

Klimagassberegning for

Fv. 416 Risørveien

---

*Reguleringsplan (2020)*

---

**NYE VEIER AS**

---

**29. OKTOBER 2020**

## SAMMENDRAG

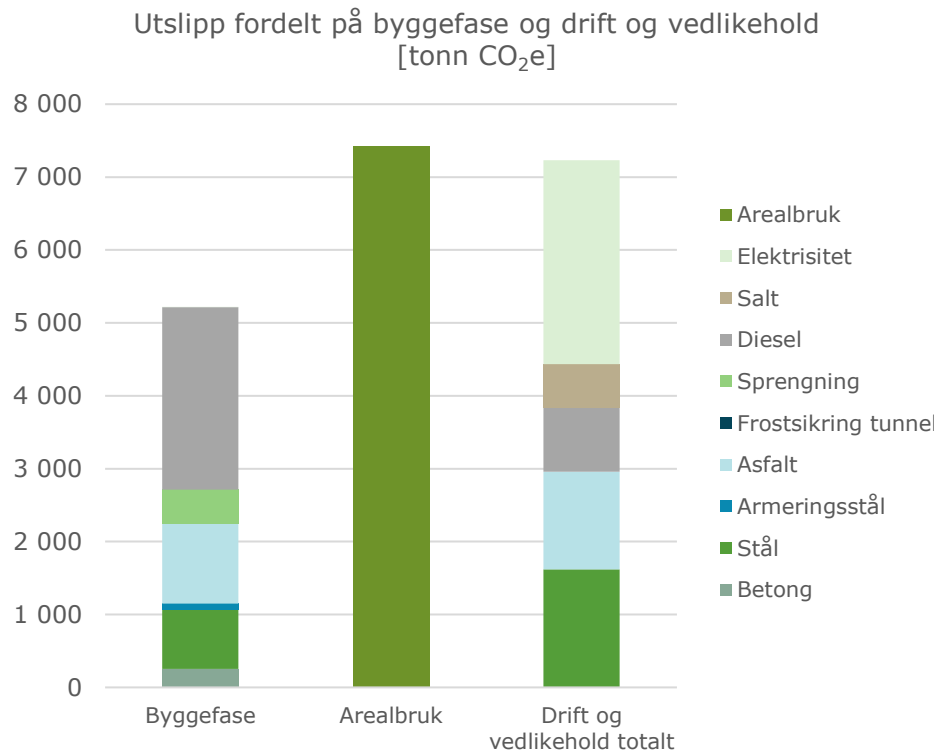
Det er utarbeidet et klimagassregnskap for bygging, arealbeslag, drift og vedlikehold i 60 år for ny Fylkesvei 416 Risørveien. Mengder og enheter er gitt av Stian Blindheim og Espen Hoell i Nye Veier og baserer seg på detaljregulering av strekningen.

Systemgrensen er satt basert på kap. 5 i Statens Vegvesen (SVV) sin metodebeskrivelse [1] og er tilpasset strekningen ut fra detaljnivå, se kap. 2 og 3. Utslippsfaktorer er primært hentet fra Norske miljødeklarasjoner (EPD-er). Der dette ikke er tilgjengelig, er utslippsfaktorer hentet fra norske standarder, anerkjente rapporter eller LCA-databasen Ecoinvent [2].

Strekningen har en beregnet klimabelastning over livsløpet på omtrent 5 000 og 7 000 tonn CO<sub>2</sub>e<sup>1</sup> fra henholdsvis byggefase og drift- og vedlikeholdsfase. For byggefasen er de største utslippene knyttet til diesel, asfalt og stål. For drift- og vedlikeholdsfasen er elektrisitet, stål og asfalt de største postene. Det er på disse postene en først bør begynne å lete etter mulige tiltak.

Endret arealbruk gir utslipp på til sammen 7 000 tonn CO<sub>2</sub>e.

Figur 1: Klimagassutslipp fordelt på byggefase, arealbruk og drift og vedlikehold



### Fv. 416 Risørveien

Veilengde hovedstrekning: 4,7 km

Fordeling mellom vei i dagen, tunnel og bru for hovedstrekningen (Fv. 416) er henholdsvis 99 %, 0 % og 1 %.

<sup>1</sup> CO<sub>2</sub>e er en forkortelse for CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Dette er summen av alle drivhusgassutslipp, regnet om til en ekvivalent mengde CO<sub>2</sub>, dvs. mengden CO<sub>2</sub> med ekvivalent drivhuseffekt over en periode på 100 år

# Innhold

Prosjekt nr: 15226  
Versjon: 1 (NV-GHG 2.2)  
Revisjon: 0

Utarbeidet av: RAEK  
Verifisert av: JUGG  
Godkjent av: IDJO

**NIRAS Norge AS**  
Kongens gate 4, 0153 Oslo  
Reg.no. 992 152 265  
nirasnorge@niras.no  
[www.nirasnorge.no](http://www.nirasnorge.no)  
T: +47 92872660  
E: raek@niras.com

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
1.1	Bakgrunn	5
1.1.1	FNs bærekraftsmål	5
1.2	Formål og hensikt	5
1.3	Om strekningen	6
1.4	Ordforklaringer	7
<b>2</b>	<b>Metode</b>	<b>8</b>
2.1	Hva er en livsløpsvurdering (LCA)?	8
2.2	Systemgrenser	8
2.2.1	Systemgrenser for produktstadiet (A1 – A3)	9
2.2.2	Systemgrenser for konstruksjonsstadiet (A4 – A5)	9
2.2.3	Systemgrenser for bruksstadiet (B1 – B6)	9
2.2.4	Systemgrenser for annet (livssyklusstadier C til D og LULUCF)	9
2.3	Omfang anleggsfasen (A1- A5)	10
2.4	Omfang drift- og vedlikeholdsfasen (B1 – B6)	10
<b>3</b>	<b>Grunnlagsdata</b>	<b>11</b>
3.1	Grunnlagsdata	11
3.2	Forutsetninger for beregningene	11
3.3	Definerte enheter	11
3.4	Utslippsfaktorer	13
<b>4</b>	<b>Resultat</b>	<b>15</b>
4.1	Totale klimagassutslipp	15
4.2	Direkte klimagassutslipp	16
<b>5</b>	<b>Usikkerhet, følsomhet og diskusjon</b>	<b>18</b>
5.1	Byggefase	18
5.1.1	Betong	18
5.1.2	Stål	19
5.1.3	Armeringsstål	19
5.1.4	Asfalt	19
5.1.5	Frostsikring tunnel	19
5.1.6	Sprengning	19
5.1.7	Diesel	19
5.1.8	Elektrisitet	20

5.2	Drift- og vedlikeholdsfase	20
5.2.1	Stål	20
5.2.2	Asfalt	20
5.2.3	Diesel	21
5.2.4	Salt	21
5.2.5	Elektrisitet	21
5.3	Utslippsreducerende tiltak	21
5.3.1	Byggefasen	21
5.3.2	Drift- og vedlikeholdsfasen	22

---

**Referanser** **23**

---

Vedlegg 1: NV-GHG 2.2 Klimagassberegning Fv. 416 Risørveien

---

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Det bygges en rekke store samferdselsprosjekter i Norge i dag og flere skal iverksettes over de kommende årene. Nye Veier slutter seg til nasjonale målsetninger for utslippsreduksjon, vedtatt i Nasjonal Transportplan [3], og de har med utgangspunkt i dette satt seg følgende mål for utslippsreduksjon for egen portefølje:

- Utslippene ved *bygging* av infrastruktur skal reduseres med 40 % innen 2030.
- Utslippene fra *drift og vedlikehold* av infrastruktur skal reduseres med minst 75 % innen 2030.

