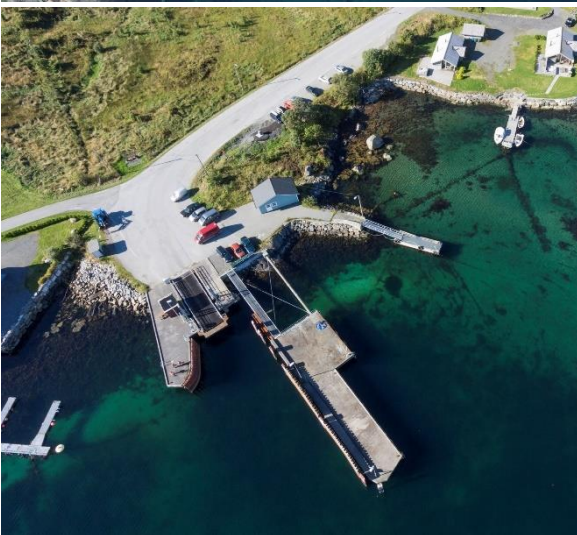


# Klimagassbudsjett

Sandesambandet



## Revisjonshistorikk

Rev	Dato	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
0	23.11.2022	Første utgave	NOMAMY	NOODIS	

## Sammendrag

I Møre og Romsdal skal fire fergekaier prosjekteres for utvidelse og tilrettelegges for større ferger. Kaiene som skal prosjekteres er som følgende:

- Larsnes: Dagens kai skal rives og ny kai i stålkonstruksjon skal oppføres.
- Åram: Dagens betongkai skal forlenges.
- Voksa: Dagens betongkai skal rives og ny kai i stålkonstruksjon skal oppføres.
- Kvamsøya: Dagens betongkai skal forlenges.

Sweco er engasjert for å utarbeide innledende klimagassregnskap for de fire kaiene som blir en del av Sandesambandet. Formålet er å kartlegge de største bidragsyterne til klimagassutslipp i utbyggingen av prosjektet.

Beregningene gjøres på bakgrunn av en analyseperiode på 60 år. Det totale klimagassutslippene for de fire kaiene er fordelt som følgende:

- 831 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. for Larsnes
- 433 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. for Åram
- 648 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. for Voksa
- 377 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. for Kvamsøya
- Referansekaieren som er utarbeidet viser et utslippsnivå på 513 tonn CO<sub>2</sub>-ekv.

<b>Sweco Norge AS</b>	Organisasjonsnr. 967032271
<b>Prosjekt</b>	sweco.name
<b>Prosjektnummer</b>	sweco.projectId
<b>Kunde</b>	sweco.mainCustomer.name
<b>Dato</b>	03.11.2022
<b>Opprettet av</b>	Maylinn Haaskjold Myrtvedt
<b>Dokumentreferanse</b>	sandesambandet rapport klimagassbudsjet_ks_noodis

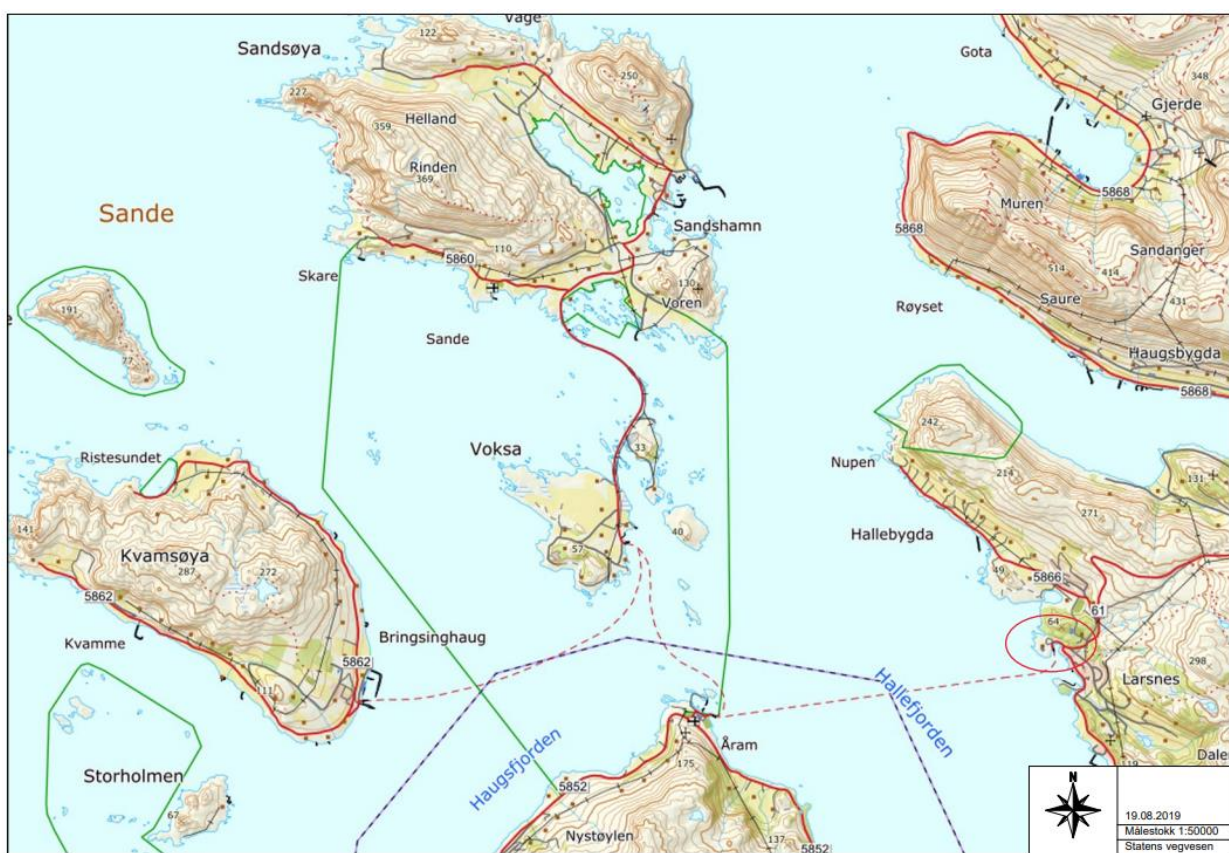
# Innholdsfortegnelse

1.	Omfang.....	4
2.	Forutsetninger og metode .....	6
3.	Grunnlag .....	7
4.	Resultat .....	8
4.1	Referansekal .....	8
4.2	Larsnes.....	10
4.3	Åram.....	12
4.4	Voksa .....	14
4.5	Kvamsøya .....	16
4.6	Sammenligninger .....	18
5.	Oppsummering og diskusjon.....	19
6.	Vedlegg .....	20
6.1	Referansekal .....	20
6.2	Larsnes.....	21
6.3	Åram.....	22
6.4	Voksa .....	23
6.5	Kvamsøya .....	24

# 1. Omfang

Sweco Norge AS bistår Møre og Romsdal Fylkeskommune med å utarbeide en oversikt over klimagassutslipp knyttet til riving og bygging eller utvidelse av fire nye fergekaier. Kaiene vil befinne seg i Sande kommune: Larsnes, Kvamsøya og Voksa og i Vanylven kommune: Åram, som alle er en del av Sandesambandet, se Figur 1.

