



**Statens vegvesen**

## **E18 Vestkorridoren, Lysaker - Ramstadsletta**

# **BYGGEPLAN**

Rev	Dato	Beskrivelse	Utført	Kontrollert	Disiplin-ansvarlig	Prosj.leder
02	2019.09.30	Andre revisjon	MF	TN	JKL	PME
01	2018.06.19	Første revisjon	MF	OD	JKL	PME
00	2017.12.11	Andre utgave	MF	HB	JKL	PME

<b>11850</b> Prosjekt nr	<b>Rapport</b>  <b>Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta</b>
<b>X_727</b> Dok.nr	

# REVISJONSLISTE

<b>Rev</b>	<b>Dato</b>	<b>Endringer</b>
01	2018.06.19	Revisjon iht. endrede alternativvurderinger for betong
02	2019.09.30	Vedlegg med aggregerte mengder lagt til

 <b>AAS-JAKOBSEN</b>				Side:	1
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan			Dato:	2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF	Rev.: 02		

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>2</b>
<b>1.1</b>	<b>Bakgrunn</b> .....	<b>2</b>
<b>1.2</b>	<b>Klimabudsjett</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Metodikk for klimabudsjett</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1</b>	<b>Mengdeunderlag</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2</b>	<b>Verktøy for beregninger</b> .....	<b>4</b>
<b>2.3</b>	<b>Analyseperiode og livsløpsfaser</b> .....	<b>5</b>
<b>2.4</b>	<b>Utslippsfaktor for elektrisitet</b> .....	<b>5</b>
<b>2.5</b>	<b>Masseflytting</b> .....	<b>5</b>
<b>2.6</b>	<b>Asfaltdekke</b> .....	<b>6</b>
<b>2.7</b>	<b>Midlertidig veg</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Klimabudsjett for E18 Lysaker-Ramstadsletta</b> .....	<b>7</b>
<b>3.1</b>	<b>Totale klimagassutslipp over livsløpet</b> .....	<b>7</b>
<b>3.2</b>	<b>Geoteknikk og forberedende arbeider</b> .....	<b>10</b>
<b>3.3</b>	<b>Vegoverbygning</b> .....	<b>11</b>
<b>3.4</b>	<b>Konstruksjoner</b> .....	<b>12</b>
<b>3.5</b>	<b>Bergtunnel (tunneldriving)</b> .....	<b>14</b>
<b>3.6</b>	<b>Teknisk og vegutstyr</b> .....	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>Alternativvurderinger</b> .....	<b>16</b>
<b>4.1</b>	<b>Betong</b> .....	<b>16</b>
<b>4.2</b>	<b>Armering</b> .....	<b>17</b>
<b>4.3</b>	<b>Kalksementpeler</b> .....	<b>17</b>
<b>4.4</b>	<b>Asfalt</b> .....	<b>19</b>
<b>4.5</b>	<b>Sammenstilling av alternativvurderinger</b> .....	<b>20</b>
	VEDLEGG A AGGREGERT MENGDEGRUNNLAG.....	21
	VEDLEGG B OVERSIKT OVER UNDERLAG FOR KLIMABUDSJETT IHT.	
	KALKYLEOPPSETT I ANSLAG.....	22

 <b>AAS-JAKOBSEN</b>				Side:	2
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan			Dato:	2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF	Rev.:	02	

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Veginfrastruktur er omfattende og kompleks, og involverer mange ulike komponenter som kan ha vidt forskjellig materialbruk. Som andre byggeprosjekter, kjennetegnes vegbygging av høyt materialforbruk og lang produktlevetid. Utbygging, drift og vedlikehold av veginfrastruktur forårsaker derfor vesentlig klimapåvirkning, og valgene som tas i et vegprosjekt har betydning i lang tid fremover.

I plangrunnlaget til Nasjonal transportplan for 2018-2029 understrekes det at klimagassutslipp fra trafikk og utbygging må sees i sammenheng. Forbedringer i trafikkutslipp som følge av bedre veier kan oppveies av store byggeutslipp. Det er derfor viktig at klimapåvirkning fra utbygging, drift og vedlikehold av veginfrastrukturen kartlegges, og at informasjonen brukes som beslutningsstøtte for å redusere total klimapåvirkning.

Det påpekes også i plangrunnlaget for NTP at samlede livssyklusvurderinger er et viktig verktøy for å sikre at tiltak for å redusere klimagassutslipp ikke gir negative virkninger for andre miljøaspekter.

Transportetatene foreslår følgende mål for reduserte utslipp fra bygging, drift og vedlikehold av transportinfrastrukturen:

- Utslippene fra bygging av infrastruktur skal reduseres med 40 % innen 2030
- Utslippene fra drift og vedlikehold skal reduseres med minst 50 % innen 2030

Det er utarbeidet klimabudsjett for strekningen E18 Lysaker-Ramstadsletta, i henhold til det som er angitt i dokumentet «E18 Lysaker – Ramstadsletta – Tiltak for å sikre ytre miljø i byggeplan og anleggsfasen»:

*Det skal utarbeides et klimabudsjett hvor minimum 90 % av bidragsyttere til klimagassutslipp i levetiden av prosjektet<sup>1</sup> er identifisert og angitt i årlige klimagassutslipp (CO<sub>2</sub>-ekv/år)*

Klimabudsjettet vurderer hvilke material- og energiinnsatser som samlet har størst betydning for total klimapåvirkning fra utbygging, drift og vedlikehold over veginfrastrukturens levetid. Klimabudsjett inngår som en del av arbeidet med Ytre Miljø-plan i prosjektet.

Resultatene fra klimabudsjettet viser hvilke materialer og aktiviteter som har størst betydning for prosjektets totale klimagassutslipp. Dette gir grunnlag for å stille prosjektspesifikke miljøkrav.

Det er gjennomført alternativvurderinger for materialgrupper som har størst betydning for total klimapåvirkning fra strekningen. Alternativvurderingene er gjort iht. det som ble bestemt i prosjektet i forkant av oppstart med klimabudsjettet, slik det er angitt i Vedlegg A av dokumentet «X\_726 Premissnotat for miljøriktig anleggsgjennomføring og materialbruk».

For å sikre at miljøkrav som stilles blir oppfylt, bør det stilles krav til dokumentasjon av miljøprestasjon for valgte materialer og løsninger i konkurransegrunnlag. Et eksempel på dette kan være krav til at entreprenør må levere miljødeklarasjon (Environmental Product

<sup>1</sup> Her menes det at klimagassutslipp skal regnes over hele livsløpet for veginfrastrukturen, i henhold til prinsippene i livsløpsanalyse.

 <b>AAS-JAKOBSEN</b>				Side:	3
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan			Dato:	2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF	Rev.: 02		

Declaration, EPD) for utvalgte materialer. Det bør dessuten stilles krav til rapportering av forbruk av materialer og energi, som grunnlag for å dokumentere faktisk miljøprestasjon i prosjektet, og som erfaringsgrunnlag for senere prosjekter.

## 1.2 Klimabudsjett

Et klimabudsjett for et vegprosjekt gir en detaljert oversikt over hvordan forbruk av materialer og energi bidrar til klimapåvirkning for vegstrekningen over levetiden. Dette gir et solid grunnlag for å påvirke valg av viktige materialer, løsninger, transportmidler og anleggsmetoder for å redusere prosjektets totale klimabelastning.

Et klimabudsjett for en vegstrekning er en livsløpsvurdering (Life Cycle Assessment, LCA) som vurderer klimapåvirkningen som forårsakes av aktiviteter i utbyggingsfasen, og i drift og vedlikehold over strekningens forventede levetid. Klimabudsjettet utarbeides ved at prosjekterte materialmengder og energiforbruk i utbygging, samt forventet forbruk til drift og vedlikehold, kobles med verdier for klimapåvirkning fra produksjon av materialer og energi. Den samlede klimapåvirkningen fra veginfrastrukturen er dermed summen av klimapåvirkning fra hver material- og energiinnsats.

Metodikken som ligger til grunn for klimabudsjettberegningene av E18 Lysaker-Ramstadsletta er nærmere beskrevet i kapittel 2.

Resultatene fra et klimabudsjett kan blant annet brukes som grunnlag for å stille miljøkrav til materialer, produkter og anleggsgjennomføring. Slike krav kan for eksempel omhandle maksimale utslipp av klimagasser fra produksjon av materialer, tekniske løsninger og levetid for komponenter.

 <b>AAS-JAKOBSEN</b>				Side:	4
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan			Dato:	2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF	Rev.: 02		

## 2 Metodikk for klimabudsjett

### 2.1 Mengdeunderlag

Klimagassberegningene tar utgangspunkt i mengdeangivelser og spesifikasjoner som gitt i Kostnadsoverslag etter Anslagsmetoden for strekningen, datert 4. september 2017. Klimagassberegningene følger samme inndeling når det gjelder vegelementer som i anslaget. Klimabudsjettet er derfor inndelt i henhold til følgende vegelementer og aktiviteter:

- Geoteknikk og forberedende arbeider
- Masseflytting
- Vegoverbygning
- Konstruksjoner
- Tunnel
- Teknisk og vegutstyr

Det presiseres at mengder i anslaget også omfatter busstunneler, inkludert tunnelportal på Lysaker og mengder inkludert i reguleringsplanen. Detaljert oversikt over hvilke kalkyleposter som er medregnet i klimabudsjettet for hvert vegelement er gitt i Vedlegg B. Aggregert mengdegrunnlag er gitt i Vedlegg A.

