

VESTFOLD OG TELEMARKE FYLKESKOMMUNE
DETALJREGULERINGSPLAN FOR NY FASTLANDSFORBINDELSE FRA FÆRDER KOMMUNE

KLIMAGASSBUDSJETT

FAGRAPPORTE

OPPDRAESNR.

A122639

VERSJON

1.0

UTGIVELSES DATO

2020-06-15

BESKRIVELSE

Endelig versjon

UTARBEIDET

Ida Nossen

KONTROLLERT

Kristine Wasrud

GODKJENT

Elisabeth F. Aspø /
Olav Eriksen

DOKUMENTINFORMASJON	
Rapporttittel:	Detaljreguleringsplan for Ny fastlandsforbindelse fra Færder kommune
Dato:	15.06.2020
Utgave:	Endelig versjon
Filnavn:	RAP YM Klimagassbudsjett
Oppdragsgiver:	Vestfold og Telemark fylkeskommune
Kontaktperson hos oppdragsgiver:	Nils Brandt
Utfører:	COWI AS
Prosjektleder COWI AS:	Olav Eriksen
Utarbeidet av:	Ida Nossen
Sidemannskontroll:	Kristine Wasrud
Godkjent:	Olav Eriksen / Elisabeth Flønes Aspø

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.

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

15. juni 2020
Oslo

INNHOOLD

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	16
6.1	Klimagassbudsjett hengebru separat	16
6.2	Klimagassbudsjett samvirkebru separat	18
6.3	Klimagassbudsjett veg i dagen og tunnel	20
7	Konklusjon	23
8	Usikkerheter	24
9	Anbefalinger for videre planlegging	25
10	Kilder	26
11	Vedlegg	27

2 Sammendrag

Det er gjennomført klimagassberegninger for detaljregulering for ny fastlandsforbindelse fra Færder kommune. 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 tre klimagassberegninger:

- 1 Hengebru separat
- 2 Hele prosjektet m/hengebru
- 3 Hele prosjektet m/samvirkebru.

Beregningene er gjennomført med mellomfaseverktøyet i VegLCA v. 4.06.

For brukonseptene viser resultatene at hengebru over Vestfjorden er det alternativet som vil resultere i lavest utslipp av klimagasser, sammenliknet med samvirkebru. Hengebru er beregnet med et totalutslipp på 18 317 tonn CO₂-ekvivalenter, mens samvirkebru er beregnet til 38 793 tonn CO₂-ekvivalenter. Det er også beregnet utslipp fra Samvirkebru dimensjonert for skipsstøt (alternativ B). Dette alternativet gir tre ganger så høyt utslipp (112 222 tonn CO₂-ekvivalenter) sammenliknet med den enklere samvirkebrua. Alternativet er vist i vedlegg.

Totalt vil hele prosjektet med samvirkebru resultere i et klimagassutslipp på 144 158 tonn CO₂-ekvivalenter. Hele prosjektet med hengebru resulterer i et totalutslipp på 123 682 tonn CO₂-ekvivalenter.

Tonn CO ₂ -ekvivalenter	
1. Hengebru	18 317
2. Samvirkebru	38 793
3. Vei i dagen og tunnel (totalt eks. bru)	105 365
4. Totalt inkludert hengebru	123 682
5. Totalt inkludert samvirkebru	144 158

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.

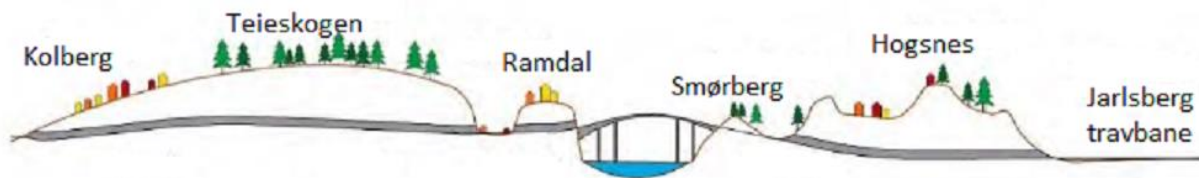
3.2 Kort beskrivelse av tiltaket

Tiltaket omfatter en strekning på ca. 6 km. I Færder kommune starter prosjektet med en ny tverrforbindelse mellom Smidsrødveien og Kirkeveien ved Kolberg. Videre fortsetter forbindelsen i tunnel under Teieskogen og kommer ut i dagen ved Ramdal/ Munkerekka. Fra Ramdal går forbindelsen inn i tunnel under Rambergåsen før fjordkryssing over til Smørberg i Tønsberg kommune. Fra Smørberg går forbindelsen så i tunnel under Hogsnesåsen og kommer ut i bunnen av Hogsnesbakken. Herfra følger den dagens fv. 303 frem til påkobling mot fv. 300.

Den nye veien dimensjoneres som 4-felts vei etter B9 i Veg- og gateutforming (N100 fra 2019). B9 gjelder kapasitetssterke veier/gater med fartsgrense 60 km/t. Kryssene planlegges som rundkjøringer, men strekningene mellom kryssene vurderes for hastighet 60 eller 70 km/t.



Figur 3-1: oversiktskart over veitraseen og varslet planområde.



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". Rapporten omhandler resultatene fra klimagassberegningene for reguleringsplan.

Formålet med beregningene er å etablere et utslippstall for prosjektet og konsepter, 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 legger opp til store utslippskutt av klimagasser fra bygg- og anleggssektoren for samferdsel frem mot 2030. I grunnlagsdokumentet for NTP er det lagt opp til følgende klimamål:

- > 40 % reduksjon av klimagassutslipp fra bygging og anlegg innen 2030.
- > 50 % reduksjon av klimagasser fra drift- og vedlikehold innen 2030.

Det utredes to brukonsepter over Vestfjorden: hengebru og samvirkebru. Hengebrua spanner over hele fjorden med anslagsvis 110 m høye tårn. Samvirkebrua har fundamenter i fjorden og er uten tårn, og består av søyler av betong og en brukasse av stål med en støpt betongplate.

Foreliggende rapport presenterer resultatene fra tre klimagassberegninger:

- 1 Hengebru separat
- 2 Samvirkebru separat
- 3 Hele prosjektet m/samvirkebru.

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

Som en tommelfingerregel består utslipp fra et veiprojekt som følger:

- > 2/3 fra materialer
- > 1/3 fra anleggsmaskiner

Klimagassutslipp kan videre allokere 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 dieslbiler. Dieslbiler 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. Benevnningen 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 (oppsetningstid) 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 og CO₂-ekvivalenter. De andre miljøeffektkategoriene er ikke beregnet i mellomfaseverktøyet. Det anbefales at disse inkluderes når beregninger skal gjennomføres på et mer detaljert nivå.

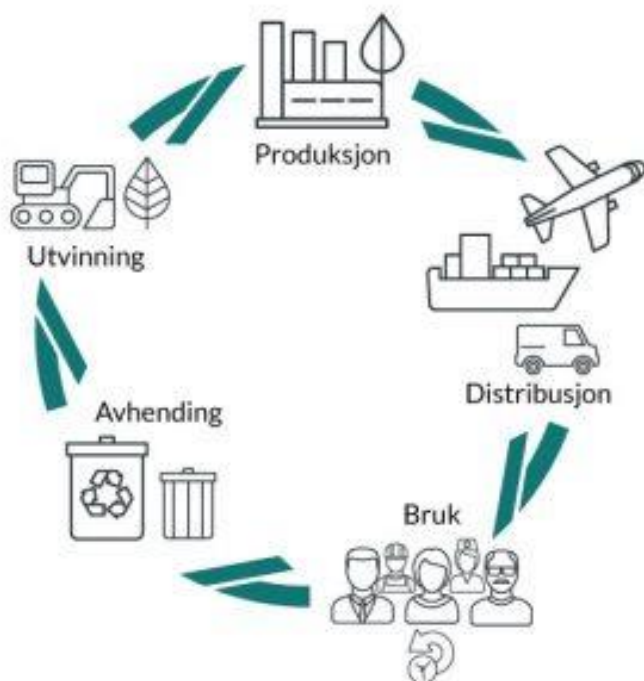
Tabell 4-1 Miljøeffektkategorier i LCA. For beregningene for detaljregulering er det kun medtatt utslipp for GWP og CO₂-ekvivalenter. De resterende miljøeffektkategoriene er ikke beregnet.