Prosjektet går ut på å rive/bygge ny eller utvide nåværende kai for ha kapasitet til å ta imot større ferger. Formålet med klimagassregnskapet er å synliggjøre forventede klimagassutslipp for de fire kaiene og derav åpne opp muligheten for å iverksette tiltak, der det er hensiktsmessig, for å redusere klimagassutslipp fra prosjektets livsløp.



Figur 1: Oversiktskart over Sandesambandet

Som beskrevet i følgebrevet til rammesøknad skal følgende rive- og byggearbeid utføres:

Tabell 1: Oversikt over arbeid som skal utføres på Sandesambandet

Kai	Rivearbeid	Nye tiltak
Larsnes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riving av eksisterende ferjekaibru</li> <li>• Riving/flytting av eksisterende aggregathus</li> <li>• Riving av tilleggskai i tre</li> <li>• Riving av trekai</li> <li>• Riving av støttemur mellom kiosk og ferjekaibru</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ny kai for aggregathus og opplegg for tilleggskai</li> <li>• Ny tilleggskai i stål med gangbro mellom kai og betongdykdalb</li> <li>• Etablering av ny ferjekaibru (9x18m) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Landkar</li> <li>○ Komplette ferjekaibru</li> </ul> </li> <li>• Etablering av aggregathus på ny plassering</li> <li>• Sikring av undergravd landkar tilleggskai</li> <li>• Støttemur mellom ferjekaibru og kiosk</li> </ul>
Åram	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riving av eksisterende fergekaibro og deler av betongkai</li> <li>• Riving av eksisterende aggregathus</li> <li>• Riving/flytting av eksisterende busskur</li> <li>• Riving av eksisterende landkar til fergekaibro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forlengelse av tilleggskai (~18 m) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Gangbro</li> <li>○ Betongdykdalb på stålørspeler</li> <li>○ Stålkonstruksjon på stålørspeler</li> </ul> </li> <li>• Etablering av ny fergekaibro (9x18m) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Landkar til fergekaibro</li> <li>○ Komplette fergekaibro</li> </ul> </li> <li>• Etablering av nytt aggregathus</li> </ul>
Voksa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riving av eksisterende tilleggskai nord</li> <li>• Riving av eksisterende avlastingskai sør</li> <li>• Riving av eksisterende ferjekaibru</li> <li>• Riving av eksisterende aggregathus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etablering av ny tilleggskai (~50m) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Landkar</li> <li>○ Peler</li> <li>○ Dykdalb</li> <li>○ Stålfagverkstruktur inkl. avstiving i lengde retning.</li> </ul> </li> <li>• Etablering av ny ferjebrukai (9x18m) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Landkar</li> <li>○ Komplette ferjekaibru</li> </ul> </li> <li>• Etablering av nytt aggregathus</li> </ul>
Kvamsøya	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riving av eksisterende fergekaibro</li> <li>• Riving/flytting av eksisterende aggregathus</li> <li>• Riving av deler av betongkai og ytre del av dagens tilleggskai</li> <li>• Riving av eksisterende sidestøtte i sjø</li> <li>• Riving av eksisterende landkar til fergekaibro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utvidelse av tilleggskai med betongdykdalb på stålørspeler</li> <li>• Etablering av ny fergekaibro (9x18m) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Landkar</li> <li>○ Komplette fergekaibro</li> </ul> </li> <li>• Etablering av aggregathus på ny plassering.</li> <li>• Re-etablering av sidestøtte i sjø</li> </ul>

## 2. Forutsetninger og metode

Statens Vegvesen sitt livsløpsanalyseverktøy, VegLCA v5.06<sup>1</sup>, er benyttet for å utarbeide klimagassbudsjettet. Verktøyet skal legge til rette for å tilegne kunnskap om totale klimagassutslipp for prosjektet med bidragsyttere som materialer, energi, hovedprosesser og livløpsfaser. Verktøyet er bygget opp etter Statens Vegvesenets Prosesskode 1 og 2, men ikke alle prosesskoder er inkludert i verktøyet. Ifølge verktøyets brukerveiledning<sup>2</sup> er prosesser som er irrelevante eller av liten betydning for totale klimagassutslipp, utelatt.

Dette verktøyet er imidlertid ikke så godt egnet for å fremvise utslippsreduksjon, dermed er det utarbeidet et klimagassbudsjett for en referanse kai basert på oppbygging med betong. Klimagassbudsjettet vil vise utslippsnivået om man bygger i stål eller i betong.

Tabell 2: Generelle forutsetninger for beregningene

Systemgrenser	Systemgrensen er satt til å inkludere livsløpsmoduler og bygningsdeler som følgende:  <b>Livsløpsmoduler</b> <b>A1-A3</b> som er i <i>produktstadiet</i> og som inneholder uttak av råvarer, transport og produksjon. <b>A4-A5</b> som er i <i>gjennomføringsstadiet</i> og som inneholder utslipp fra transport til byggeplass og utbygging som anleggs, bygge- og monteringsarbeid. <b>B4-B5</b> som er <i>bruksstadiet</i> og som inneholder utslipp iht drift og vedlikehold. Som fra utskifting av produkter og komponenter.
Fergekaiens levetid	Analyseperioden for beregningene er satt til 60 år (Standard i verktøyet til Statens Vegvesen)
Verktøy	VegLCA v5.06
Utslippsfaktor	Utslippsfaktorer som er benyttet i beregningene er basert på norske og europeiske gjennomsnittsdata (generiske data). Disse er inkludert i beregningsverktøyet. Når prosjektet er i detaljfase og prosjektet har produktspesifikk informasjon kan prosjektspesifikke utslippsfaktorer benyttes som kan hentes fra EPDer.  Ut fra beregnede mengder for alle innsatsfaktorer, både i utbygging og drift og vedlikehold, beregnes miljøpåvirkning ved at mengdene multipliseres med satte utslippsfaktorer (for eksempel kg CO <sub>2</sub> -ekvivalenter per m <sup>3</sup> betong) for hver innsatsfaktor.
Utfyllingsfaner i VegLCA	I VegLCA er det benyttet to utfyllingsfaner kalt dagsone og hovedprosess som gjelder for både bro og kai, ettersom at de er av lik karakter går disse under samme fane.  <b>Dagsone</b> Forberedende tiltak, vegfundament, vegdekke og vegutstyr og miljøtiltak  <b>Hovedprosess</b> Løsmasser, berg, konstruksjoner i grunnen, betong, stål og inspeksjon og vedlikehold.
Energimiks	Det benyttes standard scenario for elektrisitetsmiks oppgitt av VegLCA.

