



# Klimabudsjett

## Detaljregulering E39 Mandal–Lyngdal øst

---

LYNGDAL OG LINDESNES KOMMUNER

Oppdragsnr:	10219378
Oppdragsnavn:	E39 Mandal-Lyngdal øst; Detaljreguleringsplan
Dokument nr.:	NV42E39ML-YML-RAP-0008
Filnavn	E39_ML_Klimabudsjett

## Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjon gjelder	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
01	07.07.2021	1. gangsbehandling	NOKASJ	NOGUSA	NOHOLL

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>4</b>
1.1	Bakgrunn .....	4
1.2	Formål og hensikt .....	4
1.3	Om strekningen .....	5
1.4	Ordforklaringer .....	6
<b>2</b>	<b>Metode</b> .....	<b>7</b>
2.1	Beskrivelse av livsløpsvurdering (LCA) .....	7
2.2	Systemgrenser.....	7
2.3	Omfang anleggsfasen (A1- A5) .....	9
2.4	Omfang annet (livssyklusstadiet).....	11
2.5	Omfang drift- og vedlikeholdsfasen (B1 – B6).....	11
2.6	Utslippsfaktorer.....	12
<b>3</b>	<b>Grunnlagsdata og forutsetninger</b> .....	<b>13</b>
3.1	Grunnlagsdata .....	13
3.2	Forutsetninger for beregningene .....	15
3.3	Data input til klimabudsjett.....	17
<b>4</b>	<b>Resultat av beregningene (klimabudsjett)</b> .....	<b>19</b>
4.1	Resultat for utbygningsfasen A1-A5 .....	19
4.2	Resultat for arealbruksendring, LULUCF .....	20
4.3	Resultat for driftsfasen B1-B5.....	21
4.4	Resultat samlet alle livsløpsfaser .....	22
4.5	Sammenligning med KDP .....	23
<b>5</b>	<b>Usikkerhet ifm metodikken</b> .....	<b>25</b>
5.1	Vurdering av usikkerhet og sensitivitetsanalyse.....	25
<b>6</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>29</b>
<b>7</b>	<b>Vedlegg</b> .....	<b>30</b>
7.1	Vedlegg 1: Beregningsfaktorer og utslippsfaktorer .....	30

# 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 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 klimafotetrykket i bransjen [4].

## 1.2 Formål og hensikt

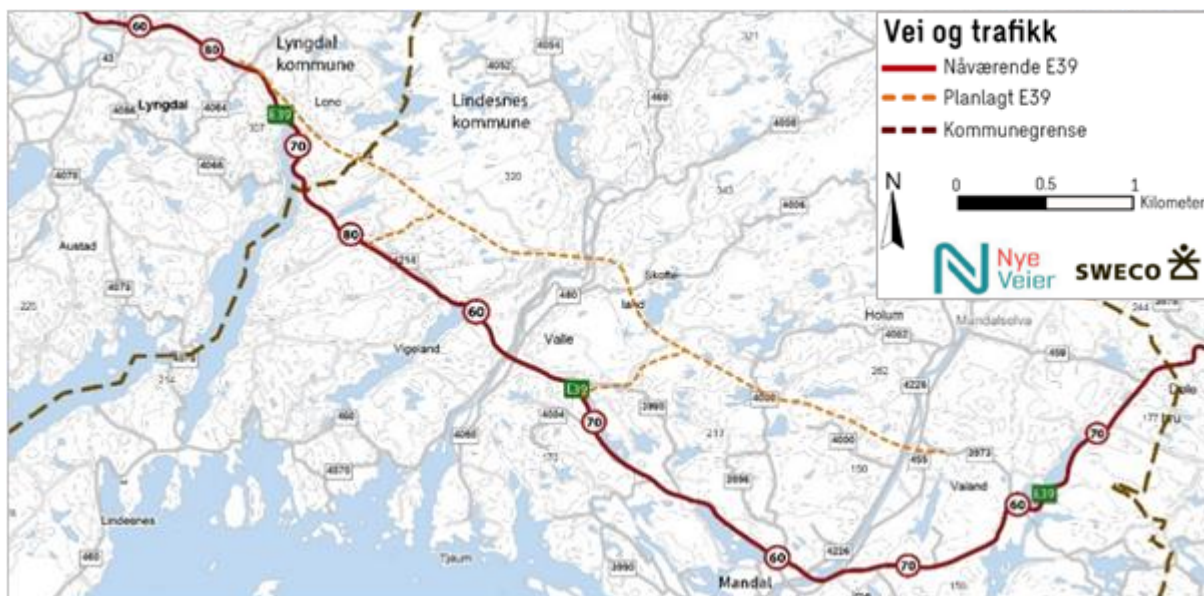
Nye Veier AS jobber for å oppnå målene fremmet i NTP. Som et ledd i denne prosessen kartlegges klimagassutslipp knyttet til veistrekninger i planleggingsfasen. Formålet er å få en oversikt over de største utslippspostene, og dermed hvilke utslippsreducerende tiltak som bør prioriteres for den enkelte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

Det er også et formål å bruke resultatene fra klimagassbudsjettet til reguleringsplanen som en mulig referanse (nullpunkt) for videre prosjekteringsfase og anbudsprosess.

Denne analysen legger også opp til å sammenligne utslippene fra reguleringsplanen med resultatene fra klimagassbudsjettet til KDP. Formålet med dette er å se på konsekvensen for klimagassutslipp ved å velge denne traseen fremfor KDP.

### 1.3 Om strekningen

Planlagt ny E39 strekker seg fra Lindland øst for Mandalselva til Litleåna øst for Lyngdal.



Figur 1-1 Oversiktskart over planlagt E39 Mandal-Lyngdal øst

En oversikt på lengde av de forskjellige vei-kategoriene er vist i tabell under.

Tabell 1-1 Oversikt lengde planlagt vei.

Type element	meter
Hovedvei	19718
Tunnel dobbeltløp	3934
Betong og stålbru	1485
Sidevei	15005
Anleggsvei	12260

## 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 2.4) 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 Vegvesen sine 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 (Statens Vegvesen sitt beregningsverktøy for klimagassutslipp).

### 2.1 Beskrivelse av livsløpsvurdering (LCA)

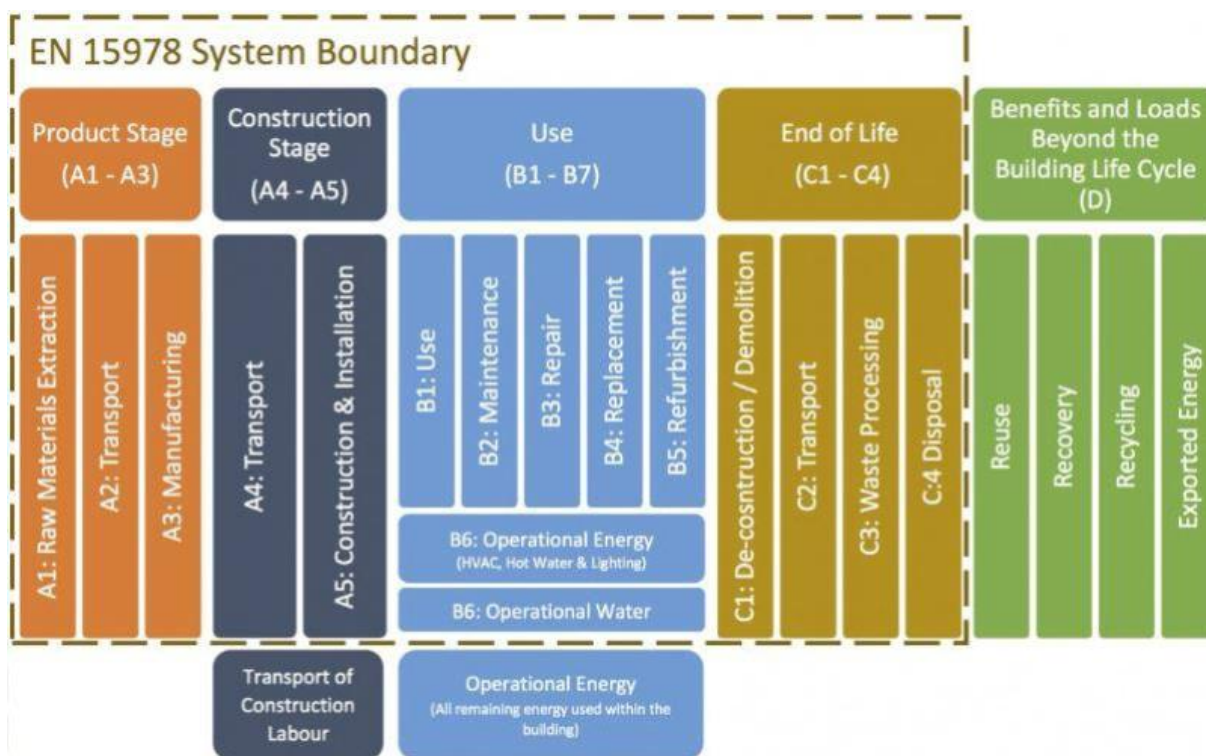
En livsløpsvurdering (LCA) er en analyse som blir brukt for å evaluere miljømessige konsekvenser. Analysen kan inkludere hele livssyklusen fra uttak av råmaterialer til produksjon, distribusjon, bruk, gjenbruk, vedlikehold, resirkulering og til slutt avhending. En LCA kan inneholde flere stadier avhengig av analysen en vil gjøre. I Figur 2-1 under vises de ulike stadiene.



