

# Klimagassbudsjett


E16 og Vossebanen, Arna - Stanghelle



- Akseptert  
 Akseptert m/kommentarer  
 Ikke akseptert / kommentert  
Revider og send inn på nytt  
 Kun for informasjon

Sign:

**Anne Laskemoen Herdlevær, 05.03.2021**  
10:40:48

03B	Revisjon etter kommentarer	13.10.2020	HEAM	HSLTRH	MRAA
02B	Revisjon etter kommentarer	16.09.2020	HEAM	HSLTRH	MRAA
01B	Revisjon etter kommentarer	19.08.2020	HEAM	HSLTRH	MRAA
Revisjon:	Revisjonen gjelder:	Dato:	Utarb. av:	Kontr. Av:	Godkj. av
Tittel: E16 og Vossebanen, Arna - Stanghelle		Sider:	27		
		Produsert av:			
Klimagassbudsjett		Prod. Dok. Nr.:			
		Erstatter:			
		Erstattet av:			
Prosjekt:	B10462/ 77003301 E16 og Vossebanen, Arna - Stanghelle	Dokumentnr:	UAS-01-Q-00019	Revisjon:	03B
Parsell:	01	Drift dokumentnr:		Drift rev.	

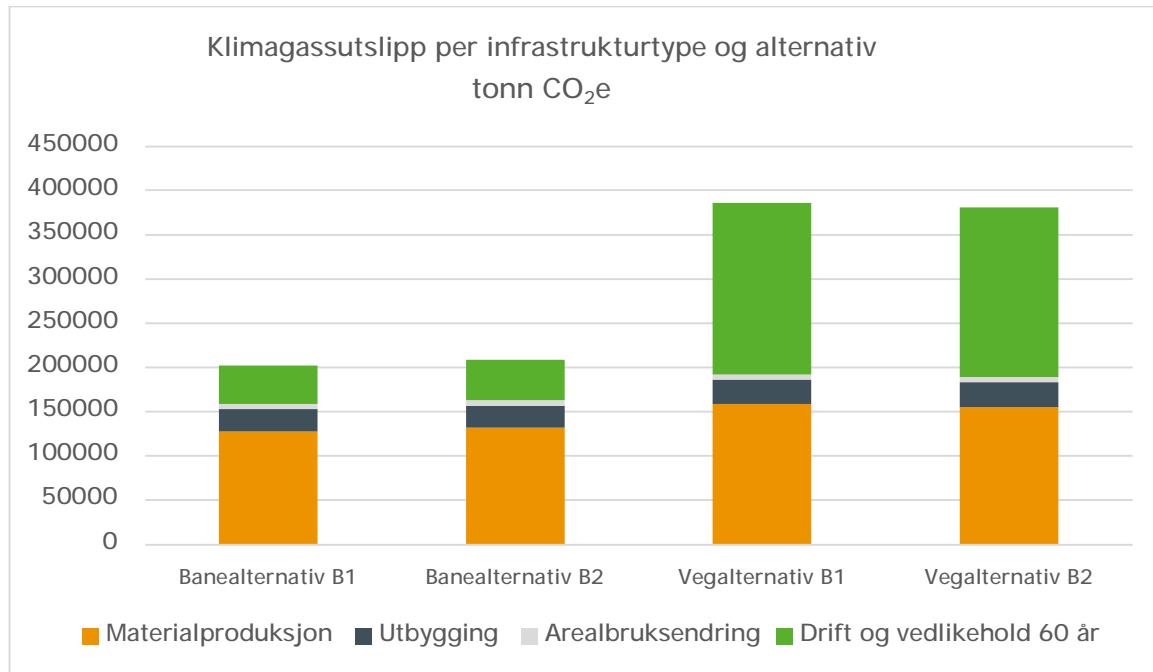
## INNHold

Innhold.....	3
1 Sammendrag .....	4
2 Innledning .....	5
3 Prosjektbeskrivelse .....	6
3.1 Veg og bane .....	6
3.2 Prosjekt mål .....	8
3.2.1 Samfunns mål.....	8
3.2.2 Effekt mål.....	8
3.2.3 Andre overordnede mål.....	8
3.3 Ambisjoner for prosjektet .....	8
4 Metodikk klimagassbudsjett.....	9
4.1 Datagrunnlag og forutsetninger.....	11
4.2 Arealbruksendringer .....	13
5 Resultater .....	13
5.1 Veg .....	13
5.1.1 Materialproduksjon og anleggsfase (A1 til A5).....	14
5.1.2 Drift og vedlikehold (B4 – B5) .....	17
5.2 Bane.....	19
5.2.1 Materialproduksjon og anleggsfase (A1-A5).....	20
5.2.2 Drift og vedlikehold (B4) .....	22
5.3 Samlet resultatet.....	23
6 Potensial for utslippsreduksjon.....	25
7 Usikkerhet.....	25
8 Konklusjon .....	26
9 Referanseliste .....	27

## 1 SAMMENDRAG

Det er utarbeidet et klimabudsjett for veg- og baneprosjektet E16 Vossebanen basert på prosessen i forprosjekt. Ny veg og bane skal i hovedsak gå i tunnel, med 4 tilknyttede dagsoner. Prosjektet har to mulige alternativer på Vaksdal, alternativ B1 og alternativ B2. Klimagassberegningen er utført basert på mengdedata fra de ulike fagområdene, med beregninger gjennomført med tidligfaseverktøyet til BaneNOR og i VegLCA mellomfaseverktøy. Ved bruk av disse verktøyene, er totale klimagassutslipp for materialbruk, anleggsfase og driftsfase over 60 år beregnet. Klimagassutslipp for transport på veg og bane i driftsfasen er ikke inkludert.

Samlet utslipp over livsløpet (60 år) for alternativ B1 er 588 249 tonn CO<sub>2</sub> ekvivalenter (e) og for alternativ B2 589 218 tonn CO<sub>2</sub>e, det er dermed liten forskjell i utslipp mellom de to alternativene. Klimagassutslipp gir derfor ikke grunnlag for prioritering mellom alternativene. Av dette, utgjør utslipp fra materialproduksjon 49 %, anleggsfase (utbygging) 9 %, drift og vedlikehold 40 % og arealbruksendring 2 %. Utslipp under drift og vedlikehold for veg skyldes i hovedsak elektrisitetsforbruk og bruk av europeisk elektrisitetsmikser i driftsfasen, mens norsk elektrisitetsmikser er brukt for beregninger i utbyggingsfasen. Utslipp for drift og vedlikehold av banetunneler er lave i forhold til vegtunneler, på grunn av lavere elektrisitetsforbruk, og vi ser at totalutslipp for bane er ca. 205 000 tonn CO<sub>2</sub>e og for veg ca. 383 000 tonn CO<sub>2</sub>e gjennom livsløpet (Figur 1).



Figur 1: Samlet klimagassutslipp for livsløp veg og bane i tonn CO<sub>2</sub> ekvivalenter

## 2 INNLEDNING

Store vei- og baneprosjekt er tilknyttet betydelige klimagassutslipp i forbindelse med utbygging, drift og vedlikehold. Statens Vegvesen og Bane Nor arbeider med å redusere utslipp forbundet med veg- og baneprosjekter. Utarbeidelse av klimabudsjett i tidlig fase, samt et mer detaljert klimaregnskap i senere faser, er viktig for å planlegge og beregne effekten av ulike tiltak for å redusere klimagassutslipp gjennom levetiden til prosjektene.

Det er utarbeidet et klimagassbudsjett for prosjektet E16 og Vossebanen basert på prosjektets status våren 2020. I tillegg er det gjennomført to klimaverksteder i reguleringsplanfasen [10]. Klimaverkstedene er brukt for å foreslå og vurdere tiltak for klimagassreduksjon samt for å øke bevisstheten i prosjektet rundt klimagassutslipp..

Denne rapporten viser beregnet klimagassbudsjett for prosjektet E16 Vossebanen for veg- og bane beregnet med livssyklus-analyse (LCA) verktøyet fra Statens Vegvesen (VegLCA Mellomfaseverktøy) og BaneNOR (Tidligfaseverktøy). For bane-

og vegelementer i prosjektet, er inngangsdata i beregningene mengdeanslag som ble utarbeidet av Rambøll-Sweco i juni 2020. Resultatene skal brukes videre i prosjektet som et utgangspunkt for arbeid med klimagassreduksjoner.

Rapporten gir en oppsummering av resultatene fra beregningene.