Miljøeffektkategori	Utslippsfaktor (enhet)	Beskrivelse miljøeffektkategori
Klimagassutslipp/global warming potential (GWP 100)	Tonn CO ₂ -ekvivalenter/ t CO ₂ -ekv.)	Utslipp 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 14020:2000: "Miljømerker og deklarasjoner – generelle prinsipper"

- > NS-ISO 14025:2006: "Miljødeklarasjoner type III – prinsipper og prosedyrer"
- > NS-ISO 14040:2006: "Miljøstyring – Livsløpsvurderinger – prinsipper og rammeverk"
- > NS-ISO 14044:2006: "Miljøstyring – Livsløpsvurderinger – krav og retningslinjer"

Analysen er utført basert på mengdegrunnlaget 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 veibyging. Det er i kapittel 9 beskrevet anbefalinger og tiltak for videre planlegging for ytterligere reduksjon av klimagasser.

For reguleringsplan er det benyttet mellomfaseverktøyet i VegLCA versjon 4.06. Mellomfaseverktøyet er utviklet til bruk i en planleggingsfase der man ikke har mengdedata tilgjengelig på et detaljert nivå. Tidlige anslagsvurderinger er grunnlaget på dette stadiet.

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 og samvirkebru 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

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

- > N101, Autovern 30 år
- > V124, Lysmaster: 30 år, Lysarmatur: 20 år, Lyskilde: 4 år
- > 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	200 kg CO ₂ -ekv/tonn
Sprøytebetong	B35	332 kg CO ₂ -ekv/m ³
Sement	Standard injeksjonsmiddel	0,860 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 med PE-skum i heng. 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, Rambergtunnelen og Hognestunnelen.

	Materialtype	Utslippsfakto	Antatt prinsipp
Sprøytebetong	B35	80 mm	1) Sprøytebetongbuer 2) sprøytebetong over PE-skum som brannsikring
PE-skum		45 mm	Plater
Injeksjon	Standard portland sement. Cem I.	1500 kg/meter tunnel	Forinjeksjon for tetting

Injeksjon er antatt som standard injeksjonssement i beregningene. Det er krav om forinjeksjon i tunnelene for å redusere risiko for grunnvannstandsenking, men det er ikke beregnet som en del av mengdegrunnlaget da det er for store usikkerheter i denne fasen av prosjektet. 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 stålmateriale basert på tunnel og de ulike brukonseptene. Hovedsakelig er stålmateriale lagte inn som de er; armering (både for betong i bru og sprøytebetongbuer i tunnel), stålpunt (veggspunt), stålpeler (stålrørspeler), 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	0,925 kg CO ₂ -ekv/kg
Skumglassgranulat		Lette fyllinger	23,9 kg CO ₂ -ekv/m ³
EPS	Ekspandert polystyren (EPS 200)	Lette fyllinger	110 kg CO ₂ -ekv/m ³

5.3.4 Elektrisitet

Verktøyet operer med tre scenarier for elektrisitetmikser:

- > Scenario 1: norsk elektrisitetmikser i byggefase og europeisk snitt i driftsfase
- > Scenario 2: norsk elektrisitetmikser i byggefase og driftsfase
- > Scenario 3: europeisk elektrisitetmikser 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 0,102 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 elektrisitetmikser og veiledere.

	Utslippsfaktor i hht. Veileder Bane NOR	Utslippsfaktor i hht. NS 3720/2018	VegLCA
Norsk elektrisitetmikser	0,044 kg CO ₂ -ekv./kWh	0,018 kg CO ₂ -ekv./kWh	
Nordisk elektrisitetmikser	0,190 kg CO ₂ -ekv./kWh	Ikke oppgitt	0,102 kg CO ₂ -ekv./kWh
Europeisk elektrisitetmikser	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 brukonseptene 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	3,19 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

gjenbrukt i linja. Denne massetransporten med tilhørende transportutslipp er ikke medtatt i beregningene. 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. Massetransport av materialer er ikke medtatt i denne transportmengden.

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. Utslippsfaktorer for massetransport er angitt i Tabell 5-6.

Tabell 5-6. Utslippsfaktorer materialtransport.

Massetransport	0,0659 kg CO ₂ -ekv/tkm	Norskprodusert diesel, 20-28 t. Slitasje og drift av veiinfrastruktur er ekskludert.
Materialtransport, helning > 5%	0,280 kg CO ₂ -ekv/tkm	425 % økt drivstofforbruk. Økningen i forbruk er basert på et Britisk studie, ARTEMIS.

5.3.7 Riving av bygningsmasse

Riving av bygningsmasse er utelatt fra beregningene. Dette begrunnes i at det er knyttet stor usikkerhet til utslipp allokert til riveprosesser.

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.

6 Resultater og diskusjon

6.1 Klimagassbudsjett hengebru separat

Hengebru er ett av brukonseptene over Vestfjorden. Beregningene viser at konseptet med hengebru resulterer i et totalutslipp på 18 317 tonn CO₂-ekvivalenter, se Tabell 6-1. Materialproduksjon (A1-A3) står for ca. 91 % av utslippene, utbygging (A5) for 0,3 % og drift og vedlikehold for 8,6 % av totalutslippene.

Utslippene i utbyggingsfasen innebærer hovedsakelig bruk av anleggsmaskiner og noe spregning. Drift- og vedlikehold innebærer hovedsakelig reasfaltering av asfalt og forbruk av elektrisitet gjennom levetiden på brua.

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.

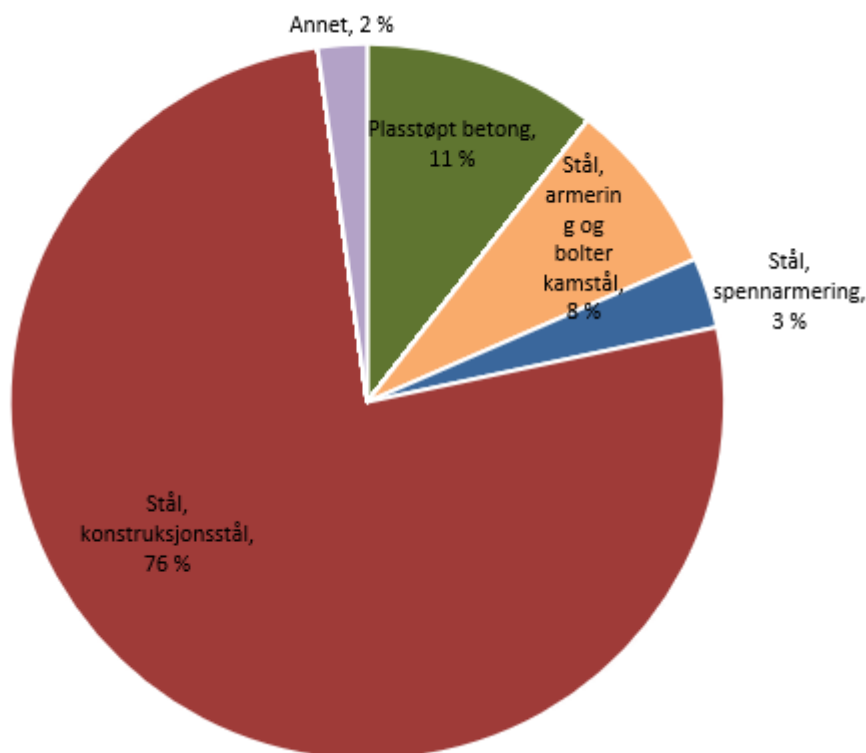
Livsløpsfase	tonn CO ₂ e
Materialproduksjon (A1-A4)	16 700
Utbygging (A5)	48
Drift og vedlikehold 100 år (B4-B5)	1 569
Totalt for hele levetiden	18 317