Utover dette setter Nye Veier seg et mål om å ta en lederrolle for å redusere det totale klimafotavtrykket i bransjen [4].

### 1.1.1 FNs bærekraftsmål

NIRAS ønsker å ta utgangspunkt i FNs bærekraftsmål for å fremme oppmerksomheten rundt målene og bidra til bærekraftig utvikling i samarbeid med våre kunder.

Målene består av 17 mål og 169 delmål. Målene skal fungere som en felles global arbeidsplan for land, næringsliv og sivilsamfunn. Land fra hele verden har vært aktivt involvert i arbeidet med å utforme målene, og mer enn syv millioner mennesker har kommet med innspill i prosessen.

Bærekraftig utvikling handler om å ta vare på behovene til mennesker som lever i dag, uten å svekke fremtidige generasjoners muligheter til å dekke sine. Å redusere klimagassutslipp kan knyttes til mål 13 «Stoppe klimaendringene», som vist i Figur 1.1.

For mer informasjon om FNs bærekraftsmål, gå inn på siden: <http://www.fn.no/Om-FN/FNs-baerekraftsmaal>

Figur 1.1: FNs bærekraftsmål



## 1.2 Formål og hensikt

Nye Veier AS jobber for å oppnå målene fremmet i NTP. Som et ledd i denne prosessen kartlegges klimagassutslipp knyttet til veistrekninger i planleggingsfasen. Formålet er å få en oversikt over de største utslippspostene, og dermed hvilke utslippsreducerende tiltak som bør prioriteres for den enkelte strekning.

### 1.3 Om strekningen

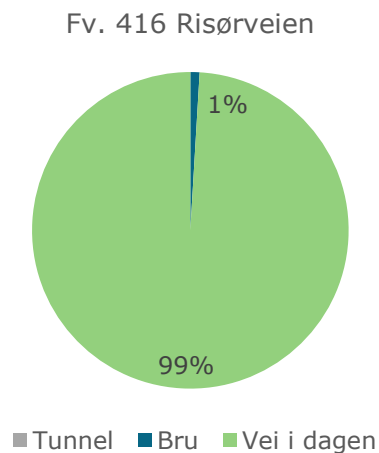
Denne rapporten tar for seg Fv. 416 Risørveien mellom E18 og Risør, som vist i Figur 1.2. Bildet er et kartutsnitt og viser eksisterende veier (grå) og planlagt ny trasé (lilla). Ny trasé planlegges påbegynt vest for E18, rett sør for Aklandstjenna. Veien vil deretter krysse E18 og følge langs dagens trasé til Hammertjenna. Herfra vil veien legges utenom dagens trasé frem til avslutning ved Auslandsvannet. Sør for Aklandstjenna legges det også inn en forbindelse sørover til E18.

Figur 1.2: Oversiktskart for Fylkesvei 416 Risørveien på strekningen mellom E18 og Risør



Ny vei vest for E18 legges i jomfruelig terreng. Den delen av strekningen som ligger øst for E18 legges derimot i stor grad i, eller parallelt med, dagens trasé. Nytt arealbeslag består hovedsakelig av skog og noe jordbruksareal. Det skal bygges en bru i forbindelse med kryssing av Dalandsbekken (E18) og en ved Hammeren. Det skal ikke bygges tunnel. Strekningen består av en fordeling mellom tunnel, bru og vei i dagen som vist i Figur 1.3.

Figur 1.3: Prosentfordeling mellom bru, vei i dagen og tunnel for hovedstrekningen



## 1.4 Ordforklaringer

CO <sub>2</sub> e	Summen av alle drivhusgassutslipp, regnet om til en ekvivalent mengde CO <sub>2</sub> , dvs. mengden CO <sub>2</sub> med ekvivalent drivhuseffekt over en periode på 100 år.
NV-GHG	Tidligfaseverktøy for beregning av klimagassutslipp for veistrekninger, utviklet av NIRAS Norge på vegne av Nye Veier. Navnet står for «Nye Veier – Greenhouse Gas»
EPD	Environmental product declaration/miljødeklarasjon
LCA	Life cycle assessment/livsløpsvurdering
NTP	Nasjonal transportplan
SVV	Statens vegvesen
XPS	Ekstrudert polystyren
ÅDT	Årsdøgntrafikk

## 2 Metode

Verktøyet som benyttes (NV-GHG 2.2) er utviklet av NIRAS Norge på oppdrag fra Nye Veier og er spesielt egnet til bruk i tidligfase. NV-GHG inkluderer ikke mindre aktiviteter og materialgrupper, ettersom disse ikke er kjent i denne fasen av prosjektet. Beregningsmetoden er basert på Statens vegvesens metoderapporter og håndbøker, samt informasjon fra leverandører og NIRAS' egne infrastruktureksperter. Utslippsfaktorer er samkjørt slik at de i størst mulig grad samstemmer med utslippsfaktorer benyttet i VegLCA.

### 2.1 Hva er en livsløpsvurdering (LCA)?

En livsløpsvurdering (LCA) er en analyse som blir brukt for å evaluere miljømessige konsekvenser. Analysen kan inkludere hele livssyklusen fra uttak av råmaterialer til produksjon, distribusjon, bruk, gjenbruk, vedlikehold, resirkulering og til slutt avhending. En LCA kan inneholde flere stadier avhengig av analysen en vil gjøre. I Figur 2.1 vises de ulike stadiene.

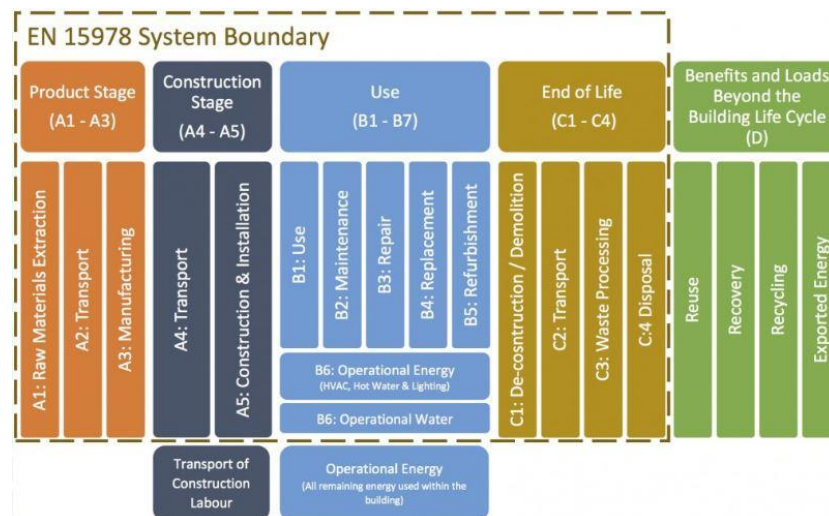
Figur 2.1: Illustrasjon over stadiene i et produkts livsløp, hentet fra [5]



### 2.2 Systemgrenser

Klimagassbudsjettet er en oversikt over klimagassutslipp knyttet til bygging, drift og vedlikehold av ny Fv. 416 Risørveien. Systemgrenser er definert med utgangspunkt i EN 15978, som vist i Figur 2.2.

Figur 2.2: Systemgrenser for LCA-analyser, hentet fra EN 15978





### 2.2.1 Systemgrenser for produktstadiet (A1 – A3)

For produktstadiet (livssyklusstadier A1 – A3) regnes material-/energistrømmer tilsvarende minimum 95 % av produktenes totale krybbe-til-port (CTG)-utslipp som innenfor systemgrensen, i henhold til ISO 14044 og aktuelle produktkategoriregler (PCR).