### **3 PROSJEKTBEKRIVELSE**

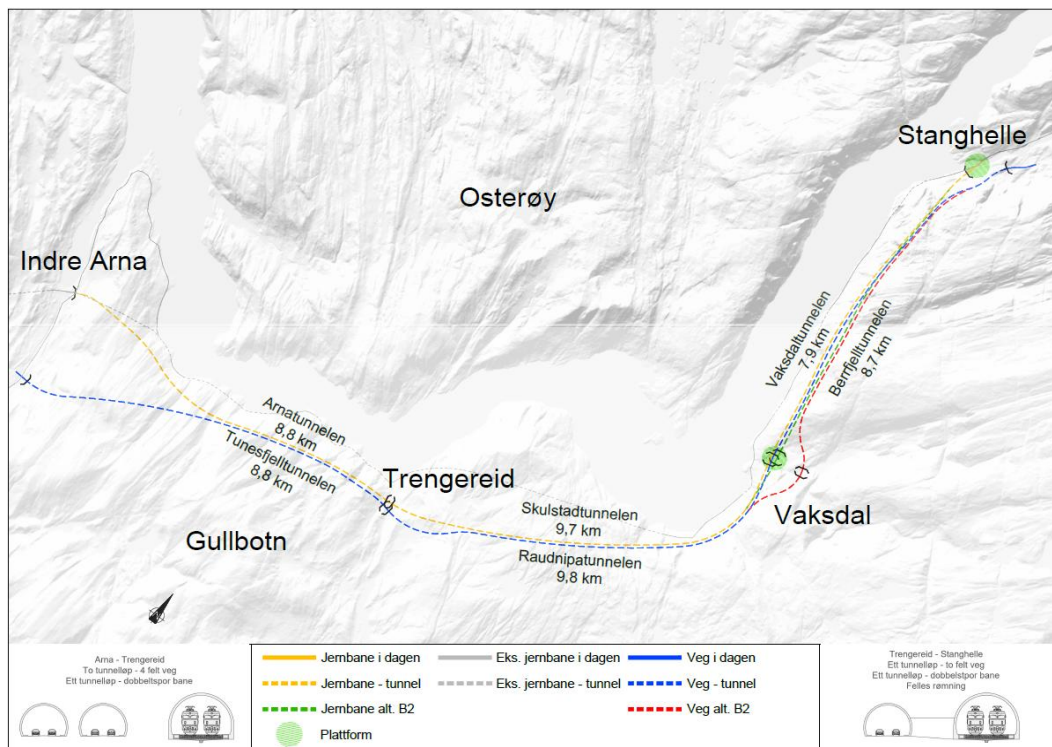
Statens vegvesen og Bane Nor har engasjert Rambøll Sweco ANS som rådgiver for å planlegge og utarbeide detaljreguleringsplan av veg og jernbane fra Arna til Stanghelle/Helle i prosjektet «Reguleringsplan E16 og Vossebanen Arna – Stanghelle». Prosjektet gjennomføres som statlig plan. Strekningen er på ca. 3 mil, og store deler av traséen går i tunnel. Kryssløsningene for E16 er delvis av- og påramping i fjell. For jernbanen skal det etableres to nye stasjoner; Vaksdal og Stanghelle.

#### **3.1 Veg og bane**

Jernbanen blir dobbeltsporet i ett tunnellop, mens det for vei blir to tunnellop fra Arna til Trengereid (4 felt) og ett tunnellop fra Trengereid til Helle (2 felt), se figur 2. Det planlegges for rømming mellom veg og bane på store deler av strekningen. Det er anslått uttak av ca. 11 mill m<sup>3</sup> anbrakte masser og det planlegges flere tverrslag på strekningen. Det er per nå ikke avklart hvordan overskuddsmassene skal fraktes bort fra anlegget og hva som skjer med massene, dvs. om massene skal på landdeponi, dumpes i sjø, brukes til utfylling i sjø (utenfor prosjekt) eller gjenbrukes på land. Det er sannsynligvis aktuelt med en kombinasjon av disse alternativene. Det er anslått at ca. 1 mill m<sup>3</sup> masse kan gjenbrukes i anlegget.

Anslaget som er benyttet som grunnlag for beregningene er oppdelt i 7 delstrekninger:

- A – Dagsone Stanghelle og Helle
- B – Tunnel Stanghelle – Vaksdal
- C – Dagsone Vaksdal
- D – Tunnel Vaksdal – Trengereid
- E – Dagsone Trengereid
- F – Tunnel Trengereid – Arna
- G – Dagsone Arna



Figur 2 Oversiktskart over de ulike trekningene for E16 og Vossebanen Arna – Stanghelle.

På Vaksdal reguleres to alternativer, B1 og B2. Disse gir litt ulik geometri også i tunnelene på begge sider av Vaksdal. For øvrig er alternativene like på Stanghelle/Helle, Trengereid, og i Arna. Teknisk benevnning på de ulike delstrekningene er vist i tabell 1.

*Tabell 1 Alternativer for veg og bane*

Strekning	Alternativ B1	Alternativ B2
Dagsone Stanghelle og Helle	B1_B2_A	B1_B2_A
Tunnel Stanghelle Vaksdal	B1_B	B2_B
Dagsone Vaksdal	B1_C	B2_C
Tunnel Vaksdal Trengereid	B1_D	B2_D
Dagsone Trengereid	B1_B2_E	B1_B2_E
Tunnel Trengereid Arna	B1_B2_F	B1_B2_F
Dagsone Arna	B1_B2_G	B1_B2_G

## 3.2 Prosjektmål

Planprogrammet har følgende definerte samfunns mål, effektmål og andre overordnede mål [7].

### 3.2.1 Samfunns mål

I 2050 skal transporten i korridoren skje trygt og pålitelig med reduserte avstandskostnader som gir grunnlag for regional utvikling.

### 3.2.2 Effektmål

1: Trygg transport

2: Redusert reisetid og økt kapasitet

3: Legge til rette for en effektiv planprosess og kostnadseffektiv utbygging

### 3.2.3 Andre overordnede mål

- Bærekraftig lokal - og regional utvikling. Bidra til at Vaksdal og Stanghelle kan utvikles til attraktive stasjonssentre.
- God arkitektur og landskapstilpasning
- Unngå/minimere fysiske og visuelle barrierer.
- Ha god økologisk tilstand i vannforekomster både i sjø og ferskvann.

## 3.3 Ambisjoner for prosjektet

Planprogrammet beskriver at miljø en integrert del av prosessen. Klimabudsjettet som utarbeides for prosjektet, skal inneholde direkte og indirekte utslipp av klimagasser fra material - og energibruk for utbygging, drift og vedlikehold av



infrastrukturen (veg og bane). I henhold til planprogrammet, legger transportetatene opp til 40 og 50 % kutt i klimagassutslipp i 2030 for hhv. investeringsprosjekter, og drift og vedlikehold i grunnlagsdokument til Nasjonal Transportplan (NTP) 2018-2029. NTP for 2022 til 2033 er under utarbeidelse [8] og legges frem i 2021.

Det foreslås et ambisjonsnivå for E16 og Vossebanen med 40 % reduksjon på anlegg og 50 % reduksjon på drift.

## **4 METODIKK KLIMAGASSBUDSJETT**

Statens Vegvesen lanserte v4.06 av VegLCA i januar 2020. VegLCA er Excel-basert og har nå både en mellomfasemodul og en hovedmodul. Hovedmodulen til VegLCA bruker prosesskodesystemet for beregninger, og kan benyttes når detaljerte mengdeberegninger er tilgjengelig i en senere fase.

Det nye mellomfaseverktøyet gir mulighet for å ta estimerte materialmengder i en tidligere fase for å danne et bilde av forventet klimagassutslipp for en vegstrekning og lage et klimabudsjett. Figur 3 viser omfang av innsatsfaktorer i mellomfaseverktøyet. I tillegg til innspill vist i figuren, er det også nødvendig å legge inn beregningsperioden, årsdøgntrafikk (ÅDT) for strekningen, antall felt, lengde veg i dagen, lengde veg på bru, lengde med belysning, lengde tunnel og transportavstand for masser inn og ut av anlegg.

Resultatene vises for (1) materialbruk i byggefasen, (2) anleggsfasen og (3) drift og vedlikehold. For drift og vedlikeholdsfasen er det ikke beregnet klimagassutslipp for trafikk. I henhold til brukerveiledning for VegLCA [6] så er verktøyets hovedscenario for elektrisitet smiks gjennom livsløpet benyttet for prosjektet. Det vil si norsk elektrisitet smiks for elektrisitetsbruk i anleggsfase (utbygging) og europeisk elektrisitet smiks i drift og vedlikehold. Elektrisitet smiks for klimagassberegningsverktøyene er bestemt i 2019, i prosessen for samordning av beregningsverktøy for Statens Vegvesen, Bane NOR, Nye Veier og AVINOR [11]. Norsk elektrisitet smiks gjenspeiler hvordan elektrisitet er produsert og distribuert i Norge, mens Europeisk elektrisitet smiks gjenspeiler hvordan elektrisitet er produsert og distribuert i Europa. Norsk elektrisitet har lavere klimagassutslipp per kWt enn den Europeiske miksen, valg av elektrisitet smiks har derfor betydning for totale klimagassutslippene i prosjektet.

For å beregne drift og vedlikehold for bane, vil VegLCA mellomfaseverktøy ikke gjenspeile reelle utslipp siden drift og vedlikehold av bane ikke samsvarer med drift og vedlikehold for veg. I denne rapporten er derfor drift og vedlikehold for bane beregnet med Bane NORs Tidligfaseverktøy v 5.0.

Beregnete utslipp i bruksfasen gjelder kun drift og vedlikehold og ikke trafikk på veg- eller baneinfrastrukturen.

