




# InterCity-prosjektet ØSTFOLDBANEN, Fredrikstad–Sarpsborg

## Miljøbudsjett veg, Seut–St. Croix

<input type="checkbox"/> Akseptert <input type="checkbox"/> Akseptert m/kommentarer <input type="checkbox"/> Ikke akseptert / kommentert Revider og send inn på nytt <input type="checkbox"/> Kun for informasjon
Sign: _____

01A	2. Utgave	21.12.2018	IDNO	BEKA	ANO
00A	1. Utgave	09.11.2018	IDNO	KESG	AWR
Revisjon	Revisjonen gjelder	Dato	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av
<b>Tittel:</b> <b>InterCity-prosjektet Østfoldbanen,            Fredrikstad–Sarpsborg</b>  <b>Miljøbudsjett veg, Seut–St. Croix</b>		<b>Sider:</b> <b style="font-size: 1.2em;">24</b>			
		<b>Produsert av:</b>			
		<b>Prod.dok.nr.:</b> _____ <b>Rev:</b> _____			
		<b>Erstatter:</b> _____ <b>Erstattet av:</b> _____			
<b>Prosjekt:</b> InterCity-prosjektet <b>Parsell:</b> 16 Fredrikstad–Sarpsborg	<b>Dokumentnummer:</b> <b style="font-size: 1.2em;">ICP-16-A- 25584</b>		<b>Revisjon:</b> <b style="font-size: 1.2em;">01A</b>		
  <b>Statens vegvesen</b>		<b>Drift dokumentnummer:</b> _____		<b>Drift rev.:</b> _____	

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>SAMMENDRAG</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INNLEDNING</b> .....	<b>3</b>
2.1	BAKGRUNN OG FORMÅL .....	3
2.2	TILTAKENE .....	4
<b>3</b>	<b>OVERORDNET KLIMAANALYSE</b> .....	<b>5</b>
3.1	METODE .....	5
3.2	SYSTEMAVGRENSNING.....	7
3.3	USIKKERHETER .....	8
<b>4</b>	<b>RESULTATER</b> .....	<b>8</b>
4.1	VEGALTERNATIV 1 .....	8
4.2	VEGALTERNATIV 2 .....	9
4.3	VEGALTERNATIV 3 .....	11
4.4	SAMMENLIKNING AV ALTERNATIVER .....	12
<b>5</b>	<b>ANBEFALINGER FOR VIDERE PLANLEGGING</b> .....	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>KONKLUSJON</b> .....	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>DOKUMENT INFORMASJON</b> .....	<b>15</b>
7.1	ENDRINGSLOGG .....	15
7.1.1	<i>Terminologi</i> .....	15
7.2	REFERANSELISTE .....	15
<b>VEDLEGG A</b>	.....	<b>16</b>
<b>VEDLEGG B</b>	.....	<b>22</b>
<b>VEDLEGG C</b>	.....	<b>24</b>

# 1 SAMMENDRAG

Nytt dobbeltspor på Østfoldbanen er en del av InterCity-satsingen på Østlandet. Satsingen skal gi de reisende kortere reisetid og flere avganger på Østfoldbanen, Vestfoldbanen, Dovrebanen og Ringeriksbanen. Det er også et mål om at satsingen skal bidra til en ønsket by- og sentrumsutvikling ved at stasjonene plasseres så sentralt som mulig. Dette muliggjør fortetting rundt stasjonene og at flere kan benytte kollektivtransport til sine daglige reiser.

Utvidelse av rv. 110 fra to til fire felt på strekningen Simo–St. Croix er et prioritert prosjekt i Bypakke Nedre Glomma. Prosjektet skal bygge opp under Bypakke Nedre Glomma-målene, overføre trafikk fra sentrumsgater til hovedvegnettet og bygge opp under god byutvikling. Bane NOR og Statens vegvesen har med bakgrunn i dette igangsatt arbeid med felles kommunedelplan med konsekvensutredning på strekningen Seut–Rolvøy i Fredrikstad. Formålet med planarbeidet er å avklare korridor for nytt dobbeltspor mellom Seut og Rolvsøy. Planarbeidet skal i tillegg avklare forslag til framtidig løsning for rv. 110 på strekningen Simo–Grønli–St. Croix.

Dette dokumentet beskriver klimagassutslippene fra de ulike vegalternativene for rv. 110 på strekningen Simo–St. Croix. Resultatene skal inngå som en del av beslutningsgrunnlaget som legges til grunn for valg av alternativ for videre utredning. Resultatene og funnene i klimagassvurderingen kan også være et grunnlag for valg som gjøres i den videre planleggingen og prosjekteringen.

Beregningene av utslipp er gjort i Statens vegvesen sitt verktøy EFFEKT (nytte-kostnadsanalyse av veg- og trafikktiltak) som en del av konsekvensanalysen. Beregningene er gjennomført på et overordnet nivå med noen systemavgrensninger tilpasset plannivå.

## Resultater:

Beregningene viser at det er liten forskjell i utslipp for de tre alternativene. Vegalternativ 1 kommer ut med noe høyere utslipp sammenliknet med de to andre vegalternativene. Vegalternativ 3 har lavest utslipp av klimagasser. Vegalternativ 3 har ca. 16 % lavere utslipp sammenliknet med vegalternativ 1, og ca. 5 % lavere utslipp sammenliknet med vegalternativ 2. Stabilisering skal gjøres i stor grad på grunn av dårlige grunnforhold og vil ha en relativt stor påvirkning på totale klimagassutslipp. På bakgrunn av dette er det gjort en tilleggsberegning for utslipp fra kalksementpeling ettersom denne innsatsfaktoren ikke inkluderes i EFFEKT.

## 2 INNLEDNING

### 2.1 Bakgrunn og formål

Bygging og bruk av transportinfrastruktur gir betydelige utslipp av klimagasser. Transportsektoren er den største kilden til utslipp av klimagasser i Norge og står for omtrent 1/3 av utslippene, og sektoren har derfor et særlig ansvar for å redusere klimagassutslipp og bidra til å nå nasjonale klimamål. For å redusere klimapåvirkningen i tidligfase av et prosjekt, kan det i design av vegsystemet vurderes livsløpseffekter av både byggeteknikker, byggematerialer og drift av tekniske systemer.

I henhold til Statens vegvesen sin Håndbok V712 Konsekvensanalyser skal klima vurderes som en prissatt konsekvens i den samfunnsøkonomiske analysen i en konsekvensutredning. Utslippene av klimagasser skal tydeliggjøres i ulike alternativer, både i de samfunnsøkonomiske beregningene og i form av endringer i fysiske utslipp i tonn. Denne utredningen omfatter de fysiske utslippene i tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter<sup>1</sup>.

Nasjonal transportplan (NTP) legges fram i form av en stortingsmelding hvert fjerde år og fastsetter nasjonale mål og føringer for transportnettet. Nasjonal transportplan skal legges til grunn for transportetatens virksomhet og planlegging, og inneholder konkrete mål og delmål for

---

<sup>1</sup> Den samfunnsøkonomiske analysen for utslippene i driftsfasen for transport er inkludert i delutredning prissatte SR ICP-16-A-25015, i henhold til håndbok V712. I denne utredningen er tallene supplert med utslipp i tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter inkludert drift- og vedlikehold og utbygging.

framkommelighet, trafiksikkerhet, klima og miljø. NTP 2018-2029 legger opp til store utslippskutt av klimagasser fra bygg- og anleggssektoren. I etatens grunnlagsdokument for NTP er det lagt opp til følgende klimamål:

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

Som en del av kommunedelplan Nedre Glomma og InterCity Fredrikstad–Sarpsborg lages det klimabudsjett for de ulike jernbanealternativene. Den planlagte utvidelsen av rv.110 fra to til fire felt, har langs deler av traseen nærhet til jernbaneutvidelsen. Det er derfor en samprojektering av veg og jernbane. I den forbindelse skal det også gjøres klimavurderinger for de ulike vegalternativene på strekningen Simo–St. Croix.

Formålet med en overordnet vurdering av klima for vegtiltakene er å vise utslipp av klimagasser som skal legges til grunn i beslutningsgrunnlaget for valg av alternativ for videre utredning. Resultatene og funnene i klimaanalysen kan også være et grunnlag for valg som gjøres i den videre planleggingen og projekteringen.