Tekniske installasjoner som kummer, kabler, koblingsbokser, brannskap og drenerør anses som utenfor systemgrensen. Det samme gjelder tekniske bygg, rundkjøringer, rasteplasser, støyskjerming, kantstein, viltgjerder, veikilt, fortau, osv.

Materialmengder er basert på anslagsrapportens «sannsynlige» kalkyleverdier. Poster i anslagsrapporten som utgjør marginale mengder er utelatt da disse likevel vil forsvinne i feilmarginen (avrunding til nærmeste tusen kg).

### 2.2.2 Systemgrenser for konstruksjonsstadiet (A4 – A5)

For konstruksjonsstadiet (livssyklusstadier A4 – A5) regnes transport og anleggsarbeid som innenfor systemgrensen. Dette inkluderer både direkte og indirekte utslipp fra energiforbruk, mens slitasje på vei og maskiner knyttet til transport og anleggsarbeid regnes som utenfor. Fjerning av vegetasjonsdekke, sprengning og transport av sprengstein og jordmasser er medtatt. Annet forberedende arbeid og etterarbeid, slik som anleggsrigg, vegetasjonsrydding med ryddesag, beplantning, rivning av hus og midlertidig trafikkomlegging er holdt utenfor beregningene.

Transportarbeid inkluderer transport av masser og materialer til bruk i linja og til massedeponi. Det er i denne fasen av prosjektet benyttet prosjektspesifikke transportlengder for massetransport 0,5 og 5 km tur/retur til henholdsvis linje og deponi.

### 2.2.3 Systemgrenser for bruksstadiet (B1 – B6)

Normal bruk av veien, dvs. trafikk (livssyklusstadium B1), regnes som utenfor systemgrensen, ettersom dette ikke inngår i NTPs målsetninger om redusert klimabelastning for infrastrukturprosjekter.

Energiforbruk til vedlikehold (livssyklusstadium B2) regnes som innenfor systemgrensen. Dette inkluderer klipping, grøfterensk, feiing, salting og brøyting.

Utskifting av materialer i løpet av analyseperioden (livssyklusstadier B3-B5) regnes som innenfor systemgrensen. Transport og anleggsarbeid regnes da som innenfor systemgrensen. For avhending av brukte materialer går systemgrensen ved leveringspunkt for avfall (deponi). Utslipp knyttet til videre transport og avfallshåndtering regnes som utenfor systemgrensen.

Energiforbruk til normal drift av vei (livssyklusstadium B6), som gatelys, tunnellys, viftedrift o.l., regnes som innenfor systemgrensen. Dette inkluderer indirekte utslipp fra energiproduksjon.

### 2.2.4 Systemgrenser for annet (livssyklusstadier C til D og LULUCF)

Avhending (livssyklusstadium C) regnes som utenfor systemgrensen, da veiens levetid forutsettes å være lenger enn analyseperioden. Livssyklusstadium D regnes også som utenfor systemgrensen pga. stor usikkerhet knyttet til disse postene.

Utslipp knyttet til arealbruksendring (LULUCF-utslipp) regnes som innenfor systemgrensen. Resultatene viser at arealbruksendringer er en vesentlig bidragsyter til klimagassutslipp i et veiprojekt, noe som samsvarer godt med tidligere studier [6].

## 2.3 Omfang anleggsfasen (A1- A5)

I anleggsfasen er enhetene vist i Tabell 2.1 inkludert:

Tabell 2.1: Enheter benyttet i anleggsfasen

Vei i dagen	Asfaltbetong til slite- og bindelag
	Asfaltet grus til bærelag
	Pukk/kult til forsterkningslag og frostsikringslag
	Autovern
	Lyktestolper
	Veimerking
	Anleggsarbeid
Bru	Asfaltbetong
	Betong
	Armeringsstål
	Stål
	Lyktestolper
	Veimerking
	Fuktisolering
	Frostsikring
	Anleggsarbeid
Tunnel	Asfaltbetong
	Asfaltet grus
	Betong
	Frostsikring
	Forsterkningslag
	Veimerking
	Sikringsbolter
	Lyktestolper
	Autovern
	Anleggsarbeid
Kulvert	Betong
	Armering
	Anleggsarbeid

## 2.4 Omfang drift- og vedlikeholdsfasen (B1 – B6)

Enheter for drift og vedlikehold, vist i Tabell 2.2, er basert på NIRAS erfaringstall [7] og leverandørtall fra drift av vei. Belysning vei og bru er fastsatt under samkjøringsprosjektet med SVVs regneverktøy VegLCA. Belysning og viftedrift i tunnel er basert på [1].

Tabell 2.2: Enheter benyttet i drift- og vedlikeholdsfasen

Drift	Kantklipp
	Grøfterensk
	Feiing
	Salting
	Brøyting
	Belysning for vei i dagen og tunnel
	Pumpe- og viftedrift tunnel
Vedlikehold	Utskiftning av autovern
	Utskiftning av lyktestolper
Reasfaltering	Materialer, transport og anleggsarbeid

## 3 Grunnlagsdata

### 3.1 Grunnlagsdata

Mengder for beregning av klimagassutslippet fra strekningen er basert på informasjon gitt i mailkorrespondanse med Stian Blindheim og Espen Hoell i Nye Veier i oktober 2020.

Nødvendige antakelser er beskrevet nærmere i neste delkapittel.

### 3.2 Forutsetninger for beregningene

Forutsetninger som er gjort i forbindelse med beregning av klimagasser for de to løsningene er listet opp under. Alle forutsetninger er satt i samarbeid med Nye Veier.

- Bredden på anleggsgbeltet er estimert basert på informasjon om totalt beslaglagt areal fra arealplanen. Bredden på anleggsgbeltet er beregnet ved å dividere totalt arealbeslag (m<sup>2</sup>) på total veilengde for hoved-, side- og anleggsgvei (m), og gir en gjennomsnittsbredde på 40 meter
- Det antas at hovedvei og sidevei er belyst
- Det antas at anleggsgveier har en gjennomsnittsbredde på 6,5 meter
- Det antas prosjektspesifikke transportavstander tur/retur linja og deponi på henholdsvis 0,5 og 5 km
- For arealbeslag er det antatt at 40 % av det totale anleggsgområdet (lik veiens lengde multiplisert med bredden på anleggsgbeltet) er allerede utbygd areal, 50 % består av skog med middels bonitet og 10 % består av jordbruksareal

### 3.3 Definerte enheter

De definerte enhetene som er brukt i klimagassbudsjettet (Vedlegg 1) er listet opp i Tabell 3.1.