INPUT			
<b>Materialforbruk</b>			
<b>Materialer</b>	<b>Mengde</b>	<b>Enhet</b>	
Åsfalt, Agb		Velg enhet	
Åsfalt, Ab		Velg enhet	
Åsfalt, Ska		Velg enhet	
Åsfalt, lavtemperatur		Velg enhet	
Åsfalt, kaldprodusert		Velg enhet	
Ærelag (Åg)		m3	
Forsterkningslag (pukk)		am3	
Betong, B25, bransjereferanse		m3	
<b>Betong, B35, bransjereferanse</b>		<b>m3</b>	
Betong, B45, bransjereferanse		m3	
Betong, B25, lavkarbon klasse B		m3	
Betong, B35, lavkarbon klasse B		m3	
Betong, B45, lavkarbon klasse B		m3	
Betong, B25, lavkarbon klasse A		m3	
Betong, B35, lavkarbon klasse A		m3	
Betong, B45, lavkarbon klasse A		m3	
<b>Betongelement, prefabriker, lavkarbon C</b>		<b>tonn</b>	
Betongelement, prefabriker, lavkarbon B		tonn	
Betongelement, prefabriker, lavkarbon A		tonn	
Spørtebetong, B35 (uten fiber av stål/plast)		m3	
njeksjonssement		tonn	
Fyllingsmateriale, EPS 200		m3	
Fyllingsmateriale, skumglassgranulat		m3	
Fyllingsmateriale, lettklinker/ekspandert leire		m3	
Fyllingsmateriale, grus/pukk		am3	
solasjon, XPS 400		m3	
Kalksementstabilisering (50% kalk, 50% sement)		tonn	
Limtre		m3	
PE-skumplater		m3	
Rekkverk, standard vegrekkverk		lm rekkverk	
Rekkverk på bru (kjøresterk rekkverk i stål)		lm rekkverk	
Rør og kummer, betong		tonn	
Rør og kummer, plast		tonn	
Støttemur av betong		Velg enhet	
Støttemur av naturstein		Velg enhet	
Stål, armering og bolter kamstål		tonn	
Stål, spennarmering		Velg enhet	
Stål, konstruksjonsstål og annet stål		tonn	
Stål, peler		tonn	
Stål, rustfritt/høykvalitet		tonn	
Stål, spunt		tonn	
Tette membran, plast		m2	
Trevirke, annet		m3	
<b>Anleggsarbeid</b>			
<b>Prosess</b>	<b>Mengde</b>	<b>Enhet</b>	
Sprengning dagen (kun sprengning)		pfm3	
Sprengning i tunnel (kun sprengning)		pfm3	
Massehåndtering og -graving (alle masser)		pfm3	
Masser ut av anlegg (kun transport)		pfm3	
Masser inn til anlegg (kun transport)		lm3	
<b>Arealbeslag</b>			
<b>Arealtype</b>	<b>Mengde</b>	<b>Enhet</b>	
Dyrket mark/matjord		m3	
Myr		m3	
Skog		m2	
<b>Tips til utfylling av mengdedata</b>			
<b>Velg enhet:</b> For materialer med alternative enheter på inputdata, MÅ dette velges			
<b>Asfalt:</b> kan angis i enten m2 eller tonn			
Mengder i tonn anbefales, da dette gir mer nøyaktige beregninger			
Levetid for slitelaget beregnes fra angitt ÅDT			
Det anbefales å velge type asfalt ut fra anbefalinger for ÅDT-klasser			
<b>Betong:</b> her er det mange kvaliteter å velge mellom			
Det anbefales å fylle inn for ulike typer så langt det lar seg gjøre			
Har man ikke denne type informasjon skal			
B35, bransjereferanse benyttes.			
Dette gjelder også for betongelementer			
<b>Rekkverk:</b> Her skal løpemeter rekkverk angis, dvs total lengde enkelt rekkverk			
<b>Rør og kummer:</b> Siden rør og kummer leveres med ulike dimensjoner og tykkelser må vekt (tonn) av rør og kummer beregnes manuelt. Se fanen <i>Beregningstall</i> fra rad 50 for vekt av ulike rørtyper			
<b>Støttemur:</b> kan angis i enten mengde i m3 eller areal			
Mengde i m3 anbefales, da dette gir mer nøyaktige beregninger			
<b>Spennarmering:</b> kan angis i enten tonn eller mMN			
<b>Sommerdrift</b> (kantslåt, kumtømming, grøfterensk og feiing) beregnes basert på veilengde			
<b>Vinterdrift</b> (brøyting, salt og skiltvask) beregnes basert på veilengde			
<b>Utslippsdata</b>			
Dersom man har utslippsdata for bestemte materialer tilgjengelig, kan man fylle inn disse i fanen <i>Utslippsfaktorer</i> . Dersom det angis prosjektspesifikke utslippsfaktorer, vil disse overstyre standardfaktorene i beregningene.			

Figur 3 Inndata felt for materialer og massehåndtering i Mellomfaseverktøy til VegLCA v. 4.06

#### 4.1 Datagrunnlag og forutsetninger

Fagansvarlige for konstruksjon, ingeniørgeologi, bane, veg og vann- og avløp utarbeidet en liste over mengde materialer i bruk, delt opp i Veg, Bane og Felles mengder, levert i format for bruk i VegLCAs mellomfaseverktøy. Dette var basert på mengdeanslag fra april 2020. I mange tilfeller er ikke prosjektet detaljert nok til å bidra med nøyaktige tall på prosjekterte mengder. Det må derfor påregnes endringer i detaljfasen av prosjektet.

Felles elementer som bru, kulvert og vann- og avløp og arealbruksendringer er beregnet separat og fordelt likt mellom veg og bane. Andre spesifikke konstruksjoner er delt opp i bane- og vegstrekninger av fagansvarlige.

Beregningsperioden er 60 år. Årsdøgntrafikk (ÅDT) varierer noe per delstrekning i prosjektet siden trafikk er forventet å kjøre inn og ut av strekning ved knutepunktene. ÅDT er relevant for beregningene for drift og vedlikehold av veg, siden antall kjøretøy som bruker veien påvirke f.eks intervall mellom reasfaltering. Drift og vedlikehold av bane beregnes ut fra referanseverdier i BaneNOR sitt tidligfaseverktøy.

Tabell 2: ÅDT for delstrekningene for bane og veg fra Arna til Stanghelle

Strekning	ÅDT per i dag (Planomtale_E16 E16 Vossebanen Arna - Stanghelle_02B.docx side 30)	Forventet ÅDT (Forprosjektrapporten UAS 01-A-00028)	Valgt verdier basert på forprosjekt
Dagsone Stanghelle-Helle	5700	8500	8500
Tunnel Stanghelle Vaksdal	5450	8000	8000
Dagsone Vaksdal	5450	8000	8000
Tunnel Vaksdal Trengereid	5600	9500	9500
Dagsone Trengereid		9500	9500
Tunnel Trengereid Arna	13800 og 10300	11000-14000	12500
Dagsone Arna	13800	11000-14000	12500

Transportavstand for masser inn og ut av anlegget er lagt inn i beregningene per delstrekning, ved bruk av halvparten av vei/banestrekning i henhold til brukerveiledning for VegLCA [6]. Dette vil si at beregninger for klimagassbudsjett baserer seg på lokal håndtering av masser, og transportavstand er halvparten av delstrekningens lengde. I tilfelle tunnel Trengereid Arna er transportavstand i

beregningene 6 km, hvor lengde på delstrekning er 12 km. Utslippsfaktor i VegLCAs mellomfaseverktøy for transportenhetene er «Norsk gjennomsnittsdata (standard)». Transport av masser til deponier/bruk utenfor området må legges til budsjettet når endelig håndtering av masser er avklart.

Tonn CO<sub>2</sub> ekvivalenter er hovedrapporteringsenhet i denne rapporten. Enheten tilsvarende den effekten en gitt mengde (som regel et tonn) CO<sub>2</sub> har på den globale oppvarminga over en gitt tidsperiode (som regel 100 år). De øvrige drivhusgassene har et sterkere oppvarmingspotensial (GWP-verdi) enn CO<sub>2</sub>, og utslipp av disse gassene omregnes derfor til CO<sub>2</sub>-ekvivalenter i henhold til deres GWP-verdier. Resultater i CO<sub>2</sub>-ekvivalenter vil dermed både inkludere CO<sub>2</sub> utslipp, samt utslipp av andre drivhusgasser som f.eks. CH<sub>4</sub>.

Noen veg- og banelementer som er vurdert å utgjøre en mindre del av totalt klimagassutslipp av Statens Vegvesen, er ikke inkludert i mellomfaseverktøyet. Teknisk utstyr og kontaktledningsanlegg (KL anlegg) er ikke mulig å beregne uten å beregne volum og vekt på metaller i utstyret, noe som ikke er tilgjengelig i denne fasen. Rundsum-poster som rigg, midlertidig trafikkavvikling og administrativt drift av prosjektets byggeplasser er heller ikke inkludert.

Det påpekes at dette klimagassbudsjettet har en mindre detaljeringsgrad enn det som vil bli beregnet i endelig klimagassregnskap i en senere fase av prosjektet. Infrastrukturprosjekter kan velge å legge inn et prosentvist tillegg til totalutslipp i klimagassbudsjett for å sikre at slike materialer er dekket i senere faser. Dette gjelder for materialer som ikke er prosjektert i en tidligfase. For eksempel telekom utstyr i prosjektet. Et prosentvist tillegg er ikke lagt inn i beregninger på nåværende tidspunkt.

## 4.2 Arealbruksendringer

For arealbruksendring har vi basert på N50-datasett hentet ut areal på dyrka mark og skog. Myr vil ikke berøres av dette tiltaket. Følgende er inkludert:

Midlertidig Rigg- og anlegg, nye energianlegg, landdeponi og samferdselsformål.

