleggsmaskin, massetransport og sprengning og tilsvarer 45 tonn CO₂-ekvivalenter, se Tabell 6-3. Det

er antatt at denne posten ikke viser hele bildet, og vil derfor kunne øke basert på mer detaljerte materialmengder.

Utslipp fra arealbeslag er ikke medtatt i beregningene for hengebru, da det er lite til ingen arealbruksendring av betydning ved anleggelse av brua.

Tabell 6-3. Beregnet direkte utslipp på byggeplass og av arealbeslag for hengebru.

	Tonn CO ₂ -ekv.
Direkte utslipp på byggeplass	45
Utslipp arealbeslag/arealbruksendring	0,0

6.2 Klimagassbudsjett veg i dagen og tunnel

Klimagassbudsjettet for veg i dagen og tunnel inkluderer resten av veiprojektet uten bru over Vestfjorden.

Basert på overordnede beregninger og antagelser av gjennomføring er det beregnet et totalutslipp for denne delen av prosjektet på 77 967 tonn CO₂-ekvivalenter, se Tabell 6-4. Materialproduksjon (A1-A4) står for ca. 68 % av totalutslippene, mens utbygging (A5) står for 8 % og drift og vedlikehold for 24 %.

Det er gjort en rekke antagelser for sammensetning av materialforbruk for både tunnel og veg i dagen fordi materialforbruk ikke avklares i detalj før neste prosjektfase. Dette er beskrevet i delkapittel om utslippsfaktorer og materialsammensetning.

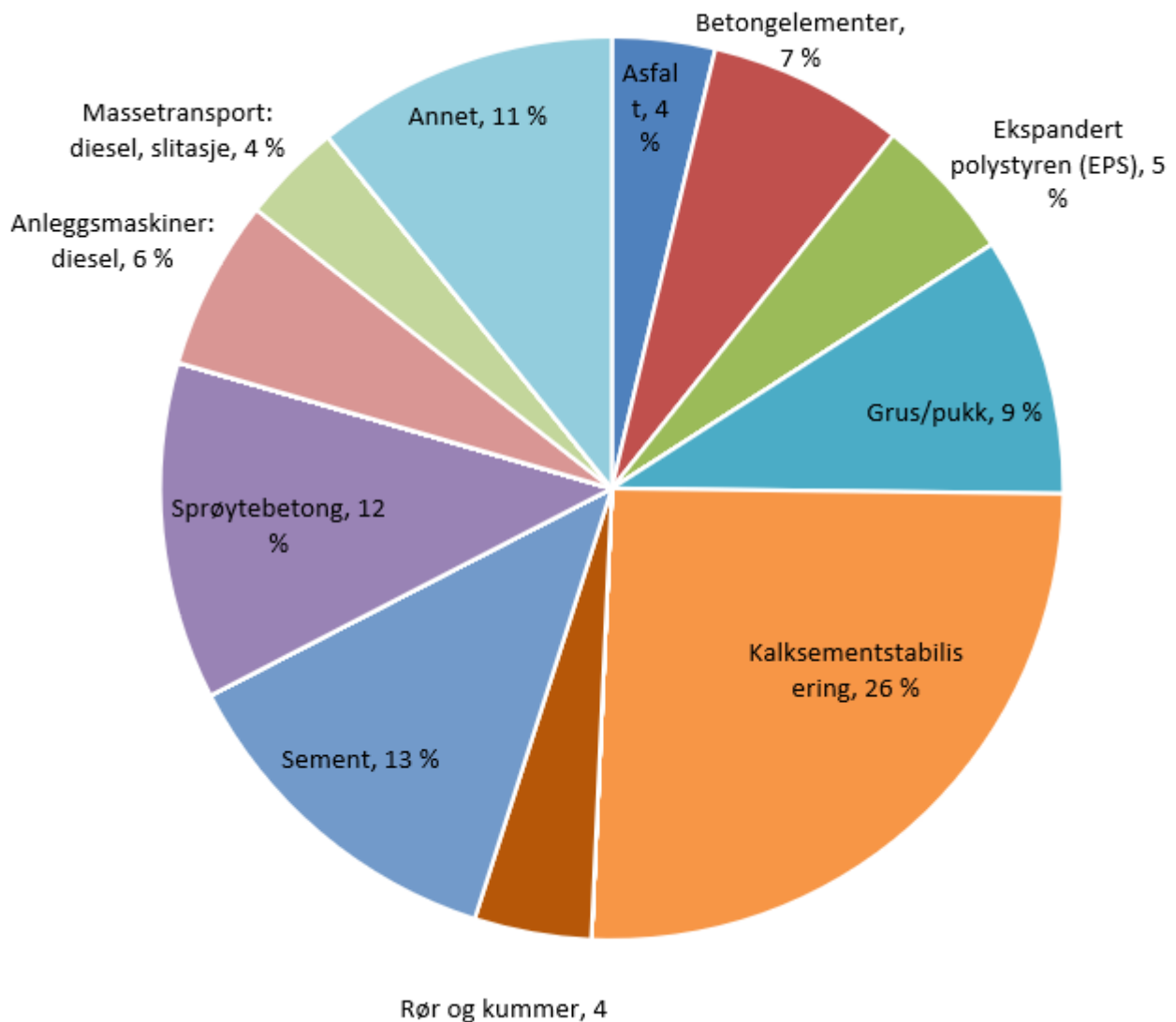
Tabell 6-4. Totalutslipp fordel på livsløpsfase (materialproduksjon, utbygging og drift/vedlikehold) for veiprojektet uten bru over Vestfjorden. Dette inkluderer veg i dagen og tunnel. Utslippene er beregnet over et livsløp på 60 år.