Arbeidet er utført av 2G, en sammensatt gruppe fra COWI AS og Multiconsult Norge AS (prosjektorganisasjon 2G), med LPO arkitekter og NIKU som underkonsulenter. Denne delutredningen er utarbeidet av Ida Nossen og Kenneth Sandberg.

## 2.2 Tiltakene

Utvidelse av rv.110 fra to til fire felt starter ved Simo og fortsetter til St. Croix. Det er utredet tre mulige vegalternativer delt inn i tre delstrekninger.

### Vegalternativ 1:

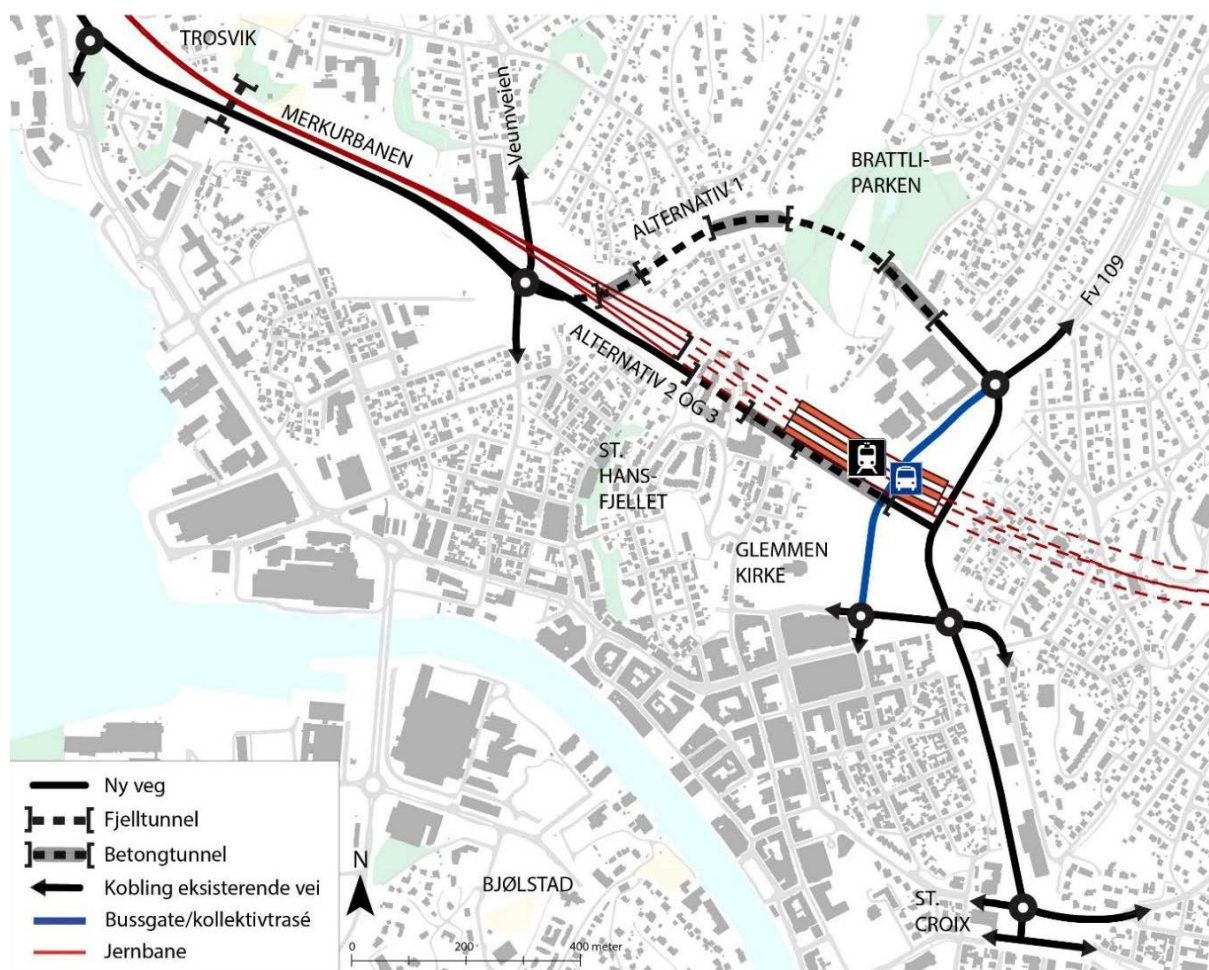
Rv. 10 følger dagens trase fra Simo før den, øst for Veumveien, legges i tunnel under Brattliparken som omkjøringsveg rundt ny stasjon på Grønli. Tunnelen har to løp og er ca. 760 meter lang. Vegtunnelen kommer ut i øst og kobles til fv. 109 i en ny rundkjøring ved Glemmen videregående skole. Rv. 110 fortsetter sørover langs Grønlifjellet over tunnelpåhugg til ny jernbane og til ny rundkjøring i kryss med Brochs gate. Atkomst til sentrum blir via Brochs gate og Damstredet. Videre går rv. 110 til rundkjøring ved St. Croix omtrent i samme trase som i dag.

### Vegalternativ 2 og 3:

Følger dagens trase som utvides til firefelts veg. Alternativene skilles hovedsakelig fra hverandre ved at vegalternativ 2 har en lengre tunnel ut fra St. Hansfjellet og mot stasjonsområdet på Grønli, sammenliknet med alternativ 3.

Ved St. Croix er det utredet to ulike løsninger for gang-sykkelveg, enten som en konstruksjon under dagens vegsystem (kulvert) eller over dagens vegsystem (overgangsbru). I klimagassvurderingen er det lagt til grunn løsning over dagens vegsystem for alle alternativ.

For en mer detaljert beskrivelse av alternativene henvises til «Planbeskrivelse med konsekvensutredning. Kommunedelplan for dobbeltspor Seut–Rolvøy, rv. 110 Simo–St. Croix»



Figur 1. Illustrasjon som viser prinsippløsning for vegalternativ 1, 2 og 3 i kombinasjon med banealternativ 6b.

### 3 OVERORDNET KLIMAANALYSE

#### 3.1 Metode

For vurdering av klima i tidligfase av et vegprosjekt har Statens vegvesen utarbeidet en klimamodul i verktøyet EFFEKT. EFFEKT er en beregningsmodell Statens vegvesen benytter for nytte-kostnadsanalyser og tar for seg de prissatte konsekvensene av et vegprosjekt. De prissatte miljøvirkningene er summen av NO<sub>x</sub> og CO<sub>2</sub>-ekvivalenter for klimagassutslipp som følge av bygging, drift og vedlikehold, og transport. Klimagassutslipp av bygging, drift og vedlikehold er direkte avhengig av vegkonstruksjoner, som tunneler og bruer, mens klimagassutslipp som følge av transport er direkte avhengig av fartsnivået, geometri, og trafikkmengder.

Beregningene gir et anslag på CO<sub>2</sub>-utslippene i form av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Metodikken er primært brukt til å beregne globale endringer i energiforbruk og klimagassutslipp i vegprosjekter. I klimagassberegningene i EFFEKT beregnes endringer i utslipp som følge av:

- Bygging Byggefase
- Drift og vedlikehold Bruksfase
- Transport Bruksfase

Beregningene baseres på en livsløpsanalyse (LCA - Life Cycle Assessment) hvor miljøpåvirkningene for en innsatsfaktor synliggjøres gjennom hele livsløpet, fra råvareutvinning til avhending. Det gjøres beregninger for hver lenke som er etablert for hvert vegnett i EFFEKT. EFFEKT medregner ikke kalksementpeling i sine utslippsberegninger. Det er derfor gjort en tilleggsberegning for

kalksementpeling for de ulike vegalternativene. Mengde kalksementpeling er hentet fra anslaget. Utslippsfaktor for kalksementpeling er hentet fra VegLCA.

### 3.1.1 Byggefasen

Beregningsmetoden i EFFEKT knytter konstruksjonsmengden opp mot generiske systemavgrensninger i modellen for å gi en overordnet oversikt over klimagassutslippene for de ulike alternativene. Resultatene vil likevel synliggjøre hvilke komponenter som bidrar i størst grad. På den måten er det mulig å se på alternative løsninger for å redusere klimagassutslippene også i senere planfaser.