*Tabell 2 Oppdeling av prosjektert berørt areal per arealtype og alternativ*

	Dyrka jord [m <sup>2</sup> ]			Skog [m <sup>2</sup> ]	
	B1	B2		B1	B2
Vaksdal	11 828	10 666		65 950	86 643
Alt annet	63 979	63 979		452 763	452 763
Sum	75 807	74 646		518 713	539 405

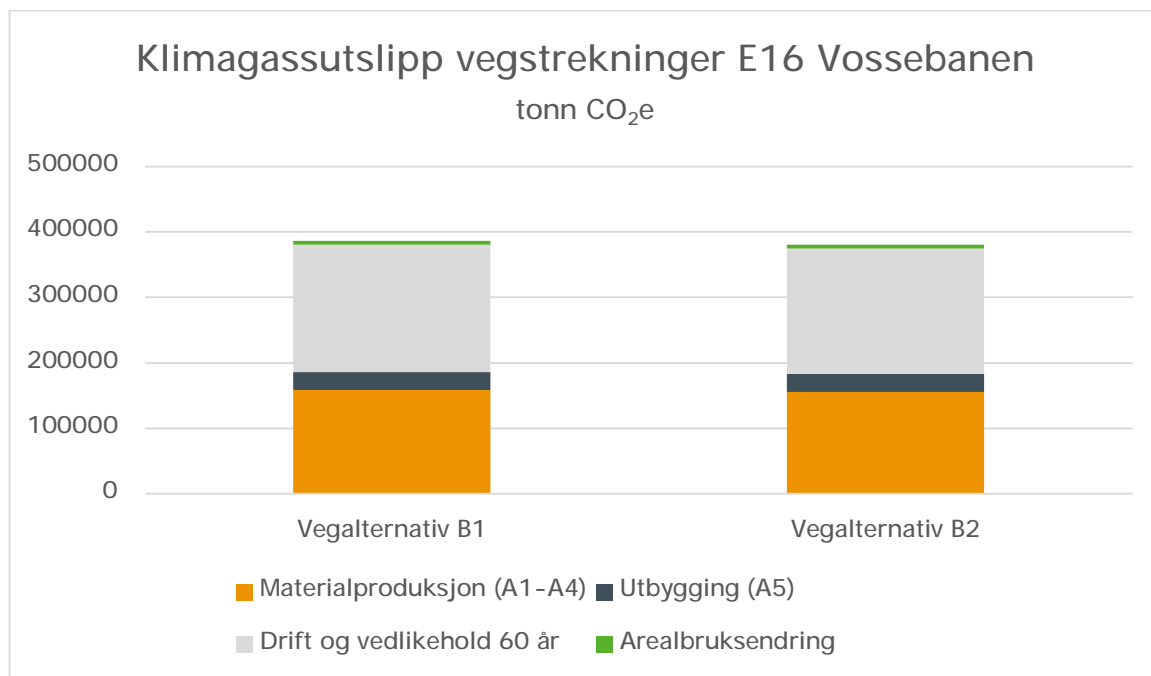
Det er antatt et jordlag på 30 cm basert på råd i NIBIO og Norsk Landbruksrådgivnings veileder [9].

## 5 RESULTATER

Resultater for veg, bane og felleselementer, samt samlet resultat er gjengitt i kapitlene under.

### 5.1 Veg

Sammenligning av resultater for alternativ B1 og B2 viser at totale klimagassutslipp over livsløpet er forholdsvis like, med henholdsvis 383 000 tonn CO<sub>2</sub>e for alternativ B1 og 380 000 tonn for alternativ B2 (Figur 4). Utslippene fordeler seg over livsløpet med 40 % utslipp fra materialproduksjon, 7 % for anleggsfase, 50 % av utslippene tilknyttet drift og vedlikehold og 2 % arealbruksendring.



Figur 4 Resultater fra beregninger av klimagassutslipp for vegstrekninger totalt for vegalternativ B1 og B2

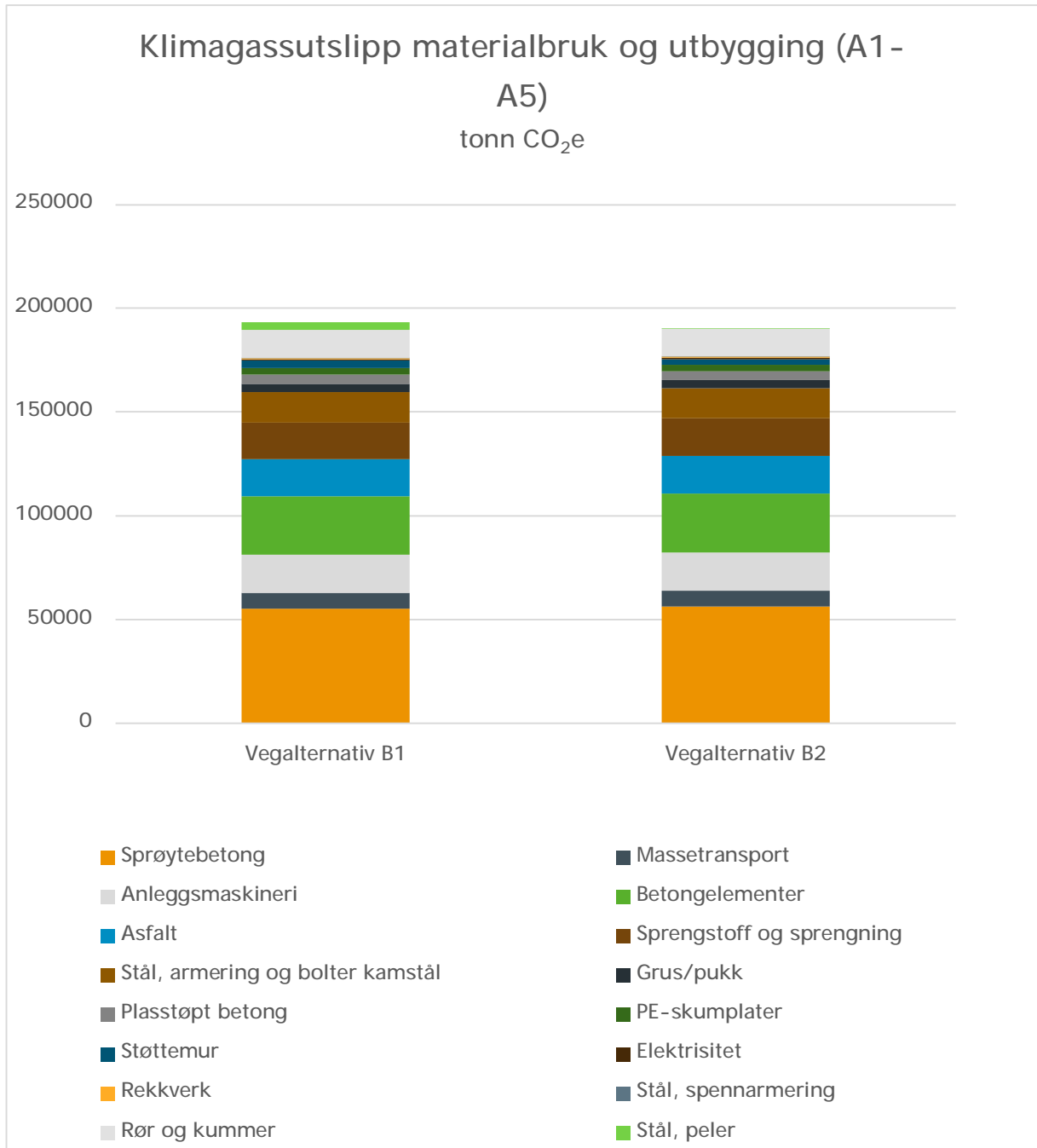
Tabell 5 Resultater fra beregninger av klimagassutslipp for vegstrekninger totalt, inklusiv utslipp fra felles bidrag i materialproduksjon og arealbruksendring for vegalternativ B1 og B2

Livsløpsfase	Vegalternativ B1 Tonn CO <sub>2</sub> e	Vegalternativ B2 Tonn CO <sub>2</sub> e
Materialproduksjon og transport til byggeplass (A1-A4)	158 405	155 379
Utbygging/anleggsfase (A5)	27 497	27 744
Drift og vedlikehold 60 år (B4-B5)	194 444	191 276
Arealbruksendring	5 891	6 091
<b>Total for hele levetiden</b>	<b>386 236</b>	<b>380 490</b>

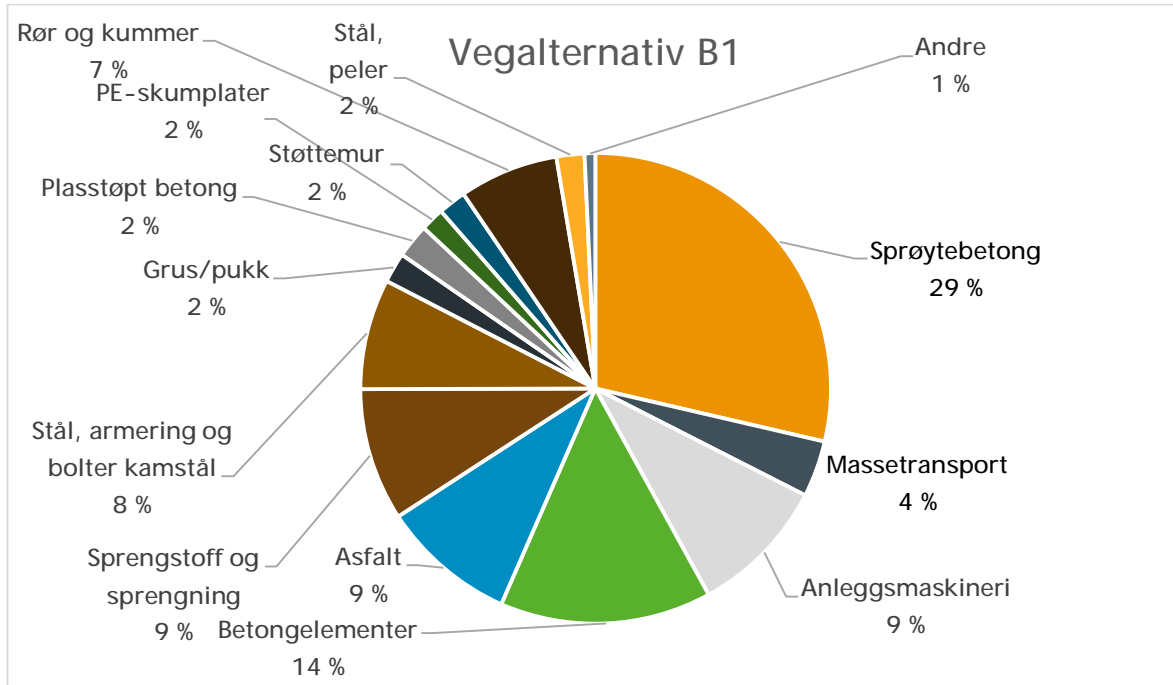
### 5.1.1 Materialproduksjon og anleggsfase (A1 til A5)