<sup>1</sup> <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/klima-miljo-og-omgivelser/utslipp-av-klimagasser/bruk-av-veglca/>

<sup>2</sup> <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/fokusomrader/miljo-og-omgivelser/klima/veglca-v5.01-brukerveiledning.pdf>

### 3. Grunnlag

Beregningene er basert på underlag av mengdedata som er beskrevet som prosesskoder. Underlaget ble oppgitt av prosjektgruppen, oversendt og endelig revidert 06.11.2022. Grunnlaget har tatt utgangspunkt i håndbok V431 Ferjekaier til statens vegvesen. Referansekaien som er utarbeidet har fysisk mål på 65 meter lengde og 6 meter bredde og har tatt utgangspunkt i Voksa fergekai.

I tabellene under vises totale mengder som er medregnet i analysen, fordelt på materialproduksjon og utbygging samlet, og drift og vedlikehold, samt energiforbruk. Mengder som ligger til grunn for klimagassberegningene vises under vedlegg.

## 4. Resultat

I dette avsnittet vises resultater for utbygging av de fire fergekaiene; Larsnes, Åram, Voksa og Kvamsøya sammenlignet med en referanse kai i betong. Analyseperioden er satt til 60 år.

Resultatene presenteres som følgende:

- Totale klimagassutslipp knyttet til de prosjekterte kaiene gjennom hele levetiden
- Resultater fordelt på element, material og livsløpsfase
- Resultater fordelt på element, hovedprosess og livsløpsfase
- Klimagassutslipp i byggefasen

Resultatene fra klimagassberegningene for de ulike kaiene vises i hvert sitt underkapittel her. Tallene er basert på resultater fra excel-ark fra Statens Vegvesen, VegLCA. Dette er et låst dokument som ikke kan redigeres. Resultatene i excel-arket oppgis kun i heltall. Det betyr at en ikke får vist desimaler i resultatene. Dette fører til at i de tabellene hvor det står resultat «100%», vil en nødvendigvis ikke få 100% ved å kontrollregne de ulike bidragene.

### 4.1 Referanse kai

I tabellen under vises det totalt klimagassutslipp knyttet til hele infrastrukturprosjektet gjennom hele levetiden. Som fremvist i Tabell 3 gir analysen totalt klimagassutslipp på 513 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. for referanse kaien.

Tabell 3: Utslipp per livsløpsfase, tonn CO<sub>2</sub>-ekv.

Klimagassutslipp fordelt på livsløpsfase og vegkomponent [tonn CO <sub>2</sub> -eq]				
Livsløpsfase	Dagsone	Hovedprosess: Kai	Sum	% av total
Materialproduksjon (A1-A4)	4	477	481	94
Utbygging (A5)	3	7	7	2
D&V 60 år (B4-B5)	9	14	14	3
<b>Sum</b>	<b>16</b>	<b>497</b>	<b>513</b>	

Klimagassutslippene fra materialproduksjon og materialtransport til byggeplass (A1-A4) er estimert til totalt 481 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Hva dette stammer fra vises i Tabell 4.

Tabell 4: Utslipp fra materialer inkl. transport til byggeplass, tonn CO<sub>2</sub> ekv for A1-A4 ved referanse kai.

Klimagassutslipp, materialproduksjon, aggregert liste (A1-A4)		
Materialkategori	tonn CO <sub>2</sub> -eq	Andel
Asfalt	3	1 %
Plassstøpt betong	98	20 %
Sement	1	0 %
Stål, annet	1	0 %
Stål, armering og bolter kamstål	45	9 %
Stål, konstruksjonsstål	234	49 %
Stål, peler	78	16 %
Grus/pukk	13	3 %
Trevirke	1	0 %
Andre materialer	6	1 %
<b>Sum</b>	<b>481</b>	<b>100 %</b>



Klimagassutslippene fra utbygging (A5) er estimert til totalt 9 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, som vist i Tabell 5.

Tabell 5: Utslipp i utbygging inkluderer direkte utslipp på byggeplass (A5) for referanseka.

<b>Klimagassutslipp per innsatsfaktor i utbygging (A5)</b>		
<b>Materialkategori</b>	<b>tonn CO2-eg</b>	<b>Andel</b>
Anleggsmaskiner: diesel	9	95 %
Massetransport: diesel, slitasje	0	5 %
<b>Sum</b>	<b>9</b>	<b>100 %</b>

Klimagassutslippene fra framtidig drift og vedlikehold (B4-B5) er estimert til totalt 23 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, som vist i Tabell 6.

Tabell 6: Klimagassutslipp per innsatsfaktor i drift og vedlikehold.

<b>Klimagassutslipp per innsatsfaktor i drift og vedlikehold, 60 år (B4-B5)</b>		
<b>Materialkategori</b>	<b>tonn CO2-eg</b>	<b>Andel</b>
Asfalt	4	16 %
Anleggsmaskineri	5	20 %
Andre materialer	14	64 %
<b>Sum</b>	<b>23</b>	<b>100 %</b>

## 4.2 Larsnes

I tabellen under vises det totalt klimagassutslipp knyttet til hele infrastrukturprosjekt gjennom hele levetiden. Totalt for hele levetiden er det estimert at klimagassutslippene tilsvarer 831 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. for Larsnes fergekai.

Tabell 7: Utslipp per livsløpsfase, tonn CO<sub>2</sub>-ekv.

Klimagassutslipp fordelt på livsløpsfase og vegkomponent [tonn CO <sub>2</sub> -eq]				
Livsløpsfase	Dagsone	Hovedprosess: Kai	Sum	% av total
Materialproduksjon (A1-A4)	65	705	770	93
Utbygging (A5)	3	11	14	2
D&V 60 år (B4-B5)	6	42	47	6
<b>Sum</b>	<b>74</b>	<b>757</b>	<b>831</b>	

Klimagassutslippene fra materialproduksjon og materialtransport til byggeplass (A1-A4) er estimert til totalt 770 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Hva dette stammer fra vises i Tabell 8.

Tabell 8: Utslipp fra materialer og materialtransport til byggeplass, tonn CO<sub>2</sub> ekv for A1-A4 for Larsnes fergekai.