Transporten som foregår i byggefasen (som det er valgt å ta hensyn til) er med i aktuelle delberegninger for denne, gjennom beregninger av transportarbeid og diesel i anleggsmaskineri. Med grunnlag i beregnede volum av jord- og fjellmasser i linja, blir det beregnet et samlet forbruk av diesel i anleggsmaskineri basert på forbruk pr enhet. Ved bygging av tunneler er det forutsatt dieseldrevne maskiner til opplasting og utlegging av fjellmasser (samt til transport av massene, beregnet under transportarbeid). Det er forutsatt elektrisk drift av borrhigg og ventilasjonsutstyr i tunneler. I tillegg til dieselforbruket i anleggsmaskineri beregnes det energiforbruk og utslipp fra selve transporten av massene til deponi/mellomlager, og eventuell transport fra mellomlager til ulike formål ved bygging av ny veg. Det beregnes også et forbruk til utlegging og komprimering av de ulike lagene i overbygningen for bilveg, samt på GS-veg, fortau og breddeutvidelse. Her brukes samme forutsetninger for veg i dagen og tunneler.

### 3.1.2 Drift og vedlikehold

For veg i dagen er det dekkelegging (reasfaltering) og vegbelysning det gjøres beregninger for i EFFEKT. Vegbelysning inkluderer her både for veg i dagen og bru, fordi det i inndataene ikke er gjort noen oppsplitting for lengde langs veg i dagen og for bru separat.

Utslipp for reasfaltering beregnes både for veg i dagen og bru. Mengde asfalt som går med til dekkevedlikehold beregnes på samme måte som i vedlikeholdsmodulen i EFFEKT. Det forutsettes at slitelaget ved reasfaltering er av samme materiale som for ny veg.

### 3.1.3 Transport

For beregning av utslipp fra transport i bruksfasen er metoden i EFFEKT lagt opp til følgende inndeling

- Beregninger for kjøretøy
- Beregninger for andre transportmidler, unntatt ferjer

Drivstofforbruk for kjøretøy beregnes internt i EFFEKT som vist i Tabell 1.

**Tabell 1. Drivstofforbruk som beregnes i EFFEKT**

Kjøretøytype	Inndeling	Drivstoff	Merknad
Lette biler		Bensin Diesel	Standard fordeling: 60 % bensin, 40 % diesel
Tunge biler	Lastebil Vogntog	Diesel Diesel	Standard fordeling: 60 % lastebil, 40 % vogntog
Busser		Diesel	

Beregning av utslipp fra drivstoff er basert på det samme grunnlaget i klimamodulen som i andre aktuelle moduler i EFFEKT. EFFEKT legger i begrenset grad teknologisk utvikling til grunn ved beregning av utslipp i transportfasen.

Transportallene utslippene beregnes ut fra hentes internt i EFFEKT fra transportmodellen. Ved bruk av transportmodeller med variable matriser som grunnlag for beregninger i EFFEKT brukes det resultatet fra den kollektivmodulen som leses inn i EFFEKT. Ved beregning av utslipp i transportfasen er det ikke bare kjørte km som spiller inn på utslipp, også hastighet, vegbredde og geometri er faktorer som medregnes. I kollektivmodulen beregnes det energi- og drivstofforbruk som vist i Tabell 2.

**Tabell 2. Beregning av drivstoff og elektrisitetsforbruk i kollektivmodulen.**

Transportmiddel	Type	Verdi	Enhet
Buss	Drivstoff diesel	0,365	Liter/km
T-bane	Elektrisitet	12,9	kWh/settkm
Trikk	Elektrisitet	6,8	kWh/settkm
Tog	Elektrisitet	13,0	kWh/settkm
Hurtigbåt	Drivstoff, MGO	9,6	Liter/km

For transportfasen henter EFFEKT transporttall fra transportanalysen for Seut-Rolvøy. Resultatene fra transportanalysen er detaljert i delutredning overordnet transportanalyse (ICP-16-A-25014). Her er det beregnet to scenarier for vegalternativene:

- Scenario 2: Jernbaneprojektet og ny rv. 110 mellom Simo og St. Croix (vegalternativ 1 under Brattliparken).
- Scenario 3: Jernbaneprojektet og ny rv. 110 mellom Simo og St. Croix (vegalternativ 2 eller 3 som innebærer utvidelse i dagens trasé sør for banen).

Transportanalysen har beregnet fremtidige trafikk tall for situasjonen i 2028 og 2050. I klimagassmodulen i EFFEKT legger modellen til grunn både 2028 og 2050 og interpolerer mellom årene når det beregnes utslipp i tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Ettersom transportmodellen antar samme trafikk for vegalternativ 2 og 3, vil utslippstallene for disse to alternativene bli like. Det er ikke bare kjørte km som spiller inn på utslipp i transportfasen, også hastighet, vegbredde og geometri ligger til grunn for beregning av CO<sub>2</sub>. For utdypende detaljer vedrørende trafikkanalysen, henvises det til delutredningen.

### 3.2 Systemavgrensning

Klimagassutslippene beregnes på et overordnet nivå. EFFEKT er det lagt opp til å ta inn få ekstra inndata utover det som allerede er lagt inn i modellen. Dette henger sammen med at det er begrenset med mengdedata i tidlig planfase. Det er likevel lagt inn en del prosjektspesifikke konstruksjoner i EFFEKT fra anslaget, dette for å skille de ulike alternativene fra hverandre (for eksempel alternativ 2 og 3).

Beregningene gjelder vegelementene veg i dagen, bru og tunnel. For veg i dagen er det også inkludert gang- og sykkelveg.

Der det er foretatt en prioritering med vekt på deler som i) utgjør en prismessig tung post, ii) erfaringsmessig er en tung utslippskilde, og som iii) varierer vesentlig mellom alternativene. EFFEKT beregner ikke utslipp fra kalksementpeling, og det er derfor gjort en tilleggsberegning for denne innsatsfaktoren utenfor modellen, se VEDLEGG C.

Det er lagt inn følgende prosjektspesifikke faktorer for veg i EFFEKT:

- For alle vegalternativene er det lagt inn 4,5 km gs-veg og 1,2 km støyskjerm.
- For massetransport er det antatt en transportavstand på 15 km for alle alternativ.
- Mengdegrunnlag fra anslag, se VEDLEGG B.

EFFEKT utelater følgende bidrag:

- Utslipp knyttet til anleggsperioden (anleggsveger, rigg etc.).
- Energiforbruk og utslipp ved framstilling av transportmidler.
- Vegelementer som støytiltak, signalanlegg, elektriske installasjoner, murer etc.
- Utslipp knyttet til vinterdrift av vegnettet.
- Gjenbruk er kun inkludert i begrenset omfang (for eksempel reasfaltering).
- Opprydding og sanering.

For vegalternativ 1 er beregningene i EFFEKT kun gjort for det vegalternativet som er i kombinasjon med banealternativ 6b. Det er liten forskjell i konstruksjoner sammenliknet med vegalternativ 1 i kombinasjon med banealternativ 2a, og det er antatt at det ikke vil utgjøre store forskjeller mellom de to kombinasjonene av alternativene. For gang- og sykkeløsningen ved St. Croix er mengdene for de ulike alternativene hentet fra anslaget. I anslagsrapporten er det noe ulike løsninger i delstrekning tre for de tre alternativene. I vegalternativ 1 er løsningen lagt over dagens vegsystem, som en overgangsbru. For vegalternativ 2 og 3 er løsningen lagt under dagens vegsystem (undergang). For å

ha like forutsetninger mellom alternativene, er det i beregningsgrunnlaget lagt til grunn overgangsbru ved St. Croix for alle tre vegalternativ. Dersom andre løsninger velges må dette vurderes særskilt.

I EFFEKT er det ikke skilt på bergtunnel og betongtunnel.

### 3.3 Usikkerheter

Det vil ikke være mulig å ta hensyn til «alt» som bidrar til utslipp av klimagasser knyttet til de ulike fasene gjennom en overordnet vurdering. Ved utvikling av metodikken i EFFEKT er det på generelt grunnlag også vurdert hvilken betydning de enkelte bidragene vanligvis vil ha på prosjektet som helhet.

