

---

RAPPORT

# Rv 426 Ny Eigerøy bru, reguleringsplan

---

OPPDRAAGSGIVER

Statens vegvesen Region Vest

EMNE

Klimagassbudsjett - evaluering av brutype

DATO / REVISJON: 15. november 2022 / 00

DOKUMENTKODE: 10240002-RIM-RAP-002

---



Multiconsult

---

Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt for den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult. Enhver bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn de som er godkjent skriftlig av Multiconsult, er forbudt, og Multiconsult påtar seg intet ansvar for slikt bruk. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter.

## RAPPORT

OPPDRAG	<b>Reguleringsplan ny Eigerøy bru</b>	DOKUMENTKODE	RIM-RAP-002
EMNE	Klimagassbudsjett - evaluering av brutype	TILGJENGELIGHET	
OPPDRAGSGIVER	<b>Statens vegvesen</b>	OPPDRAGSLEDER	Jonas Fiskum Pedersen
KONTAKTPERSON	Geir Strømstad	UTARBEIDET AV	Helene Russell Vastveit
KOORDINATER	Sone: 32 Øst: 323677.58 Nord: 6484018.29	ANSVARLIG ENHET	Seksjon Samferdsel
GNR./BNR./SNR.	47 / 63 / 1		

## SAMMENDRAG

Multiconsult arbeider med reguleringsplan for ny Eigerøy bru for Statens vegvesen. I arbeidet med forprosjektet er det bestemt at det skal gjennomføres en klimagassvurdering av to brutyper, betong og samvirke. Multiconsult har gjennomført klimagassberegninger for de to brutypene, og basert på dette anbefalt brutype. Dersom det er mulig å stille krav til lavkarbonbetong klasse A, anbefales betongbru. Dersom det er mulig å stille krav til gjenbruksandel i stål, anbefales samvirkebru. Dersom det ikke skal stilles krav til materialene anbefales betongbru.

00	15.11.2022		HRV	JUSG	JFP
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## INNHALDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>5</b>
1.1	Hva er en klimagassberegning? .....	5
1.2	Terminologi.....	5
<b>2</b>	<b>Metode og systembeskrivelse.....</b>	<b>6</b>
2.1	Systemgrenser .....	6
2.1.1	Miljøpåvirkningskategori .....	6
2.1.2	Livsløpsfaser og prosjektfaser .....	6
2.1.3	Omfang .....	6
2.2	Verktøy og utslippsfaktorer .....	6
2.3	Datagrunnlag .....	7
<b>3</b>	<b>Resultater og vurderinger .....</b>	<b>8</b>
3.1	Betongbru .....	8
3.2	Samvirkebru .....	9
3.3	Sammenligning totalutslipp .....	10
3.4	Usikkerhet.....	11
<b>4</b>	<b>Anbefaling .....</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Konklusjon.....</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>Referanseliste .....</b>	<b>14</b>

## 1 Innledning

Multiconsult arbeider med reguleringsplan for ny Eigerøy bru for Statens vegvesen. I arbeidet med forprosjektet er det bestemt at det skal gjennomføres en klimagassvurdering av to brutyper, betong og samvirke. Multiconsult har gjennomført klimagassberegninger for de to brutypene, og basert på dette kommet med en anbefaling.

### 1.1 Hva er en klimagassberegning?

Klimagasser er gasser som påvirker klimaet ved å virke inn på jordens og atmosfærens strålingsbalanse. En klimagassberegning er en kartlegging av klimagassutslipp knyttet til et prosjekt, en aktivitet, en prosess eller et produkt. Klimagassberegninger er basert på livsløpstankegangen fra livsløpsvurderinger og gir dermed en oversikt over utslipp fra ulike faser av livsløpet. Dette kan benyttes til å identifisere sentrale utslippsdrivere og mulige tiltak for reduksjon av klimagassutslipp. I kapittel 2.1.2 spesifiseres det hvilke livsløpsfaser som er inkludert i denne vurderingen.

### 1.2 Terminologi

Forkortelser benyttet i teksten er gjengitt i Tabell 1.