Tabell 3.1: Definerte enheter med beskrivelse av disse og referanse

Definert enhet	Beskrivelse enhet	Referanse
Fjerning av vegetasjonsdekke (m <sup>2</sup> )	Fjerning av vegetasjonsdekke Rensk av skjæring i berg Riving/fjerning av veidekke	NIRAS' erfaringstall [7]; Samkjøringsprosjektet med VegLCA
Sprengning i dagen (m <sup>3</sup> )	Sprengning. Lasting av sprengt stein og transport regnes under henholdsvis postene diesel og transportarbeid	SVV Metoderapport 2009 [1] NIRAS' erfaringstall [7]
Sprengning tunnel (m <sup>3</sup> )	Sprengning. Lasting av sprengt stein og transport regnes under henholdsvis postene diesel og transportarbeid	SVV Metoderapport 2009 [1] NIRAS' erfaringstall [7]; Samkjøringsprosjektet med VegLCA
Jordmasser til linja (m <sup>3</sup> )	Jordmasser som skal gjenbrukes på stedet eller i linja	NIRAS' erfaringstall [7] Avstandsestimat: SVV, Nye Veier, Samkjøringsprosjektet med VegLCA

Jordmasser deponi (m <sup>3</sup> )	Jordmasser som fraktes til permanent deponi	NIRAS' erfaringstall [7] Avstandsestimat: SVV, Nye Veier, Samkjøringsprosjektet med VegLCA
Sprengstein til linja (m <sup>3</sup> )	Sprengstein som skal gjenbrukes på stedet eller i linja. Det forutsettes da at det er tilgjengelig grov/finknuser i linja	NIRAS' erfaringstall [7] Avstandsestimat: SVV, Nye Veier, Samkjøringsprosjektet med VegLCA
Sprengstein til deponi (m <sup>3</sup> )	Sprengstein som fraktes til permanent deponi	NIRAS' erfaringstall [7] Avstandsestimat: SVV, Nye Veier, Samkjøringsprosjektet med VegLCA
Sprengstein til linja via pukkverk (m <sup>3</sup> )	Sprengstein som fraktes til pukkverk for knusing fordi det ikke er grov eller finknuser tilgjengelig i linja, eller fordi steinkvalitet i linja er for dårlig. Inkludert retur med pukk	NIRAS' erfaringstall [7] Avstandsestimat: SVV, Nye Veier, Samkjøringsprosjektet med VegLCA
Hovedvei (m)	Inkludert frostsikringslag, forsterkningslag, bærelag, bindlag og slitelag + autovern og lyktestolper	Håndbok N101 [8] Håndbok N200 [9] SVV Rundskriv om 110 km/t SVV Metoderapport 2009 [1] Autovern- og belyningsleverandør Håndbok V100 [10] Håndbok V160 [11] Håndbok V124 [12] Samkjøringsprosjektet med VegLCA
Sidevei (m)	Inkludert frostsikringslag, forsterkningslag, bærelag, bindlag og slitelag + autovern og lyktestolper	Som hovedvei
Anleggsvei (m)	Inkludert forsterkningslag og bærelag	Som hovedvei
Betongbru (m <sup>2</sup> )	Betong, armering, slite- og bindlag, fuktsikring, autovern og belysning	SVV Metoderapport 2009 [1]; leverandører; NIRAS' erfaringstall [7]; Samkjøringsprosjektet med VegLCA
Stålblu (m <sup>2</sup> )	Stål, betong, armering, slite- og bindlag, fuktsikring, autovern og belysning	Som betongbru

Tunnel dobbeltløp (m)	T9,5	SVV Metoderapport 2009 [1] NIRAS' erfaringstall [7] Håndbok N500 [13] Samkjøringsprosjektet med VegLCA
Tunnel enkeltløp (m)	T10,5	Som tunnel dobbeltløp
Betongkulvert (m <sup>2</sup> )	Betong, armering	NIRAS' erfaringstall [7]; Samkjøringsprosjektet med VegLCA

### 3.4 Utslippsfaktorer

For å kunne beregne klimagassutslipp knyttet til uttak av råmaterialer, transport til produksjonssted og produksjon av et materiale benyttes en utslippsfaktor som sier noe om de samlede klimagassutslippene knyttet til nevnte aktiviteter, gitt i antall kg CO<sub>2e</sub> per enhet materiale. CO<sub>2e</sub> er en enhet som muliggjør en vekting av de ulike klimagassenes påvirkning på global oppvarming over en gitt tidsperiode, med CO<sub>2</sub> som referanse. Utslippsfaktoren, også kalt GWP-verdi (på engelsk Global Warming Potential), sier derfor noe om klimabelastningen knyttet til et materiale.

Enhetene definert i kapittel 3.3 inneholder flere underenheter. Disse underenhetene knyttes til utslippsfaktorer, se Tabell 3.2. Det beregnes med faktorer for utslipp av CO<sub>2e</sub> per måleenhet. Faktorene er inkludert uttak av råmaterialer, produksjon og transport til anlegg, med mindre annet er angitt. Faktorene for diesel er også inkludert forbrenning. Utslippsfaktorene som benyttes i verktøyet for klimagassbudsjettet representerer, der det er mulig, bransjestandarden for det gitte materialet. Utslippsfaktorer er hentet fra databasen Ecoinvent [2], relevante EPD-er, norske standarder [14] [15] og Norsk bransjestandard for lavkarbonbetong [16].

Tabell 3.2: Utslippsfaktorer knyttet til de ulike underenhetene

Måleenhet	Kilde	Faktor	Enhet
<b>MATERIALER</b>			
Armeringsstål	Gjennomsnitt av tre EPD-er på det norske markedet; NEPD-2084-939-EN (A1-A4) NEPD-2083-939-EN (A1-A4) NEPD-2082-939-EN (A1-A4)	0,62	kg CO <sub>2e</sub> /kg
Asfaltgrus-betong	Bransjegjennomsnitt; NEPD-1390-456-NO (A1-A3)	0,051	kg CO <sub>2e</sub> /kg
Skjelettasfalt	Bransjegjennomsnitt; NEPD-1391-456-NO (A1-A3)	0,066	kg CO <sub>2e</sub> /kg
Asfaltgrus	Bransjegjennomsnitt; NEPD-1489-456-NO (A1-A3)	0,049	kg CO <sub>2e</sub> /kg
Topeka	Ecoinvent (antatt likt som støpeasfalt)	0,18	kg CO <sub>2e</sub> /kg
Betong	NB 37 (2019) fra Norsk betongforening. Bransjestandard for Lavkarbon B35	0,14	kg CO <sub>2e</sub> /kg
Salt	Ecoinvent (sodium chloride, powder, norskprodusert)	0,18	kg CO <sub>2e</sub> /kg
Sprøytebetong	NEPD-1509-512-EN (A1-A4)	0,25	kg CO <sub>2e</sub> /kg

Stål	Gjennomsnitt av tre EPD-er på det norske markedet; NEPD-1914-839-EN (A1-A4) NEPD-1915-839-EN (A1-A4) NEPD-1928-851-SE (A1-A4)	2,12	kg CO <sub>2</sub> e/kg
XPS	NEPD-396-274-NO (A1-A4)	3,71	kg CO <sub>2</sub> e/kg
XPS/betong-element til tunnel	NEPD-351-243-NO (A1-A4). Elementene består av 150mm betong og 50mm XPS kpa isolasjon	66,82	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>
<b>ENERGI</b>			
Biodiesel produksjon	Tabell A.1 Biodiesel "well to tank" I NS-EN 16258:2012	1,92	kg CO <sub>2</sub> e/liter
Diesel forbrenning	Tabell A.1 Diesel "tank to wheel" I NS-EN 16258:2012	2,67	kg CO <sub>2</sub> e/liter
Diesel produksjon	Tabell A.1 Diesel "well to wheel" I NS-EN 16258-2012	3,24	kg CO <sub>2</sub> e/liter
Sprengstoff produksjon	NEPD-1591-615-EN (A1-A4)	2,68	kg CO <sub>2</sub> e/kg
Sprengstoff detonering	NEPD-1591-615-EN (A5-2)	0,15	kg CO <sub>2</sub> e/kg
Elektrisitet anleggsfase (Norsk miks)	NS3720:2018	0,03	kg CO <sub>2</sub> e/kWh
Elektrisitet drift 55 år (Europeisk miks)	NS3720:2018. Estimerte utslipp i år 2075	0,14	kg CO <sub>2</sub> e/kWh
<b>AREALBRUK</b>			
Skog – lav bonitet	"Metode for beregning av CO <sub>2</sub> -utslipp knyttet til arealbeslag ved vegbygging", tabell 3 (Asplan Viak, 2015)	60,4	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>
Skog – middels bonitet		68,7	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>
Skog – høy bonitet		80,3	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>
Myr		201,9	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>
Jordbruksareal		55,1	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>