Livsløpsfase	tonn CO ₂ e
Materialproduksjon (A1-A4)	52 975
Utbygging (A5)	5 906
Drift og vedlikehold 60 år (B4-B5)	19 086
Totalt for hele levetiden	77 967

Figur 6-2 viser fordeling av utslipp per materialkategori for materialproduksjon og utbygging samlet. Det er kalksementstabilisering som står for de største utslippene med 26 %. Kalksementpeling benyttes for stabilisering av dårlige grunnforhold og er en prosjektkritisk post for gjennomføring. Videre følger utslipp fra sement med 13 % og sprøytebetong med 12 %. Disse materialgruppene inkluderer sikring i tunnelene. Sprøytebetong er hovedsakelig knyttet til brannsikring utenfor PE-skum og sprøytebetongbuer, mens sement er knyttet til injeksjon.

Betongelementer utgjør 7 % av utslippene fra materialproduksjon og utbygging. Betongelementer er antatt brukt for vann og frostsikring i sidevegger av tunnelene. Videre følger grus/pukk med 9 % og EPS med 5 % av totalutslippene for materialproduksjon og utbygging. EPS er lagt til grunn som fyllingsmateriale i lette fyllinger og vegfyllinger for å unngå belastninger i grunnen langs enkelte områder for veg i dagen. Til slutt står asfalt for 4 % av utslippene, diesel fra anleggsmaskiner for 6 %, massetransport for 4 %, og rør og kummer for 4 %.

Annet utgjør 11 % av utslippene. I denne posten ligger blant annet fyllinger av skumglassgranulat, PE-skum (plater), sprengstoff, støttemur, stålsputt og stål i armering og bolter, samt rekkverk.



Figur 6-2 Viser klimagassutslipp samlet for materialproduksjon og utbygging for veg i dagen og tunnel. Utslippene inkluderer direkte utslipp på byggeplass, men inkluderer ikke utslipp fra arealbruksendringer. Materialtypene med høyest utslipp er kalksementstabilisering (26 %), sprøytebetong (12 %), sement (13 %), og grus/pukk (9 %).