Figur 2-1 Hovedtrinnene i en LCA

### 2.2 Systemgrenser

Klimagassbudsjettet er en oversikt over klimagassutslipp knyttet til bygging, drift og vedlikehold av prosjektet E39 Mandal-Lyngdal øst. Systemgrenser er definert med utgangspunkt i EN 15978, som vist i Figur 2-2.



Figur 2-2 Systemgrenser. Produktstadiet (A1 – A3) til venstre i figuren.

### 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, vilt-gjerder, veiskilt, 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 i Figur 2-2) 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 standard transportlengder til linja og til deponi på henholdsvis 1km og 15 km.

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

Avhending (livssyklusstadium C i Figur 2-2) regnes som utenfor systemgrensen, da veiens levetid forutsettes å være lenger enn analyseperioden. Livssyklusstadium D i Figur 2-2 regnes også som utenfor systemgrensen pga. stor usikkerhet knyttet til disse postene.

Utslipp knyttet til arealbruksendring (LULUCF-utslipp) regnes som innenfor systemgrensen. Dette er en forkortelse for «Land Use, Land-Use Change and Forestry» under en EU avtale fra 2014 der arealkrevende virksomheter må bidra for å innfri Parisavtalen. Resultatene viser at arealbruksendringer er en vesentlig bidragsyter til klimagassutslipp i et veiprojekt, noe som samsvarer godt med tidligere studier [6].

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

Normal bruk av veien, dvs. trafikk (livssyklusstadium B1 i Figur 2-2), regnes som utenfor systemgrensen, ettersom dette ikke inngår i NTPs målsetninger om redusert klimabelastning for infrastrukturprosjekter.

Energiforbruk til vedlikehold (livssyklusstadium B2 i Figur 2-2) regnes som innenfor systemgrensen. Dette inkluderer klipping, grøfterens, feiing, salting og brøyting.

Utskifting av materialer i løpet av analyseperioden (livssyklusstadier B3-B5 i Figur 2-2) 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, tunnelys, viftedrift o.l., regnes som innenfor systemgrensen. Dette inkluderer indirekte utslipp fra energiproduksjon.

## 2.3 Omfang anleggsfasen (A1- A5)

Det er her beskrevet hvilke elementer (type innsatsfaktorer/materialer) som inngår i hver type konstruksjon eller vei-type. For mengder av de forskjellige innsatsfaktorene vises det til vedlegg 1.

Tabell 2-1 Innsatsfaktorer per type element – utbyggingsfasen.

Type vei eller konstruksjon	Innsatsfaktorer/materialer som er inkludert
Hovedvei og sidevei	Asfaltbetong til slite- og bindelag Asfaltert 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 Asfaltert grus Betong Frostsikring Forsterkningslag Veimerking Sikringsbolter Lyktestolper Autovern
Kulvert	Betong Armering

	Anleggsarbeid
Anleggsvei	Forsterkningslag og bærelag

## 2.4 Omfang annet (livssyklusstadiet)

Enheter knyttet til arealbruksendring (LULUCF-utslipp) regnes som innenfor systemgrensen og er basert på følgende prosesser.

*Tabell 2-2 Innsatsfaktorer for arealbruksendring (allerede utbygd areal bidrar ikke til økt CO2 utslipp, men er tatt med i tabellen for helhetens skyld)*

Arealtype	Prosesser som inngår
Skog	lav bonitet
	middels bonitet
	høy bonitet
Myr	Direkte berørt myr
Jordbruksareal	Direkte berørt jordbruk
Utbygd areal	Direkte berørt utbygd areal

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

Enheter for drift og vedlikehold, vist i Tabell 2-3 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 2-3 Innsatsfaktorer per livsløpsfase B1-B6.*

Livsløpsfase	Prosesser som inngår
Drift	Kantklipp Grøfterensk Feiing Salting Brøyting Belysning for vei i dagen og tunnel

	Pumpe- og viftedrift tunnel
Vedlikehold	Utskiftning av autovern Utskiftning av lyktestolper
Utskiftning (reasfaltering)	Materialer, transport og anleggsarbeid

## 2.6 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>2</sub>e per enhet materiale. CO<sub>2</sub>e 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 referanse. Utslippsfaktoren, også kalt GWP-verdi (på engelsk Global Warming Potential), sier derfor noe om klimabelastningen knyttet til et materiale.

Innsatsfaktorene med mengdeberegninger som er beskrevet i Vedlegg 1 knyttes til utslippsfaktorer, se Vedlegg 1. Det beregnes med faktorer for utslipp av CO<sub>2</sub>e 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].

### 3 Grunnlagsdata og forutsetninger

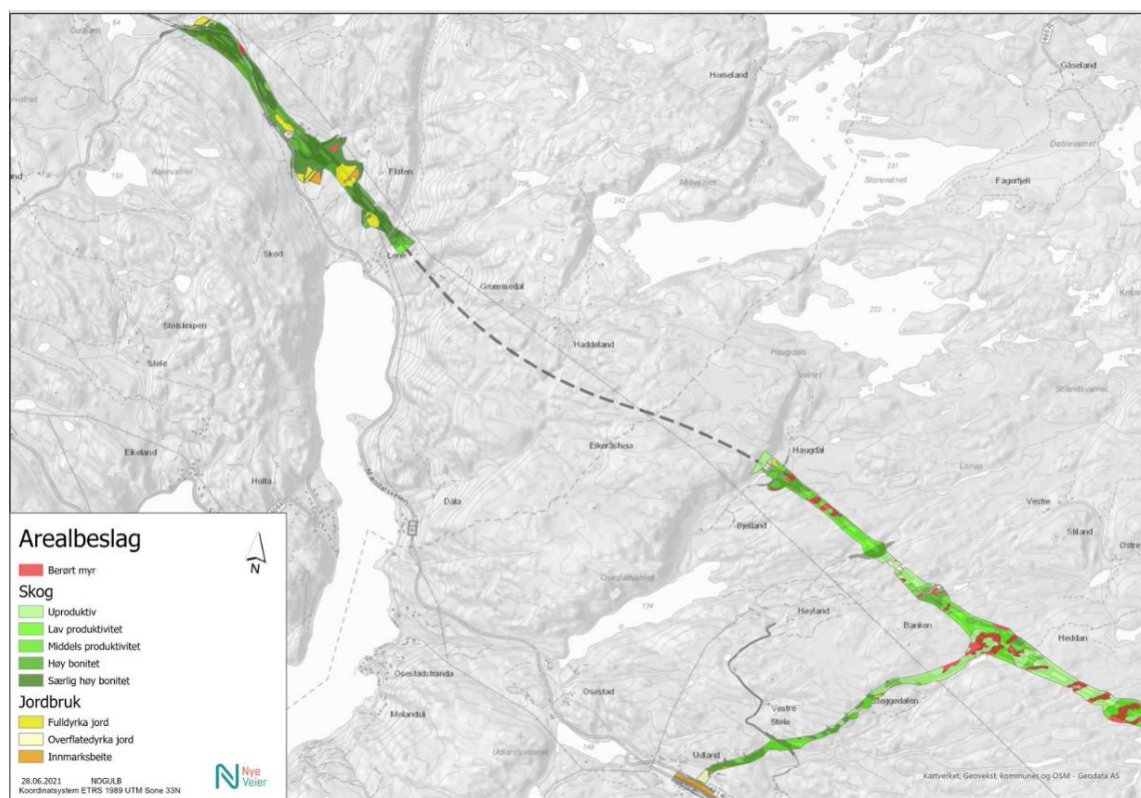
#### 3.1 Grunnlagsdata

Det er brukt forskjellige datakilder for å fremskaffe grunnlagsdataene til klimagassbudsjettet.