Det er lite sprengningsarbeid i forbindelse med etablering av hengebrua. Hovedarbeidet med sprengning er i forbindelse med grunnarbeid for etablering av forankringskammer og sprekammer, 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 (76 %). Stål i denne materialkategorien innebærer hovedsakelig stål til avstivningsbærere og kabler (både for sadler og hengere, samt forankringsplater) for hengebrua.

Plasstøpt betong står for 11 % av utslippene. For hengebrua skal det benyttes betong i tårnene og tårnfundamentene, landkar og viadukt, samt pilarer. Armeringsstål står for 8 % av utslippene. Armering er hovedsakelig benyttet i betongkonstruksjonene. Spennarmering utgjør 3 % av utslippene. Spennarmering er hovedsakelig benyttet for oppspenning i forankringene og viadukt.

I tillegg utgjør kategorien "annet" et utslipp på mindre enn 3 % av materialutslippene. Dette er asfalt og rekkverk (stål) for materialer og sprengning og anleggsmaskineri for utbygging. Totalt står denne kategorien for ca. 2 % av samlet utslipp fra materialproduksjon og utbygging.



Figur 6-1. Viser klimagassutslipp samlet for materialproduksjon og utbygging. 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 76 % for konstruksjonsstål, 11 % for plasstøpt betong, 8 % armering, 3 % spennarmering, og 2 % annet.

Fra drift og vedlikehold er det beregnet et utslipp på 1 569 tonn CO₂-ekvivalenter gjennom et livsløp på 100 år. Anleggsmaskineri innebærer utslipp fra forbruk av diesel for maskiner antatt brukt i arbeid med drift og vedlikehold, eksempelvis bytte av rekkverk, asfalt og belysning. Utslipp fra elektrisitet er strømforbruk, asfalt er hovedsakelig utslipp knyttet til reasfaltering. Strøsalt er antatt utslipp knyttet til vinterdrift av veinettet.

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	98
Elektrisitet	1 240
Asfalt	149
Strøsalt	81
Andre materialer	-
Sum	1 569

Det er også beregnet det som anses som direkte utslipp på byggeplass. Dette inkluderer diesel i anleggsmaskin, massetransport og sprengning og tilsvarer 39 tonn CO₂-ekvivalenter, se Tabell 6-3. Det er antatt at denne posten ikke viser hele bildet vil 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.

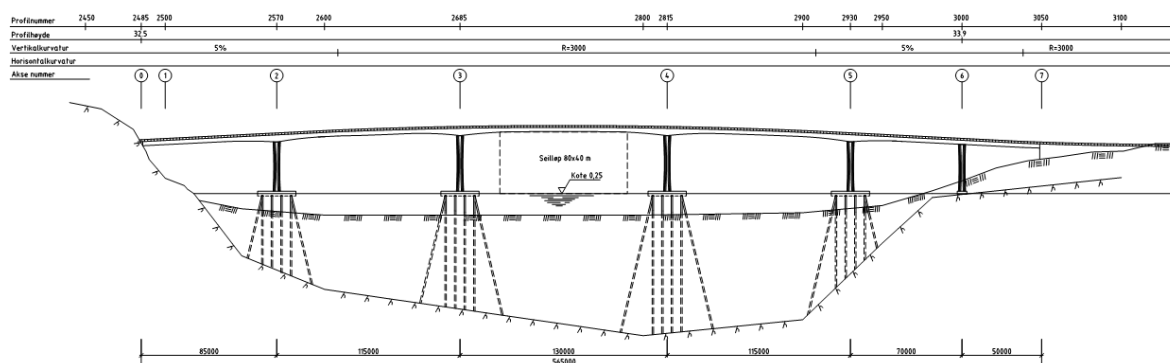
Tabell 6-3. Beregnet direkte utslipp på byggeplass og av arealbeslag for hengebru.

	Tonn CO ₂ -ekv.
Direkte utslipp på byggeplass	39
Utslipp arealbeslag/arealbruksendring	0,0

6.2 Klimagassbudsjett samvirkebru separat

Samvirkebru er det andre brukonseptet som utredes. Her er det utredet to alternativer av brua. Det er valgt å kun presentere resultatene for alternativ "samvirkebru". Samvirkebru alternativ B (dimensjonert for skipsstøt) er kun vist i vedlegg.

En samvirkebru består hovedsakelig av betong og stål og har fundamenter. Det skal etableres en brukasse av stål og betongplate i hver enda av brua. Det er lagt til grunn fem pilarer, hvorav fire prosjekteres i sjø. Figur 6-2 viser et eksempel på hvordan samvirkebrua kan prosjekteres.



Figur 6-2. Oppriss av samvirkebru som beskrevet i RAP_Bru Brualternativer.

Beregningene viser at konseptet med samvirkebru resulterer i et totalutslipp på ca. 38 800 tonn CO₂-ekvivalenter, se Tabell 6-4. Materialproduksjon (A1-A4) står for ca. 89 % av totalutslippene, utbygging (A5) for 0,3 % og drift og vedlikehold for ca. 11 % av de totale utslippene.

Utslippene i utbyggingsfasen innebærer hovedsakelig sprengning og forbruk av diesel i anleggsmaskiner. Drift- og vedlikehold innebærer hovedsakelig reasfaltering av asfalt og forbruk av elektrisitet gjennom levetiden på brua.

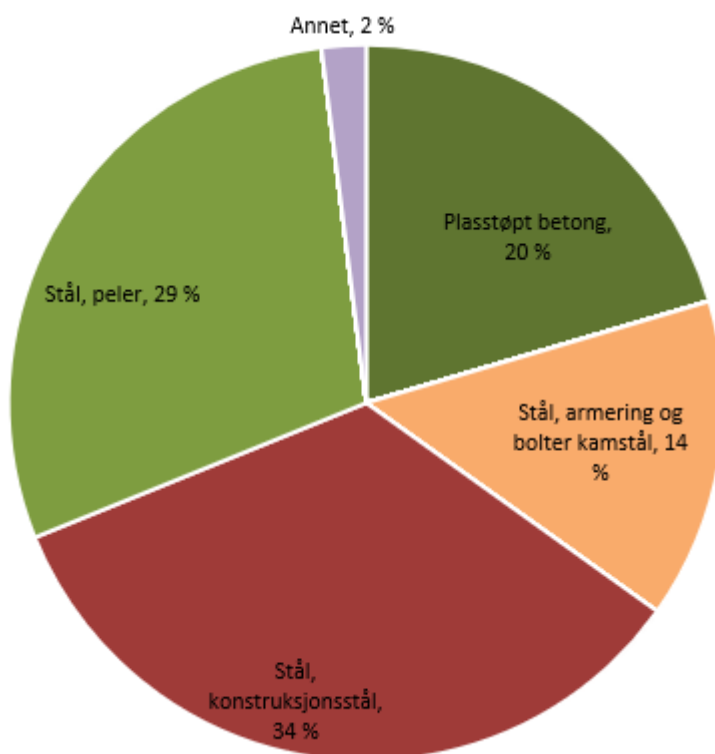
Tabell 6-4. Totalutslipp fordel på livsløpsfase (materialproduksjon, utbygging og drift/vedlikehold) for brukonsept samvirkebru over et livsløp på 100 år.