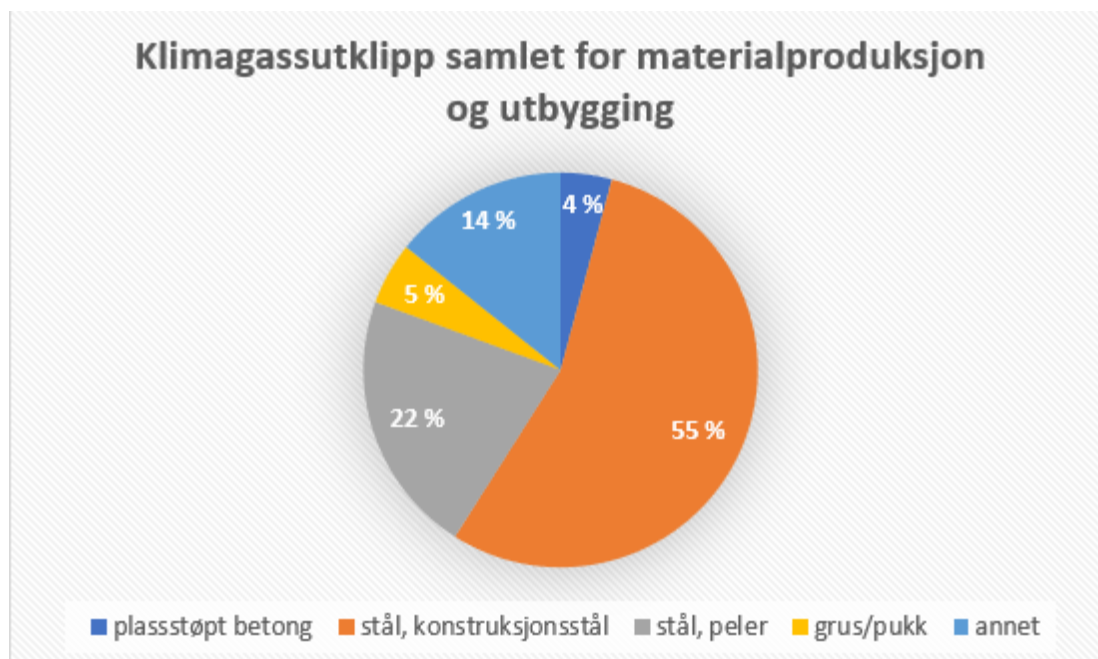
Klimagassutslipp, materialproduksjon, aggregert liste (A1-A4)		
Materialkategori	tonn CO <sub>2</sub> -eq	Andel
Asfalt	3	0 %
Plasstøpt betong	33	4 %
Sement	1	0 %
Stål, annet	1	0 %
Stål, armering og bolter kamstål	14	2 %
Stål, konstruksjonsstål	430	56 %
Stål, peler	169	22 %
Grus/pukk	40	5 %
Andre materialer	79	10 %
<b>Sum</b>	<b>770</b>	<b>100 %</b>

Utslippene fra utbyggingen av Larsnes kai er estimert til 14 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, vist i Tabell 9.

Tabell 9: Utslipp i utbygging inkluderer direkte utslipp på byggeplass (A5) for Larsnes.

Klimagassutslipp per innsatsfaktor i utbygging (A5)		
Materialkategori	tonn CO <sub>2</sub> -eq	Andel
Anleggsmaskiner: diesel	13	96 %
Massetransport: diesel, slitasje	0	3 %
<b>Sum</b>	<b>14</b>	<b>100 %</b>

Totalt for klimagassutslipp for materialproduksjon og utbygging (A1-A5) fordeler seg som vist i Figur 2. Bygningselementer som utgjør mindre enn 3 % av totalen vil gå inn under kategorien «Annet». I tabellen er det inkludert direkte utslipp på byggeplass. Det er ikke inkludert arealbruksendringer. 55% av utslippene kommer fra konstruksjonsstål.



Figur 2: %-vis fordeling av klimagassutslipp i fase A1-A5 for Larsnes.

Utslipp fra drift og vedlikehold fordeler seg som vist i Tabell 10.

Tabell 10: Klimagassutslipp i drift og vedlikehold.

Klimagassutslipp per innsatsfaktor i drift og vedlikehold, 60 år (B4-B5)		
Materialkategori	tonn CO2-eg	Andel
Asfalt	4	8 %
Anleggsmaskineri	1	3 %
Andre materialer	42	90 %
Sum	47	100 %

## 4.3 Åram

I Tabell 11 vises det totalt klimagassutslipp knyttet til hele infrastrukturprosjekt gjennom hele levetiden. Total for hele levetiden er det estimert at utslippene tilsvarer 409 tonn CO<sub>2</sub>- ekvivalenter.

Tabell 11: Utslipp per livsløpsfase, tonn CO<sub>2</sub> ekv.

Klimagassutslipp fordelt på livsløpsfase og vegkomponent [tonn CO <sub>2</sub> -eq]				
Livsløpsfase	Dagsone	Hovedprosess: Kai	Sum	% av total
Materialproduksjon (A1-A4)	4	395	399	92
Utbygging (A5)	3	7	9	2
D&V 60 år (B4-B5)	6	19	25	6
<b>Sum</b>	<b>12</b>	<b>421</b>	<b>433</b>	

Klimagassutslippene fra materialproduksjon og materialtransport til byggeplass (A1-A4) er estimert til totalt 399 tonn CO<sub>2</sub>- ekvivalenter. Hva dette stammer fra vises i Tabell 12.

Tabell 12: Utslipp fra materialer og materialtransport til byggeplass, tonn CO<sub>2</sub> ekv for A1-A4 for Åram.

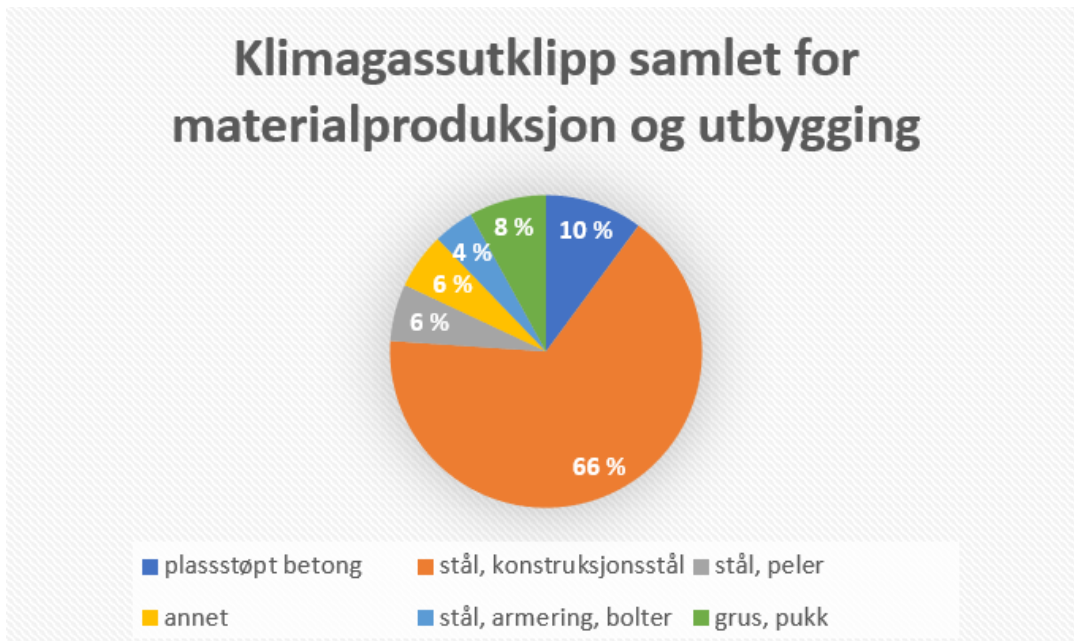
Klimagassutslipp, materialproduksjon, aggregert liste (A1-A4)		
Materialkategori	tonn CO <sub>2</sub> -eq	Andel
Asfalt	3	1 %
Plasstøpt betong	41	10 %
Sement	1	0 %
Stål, annet	1	0 %
Stål, armering og bolter kamstål	17	4 %
Stål, konstruksjonsstål	269	67 %
Stål, peler	24	6 %
Grus/pukk	33	8 %
Sprengstoff	1	0 %
Andre materialer	8	2 %
<b>Sum</b>	<b>399</b>	<b>100 %</b>