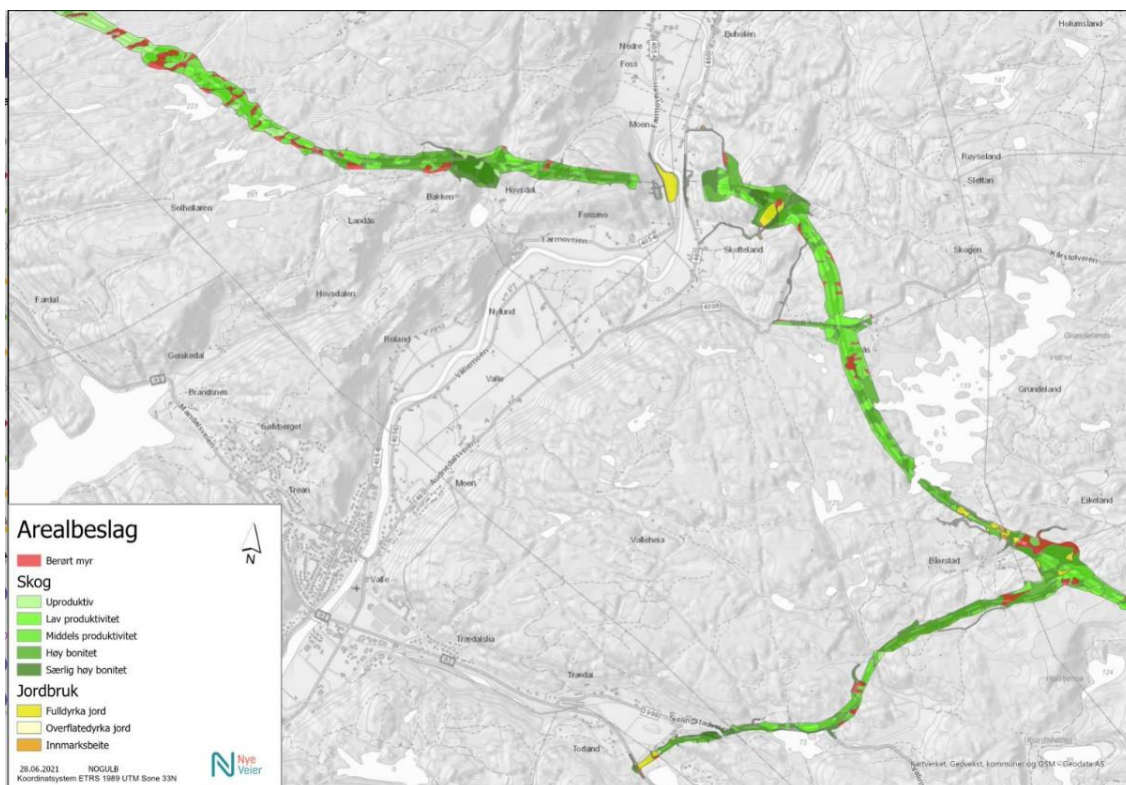
Mengder som løpemeter av forskjellig type vei (hovedvei, sidevei og anleggsvei) og tunnel er hentet fra 3D modellen som ligger til grunn for planforslaget. Modellen er også brukt for å beregne totale volumer til massehåndtering i form av sprengning i tunnel og i dagen (skjæringer) og volum til fyllinger.

Brukonstruksjoner (betongbru, stålbru og kulverter) er basert på en oversikt over alle konstruksjoner i prosjektet med lengder og bredde for å beregne areal (kulvert) og gjennomsnittlig bredde (for bruer).

Arealbruksdata er hentet fra GIS-analyse (ARCGIS) basert på AR5 data (nibio.no). Figur 3-1 til 3-3 under viser omfanget og kategorifordelingen på arealbeslaget som er medtatt i analysen for detaljreguleringen.



Figur 3-1: Arealbeslag vestre del av detaljreguleringen



Figur 3-2: Arealbeslag midtdelen av detaljreguleringen



Figur 3-3: Arealbeslag østre delen av detaljreguleringen

### 3.2 Forutsetninger for beregningene

Alle innsatsfaktorer som er tatt inn i beregningene (materialmengder) for vei, bru og tunnel er basert på NV-GHG sitt verktøy, som i sin tur er basert på en rekke kilder som listet opp i Tabell 2-1 og i Vedlegg 1. Det er i dette klimagassbudsjettet ikke endret noen av disse forutsetninger utenom for utslippsfaktor for myr og dimensjon for kulvert som er satt til 4,9 meter høyde og bredde.

Arealbeslaget er basert på fotavtrykket til veglinjen med alt permanent berørt areal inkludert hovedveien, sideveier og massedeponi, men ikke anleggsveier, som her antas å ha minimal irreversibel skade.

For myrer er det inkludert arealer som tiltaket berører direkte (gult areal i figur 3-4).



Figur 3-4: Eksempel på myrarealberegning i linjen (gul) og oppstrøms for linjen (rød)

Det er tatt 138 målinger av myrdybder i arbeidet med detaljreguleringen. Dette er «faglig nybrottsarbeid» og i mangel av en standard metodikk er det benyttet gjennomsnittlig dybde (aritmetisk middelværdi) på 2,1 meter for alle berørte myrer. Dette ble brukt som dybde for både reguleringsplan og KDP. 1 meter er standard verdi i verktøyet, som benyttes når man ikke har noen kunnskap om de faktiske dybdene.

For massehåndteringen er det antatt at den største andelen av sprengstein vil bli brukt i fyllinger. Dette er lagt inn som «sprengstein til linja». Det er likevel et masseoverskudd fra sprengningen i dagen og tunnel. Dette er antatt å bli fraktet til deponi (sprengstein til deponi).

Det er brukt tunnelprofil T10,5 for både reguleringsplan og for KDP.

For bredden på vei-typene er dette oppsummert i tabellen under. Det skal bemerkes at KDP er definert med en større veibredde enn detaljreguleringen.

Tabell 3-1 Forutsetning veibredder

Type element	KDP (m)	Reguleringsplan (m)
Gjennomsnittsbredde hovedvei	23	20,5
Gjennomsnittsbredde sidevei	7,5	7,5
Gjennomsnittsbredde anleggsvei	4	4
Gjennomsnittsbredde betongbruer	24,1	20
Gjennomsnittsbredde stålbruer		21,6

Både arealbeslag og mengder er beregnet med samme metodikk i KDP og detaljreguleringen.



### 3.3 Data input til klimabudsjett

Tabellen under viser hva som er lagt inn av mengder i verktøyet for hhv detaljreguleringen og KDP.

Tabell 3-2 Data input til NV-GHG. (inkludert tilførsesvei og krss Udland)

Input element	KDP	Reguleringsplan
Fjerning av vegetasjonsdekke (m <sup>2</sup> )	2 372 790	3 168 394
Jordmasser til linja (m <sup>3</sup> )	205 000	640 166
Jordmasser til deponi (m <sup>3</sup> )		355 000
Sprengstein til linja (m <sup>3</sup> )	3 240 680	5 115 129
Sprengstein til deponi (m <sup>3</sup> )	3 451 937	1 157 449
Sprengning i dagen (m <sup>3</sup> )	5 544 514	5 684 808
Sprengning tunnel (m <sup>3</sup> )	1 139 138	587 769
Hovedvei (m)	18 650	19 718
Anleggsvei (m)	20 000	12 260
Sidevei (m)	3 470	15 005
Betongbru (m)	2 930	1 305
Stålbru (m)		180
Tunnel dobbeltløp (m)	6 640	3 934
Betongkulptert (m <sup>2</sup> )	12 266	10 707

For konstruksjoner skal det nevnes at det i tillegg til betongkulpterter er 2022 m<sup>2</sup> med stålrørkulptert der det er beregnet stålfbruk separat. Dette tilsvarer samlet ca. 651 tonn stål eller 1380 tonn CO<sub>2e</sub>.

Avstandene til linja, deponi og pukkverk er satt lik standard verdier på hhv 1 km og 15 km. Det meste av sprengstein fra skjæringer og tunnel i linja vil bli brukt til fyllinger i linja, men det er likevel estimert et masseoverskudd på 1158 000 fm<sup>3</sup> (her lagt inn som masse til deponi).

For mengde betong/stål til tunnelportaler er det lagt inn 3 stk. dobbeltløpstunneler med standard materialmengder fra verktøyet.