Tabell 1: Ordforklaringer og forkortelser

Forkortelse	Definisjon
CO <sub>2</sub> -ekv. og CO <sub>2</sub> -ekvivalenter	En måleenhet for ulike klimagassers oppvarmingspotensial/påvirkning på drivhuseffekten med CO <sub>2</sub> som referanse.
EPD	Environmental Product Declaration – verifisert miljødeklarasjon for produkter.

## 2 Metode og systembeskrivelse

Det overordnede rammeverket for metoden er definert av internasjonale standarder for miljømerking og livsløpsvurderinger. Spesifikke karakteristikker ved metoden benyttet i denne analysen er beskrevet i de følgende underkapitlene.

### 2.1 Systemgrenser

Systemgrensene i klimagassberegningen definerer hva som er inkludert i vurderingen og hva som holdes utenfor.

#### 2.1.1 Miljøpåvirkningskategori

Klimagasser angitt i tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter benyttes som miljøpåvirkningskategori. Andre miljøpåvirkningskategorier er ikke vurdert.

#### 2.1.2 Livsløpsfaser og prosjektfaser

Grønne celler i Tabell 2 markerer hvilke informasjonsmoduler, eller deler av livsløpet, klimagassberegningene omfatter.

Tabell 2: Grønne celler markerer hvilke informasjonsmoduler klimagassberegningene omfatter [1].

INFORMASJON OM LIVSLØPET																TILLEGGS- INFORMASJON UTOVER LIVSLØPET
Produktfase			Sammenstilling		Bruksfase							Slutfase				Etter endt levetid
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Råmaterialer	Transport	Tilvirkning	Transport	Montering	Bruksfase	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftning	Renovering	Operasjonell energibruk	Operasjonell vannbruk	Demontering	Transport	Avfallsbehandling	Avfall til sluttbehandling	Gjenbruk/gjenvinning/resirkuleringspotensial. Gevinst og belastninger utover systemgrensene.

Materialproduksjon (A1-A3), transport av materialer til anleggsplass (A4), utbygging (A5) og utskiftning (B4) og renovering (B5) er inkludert i beregningene. Utbyggingsfasen omfatter blant annet bruk av anleggsmaskiner og massetransport inn og ut av anleggsområdet. Slutfasen for brua er ikke inkludert.

#### 2.1.3 Omfang

Beregningene omfatter prosjekterte materialmengder. Det er likt arealbeslag fra begge brutyper, og det er dermed kun tatt med utslipp fra materialene i selve brua, ikke rigg, rivning av eksisterende bru, påvirkning på områdene rundt og tilgrensende veiarealer. Biogent karbon (karbon lagret i materialer som følge av fotosyntese) og karbonatisering av betong er heller ikke inkludert i beregningene. Det er antatt lavkarbonklasse B for all betong, og det er antatt ingen andel resirkulert materiale i konstruksjonsstål.

## 2.2 Verktøy og utslippsfaktorer

For å kunne beregne klimagassutslipp knyttet til uttak av råmaterialer, transport til produksjonssted og produksjon av et materiale eller en energibærer, benyttes en utslippsfaktor som sier noe om de samlede klimagassutslippene knyttet til nevnte aktiviteter, gitt i f.eks. antall kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per enhet materiale. CO<sub>2</sub>-ekvivalenter er en enhet som muliggjør en vektning av de ulike klimagassenes påvirkning på global oppvarming over en gitt tidsperiode, med CO<sub>2</sub> som

---

## Klimagassbudsjett - evaluering av brutype

referanse. Utslippsfaktoren sier derfor noe om hvor klimavennlig et materiale er. Dette er en av miljøpåvirkningsverdiene i en EPD (miljøvaredeklarasjon, Environmental Product Declaration).

Beregningsverktøyet VegLCA v5.06b [2] er benyttet til å utføre klimagassberegningene. Dette er et Excel-basert verktøy for livsløpsberegninger utviklet av Asplan Viak for Statens vegvesen.

Utslippsfaktorene som er benyttet i analysen ligger inne i det benyttede verktøyet, VegLCA v5.06b. Disse faktorene representerer, der det er mulig, bransjestandarden for det gitte materialet på det tidspunktet gjeldende versjon ble utarbeidet (2022). Verktøyet inneholder også beregningsfaktorer som benyttes i beregningene, eksempelvis generiske transportdistanser og tettheter. Se verktøyet for en oversikt over utslippsfaktorer og beregningsfaktorer [2].