For fase A1 til A5, dvs. materialproduksjon og anleggsfase, er fordeling mellom de ulike materialmengdene og input i anleggsfasen gjengitt i figurene under. Vi ser at sprøytebetong (30 %), betongelementer (15 %), asfalt (10 %), sprengstoff og sprengning (9 %) og anleggsmaskiner (10 %) er kategoriene med høyest utslipp.

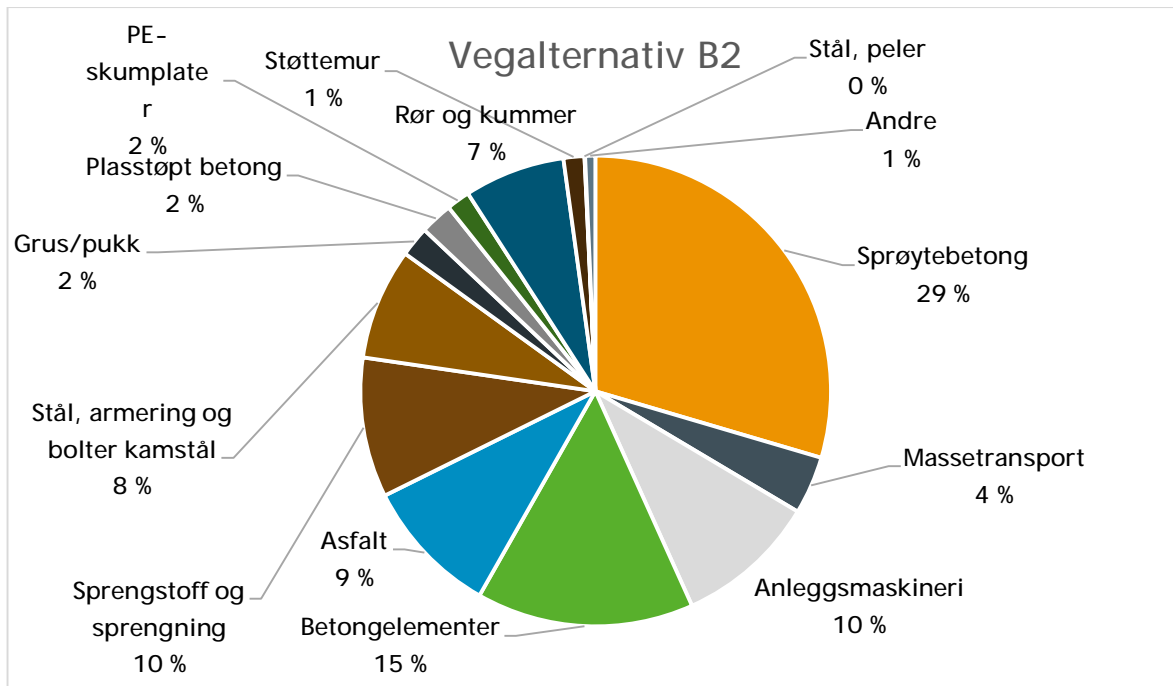
Betong brukt i beregninger er «bransjereferanse» for støpt betong og lavkarbon C for prefabrikerte elementer. Konstruksjon har brukt mest B45-kvalitet, mens andre fag har estimert betongmengder med B35.



Figur 5: Klimagassutslipp for materialbruk og utbygging/anleggsfase (livsløpsfaser A1-A5) for vegalternativ B1 og B2



Figur 6: Klimagassutslipp for materialproduksjon og utbygging/anleggsfase for vegalternativ B1 i tonn CO<sub>2e</sub>.

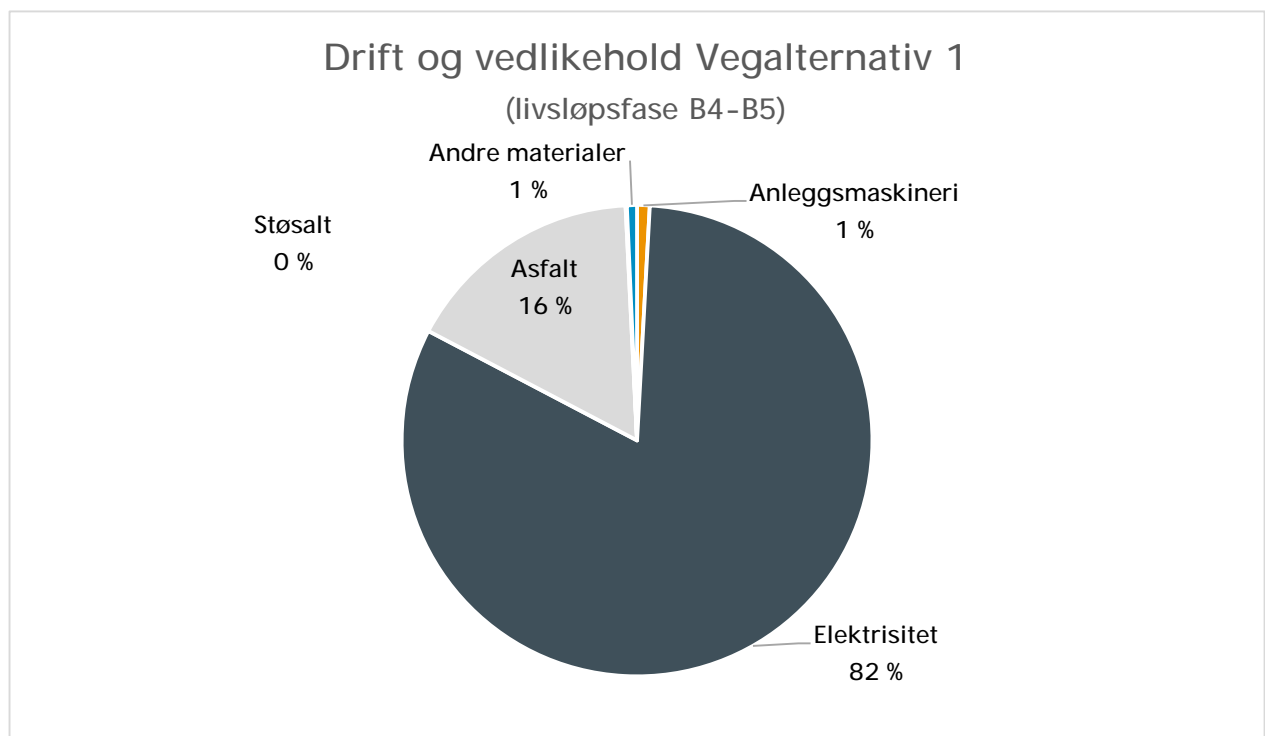


Figur 7: Klimagassutslipp for materialproduksjon og utbygging/anleggsfase for vegalternativ B2 i tonn CO<sub>2e</sub>.