Når det gjelder arealbruksendring er det lagt inn følgende arealbruksendringer:

Tabell 3-3 Datainput for arealbruksendring. Kun myrareal i linjen er med her (inkludert tilførselsvei og kryss Udland)

Arealtype	KDP		Reguleringsplan	
	Areal (m <sup>2</sup> )	Andel	Areal (m <sup>2</sup> )	Andel
Skog - lav bonitet	231 465	10 %	591 010	19 %
Skog - middels bonitet	192 091	8 %	499 943	16 %
Skog - høy bonitet	1 261 647	53 %	1 449 698	46 %
Myr	49 477	2 %	211 612	7 %
Jordbruksareal	280 414	12 %	215 161	7 %
Utbygd areal	357 697	15 %	200 971	6 %
<b>SUM</b>	<b>2 372 790</b>	<b>100 %</b>	<b>3 168 394</b>	<b>100 %</b>

## 4 Resultat av beregningene (klimabudsjett)

### 4.1 Resultat for utbygningsfasen A1-A5

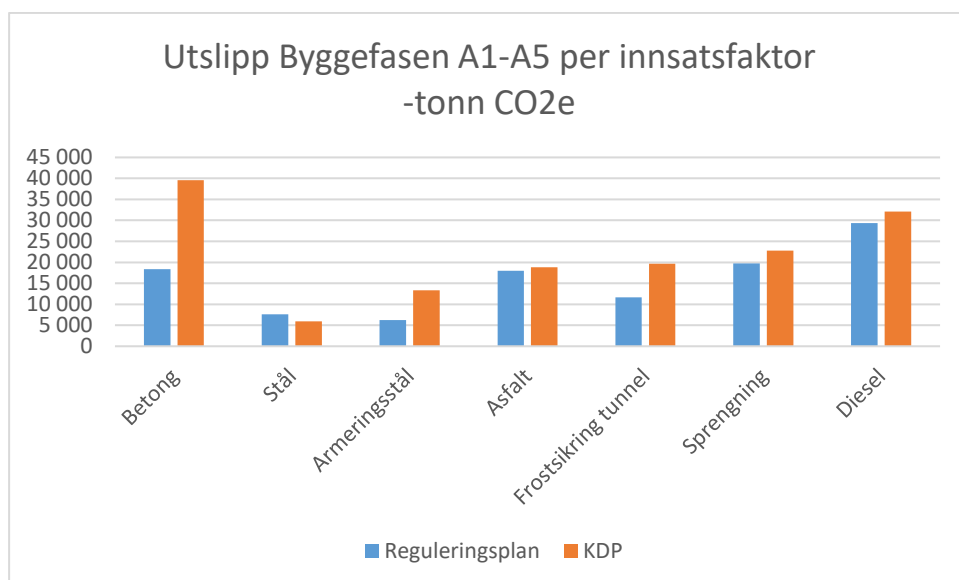
Tabell 4-1 oppsummerer resultat for klimagassutslipp for hhv KDP og detaljreguleringen med utslipp for hhv vei dagen, tunnel og konstruksjoner (bru og kulvert). Der vises også den prosentuelle forskjellen mellom alternativene.

Tabell 4-1 Resultat per element Byggefase A1-A5 (inkludert tilførselsvei og kryss Udland)

Kategori	KDP	Reguleringsplan	
	tonn CO2e		% forskjell
Vei i dagen	59 483	62 029	4 %
Tunnel	39 745	21 635	-46 %
Bru	43 687	19 219	-56 %
Kulvert	9 240	9 446	2 %
<b>SUM byggefase A1-A5</b>	<b>152 156</b>	<b>112 330</b>	<b>-26 %</b>

Klimagassbudsjettet viser at konstruksjonene (bruer og kulverter) utgjør en betydelig andel av utslippene (25 %) fra byggefase, mens tunnelene står for 19 % og vei i dagen har det største andelen av utslippene med 55 % av utbygningsfasen A1-A5.

Videre er resultatene presentert per innsatsfaktorer som vist i figur under.



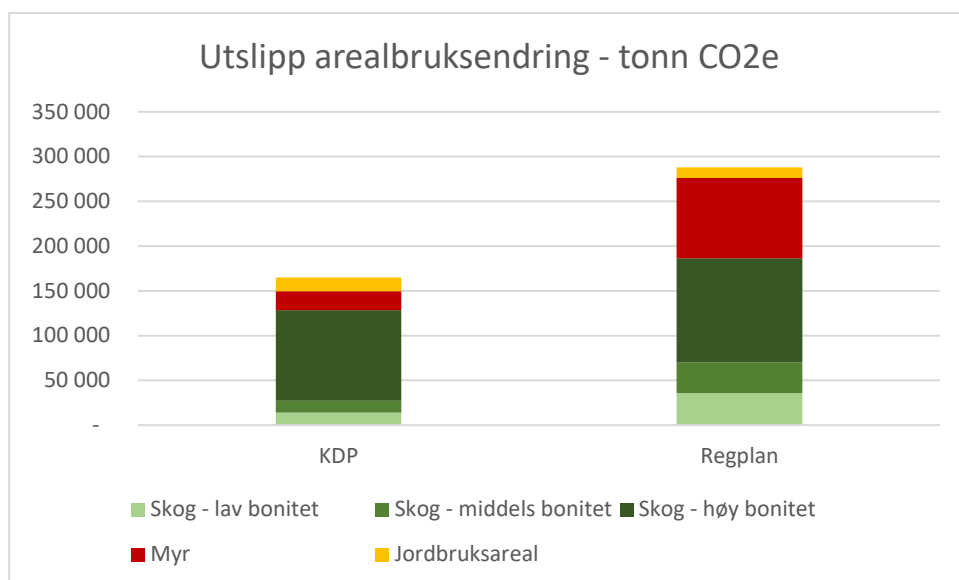
Figur 4-1: Resultat A1-A5 per innsatsfaktor

## 4.2 Resultat for arealbruksendring, LULUCF

Figur 4-2 oppsummerer resultat for klimagassutslipp for hhv KDP og detaljreguleringen med utslipp per type arealbruksendring.

Tabell 4-2: Klimagassutslipp per type arealbruk. Kun myr i linjen inkludert (inkludert tilførselsvei og kryss Udland).

Arealtype	tonn CO <sub>2</sub> e	
	KDP	Reguleringsplan
Skog - lav bonitet	13 981	35 697
Skog - middels bonitet	13 197	34 346
Skog - høy bonitet	101 310	116 411
Myr	20 978	89 721
Jordbruksareal	15 451	11 855
<b>SUM</b>	<b>164 916</b>	<b>288 031</b>



Figur 4-2: Klimagassutslipp per type arealbruk. Kun myr i linjen inkludert.

Det fremkommer her at spesielt myr, men også skog har et større arealbeslag i detaljreguleringen enn i KDP.

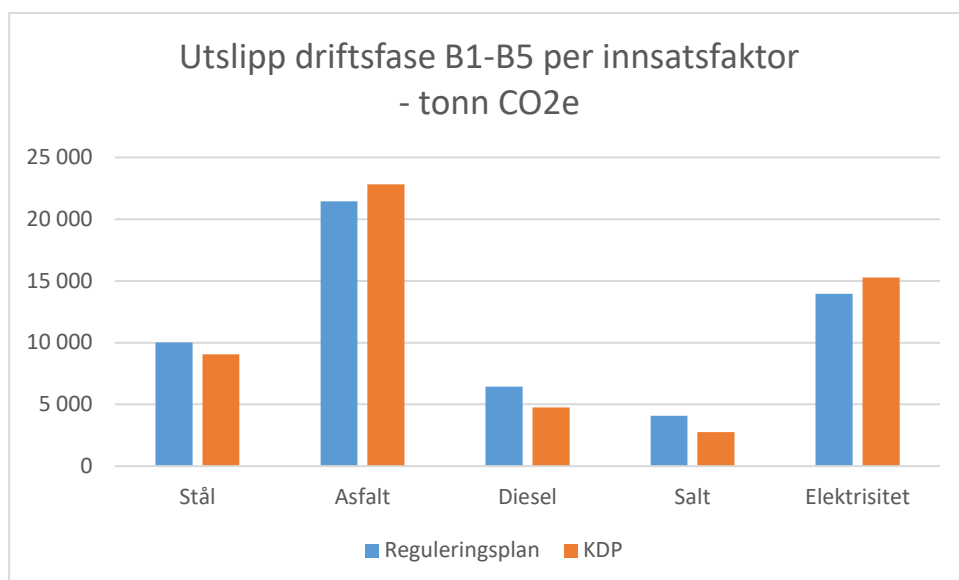
### 4.3 Resultat for driftsfasen B1-B5

Tabell 4-3 **Feil! Fant ikke referanse kilden.** oppsummerer resultat for klimagassutslipp for hhv KDP og detaljreguleringen for driftsfasen.

Tabell 4-3: Resultat for Driftsfase B1-B5 (inkludert tilførselsvei og kryss Udland)

Drift og vedlikehold B1-B5	tonn CO2e
Detaljreguleringen	55 924
KDP	54 647
% Utslippøkning i detaljreguleringen	2 %

Dette er også vurdert per type innsatsfaktor som vist i figur under.



Figur 4-3: Resultat for driftsfasen per innsatsfaktor

#### 4.4 Resultat samlet alle livsløpsfaser

Det er her presentert de samlede resultatene med totale utslipp for alle livsløpsfasene som er inkludert i analysen.

Tabell 4-4 Det totale resultat for hele livsløpet til veien slik det er definert i denne analysen (inkludert tilførselsvei og kryss Udland)

Resultat samlet	tonn CO <sub>2</sub> e		% forskjell	Detaljreguleringen andel av totale utslipp
	KDP	Detaljreguleringen		
Byggefase A1-A5	152 156	112 330	-26 %	25 %
Driftsfase B1-B5	54 647	55 924	2 %	12 %
Arealbruksendring LULUCF	164 916	288 031	75 %	63 %
SUM totalt	371 719	456 284	23 %	100 %

Det fremkommer her at arealbruksendring står for 63 % av totale utslipp i livsløpet til detaljreguleringen og at dette er avgjørende for økningen i utslipp totalt sett.