### **2.3 Datagrunnlag**

Klimagassberegningene er basert på mengdebeskrivelse [3] i prosjektet, basert på beregninger for samvirkebru og modellering og beregning av betongbru. Prosjektet løsning for bruene er å finne i prosjektets tegninger K101 for betongbru og K102/K103 for samvirkebru [4].

Transportdistanser er ikke endret fra standard verdier i VegLCA, og det er antatt diesel på anleggsmaskiner og vanlig B20 transportdiesel på kjøretøy.

### 3 Resultater og vurderinger

#### 3.1 Betongbru

De totale klimagassutslippene for betongbru fordelt på livsløpsfasene er vist i Tabell 3.

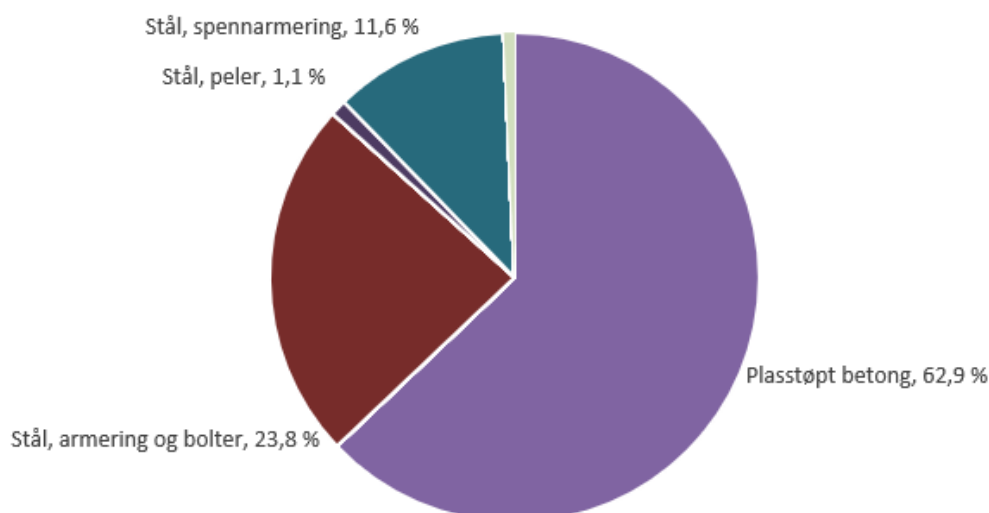
Tabell 3: Oversikt over klimagassutslipp fordelt på livsløpsfaser gitt i tonn CO<sub>2</sub>-ekv. for betongbru.

Livsløpsfase	Klimagassutslipp [tonn CO <sub>2</sub> -ekv.]	Prosentandel av total
Materialproduksjon (A1-A4)	3 241	99 %
Utbygging (A5)	0	0 %
D & V 60 år (B4-B5)	42	1 %
<b>Sum (A1-A5, B4-B5)</b>	<b>3 283</b>	<b>100 %</b>

Totalt klimagassutslipp for betongbru for alle livsløpsfasene som er inkludert i beregningen er 3 283 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. Hovedandelen av dette er knyttet til materialproduksjon og -transport til anlegget. Tabell 4 gjengir resultatene for klimagassutslipp fordelt på de ulike innsatsfaktorene. Resultatet er også gjengitt i **Error! Reference source not found.**, der kun innsatsfaktorer over 1 % av totalen er vist.

Tabell 4: Klimagassutslipp fordelt på innsatsfaktorer for betongbru.

Klimagassutslipp, materialproduksjon, aggregert liste (A1-A4)		
Materialkategori	tonn CO <sub>2</sub> -ekv.	Andel
Plasstøpt betong	2 039	63 %
Stål, armering og bolter kamstål	770	24 %
Stål, konstruksjonsstål	-	0 %
Stål, peler	34	1 %
Stål, spennarmering	375	12 %
Stål, spunt	22	1 %
<b>Sum</b>	<b>3 241</b>	<b>100 %</b>



Figur 1: Klimagassutslipp fordelt på innsatsfaktorer for betongbru.