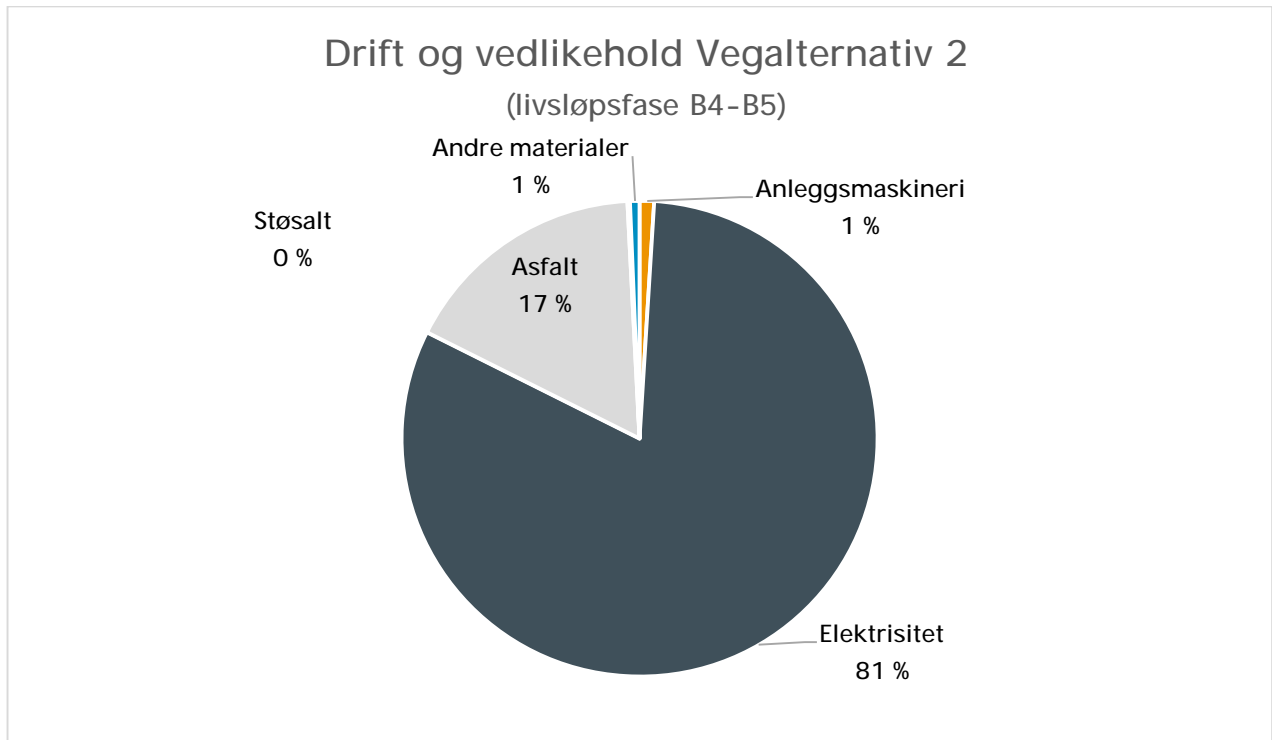


### 5.1.2 Drift og vedlikehold (B4 – B5)

Drift og vedlikehold er beregnet i VegLCAs mellomfaseverktøy ved innsats fra antall kvadratmeter asfalt, ÅDT, veiens hastighet, antall meter veg i dagen og bru med belysning, mengde asfalt slitelag og analyseperioden. Vi ser at i overkant av 80 % av utslippene er tilknyttet elektrisitetsforbruk. De høye utslippene i denne fasen skyldes bruk av europeisk elektrisitetsmiks, som gir høye utslipp per kWh og at hoveddelen av anlegget er tunnel, som krever høyere elektrisitetsbruk i drift en veg i dagen.



Figur 8: Klimagassutslipp for drift og vedlikehold for vegalternativ 1, i prosent av tonn CO<sub>2</sub>e



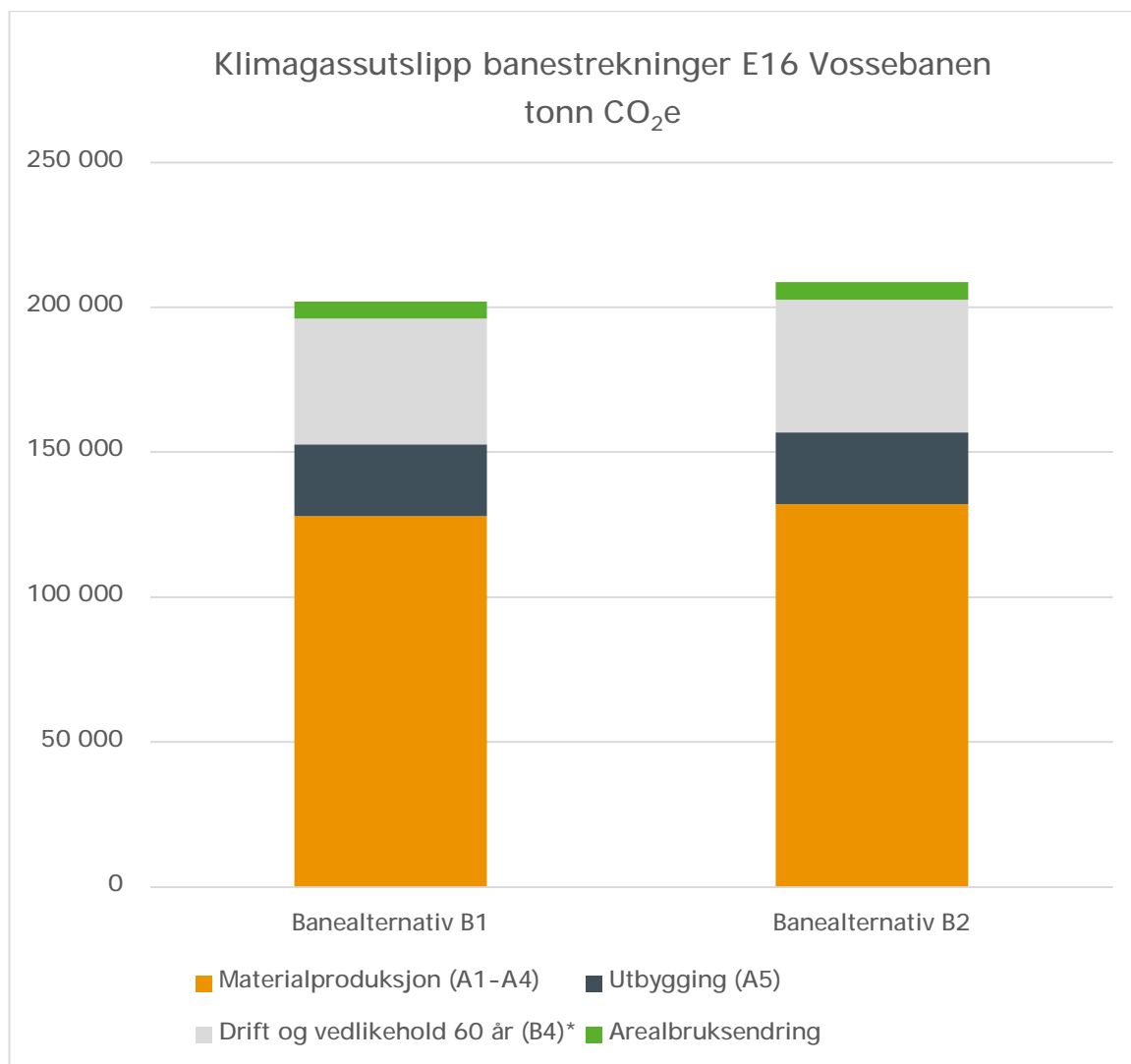
Figur 9: Klimagassutslipp for drift og vedlikehold for vegalternativ 2, i prosent av tonn CO<sub>2</sub>e

Tabell 6: Klimagassutslipp-resultater for drift og vedlikehold av vegalternativ B1 og B2 totalt

Drift og vedlikehold 60 år (B4-B5)	Vegalternativ B1 Tonn CO <sub>2</sub> e	Vegalternativ B2 Tonn CO <sub>2</sub> e
Anleggsmaskiner	1 723	1 857
Elektrisitet	159 122	155 714
Asfalt	32 074	32 112
Strøsalt	204	324
Andre materialer	1 321	1 269
<b>Total for hele levetiden</b>	<b>194 444</b>	<b>191 276</b>

## 5.2 Bane

Resultater som sammenligner banestrekning B1 og B2 viser at det er lite som skiller alternativene fra hverandre. Alternativ B2 har marginalt høyere utslipp enn B1 for hele livssyklusen, med henholdsvis 208 727 og 202 012 tonn CO<sub>2</sub>e. Utslippene fordeler seg på de ulike livsløpsfasene med 63 % av utslippene tilknyttet materialproduksjon, 12 % for anleggsfase, 22 % for driftsfase og 3 % for arealbruksendring.



Figur 10: Sum klimagassutslipp for materialproduksjon, utbygging og drift og vedlikehold og arealbruksendring for banealternativ B1 og B2. \*beregnet med BaneNORs tidligfaseverktøy v 5.0

*Tabell 7: Sum klimagassutslipp for materialproduksjon, utbygging/anleggsfase, drift og vedlikehold for banealternativ B1 og B2.*