Utslippene fra utbyggingen av Åram kai er estimert til 9 tonn CO<sub>2</sub>- ekvivalenter, vist i Tabell 13.

Tabell 13: Utslipp i utbygging inkluderer direkte utslipp på byggeplass (A5) for Åram.

Klimagassutslipp per innsatsfaktor i utbygging (A5)		
Materialkategori	tonn CO <sub>2</sub> -eq	Andel
Anleggsmaskiner: diesel	9	95 %
Massetransport: diesel, slitasje	0	5 %
<b>Sum</b>	<b>9</b>	<b>100 %</b>

Totalt for klimagassutslipp for materialproduksjon og utbygging (A1-A5) fordeler seg som i Figur 3. Bygningselementer som utgjør mindre enn 3 % av totalen vil gå inn under kategorien «Annet». I tabellen er det inkludert direkte utslipp på byggeplass. Det er ikke inkludert arealbruksendringer 66% av utslippene kommer fra konstruksjonsstål.



Figur 3: %-vis fordeling av klimagassutslipp i fase A1-A5 for Åram.

Utslipp fra drift og vedlikehold fordeler seg som vist i Tabell 14.

Tabell 14: Utslipp fra drift og vedlikehold.

Klimagassutslipp per innsatsfaktor i drift og vedlikehold, 60 år (B4-B5)		
Materialkategori	tonn CO2-eg	Andel
Asfalt	4	14 %
Anleggsmaskineri	1	5 %
Andre materialer	20	81 %
<b>Sum</b>	<b>25</b>	<b>100 %</b>

## 4.4 Voksa

Tabell 15 viser det totalt klimagassutslipp knyttet til hele infrastrukturprosjekt gjennom hele levetiden. Total for hele levetiden er det estimert at utslippene tilsvarer 648 tonn CO<sub>2</sub>- ekvivalenter.

Tabell 15: Utslipp per livsløpsfase, tonn CO<sub>2</sub> ekv.

Klimagassutslipp fordelt på livsløpsfase og vegkomponent [tonn CO <sub>2</sub> -eq]				
Livsløpsfase	Dagsone	Hovedprosess: Kai	Sum	% av total
Materialproduksjon (A1-A4)	4	573	576	89
Utbygging (A5)	3	6	8	1
D&V 60 år (B4-B5)	6	57	63	10
<b>Sum</b>	<b>12</b>	<b>635</b>	<b>648</b>	

Klimagassutslippene fra materialproduksjon og materialtransport til byggeplass (A1-A4) er estimert til totalt 576 tonn CO<sub>2</sub>- ekvivalenter. Dette er vist i Tabell 16.

Tabell 16: Utslipp fra materialer og materialtransport til byggeplass, tonn CO<sub>2</sub> ekv for A1-A4 for Voksa.

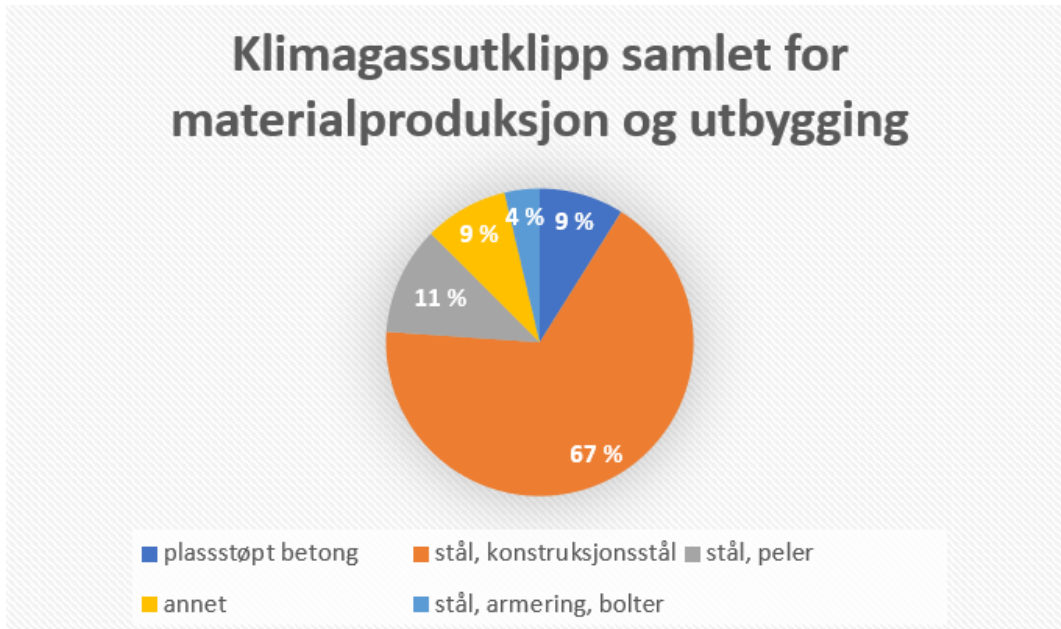
Klimagassutslipp, materialproduksjon, aggregert liste (A1-A4)		
Materialkategori	tonn CO <sub>2</sub> -eq	Andel
Asfalt	3	0 %
Plasstøpt betong	52	9 %
Sement	1	0 %
Stål, annet	1	0 %
Stål, armering og bolter kamstål	21	4 %
Stål, konstruksjonsstål	393	68 %
Stål, peler	67	12 %
Grus/pukk	13	2 %
Andre materialer	24	4 %
<b>Sum</b>	<b>576</b>	<b>100 %</b>

Utslippene fra utbyggingen av Voksa kai er estimert til 8 tonn CO<sub>2</sub>- ekvivalenter, vist i Tabell 17.