## 4.5 Sammenligning med KDP

Resultatene viser at detaljreguleringen kommer bedre ut enn KDP når det gjelder utslipp knyttet til utbygning med totalt sett 26 % lavere utslipp. Vei i dagen er ganske lik i alternativene (4 % høyere for detaljreguleringen) mens både tunnel og bru er bare ca. halvparten i detaljreguleringen.

Når det kommer til arealbruksendring har imidlertid detaljreguleringen et større arealbeslag (43 %) og dessuten en høyere andel myrareal enn hva som finnes innenfor KDP (hhv 7 % og 2 %). Det totale arealbeslaget er større i detaljreguleringen som følge bl.a. av lengre tilførselsveier. I tillegg er det en mindre andel av arealbeslaget i detaljreguleringen som allerede er utbygd (6 % vs. 15 %). Dette resulterer i et totalt klimagassutslipp for arealbeslaget som er 75 % høyere i detaljreguleringen.

For de totale utslippene i hele livsløpet til veien er utslippene 23 % høyere i detaljreguleringen.

For at detaljreguleringen skal nærme seg KDP mtp klimagassutslipp vil det være essensielt å se på tiltak for å minimere utslipp knyttet til arealbruksendring. Med tanke på at utslipp fra myr er estimert med ca 30 % (over 50 % hvis det inkluderes også myrareal som kan bli berørt utenfor linjen) av utslippene knyttet til arealbeslag, så vil gode tiltak på det området kunne redusere denne type utslipp betraktelig [22].

Som tiltak må det sees på alle muligheter som finnes for å minimere volum myr som blir drenert, både når det gjelder myr som blir gravd ut i linjen (masseutskiftning) og tiltak for å stoppe dreneringen (punktering av myr) utenfor linjen. Ifm. undersøkelsene av myrene er det identifisert et par myrer/områder som står for en stor andel av det totale volumet myr som berøres, det anbefales derfor i første rekke å se nærmere på gode avbøtende tiltak for disse myrene. Dette dreier seg om komplekse systemer og det anbefales at det i prosjektet videre settes spesielt søkelys på myr. På grunn av den relativt store usikkerheten kombinert med de potensielt høye utslippene, er det også sterkt anbefalt å redusere usikkerheten ved å fremskaffe et mer nøyaktig datagrunnlag når veien skal detaljprosjekteres.

Det er også vesentlig større utslipp fra skogbeslag i detaljreguleringen (45 % høyere klimagassutslipp) enn for KDP, så her bør det også vurderes om det er mulig å finne avbøtende tiltak, som å revegetere så store deler av arealbeslaget som mulig.

### 4.5.1 Detaljregulering uten tilførselsvei fra Stiland til Udland

Det er utført en analyse av hvor store utslippene er for tilførselsveien fra Stiland til Udland og hvor mye dette påvirker det totale klimagassbudsjettet. Resultatene fra kapittelet viser at det er utbygningsfasen og arealbruksendring som er de største bidragsyterne i klimagassutslipp, så det er disse tallene som sammenliknes.

Resultatet fra denne analysen vises i tabellen under. I det store bildet er resultatene lite forandret sammenlignet med detaljreguleringen som ligger til grunn i analysen, men de totale utslippene er likevel noe redusert.

Den totale utslippsreduksjonen fra utbygningsfase er her økt med 3 %, fra 26% til 29 % og utslipp fra arealbruk er redusert med 11%, fra 75% til 64%.

Tabell 4-5: Resultat for detaljreguleringen uten tilførselsvei fra Stiland til Udland. Driftsfasen er ikke inkludert.

	KDP	Detaljreguleringen eks Udland	
Kategori	tonn CO <sub>2</sub> e		% forskjell ift. KDP
Vei i dagen	59 483	58 033	-2 %
Tunnel	39 745	21 635	-46 %
Bru	43 687	19 219	-56 %
Kulvert	9 240	9 221	0 %
<b>Sum byggefase eks A1-A5</b>	<b>152 156</b>	<b>108 109</b>	<b>-29 %</b>
Sum arealbruk	164 916	270 478	64 %
Sum byggefase og arealbruk	317 072	378 587	19 %



## 5 Usikkerhet ifm metodikken

### 5.1 Vurdering av usikkerhet og sensitivitetsanalyse

#### 5.1.1 Usikkerhet knyttet til arealbeslag og utslipp knyttet til myrareal og skogsjord

Resultatene fra denne analysen viser at detaljreguleringen kommer godt ut i et klimaperspektiv når det kun sees på selve utbyggingsfasen, men hvis det inkluderes arealbruksendring i vurderingen kommer KDP bedre ut. Samtidig er det slik at det er forskjellig datagrunnlag og metode for å beregne utslipp for arealbeslag og øvrige prosesser, noe som er grunnen til at de normalt sett rapporteres separat. Mens det er laget standardisert metodikk for beregning av utslipp fra bygging av vei og konstruksjoner, samt drift og vedlikehold av disse, er metoden for utslippsberegning fra selve arealbeslaget som følger av utbyggingen fortsatt under utvikling.

Gjennom arbeidet med detaljreguleringsplanen (3D modell med mulighet for å ta ut materialmengder) oppnår man forholdsvis god oversikt over viktige input variabler til klimabudsjettet. Dette gjelder eksempelvis mengder av betong, stål, utsprenge masser samt plassering av deponi- og riggområder (dermed også transportavstander). Utslippsfaktorer knyttet til flere av disse mengdene er oftest omforente og kan leses ut av produktspesifikasjoner (EPD).

For arealbeslag derimot er det relativt sett flere og større usikkerheter. Disse er blant annet knyttet til lite presise utslippsfaktorer, usikrere mengdeestimer, uavklarte indirekte effekter (punktering av myr utenfor selve arealbeslaget), ukjent balanse mellom opptak og utslipp av klimagasser for en arealkategori og usikkerhet om hvordan tidsaspektet virker inn på CO<sub>2</sub>-opptak fra skog eller nedbrytning av myr.

Metoden for å beregne utslipp fra arealbeslag av myr, landbruksjord og skog baserer seg på at oppgravningen med påfølgende oksygentilgang fører til at torv, røtter og humus brytes gradvis ned (av sopp og bakterier) til CO<sub>2</sub>, som så slipper ut til atmosfæren over tid.

#### Myr

Gjeldende metodikk for myr er at CO<sub>2</sub> utslippet beregnes for en «standardmyr» som er 1 m dyp [6]. Siden virkelige myrer varierer i dybde fra noen få cm og opptil flere titalls meter, sier det seg selv at utslippsestimatene blir en overforenkling og kilde til betydelig usikkerhet for hva som er det reelle utslippet fra myrer.

Det vil også være stor usikkerhet knyttet til i hvilken grad myrer som ligger oppstrøms og nedstrøms for veglinjen berøres av tiltaket. Her vil for eksempel lokale forhold som myrtype (nedbørsmyr eller grunnvannsmyr) samt myras helningsgrad og topografiske forhold spille inn.

**I Feil! Fant ikke referanse kilden.** tabell 5-1 vises estimert myrareal fordelt på areal i linjen, oppstrøms og nedstrøms. Dette gir et bilde av den potensielle risikoen knyttet til indirekte effekter av inngrep i myr. Første rad viser «best case» mens siste rad viser «worst case» for mengde berørt myrareal for henholdsvis KDP og detaljreguleringen.

Tabell 5-1 Areal myr estimert.

Areal (m <sup>2</sup> )	KDP	Reguleringsplan
I linjen	49 477	211 612
Oppstrøms	25 200	278 600
Nedstrøms	21 600	28 940
<b>SUM</b>	<b>96 277</b>	<b>519 152</b>

Det fremkommer her at det er flere ganger mer myrareal i detaljreguleringen ift. KDP. Det skal også anmerkes spesifikt at det aller meste av myrarealet utenfor linjen ligger oppstrøms. Denne har størst risiko for å bli drenert ved en utbygning [22].

Nødvendige avbøtende tiltak for å bevare omkringliggende myrer er ennå lite utprøvd i Norge, så det foreligger en risiko mht hvor godt slike tiltak vil virke i praksis.

For å ta høyde for et «worst case» scenario er det også utført en beregning av totale utslipp hvis det i tillegg til myrareal i linjen også inkluderes den delen av myren som ligger oppstrøms og nedstrøms. Resultatene fra denne analysen vises i tabellen 5-2.