Deler av underlaget for beregningene, herunder blant annet materialmengder som inngår i konstruksjoner, er utarbeidet i 2015/2016. På tidspunktet da klimabudsjettet ble utarbeidet, var dette det mest detaljerte og nøyaktig utarbeidede underlaget som var tilgjengelig.

Mengde betong og armering i løse konstruksjoner er oppdatert iht. ny informasjon ifm. alternativvurderinger våren 2018.

For bergtunneler er mengdeoppsett for tunneler på prosesskodeformat, utarbeidet av Vianova/NGI, datert 03.08.17, brukt som underlag. Det er forutsatt 0,15 m<sup>3</sup> betong per m<sup>2</sup> betonghvelv i bergtunnelene, og 163 kg armering per m<sup>3</sup> hvelv.

Alle andre mengder for betong og armering medregnet i klimabudsjettet er regnet i henhold til mengder oppgitt i mengdeunderlagene – se Vedlegg A og B for detaljer.

### 2.2 Verktøy for beregninger

Klimabudsjett er beregnet ved bruk av verktøyet *VegLCA v.02*, som er utviklet av Asplan Viak for Statens Vegvesen. Verktøyet er bygd opp etter samme hierarkiske struktur som vegvesenets Prosesskode 1 og 2, og beregner klimagassutslipp (og annen miljøpåvirkning) ut fra mengder angitt i prosesskode-postene. De delene av mengdeunderlaget i dette prosjektet som var angitt på prosesskode-format, er dermed brukt direkte i verktøyet. For mengder angitt på annet format, er den bakenforliggende metodikken i *VegLCA* benyttet. For detaljer rundt bereningsmetodikk, vises det til dokumentasjonsrapporten for *VegLCA*.

 <b>AAS-JAKOBSEN</b>				Side:	5
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan			Dato:	2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF	Rev.:	02	

### 2.3 Analyseperiode og livsløpsfaser

60 års analyseperiode for strekningen er lagt til grunn i beregningene. Dette er i henhold til standard praksis for livsløpsvurderinger av samferdselsinfrastruktur i Norge.

Det er beregnet klimagassutslipp for tre livsløpsfaser:

- *Materialproduksjon i utbyggingsfasen*  
Inkluderer alle utslipp knyttet til produksjon og transport av materialer i utbyggingsfasen av prosjektet.
- *Utbyggingsaktiviteter*  
Inkluderer utslipp fra bruk av anleggsmaskiner og elektrisitet i anleggsfasen, og fra massetransport.
- *Drift og vedlikehold*  
Inkluderer utslipp fra elektrisitetsforbruk i drift, og utskifting av materialer (produksjon og transport av nye materialer som må erstatte de som skal skiftes ut).

Grunnet stor usikkerhet rundt hva som vil skje med strekningen etter analyseperiodens slutt, er en eventuell avhendingsfase utelatt fra beregningene.

### 2.4 Utslippsfaktor for elektrisitet

For beregninger av klimagassutslipp fra elektrisitetsbruk i drift er det lagt til grunn en utslippsfaktor tilsvarende norsk produksjonsmiks.

Det er omdiskutert hvilken utslippsfaktor man bør benytte i klimagassberegninger ved bruk av elektrisitet i Norge. Norges elektrisitetsproduksjon kommer i hovedsak fra vannkraft. Dette gir svært lave klimagassutslipp per kWh produsert. Imidlertid er vi også en del av et større nordisk og europeisk kraftmarked, noe som kan legges til grunn for å si at det blir beregningsteknisk feil å forutsette at all elektrisitet som forbrukes i Norge også vil være produsert her.

For å vurdere hvilken innvirkning valg av elektrisitetsmiks har på resultatene i klimabudsjettet, er det gjort beregninger både med norsk og nordisk elektrisitetsmiks.

### 2.5 Masseflytting

For masser er det lagt til grunn mengdeberegninger datert 31.08.2017. Det er lagt til grunn følgende gjennomsnittlige transportdistanser for flytting av berg- og løsmasser inn i, ut av og internt i anlegget:

Bergmasser i linja og til/fra mellomlager:	3 km
Bergmasser ut av anlegget:	30 km
Løsmasser i linja og til/fra mellomlager:	3 km
Løsmasser til eksternt deponi:	30 km

Arbeid med opplasting og utlegging av masser er medregnet i tillegg til selve transporten.

 <b>AAS-JAKOBSEN</b>				Side:	6
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan			Dato:	2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF	Rev.: 02		

## 2.6 Asfaltdekke

Det er forutsatt 10 års levetid for slitelag i beregninger av utslipp fra reasfaltering, og at 70 % av opprinnelig mengde i slitelaget skiftes ut hver gang.

## 2.7 Midlertidig veg

Det er gjort forenklete beregninger av klimagassutslipp knyttet til midlertidige veger. Kun midlertidige veger for hovedtrafikk er medregnet, og kun bindlag og slitelag er inkludert.

Midlertidige samlevereier, ramper, og bruer er ikke inkludert, på grunn av mangelfulle mengdedata. I tillegg forventes det at dette vil ha liten betydning relativt til resten av elementene som inngår i prosjektet, samt at en del av de midlertidige konstruksjonene kan gjenbrukes.



 <b>AAS-JAKOBSEN</b>				Side: 7
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan			Dato: 2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF	Rev.: 02	

### 3 Klimabudsjett for E18 Lysaker-Ramstadsletta

#### 3.1 Totale klimagassutslipp over livsløpet

Totale klimagassutslipp over 60 års analyseperiode for hele strekningen Lysaker-Ramstadsletta kan forventes å ligge på rundt 393 kilotonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Beregnede klimagassutslipp for hver hovedpost i Anslag er vist i Tabell 3.1. Tabellen viser også hvordan klimagassutslippene fordeler seg på livsløpsfasene materialproduksjon, utbygging og drift og vedlikehold.

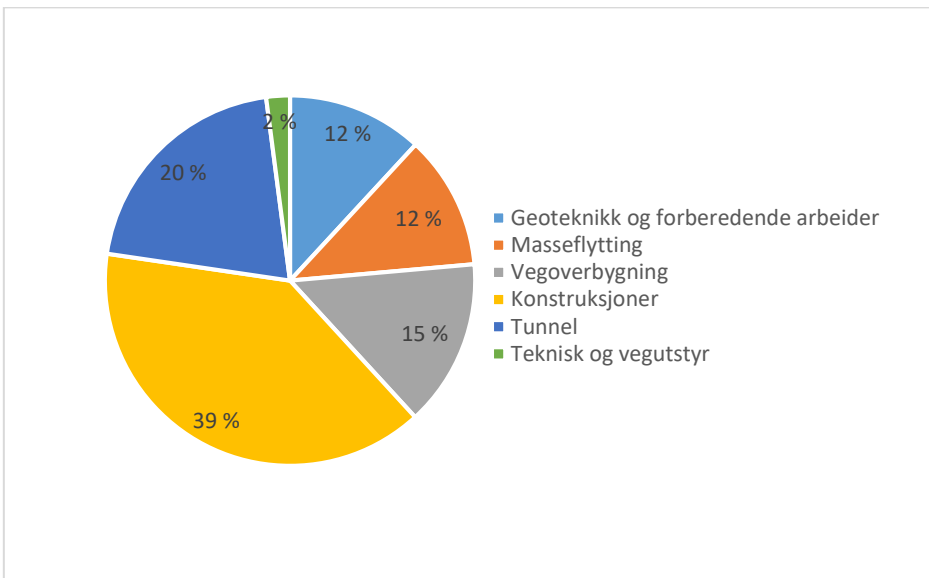
Dersom nordisk produksjonsmiks for elektrisitet legges til grunn i stedet for norsk, økes beregnede totale klimagassutslippene med 15 %, til rundt 450 kilotonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

Tabell 3.1 Klimagassbudsjett fordelt på hovedpost i anslaget og livsløpsfaser

Hovedpost i anslag	tonn CO <sub>2</sub> -ekv.			SUM
	Material- produksjon i utbyggingsfasen	Utbyggings- aktiviteter	Drift og vedlikehold	
Geoteknikk og forberedende arbeider	46 600	0	0	<b>46 600</b>
Masseflytting	600	45 400	0	<b>46 000</b>
Vegoverbygning	29 500	3 400	24 500	<b>57 400</b>
Løse konstruksjoner	150 600	700	2 400	<b>153 700</b>
Tunnel	47 700	5 900	27 400	<b>81 000</b>
Teknisk og vegutstyr	2 100	0	6 000	<b>8 100</b>
<b>SUM</b>	<b>277 100</b>	<b>55 000</b>	<b>60 000</b>	<b>392 800</b>