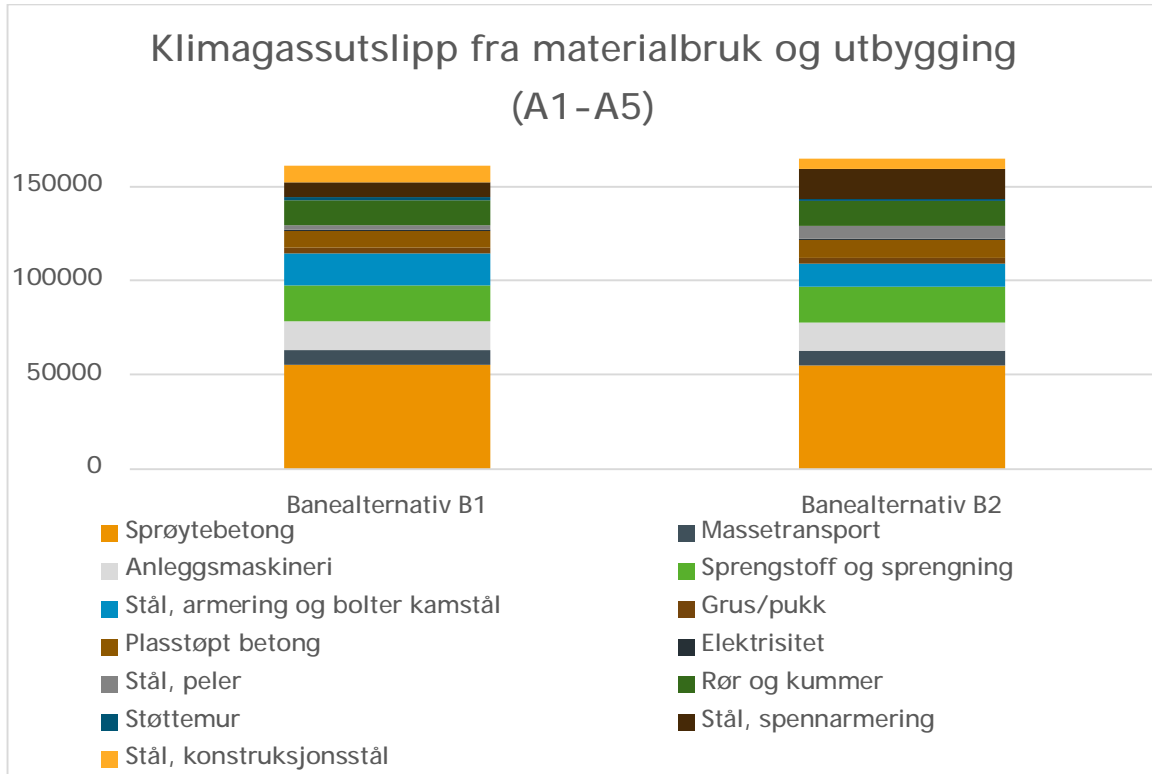
Livsløpsfase	Banealternativ B1 Tonn CO <sub>2</sub> e	Banealternativ B2 Tonn CO <sub>2</sub> e
Materialproduksjon og transport til byggeplass (A1-A4)	127 891	132 124
Utbygging/anleggsfase (A5)	24 754	24 676
Drift og vedlikehold 60 år (B4)*	43 477	45 837
Arealbruksendring	5 891	6 091
<b>Total for hele levetiden</b>	<b>202 013</b>	<b>208 728</b>

\*beregnet med BaneNORs tidligfaseverktøy v 5.0

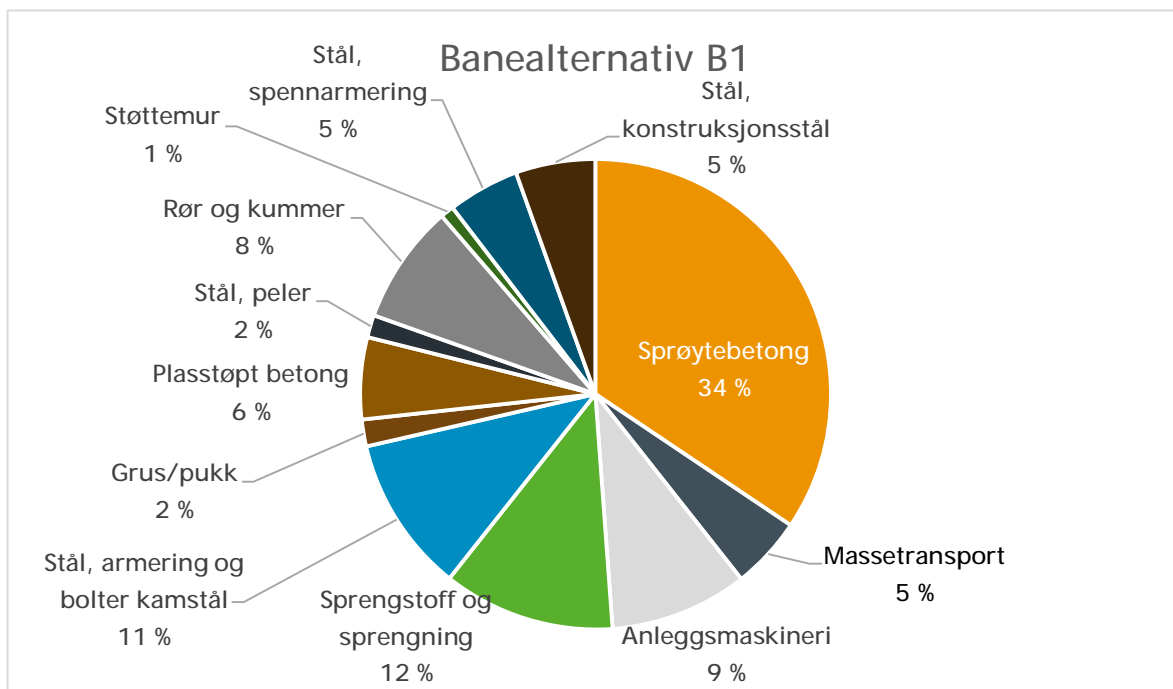
### 5.2.1 Materialproduksjon og anleggsfase (A1-A5)

Sprøytebetong (34 %), sprengstoff og sprenging (12 %), stålarmering og bolter (10 %) og anleggsmaskineri (9 %) utgjør kategoriene med høyest utslipp.

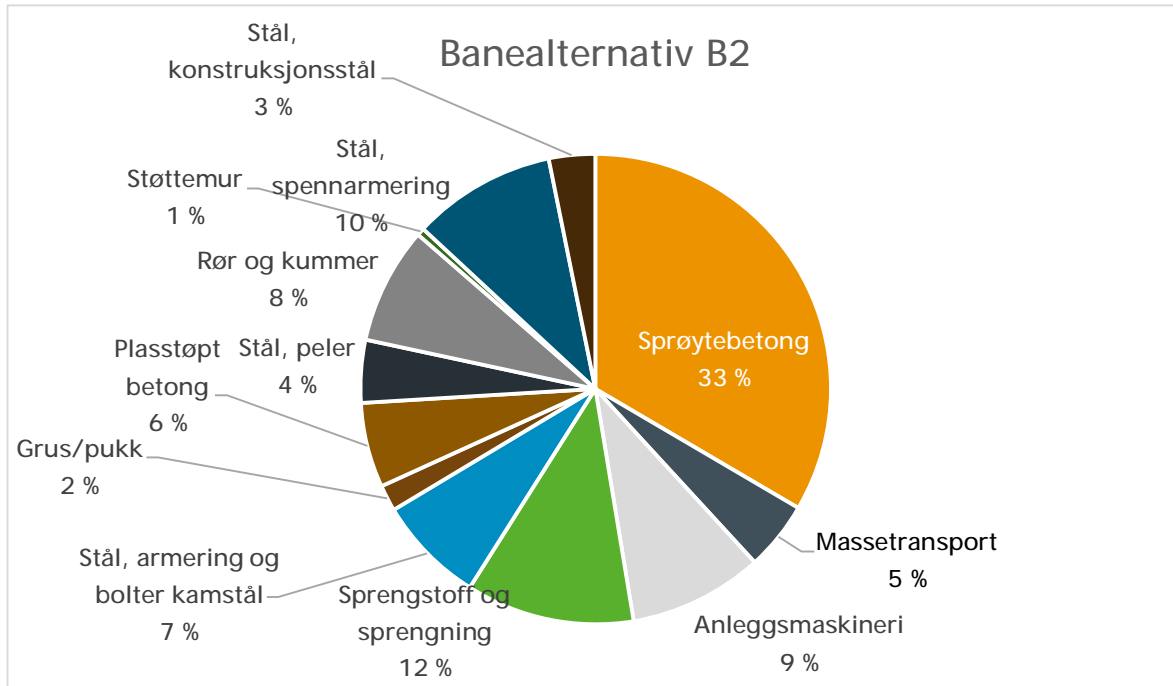
Det er prosjektert ballastspor og stål til skinner er lagt inn som «Stål, konstruksjonsstål og annet stål» i mellomfaseverktøyet.



Figur 11: Klimagassutslipp for materialproduksjon og utbygging/anleggsfase for banealternativ B1 og B2 i tonn CO<sub>2</sub>e.



Figur 12: Klimagassutslipp for materialproduksjon og utbygging/anleggsfase for banealternativ B1.



Figur 13: Klimagassutslipp for materialproduksjon og utbygging/anleggsfase for banealternativ B2.