Livsløpsfase	tonn CO ₂ e
Materialproduksjon (A1-A4)	34 581
Utbygging (A5)	135
Drift og vedlikehold 100 år (B4-B5)	4 075
Totalt for hele levetiden	38 793

Som for hengebru er det lite sprengning som skal gjennomføres. Sprengning legges hovedsakelig til grunn for etablering av akse 0 som skal etableres på berg. De resterende aksene skal fundamenteres i sjø.

Figur 6-3 viser fordeling av utslipp per materialkategori for materialproduksjon og utbygging samlet. Det er stål som hovedsakelig utgjør mesteparten av utslippene for samvirkebrua. Konstruksjonsstål står for 34 % av utslippene og innebærer stål til etablering av stålkassene i hver enda av brua. Stålpeler utgjør 29 % av utslippene for materialproduksjon og utbygging. Stål i denne materialkategorien er stålrørspeler til etablering av brupilarene. 20 % av utslippene er allokert til plasstøpt betong som benyttes i fundamentene til brua, landkarene i hver ende, brupilarene og overbygningen. Stål til armering og bolter utgjør 14 % av de totale utslippene, og innebærer hovedsakelig armering av betongen som benyttes.

Posten "annet" utgjør 2 % av utslippene. Denne kategorien innebærer materialmengder som utgjør mindre enn 3 %. Dette inkluderer blant annet rekkverk, asfalt og sprengning.



Figur 6-3. Viser klimagassutslipp samlet for materialproduksjon og utbygging. Utslippene inkluderer direkte utslipp på byggeplass, men inkluderer ikke utslipp fra arealbruksendringer. For samvirkebrua er det i utgangspunktet minimalt med arealbeslag og ville uansett ikke utgjort en stor andel. Utslippene er fordelt med 34 % for konstruksjonsstål, 29 % for stålpeler, 20 % plasstøpt betong, 14 % armering og 2 % annet.

Fra drift og vedlikehold er det beregnet et utslipp på 4 076 tonn CO₂-ekvivalenter gjennom et livsløp på 100 år, se Tabell 6-5. Anleggsmaskineri innebærer utslipp fra forbruk av diesel for maskiner antatt brukt i arbeid med drift og vedlikehold, eksempelvis bytte av rekkverk, asfalt og belysning. Utslipp fra elektrisitet er strømforbruk, 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 samvirkebrua gjennom en levetid på 100 år.

Drift og vedlikehold 100 år (B4-B5)	tonn CO2e
Anleggsmaskineri	194
Elektrisitet	1 423
Asfalt	2 346
Strøsalt	114
Andre materialer	-
Sum	4 076

Det er også beregnet det som anses som direkte utslipp på byggeplass. Dette inkluderer diesel i anleggsmaskin, massetransport og sprengning og tilsvarer 110 tonn CO₂-ekvivalenter, se Tabell 6-6. Det er antatt at denne posten ikke viser hele bildet av og vil kunne øke basert på mer detaljerte materialmengder i neste planfase.

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

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

Direkte utslipp på byggeplass	110
Utslipp arealbeslag/arealbruksendring	-

6.3 Klimagassbudsjett veg i dagen og tunnel

Det er hentet ut mengdegrunnlag for veg i dagen og tunnel. Dette 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 105 365 tonn CO₂-ekvivalenter, se Tabell 6-7. Materialproduksjon (A1-A4) står for ca. 72 % av totalutslippene, mens utbygging (A5) står for 4 % 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 for neste plannivå. Dette er beskrevet i delkapittel om utslippsfaktorer og materialsammensetning.

Tabell 6-7. Totalutslipp fordel på livsløpsfase (materialproduksjon, utbygging og drift/vedlikehold) for veiprojektet uten bru over Vestfjorden. Dette inkluderer hovedsakelig veg i dagen og tunnel. Utslippene er beregnet over et livsløp på 60 år.

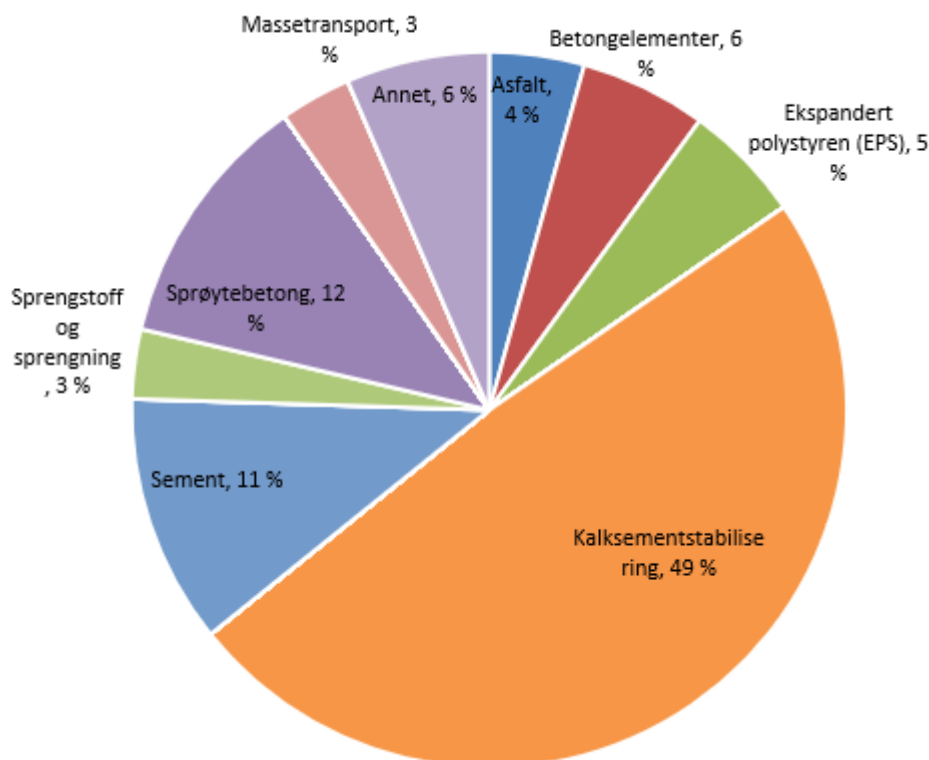
Livsløpsfase	tonn CO2e
Materialproduksjon (A1-A4)	76 234
Utbygging (A5)	4 298
Drift og vedlikehold 60 år (B4-B5)	24 833
Totalt for hele levetiden	105 365

Figur 6-4 viser fordeling av utslipp per materialkategori for materialproduksjon og utbygging samlet. Det er kalksementstabilisering som står for de største utslippene med 49 %. Kalksementpeling benyttes for

stabilisering av dårlige grunnforhold og er en prosjektkritisk post for gjennomføring. Av erfaring vil høyt behov for stabilisering gi høye utslipp av klimagasser. Videre følger utslipp fra sprøytebetong med 12 % og sement med 11 %. 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 6 % av utslippene for materialproduksjon og utbygging. Betongelementer er antatt brukt for vann og frostsikring i sidevegger av tunnelene. Videre følger 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, massetransport for 3 % og sprengning for 3 %.