Beregningsmetoden i EFFEKT knytter konstruksjonsmengden opp mot generiske systemavgrensninger i modellen for å gi en overordnet oversikt over klimagassutslippene for de ulike alternativene<sup>2</sup>. Resultatene vil likevel synliggjøre hvilke komponenter som bidrar i størst grad til klimagassutslippene. På den måten er det mulig å se på alternative løsninger for å redusere klimagassutslippene også i senere planfaser.

For transportfasen bygger trafikk tallene, som beskrevet, på transportmodellen. Den vesentligste kilden til usikkerheten i denne delutredningen er transportmodellberegningene som ligger til grunn for de fleste nytte- og kostnadselementene. En transportmodell er et nyttig hjelpemiddel til å anslå virkninger av tiltak i komplekse transportsystemer, men vil alltid være beheftet med usikkerheter. Det er benyttet en velkjent transportmodell (RTM/NTM) med kjente styrker og svakheter. Transportmodellberegningene er drøftet i en egen delutredning.

Framskrivning av utslipp knyttet til teknologi er veldig usikkert og avhengig av politiske vedtak etc. Samtidig er det en stor utvikling på teknologifronten som vil endre utslippene av klimagasser. Det utvikles stadig nye eller forbedrede klimavennlige metoder for å redusere utslipp fra for eksempel anlegg, og det forventes en teknologisk utvikling på elektrifisering av tynge kjøretøy. Det er vanskelig på forhånd å vurdere hvilke teknologiske områder som vil lykkes, men det er viktig at prosjekter som skal bygges frem i tid, må se denne utviklingen i sammenheng og åpne opp for at nye og forbedrede metoder kommer eller blir mer etablert som tiltak når entrepriser skal ut på anbud eller bygging starter. EFFEKT legger i begrenset grad denne teknologiske utviklingen til grunn ved beregning av utslipp.

## 4 RESULTATER

Under følger en sammenstilling av resultatene for de ulike alternativene fra EFFEKT-beregningene. Vurderinger av hvordan klimagassutslippene kan reduseres ytterligere i senere planfaser, er diskutert i kapittel 5.

### 4.1 Vegalternativ 1

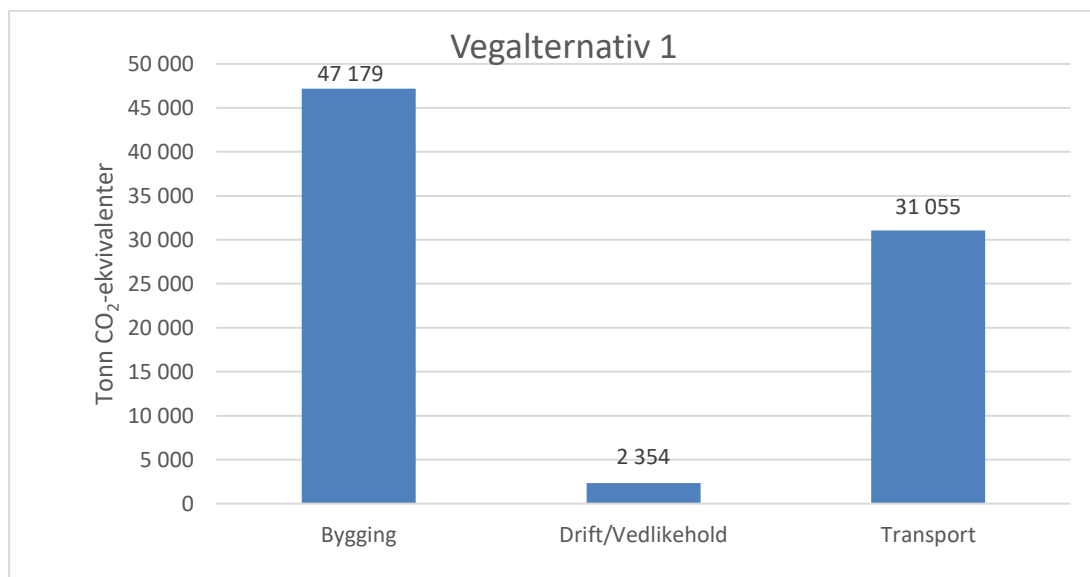
Beregningsresultatet fra EFFEKT ligger i vedlegg A;. Ettersom EFFEKT ikke beregner utslipp fra kalksement, viser ikke vedleggene utslippene med denne innsatsfaktoren. Utslippene fra kalksement er videre inkludert i resultatene under.

Utslippene av klimagasser for vegalternativ 1 er vist i Figur 2. Utslippene er fordelt på de ulike fasene bygging, drift og vedlikehold, og transport. Resultatene viser at utbygging har de høyeste utslippene med 47 179 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Utslippene her er hovedsakelig knyttet til materialforbruk.

Transportfasen inneholder utslipp fra bruksfasen over vegens levetid. Drift og vedlikehold viser hovedsakelig utslipp fra reasfaltering.

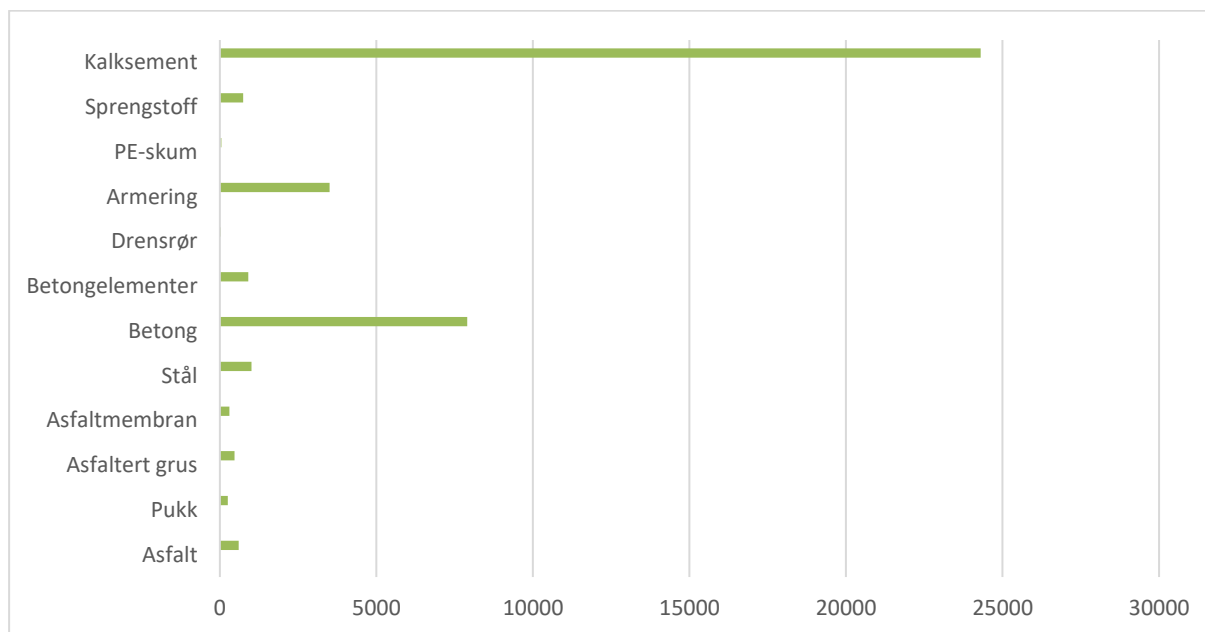
<sup>2</sup> På bakgrunn av arealet på konstruksjonene beregnes anslått mengde materiale for konstruksjonen i EFFEKT.





**Figur 2. Klimagassutslipp (oppført i tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter) fordelt på bygging-, drift/vedlikehold- og transportfasen for vegalternativ 1.**

Dersom man kun ser på materialer som bidrar til klimagassutslipp fra byggefasen (Figur 3) kan man se at det er kalksementpeling, betong og armering som står for de største utslippene. Kalksementpeling inngår som den største innsatsfaktoren i mengdegrunnlaget fra anslaget og utgjør ca. 24 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i vegalternativ 1.