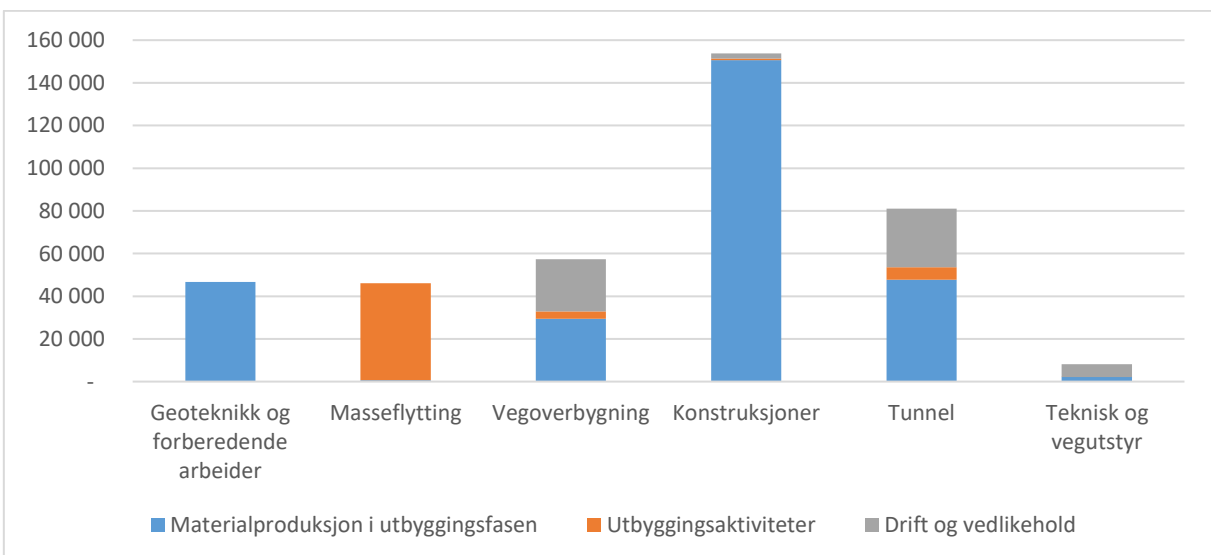
Som det fremgår av tabellen, er det løse konstruksjoner som utgjør den største posten i klimabudsjettet, med totalt 150,6 kilotonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, tilsvarende 39 % av totalen. Forventet fordeling av klimagassutslipp på de ulike postene er illustrert i Figur 3-1:

 <b>AAS-JAKOBSEN</b>				Side: 8
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan			Dato: 2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF	Rev.: 02	



Figur 3-1 Prosentvis fordeling av totale klimagassutslipp på de ulike hovedpostene i anslaget

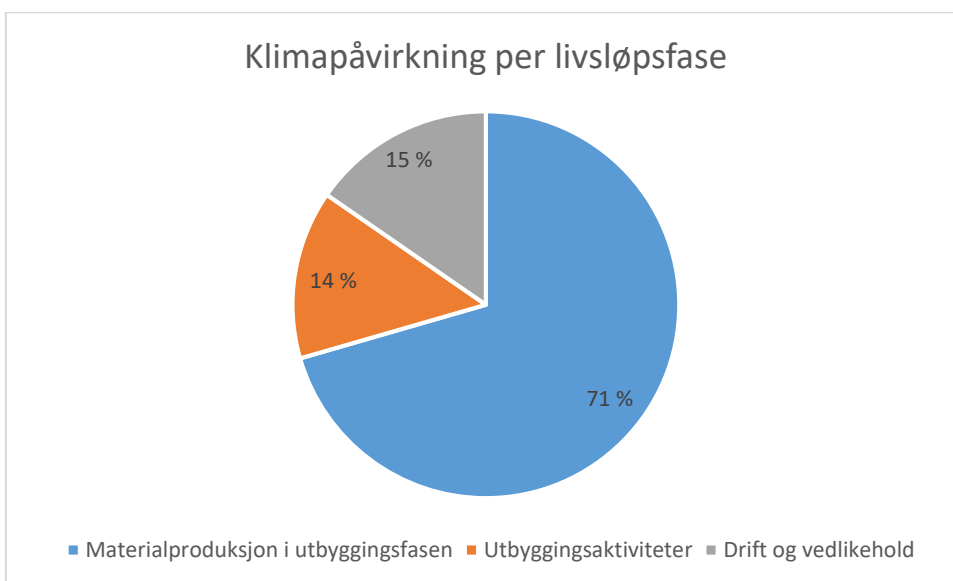
Figur 3-2 viser størrelsen på utslipp på hovedposter og fordeling per livsløpsfase:



Figur 3-2 Beregnede klimagassutslipp over livsløpet, per hovedpost i anslaget

Materialproduksjon er den livsløpsfasen som står for den høyeste andelen av utslippene, med rundt 71 % av totale klimagassutslipp for hele strekningen. Resten av utslippene fordeler seg omtrent likt på utbyggingsaktiviteter (hovedsakelig masseflytting), og drift og vedlikehold. Dette er illustrert i Figur 3-3:

 		Side:	9
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan	Dato:	2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF	Rev.: 02



Figur 3-3 Fordeling av totale klimagassutslipp per livsløpsfase

Når materialproduksjon i utbyggingsfasen og til utskifting slås sammen, utgjør materialproduksjonen 81 % av totale klimagassutslipp. Dette er vist i Tabell 3.2, som lister opp totale klimagassutslipp for transport og produksjon av de ulike materialene som inngår i regnskapet, over hele livsløpet.

De viktigste materialene for klimagassutslipp er betong, armeringsstål (kamstål), asfalt og sement. Produksjonen av ulike betong- og sementmaterialer, stålmaterialer og asfalt bidrar til sammen med 91 % av alle klimagassutslipp fra materialproduksjon, og rundt 73 % av totale klimagassutslipp.

Klimagassutslippene som ikke er knyttet til materialproduksjon er vist nederst i tabellen, og står for totalt 21 % av totale utslipp over 60 år. Disse fordeler seg på massetransport i utbyggingsfasen, forbrenning av diesel i anleggsmaskiner i utbyggingsfasen, og elektrisitetsforbruk i driftsfasen. Ved å legge til grunn nordisk produksjonsmiks for elektrisitet istedenfor norsk produksjonsmiks som er brukt i beregningene, vil posten utslipp fra elektrisitetsforbruk nesten firedobles, til 78 kilotonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

 <b>AAS-JAKOBSEN</b>				Side: 10
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan			Dato: 2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF	Rev.: 02	

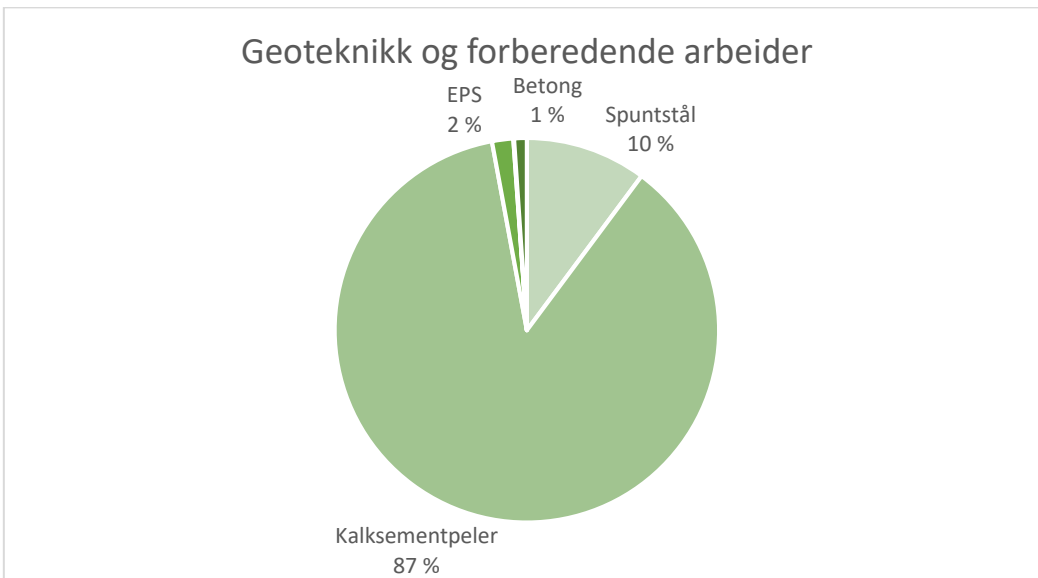
Tabell 3.2 Klimagassutslipp per material og aktivitet

	Materialtype	Klimapåvirkning [tonn CO2-ekv.]	Andel av totale klimagassutslipp
<b>Klimagassutslipp fra materialproduksjon og utskifting av materialer</b>	Kamstål	69 320	17,7 %
	Plasstøpt betong	69 270	17,6 %
	Asfalt	50 137	12,8 %
	Kalksementpeler	40 538	10,3 %
	Betonghvelv	18 215	4,6 %
	Sprøytebetong	11 653	3,0 %
	Sement	11 172	2,8 %
	Stål	9 656	2,5 %
	Belysningsutstyr	8 546	2,2 %
	Spuntstål	7 397	1,9 %
	Trevirke	4 651	1,2 %
	Grus/pukk	4 114	1,0 %
	Vifte/ventilator	3 504	0,9 %
	Sprengstoff	2 589	0,7 %
	Ekstrudert polystyren (XPS)	1 063	0,3 %
	Betongelementer	1 019	0,3 %
	Kabling	866	0,2 %
	Ekspandert polystyren (EPS)	833	0,2 %
	Fliser	820	0,2 %
	Vegutstyr	538	0,1 %
	Geosynteter	528	0,1 %
	Plast	40	0,0 %
<b>SUM</b>	<b>316 471</b>	<b>81 %</b>	
<b>Klimagassutspill fra utbyggingsfasen og D&amp;V (ekskludert materialproduksjon og utskifting)</b>	Forbrenning av diesel	32 256	8 %
	Massetransport	22 820	6 %
	Elektrisitetsforbruk	21 112	5 %
	<b>SUM</b>	<b>76 189</b>	<b>19 %</b>
<b>TOTALSUM</b>	<b>392 660</b>	<b>100 %</b>	

### 3.2 Geoteknikk og forberedende arbeider

Figur 3-4 viser hvordan klimagassutslippene fra geoteknikk og forberedende arbeider fordeler seg på ulike materialer. Produksjon av kalksementpeler er den klart største posten, med en utslippsandel på 87 %.