## 4 Resultat

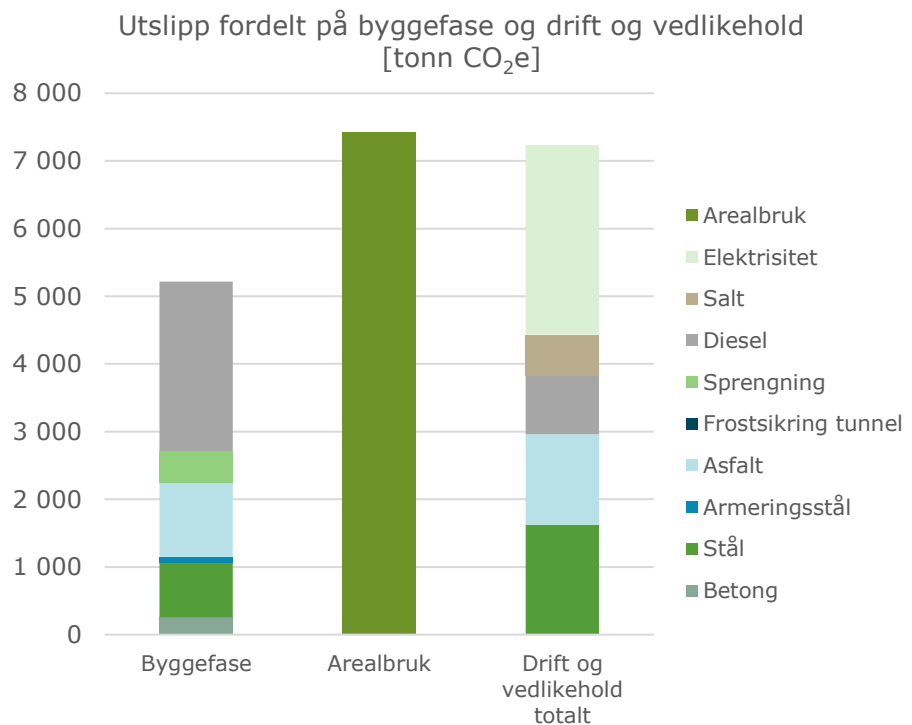
### 4.1 Totale klimagassutslipp

Resultatene viser direkte og indirekte utslipp fra bygging, drift og vedlikehold av veistrekningen over analyseperioden. Direkte klimagassutslipp er utslipp som foregår på stedet, som ved forbrenning av diesel. Indirekte utslipp er utslipp som gjerne er oppstrøms for anlegget i form av for eksempel produksjon og transport av materialer, maskiner og drivstoff og produksjon av elektrisk energi. Totalt sett har strekningen et beregnet CO<sub>2</sub>-utslipp over livsløpet på 20 000 tonn, hvorav 7 000 kommer fra endret arealbruk. Utslippene er lavere fra byggefasen enn fra drift- og vedlikeholdsfasen.

Detaljer ved utslippene i drift- og vedlikeholds- og byggefase er vist i Figur 4.1. Diesel utgjør hele 48 % av klimagassutslippene i byggefasen. Dette skyldes i hovedsak at det skal bygges minimalt med konstruksjoner på strekningen, noe som fører til at en større andel av utslippene knyttes til anleggsarbeider, masse- og materialtransport. Asfalt står for 21 % av utslippene i byggefasen, stål for 15 % og sprengning for 9 %. Resterende poster står til sammen for mindre enn 10 % av utslippene i byggefasen.

For drift- og vedlikeholdsfasen står elektrisitet for 39 % av utslippene. 22 % er knyttet til stål i forbindelse med utskifting av autovern og lyktestolper og 19 % til asfalt til reasfaltering. 12 % av utslippene er knyttet til diesel.

Figur 4.1: Utslipp i tonn CO<sub>2</sub>e fordelt på byggefase, arealbruk og drift og vedlikehold



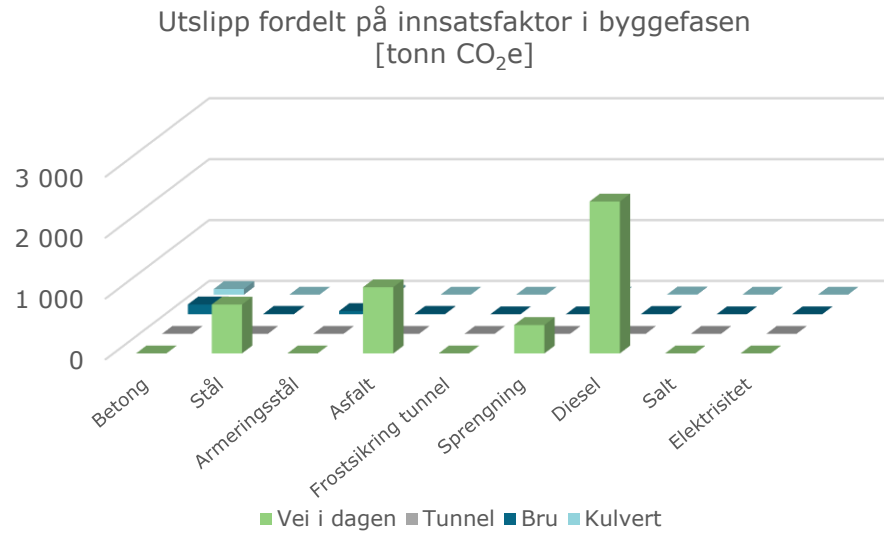
#### Fv. 416 Risørveien

Veilengde hovedstrekning: 4,7 km

Fordeling mellom vei i dagen, tunnel og bru for hovedstrekningen (Fv. 416) er henholdsvis 99 %, 0 % og 1 %.

Figur 4.2 viser en mer detaljert fordeling mellom de ulike enhetene i byggefasen og CO<sub>2</sub>-utslipp knyttet til disse.

Figur 4.2: Utslipp fordelt på innsatsfaktorer i byggefasen

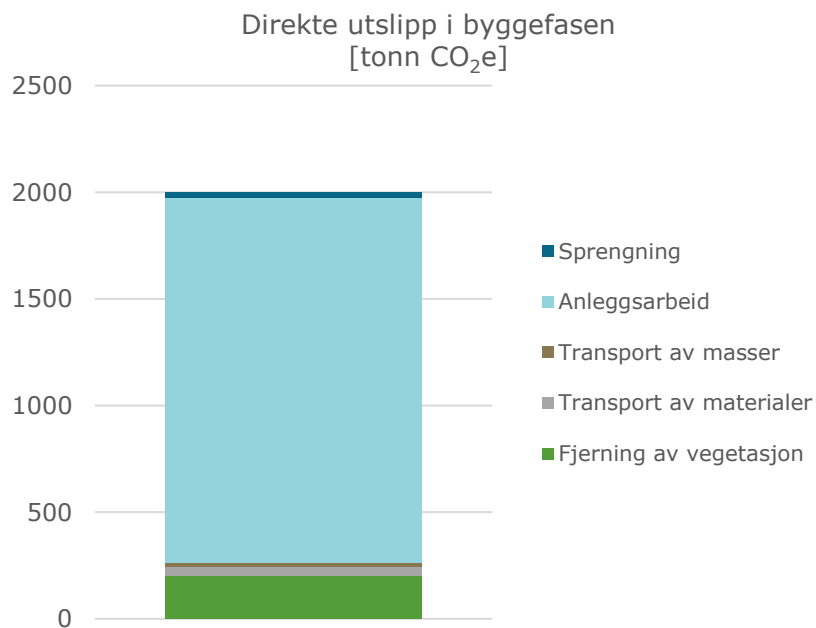


## 4.2 Direkte klimagassutslipp

De direkte klimagassutslippene ved bygging, drift og vedlikehold av en veistrekning, sett bort fra trafikkutslipp, er forbundet med bruk av diesel og detonering av sprengstoff. Direkte klimagassutslipp utgjør 38 % av utslippene i byggefasen, når det ses bort fra arealbruk, og 10 % av utslippene i drift- og vedlikeholdsfasen. Av de totale klimagassutslippene for hele analyseperioden, inkludert utslipp fra arealbruksendringer, utgjør direkte utslipp 14 %.