Annet utgjør 6 % av utslippene. I denne posten ligger blant annet fyllinger av skumglassgranulat, grus og pukk og PE-skum (plater).



Figur 6-4 Viser klimagassutslipp samlet for materialproduksjon og utbygging. Utslippene inkluderer direkte utslipp på byggeplass, men inkluderer ikke utslipp fra arealbruksendringer. Utslippene er fordelt med 49 % for kalkstabilisering, 12 % sprøytebetong, 11 % sement, 6 % for henholdsvis annet og betongelementer, 5 % stabiliseringsfyllinger av EPS og massetransport og sprengning utgjør 3 %.

Fra drift og vedlikehold er det beregnet et utslipp på 24 833 tonn CO₂-ekvivalenter gjennom et livsløp på 60 år. Det er hovedsakelig utslipp knyttet til elektrisitet og asfalt som utgjør de største utslippene, se Tabell 6-8. Anleggsmaskineri innebærer utslipp fra forbruk av diesel for maskiner antatt brukt i arbeid med drift og vedlikehold, eksempelvis bytte av rekkverk, asfalt og belysning. Utslipp fra elektrisitet er strømforbruk, asfalt er hovedsakelig utslipp knyttet til reasfaltering. Strøsalt er antatt utslipp knyttet til vinterdrift av veinettet.

Tabell 6-8. 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	784
Elektrisitet	14 944
Asfalt	8 857
Strøsalt	248
Andre materialer	-
Sum	24 833

Det er også beregnet det som anses som direkte utslipp på byggeplass. Dette inkluderer diesel i anleggsmaskin, massetransport og sprengning og tilsvarer 1 1228 tonn CO₂-ekvivalenter. Utslipp knyttet til arealbeslag er hovedsakelig i forbindelse med beslaglegning av dyrket mark/matjord og tilsvarer 1080 tonn CO₂-ekvivalenter, se Tabell 6-9.

Tabell 6-9. Beregnet direkte utslipp på byggeplass og av arealbeslag for vei i dagen.

Direkte utslipp på byggeplass	1 228
Utslipp arealbeslag/arealbruksendring	1 080

7 Konklusjon

Basert på resultatene fra klimagassberegningene er det samvirkebru som gir høyest utslipp med 38 793 CO₂-ekvivalenter. Hengebru vil, ut fra et klimagassperspektiv og ut fra beregningsgrunnlaget gi de laveste utslippene av CO₂-ekvivalenter over livsløpet av de to brukonseptene som er beregnet. Totalt vil høybru resultere i et utslipp på 18 317 tonn CO₂-ekvivalenter. Det er også beregnet utslipp fra samvirkebru dimensjonert for skipsstøt (alternativ B). Dette alternativet gir tre ganger så høyt utslipp (112 222 tonn CO₂-ekvivalenter) sammenliknet med den enklere samvirkebrua. Alternativet er kun vist i vedlegg.

Totalt for veiprojektet inkludert samvirkebru er det beregnet et utslipp på 144 158 tonn CO₂-ekvivalenter. Hele prosjektet med hengebru resulterer i et totalutslipp på 123 682 tonn CO₂-ekvivalenter. Tabell 7-1 oppsummerer totalutslippene for de ulike scenarioene som er beregnet.

Tabell 7-1 Oppsummering av totale utslipp for de ulike beregningsscenarioene i klimagassbudsjettet.

Tonn CO ₂ -ekvivalenter	
1. Hengebru	18 317
2. Samvirkebru	38 793
4. Vei i dagen og tunnel	105 365
5. Totalt inkludert hengebru	123 682
6. Totalt inkludert samvirkebru	144 158

8 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 og er tilfredsstillende for å vurdere brualternativene opp mot hverandre.

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.

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.

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.

9 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.

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 tilfredsstiller 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 (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.

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.

10 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>

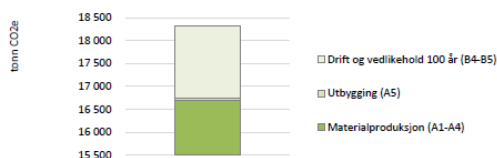
11 Vedlegg

> Hengebru

RESULTATER - SAMMENDRAG

Livsløpsfase	tonn CO2e
Materialproduksjon (A1-A4)	16 700
Utbygging (A5)	48
Drift og vedlikehold 100 år (B4-B5)	1 569
Totalt for hele levetiden	18 317

Inkludert direkte utslipp på byggeplass, ikke inkludert arealbruksendringer



Utbygging (A5)	tonn CO2e
Anleggsmaskineri	47
Massetransport	-
Elektrisitet	-
Sprengning	2
Sum	48

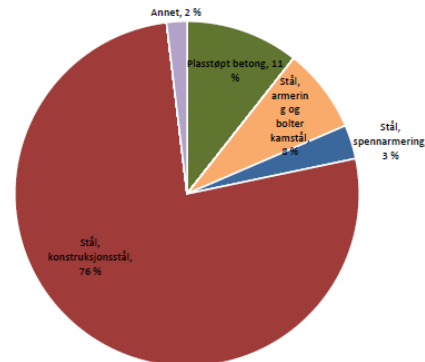
Drift og vedlikehold 100 år (B4-B5)	tonn CO2e
Anleggsmaskineri	98
Elektrisitet	1 240
Asfalt	149
Strøsalt	81
Andre materialer	-
Sum	1 569

Materialproduksjon, aggregert liste (A1-A4)	tonn CO2e
Asfalt	17,9
Betongelementer	-
Ekspandert polystyren (EPS)	-
Ekstrudert polystyren (XPS)	-
Grus/pukk	-
Kalksementstabilisering	-
Lettklinker/Ekspandert leire	-
PE-skumplater	-
Plasstøpt betong	1 779,1
Plastmembran/Geosynteter	-
Rekkverk	224,6
Rør og kummer	-
Sement	-
Skumglassgranulat	-
Sprengstoff	28,1
Sprøytebetong	-
Støttemur	-
Stål, armering og bolter kamstål	1 324,2
Stål, spennarmering	534,1
Stål, konstruksjonsstål	12 792,3
Stål, peler	-
Stål, rustfritt/høykvalitet	-
Stål, spunt	-
Trevirke	-
Sum	16 700,3

Grense for å samle i kategori "Annet" 3 %

Direkte utslipp på byggeplass	38
Utslipp arealbeslag/arealbruksendring	-

Klimagassutslipp samlet for materialproduksjon og utbygging
Inkludert direkte utslipp på byggeplass, ikke inkludert arealbruksendringer