Fra drift og vedlikehold er det beregnet et utslipp på 19 086 tonn CO₂-ekvivalenter gjennom et livsløp på 60 år. Det er hovedsakelig utslipp knyttet til elektrisitet (dvs. strømforbruk) som utgjør de største utslippene, se tabell 6-5. Anleggsmaskineri innebærer utslipp fra dieselforbruk for maskiner, antatt brukt i arbeid med drift og vedlikehold. Eksempelvis bytte av rekkverk, asfalt og belysning. Utslipp fra asfalt er hovedsakelig utslipp knyttet til reasfaltering. Strøsalt er antatt utslipp knyttet til vinterdrift av veinettet.

Tabell 6-5. Totale utslipp fra drift og vedlikehold av tunnel og vei gjennom en levetid på 60 år.

Drift og vedlikehold 60 år (B4-B5)	tonn CO ₂ e
Anleggsmaskineri	517
Elektrisitet	16 381
Asfalt	1 345
Strøsalt	246
Andre materialer	597
Sum	19 086

Det er også beregnet det som anses som direkte utslipp på byggeplass. Dette inkluderer diesel i anleggsmaskin, massetransport og sprengning og tilsvarer 4 478 tonn CO₂-ekvivalenter. Utslipp knyttet til arealbeslag er hovedsakelig i forbindelse med beslaglegning av dyrket mark/matjord og tilsvarer 1 014 tonn CO₂-ekvivalenter, se Tabell 6-6.

Tabell 6-6. Beregnet direkte utslipp på byggeplass og av arealbeslag for vei i dagen.

Direkte utslipp på byggeplass	4 478
Utslipp arealbeslag/arealbruksendring	1 014

7 Beskrivelse av oppdateringene fra 2020 til 2022

Klimagassbudsjettet i 2022 har blitt oppdatert både med hensyn på nytt datagrunnlag (materialer og mengder) for 2022 samt at utslippene er blitt beregnet i en oppdatert versjon av VegLCA. I 2020 ble VegLCA v4.06 brukt, mens i 2022 har VegLCA v5.06 blitt brukt. Dette er nærmere beskrevet i de følgende delkapitlene.

7.1 Oppdatering av VegLCA fra v4.06 til v5.06

Oppdateringen av VegLCA fra v4.06 til v5.06 innebærer blant annet oppdaterte utslippsfaktorer i tråd med at mer relevant data har blitt tilgjengelig og flere EPD-er har blitt publisert. For eksempel har utslippsfaktoren til forskjellige stålelementer blitt redusert med rundt 40%, mens utslippsfaktor for asfaltgrus har blitt redusert på grunn av at flere kategorier av asfalt har blitt inkludert. I tillegg har utslippsfaktoren for kalksementstabilisering økt noe. Det har også blitt lagt til flere typer materialer i VegLCA v5.06, noe som kan gjøre resultatet mer nøyaktig. Denne endringen er ikke veldig relevant når det kommer til bruk av mellomfaseverktøyet, da kategoriene allerede er rimelig aggregert.

En sammenligning av resultatene i klimagassutslipp med VegLCA v4.06 og v5.06 ble gjort med mengdegrunnlaget for 2020. Det totale resultatet i utslipp for prosjektet (hengebru + veg og tunnel) ble ikke signifikant endret ved denne oppdateringen; en reduksjon i totalutslipp på ca. 4 % fra v4.06 til v5.06.

7.2 Oppdatert datagrunnlag

I 2022 har prosjektet justert mengdeantakelser, samt at det er blitt lagt inn noen nye kategorier/materialtyper. I tillegg har alle valg om traseer, tekniske krav og materialvalg blitt gjort.

En oversikt over nye materialtyper med tilhørende mengder som har blitt lagt inn i 2022 er oppgitt i *Tabell 7-1*. Disse gjelder for veg og tunnel, dvs. at hengebru ikke har noen nye materialtyper inkludert.

Tabell 7-1. Materialtyper som er lagt til mengdegrunnlaget for 2022.

Type materiale	Mengde	Enhet
Normalbetong, B45, Bransjereferanse	2 686	m ³
Rekkverk, standard vegrekkverk	4 110	lm
Rekkverk på bru (kjøresterkt rekkverk i stål)	953	lm
Rør og kummer, betong	855	tonn
Rør og kummer, plast	813	tonn
Støttemur av betong	850	m ²
Støttemur av naturstein	5 421	m ²

Når det kommer til mengdegrunnlaget, er det blitt gjort en del endringer fra 2020 til 2022 på bakgrunn av oppdatert/ny informasjon. De viktigste forskjellene er beskrevet nedenfor.