Figur 4.3 viser en oversikt over de direkte klimagassutslippene i byggefasen. Anleggsarbeid er den dominerende årsak til direkte utslipp i denne fasen.

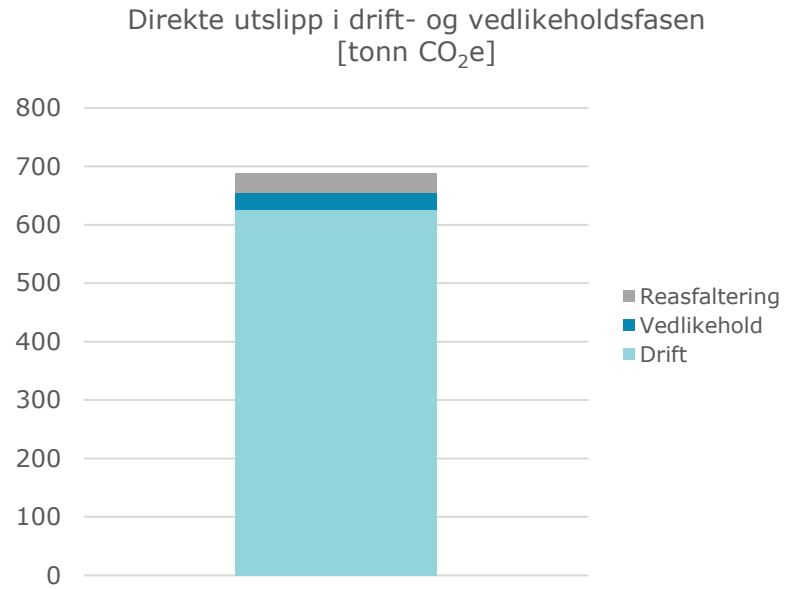
Figur 4.3: Direkte klimagassutslipp i byggefasen





Figur 4.4 viser de direkte utslippene i drift- og vedlikeholdsfasen. De viktigste bidragsyterne til direkte utslipp i drift- og vedlikeholdsfasen er kontinuerlig veidrift, slik som klipping, brøyting, feiing, salting og grøfterensk.

Figur 4.4: Direkte klimagass-utslipp i drift- og vedlikeholdsfasen



## 5 Usikkerhet, følsomhet og diskusjon

Beregningen er utført etter de definerte enhetene i kapittel 3.3. Det er usikkerhet knyttet til mengder, enheter og utslippsfaktorer. Denne analysen er gjort basert på mengder fra detaljregulering av strekningen. Generelt forventes det at utslippene øker med detaljeringsgraden i prosjekteringen, dersom trasévalg og konstruksjoner holdes likt.

Transportavstander er en faktor som vil påvirke utslippene i stor grad, både til deponi og for materialer og masser som skal brukes i linja. Det samme gjelder logistikken på anleggsplassen og mindre konstruksjoner som eventuelt vil tilføres prosjektet i en senere fase.

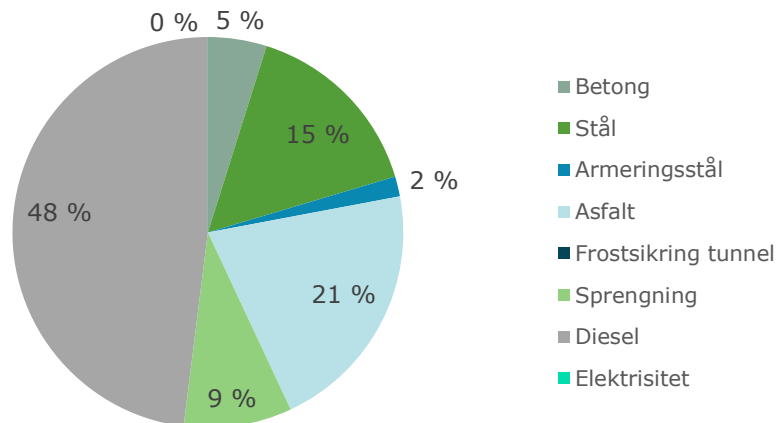
Analysen har ikke med utslipp fra rivning, fjerning og avhending av veien etter endt levetid. Analysen inkluderer heller ikke tiltak for revegetering beplantning i etterkant av anleggsarbeidet, som potensielt vil kunne redusere prosjektets klimagassutslipp betraktelig. Disse forholdene vil påvirke de endelige totale klimagassutslippene for prosjektet, men er svært vanskelige å estimere og representerer derfor en usikkerhet ved det endelige klimagassbudsjettet for veistrekningen.

### 5.1 Byggefase

En oversikt over prosentvis fordeling av utslipp knyttet til innsatsfaktorer (dvs. ekskludert arealbruk) i byggefase er vist i Figur 5.1. Usikkerheten/følsomheten til hvert element som inngår i byggefase er beskrevet i avsnittene under.

Figur 5.1: Prosentvis fordeling av utslipp i byggefase

Prosentvis fordeling av utslipp mellom innsatsfaktorer i byggefase - uten arealbruk



#### 5.1.1 Betong

Betong utgjør ca. 5 % av utslippene i byggefase. Utslippsfaktoren som er brukt for betong er på 0,14 kg CO<sub>2</sub>e/kg. Den er basert på bransjereferanse for B35 fra Norsk betongforening [16]. For omgjøring fra m<sup>3</sup> til kg er det brukt en omregningsfaktor på 2400 kg/m<sup>3</sup> i henhold til samme kilde. En økning på 10 % på denne posten gir mindre enn 1 % økning i den totale utslippsmengden fra byggefase.

### 5.1.2 Stål

Stål utgjør ca. 15 % av utslippene i byggefasen. Stålmengdene per meter bru og vei er avstemt med leverandør av autovern og belysning. Utslippsfaktoren som er benyttet er basert på et gjennomsnitt fra tre EPD-er på det norske markedet og regnes å være robust. En økning på 10 % på denne posten fører til nesten 2 % økning i den totale utslippsmengden fra byggefasen.

### 5.1.3 Armeringsstål

Armeringsstål utgjør ca. 2 % av utslippene i byggefasen. Armeringen knyttes i hovedsak til betongkølverter, tunnelportaler og bruer. I anslagsrapporten er det ikke gått i detalj på oppbygning av hver enkelt bru og mengdene kan derfor avvike fra faktiske mengder. Utslippsfaktor for armeringsstål er basert på et gjennomsnitt fra tre EPD-er på det norske markedet og regnes å være robust. En økning på 10 % på denne posten utgjør lite for det totale klimagassutslippet i byggefasen.