Diesel i anleggsmaskin og massetransport + sprengning

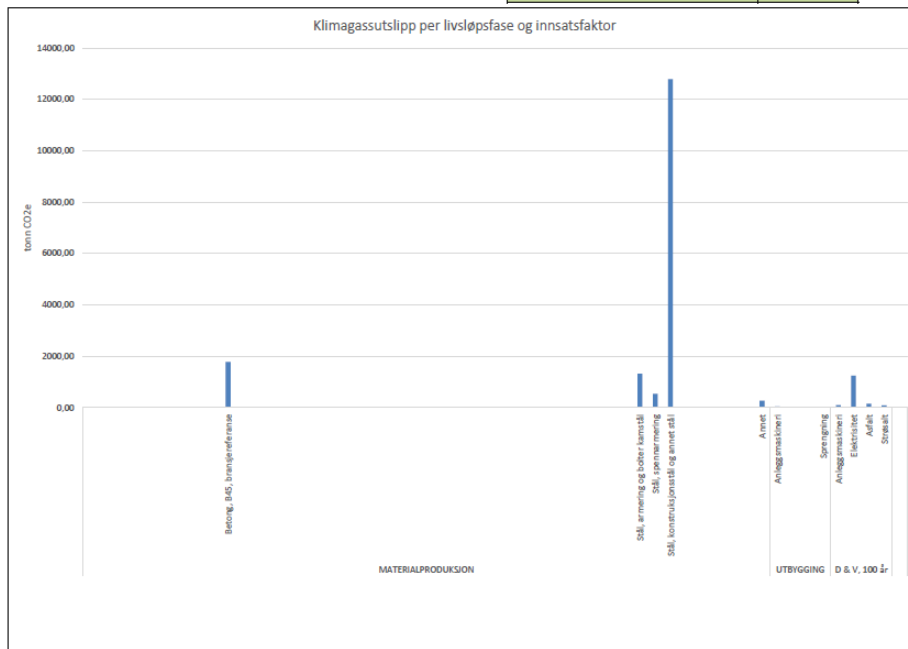
RESULTATER - MER DETALJERT

Materialproduksjon (A1-A4)	tonn CO2e
Asfalt, Agb	-
Asfalt, Ab	17,9
Asfalt, Ska	-
Asfalt, lavtemperatur	-
Asfalt, kaldprodusert	-
Bærelag (Ag)	-
Forsterkningslag (pukk)	-
Betong, B25, bransjereferanse	-
Betong, B35, bransjereferanse	-
Betong, B45, bransjereferanse	1 779,1
Betong, B25, lavkarbon klasse B	-
Betong, B35, lavkarbon klasse B	-
Betong, B45, lavkarbon klasse B	-
Betong, B25, lavkarbon klasse A	-
Betong, B35, lavkarbon klasse A	-
Betong, B45, lavkarbon klasse A	-
Betongelement, prefabrikkert, lavkarbon C	-
Betongelement, prefabrikkert, lavkarbon B	-
Betongelement, prefabrikkert, lavkarbon A	-
Sprøytebetong, B35 (uten fiber av stål/plast)	-
Injeksjonssement	-
Fyllingsmateriale, EPS 200	-
Fyllingsmateriale, skumglassgranulat	-
Fyllingsmateriale, lettklinker/ekspandert leire	-
Fyllingsmateriale, grus/pukk	-
Isolasjon, XPS 400	-
Kalksementstabilisering (50% kalk, 50% sement)	-
Limtre	-
PE-skumplater	-
Rekkverk, standard vegrekkverk	-
Rekkverk på bru (kjørestert rekkverk i stål)	224,6
Rør og kummer, betong	-
Rør og kummer, plast	-
Støttemur av betong	-
Støttemur av naturstein	-
Sprengstoff	28,1
Stål, armering og bolter kamstål	1 324,2
Stål, spennarmering	534,1
Stål, konstruksjonsstål og annet stål	12 792,3
Stål, peler	-
Stål, rustfritt/høykvalitet	-
Stål, spunt	-
Tettemembran, plast	-
Trevirke, annet	-
Sum	16 700,3

Grense for å samle i kategori "Annet" 3 %

Utbygging (A5)	tonn CO2e
Anleggsmaskineri	47
Massetransport	-
Elektrisitet	-
Sprengning	2
Sum	48

Drift og vedlikehold 100 år (B4-B5)	tonn CO2e
Anleggsmaskineri	98
Elektrisitet	1 240
Asfalt	149
Strøsalt	81
Andre materialer	-
Sum	1 569

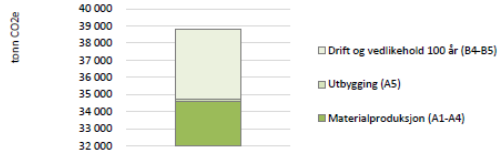


> Samvirkebru

RESULTATER - SAMMENDRAG

Livsløpsfase	tonn CO2e
Materialproduksjon (A1-A4)	34 581
Utbygging (A5)	135
Drift og vedlikehold 100 år (B4-B5)	4 076
Totalt for hele levetiden	38 793

Inkludert direkte utslipp på byggeplass, ikke inkludert arealbruksendringer



Utbygging (A5)	tonn CO2e
Anleggsmaskineri	134
Massetransport	-
Elektrisitet	-
Sprengning	1
Sum	135

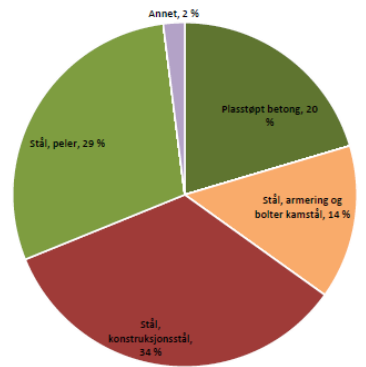
Drift og vedlikehold 100 år (B4-B5)	tonn CO2e
Anleggsmaskineri	194
Elektrisitet	1 423
Asfalt	2 346
Strøsalt	114
Andre materialer	-
Sum	4 076

Materialproduksjon, aggregert liste (A1-A4)	tonn CO2e
Asfalt	281,5
Betongelementer	-
Ekspandert polystyren (EPS)	-
Ekstrudert polystyren (XPS)	-
Grus/pukk	-
Kalksementstabilisering	-
Lettklinker/Ekspandert leire	-
PE-skumplater	-
Plaststept betong	7 088,3
Plastmembran/Geosynteter	-
Rakkverk	257,7
Rør og kummer	-
Sement	-
Skumglassgranulat	-
Sprengstoff	19,8
Sprøytebetong	-
Støttemur	-
Stål, armering og bolter kamstål	5 020,2
Stål, spennarmering	-
Stål, konstruksjonsstål	11 801,0
Stål, peler	10 112,8
Stål, rustfritt/høykvalitet	-
Stål, spunt	-
Trevirke	-
Sum	34 581,3

Grense for å samle i kategori "Annet" 3 %

Direkte utslipp på byggeplass	110
Utslipp arealbeslag/arealbruksendring	-

Klimagassutslipp samlet for materialproduksjon og utbygging
Inkludert direkte utslipp på byggeplass. Ikke inkludert arealbruksendringer



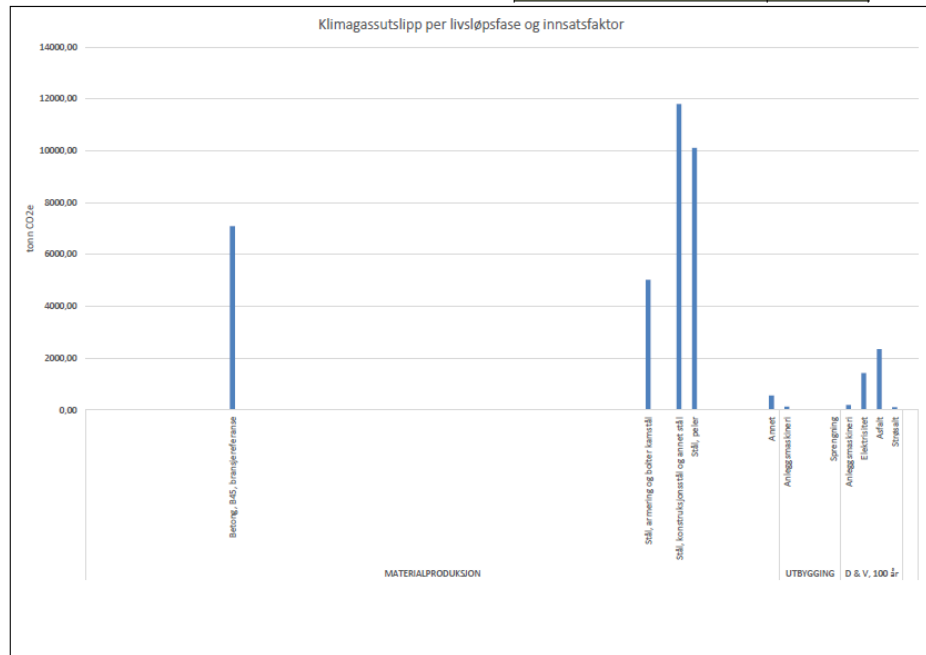
Diesel i anleggsmaskin og massetransport + sprengning