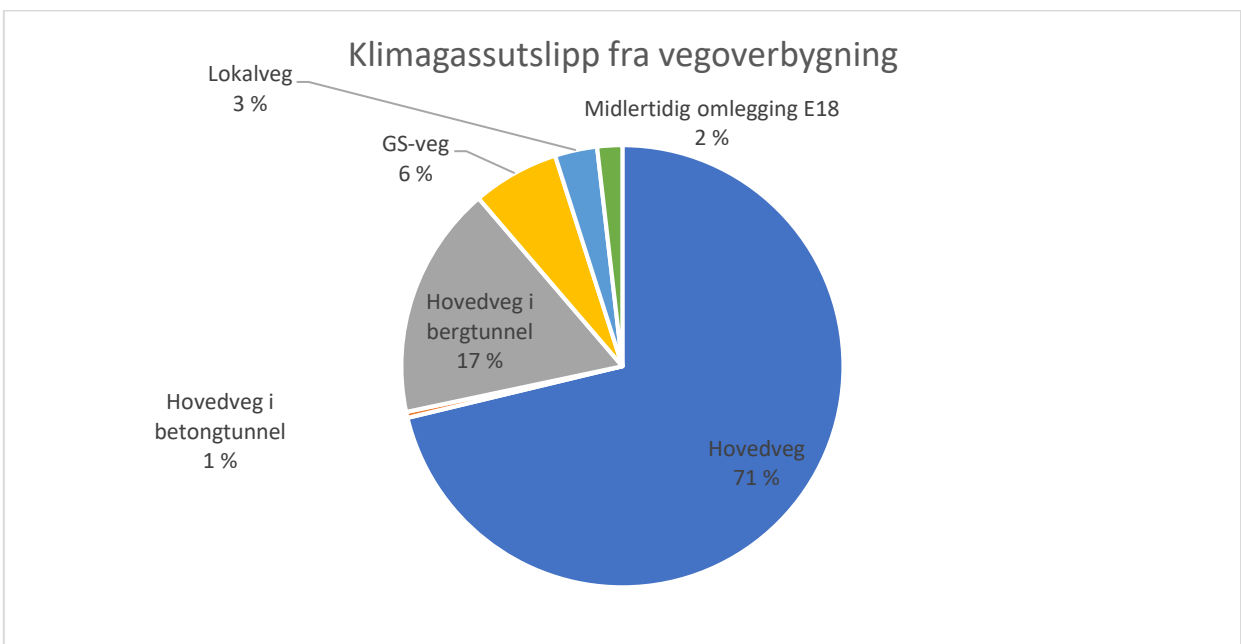
 		Side: 11
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan	Dato: 2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF Rev.: 02



Figur 3-4 Fordeling av klimagassutslipp fra geoteknikk og forberedende arbeider på materialer

### 3.3 Vegoverbygning

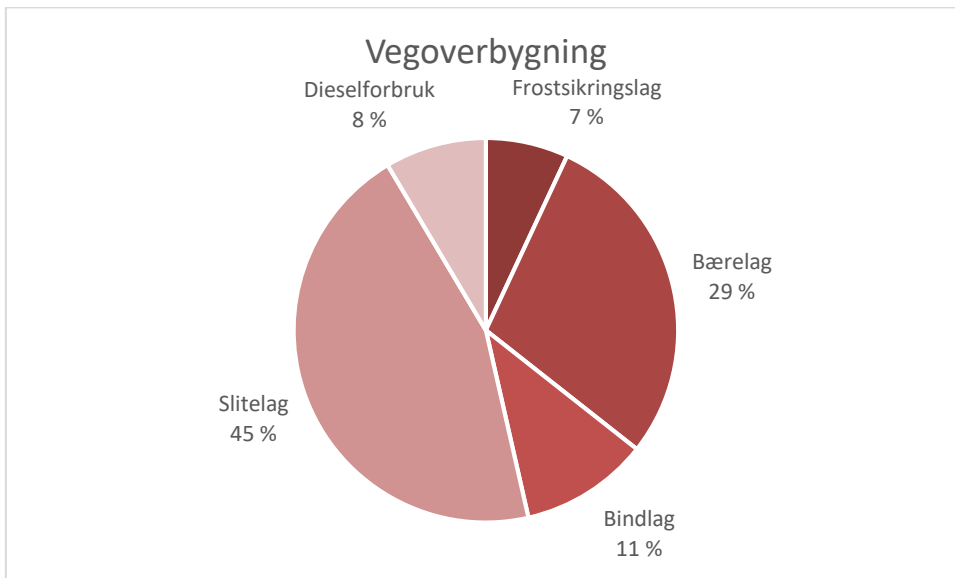
Klimagassutslippene fra vegoverbygning (inkludert reasfaltering) fordeles på de ulike strekningstypene som vist i Figur 3-5:



Figur 3-5 Fordeling av klimagassutslipp fra vegoverbygning på vegtype. Reasfaltering er inkludert.

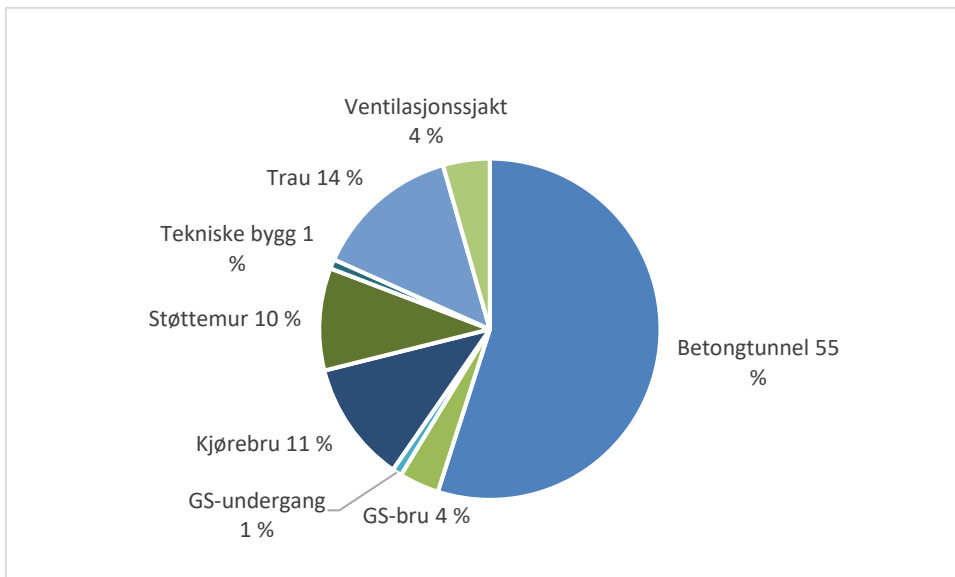
Figur 3-6 viser hvordan utslippene fordeles på produksjon av de ulike lagene i overbygningen, i tillegg til dieselforbruk i utbyggingsfasen. Det er slitelaget som forårsaker hovedandelen av klimagassutslippene, etterfulgt av bærelaget.

 		Side: 12
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan	Dato: 2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF Rev.: 02



Figur 3-6 Fordeling av klimagassutslipp fra vegoverbygning på materiale/aktivitet

### 3.4 Konstruksjoner



Figur 3-7 Fordeling av klimagassutslipp fra konstruksjoner på konstruksjonstype

For konstruksjoner er det betongtunnelene som forårsaker mest klimagassutslipp over levetiden. Dette kommer av de store mengdene betong og stål som inngår i betongtunnelene. Tabell 3.3 viser klimagassutslipp for konstruksjonene fordelt på prosesskoder:

 <b>AAS-JAKOBSEN</b>				Side: 13
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan			Dato: 2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF	Rev.: 02	

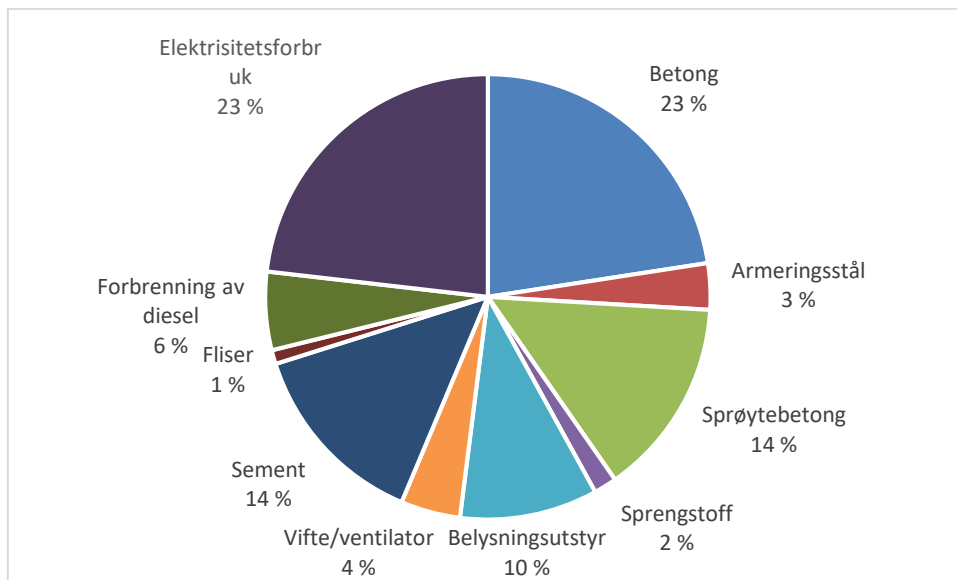
Tabell 3.3 Klimagassutslipp fra materialbruk i konstruksjoner