### 5.1.4 Asfalt

Asfalt er her en samlebetegnelse på tre ulike asfalttyper; asfaltgrusbetong, skjelettasfalt og asfaltgrus. Utslippsfaktorene for de respektive asfalttypene er hentet fra EPD-er for norsk bransjegjennomsnitt og antas å være robuste. Asfalmengdene er typisk knyttet til oppbygning av vei. Det er antatt at lagtykkelser følger standard tykkelser gitt i Statens vegvesens Håndbok N200 [17], og beregnede utslipp vil derfor kunne avvike fra faktiske utslipp dersom veioverbygningen avviker fra denne. Asfalt knyttet til rasteplasser og kryss ligger utenfor systemgrensene og fanges derfor ikke opp i beregningene. Asfalt utgjør ca. 21 % av totalen i byggefasen. En økning på 10 % på denne posten fører til 2 % økning i den totale utslippsmengden fra byggefasen.

### 5.1.5 Frostsikring tunnel

Det er ikke planlagt tunneler på strekningen, og det er derfor ingen klimagassutslipp knyttet til frostsikring i tunnel.

### 5.1.6 Sprengning

Sprengning utgjør 9 % av totalen for byggefasen. Posten inkluderer sprengstoff. Lasting og lossing av sprengt stein ivaretas under posten diesel. Transport ivaretas også under posten diesel. Sprengstoffmengde per m<sup>3</sup> er hentet fra EFFEKT og Statens vegvesens metoderapport [1] i mangel på en førstehåndskilde. Det er derfor noe usikkerhet knyttet til sprengstoffmengder. Utslippsfaktoren for sprengstoff er hentet fra en EPD på det norske markedet og regnes å være robust. En økning på 10 % på denne posten gir nesten 1 % økning i den totale utslippsmengden fra byggefasen.

### 5.1.7 Diesel

Dieselforbruk er knyttet til anleggsarbeid og transport av innsatsfaktorer og masser utgjør ca. 48 % av utslippene i byggefasen. Transportarbeid inkluderer transport av masser innad i linja, til deponi, til/fra pukkverk og transport av innsatsfaktorer som asfaltbetong, asfaltert grus, kult til forsterkningslag, betong, stål, armeringsstål, fuktsikring og frostsikring.

Transportavstander er prosjektspesifikke, oppgitt til 0,5 km tur/retur linja og 5 km tur/retur deponi. For resterende transportavstander er det benyttet standardverdier. Det er vesentlige usikkerheter knyttet til denne posten, ettersom faktiske avstander kan avvike fra estimerte transportavstander.

Dieselforbruk er estimert på NIRAS' erfaringstall for dieselforbruk og informasjon fra leverandører på det norske markedet, og kan avvike noe fra faktisk forbruk, avhengig av entreprenørs effektivitet og maskinpark. Definerte enheter som ligger til grunn for beregningen kan også være over- eller undervurderte med hensyn på drivstofforbruk. Utslippsfaktoren for diesel er hentet fra Standard Norge [15] og antas å være robust. En økning på 10 % på denne posten fører til nesten 5 % økning i den totale utslippsmengden fra byggefasen.

### 5.1.8 Elektrisitet

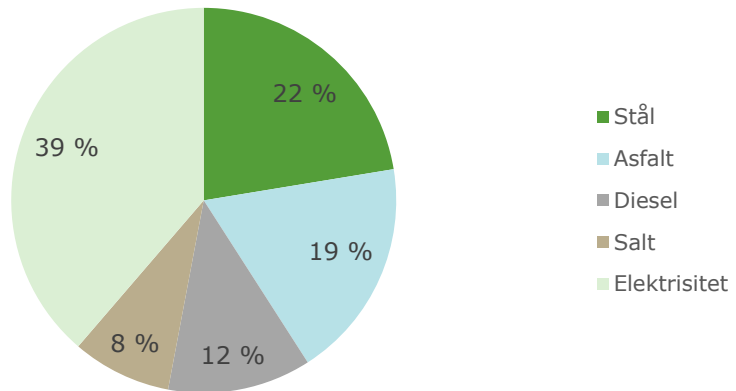
Elektrisitet i byggefasen er knyttet til anleggsmaskinarbeid til tunneldriving og kran. Faktisk el-forbruk vil kunne avvike fra estimert forbruk, noe som utgjør en usikkerhet. Utslippsfaktor for elektrisitet i byggefasen er hentet fra norsk el-miks i Norsk Standard [14] og regnes å være robust. Det er likevel viktig å presisere at graden av «renhet» for norsk elektrisitet, som en del av et globalt el-marked, er et pågående diskusjonstema som gjør at det uansett utslippsfaktor vil være noe usikkerhet knyttet til denne. I NV-GHG er dette løst med en form for kompromiss, der utslippsfaktor for norsk el-miks benyttes i byggefasen og utslippsfaktor for europeisk miks for år 2075 benyttes for drift- og vedlikeholdsfasen. Denne posten utgjør tilnærmet 0 % av totalt regnskap for byggefasen.

## 5.2 Drift- og vedlikeholdsfasen

En oversikt over prosentvis fordeling av utslipp for drift- og vedlikeholdsfasen er vist i Figur 5.2. Usikkerheten/følsomheten til hvert element som inngår i drift- og vedlikeholdsfasen er beskrevet i avsnittene under.

Figur 5.2: Prosentvis fordeling av utslipp i drift- og vedlikeholdsfasen

Prosentvis fordeling av utslipp mellom innsatsfaktorer i drift- og vedlikeholdsfasen



### 5.2.1 Stål

Stål utgjør 22 % av klimabelastningen fra drift- og vedlikeholdsfasen og er knyttet til utskifting av lyktstolper og autovern som har antatt levetid 30 år, og faktisk levetid som avviker fra dette vil derfor gi utslag på denne posten. Mengden lyktstolper og autovern tilsvarer mengden i byggefasen. Utslippsfaktoren som er benyttet er basert på et gjennomsnitt fra tre EPD-er på det norske markedet og regnes å være robust. En økning på 10 % på denne posten fører til en økning på drøyt 2 % i den totale utslippsmengden fra drift- og vedlikeholdsfasen.

### 5.2.2 Asfalt

Asfalt utgjør 19 % av klimabelastningen fra drift- og vedlikeholdsfasen og er knyttet til reasfaltering. Mengdene asfalt som byttes ut er satt lik 60 % av mengde slitelag i byggefase, og mengden kan derfor avvike noe fra faktisk mengde. Det er i tillegg noe usikkerhet knyttet til asfalmengde i byggefasen. Utslippsfaktoren for asfalt er hentet fra EPD for norsk bransjegjennomsnitt og antas å være robust. En økning på 10 % på denne posten fører til 2 % økning i den totale utslippsmengden fra drift- og vedlikeholdsfasen.

### 5.2.3 Diesel

Diesel utgjør 12 % av klimabelastningen fra drift- og vedlikeholdsfasen, og er knyttet til vinter- og sommerdrift. Dieselforbruk er basert på NIRAS' erfaringstall og informasjon fra leverandører på det norske markedet, og forbruket kan avvike avhengig av om definerte enheter er over- eller undervurderte, samt driftsentreprenørens effektivitet og maskinpark. Utslippsfaktoren for diesel er hentet fra Standard Norge [15] og antas å være robust. En økning på 10 % på denne posten gir 1 % økning i den totale utslippsmengden fra drift- og vedlikeholdsfasen.

### 5.2.4 Salt

Salt er utelukkende knyttet til vinterdrift av veien, og utgjør 8 % av klimabelastningen i drift- og vedlikeholdsfasen. Utslippsfaktoren for salt er hentet fra LCA-databasen ecoinvent og antas å være robust. En økning på 10 % på denne posten gir en marginal økning i totale utslipp fra drift- og vedlikeholdsfasen.