For hengebru er det ikke store forskjeller i mengdegrunnlaget. Det som skiller seg ut, er mengde spennarmering i stål som er redusert med ca. 20 % fra 2020 til 2022.

For veg og tunnel er det flere (større og mindre) forskjeller i mengdegrunnlaget. De som påvirker klimagassutslippene mest, er følgende:

- > Kalksementstabilisering ble redusert fra 39 000 tonn til 14 300 tonn i 2022, som resulterte i en reduksjon i utslipp på 63 % for kalksementstabilisering.
- > Mengde asfalt for veg og tunnel er redusert fra 21 789 tonn i 2020 til 4 018 tonn i 2022. Asfaltbruk ble beregnet på nytt med bakgrunn i forskjellige asfalttykkelser på forskjellige typer veier: 60 mm på gang- og sykkelveier og sideveier, samt 80 mm på hovedveier. Dette blir en noe forenklet versjon av virkeligheten, men vil antageligvis gi et mer riktig nummer enn anslaget som ble gjort i 2020.
- > Mengde sprøytebetong, sement og sprengstoff har blitt redusert fra 2020 til 2022, noe som påvirker utslippene en del.
- > I tillegg er det materialtyper hvor mengdene og dermed også utslippene har økt i 2022. De viktigste er listet nedenfor.
 - > grus/pukk til forsterkningslag (økt fra 131 148 Am³ til 185 784 Am³)
 - > materialtypene i Tabell 7-1 er lagt til i 2022. Disse mengdene utgjør likevel ikke mye på totalen.

I tillegg har antakelsen om buelengde på tunnelprofil blitt endret til den teoretiske sprengprofilen i henhold til N500. Armering har også blitt beregnet på en annen måte i de oppdaterte beregningene. Materialtyper som bolter, rør og kummer, og støttemur hadde beregnede mengdeanslag i 2020 også, men var ikke inkludert i klimagassbudsjettet.

Totalt sett er klimagassberegningene i 2022 redusert med omtrent 25 % sammenlignet med 2020 for prosjektet hengebru + veg og tunnel. Dette skyldes hovedsakelig reduksjon i behovet for kalksementstabilisering som er en følge av justeringen av veigeometrien.

8 Konklusjon

Hele prosjektet inkludert hengebru resulterer i et totalutslipp på 92 859 tonn CO₂-ekvivalenter, se Tabell 8-1. Veg i dagen og tunnel utgjør hoveddelen av totalutslippet, hvor materialproduksjon bidrar i størst grad. Materialtypene kalksementstabilisering, fulgt av sprøytebetong, sement, og grus/pukk er postene med høyest utslipp. For brua er det konstruksjonsstål som står for de største utslippene.

Tabell 8-1 Oppsummering av totale utslipp for de ulike beregningsscenarioene i klimagassbudsjettet.

Tonn CO ₂ -ekvivalenter	
1. Hengebru	14 891
2. Veg i dagen og tunnel	77 967
3. Prosjektet totalt inkludert hengebru*	92 859

*Dette utslippstallet er beregnet med ulik levetid for hengebru og veg i dagen. Hengebru er beregnet med levetid på 100 år, mens veg og tunnel er beregnet med levetid på 60 år.

Sammenlignet med utslippstall fra 2020 gir de nye oppdaterte beregningene for 2022 en reduksjon på ca. 25 % i klimagassutslipp. Dette skyldes hovedsakelig en reduksjon i behovet for kalksementstabilisering som er en følge av justeringen av veigeometrien.

9 Usikkerheter

Usikkerheten i beregningene er hovedsakelig knyttet til mengder og CO₂-faktorer. Detaljeringsgraden og nøyaktighetsgraden i mengdeanslaget er overordnet og ikke alle prosesser er medtatt i foreliggende plannivå. Detaljering av mengdegrunnlag skjer i senere faser, og med større detaljering vil også utslippene kunne øke. Det er likevel et beslutningsgrunnlag som kan benyttes i foreliggende planfase.