Figuren og tabellen viser at plasstøpt betong (bruplate og fundamenter) og armeringsstål er de største utslippsdriverne for betongbru, etterfulgt av stål i spennarmering. Dette skyldes både at det er betydelige mengder av disse materialene i prosjektet, og at disse materialene generelt har høye utslipp fra produksjonsfasen.



## Klimagassbudsjett - evaluering av brutype

Lavkarbonklasse B iht. Norsk Betongforenings publikasjon nr. 37 [5] er lagt til grunn. Disse elementene kan også lages med lavkarbonklasse A eller bedre, som vil redusere utslippet fra disse elementene. Et krav om bruk lavkarbonklasse A ville gi et totalt utslipp på 2 850 tonn CO<sub>2</sub>-ekv, en reduksjon på ca. 13 % for betongbru.

Klimagassutslipp fra stål kan også reduseres dersom det benyttes materialer med lavere klimagassutslipp. Det er forutsatt typisk resirkuleringsgrad for de ulike stålmateriale basert på forutsetningene i VegLCA. Eksempelvis er det forutsatt noe resirkulert stålmateriale i armeringsstål. Stål bestående av resirkulerte materialer har normalt sett lavere klimagassutslipp enn 100 % jomfruelig stål. Spennarmering modelleres som stål uten resirkulert innhold i VegLCA, og dersom man får til gjenbruk her er det mulig å redusere utslippene.

Det er også mulig å redusere utslipp fra produksjon av nye materialer ved å optimalisere løsningene slik at en kan redusere totalt materialforbruk.

### 3.2 Samvirkebru

De totale klimagassutslippene for betongbru fordelt på livsløpsfasene er vist i Tabell 5.

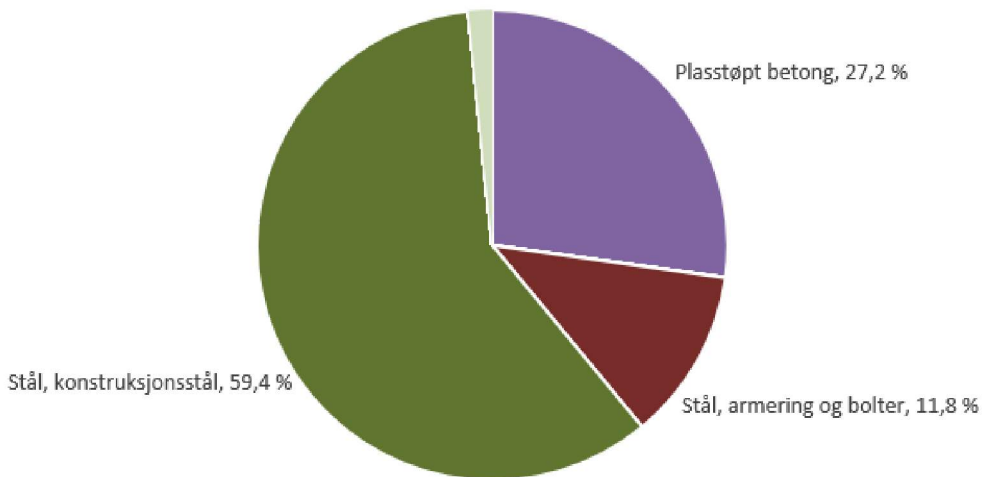
Tabell 5: Oversikt over klimagassutslipp fordelt på livsløpsfaser gitt i tonn CO<sub>2</sub>-ekv. for samvirkebru.

Livsløpsfase	Klimagassutslipp [tonn CO <sub>2</sub> -ekv.]	Prosentandel av total
Materialproduksjon (A1-A4)	3 508	99 %
Utbygging (A5)	0	0 %
D & V 60 år (B4-B5)	42	1 %
<b>Sum (A1-A5, B4-B5)</b>	<b>3 551</b>	<b>100 %</b>

Totalt klimagassutslipp for samvirkebru for alle livsløpsfasene som er inkludert i beregningen er 3 551 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. Hovedandelen av dette er knyttet til materialproduksjon og -transport til anlegget. **Error! Not a valid bookmark self-reference.** gjengir resultatene for klimagassutslipp fordelt på de ulike innsatsfaktorene. Resultatet er også gjengitt i Figur 2, der kun innsatsfaktorer over 1 % av totalen er vist.