RESULTATER - MER DETALJERT

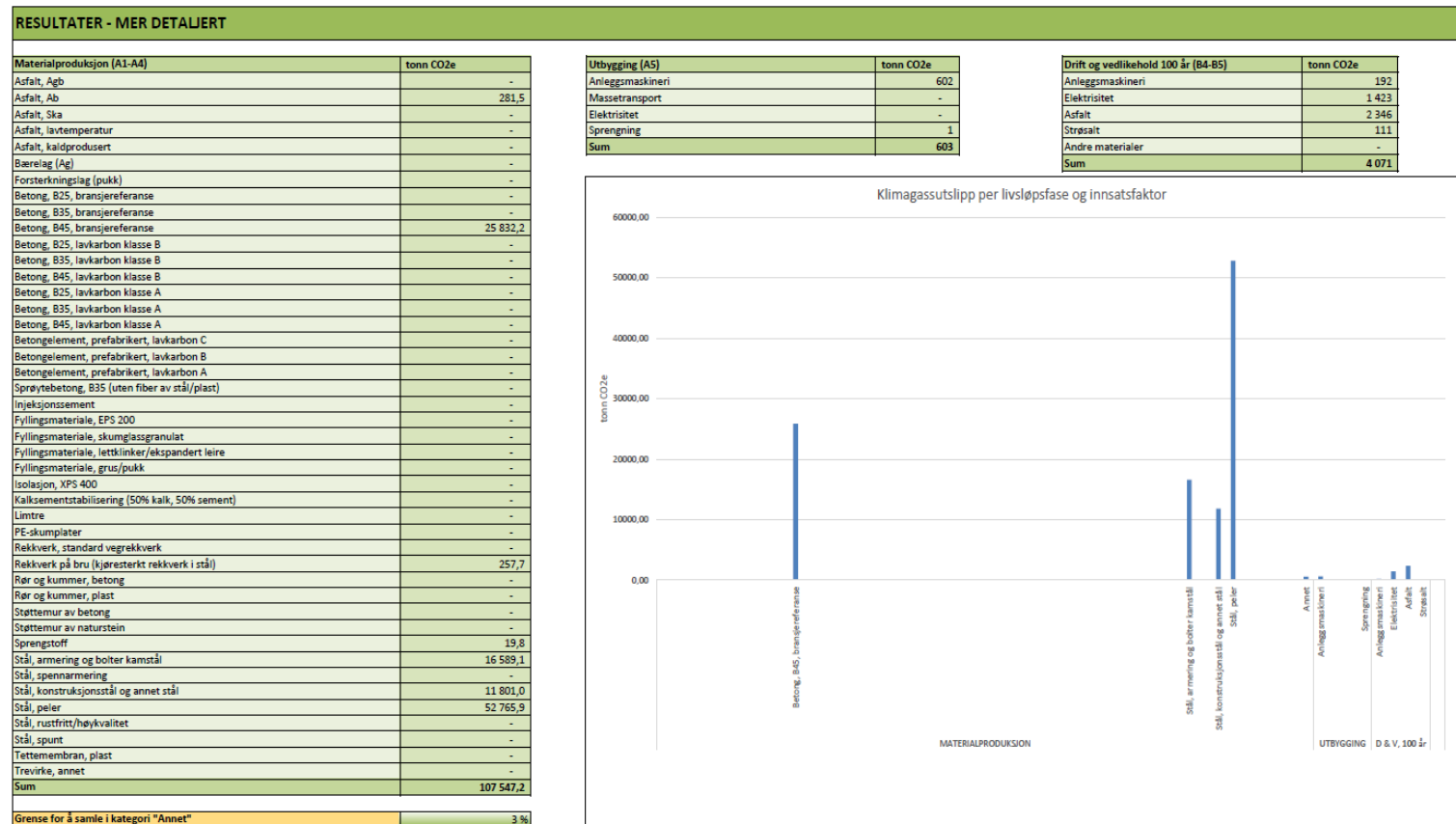
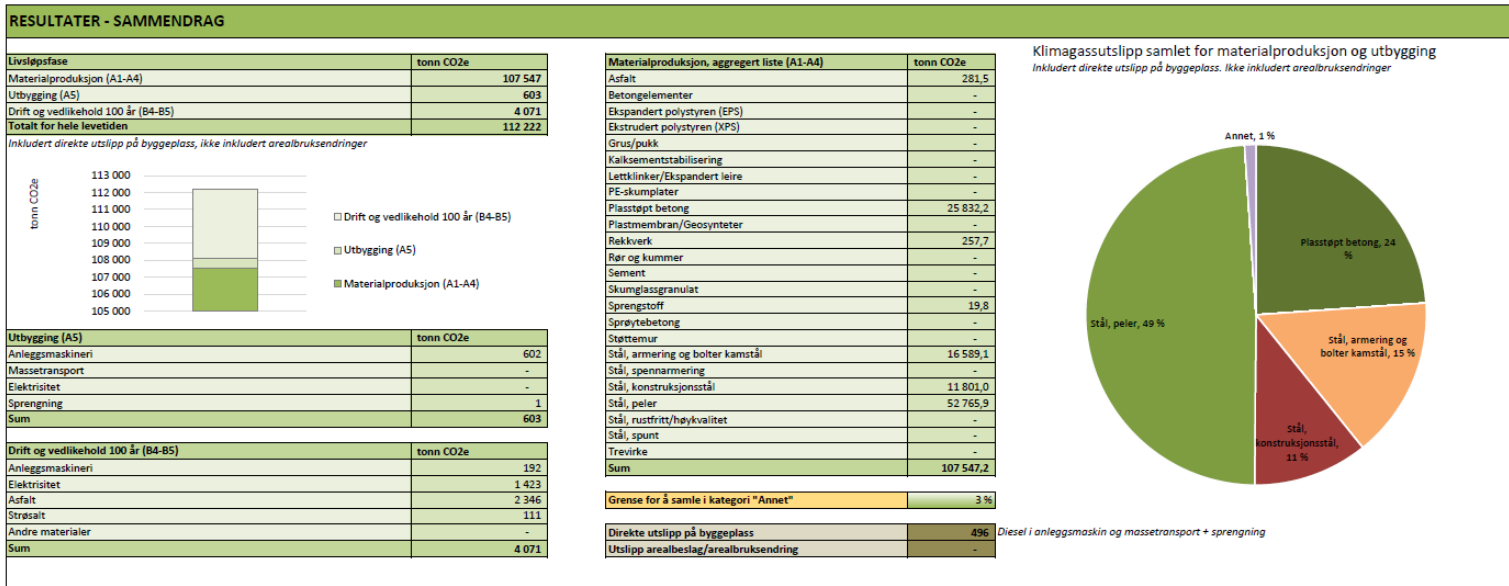
Materialproduksjon (A1-A4)	tonn CO2e
Asfalt, Agb	-
Asfalt, Ab	281,5
Asfalt, Ska	-
Asfalt, lavtemperatur	-
Asfalt, kaldprodusert	-
Bærelag (Ag)	-
Forsterkningslag (pukk)	-
Betong, B25, bransjereferanse	-
Betong, B35, bransjereferanse	-
Betong, B45, bransjereferanse	7 088,3
Betong, B25, lavkarbon klasse B	-
Betong, B35, lavkarbon klasse B	-
Betong, B45, lavkarbon klasse B	-
Betong, B25, lavkarbon klasse A	-
Betong, B35, lavkarbon klasse A	-
Betong, B45, lavkarbon klasse A	-
Betongelement, prefabrikkert, lavkarbon C	-
Betongelement, prefabrikkert, lavkarbon B	-
Betongelement, prefabrikkert, lavkarbon A	-
Sprøytebetong, B35 (uten fiber av stål/plast)	-
Injeksjonsement	-
Fyllingsmateriale, EPS 200	-
Fyllingsmateriale, skumglassgranulat	-
Fyllingsmateriale, lettlinker/ekspandert leire	-
Fyllingsmateriale, grus/pukk	-
Isolasjon, XPS 400	-
Kalksementstabilisering (50% kalk, 50% sement)	-
Limtre	-
PE-skumplater	-
Rakkverk, standard veggrekkverk	-
Rakkverk på bru (kjøresterkit rakkverk i stål)	257,7
Rør og kummer, betong	-
Rør og kummer, plast	-
Støttemur av betong	-
Støttemur av naturstein	-
Sprengstoff	19,8
Stål, armering og bolter kamstål	5 020,2
Stål, spennarmering	-
Stål, konstruksjonsstål og annet stål	11 801,0
Stål, peler	10 112,8
Stål, rustfritt/høykvalitet	-
Stål, spunt	-
Tette membran, plast	-
Trevirke, annet	-
Sum	34 581,3