Tabell 5-2 Totale resultat i «Worst case scenarioet» der hele myrarealet til berørte myrer er inkludert

	tonn CO <sub>2</sub> e		% forskjell	Detaljreguleringen andel av totale utslipp
	KDP	Detaljreguleringen		
Byggefase A1-A5	152 156	112 330	-26 %	19 %
Bruksfase B1-B5	54 647	55 924	2 %	10 %
Arealbruksendring LULUCF	184 759	418 419	126 %	71 %
<b>SUM totalt</b>	<b>391 562</b>	<b>586 673</b>	<b>50 %</b>	<b>100 %</b>

Det fremkommer her at totale utslippene i detaljreguleringen går fra en økning på 23 % til en økning på 50 % sammenlignet med KDP hvis det inkluderes hele det berørte myrarealet. Dette er en stor økning. Dette poengterer betydningen av å ha søkelys på hvordan hele myrene påvirkes ved utbygningen i prosjekterings- og byggefasene.

## Skogsjord

I skogsjord er det en levende balanse (mycorrhiza eller sopprot interaksjonen) mellom jorden og planterøttene, som bidrar til å fange og lagre karbon. Denne interaksjonen er mye mer utviklet i gammel skog enn i nyplantede områder og derfor er klimakonsekvensen av å fjerne gammel hogstmoden skog størst. Dette er tatt høyde for ved at utslippsfaktorene for skog med lav, middels og høy bonitet er henholdsvis (60,4, 68,7 og 80,3) kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.

Generelt sett er det stor risiko for at skogsjord mister CO<sub>2</sub> etter hogst og særlig etter oppgraving av de øvre jordlaget og utlegging av dette på sideterreng langs den nye veien. Hastigheten på nedbrytingsprosessen vil imidlertid være sterkt avhengig av type organisk materiale (biotilgjengelighet for mikroorganismer og sopp) og lokale forhold som fuktighet (som øker soppveksten). Hvor dypt ned i skogsjord det finnes karbonrikt materiale som kan frigjøres som CO<sub>2</sub> vil også variere med hvordan forholdene har vært for jordsmonnsutvikling over tid.

En annen faktor som ikke er medtatt i denne analysen er karbonfluksen i skogsjord, altså balansen mellom opptak og utslipp fra jorda. For voksende skog er det generelt sett et netto opptak av karbon (trær bruker CO<sub>2</sub> for å vokse), mens myr ofte er relativt nøytral (over et kortere tidsrom da opptaket av karbon går veldig sakte) og dyrket mark ofte har et netto utslipp over tid (mister karbon fordi dyrka mark ofte tidligere har vært karbonrik skogsjord eller myr) [6]. Ved skogshogst tapes mye av muligheten for karbonopptak i skogen, men dette er ikke medtatt i denne analysen.

Samlet sett knytter det seg en rekke usikkerheter til klimakonsekvensen av å bygge ned skogsjord.

Utslippene knyttet til endret arealbruk for skog og myr kan på sikt reduseres noe hvis deler av arealbeslaget blir revegetert med skog og gress/busker. Denne effekten er spesielt viktig for areal der det kan vokse ny skog, som kan få stå uberørt over lang tid. Arealet som kan revegeteres med skog er likevel antatt å være begrenset på grunn av andre forhold som ivaretagelse av siktlinjer og at det ofte er vanskelig i oppnå gode vekstforhold for skog i sprengsteinsfyllinger. Gress og busker vil kunne vokse opp på det meste av arealet som ikke blir asfaltert, men dette vil gi en moderat klimagevinst.

### 5.1.2 Sensitivitetsanalyse for anleggsmaskiner

Anleggsarbeider knyttet til massehåndtering (lasting, lossing og utlegging av masser) er veldig lavt estimert i verktøyet når det sammenlignes med VegLCA resultat. Det er veldig stor variasjon i dieselforbruk knyttet til massehåndtering grunnet mange faktorer som størrelse på anleggsmaskiner, utførelse med behov for mellomlagring eller ikke, effektivitet på maskiner med mere. Det er derfor naturlig at det er stort sprik i denne antakelsen.

I NV-GHG-verktøyet er anleggsarbeider kun inkl. i prosessen sprengning som inkluderer 0,35 liter diesel per fm<sup>3</sup> (til graving). I VegLCA er det estimert 1,3 liter diesel per løs m<sup>3</sup> som blir ca. 2,2 liter diesel per fm<sup>3</sup>. I tillegg estimerer VegLCA 0,4 liter diesel per fm<sup>3</sup> til boring ifm. sprengning i dagen, altså ca. samme forbruk som NV-GHG estimerer til gravingen. Med dette store spriket i antakelser

er det laget en beregning med et tillegg på 1 liter diesel/fm<sup>3</sup> håndterte masser. Dette for å vise sensitiviteten i utslipp knyttet til denne antakelsen.

Tabell 5-3 Sensitivitetsanalyse for dieselforbruk til anleggsarbeid

Anleggsarbeid	Mengde	Enhet
Sprengstein til fylling, deponi eller pukkverk	6 313 602	fm <sup>3</sup>
Estimert ekstra dieselforbruk	1	liter diesel per fm <sup>3</sup>
Økning i klimagassutslipp	20 456	tonn CO <sub>2</sub> e

Hvis det inkluderes utslipp som her er laget i sideberegning for anleggsmaskiner vil totale utslipp fra byggefasen (A1-A5) øke til ca. 130 000 tonn CO<sub>2</sub>e (økning med 19 %).

## 6 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.nye-veier.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 CO<sub>2</sub>-utslipp knyttet til arealbeslag ved vegbygging,» Statens Veivesen, Trondheim, 2015.
- [7] K. Nykmark, Interviewee, Prosjektleder 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 deklarerings 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.
- [18] Statens vegvesen, «Håndbok N301, Arbeid på og ved veg,» Statens vegvesen, 2014.
- [19] Statens vegvesen, «Håndbok N400, Bruprosjektering,» Statens vegvesen, 2015.
- [20] Statens vegvesen, «Håndbok V220, Geoteknikk i vegbygging,» Statens vegvesen, 2018.
- [21] Statens vegvesen, «Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger,» 2014.
- [22] Statens vegvesen, Rapport Nr 423, «Når vegen berører myra», 2015

## 7 Vedlegg

### 7.1 Vedlegg 1: Beregningsfaktorer og utslippsfaktorer

Tabell 7-1 Utslippsfaktorer

Innsatsfaktor	Enhet	Utslippsfaktor brukt i bereg- ninger	Standard ut- slippsfaktor	Dokumentasjon standardverdi
<b>Materialer</b>				
Aluminium	kg CO <sub>2</sub> e/kg	-	-	
Armeringsstål	kg CO <sub>2</sub> e/kg	0,62	0,62	Gjennomsnitt av tre EPD'er på det norske markedet; NEPD-2084-939-EN (A1-A4), NEPD-2083-939-EN (A1-A4) og NEPD-2082-939-EN (A1-A4)
Asfaltgrusbetong (Agb)	kg CO <sub>2</sub> e/kg	0,05	0,05	NEPD-1390-456-NO (A1-A3). Bransjegjennomsnitt, EPD utarbeidet av EBA (Entreprenørforeningen Bygg og Anlegg) v/Lemminkainen Norge AS, Skanska Asfalt AS, Peab Asfalt AS, NCC Industry og Veidekke Industri AS
Skjelettasfalt (Ska)	kg CO <sub>2</sub> e/kg	0,07	0,07	NEPD-1391-456-NO (A1-A3). Bransjegjennomsnitt, EPD utarbeidet av EBA (Entreprenørforeningen Bygg og Anlegg) v/Lemminkainen Norge AS, Skanska Asfalt AS, Peab Asfalt AS, NCC Industry og Veidekke Industri AS
Asfaltgrus (Ag)	kg CO <sub>2</sub> e/kg	0,05	0,05	NEPD-1489-456-NO (A1-A3). Bransjegjennomsnitt, EPD utarbeidet av EBA (Entreprenørforeningen Bygg og Anlegg) v/Lemminkainen Norge AS, Skanska Asfalt AS, Peab Asfalt AS, NCC Industry og Veidekke Industri AS
Topeka	kg CO <sub>2</sub> e/kg	0,18	0,18	Antatt likt som støpeasfalt; 'Mastic asphalt' hentet fra Ecoinvent v3 med nordisk el-mix 2012-2016 i produksjon. Som VegLCA.
Betong	kg CO <sub>2</sub> e/kg	0,14	0,14	NB 37 (2019). Bransjereferanse for B35. NB 37 sier at ved omgjøring fra kg/kg til kg/m <sup>3</sup> skal densiteten 2400 kg/m <sup>3</sup> brukes.
PE-skum	kg CO <sub>2</sub> e/kg	-	-	
Salt	kg CO <sub>2</sub> e/kg	0,18	0,18	EcoInvent; "Sodium chloride, powder {RER}   production   Conseq, U"
Sprøytebetong	kg CO <sub>2</sub> e/kg	0,25	0,25	NEPD-1509-512-EN (A1-A4).