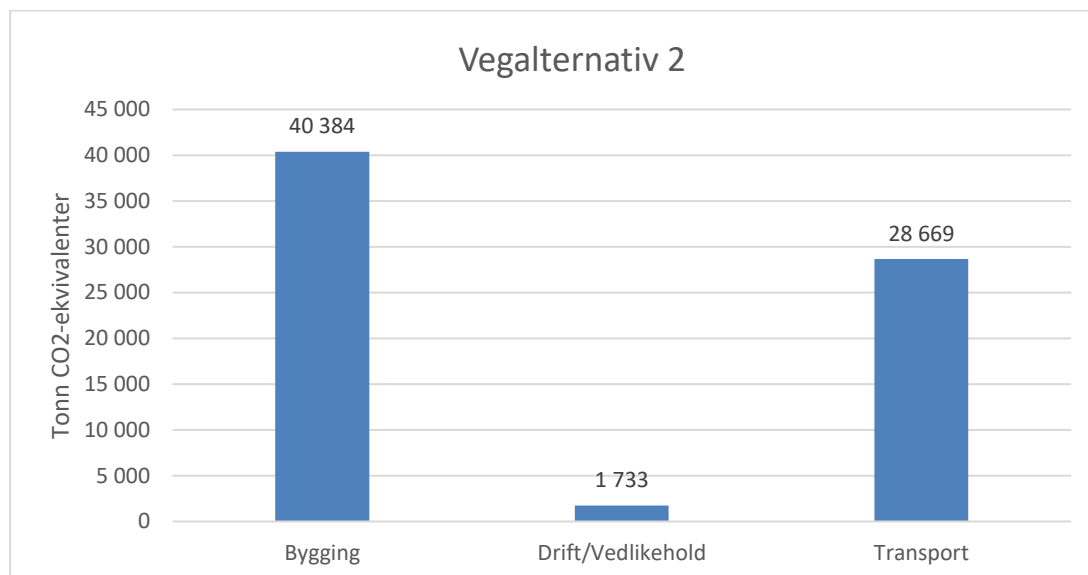
**Figur 3. Utslipp i tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter basert på innsatsfaktorer i byggingfasen for vegalternativ 1. Kalksementpeling er beregnet utenfor EFFEKT og lagt inn i resultatene.**

## 4.2 Vegalternativ 2

Beregningsresultatet fra EFFEKT ligger i vedlegg A. Ettersom EFFEKT ikke beregner utslipp fra kalksement, viser ikke vedleggene utslippene med denne innsatsfaktoren. Utslippene fra kalksement er videre inkludert i resultatene under.

Utslippene av klimagasser for vegalternativ 2 er vist i Figur 4, fordelt på de ulike fasene bygging, drift og vedlikehold og transport. Resultatene viser at bygging har de høyeste utslippene med 40 384 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter hvor utslippene hovedsakelig er knyttet til materialforbruk. Vegalternativ 2 har de nest høyeste utslippene av de tre vegalternativene.

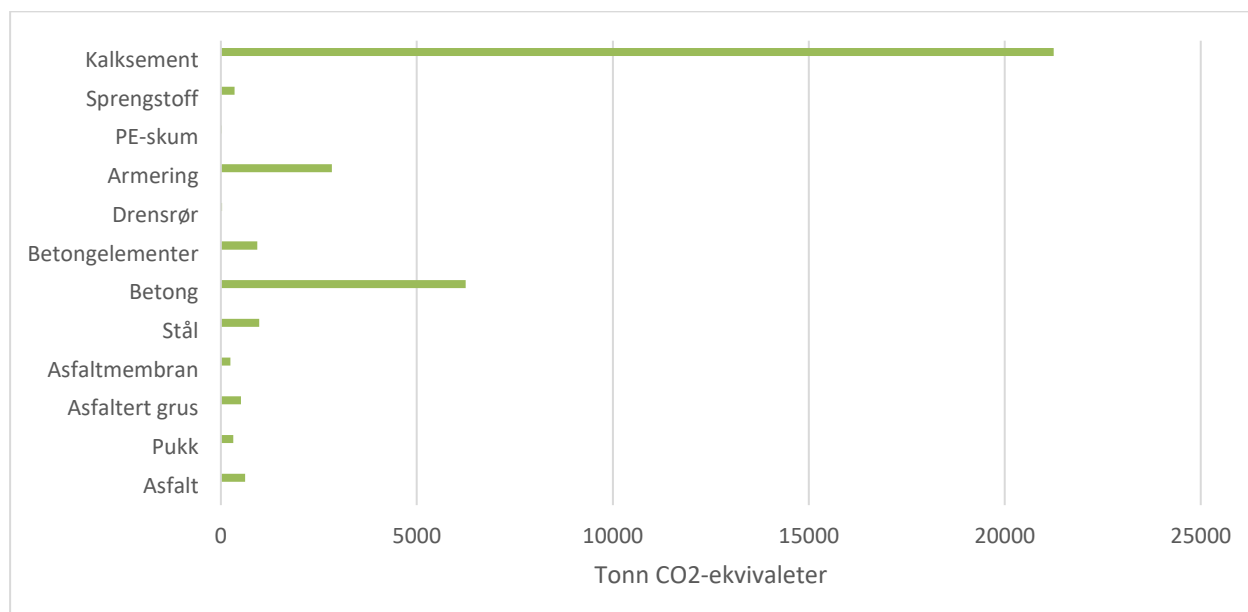
Transportfasen inneholder utslipp fra bruksfasen over vegens levetid.. Drift og vedlikehold viser hovedsakelig utslipp fra reasfaltering.



**Figur 4. Klimagassutslipp (oppgitt i tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter) fordelt på bygging-, drift/vedlikehold- og transportfasen for vegalternativ 2.**

Som for vegalternativ 1, er det materialgruppene kalksement, betong og armering som er de største innsatsfaktorene for utslippene av klimagasser for byggefasen (Figur 5). Kalksementpeling inngår som den største innsatsfaktoren i mengdegrunnetlaget fra anslaget og utgjør ca. 21 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i vegalternativ 2.

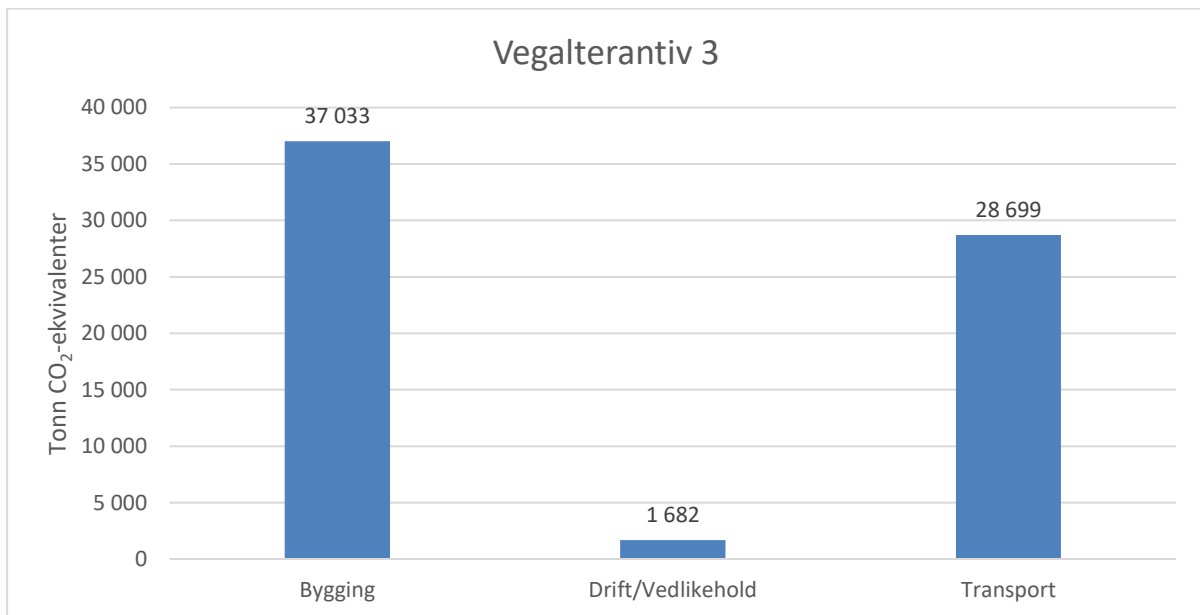
Sammenliknet med vegalternativ 1 er det, totalt sett, mindre utslipp fra kalksement, betong og armering.