### 5.2.5 Elektrisitet

Elektrisitet står for 39 % av klimabelastningen fra drift og vedlikehold og er stort sett knyttet til belysning. Det er ikke hensyntatt at effektiviteten på belysningsarmatur, som skal skiftes hvert 20. år, blir bedre over tid. Dette er derfor en klar usikkerhetsfaktor på denne posten. Utslippsfaktor for elektrisitet i drift- og vedlikeholdsfasen er hentet fra europeisk el-miks i 2075 i Norsk Standard [14] og regnes å være robust. Det er likevel viktig å presisere at graden av «renhet» for norsk elektrisitet, som en del av et globalt el-marked, er et pågående diskusjonstema som gjør at det uansett utslippsfaktor vil være noe usikkerhet knyttet til denne. I NV-GHG er dette løst med en form for kompromiss, der utslippsfaktor for norsk el-miks benyttes i byggefasen og utslippsfaktor for europeisk miks for år 2075 benyttes for driftsfasen. En økning på 10 % på denne posten fører til 4 % økning i den totale utslippsmengden fra drift- og vedlikeholdsfasen.

## 5.3 Utslippsreducerende tiltak

### 5.3.1 Byggefasen

Diesel til transport av masser og materialer og til bruk i anleggsmaskiner og andre kjøretøy gir klart høyest klimagassutslipp i byggefasen. En effektiv logistikk som i større grad hindrer unødvendig kjøring på og til og fra anleggsplassen og samtidig tilrettelegger for lagring i eller i nærheten av linja vil redusere klimagassutslippene. Valg av materialer med kort reisevei vil kunne redusere transportutslippene betydelig. Alternative løsninger som biodrivstoff og elektrifiserte maskiner kan gi gode gevinster særlig for de direkte utslippene i byggefasen. Merk likevel at hovedårsaken til at dieselutslippene gir store utslag i den prosentvise fordelingen er at utslippene fra øvrige innsatsfaktorer er relativt små, ettersom det bygges svært lite konstruksjoner på strekningen. Den uvanlig høye prosentandelen dieselutslipp er dermed ikke ensbetydende med uvanlig høye dieselutslipp totalt sett.

Klimagassutslipp fra asfalt gir nest høyest bidrag i byggefasen. Utslippene er knyttet til produksjon av selve asfalten, mens utslipp fra transport og asfaltering kommer inn under dieselposten. Materialvalg, som asfalt med høy andel gjenbrukte masser, kan bidra til reduserte utslipp. Det kan i tillegg undersøkes om det er mulig å redusere tykkelsen på lagene i veioverbygningen noe, uten at det strider mot lover og regelverk.

Armeringsstål og stål står til sammen for 17 % av totalt klimagassutslipp i byggefasen og er også områder med stort potensial for å redusere klimagassutslippet. Materialvalg som stål med høy resirkuleringsgrad eller andre tekniske løsninger og konstruksjoner som fører til mindre materialbruk kan bidra til reduserte utslipp.

Det er også noe klimagassutslipp knyttet til etablering av de to betongbruene og tre kulvertene på strekningen. For å redusere klimagassutslippene kan det vurderes å benytte andre betongtyper med lavere karbonavtrykk. Det kan også vurderes å velge alternative tekniske løsninger og konstruksjoner som kan være med på å minske den nødvendige materialmengden.

For Fv. 416 Risørveien er klimagassutslippene større fra arealbeslag enn for alle innsatsfaktorer i byggefase samlet sett. Det vil derfor være hensiktsmessig å minimere arealbeslaget ved å redusere bredden på anleggsbeltet, der det er mulig. Det bør etterstrebes å finne en løsning som minimerer beslaglagt areal uten at det gir store negative konsekvenser for logistikken på anleggsplassen.

### **5.3.2 Drift- og vedlikeholdsfasen**

I drift- og vedlikeholdsfasen er det elektrisitet som gir klart høyest klimagassutslipp. Mesteparten skyldes belysning, så andre tekniske løsninger som type lyspærer eller aktivitetsstyrt belysning kan være nyttig å vurdere for å redusere strømforbruket. Tiltak som opprinnelsesgaranti for den benyttede elektrisiteten bør også vurderes, da det vil kunne redusere klimagassutslippene betraktelig.

Stål står for en femtedel av utslippene i denne fasen, og er knyttet til utskifting av autovern og lyktestolper. Det kan være nyttig å vurdere andre tekniske løsninger og materialvalg som kan øke levetiden eller, som nevnt tidligere, stå med høy resirkuleringsgrad.

Klimagassutslipp fra asfaltering kan reduseres ved å benytte asfalttyper som kan bidra til mindre klimagassutslipp, både ved lavere utslipp knyttet til produksjonen, for eksempel gjennom høyere andel gjenbrukte masser, og ved en mer slitesterk asfalt som ikke må byttes ut like ofte. Mindre og sjeldnere reasfaltering vil også redusere dieselbehovet og dermed gi lavere direkte og indirekte utslipp i drift- og vedlikeholdsfasen. Også i drift- og vedlikeholdsfasen kan det være nyttig å vurdere alternativer til diesel, som biodrivstoff eller elektriske maskiner og kjøretøy.

## Referanser

- [1] Statens vegvesen, «Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter,» Statens vegvesen, 2009.
- [2] Ecoinvent. [Internett]. Available: <http://www.ecoinvent.org/database/ecoinvent-33/ecoinvent-33.html>.
- [3] NTP. [Internett]. Available: [http://www.ntp.dep.no/Nasjonale+transportplaner/2018-2029/Plangrunnlag/\\_attachment/1215451/binary/1108802?\\_ts=154a51c1a38](http://www.ntp.dep.no/Nasjonale+transportplaner/2018-2029/Plangrunnlag/_attachment/1215451/binary/1108802?_ts=154a51c1a38).
- [4] Nye Veier, «Samfunnsansvar og HMSK,» oktober 2018. [Internett]. Available: <https://www.nyeveier.no/media/gtwgnhgd/policy-for-hms-og-samfunnsansvar.pdf>.
- [5] Byggitegl, «Byggitegl,» [Internett]. Available: <http://www.teglapp.com/livssyklus/3-standarder/>.
- [6] J. Hammervold, «Metode for beregning av CO2-utslipp knyttet til arealbeslag ved vegbygging,» Statens Vegvesen, Trondheim, 2015.
- [7] K. Nykmark, Interviewee, *Prosjektdirektør Infrastruktur*. [Intervju]. 2016.
- [8] Statens vegvesen, «Håndbok N101, Rekkverk og vegens sideområder,» Statens vegvesen, 2014.
- [9] Statens vegvesen, «Håndbok N200, Vegbygging,» Statens vegvesen, 2018.
- [10] Statens vegvesen, «Håndbok N100, Veg- og gateutforming,» Statens vegvesen, 2019.
- [11] Statens vegvesen, «Håndbok V160, Vegrekkverk og andre trafiksikkerhetstiltak,» Statens vegvesen, 2016.
- [12] Statens vegvesen, «Håndbok V124. Teknisk planlegging av veg- og tunnelbelysning,» Statens vegvesen, 2013.
- [13] Statens vegvesen, «Håndbok N500 Vegtunneler,» Statens vegvesen, 2020.
- [14] Standard Norge, «NS 3720:2018 Metode for klimagassberegninger for bygninger,» Standard Norge,, 2018.
- [15] Standard Norge, «NS-EN 16258:2012 Metode for beregning og deklarerer av energiforbruk og klimagassutslipp for transporttjenester (vare- og persontransport),» Standard Norge, 2013.
- [16] Norsk betongforening, «Lavkarbonbetong, publikasjon nr. 37,» Norsk betongforening, 2019.
- [17] Statens vegvesen, Vegbygging, Håndbok N200, Statens vegvesen, 2014.