Stål	kg CO <sub>2</sub> e/kg	2,12	2,12	Gjennomsnitt av tre EPD'er på det norske markedet; NEPD-1914-839-EN (A1-A4), NEPD-1915-839-EN (A1-A4) og NEPD-1928-851-SE (A1-A4)
XPS	kg CO <sub>2</sub> e/kg	3,71	3,71	NEPD-396-274-NO (A1-A4). Sundolitt, Brødrene Sunde AS. 33mm tykkelse
XPS/betongelement	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>	66,82	66,82	NEPD-351-243-NO (A1-A4). Elementene består av 150mm betong og 50mm XPS kpa isolasjon, til sammen 200mm tykkelse.
<b>Energi</b>				
Biodiesel (WTT)	kg CO <sub>2</sub> e/liter	1,92	1,92	NS-EN 16258:2012. Tabell A.1 Biodiesel "well to tank"
Fossil diesel forbrenning (TTW)	kg CO <sub>2</sub> e/liter	2,67	2,67	NS-EN 16258:2012. Tabell A.1 Diesel "tank to wheel"
Fossil diesel (WTW)	kg CO <sub>2</sub> e/liter	3,24	3,24	NS-EN 16258:2012. Tabell A.1 Diesel "well to wheel"
Sprengstoff (CTG)	kg CO <sub>2</sub> e/kg	2,68	2,68	NEPD-1591-615-EN (A1-A4).
Sprengstoff detonering	kg CO <sub>2</sub> e/kg	0,15	0,15	NEPD-1591-615-EN (A5-2).
Elektrisitet anleggsfase, norsk miks	kg CO <sub>2</sub> e/kWh	0,03	0,03	NS 3720:2018. Utslipp for år 2020 er estimert med utgangspunkt i utslipp for 2015 der det antas at den årlige reduksjonen er lineær frem mot 2050.
Elektrisitet 55 år, europeisk miks	kg CO <sub>2</sub> e/kWh	0,14	0,14	NS 3720:2018. Estimerte utslipp i år 2075.
<b>Arealbruk</b>				
Skog - lav bonitet	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>	60,4	60,4	"Metode for beregning av CO <sub>2</sub> -utslipp knyttet til arealbeslag ved vegbygging" (Asplan Viak, 2015). Tabell 3
Skog - middels bonitet	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>	68,7	68,7	"Metode for beregning av CO <sub>2</sub> -utslipp knyttet til arealbeslag ved vegbygging" (Asplan Viak, 2015). Tabell 3
Skog - høy bonitet	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>	80,3	80,3	"Metode for beregning av CO <sub>2</sub> -utslipp knyttet til arealbeslag ved vegbygging" (Asplan Viak, 2015). Tabell 3
Myr	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>	423,99	201,9	"Metode for beregning av CO <sub>2</sub> -utslipp knyttet til arealbeslag ved vegbygging" (Asplan Viak, 2015). Tabell 3
Jordbruksareal	kg CO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup>	55,1	55,1	"Metode for beregning av CO <sub>2</sub> -utslipp knyttet til arealbeslag ved vegbygging" (Asplan Viak, 2015). Tabell 3

Tabell 7-2 Beregningsfaktorer med kildehenvisning - forutsetninger

Størrelse	Enhet	Verdi benyttet i beregninger	Standard-verdi	Dokumentasjon standardverdi
<b>Massettheter</b>				
Betong	kg/m <sup>3</sup>	2400	2400	Norsk betongforening Publikasjon 37: Lavkarbonbetong (2015)
Stål, armeringsstål	kg/m <sup>3</sup>	7850	7850	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 8, Engineering Toolbox
Skjelettasfalt	kg/m <sup>3</sup>	2500	2500	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 34
Asfaltgrusbetong	kg/m <sup>3</sup>	2500	2500	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 34
Asfaltgrus	kg/m <sup>3</sup>	2400	2400	Klimamodul EFFEKT 6.74
Pukk/grus frostsikring	kg/m <sup>3</sup>	1550	1550	Anbefalt verdi i samkjøringsprosjekt, snitt av minimums- og maksimumsverdi (1,4-1,7) i EPDer
Pukk/grus forsterkningslag	kg/m <sup>3</sup>	1550	1550	Anbefalt verdi i samkjøringsprosjekt, snitt av minimums- og maksimumsverdi (1,4-1,7) i EPDer
XPS	kg/m <sup>3</sup>	35	35	VegLCA (kommunikasjon med leverandører)
XPS-/betongelement til frostsikring i tunnel	kg/m <sup>3</sup>	1809	1809	EPD XPS-/betongelement Ølen betong
Topeka	kg/m <sup>3</sup>	2500	2500	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 34, bruker samme som asfaltbetong
Jord, grus, leire fra vegetasjonsrydding	kg/m <sup>3</sup>	1300	1300	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 32
Myr fra vegetasjonsrydding	kg/m <sup>3</sup>	150	150	Utredning myr, Hadsel kommune (Asplan Viak, 2017)
Fast fjell	kg/m <sup>3</sup>	2650	2650	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 32



Masser fra grøfterensk	kg/m3	1300	1300	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 32, antar samme type masser som fra vegetasjonsrydding
<b>Materialtykkelser/-mengder</b>				
Slitelag tykkelse	m	0,045	0,045	Statens Vegvesen håndbok N200
Bindlag tykkelse	m	0,035	0,035	Statens Vegvesen håndbok N200
Bærelag tykkelse	m	0,13	0,13	Statens Vegvesen håndbok N200
Forsterkningslag tykkelse	m	0,45	0,45	Statens Vegvesen håndbok N200
Frostsikringslag vei tykkelse	m	1,74	1,74	Statens Vegvesen håndbok N200
Topeka tykkelse	m	0,012	0,012	Statens Vegvesen håndbok R762
Frostsikringsselement tunnel tykkelse	m	0,2	0,2	EPD XPS-/betongelement Ølen betong
Betongtykkelse til betongbru	m	1,29	1,29	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 47, gjennomsnitt for samtlige betongruer, ikke vektet etter areal av bru
Betongtykkelse til stålbru	m	0,74	0,743	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 47, gjennomsnitt for samtlige stålruer, ikke vektet etter areal av bru
Armeringsstål til betongbru	kg/m2	231	231	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 47, gjennomsnitt for samtlige betongruer, ikke vektet etter areal av bru
Armeringsstål til stålbru	kg/m2	125	125	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 47, gjennomsnitt for samtlige stålruer, ikke vektet etter areal av bru
Konstruksjonsstål til betongbru	kg/m2	0	0	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 47, gjennomsnitt for samtlige betongruer, ikke vektet etter areal av bru

Konstruksjonsstål til stålbru	kg/m <sup>2</sup>	219	219	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 47, gjennomsnitt for samtlige stålbruer, ikke vektet etter areal av bru
Sikringsbolter til tunnel	kg/m	44	44	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 8 i vedlegg 1
Sprengstoff til sprengning i dagen	kg/fm <sup>3</sup>	1	1	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) og dokumentasjon EFFEKT 2015 (SVV Rapport 358)
Sprengstoff til sprengning tunnel	kg/fm <sup>3</sup>	2,2	2,2	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) og dokumentasjon EFFEKT 2015 (SVV Rapport 358)
<b>Kulverter</b>				
Betongtykkelse kulvertelementer	m	0,24	0,24	Prefabrikkerte kulvertelementer, Statens vegvesen
Høyde på kulverter	m	4,9	3,2	Prefabrikkerte kulvertelementer, Statens vegvesen
Gjennomsnittsbredde kulverter	m	10	10	NIRAS' erfaringstall
Forholdstall mellom betong og armering	kg/kg	13	13	Tar utgangspunkt i "Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009), s. 8 i Vedlegg 1, der andelen betong er 13 ganger høyere enn andelen armering for samme volum.
Arbeidshastighet tårnkran	h/stk	18	18	NIRAS' erfaringstall
<b>Tunneler</b>				
Tunnelprofil enkeltløp	-	10,5	10,5	Typisk tunnelprofil
Tunnelprofil dobbeltløp	-	10,5	9,5	Typisk tunnelprofil
Betongmengde per portal enkeltløp	m <sup>3</sup> /stk	357,61	357,61	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009), s. 8 i Vedlegg 1.
Betongmengde per portal dobbeltløp	m <sup>3</sup> /stk	357,61	357,61	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009), s. 8 i Vedlegg 1.
Armering per portal enkeltløp	kg/stk	65212	65212	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009), s. 8 i Vedlegg 1.