Det er også knyttet usikkerhet til transportavstander og antatt lokalisering av deponier som legges til grunn for beregningene i denne reguleringsplanen. Utslipet basert på transportarbeidet kan enten være overestimert eller underestimert.

For hengebru er det usikkerheter i hvor stor grad verktøyet (VegLCA) medtar spesifikke anleggsteknisk gjennomføring og bruk av maskiner ved bygging av hengebrua.

Analysen har ikke med utslipp fra rivningsarbeid eller avhending etter endt levetid. Dette vil påvirke det totale utslippet. Bakgrunnen for å ikke inkludere disse faktorene baseres på svært usikre utslippstall og usikkerhet knyttet hva som vil skje med de ulike materialene ved endt levetid. Avskoging for eksempel, fører til klimagassutslipp, men kan også bidra til sirkulær utslippsreduksjon ved at biomassen brukes til å danne biodrivstoff eller fjernvarme som kan erstatte fossilt drivstoff.

Behov for grunnstabilisering er overordnet vurdert i reguleringsplanen, men godt nok for fasen prosjektet er i. Dette er en mengde som kan påvirke klimagassberegningene i større eller mindre grad. Grunnforholdene og dermed behovet for grunnstabilisering er en viktig faktor og usikkerhetene vil gjenspeile i mengden og utslipp av blant annet kalksementstabilisering.

Arbeidet innenfor klima og klimagassreduksjon er i utvikling. Det utvikles stadig nye eller forbedrede klimavennlige metoder for å redusere utslipp fra blant annet anlegg, og det forventes en teknologisk utvikling på elektrifisering av tyngre kjøretøy. Det er vanskelig på forhånd å vurdere hvilke teknologiske områder som vil lykkes, men det er viktig at prosjekter som skal bygges frem i tid, må se denne utviklingen i sammenheng og åpne opp for at nye og forbedrede metoder kommer eller blir mer etablert som tiltak når entrepriser skal ut på anbud eller bygging starter.

10 Anbefalinger for videre planlegging

Ved å legge klimagassutslipp til grunn for valg av alternativ er det mulig å velge det alternativet som gir minst utslipp i form av tonn CO₂-ekvivalenter. Videre er det mulig, i senere faser av prosjektet, å vurdere ytterligere tiltak for å redusere klimagassutslippene i prosjektet ved å knytte utslipp til innsatsfaktorer.

Produksjon, transport og bruk av mengde materiale er en viktig faktor for klimagassutslipp ved utbygging av transportinfrastruktur. Ved å ha fokus på type og mengde materiale i den videre planleggingen kan det være mulig å legge opp til klimabesparelse ut fra valgt løsning.

10.1 Materialvalg

Det bør gjøres en vurdering av om det finnes alternative materialvalg i markedet som gir lavere utslipp av klimagasser over et livsløp som i tillegg tilfredsstillende de tekniske kravene for de elementene som skal bygges. Dette gjelder spesielt for betong, sement, kalksement og stål. Det bør kartlegges hvilke konstruksjoner hvor det er mulig å benytte lavkarbonklasse A eller enda mer klimavennlig betong som lavkarbon pluss eller lavkarbon ekstrem (mtp. herdetid, tekniske egenskaper mm.). For sement bør det vurderes om det er mulig å benytte annen type injeksjonsmiddel, som er mer miljøvennlig en CEM I.

For materialmengder av stål, betong og sement kan det å stille krav om miljøprestasjon gjennom EPD være et godt insentiv for å få entreprenør å konkurrere på prestasjon av klimagassutslipp. Teknologisk utvikling og klimagassreduksjoner gjennom produksjonen av materialer, kan ha en betydelig påvirkning på klimagassutslippene til prosjektet. Å lete etter innovative leverandører tidlig, samt tilrettelegge prosjektet for bruk av andre typer materialer enn de tradisjonelle, kan dermed være et viktig tiltak for å få ned klimagassutslippene.