Tabell 6: Klimagassutslipp fordelt på innsatsfaktorer for samvirkebru.

Klimagassutslipp, materialproduksjon, aggregert liste (A1-A4)		
Materialkategori	tonn CO <sub>2</sub> -ekv.	Andel
Plasstøpt betong	954	27 %
Stål, armering og bolter kamstål	415	12 %
Stål, konstruksjonsstål	2 082	59 %
Stål, peler	34	1 %
Stål, spennarmering	-	0 %
Stål, spunt	22	1 %
<b>Sum</b>	<b>3 508</b>	<b>100 %</b>



Figur 2: Klimagassutslipp fordelt på innsatsfaktorer for samvirkebru.

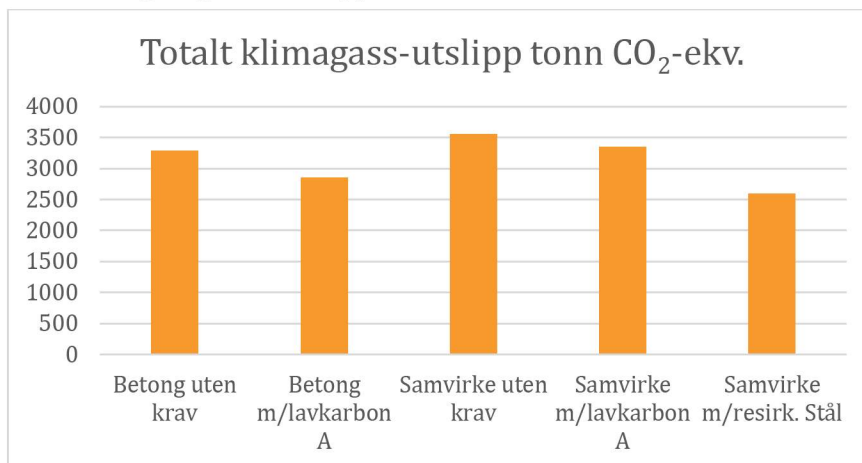
Figuren og tabellen viser at konstruksjonsstål og plasstøpt betong (fundamenter) er de største utslippsdriverne for betongbru, etterfulgt av armeringsstål. Dette skyldes både at det er betydelige mengder av disse materialene i prosjektet, og at disse materialene generelt har høye utslipp fra produksjonsfasen.

Lavkarbonklasse B iht. Norsk Betongforenings publikasjon nr. 37 [5][5] er lagt til grunn. Disse elementene kan også lages med lavkarbonklasse A eller bedre, som vil ytterligere redusere utslippet fra disse elementene. Et krav om bruk lavkarbonklasse A ville gi et totalt utslipp på 3 348 tonn CO<sub>2</sub>-ekv, en reduksjon på ca. 6 % for samvirkebru.

Klimagassutslipp fra stål kan også reduseres dersom det benyttes materialer med lavere klimagassutslipp. Det er forutsatt typisk resirkuleringsgrad for de ulike stålmaterialene basert på forutsetningene i VegLCA. Eksempelvis er det forutsatt noe resirkulert stålmaterialer i armeringsstål, men konstruksjonsstål er forutsatt jomfruelig materiale. Stål bestående av resirkulerte materialer har normalt sett lavere klimagassutslipp enn 100 % jomfruelig stål. Ved å stille krav om resirkulert materiale i konstruksjonsstål er det mulig å redusere utslippet til 2 597 tonn CO<sub>2</sub>-ekv, en reduksjon på ca. 27 % for samvirkebru.

Det er også mulig å redusere utslipp fra produksjon av nye materialer ved å optimalisere løsningene slik at en kan redusere totalt materialforbruk.

### 3.3 Sammenligning totalutslipp



Figur 3: Sammenligning av totalutslipp i tonn CO<sub>2</sub>-ekv. for brutype med ulike kravspesifikasjoner.