Tabell 17: Utslipp i utbygging inkluderer direkte utslipp på byggeplass (A5) for Voksa

Klimagassutslipp per innsatsfaktor i utbygging (A5)		
Materialkategori	tonn CO <sub>2</sub> -eq	Andel
Anleggsmaskiner: diesel	8	93 %
Massetransport: diesel, slitasje	1	7 %
<b>Sum</b>	<b>8</b>	<b>100 %</b>

Totalt for klimagassutslipp for materialproduksjon og utbygging (A1-A5) fordeler seg som i figuren under. Bygningselementer som utgjør mindre enn 3 % av totalen vil gå inn under kategorien «Annet». I tabellen er det inkludert direkte utslipp på byggeplass. Det er ikke inkludert arealbruksendringer 67,2% av utslippene kommer fra konstruksjonsstål.



Figur 4: %-vis fordeling av klimagassutslipp i fase A1-A5 for Voksa.

Utslipp fra drift og vedlikehold fordeler seg som vist i Tabell 18.

Tabell 18: Utslipp fra drift og vedlikehold.

Klimagassutslipp per innsatsfaktor i drift og vedlikehold, 60 år (B4-B5)		
Materialkategori	tonn CO2-ekv	Andel
Asfalt	4	6 %
Anleggsmaskineri	1	2 %
Andre materialer	58	92 %
<b>Sum</b>	<b>63</b>	<b>100 %</b>

## 4.5 Kvamsøya

Tabell 19 viser det totalt klimagassutslipp knyttet til hele infrastrukturprosjekt gjennom hele levetiden. Total for hele levetiden er det estimert at utslippene tilsvarer 377 tonn CO<sub>2</sub>- ekvivalenter.

Tabell 19: Utslipp per livsløpsfase, tonn CO<sub>2</sub> ekv.

Klimagassutslipp fordelt på livsløpsfase og vegkomponent [tonn CO <sub>2</sub> -eq]				
Livsløpsfase	Dagsone	Hovedprosess: Kai	Sum	% av total
Materialproduksjon (A1-A4)	4	344	348	92
Utbygging (A5)	3	8	10	3
D&V 60 år (B4-B5)	6	13	19	5
<b>Sum</b>	<b>12</b>	<b>365</b>	<b>377</b>	

Klimagassutslippene fra materialproduksjon og materialtransport til byggeplass (A1-A4) er estimert til totalt 348 tonn CO<sub>2</sub>- ekv. Dette er vist i Tabell 20.

Tabell 20: Utslipp fra materialer og materialtransport til byggeplass, tonn CO<sub>2</sub> ekv. for A1-A4 for Kvamsøya.

Klimagassutslipp, materialproduksjon, aggregert liste (A1-A4)		
Materialkategori	tonn CO <sub>2</sub> -eq	Andel
Asfalt	3	0 %
Plasstøpt betong	33	4 %
Sement	1	0 %
Stål, annet	1	0 %
Stål, armering og bolter kamstål	14	2 %
Stål, konstruksjonsstål	430	56 %
Stål, peler	169	22 %
Grus/pukk	40	5 %
Andre materialer	79	10 %
<b>Sum</b>	<b>770</b>	<b>100 %</b>

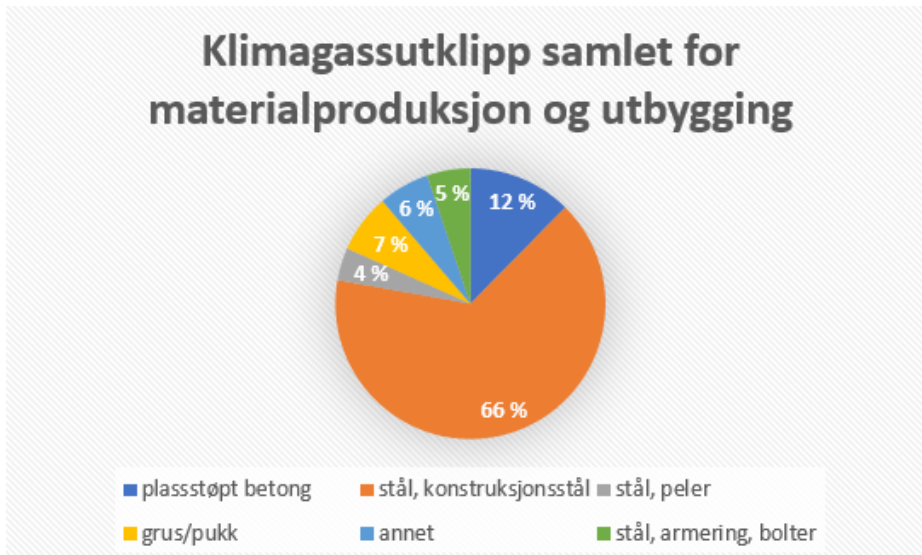
Utslippene fra utbyggingen av Kvamsøya kai er estimert til 14 tonn CO<sub>2</sub>- ekvivalenter, vist i Tabell 21.

Tabell 21: Utslipp i utbygging inkluderer direkte utslipp på byggeplass (A5) for Kvamsøya..

Klimagassutslipp per innsatsfaktor i utbygging (A5)		
Materialkategori	tonn CO <sub>2</sub> -eq	Andel
Anleggsmaskiner: diesel	13	96 %
Massetransport: diesel, slitasje	0	3 %
<b>Sum</b>	<b>14</b>	<b>100 %</b>



Totalt for klimagassutslipp for materialproduksjon og utbygging (A1-A5) fordeler seg som i figuren under. Bygningselementer som utgjør mindre enn 3 % av totalen vil gå inn under kategorien «Annet». I tabellen er det inkludert direkte utslipp på byggeplass. Det er ikke inkludert arealbruksendringer. 66% av utslippene kommer fra konstruksjonsstål



Figur 5: %-vis fordeling av klimagassutslipp i fase A1-A5 for Kvamsøya.

Utslipp fra drift og vedlikehold fordeler seg som vist i Tabell 22.

Tabell 22: Utslipp fra drift og vedlikehold.

<b>Klimagassutslipp per innsatsfaktor i drift og vedlikehold, 60 år (B4-B5)</b>		
Materialkategori	tonn CO2-eq	Andel
Asfalt	4	19 %
Anleggsmaskineri	1	6 %
Andre materialer	14	75 %
<b>Sum</b>	<b>19</b>	<b>100 %</b>

## 4.6 Sammenligninger

I Tabell 23 kan man se alle de fire kaiene som skal bygges målt opp mot referansekaien laget for dette prosjektet.