Utbygging (A5)	tonn CO2e
Anleggsmaskineri	134
Massetransport	-
Elektrisitet	-
Sprengning	1
Sum	135

Drift og vedlikehold 100 år (B4-B5)	tonn CO2e
Anleggsmaskineri	194
Elektrisitet	1 423
Asfalt	2 346
Strøsalt	114
Andre materialer	-
Sum	4 076



> Samvirkebru alternativ B

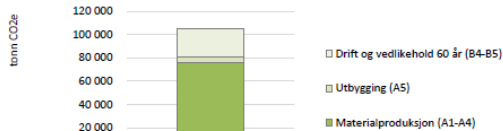


> Tunnel og vei i dagen

RESULTATER - SAMMENDRAG

Livsløpsfase	tonn CO2e
Materialproduksjon (A1-A4)	76 234
Utbygging (A5)	4 298
Drift og vedlikehold 60 år (B4-B5)	24 833
Totalt for hele levetiden	105 365

Inkludert direkte utslipp på byggeplass, ikke inkludert arealbruksendringer



Utbygging (A5)	tonn CO2e
Anleggsmaskineri	1 490
Massetransport	2 596
Elektrisitet	77
Sprengning	134
Sum	4 298

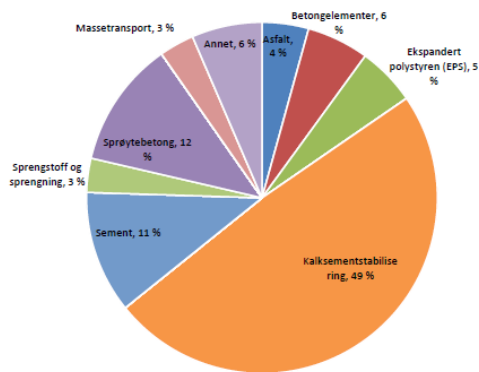
Drift og vedlikehold 60 år (B4-B5)	tonn CO2e
Anleggsmaskineri	784
Elektrisitet	14 944
Asfalt	8 857
Strøsalv	248
Andre materialer	-
Sum	24 833

Materialproduksjon, aggregert liste (A1-A4)	tonn CO2e
Asfalt	3 453,3
Betongelementer	4 615,1
Ekspandert polystyren (EPS)	4 344,6
Ekstrudert polystyren (XPS)	-
Grus/pukk	1 917,4
Kalksementstabilisering	39 310,4
Lettklinker/Ekspandert leire	-
PE-skumplater	379,9
Plasstøpt betong	-
Plastmembran/Geosynteter	-
Rekkverk	-
Rør og kummer	-
Sement	9 075,9
Skumglassgranulat	354,9
Sprengstoff	2 389,4
Sprøytebetong	9 396,0
Støttemur	-
Stål, armering og bolter kamstål	46,7
Stål, spennarmering	-
Stål, konstruksjonsstål	-
Stål, pelser	-
Stål, rustfritt/høykvalitet	-
Stål, spunt	950,1
Trevirke	-
Sum	76 233,6

Grense for å samle i kategori "Annet" 3 %

Direkte utslipp på byggeplass	1 228
Utslipp arealbeslag/arealbruksendring	1 080

Klimagassutslipp samlet for materialproduksjon og utbygging
Inkludert direkte utslipp på byggeplass. Ikke inkludert arealbruksendringer



Diesel i anleggsmaskin og massetransport + sprengning

RESULTATER - MER DETALJERT

Materialproduksjon (A1-A4)	tonn CO2e
Asfalt, Agb	-
Asfalt, Ab	1 771,4
Asfalt, Ska	-
Asfalt, lavtemperatur	-
Asfalt, kaldprodusert	-
Bærelag (Ag)	1 681,9
Forsterkningslag (pukk)	1 917,4
Betong, B25, bransjereferanse	-
Betong, B35, bransjereferanse	-
Betong, B45, bransjereferanse	-
Betong, B25, lavkarbon klasse B	-
Betong, B35, lavkarbon klasse B	-
Betong, B45, lavkarbon klasse B	-
Betong, B25, lavkarbon klasse A	-
Betong, B35, lavkarbon klasse A	-
Betong, B45, lavkarbon klasse A	-
Betongelement, prefabrikkert, lavkarbon C	4 615,1
Betongelement, prefabrikkert, lavkarbon B	-
Betongelement, prefabrikkert, lavkarbon A	-
Sprøytebetong, B35 (uten fiber av stål/plast)	9 396,0
Injeksjonssement	9 075,9
Fyllingsmateriale, EPS 200	4 344,6
Fyllingsmateriale, skumglassgranulat	354,9
Fyllingsmateriale, lettklinker/ekspandert leire	-
Fyllingsmateriale, grus/pukk	-
Isolasjon, XPS 400	-
Kalksementstabilisering (50% kalk, 50% sement)	39 310,4
Limtre	-
PE-skumplater	379,9
Rekkverk, standard vegrekkverk	-
Rekkverk på bru (kjøresterkt rekkverk i stål)	-
Rør og kummer, betong	-
Rør og kummer, plast	-
Støttemur av betong	-
Støttemur av naturstein	-
Sprengstoff	2 389,4
Stål, armering og bolter kamstål	46,7
Stål, spennarmering	-
Stål, konstruksjonsstål og annet stål	-
Stål, pelser	-
Stål, rustfritt/høykvalitet	-
Stål, spunt	950,1
Tettermembran, plast	-
Trevirke, annet	-
Sum	76 233,6

Utbygging (A5)	tonn CO2e
Anleggsmaskineri	1 490
Massetransport	2 596
Elektrisitet	77
Sprengning	134
Sum	4 298

Drift og vedlikehold 60 år (B4-B5)	tonn CO2e
Anleggsmaskineri	784
Elektrisitet	14 944
Asfalt	8 857
Strøsalv	248
Andre materialer	-
Sum	24 833