### 3.4 Usikkerhet

Det er noe usikkerhet i beregningene grunnet usikkerhet i kilde for stålet i konstruksjonene, og deres gjenbruksandel. Beregningene som er utført er forenklete, og inkluderer kun de største, og differensierte materialene i brukonstruksjonen. Materialer som asfalt, forskaling, m.m. som vil være like for begge brutyper er ikke tatt med.

Det er brukt generiske utslippsfaktorer og transportavstander fra VegLCA, og det kan skape avvik i totalutslipp fra den faktiske situasjonen under bygging.

Det er regnet med noe gjenbruksgrad i armeringsstål, mens det for konstruksjonsstål er satt inn stål uten gjenbruk. Utslippsreduksjon for konstruksjonsstålet er usikkert, da det er strenge krav til belastningsevnen til konstruksjonen. Effekt av å stille krav til gjenbruksgrad er dermed usikker både for potensialet, og hva som kan leveres på markedet.

## 4 Anbefaling

Basert på de angitte forutsetningene for resirkulert innhold i konstruksjonsstålet og resultatene fra klimagassutregningene for de to alternativene vil en betongbru gi lavere klimagassutslipp enn en samvirkebru.

Dersom det er mulighet til å stille ytterligere krav til materialene, som lavkarbonbetong klasse A eller gjenbruksgrad i stålmaterialene, ville det være mulig å ytterligere redusere utslippet for begge konstruksjonstypene. Krav til lavkarbonbetong klasse A ville dermed tilsi lavest utslipp fra betongbru, mens det med krav til gjenbruk i konstruksjonsstål ville tilsi lavest utslipp fra samvirkebru.

Det bør generelt etterspørres klimagassberegninger og miljødokumentasjon fra entreprenør/leverandør for å sette søkelys på klima og dytte prosjektet i riktig retning. VegLCA v5.06b, som er benyttet i disse beregningene, er et åpent tilgjengelig verktøy som kan brukes av ulike aktører.

Det bør oppfordres til å optimalisere materialmengder og ha fokus på ombruk av materialer der det er mulig, for å minimere produksjon av nye materialer. Der nye materialer må benyttes bør det undersøkes om klimavennlige produkter kan velges. For eksempel har generelt materialer med resirkulert innhold lavere klimagassutslipp fra produksjon enn jomfruelige materialer. En annen mulighet er å se på de tekniske egenskapene til materialene, for eksempel undersøke om det er mulig å benytte betong med en lavere fasthetsklasse enn originalt prosjektert. Betong med lavere fasthetsklasse har generelt lavere klimagassutslipp fra produksjon.

## 5 Konklusjon

Det er utført klimagassberegninger for ny Eigerøy bru basert på mengdebeskrivelse og utregning for betongbru og samvirkebru. Materialproduksjon, materialtransport, utbygging og driftsfase er inkludert i beregningene. Brutypenes beregnede klimagassutslipp er 3 283 tonn CO<sub>2</sub>-ekv for betongbru, og 3 551 tonn CO<sub>2</sub>-ekv for samvirkebru, hvorav betong og stål er de største bidragsyterne til utslipp for både betong- og samvirkebru, der plasstøpt betong er størst for betongbrua, og konstruksjonsstål er størst for samvirkebru.

Dersom det er mulig å stille krav til lavkarbonbetong klasse A, anbefales betongbru. Dersom det er mulig å stille krav til andel resirkulert materiale i stål, anbefales samvirkebru. Dersom det ikke skal stilles krav til stål eller betong anbefales betongbru.

Anbefalingen er basert på de forutsetninger som er gitt, som gjenbruksgrad i stål og bruk av generiske verdier fra VegLCA. Dette gir noe usikkerhet i beregningen.

## 6 Referanseliste

- [1] Standard Norge, «NS 3720:2018 - Metode for klimagassberegninger for bygninger,» 2018.
- [2] Statens vegvesen, «Klimagassreduksjoner i anlegg og drift,» [Internett]. Available: <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/miljo-og-omgivelser/klima/klimagassreduksjoner-i-anlegg-og-drift/>. [Funnet 08.2022].
- [3] Multiconsult, mengdeberegninger betong- og samvirkebru, 2022.
- [4] Multiconsult, tegningsnummer 10240002-K101 – K103, 2022.
- [5] Norsk Betongforening, Publikasjon nr. 37 Lavkarbonbetong, 2019.