Prosesskode angitt i anslaget	Prosess	kg CO2-ekv	Prosent	Akkumulert
84.41321	Betongstøp over vann, normalvektsbetong (SV-40)	67 461 675	43,87 %	43,87 %
84.31	Armering kamstål B 500 NC	66 598 720	43,31 %	87,17 %
85.1	Stålkonstruksjoner; Levering, bearbeiding, behandlin	2 656 740	1,73 %	88,90 %
83.6	Spunt- og avstivningssystemer	2 056 792	1,34 %	90,24 %
83.56	Stålkjernepeler Ø200	1 817 716	1,18 %	91,42 %
84.411	Betongavretting på løsmasser	1 749 987	1,14 %	92,56 %
87.2213	Gang/sykkelveg brurekkverk (stål)	1 179 993	0,77 %	93,33 %
87.26	Støyskjerm	1 130 109	0,73 %	94,06 %
81.93	Frostisolasjon (XPS iht. prosess 52.34)	1 064 389	0,69 %	94,75 %
83.51	Stålkjernepeler Ø90	878 056	0,57 %	95,32 %
87.223	Ståltrekkverk på betongmurer	875 124	0,57 %	95,89 %
81.631	Avrettingslag	824 835	0,54 %	96,43 %
84.2113	Forskaling (vegg/tak), inkl. stillas	713 750	0,46 %	96,89 %
82.1	Sprengning (antatt over vann)	624 656	0,41 %	97,30 %
83.2923	Rørspunt	591 602	0,38 %	97,69 %
81.6	Utlegging av masser over vann	580 016	0,38 %	98,06 %
83.20	Betongpeler P345MA	514 453	0,33 %	98,40 %
83.54	Stålkjernepeler Ø150	445 269	0,29 %	98,69 %
84.37	Spennarmering	397 240	0,26 %	98,94 %
87.142	Membran (heter fuktisolering type A3-2 i VegLCA)	296 122	0,19 %	99,14 %
87.15	Avrettingslag, bindlag og slitelag av asfalt	273 850	0,18 %	99,32 %
84.2132	Forskaling, synlige flater (gen.)	257 642	0,17 %	99,48 %
87.2211	Kjørestert brurekkverk (stål)	251 768	0,16 %	99,65 %
81.92	Fiberduk (kl.4 iht. prosess 52.23)	203 709	0,13 %	99,78 %
84.21311	Forskaling, bruoverbygning, inkl. stillas	154 523	0,10 %	99,88 %
81.1	Gravearbeider over vann	82 461	0,05 %	99,93 %
83.55	Stålkjernepeler Ø180	58 686	0,04 %	99,97 %
83.52	Stålkjernepeler Ø100	42 229	0,03 %	100,00 %
85.4	Transport og montasje av stålkonstruksjoner	1 908	0,00 %	100,00 %
86.291	Forblending med stein	11	0,00 %	100,00 %
<b>Totalt</b>		<b>153 784 030</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

 		Side: 14
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan	Dato: 2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF Rev.: 02

### 3.5 Bergtunnel (tunneldriving)

Klimagassutslipp fra bergtunneler over 60 års analyseperiode kan forventes å fordele seg på ulike materialer og aktiviteter som vist i Figur 3-8:



Figur 3-8 Fordeling av klimagassutslipp for fjelltunneler på ulike produkter og aktiviteter

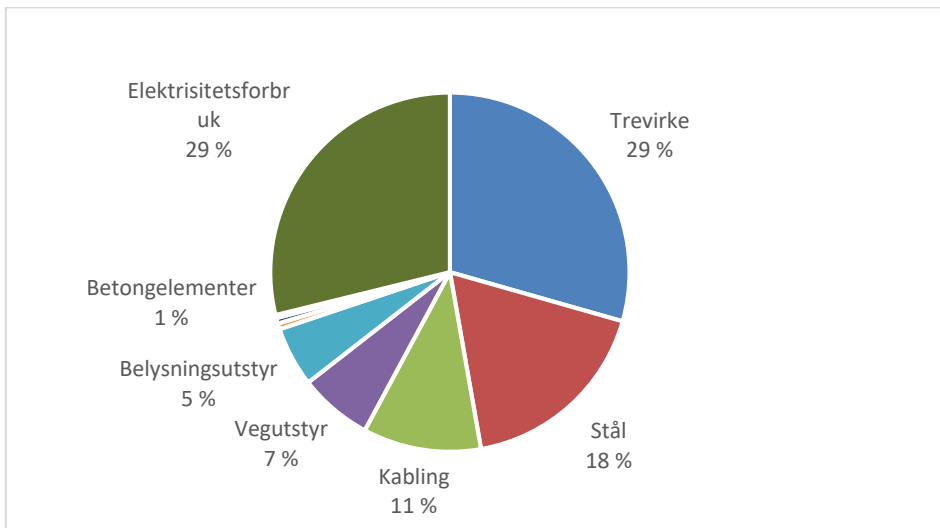
Betongelementer i tunnelhvelv og sprøytebetong står til sammen for 37 % av totale utslipp fra tunneler. Elekrisitetsforbruk til belysning og vifter/ventilatorer står for en relativt høy andel av utslipp fra tunneler over 60 år (27 %). Det er lagt til grunn at LED-belysning vil benyttes – dersom tradisjonell belysning hadde vært forutsatt, ville elekrisitetsbruk i drift stått for en langt høyere del av totale utslipp. Dersom nordisk elekrisitetsmiks legges til grunn, i stedet for norsk miks, ville også utslipp fra elekrisitetsbruk vært langt høyere, som nevnt i kapittel 3.1.

### 3.6 Teknisk og vegutstyr

Figur 3-9 viser hvordan klimagassutslipp fra tekniske installasjoner og vegutstyr fordeler seg på ulike materialer/produkter, og elekrisitetsforbruk. Elekrisitetsforbruket fra belysning, samt trevirke i støyskjermer utgjør de største bidragene, etterfulgt av stålrekkverk.



 <b>AAS-JAKOBSEN</b>				Side: 15
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan			Dato: 2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF	Rev.: 02	



Figur 3-9 Fordeling av klimagassutslipp fra tekniske installasjoner og vegutstyr

 <b>AAS-JAKOBSEN</b>				Side: 16
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan			Dato: 2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF	Rev.: 02	

## 4 Alternativvurderinger

Det er gjennomført alternativvurderinger for materialvalg iht. Vedlegg A i dokumentet «X\_726 Premissnotat for miljøriktig anleggsgjennomføring og materialbruk». For alle alternativvurderinger er det nullalternativet som er lagt til grunn i hovedberegningene beskrevet i forrige kapittel. Beregninger for alternative materialvalg angir dermed potensialet ved å gjøre mer miljøvennlige valg enn det som vurderes som standard praksis.

### 4.1 Betong

Følgende alternativer er vurdert for betong:

**Alt. 0:** 100 % standard betong (SV-Standard)

**Alt. 1:** Betong av typen SV-Lavvarme benyttes for løse konstruksjoner der det er teknisk hensiktsmessig, dette tilsvarer ca. 24 % av all plasstøpt betong i løse konstruksjoner

Statens Vegvesen har nylig utarbeidet nye standarder for betong, og det er kun 2 tilgjengelige publiserte EPDer<sup>2</sup> for disse betongtypene. Disse EPDene er derfor lagt til grunn for utslipp fra betongproduksjon (vugge-port, A1-A3). SVV-klassifiseringen av betongtyper er ikke direkte sammenliknbar med klassifiseringen av klasser for lavkarbonbetong, angitt i Norsk Betongforenings Publikasjon 37. Tabellen under angir grenseverdier for lavkarbonklasser fra Publikasjon 37, samt utslippsverdier fra EPDene brukt som grunnlag for beregningene gjort her:

Tabell 4.1 Grenseverdier for klimagassutslipp for lavkarbonklasser iht. Norsk Betongforenings Publikasjon 37, og klimagassutslipp fra EPDer for SV-Standard og SV-Lavvarme

Betongklassifisering	Enhet	kg CO <sub>2</sub> -ekv. fra produksjon (A1-A3)	Kilde
Betong B45, Lavkarbon C	m <sup>3</sup>	360	NB Publikasjon 37
Betong B45, Lavkarbon B	m <sup>3</sup>	310	NB Publikasjon 37
Betong B45, Lavkarbon A	m <sup>3</sup>	240	NB Publikasjon 37
Betong, B45, SV-standard	m <sup>3</sup>	324	NEPD-1347-446
Betong, B45, SV-lavvarme	m <sup>3</sup>	214	NEPD-1348-448

Dersom det forutsettes at 24 % av plasstøpt betong i løse konstruksjoner er SV-Lavvarme, vil man kunne redusere klimagassutslipp med ca. 5,6 kilotonn CO<sub>2</sub>-ekv. Dette reduserer klimapåvirkning fra plasstøpt betong med 8 %, og tilsvarer en 1,4 % reduksjon i totale klimagassutslipp fra strekningen, sammenliknet med nullalternativet med kun standardbetong.

Det påpekes at prosjektet reduserer utslipp fra betong i konstruksjoner ved å stille krav til at SV-Standard skal ha klimagassutslipp tilsvarende lavkarbonbetong, klasse B, og ikke klasse

<sup>2</sup> En EPD (miljødeklarasjon, Environmental Product Declaration) er en standardisert type dokumentasjon på miljøprestasjonen til et produkt.