**Figur 5. Utslipp i tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter basert på innsatsfaktorer i bygging for vegalternativ 2. Kalksementpeling er beregnet utenfor EFFEKT og lagt inn i resultatene.**

### 4.3 Vegalternativ 3

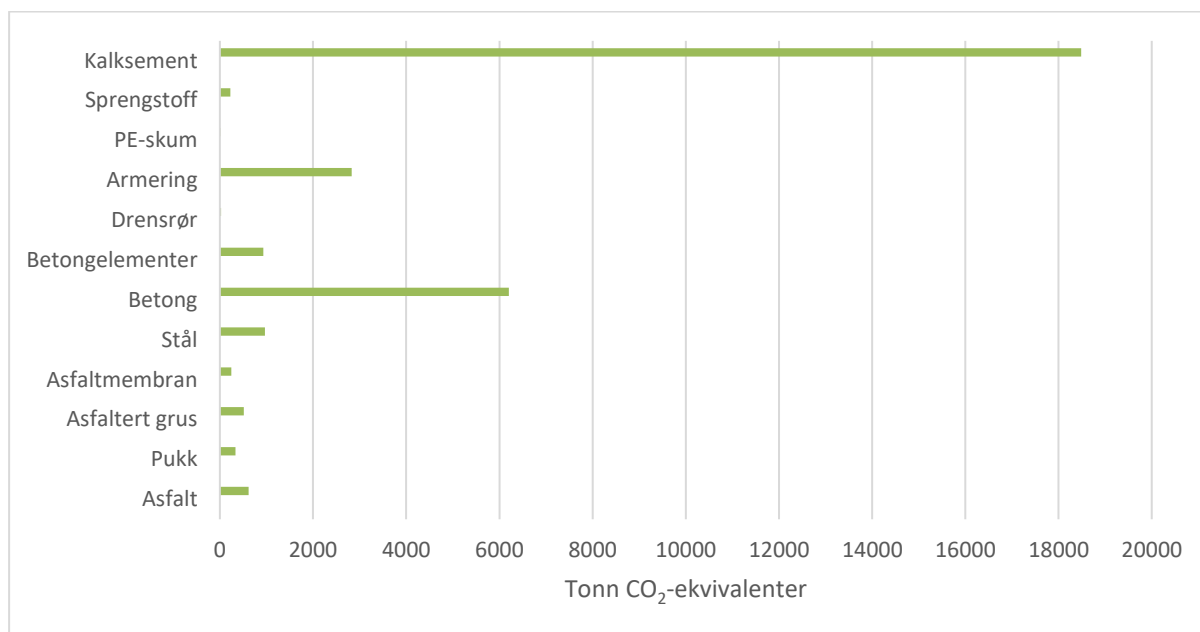
Utslippene av klimagasser for vegalternativ 3 er vist i Figur 6, fordelt på de ulike fasene bygging, drift og vedlikehold og transport. Resultatene viser at byggefasen har de høyeste utslippene med 37 033 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, hvor utslippene hovedsakelig er knyttet til materialforbruk.



**Figur 6. Klimagassutslipp (oppgitt i tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter) fordelt på bygging, drift/vedlikehold og transport for vegalternativ 3.**

Som for vegalternativ 1 og 2, er det materialgruppene kalksement, betong og armering som er de største innsatsfaktorene for utslippene av klimagasser for byggefasen (Figur 7). Kalksementpeling inngår som den største innsatsfaktoren i mengdegrunnet fra anslaget og utgjør ca. 18 500 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i vegalternativ 3.

Sammenliknet med de to andre vegalternativene, har vegalternativ 3 de laveste utslippene i byggefasen.



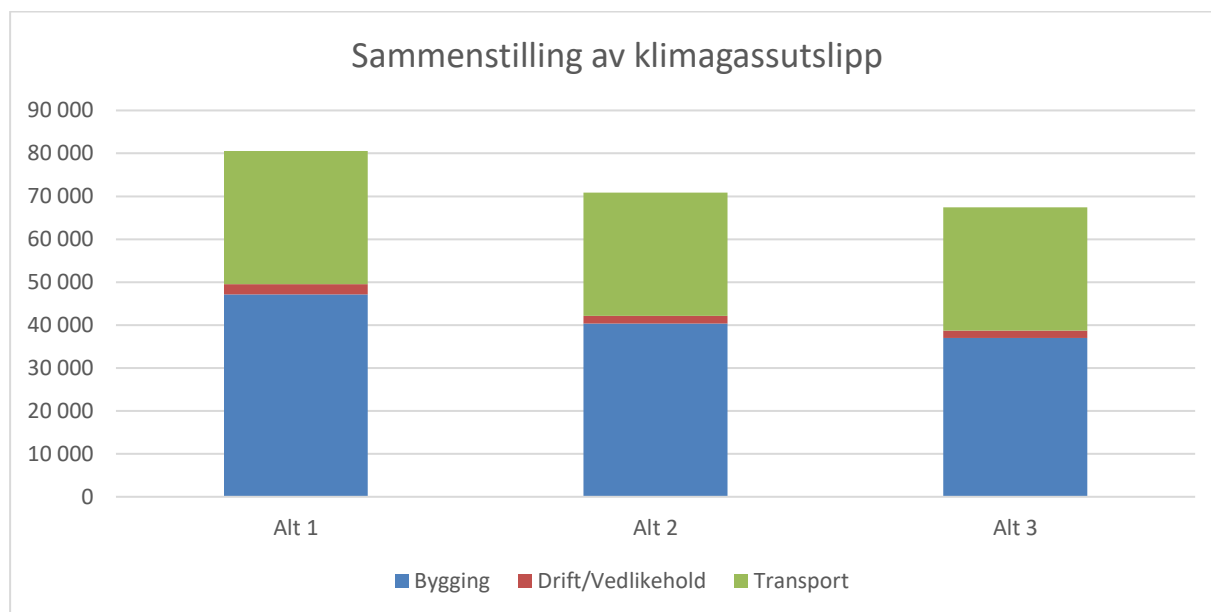
Figur 7. Utslipp i tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter basert på innsatsfaktorer i bygging for vegalternativ 3. Kalksementpeling er beregnet utenfor EFFEKT og lagt inn i resultatene.

#### 4.4 Sammenlikning av vegalternativene

Totalt sett er det vegalternativ 1 som har de høyeste utslippene, etterfulgt av vegalternativ 2. Vegalternativ 3 har totalt sett lavere utslipp sammenliknet med de andre alternativene (Tabell 3 og Figur 8). Alternativ 1 har høyest utslipp grunnet tunnelen som bygges rundt stasjonsområdet på Grønli og har dermed behov for høyere andel kalksementpeling. Hovedforskjellen mellom vegalternativ 2 og 3 er i hovedsak en lengre tunnel som bygges i vegalternativ 2. Totalt sett er det lite som skiller alternativ 2 og 3.

Tabell 3. Utslipp av tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter fra de ulike vegalternativene medregnet kalksementpeling.

	Vegalternativ 1	Vegalternativ 2	Vegalternativ 3
<b>Bygging</b>	47 179	40 384	37 033
<b>Drift/vedlikehold</b>	2 354	1 773	1 682
<b>Transport</b>	31 055	28 669	28 669
<b>Totalt</b>	80 588	70 826	67 414



**Figur 8. Sammenstilling av klimagassutslipp for de ulike vegalternativene fordelt på fasene bygging, drift/vedlikehold og transport, medregnet kalksementpeling.**

For å synliggjøre forskjellen massetransport i byggefasen utgjør i prosjektet, er det gjort en tilleggsberegning for massetransport (Tabell 4) basert på mengde masser og materialtransport fra anslaget. Forutsetninger for beregningen ligger i VEDLEGG C.

Vegalternativ 1 har større utslipp av klimagasser fra massetransport sammenliknet med vegalternativ 2 og 3. Dette er hovedsakelig på grunn av større mengde uttak av masser fra fjelltunnelen rundt stasjonsområdet på Grønli.