Det kan også være mulig å optimalisere mengder forbrukt. Reduksjon i mengde materiale vil også resultere i lavere utslipp, så lenge dette ikke forskyver materialmengden og dermed må øke en annen materialmengde. Både lengde på bruer og tunneler kan også optimaliseres for å redusere mengde materialforbruk.

For materialforbruk er det anbefalt følgende for å ytterligere redusere klimagassutslipp:

- > Velge robuste materialer med lavere utslipp over livsløpet.
- > Vurdere utslipp fra materialer gjennom EPD-er.
- > Optimalisere løsninger for reduksjon av materialforbruk.
- > Fokus på å gjenbruke eksisterende konstruksjoner og elementer.
- > Bruk av lokale leverandører som reduserer kjørelengder av materialtransport.

10.2 Massehåndtering og -transport

For massehåndtering og -transport er det anbefalt, med denne fagrapporten som grunnlag, å utarbeide mer detaljerte planer for massedisponeringen som en del av den videre detaljeringen av prosjektet. Masseberegning etter ytterligere optimalisering av veillinje vil være grunnlag for både prising av arbeidet og utarbeiding av detaljerte planer for transport, massedisponering og miljøoppfølging. Det er i prosjektets rapport for anleggsgjennomføring; *plassering av overskuddsmasser* sett på ulike områder for håndtering av overskuddsmasse, som kan være aktuelle.

Videre er det anbefalt å i størst mulig grad redusere utslippene fra byggeplass. Dette kan for eksempel bli gjort ved å tilrettelegge for bruk av fossilfrie og/eller elektriske anleggsmaskiner og lastebiler. I tillegg å ha fokus på å optimalisere material- og massetransporten for å sløfye unødig transport.

I anleggsprosjekter der det finnes ressurser lokalt er det anbefalt at byggherren honorere bruk av lokale masser, det samme gjelder ombruk av stedlige masser. Nye kvalitetsmasser er en begrenset ressurs. Det er mulig å se på ytterligere bearbeidelse av bergmassene til forsterkningslag, frostsikringslag eller annet pukkbehov for å øke ombruket og redusere transport av overskuddsmasser i videre planlegging av prosjektet. Insentiv for entreprenør gjennom konkurransegrunnlag for å redusere massetransport er også viktige faktorer som kan påvirke utslippene fra denne delen av prosjektet. I utbygging vil entreprenøren sitte på mye kunnskap som ytterligere kan redusere utslipp fra massetransport etter at veilinje mm er optimalisert, dersom de får mulighet til gevinster eller insentiv gjennom kontrakt.

Andre aktuelle tiltak er:

- > Etablere en helhetlig strategi for massehåndtering og vurdering av utslipp.
- > Bruk av jordmasser til skråningspuss lokalt
- > Utnyttelse av god steinkvalitet i overbygningen (utnytte de stedene med best steinkvalitet)
- > Legge opp til driftstekniske løsninger som optimaliserer logistikk/kjørelengde
- > Se på uttak fra tunnel; kontursprenging for optimalisert profil. Hovedprinsippet er nøyaktig boring, med svake og jevnt fordelte ladninger og en gjennomtenkt bor-, lade- og tennplan tilpasset både geologi og geometri (kontursprenging). I tillegg til erfaring fra dyktige fagfolk i gjennomføringen.

10.3 Arealbruksendringer

Det totale påvirkningen av klima fra endret arealbruk kan ses som en funksjon av arealets opprinnelige påvirkning på klimaet, utslepp fra selve endringsarbeidet og arealets fremtidige påvirkning på klimaet.