[http://epd.nsp01cp.nhosp.no/getfile.php/EPDer/Byggevarer/Ferdig%20betong/NEPD-1347-446\\_B45-SV-Standard-D22-Synk-200.pdf](http://epd.nsp01cp.nhosp.no/getfile.php/EPDer/Byggevarer/Ferdig%20betong/NEPD-1347-446_B45-SV-Standard-D22-Synk-200.pdf),  
[http://epd.nsp01cp.nhosp.no/getfile.php/EPDer/Byggevarer/Ferdig%20betong/NEPD-1348-448\\_1-M3-B45-MF45-SV-Lavvarme--200mm.pdf](http://epd.nsp01cp.nhosp.no/getfile.php/EPDer/Byggevarer/Ferdig%20betong/NEPD-1348-448_1-M3-B45-MF45-SV-Lavvarme--200mm.pdf)

 <b>AAS-JAKOBSEN</b>				Side: 17
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan			Dato: 2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF	Rev.: 02	

C, slik det stilles krav til i Prosesskoden. Ettersom det p.t. ikke finnes tilstrekkelig underlag i form av EPD-tall for ulike resepter av SV-Standard, har denne effekten ikke vært mulig å kvantifisere i beregningene, men dette medfører at den faktiske gevinsten som følge av prosjektets klimakrav til betong vil være større enn 1,4% utslippsreduksjon.

## 4.2 Armering

Følgende alternativer er vurdert for armeringsstål:

**Alt 0:** stål produsert iht. europeisk bransjegjennomsnitt

**Alt 1:** stål produsert iht. norsk bransjegjennomsnitt

Utslippstall for produksjon av armering som representerer europeisk produksjonsgjennomsnitt er hentet fra miljødatabasen Ecoinvent (versjon 2.2). Bakgrunnen for tallet fra ecoinvent er en gjennomsnittlig skrapandel i armeringsstålet på 37 %. En gjennomgang av publiserte EPDer for armeringsstål tilgjengelig på det europeiske markedet (hentet fra EPD-Norge og Institut Bauen und Umwelt, IBU<sup>3</sup>) indikerer at den reelle skrapandelen for armeringsprodukter kan ligge høyere enn dette. Imidlertid kan det være problematisk å bruke tall fra en produsentspesifikk EPD for å representere europeisk gjennomsnitt, ettersom det utarbeides EPDer for «miljøprodukter» i større grad enn for standardprodukter.

Transport for gjennomsnittlige europeisk armeringsstål er forutsatt å representere gjennomsnittlig varetransport fra Sentral-Europa, med båt (2000 km) og lastebil (800 km).

For armeringsstål produsert iht. norsk gjennomsnitt, er utslippstall for materialproduksjon fra EPD fra Celsa<sup>4</sup> (2016) benyttet. Her er 500 km transport med lastebil, som angitt i EPD, lagt til grunn.

Med forutsetningene som er lagt til grunn, vil bruk av norsk armeringsstål kunne redusere klimagassutslippene fra strekningen med ca. 56 kilotonn CO<sub>2</sub>-ekv. Dette tilsvarer en reduksjon i klimagassutslipp fra armeringsstål på ca. 76 %, og en reduksjon av totale utslipp på 14 %, sammenliknet med nullalternativet med gjennomsnittlig europeisk armeringsstål.

Det understrekes at utslippsgevinsten kan være noe overestimert, som følge av at utslippstallet som er lagt til grunn for gjennomsnittlig europeisk produksjon potensielt er basert på en lavere skrapandel enn det som vil være reelt. Energibruk i produksjonen og transportdistanse har også innvirkning på utslipp for armeringsstål, men ettersom skrapandelen er den viktigste faktoren som påvirker klimagassutslipp, vil det viktigste tiltaket for å minimere utslipp fra armeringsstål være å benytte produkter med høyest mulig skrapandel.

## 4.3 Kalksementpeler

For kalksementpeler er 5 ulike alternativer vurdert. Standard kalksement, bestående av 50 % brent kalk og 50 % standard sement uten resirkulert tilslag (også kalt CEM I) er brukt som utgangspunkt for beregningene. Dette er sammenliknet med forskjellige sammensetninger av produkttypen multicem, som er et bindemiddel bestående av sement og såkalt cement kiln

<sup>3</sup> <http://ibu-epd.com/en/epd-program/published-epds/>

<sup>4</sup> <http://celsa-steelservice.no/wp-content/uploads/2016/06/EPD-03.06.2016.pdf>

 <b>AAS-JAKOBSEN</b>				Side: 18
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan			Dato: 2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF	Rev.: 02	

dust (CKD)<sup>5</sup>. CKD består av sement, brent kalk og andre kalsinerte materialer, og gjør at bindemiddelet totalt har lavere CO<sub>2</sub>-utslipp fra produksjonsfasen enn tradisjonell kalksement, som følge av at andelen brent kalk er redusert. Tall for multicem er hentet fra en EPD for multicem produsert i Sverige<sup>6</sup>.

I tillegg til å erstatte kalksement med multicem, er det vurdert hvilken miljøgevinst det vil ha å erstatte standard sement i multicem med sement med resirkulert tilslag (flyveaske, masovnslegg, o.l.). Flyveaskesement (CEM II) og slaggsement (CEM III) er vurdert. Multicem leveres av Heidelberg Cement, som Norcem er en del av. Ettersom Norcem ikke har utarbeidet noen EPD for CEM III, er det beregnet resultater for multicem i kombinasjon med to ulike CEM II-produkter fra Norcem, CEM II Standardsement FA<sup>7</sup> (18,4 % flyveaske) og Lavkarbonsement<sup>8</sup> (30 % flyveaske). Tall for CEM III er hentet fra EPD fra Cemex<sup>9</sup> (54 % masovnslegg).

Følgende alternativer er vurdert for kalksementpeler:

**Alt 0:** Standard kalksement, (50 % brent kalk og 50 % CEM I)

**Alt 1:** Multicem (50 % CKD og 50 % CEM I)

**Alt 2:** Multicem (50 % CKD og 50 % CEM II, Norcem Standardsement FA)

**Alt 3:** Multicem (50 % CKD og 50 % CEM II, Norcem lavkarbonsement)

**Alt 4:** Multicem (50 % CKD og 50 % CEM III)

Resultatene av alternativvurderingen for kalksementpeler er gitt i Tabell 4.2:

Tabell 4.2 Resultater fra alternativvurdering for KS-peler

Alternativ	Reduksjon [tonn CO <sub>2</sub> -ekv.]	Reduksjon i klimapåvirkning, relativt til materialgruppe [%]	Reduksjon i total klimapåvirkning for strekningen [%]
<b>Alt. 0: Standard kalksement</b>	0	0 %	0 %
<b>Alt. 1: Multicem, CEM I</b>	23 413	58 %	-6 %
<b>Alt. 2: Multicem, CEM II</b>	26 489	65 %	-7 %
<b>Alt. 3: Multicem, CEM II, Lavkarbonsement</b>	28 625	71 %	-7 %
<b>Alt. 4: Multicem, CEM III</b>	30 206	75 %	-8 %

<sup>5</sup> <http://www.norcem.no/no/Multicem>

<sup>6</sup> [http://www.cementa.se/en/system/files\\_force/assets/document/multicem.pdf?download=1](http://www.cementa.se/en/system/files_force/assets/document/multicem.pdf?download=1)

<sup>7</sup> [http://epd.nsp01cp.nhosp.no/getfile.php/EPDer/Byggevarer/Sement/NEPD-1195-357\\_CEM-II-Standardsement-FA--CEM-II-B-M.pdf](http://epd.nsp01cp.nhosp.no/getfile.php/EPDer/Byggevarer/Sement/NEPD-1195-357_CEM-II-Standardsement-FA--CEM-II-B-M.pdf)

<sup>8</sup> [http://epd.nsp01cp.nhosp.no/getfile.php/EPDer/Byggevarer/Sement/151\\_Lavkarbonsement.pdf](http://epd.nsp01cp.nhosp.no/getfile.php/EPDer/Byggevarer/Sement/151_Lavkarbonsement.pdf)

<sup>9</sup> [http://epd.nsp01cp.nhosp.no/getfile.php/EPDer/Byggevarer/Sement/NEPD-1199-371\\_Cemex--Cem-III-A--42-5-L-LH-NA.pdf](http://epd.nsp01cp.nhosp.no/getfile.php/EPDer/Byggevarer/Sement/NEPD-1199-371_Cemex--Cem-III-A--42-5-L-LH-NA.pdf)

 <b>AAS-JAKOBSEN</b>				Side: 19
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan			Dato: 2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF	Rev.: 02	

Utslippsbesparelsen ved å benytte multicem i stedet for standard kalksement er beregnet til 23 500 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Ved å i tillegg kombinere multicem med mer miljøvennlige sementtyper er noe mer moderat kan man spare ytterligere ca. 3 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. for standard CEM II, ca. 5 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. for CEM II lavkarbonsement og ca. 7 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekv. for CEM III. Bruk av multicem kan dermed redusere klimagassutslippene fra kalksementpeler med 58-75%, avhengig av hvilken sementtype som benyttes (58% for peler med multicem i kombinasjon med standard CEM I, 65-71% med CEM II flyveaskesement og 75% med CEM III slaggsement). Dette tilsvarer en total reduksjon i klimagassutslipp for strekningen på mellom 6% og 8%.