**Tabell 4. Beregnede utslipp fra massetransport i byggefasen for de ulike vegalternativene.**

Vegalternativ	Tonn CO <sub>2</sub> -ekv.
Vegalternativ 1	330
Vegalternativ 2	279
Vegalternativ 3	294

Det er et stort behov for stabilisering i alle vegalternativ, men det er ulike mengder for de ulike alternativene. Avhengig av behov for stabilisering vil klimagassutslippene øke. Anslåtte mengder til stabilisering er hentet fra anslaget (Tabell 5). Vegalternativ 1 har behov for større mengder kalksementpeling sammenliknet med de andre alternativene på grunn av større byggegrøper for bygging av tunnelen ved Brattliparken og Frydenberg øst. Det vil si at alternativ 1 vil ha det største utslippet av klimagasser fra kalksementpeling. Mengdeforskjellen mellom alternativ 2 og 3 vil gi utslag i ulikt utslipp av klimagasser. Alternativ 2 vil totalt sett ha noe høyere utslipp ettersom det er behov for mer stabilisering. Forutsetninger for beregningene ligger vedlagt i VEDLEGG C.

**Tabell 5. Mengde kalksementpeling (m<sup>3</sup>) fordelt på de ulike alternativene i byggefasen.**

Vegalternativ	KS-peler (m <sup>3</sup> )	Tonn CO <sub>2</sub> -ekv.
Vegalternativ 1	263 524	24 297
Vegalternativ 2	230 500	21 252
Vegalternativ 3	200 500	18 486

## 5 ANBEFALINGER FOR VIDERE PLANLEGGING

Ved å legge klimagassutslipp til grunn for valg av alternativ er det mulig å velge det alternativet som gir minst utslipp i form av tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Videre er det mulig, i senere faser av prosjektet, å vurdere ytterligere tiltak for å redusere klimagassutslippene i prosjektet ved å knytte utslipp til innsatsfaktorer.

Produksjon, transport og bruk av materialer er en viktig faktor for klimagassutslipp ved utbygging av transportinfrastruktur. Ved å ha fokus på type og mengde materiale i den videre planleggingen kan det være mulig å legge opp til klimagassbesparelse.

Det bør gjøres en vurdering av om det finnes alternative materialvalg i markedet som gir lavere klimagassutslipp over et livsløp og som i tillegg tilfredsstiller de tekniske kravene for de elementene som skal bygges.

Kalksementpeler utgjør en stor mengde og post for alle vegalternativene, da det for store deler av strekningen er nødvendig med utbedret stabilisering av grunnen. Det er i dette tilfelle vanskelig å redusere mengde kalksement da stabilisering er en forutsetning for å få bygget tiltaket, men det er mulig å stimulere til mer klimavennlig sementtype i KS-pelene. Det bør derfor ses på alternativer for sement og muligheten til å velge sementtyper som har lavere klimagassutslipp.

Forutsatt god planlegging i forkant og underveis i prosjektet, vil det være mulig å stille krav til lavkarbonbetong. De ulike klassene for lavkarbon spenner seg fra C til A, hvor A har lavest klimagassutslipp. Tilgjengelighet på bindemidler med lavt klimagassutslipp er ofte utslagsgivende for betongens klimagassutslipp. Bindemidler med særlig lavt klimagassutslipp er i dag tilgjengelig på Sør-, Øst- og Vestlandet, og markedet har ikke problemer med å levere lavkarbonbetong klasse A eller B i disse regionene.

Asfalt er en av innsatsfaktorene som bidrar til vesentlige klimagassutslipp i et prosjekt. Utslipp fra asfalt er flerdelt og avhenger av flere faktorer:

- Dekkelevetid
- Lagring av tilslag
- Alternative energikilder
- Gjenbruk
- Type asfalt

Dekkelevetid er en vesentlig faktor ved vurdering av asfaltens klimagassutslipp. En asfalttype med kortere dekkelevetid vil måtte byttes ut oftere enn asfalt med lengre levetid. Besparelse i produksjonskjeden for å redusere klimagassutslipp vil dermed, i et livsløp, ikke gi miljøgevinst dersom det fører til økt behov for reasfaltering. Andre energikilder til asfaltverk kan også vurderes i senere planfaser og dermed redusere klimagassutslippet fra asfalt.

Transport av masser og materialer til og fra anlegget kan i enkelte prosjekt inngå som en faktor i det totale transportarbeidet i et prosjekt og dermed være en stor bidragsyter til de totale klimagassutslippene. Det kan gjøres gode grep for transportavstander ved planlegging av plassering av rigg, bygninger, tipp og deponi med tanke på best mulig logistikk og med kortest mulige transportavstander. Det anbefales også å tilstrebe å flytte masser direkte fra uttak til stedet de skal benyttes. Mellomlagring av masser medfører til dels mye ekstra transportarbeid med omlasting av masser.

## 6 KONKLUSJON

Resultatene av EFFEKT-beregningene viser at vegalternativ 3 har de laveste klimagassutslippene for fasene bygging, drift og vedlikehold, og transport med 67 414 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Vegalternativ 1 har de høyeste utslippene (80 588 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter). Forskjellen ligger hovedsakelig i mengde kalksementpeling, betong og armering.

Det er en liten forskjell i utslipp mellom alternativ 2 og 3. Vegalternativene skilles i hovedsak på mengde betong ettersom alternativ 2 har noe lenger tunnel enn alternativ 3, samt at alternativ 3 har mindre behov for stabilisering. Totalt sett har vegalternativ 3 16 % lavere utslipp sammenliknet med vegalternativ 1, og 5 % lavere utslipp sammenliknet med vegalternativ 2. Klimagassutslippene kan reduseres ytterligere i senere planfaser ved å ha fokus på mengde og type materialer som totalt sett har lavere utslipp av klimagasser.

## 7 DOKUMENT INFORMASJON

### 7.1 Endringslogg

Rev.	Endring
00A	1. Utgave
01A	2. Utgave

#### 7.1.1 Terminologi

LCA Life Cycle Assessment

### 7.2 Referanseliste

- [1] Fastsatt planprogram. Kommunedelplan (KDP) med konsekvensutredning (KU) for InterCity Østfoldbanen dobbeltspor Fredrikstad – Sarpsborg, Rv. 110 Simo – St. Croix og Fv. 118 ny Sarpsbru med evt. omlegging av Rv. 111 øst for Hafslund. Bane NOR. 2017. Justert planprogram fastsatt 24.05.18 i Sarpsborg og 21.06.18 i Fredrikstad, ICP-16-A-25210.
- [2] Statens vegvesen, Vegdirektoratet. Dokumentasjon av beregningsmoduler i EFFEKT 6.6. Rapport nr. 358
- [3] Statens vegvesen, Vegdirektoratet. Håndbok V712 Veiledning for konsekvensanalyser. 2018.
- [4] Statens vegvesen Vegdirektoratet, rapport 428, Bærekraftige betongkonstruksjoner, 2018
- [5] Statens vegvesen Region øst. Miljøvurdering - Overordnet vegsystem i Elverum, Kommunedelplan med KU. Asplan Viak, 2016.
- [6] Norsk Stålforbund, Miljøbygging i stål, Eurofer 1995.
- [7] Norsk Stålforbund, NTNU Sintef, SISVI, Stål som miljøvennlig byggemateriale, 2015

## VEDLEGG A

Vegalternativ 1: ikke medregnet kalksementpeling

<b>EFFEKT 6.62</b>	<b>Klimagassutslipp CO<sub>2</sub>-</b>	Side :	1
Østfold	ekvivalenter (tonn)	Dato :	20.11.2018

Prosjekt	:	1	IC Østfold
UTBYGGINGSPLAN	:	3	Vegalternativ 1

Faser	Materialer	Planlagt (tonn CO <sub>2</sub> -ekv.)	RESULTATER FOR 2026 - 2065	Endring
<b>Bygging</b>				
	Asfalt	601		-601
	Pukk	250		-250
	Asfaltert grus	468		-468
	Asfaltmembran	305		-305
	Stål	1 015		-1 015
	Betong	7 900		-7 900
	Betongelementer	905		-905
	Drensrør	28		-28
	Armering	3 504		-3 504
	PE-skum	50		-50
	Sprengstoff	747		-747
	Transportarbeid	3 371		-3 371
	Diesel	3 704		-3 704
	Elektrisitet	34		-34
	Sum	22 882		-22 882
<b>Drift/vedlikehold</b>				
	Asfalt	321 965	320 250	-1 714
	Elektrisitet	640		-640
	Sum	322 605	320 250	-2 354
<b>Transport</b>				
	Bensin	6 419 453	6 415 538	-3 916
	Diesel	12 892 979	12 882 450	-10 529
	Elektrisitet	117 121	100 511	-16 610
	Sum	19 429 553	19 398 499	-31 055