Tabell 23: Sammenligning av klimagassutslipp for de ulike kaiene.

Sammenligning av klimagassutslipp (A1-B5) for referansekai og de ulike kaiene fordelt på livsløpsfase og vegkomponent [tonn CO <sub>2</sub> -eq]					
Livsløpsfase	Referanse	Larsnes	Åram	Voksa	Kvamsøya
Materialproduksjon (A1-A4)	481	770	399	576	348
Utbygging (A5)	7	14	9	8	10
D&V 60 år (B4-B5)	14	47	25	63	19
<b>Sum</b>	<b>513</b>	<b>831</b>	<b>433</b>	<b>648</b>	<b>377</b>
<b>% av totalutslipp sammenlignet mot referansekai</b>		<b>62%</b>	<b>-16%</b>	<b>26%</b>	<b>-26%</b>

Dersom en sammenligner klimagassutslippene for de ulike kaiene mot referansekaien, så har kai 1: Larsnes og kai 3: Voksa henholdsvis 62% og 26% høyere klimagassutslipp enn referansekaien. Dette kommer i stor grad fra høyere utslipp til materialproduksjon (A1-A4), men også på grunn av høyere utslipp knyttet til drift og vedlikehold.

Dersom en ser på hvilke materialer som gir størst utslipp i forbindelse med materialproduksjon er det i hovedsak utslipp i forbindelse med konstruksjonsstål og stål til peler (77%) for kai 1: Larsnes og (78%) for kai 3: Voksa.

- For kai 1: Larsnes kommer 76 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter fra konstruksjonsstål og stål til peler.
- For kai 3: Voksa kommer 79 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter fra konstruksjonsstål og stål til peler.
- Dersom det byttes til resirkulert stål vil disse utslippene kuttes betydelig.

Kai 2: Åram og kai 4: Kvamsøya har mindre utslipp enn referansekaien.

## 5. Oppsummering og diskusjon

Dette notatet har fremstilt utslippsnivået til de fire kaiene og sammenlignet dette med en referanse kai. Referanse kaien har et utslipp på 513 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. De prosjekterte kaiene viser følgende klimagassutslipp:

- Larsnes: 831 tonn CO<sub>2</sub>-ekv.
- Åram: 433 tonn CO<sub>2</sub>-ekv.
- Voksa: 648 tonn CO<sub>2</sub>-ekv.
- Kvamsøya: 377 tonn CO<sub>2</sub>-ekv.

Per nå er det tydeligste tiltaket å øke mengden resirkulert stål. I utført analyse ligger uresirkulert stål til grunn. Ved å endre til resirkulert stål reduseres totalt klimagassutslipp til:

- Larsnes fergekai: 634 tonn CO<sub>2</sub>-ekv.
- Åram: 310 tonn CO<sub>2</sub>-ekv.
- Voksa: 468 tonn CO<sub>2</sub>-ekv.
- Kvamsøya: 270 tonn CO<sub>2</sub>-ekv.

Bruk av resirkulert materiale ved bygging gir miljømessig gevinst i tråd med utslippsbesparelser forbundet med lavere forbruk av jomfruelig materiale og eventuell mindre utslippsintensiv produksjon.

Andre mulige tiltak å undersøke er, om praktisk mulig, benytte lavkarbon klasse A. I tillegg ser vi en del utslipp knyttet til byggeplass. Her er det mulig å redusere utslipp om det benyttes utslippsfri/fossilfri byggeplass.

Mengden betong kan også studeres nærmere. Kan man for eksempel benytte mindre volum og likevel oppnå ønsket funksjon?

Pukk/grus er tiltenkt å hentes fra nærområde, da det ligger et pukverk 3-4 km unna. Det skal også være mulig å knuse betong fra eksisterende kai som kan brukes til fyllmasse, dette kan fordeles til de kaiene som har behovet, og derav redusere behov for transport av materialer.

Det bør videre undersøkes gode muligheter for å transportere vekk massene som skal rives slik at dette foregår med lavest mulig utslipp.

Klimagassbudsjettet bør følges opp gjennom alle faser i prosjektet for få ta høyde for gjennomførte tiltak og sikre at mengder/input er iht. til detaljeringsgraden prosjektet er i.

## 6. Vedlegg

### 6.1 Referanse kai

Tabell 24: Totalt materialforbruk for Referanse kai

	Enhet	Mengde M+U	Mengde D+V
<b>BETONG OG SEMENT</b>			
Asfaltgrusbetong	kg	30 000	39 000
Normalbetong, B45, Lavkarbon B	m <sup>3</sup>	263	
Undervannsbetong	m <sup>3</sup>	27	
Sement, CEM II	kg	1 700	
<b>STÅLMATERIALER</b>			
Stål, konstruksjon u/resirk	kg	84 410	
Stål, varmforsinket	kg	610	
Stål, peler	kg	28 033	
Stål, kamstål armering	kg	51 500	
Stål, kamstål armering, rustfritt	kg	500	
Stål, bolter av kamstål	kg	311	
<b>ANNET</b>			
Bitumenemulsjon	m <sup>3</sup>	23	59
Epoxy	m <sup>2</sup>	1	
Epoxy mastic	tonn	293	703
Epoxy maling, 100 um	kg	300	720
Epoxy primer, min 90% sink	m <sup>3</sup>		40
Grus/pukk	m <sup>2</sup>	783 225	
Konstruksjonstrevirke	kg	8	
Lysmast av stål	stk	3	7
Polyuretan-akryl, maling	stk	23	56
Pulverlakkering, 60um	stk	110	264
Sinkbelegg, stål, 130 um	m <sup>2</sup>	820	1 968
Sprengstoff	kg	73	

Tabell 25: Energiforbruk i form av diesel til anleggsmaskiner og massetransport for referanse kai.

	Enhet	Mengde M+U	Mengde D+V
<b>ENERGIFORBRUK</b>			
Diesel i anleggsmaskiner, biodiesel iht omsetningskrav (anleggsdiesel)	liter	2 743	1 396
Diesel massetransport (t/r), biodiesel iht omsetningskrav (veitransport)	liter	138	

## 6.2 Larsnes

Tabell 26: Totalt materialforbruk Larsnes Fergekai

	Enhet	Mengde M+U	Mengde D+V
<b>BETONG OG SEMENT</b>			
Asfaltgrusbetong	kg	30 000	39 000
Normalbetong, B45, Lavkarbon B	m <sup>3</sup>	66	
Undervannsbetong	m <sup>3</sup>	27	
Sement, CEM II	kg	1 500	
<b>STÅLMATERIALER</b>			
Stål, konstruksjon u/resirk	kg	154 710	
Stål, varmforsinket	kg	610	
Stål, peler	kg	60 90	
Stål, kamstål armering	kg	14 500	
Stål, kamstål armering, rustfritt	kg	500	
Stål, bolter av kamstål	kg	252	
<b>ANNET</b>			
Bitumenemulsjon	m <sup>3</sup>	23	59
Epoxy	m <sup>2</sup>	1	
Epoxy mastic	tonn	1 173	2 815
Epoxymaling, 100 um	kg	1 185	2 844
Epoxy primer, min 90% sink	m <sup>3</sup>		39
Grus/pukk	m <sup>2</sup>	2 134 575	
Konstruksjonstrevirke	Kg	1	
Lysmast av stål	stk	3	7
Naturstein	stk	291 600	
Polyuretan-akryl, maling	stk	94	225
Pulverlakkering, 60um	Stk	262	628
Sinkbelegg, stål, 130 um	m <sup>2</sup>	2 580	6 192
Sprengstoff	kg	223	

Tabell 27: Energiforbruk i form av diesel til anleggsmaskiner og massetransport for Larsnes.