Det har hittil ikke vært undersøkt hvilken innvirkning det vil ha på pelenes styrke å benytte sementtyper med resirkulert tilslag som erstatning for standard sement i multicem. I forbindelse med diskusjon av alternativer til kalksement i prosjektet ble det derfor vedtatt at det skal utføres testforsøk med ulike innblandinger. Resultatene fra testforsøk utført av Geovita<sup>10</sup> viste at det ikke er vesentlige forskjeller i resultatene mellom de ulike sementtypene. Innblanding med sement med høyere innhold av resirkulert tilslag kan altså ikke forutsettes å ha noen negativ innvirkning på pelenes styrke.

#### 4.4 Asfalt

Følgende alternativer er vurdert for asfalt:

**Alt 0:** 100 % standard asfalt

**Alt 1:** 100 % lavtemperaturasfalt

Utslipp fra produksjon av standard asfalt er forutsatt tilsvarende verdi angitt i EPD<sup>11</sup> for norsk bransjegjennomsnitt, publisert av EBA.

Lavtemperaturasfalt er betegnelsen på asfalt som produseres ved lavere temperatur enn det som er standard praksis. Dette kan gjøres ved tilsetning av vann for skumming eller ved bruk av kjemiske tilsetningsstoffer. Hovedformålet med å benytte lavere temperatur, er å gjøre arbeidsmiljøet bedre, ved å redusere avdamping. En tilleggseffekt av å redusere temperaturen, er at produksjonsutslippet av CO<sub>2</sub> reduseres, som følge av redusert energibruk. Å senke temperaturen i produksjonen med 20-25 °C vil redusere energibruken med ca. 10 %. Produksjonsprosessen står for ca. 40-45 % av produksjonsutslipp for asfalt. Dette medfører at en realistisk potensiell utslippsgevinst ved å erstatte standard asfalt med lavtemperaturasfalt vil ligge rundt 4,5 %. Etersom asfalt er en av de materialgruppene som har størst betydning for totale klimagassutslipp, er det likevel gjennomført alternativvurdering for bruk av lavtemperaturasfalt.

Det finnes svært lite data på produksjonsutslipp for lavtemperaturasfalt. Dette skyldes liten tilgang på tall for asfaltproduksjon generelt, og at utslipp fra asfalt er sterkt avhengig av råvarer (spesielt fukt i tilslagsmaterialer), produksjonsutstyr og kapasitetsutnyttelse. Etter

<sup>10</sup> Rapport fra Geovita er forventet å foreligge ca. juni 2018.

<sup>11</sup> [http://epd.nsp01cp.nhosp.no/getfile.php/EPDer/Byggevarer/Asfalt/NEPD-1390-456\\_Agb-11-Asfalt-slitelag-.pdf](http://epd.nsp01cp.nhosp.no/getfile.php/EPDer/Byggevarer/Asfalt/NEPD-1390-456_Agb-11-Asfalt-slitelag-.pdf)

 <b>AAS-JAKOBSEN</b>				Side: 20
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan			Dato: 2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF	Rev.: 02	

innspill fra Ole Sverre Molstad i Statens Vegvesen, er det forutsatt at lavtemperaturasfalt vil ha 8 % lavere produksjonsutslipp av CO<sub>2</sub> enn standard asfalt.

Det er forutsatt samme energibruk til asfaltlegging for standard asfalt og lavtemperaturasfalt. Det kan tenkes at bruk av lavtemperaturasfalt vil medføre noe lavere energibruk i legging, men dette er ikke medregnet på grunn av høy usikkerhet.

Den totale utslippsgevinsten ved å benytte lavtemperaturasfalt i bindlag og slitelag er beregnet å tilsvare ca. 1,6 kilotonn CO<sub>2</sub>-ekv. over 60 år. Dette gir en reduksjon i utslipp fra asfalt på 3 %, tilsvarende kun 0,4 % reduksjon i totale utslipp for strekningen, sammenliknet med nullalternativet. Når usikkerheten knyttet til mulig lavere dekkelevetid tas med i vurderingen, fremstår det ikke som et spesielt robust klimatiltak å benytte lavtemperaturasfalt. Det etterlyses imidlertid bedre underlag for å vurdere mer reell utslippseffekt ved bruk av lavtemperaturasfalt, samt bedre grunnlag for vurdering av reell dekkelevetid.

#### 4.5 Sammenstilling av alternativvurderinger

En sammenstilling av alternativvurderingene er gitt i Tabell 4.3.

Tabell 4.3 Sammenstilling av alternativvurderinger

	Alternativ	Reduksjon, absoluttverdi [tonn CO <sub>2</sub> -ekv.]	Reduksjon i klimapåvirkning, relativt til materialgruppe [%]	Reduksjon relativ til nullalternativ
	<i>Nullalternativ (base case)</i>	0	0 %	0 %
<b>Armering</b>	Armering iht. norsk snitt	55 610	76 %	-14 %
<b>Betong</b>	24 % lavvarmebetong i konstruksjoner	5 600	8 %	-1 %
<b>Asfalt</b>	Lavtemperaturasfalt	1 574	3 %	-0,4 %
<b>KS-peler</b>	Multicem, CEM I	23 413	58 %	-6 %
	Multicem, CEM II standard	26 489	65 %	-7 %
	Multicem, CEM II lavkarbonsement	28 625	71 %	-7 %
	Multicem, CEM III	30 206	75 %	-8 %

 <b>AAS-JAKOBSEN</b>				Side: 21
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan			Dato: 2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF	Rev.: 02	

## VEDLEGG A AGGREGERT MENGDEGRUNNLAG

Materialtype	Enhet	Mengde
Plasstøpt betong	m <sup>3</sup>	197167
Kamstål	kg	32777440
Asfalt	kg	95397446
Kalksementpeler	kg	42725898
Betonghvelv	m <sup>2</sup>	165458
Sprøytebetong	m <sup>3</sup>	41098
Sement	kg	14680667
Stål	kg	2620561
Belysningsutstyr	stk	5716
Spuntstål	kg	4572612
Trevirke	m <sup>3</sup>	26504
Grus/pukk	kg	1205895484
Vifte/ventilator	stk	230
Sprengstoff	kg	950807
Ekstrudert polystyren (XPS)	m <sup>3</sup>	5470
Betongelementer	kg	4407
Kabling	m	50000
Ekspandert polystyren (EPS)	m <sup>3</sup>	14151
Fliser	m <sup>2</sup>	41778
Vegutstyr	stk	792
Geosynteter	m <sup>2</sup>	228068
Plast	kg	17125
Diesel	l	43932787
Elektrisitetsforbruk	kWh	721536000

 		Side: 22
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan	Dato: 2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF Rev.: 02

## VEDLEGG B    OVERSIKT OVER UNDERLAG FOR KLIMABUDSJETT IHT. KALKYLEOPPSETT I ANSLAG

A    Forberedende arbeider og masseflytting		
A1	Midlertidige trafikkomlegginger og faser	Asfaltdekke på midlertidig omlegging av E18 er medregnet iht. mengdeinformasjon i Anslag-rapport, datert 04.09.17
A2	Flytting og omlegging.	Ikke medregnet
A3	Rensing av anleggsvann	Ikke medregnet
A4	Riving av innløste bygninger	Ikke medregnet
A5	Riving og fjerning av konstruksjoner	Ikke medregnet
A6	Masseflytting	Medregnet iht. mengdeinformasjon i Anslag-rapport, datert 04.09.17
A7	Geotekniske tiltak for omlegginger og veg i dagen	Medregnet iht. mengdeoppsett i kostnadsestimat utarbeidet av Aas-Jakobsen, datert 25.01.2015
<b>B</b>	<b>Veg overbygning i dagen. E18</b>	Medregnet iht. mengdeoppsett for vegoverbygning utarbeidet av Vianova, datert 31.08.17. Omfatter både vegkropp for dagsone og i tunneler.
<b>C</b>	<b>Veg overbygning i dagen. Bussveg</b>	
<b>D</b>	<b>Veg overbygning i dagen. Hovedlokal og lokalveger.</b>	
<b>E</b>	<b>Veg overbygning i dagen. Gang og sykkelveger.</b>	
<b>F</b>	<b>Konstruksjoner. E18.</b>	
<b>G</b>	<b>Konstruksjoner. Kollektiv.</b>	Medregnet iht. mengdeoppsett for konstruksjoner på prosesskodeformat, utarbeidet av Aas-Jakobsen, datert 03.02.16. Inkluderer også tunnelportaler. Betongmengder og armeringsstål korrigeret ifm. alternativvurderinger vår 2018. Mengdeoppsett utarbeidet av Aas-Jakobsen med betong per konstruksjon benyttet. Armeringsmengde beregnet iht. opprinnelig mengdeoppsett.
<b>H</b>	<b>Konstruksjoner. Hovedlokal og lokal.</b>	
<b>I</b>	<b>Konstruksjoner. Gang og sykkelveger.</b>	
<b>J</b>	<b>E18 Tunneler - berg og betong.</b>	
J1	E18 Stabekklokket	
J1.1	Stabekklokket konstruksjon - K320	Medregnet iht. mengdeoppsett for konstruksjoner på prosesskodeformat, utarbeidet av Aas-Jakobsen, datert 03.02.16
J1.2	Veg og VA i tunnel	Vegkropp medregnet under veg overbygning, iht. mengdeoppsett for vegoverbygning utarbeidet av Vianova, datert 31.08.17
J1.3	J230 - Teknisk bygg Stabekklokket	Ikke medregnet
J2	E18 Høviktunnelen	
J2.1	Sonderboring, kjerneboring og injeksjon	Medregnet iht. mengdeoppsett for tunneler på prosesskodeformat, utarbeidet av Vianova/NGI, datert 03.08.17