Det er ulike tiltak som kan gjøres for å minimere klimagassutsleppet fra arealbruk. Det mest effektive og åpenbare er å redusere arealet av urørt natur som blir påvirket. Der hvor veinbredde og tilhørende konstruksjoner ikke kan redusere fotavtrykket på jordbruk og skog, kan en ha andre avbøtende tiltak:

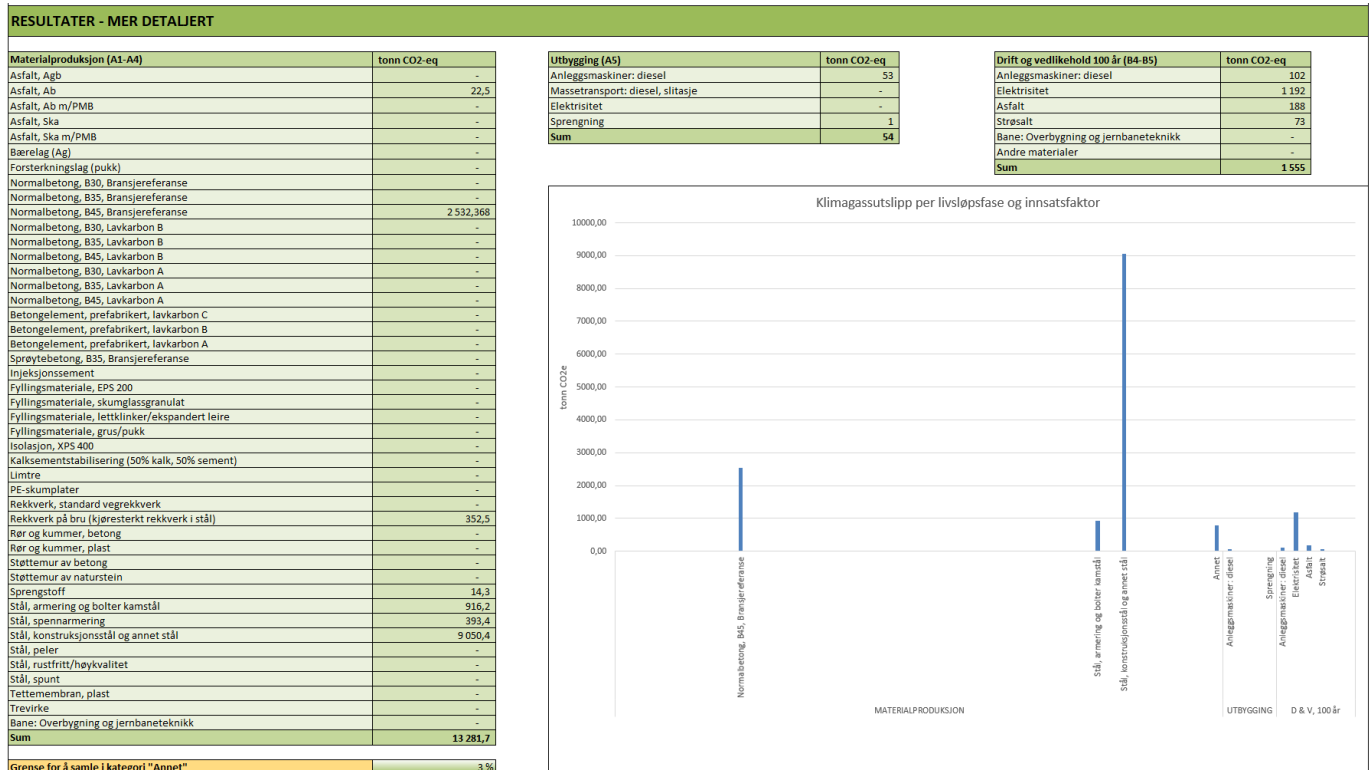
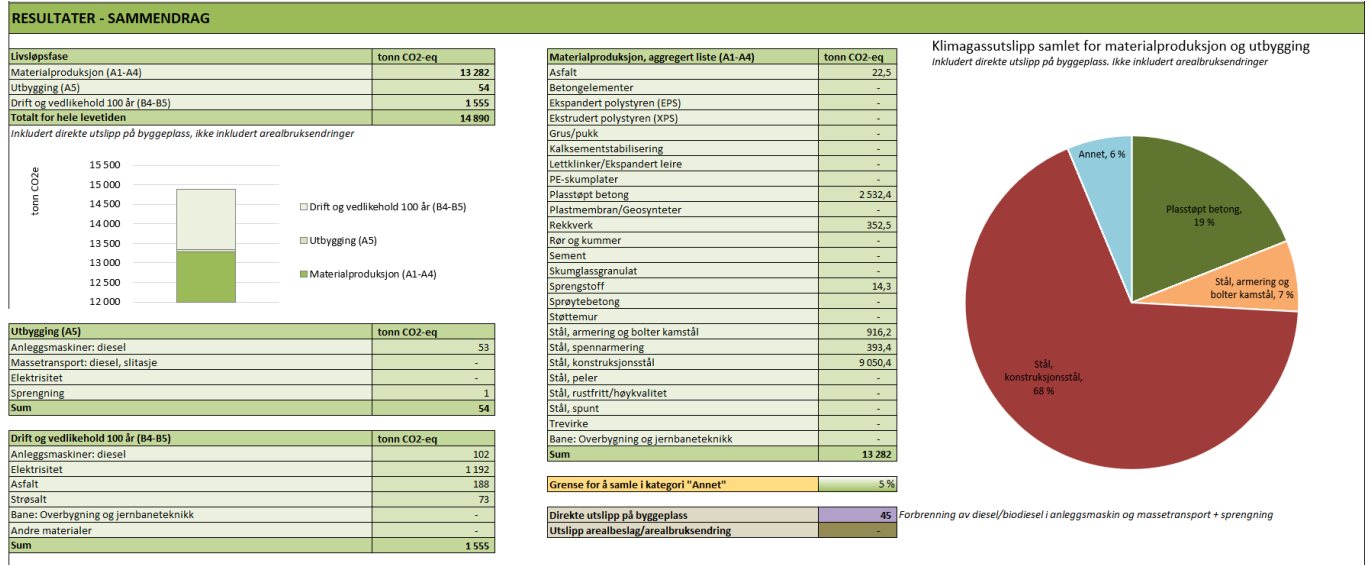
- > Insentiv for entreprenør om å påvirke omkringliggende areal minst mulig kan være et virkemiddel for å redusere utslipp fra arealbruk.
- > Omdisponere jordbruk i henhold til matjordplan for å unngå permanent arealbruksendring av disse massene og arealene.
- > Løsninger for erstatningsarealer eller ny beplantning (eksempelvis for skogsarealer) der dette er mulig i prosjektet.
- > For skog vil det å sikre en god foryngelse etter hogst kunne være aktuelt dersom mulig. I tillegg til alle tiltak som øker tilvekst, og dermed opptaket av CO₂.
- > Forvaltningen av urbane grøntområder, f.eks. trær i alléer, vil kunne ha betydning på karbonbeholdninger i utbygde arealer.