Armering per portal dobbeltløp	kg/stk	65212	65212	Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter, Hammervold (2009), s. 8 i Vedlegg 1.
Andel under sjø for enkeltløpstunnel	%	0 %	0 %	-
Andel under sjø for dobbeltløpstunnel	%	0 %	0 %	-
<b>Drift- og vedlikeholdsintervaller</b>				
Utskiftningsintervall reasfaltering	år	7	7	NIRAS' erfaringstall
Utskiftningsintervall autovern	år	30	30	Håndbok N101 og vegens sideområder (2014) s. 63 Rekkverk
Utskiftningsintervall lykestolper	år	30	30	Håndbok V124 (2014) tabell 4.5 s. 51
Driftsintervall kantklipp	år	1	1	NIRAS' erfaringstall.
Driftsintervall grøfterensk	år	3	3	NIRAS' erfaringstall.
Driftsintervall feiing	år	1	1	NIRAS' erfaringstall.
Driftsintervall salting	år	1	1	NIRAS' erfaringstall.
Driftsintervall brøyting	år	1	1	NIRAS' erfaringstall.
<b>Reasfaltering, drift og vedlikehold</b>				
Andel til reasfaltering	%	60 %	60 %	NIRAS' erfaringstall
Elforbruk belysning i dagen	kWh/(stk*år)	1600	1600	Samkjøringsprosjekt. Basert på Håndbok V124 - teknisk planlegging av veg- og tunnelbelysning. Forbruk: 400 W, 4100 brenntimer/år. Konservativt, mest representativt for høy ÅDT.
Elforbruk belysning i tunnel	kWh/(lm*år)	34	34	Antar likt som for vei i dagen basert på at det er det som gjøres i "Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) og dokumentasjon for EF-FEKT 6.6

Elforbruk viftedrift over- sjøisk enkeltløpstunnel	kWh/(ÅDT*km*år)	3,7	3,7	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 46
Elforbruk viftedrift under- sjøisk enkeltløpstunnel	kWh/(ÅDT*km*år)	14,6	14,6	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 46
Elforbruk viftedrift over- sjøisk dobbeltløpstunnel	kWh/(ÅDT*km*år)	3,7	3,7	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 46
Elforbruk viftedrift under- sjøisk dobbeltløpstunnel	kWh/(ÅDT*km*år)	14,6	14,6	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 46
Elforbruk pumpedrift over- sjøisk tunnel	kWh/(m*år)	0	0	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 45/46
Elforbruk pumpedrift un- dersjøisk tunnel	kWh/(m*år)	18	18	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 45/46
Saltforbruk	tonn/(km*år)	10,5	10,5	Mengderapportering vinteren 2018/2019, SVV rapport 362. Lands- gjennomsnitt for riksvei
Km brøyting per km vei per år	km/(km*år)	724,7	724,7	Mengderapportering vinteren 2018/2019, SVV rapport 362. Lands- gjennomsnitt for riksvei
Km salting per km vei per år for tofelt	km/(km*år)	100	100	NIRAS' erfaringstall.
Renset volum ved grøfte- rensk	m3/m	0,133	0,133	NIRAS' erfaringstall.
<b>Annet</b>				
Lyktestolper inkludert fun- dament	kg/stk	227	227	Produsentinformasjon fra Vik Ørsta AS. Produktkatalog 2020 s. 17 og s. 44
Antall lyktestolper per be- lysningsrekke per km ho- vedvei	stk/km	21,25	21,25	Kilde belyningsklasse: Håndbok V124 (2014) tabell 3.2, s. 25. Kilde historisk effektforbruk: Håndbok 264 (2008) tabell 7.1 s. 66
Antall lyktestolper per be- lysningsrekke per km side- vei	stk/km	0	21,25	Kilde belyningsklasse: Håndbok V124 (2014) tabell 3.2, s. 25. Kilde historisk effektforbruk: Håndbok 264 (2008) tabell 7.1 s. 66
Autovern	kg/m	16,5	16,5	Forutsetter styrkeklasse H1 ihht. tabell 3.1 og rundskriv om rekkverk 110 km/t. Forenkler til å beregne med samme rekkverkstandard på bruer. Tar utgangspunkt i Vik Ørsta W3 siderekkverk, med vekt

				12,5 kg/m + 16 kg per stolpe. Jf telefonsamtale representant Ørsta Vik desember 2016. Rekkverket Vik EP H1 CC4 har stolpeavstand på 4 m -> Samlet vekt blir $12,5 + 16/4 = 16,5$ kg/m.
Antall kjørefelt enkeltløpstunnel	stk	2	2	NIRAS' erfaringstall.
Antall kjørefelt dobbeltløpstunnel	stk	4	4	NIRAS' erfaringstall.
Antall kjørefelt hovedvei	stk	4	4	NIRAS' erfaringstall.
Antall kjørefelt sidevei	stk	2	2	NIRAS' erfaringstall.
Antall belysningsrekker hovedvei	stk	2	2	NIRAS' erfaringstall.
Antall belysningsrekker sidevei	stk	1	1	NIRAS' erfaringstall.
Antall autovern hovedvei	stk	4	4	NIRAS' erfaringstall.
Antall autovern sidevei	stk	2	2	NIRAS' erfaringstall.
Antall grøfter hovedvei	stk	3	3	NIRAS' erfaringstall.
Antall grøfter sidevei	stk	2	2	NIRAS' erfaringstall.
Antall veimerkinger hovedvei	stk	5	5	NIRAS' erfaringstall.
Antall veimerkinger sidevei	stk	3	3	NIRAS' erfaringstall.
Tykkelse på vegetasjonslag som fjernes	m	0,3	0,3	NIRAS' erfaringstall.

Tabell 7-3 Transport og Energibehov - forutsetninger for beregninger

Størrelse	Enhet	Verdi benyttet i beregninger	Standardverdi	Prosjektspesifikk verdi
-----------	-------	------------------------------	---------------	-------------------------

Transportavstand materialer [én vei]				
Transport i linja	km	1	1	
Transport til deponi/lager	km	15	15	
Transport til pukkverk	km	15	15	
Asfaltbetong (Agb) og skjelettasfalt (Ska)	km	30	30	
Asfaltert grus (Ag)	km	30	30	
Kult til frost- og forsterkningslag	km	15	15	
Betong	km	40	40	
Stål	km	400	400	
Armeringsstål	km	400	400	
Fuktsikring bru (Topeka)	km	70	70	
Frostsikringselementer tunnel	km	70	70	
Salt	km	500	500	
Energiforbruk og -kilder massetransport (snitt inkl. returkjøring)				
		Diesel (liter pr. km /lastens størrelse i tonn)		
Massetransport i linja	L/tkm	0,02	0,02	
Massetransport til deponi/lager	L/tkm	0,02	0,02	
Massetransport til pukkverk	L/tkm	0,02	0,02	
Asfaltbetong (Agb) og skjelettasfalt (Ska)	L/tkm	0,02	0,02	
Asfaltert grus (Ag)	L/tkm	0,02	0,02	
Kult til frost- og forsterkningslag	L/tkm	0,02	0,02	
Energiforbruk og -kilder massetransport (snitt inkl. returkjøring)				
		Diesel (liter pr. km /lastens størrelse i tonn)		
Betong	L/tkm	0,02	0,02	
Stål	L/tkm	0,02	0,02	

Armeringsstål	L/tkm	0,02	0,02	
Topeka	L/tkm	0,02	0,02	
Frostsikringselementer tunnel	L/tkm	0,02	0,02	
Transport av andre masser/materialer med lastebil	L/tkm	0,02	0,02	
<b>Energiforbruk og -kilder anleggsarbeid</b>		<b>Diesel</b>		
Energiforbruk veivals	L/h	3	3	
Energiforbruk traktor	L/h	5	5	
Energiforbruk asfaltutlegger	L/h	3	3	
Energiforbruk gravemaskin	L/h	20	20	
Energiforbruk grovknuser	L/h	25	25	
Energiforbruk finknuser	L/h	25	25	
Energiforbruk tårnkran til bru og kulvert	L/h	0	Ingen standardverdi	
Energiforbruk veimerking	L/m	0,0059	0,0059	
Energiforbruk etablering av grøft	L/m	40	40	
Energiforbruk anleggsarbeid autovern	L/m	0,4	0,4	
Energiforbruk hjullaster/traktor til kantklipp	L/h	7,5	7,5	
Energiforbruk hjullaster/traktor til feiing	L/h	7,5	7,5	
Energiforbruk saltbil	L/km	0,64	0,64	
Energiforbruk brøytebil	L/km	0,64	0,64	
<b>Arbeidshastighet anleggsmaskiner</b>				
Arbeidshastighet veivals	t/h	75	75	
Arbeidshastighet traktor	t/h	300	300	
Arbeidshastighet asfaltutlegger	t/h	3,75	3,75	
Arbeidshastighet gravemaskin	t/h	150	150	

## KLIMABUDSJETT

Arbeidshastighet grovkuser	t/h	125	125
Arbeidshastighet finkuser	t/h	250	250
Arbeidshastighet kran første 400 m2 av bru	m2/h	1,67	1,67
Arbeidshastighet kran resterende del av bru	m2/h	3,33	3,33
Arbeidshastighet kran kulvert	h/stk	18	18
Arbeidshastighet gravemaskin grøfterensk	m/h	300	300
Arbeidshastighet traktor/hjullaster feiing	m/h	2000	2000
Arbeidshastighet traktor/hjullaster kantklipp	m/h	7500	7500

KDP