	Enhet	Mengde M+U	Mengde D+V
<b>ENERGIFORBRUK</b>			
Diesel i anleggsmaskiner, biodiesel iht omsetningskrav (anleggsdiesel)	liter	4 030	367
Diesel massetransport (t/r), biodiesel iht omsetningskrav (veitransport)	liter	142	

## 6.3 Åram

Tabell 28: Totalt materialforbruk for Åram Fergekai

	Enhet	Mengde M+U	Mengde D+V
<b>BETONG OG SEMENT</b>			
Asfaltgrusbetong	kg	30 000	
Normalbetong, B45, Lavkarbon B	m <sup>3</sup>	91	
Undervannsbetong	m <sup>3</sup>	27	
Sement, CEM II	kg	1 700	
<b>STÅLMATERIALER</b>			
Stål, konstruksjon u/resirk	kg	96 910	
Stål, varmforsinket	kg	610	
Stål, peler	kg	8 737	
Stål, kamstål armering	kg	18 200	
Stål, kamstål armering, rustfritt	kg	500	
Stål, bolter av kamstål	kg	237	
<b>ANNET</b>			
Bitumenemulsjon	m <sup>3</sup>	23	
Epoxy	m <sup>2</sup>	1	
Epoxy mastic	tonn	449	
Epoxymaling, 100 um	kg	461	
Epoxy primer, min 90% sink	m <sup>3</sup>		39
Grus/pukk	m <sup>2</sup>	1 766 625	
Lysmast av stål	stk	3	
Polyuretan-akryl, maling	stk	36	
Pulverlakkering, 60um	stk	266	
Sinkbelegg, stål, 130 um	m <sup>2</sup>	1 132	
Sprengstoff	kg	423	

Tabell 29: Energiforbruk i form av diesel til anleggsmaskiner og massetransport for Åram.

	Enhet	Mengde M+U	Mengde D+V
<b>ENERGIFORBRUK</b>			
Diesel i anleggsmaskiner, biodiesel iht omsetningskrav (anleggsdiesel)	liter	2 766	367
Diesel massetransport (t/r), biodiesel iht omsetningskrav (veitransport)	liter	147	

## 6.4 Voksa

Tabell 30 - Totalt materialforbruk for Voksa Ferjekai

	Enhet	Mengde M+U	Mengde D+V
<b>BETONG OG SEMENT</b>			
Asfaltgrusbetong	kg	30 000	39 000
Normalbetong, B45, Lavkarbon B	m <sup>3</sup>	124	
Undervannsbetong	m <sup>3</sup>	27	
Sement, CEM II	kg	1 700	
<b>STÅLMATERIALER</b>			
Stål, konstruksjon u/resirk	kg	141 410	
Stål, varmforsinket	kg	610	
Stål, peler	kg	24 097	
Stål, kamstål armering	kg	23 200	
Stål, kamstål armering, rustfritt	kg	500	
Stål, bolter av kamstål	kg	304	
<b>ANNET</b>			
Bitumenemulsjon	m <sup>3</sup>	23	59
Epoxy	m <sup>2</sup>	1	
Epoxy mastic	tonn	1 464	3 513
Epoxymaling, 100 um	kg	1 476	3 542
Epoxy primer, min 90% sink	m <sup>3</sup>		39
Grus/pukk	m <sup>2</sup>	783 225	
Konstruksjonstrevirke	kg		
Lysmast av stål	stk	3	7
Polyuretan-akryl, maling	stk	117	281
Pulverlakkering, 60um	stk	1 281	3 074
Sinkbelegg, stål, 130 um	m <sup>2</sup>	3 162	7 589
Sprengstoff	kg	73	

Tabell 31: Energiforbruk i form av diesel til anleggsmaskiner og massetransport for Voksa.

	Enhet	Mengde M+U	Mengde D+V
<b>ENERGIFORBRUK</b>			
Diesel i anleggsmaskiner, biodiesel iht omsetningskrav (anleggsdiesel)	liter	2 380	367
Diesel massetransport (t/r), biodiesel iht omsetningskrav (veitransport)	liter	179	

## 6.5 Kvamsøya

Tabell 32 - Totalt materialforbruk for Kvamsøya Ferjekai

	Enhet	Mengde M+U	Mengde D+V
<b>BETONG OG SEMENT</b>			
Asfaltgrusbetong	kg	30 000	39 000
Normalbetong, B45, Lavkarbon B	m <sup>3</sup>	101	
Undervannsbetong	m <sup>3</sup>	27	
Sement, CEM II	kg	1 700	
<b>STÅLMATERIALER</b>			
Stål, konstruksjon u/resirk	kg	84 410	
Stål, varmforsinket	kg	610	
Stål, peler	kg	5 089	
Stål, kamstål armering	kg	20 000	
Stål, kamstål armering, rustfritt	kg	500	
Stål, bolter av kamstål	kg	30	
<b>ANNET</b>			
Bitumenemulsjon	m <sup>3</sup>	23	59
Epoxy	m <sup>2</sup>	1	
Epoxy mastic	tonn	293	703
Epoxymaling, 100 um	kg	300	720
Epoxy primer, min 90% sink	m <sup>3</sup>		39
Grus/pukk	m <sup>2</sup>	1 368 975	
Lysmast av stål	stk	3	7
Polyuretan-akryl, maling	stk	23	56
Pulverlakkering, 60um	stk	110	264
Sinkbelegg, stål, 130 um	m <sup>2</sup>	820	1 968

Tabell 33 - Energiforbruk i form av diesel til anleggsmaskiner og massetransport for Kvamsøya

	Enhet	Mengde M+U	Mengde D+V
<b>ENERGIFORBRUK</b>			
Diesel i anleggsmaskiner, biodiesel iht omsetningskrav (anleggsdiesel)	liter	3 055	367
Diesel massetransport (t/r), biodiesel iht omsetningskrav (veitransport)	liter	138	