11 Kilder

- > NS-EN ISO 14020:2001. "Miljømerker og deklarasjoner – generelle prinsipper (ISO 14020:2000)
- > NS-ISO 14025:2006. "Miljømerker og deklarasjoner – miljødeklarasjoner type III – prinsipper og prosedyrer (ISO 14025:2006).
- > NS-EN ISO 14040:2006. " Miljøstyring - Livsløpsvurdering - Prinsipper og rammeverk (ISO 14040:2006)"
- > NS-EN ISO 14044:2006. " Miljøstyring - Livsløpsvurdering - Krav og retningslinjer (ISO 14044:2006)"
- > Norsk betongforening, 2019. Publikasjon nr. 37, Lavkarbonbetong.
https://betong.net/?attachment_id=12057
- > Statens vegvesen Vegdirektoratet, rapport 428, Bærekraftige betongkonstruksjoner, 2018
- > VegLCA v.4.01. Brukerveiledning.
<https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/miljo+og+omgivelser/klima/klimagassreduksjoner-i-anlegg-og-drift>
- > VegLCA v.4.01 Dokumentasjon.
<https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/miljo+og+omgivelser/klima/klimagassreduksjoner-i-anlegg-og-drift>

12 Vedlegg

> Hengebru



> Tunnel og vei i dagen