Sum		19 775 040	19 718 749	-56 290
Direkteutslipp (bygging)				
	Transportarbeid	3 074		-3 074
	Diesel, anleggsmaskineri	2 973		-2 973

Klimagasser som inngår i beregningen av CO2-ekvivalenter er CO2, CH4 og N2O

Norsk elektrisitetsmiks

Vegalternativ 2: ikke medregnet kalksementpeling

EFFEKT 6.62  
ØstfoldKlimagassutslipp CO<sub>2</sub>-  
ekvivalenter (tonn)Side : 1  
Dato : 20.11.2018
 Prosjekt : 1 IC Østfold  
 UTBYGGINGSPLAN : 4 Vegalternativ 2

Faser	Materialer	Planlagt (tonn CO <sub>2</sub> -ekv.)	RESULTATER FOR 2026 - 2065	
			Alternativ 0	Endring
<b>Bygging</b>				
	Asfalt	617		-617
	Pukk	321		-321
	Asfaltert grus	517		-517
	Asfaltmembran	244		-244
	Stål	975		-975
	Betong	6 244		-6 244
	Betongelementer	932		-932
	Drensrør	29		-29
	Armering	2 828		-2 828
	PE-skum	22		-22
	Sprengstoff	347		-347
	Transportarbeid	2 575		-2 575
	Diesel	3 466		-3 466
	Elektrisitet	15		-15
	Sum	19 132		-19 132
<b>Drift/vedlikehold</b>				
	Asfalt	321 861	320 250	-1 610
	Elektrisitet	162		-162
	Sum	322 023	320 250	-1 773
<b>Transport</b>				
	Bensin	6 418 492	6 415 538	-2 954
	Diesel	12 891 555	12 882 450	-9 105
	Elektrisitet	117 121	100 511	-16 610
	Sum	19 427 168	19 398 499	-28 669

Sum		19 768 323	19 718 749	-49 574
-----	--	------------	------------	---------

Direkteutslipp (bygging)				
	Transportarbeid	2 348		-2 348
	Diesel, anleggsmaskineri	2 782		-2 782

Klimagasser som inngår i beregningen av CO2-ekvivalenter er CO2, CH4 og N2O

Norsk elektrisitetsmiks

Vegalternativ 3: ikke medregnet kalksementpeling

EFFEKT 6.62  
ØstfoldKlimagassutslipp CO<sub>2</sub>-  
ekvivalenter (tonn)Side : 1  
Dato : 20.11.2018
 Prosjekt : 1 IC Østfold  
 UTBYGGINGSPLAN : 5 Vegalternativ 3

Faser	Materialer	Planlagt (tonn CO <sub>2</sub> -ekv.)	RESULTATER FOR 2026 - 2065	
			Alternativ 0	Endring
<b>Bygging</b>				
	Asfalt	617		-617
	Pukk	332		-332
	Asfaltert grus	517		-517
	Asfaltmembran	244		-244
	Stål	965		-965
	Betong	6 204		-6 204
	Betongelementer	932		-932
	Drensrør	29		-29
	Armering	2 828		-2 828
	PE-skum	14		-14
	Sprengstoff	228		-228
	Transportarbeid	2 283		-2 283
	Diesel	3 345		-3 345
	Elektrisitet	9		-9
	Sum	18 547		-18 547
<b>Drift/vedlikehold</b>				
	Asfalt	321 861	320 250	-1 610
	Elektrisitet	72		-72
	Sum	321 933	320 250	-1 682
<b>Transport</b>				
	Bensin	6 418 492	6 415 538	-2 954
	Diesel	12 891 555	12 882 450	-9 105
	Elektrisitet	117 121	100 511	-16 610
	Sum	19 427 168	19 398 499	-28 669

Sum		19 767 647	19 718 749	-48 898
-----	--	------------	------------	---------

Direkteutslipp (bygging)		2 081		-2 081
	Transportarbeid	2 684		-2 684
	Diesel, anleggsmaskineri			

Klimagasser som inngår i beregningen av CO<sub>2</sub>-ekvivalenter er CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O

Norsk elektrisitetsmiks

## VEDLEGG B

Forutsetninger lagt inn i EFFEKT

### Vegalternativ 1

Betongkonstruksjoner (lagt inn i EFFEKT som betongbru)

	m <sup>2</sup>
Undergang Simo	1138
Undergang Onsøyveien	78
Undergang Veumveien	525
Overgangsbru Holmegata	960
Betongtrau, Frydenberg vest	4160
Overgangsbru Frydenberg	390
Undergang Søndre Frydenbergvei	30
Overgangsbru Valkyriegata	210
Betongtrau Frydenberg øst	4400
Kulvert GS Steffensjordet	517
Overgangsbru Stubben	480
<b>SUM</b>	<b>12888</b>

Lagt inn i EFFEKT som stålbru

	m <sup>2</sup>
Overgangsbru Glemmen	400
Overgangsbru Brochs gate	400
Overgangsbru St. Croix	400
<b>SUM</b>	<b>1200</b>

Tunnel lagt inn i EFFEKT: 760 meter

### Vegalternativ 2

Betongkonstruksjoner (lagt inn i EFFEKT som betongbru)

	m <sup>2</sup>
Undergang Simo	1138
Undergang Onsøyveien	169
Undergang Veumveien	563
Overgangsbru Holmegata	960
Undergang Bakerikroken	1122
Betongplate Husmorveien	5200
Overgangsbru Valkyriegata	550
Overgangsbru Stubben	420
<b>SUM</b>	<b>10119</b>

Lagt inn i EFFEKT som stålbru

	m <sup>2</sup>
Overgangsbru Glemmen	400
Overgangsbru Brochs gate	400
Overgangsbru St. Croix	400
<b>SUM</b>	<b>1200</b>

Tunnel lagt inn i EFFEKT: 335 meter

**Vegalternativ 3**

Betongkonstruksjoner (lagt inn i EFFEKT som betongbru)

	m <sup>2</sup>
Undergang Simo	1138
Undergang Onsøyveien	169
Undergang Veumveien	560
Overgangsbru Holmegata	960
Undergang Bakerikroken	1122
Overgangsbru Valkyriegata	550
Betongplate Husmorveien	5200
Overgangsbru Stubben	420
<b>SUM</b>	<b>10119</b>

Lagt inn i EFFEKT som stålbru

	m <sup>2</sup>
Overgangsbru Glemmen	400
Overgangsbru Brochs gate	400
Overgangsbru St. Croix	400
<b>SUM</b>	<b>1200</b>

Tunnel lagt inn i EFFEKT: 210 meter

## VEDLEGG C

<b>Forutsetninger for beregning av klimagassutslipp fra massetransport</b>		
Massenes tetthet*	1,7	tonn/m <sup>3</sup>
Lastebilkapasitet*	25	tonn
Lastebil, dieselforbruk*	0,4	l/km
Klimagassutslipp fra diesel inkl. produksjon av dieselen*	3,24	kg CO <sub>2</sub> -ekv./l
Antatt transportdistanse, alle poster	15	km
<i>*Forutsetninger er hentet fra "Miljøvurdering - Overordnet vegsystem i Elverum, Kommunedelplan med KU". Transportavstanden er hentet fra anslagsrapport Rv.110 Simo-St. Croix.</i>		

<b>Forutsetninger for beregning av klimagassutslipp fra kalksementpeling</b>	
Egenvekt kalksement	100 kg/m <sup>3</sup>
Utslippsfaktor	0.922 kg CO <sub>2</sub> -ekv.
Materialsammensetning	50 % kalk, 50 % sement
<i>Utslippsfaktoren her hentet fra Statens vegvesen sitt verktøy VegLCA.</i>	