### 5.2.2 Drift og vedlikehold (B4)

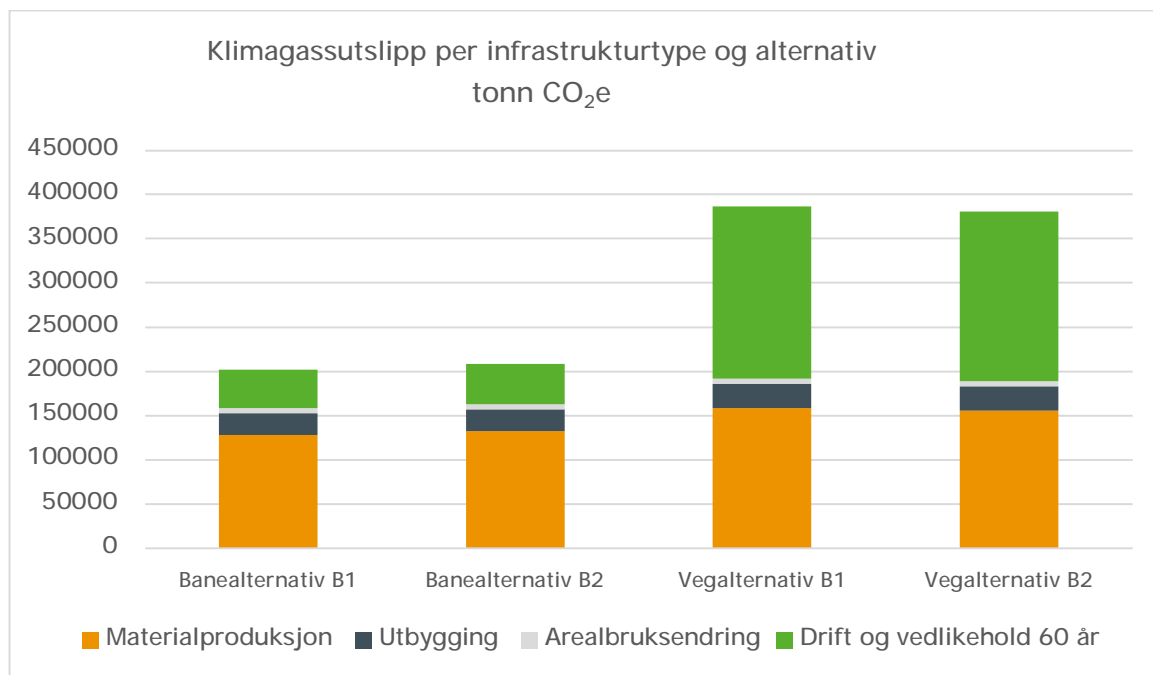
Drift og vedlikehold er beregnet i Bane NORs Tidligfaseverktøy v 5.0 med innsatsfaktor for antall løpemeter bane i dagen og i tunell, i en 60 års analyseperiode. Resultatene blir ikke like detaljert med bruk av Bane NOR sitt tidligfaseverktøy, som ved bruk av VegLCA, men er mer tilpasset drift og vedlikehold av bane. Utslippsfaktor for elektrisitet i driftsfasen er europeisk elektrisitetsmik, som gir høyere utslipp per kWh enn ved bruk av norsk elektrisitetsmik.

Tabell 8: Utslipp fra drift og vedlikehold over 60 år (livsløpsfase B4) for banealternativene B1 og B2

Drift og vedlikehold (A5 og B4)	Lengde B1 (m)	Banealternativ B1 Tonn CO <sub>2</sub> e	Lengde B2 (m)	Banealternativ B2 Tonn CO <sub>2</sub> e
Tunnel strekninger	32 577	38 712	32 190	38 252
Dagsone strekninger	2 022	4 764	3 219	7 585
<b>Sum</b>	<b>34 599</b>	<b>43 477</b>	<b>35 409</b>	<b>45 837</b>

### 5.3 Samlet resultatet

Klimabudsjett for veg, bane og felleselementer er vist i figur 14 og tabell 9 under. Vi ser at det er høyere utslipp for veg enn for bane. Samlet utslipp over livsløpet for alternativ B1 og B2 er henholdsvis 588 000 og 589 000 tonn CO<sub>2</sub>e. Av dette utgjør utslipp fra materialproduksjon 49 %, anleggsfase 9 %, drift og vedlikehold 40 % og arealbruksendring 2 %. Utslipp under drift og vedlikehold skyldes i hovedsak elektrisitetsforbruk og bruk av europeisk elektrisitetsmiks i driftsfasen. Utslipp fra trafikk på veg- og baneinfrastrukturen, samt transport av masser utenfor anleggsplass er ikke medregnet i denne analysen.



Figur 14: Samlet klimagassutslipp for de ulike veg- og banealternativene.

*Tabell 9: Samlet klimagassutslipp per bane- og vegalternativ for alle livsløpsfaser*

	Banealternativ tonn CO <sub>2</sub> -ekv.		Vegalternativ tonn CO <sub>2</sub> -ekv.	
	B1	B2	B1	B2
Materialproduksjon og transport til byggeplass (A1-A4)	127 891	132 124	158 405	155 379
Utbygging (A5)	24 754	24 676	27 497	27 744
Drift og Vedlikehold (B4 BANE, B5-B5 VEG)	43 477	45 837	194 434	191 275
Arealbruksendring	5 891	6 091	5 891	6 091
<b>Sum</b>	<b>202 013</b>	<b>208 728</b>	<b>386 236</b>	<b>380 490</b>



## 6 POTENSIAL FOR UTSLIPPSREDUKSJON

Det er gjennomført to klimaverksteder i prosjektet for å foreslå og vurdere tiltak for utslippsreduksjon. Det er funnet muligheter for utslippsreduksjoner med tiltak innenfor:

- Reduksjon av materialer
- Substitusjon av materialer
- Massehåndtering overskuddsmasse
- Anleggsplass
- Transport i anleggsfase
- Energi og drivstoff i anleggsfase
- Tiltak i driftsfase
- Prosjektgjennomføring – konkurransegrunnlag mm.

Tiltak innenfor materialreduksjon er allerede gjennomført i prosjektet, men ytterligere tiltak kan vurderes. Tiltak og potensial for utslippsreduksjon er beskrevet i en egen rapport tilknyttet prosjektet, Klimagasstiltak – forslag til videre arbeid, UAS-01-Q-00024. Basert på klimagassbudsjett, ser vi at tiltak som kan redusere utslipp fra materialer som sprøytebetong, betong, asfalt og sprengstoff vil kunne ha stor betydning for totale utslipp, det samme vil tiltak innenfor massetransport og anleggsmaskiner og tiltak i drift (reduisert strømforbruk).

Noe utslippskutt kan gjennomføres uten negativ kostnadskonsekvens for prosjektet, f.eks. i forhold til redusert frost- og vannsikring i tunneller, mens andre tiltak vil kunne ha en negativ kostnadskonsekvens.

## 7 USIKKERHET

Klimabudsjettet er utarbeidet i en fase av prosjektet der det ikke foreligger detaljerte mengdedata, det må derfor påregnes endringer i detaljeringsfasen av prosjektet. Ettersom prosjektet blir utviklet i kommende faser vil detaljeringsgrad og modenhet av modellene bli større. Verktøyene brukt for beregning av klimagassutslipp fra bane og veg er utviklet for bruk i tidlig- og mellomfasene.

Det er også knyttet usikkerhet til håndtering av overskuddsmasser, hvor utslipp vil avhenge av transportdistanser og om massene fraktes med bil, båt eller tog. Foreløpig er kun internttransport i anlegget inkludert.

## 8 KONKLUSJON

Det er utarbeidet et klimabudsjett for prosjektet E16 og Vossebanen, et veg- og baneprosjekt der hoveddelen av prosjektet går i tunnel. Klimabudsjett er basert på mengdeanslag fra de ulike fagområdene i reguleringsplanfasen, som er inkludert i verktøyet VegLCA (mellomfaseverktøy) og Tidligfaseverktøy til Bane NOR. Klimabudsjettet er inndelt i materialproduksjon, utbygging/anleggsfase, drift og vedlikehold, samt arealbruksendring. Siden det er benyttet et scenario med bruk av norsk elektrisitetsmiks i anleggsfase og europeisk elektrisitetsmiks i driftsfasen, vil elektrisitetsforbruk i driftsfasen ha større tilknyttede utslipp enn tilsvarende utslipp i anleggsfasen. Av materialer, så er det sprøytebetong, annen betong, asfalt og sprengstoff som vil ha størst betydning for de totale utslippene, og hvor det dermed også er størst potensial for utslippsreduksjon. I anleggsfasen er det materialtransport og bruk av anleggsmaskiner som i størst grad bidrar til de totale utslippene. Med store mengder masser i prosjektet, vil håndtering av disse ha stor betydning for prosjektets totale klimagassutslipp. Utslipp fra veg er noe høyere enn for bane på grunn av høyere forbruk av betong og bruk av asfalt, samt høyere utslipp i driftsfasen. Bane har høyere forbruk av stål enn veg, pga. stål i jernbaneskinner.

Samlet utslipp over livsløpet for alternativ B1 er 588 249 tonn CO<sub>2</sub>e og for alternativ B2 er 589 218 tonn CO<sub>2</sub>e, det er dermed liten forskjell i utslipp mellom de to alternativene. Klimagassutslipp gir derfor ikke grunnlag for prioritering mellom alternativene. De totale utslippene gjelder for drift av anlegget i 60 år.

## 9 REFERANSELISTE

1. Tidligfaseverktøy v 5.0, BaneNOR 2020
2. EFFEKT v 6.73, Statens Vegvesen 2019
3. Samordning av tidligfaseverktøy Rapport. Klimautredningsgruppa NTP 2022-2033. Asplan Viak 04.10.2018.
4. FRE Pluss – Tiltak for et mer bærekraftig prosjekt. Fellesprosjektet Ringeriksbanen og E16 Høgstet – VE (FRE) (foreløpig rapport 06.09.2019),
5. <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/miljo+og+omgivelser/klima/klimagassreduksjoner-i-anlegg-og-drift>
6. Asplan Viak, 2020. Statens Vegvesen, Brukerveiledning VegLCA v.4.01
7. Planprogram E16 og Vossebanen PlanID NO201703
8. Regjeringen.no
9. Jordmasser: Fra problem til ressurs. NIBIO og Norsk Landbruksrådgiving, <https://vest.nlr.no/media/3235647/jordmasserliten.pdf>
10. Klimagassiltak: forslag til videre arbeid UAS-01-Q-00024 (Rapport om klimagassverksted 1 og 2)
11. Samordning av tidligfaseverktøy. Klimautredningsgruppa NTP 2022-2033, 2018. <https://www.jernbanedirektoratet.no/contentassets/b67e526f127d42fdb985ce6ea6550ea3/klima/samordning-av-tidligfaseverktoy.pdf>