 <b>AAS-JAKOBSEN</b>				Side: 23
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan			Dato: 2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF	Rev.: 02	

J2.2	Sprengning av tunnel, inkl nisjer og rom	Medregnet iht. mengdeoppsett for tunneler på prosesskodeformat, utarbeidet av Vianova/NGI, datert 03.08.17
J2.3	Sikring av tunnel	Medregnet iht. mengdeoppsett for tunneler på prosesskodeformat, utarbeidet av Vianova/NGI, datert 03.08.17
J2.4	Vann og frostsikring	Medregnet iht. mengdeinformasjon i Anslag-rapport, datert 04.09.17
J2.5	Portaler, overbygg, pumpestasjon mm	Medregnet iht. mengdeoppsett for konstruksjoner på prosesskodeformat, utarbeidet av Aas-Jakobsen, datert 03.02.16
<b>K Kollektivtunneler - berg og betong</b>		
K1	Busstunnel Lysaker	
K1.1	Sonderboring, kjerneboring og injeksjon	Medregnet iht. mengdeoppsett for tunneler på prosesskodeformat, utarbeidet av Vianova/NGI, datert 03.08.17
K1.2	Sprengning av tunnel, inkl nisjer og rom	Medregnet iht. mengdeoppsett for tunneler på prosesskodeformat, utarbeidet av Vianova/NGI, datert 03.08.17
K1.3	Sikring av tunnel	Medregnet iht. mengdeoppsett for tunneler på prosesskodeformat, utarbeidet av Vianova/NGI, datert 03.08.17
K1.4	Vann og frostsikring	Medregnet iht. mengdeinformasjon i Anslag-rapport, datert 04.09.17
K1.5	Portaler, overbygg, pumpestasjon mm	Medregnet iht. mengdeoppsett for konstruksjoner på prosesskodeformat, utarbeidet av Aas-Jakobsen, datert 03.02.16
K1.6	Veg og VA i tunnel	Vegkropp medregnet under veg overbygning, iht. mengdeoppsett for vegoverbygning utarbeidet av Vianova, datert 31.08.17
K1.7	Utstøping av kryssningspunkt i Granfosstunnelen	Ikke medregnet
K2	Busstunnel Stabekklokket (Strand)	
K2.1	Sonderboring, kjerneboring og injeksjon	Medregnet iht. mengdeoppsett for tunneler på prosesskodeformat, utarbeidet av Vianova/NGI, datert 03.08.17
K2.2	Sprengning av tunnel, inkl nisjer og rom	Medregnet iht. mengdeoppsett for tunneler på prosesskodeformat, utarbeidet av Vianova/NGI, datert 03.08.17
K2.3	Sikring av tunnel	Medregnet iht. mengdeoppsett for tunneler på prosesskodeformat, utarbeidet av Vianova/NGI, datert 03.08.17
K2.4	Vann og frostsikring	Medregnet iht. mengdeinformasjon i Anslag-rapport, datert 04.09.17
K2.5	Portaler, overbygg, pumpestasjon mm	Medregnet iht. mengdeoppsett for konstruksjoner på prosesskodeformat, utarbeidet av Aas-Jakobsen, datert 03.02.16

 <b>AAS-JAKOBSEN</b>				Side: 24
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan			Dato: 2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF	Rev.: 02	

K2.6	Veg og VA i tunnel	Vegkropp medregnet under veg overbygning, iht. mengdeoppsett for vegoverbygning utarbeidet av Vianova, datert 31.08.17
<b>L Diagonal/hovedlokal tunneler - berg og betong</b>		
L1	Gjønnestunnelen (Bærumsdiagonalen)	
L1.1	Sonderboring, kjerneboring og injeksjon	Medregnet iht. mengdeoppsett for tunneler på prosesskodeformat, utarbeidet av Vianova/NGI, datert 03.08.17
L1.2	Sprengning av tunnel, inkl nisjer og rom	Medregnet iht. mengdeoppsett for tunneler på prosesskodeformat, utarbeidet av Vianova/NGI, datert 03.08.17
L1.3	Sikring av tunnel	Medregnet iht. mengdeoppsett for tunneler på prosesskodeformat, utarbeidet av Vianova/NGI, datert 03.08.17
L1.4	Vann og frostsikring	Medregnet iht. mengdeinformasjon i Anslagsrapport, datert 04.09.17
L1.5	Portaler, overbygg, pumpestasjon mm	Medregnet iht. mengdeoppsett for konstruksjoner på prosesskodeformat, utarbeidet av Aas-Jakobsen, datert 03.02.16
L1.6	Veg og VA i tunnel	Vegkropp medregnet under veg overbygning, iht. mengdeoppsett for vegoverbygning utarbeidet av Vianova, datert 31.08.17
<b>M Tekniske installasjoner og utstyr</b>		
M1	Riving og omlegginger av teknisk utstyr	Ikke medregnet
M2	Infrastruktur for tekniske anlegg	Kabelgrøfter, trekkerør og stålmaster medregnet iht. mengdeinformasjon i Anslagsrapport, datert 04.09.17
M3	Elektrotekniske installasjoner	Høyspentkabler, kabelkanaler og jordledning medregnet iht. mengdeinformasjon i Anslagsrapport, datert 04.09.17
M4	Styring, regulering og overvåkning (SRO)	Ikke medregnet
M5	Belysning tunnel. (Levering).	Medregnet iht. mengdeinformasjon i Anslagsrapport, datert 04.09.17
M6	Ventilatorer tunnel	Medregnet iht. mengdeinformasjon i Anslagsrapport, datert 04.09.17
M7	Skilt og trafikkutstyr. (Levering).	Medregnet iht. mengdeinformasjon i Anslagsrapport, datert 04.09.17
<b>N Andre tiltak</b>		
N1	Støytiltak	
N1.1	Støytiltak langs veg	Medregnet iht. mengdeinformasjon i Anslagsrapport, datert 04.09.17
N1.2	Lokale støytiltak	Ikke medregnet
N2	Rensetiltak for vann	Ikke medregnet
N3	Beplantning og landskap	Ikke medregnet
<b>O</b>	<b>Entreprenørens rigg og drift.</b>	
		Ikke medregnet

 <b>AAS-JAKOBSEN</b>				Side: 25
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan			Dato: 2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF	Rev.: 02	

<b>P</b>	<b>Byggherrekostnader</b>	Ikke medregnet
<b>Q</b>	<b>Grunnerverv</b>	Ikke medregnet
<b>R</b>	<b>Merverdiavgift.</b>	Ikke medregnet
<b>U</b>	<b>Usikkerhetsfaktorer</b>	Ikke medregnet

### Kalkyleposter medregnet for konstruksjoner

Post i underlag	Post lagt inn i VegLCA	Prosess	Antakelser
81.1		Gravearbeider over vann	
81.6		Utlegging av masser over vann	
81.631		Avrettingslag	
81.92	52.2	Fiberduk (kl.4 iht. prosess 52.23)	
81.93	52.34	Frostisolasjon (XPS iht. prosess 52.34)	Forutsatt tykkelse 50 mm
82.1	82.12	Sprengning (antatt over vann)	Forutsatt sprengning over vann
83.20	83.12	Betongpeler P345MA	
83.51	83.551	Stålkjernerperler Ø90	Utslippstall per m pel er basert på Ø100, har multiplisert med 0,9 for å ta høyde for Ø90
83.52	83.551	Stålkjernerperler Ø100	Levering av stålkjerner inklusive skjøt (Ø100)
83.54	83.551	Stålkjernerperler Ø150	Utslippstall per m pel er basert på Ø100, har multiplisert med 0,9 for å ta høyde for Ø150
83.55	83.551	Stålkjernerperler Ø180	Utslippstall per m pel er basert på Ø100, har multiplisert med 0,9 for å ta høyde for Ø180
83.56	83.551	Stålkjernerperler Ø200	Utslippstall per m pel er basert på Ø100, har multiplisert med 0,9 for å ta høyde for Ø200
83.2923	83.61	Rørspunt	Forutsatt stålspunt
83.6		Spunt- og avstivningssystemer	
84.2113	84.2	Forskaling (vegg/tak), inkl. stillas	
84.21311	84.2	Forskaling, bruoverbygning, inkl. stillas	
84.2132	84.2	Forskaling, synlige flater (gen.)	
84.31		Armering kamstål B 500 NC	
84.37		Spennarmering	
84.411	84.4	Betongavretting på løsmasser	Forutsatt tykkelse 50 mm (håndbok R762) lagt inn som betongstøp
84.41321	84.4132	Betongstøp over vann, normalvektsbetong (SV-40)	
85.1		Stålkonstruksjoner; Levering, bearbeiding, behandling	
85.4		Transport og montasje av stålkonstruksjoner	

 <b>AAS-JAKOBSEN</b>				Side: 26
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan			Dato: 2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF	Rev.: 02	

86.291	86.27	Forblending med stein	
87.142	87.142	Membran (heter fuktisolering type A3-2 i VegLCA)	
87.15		Avrettingslag, bindlag og slitelag av asfalt	
87.2211	87.22	Kjøresterkt brurekkverk (stål)	
87.2213	87.24	Gang/sykkelveg brurekkverk (stål)	
87.223	87.222	Stålrekkverk på betongmurer	Forutsatt mellomrekkverk i stål
87.26		Støyskjerm	

Tabellen over viser hvilke kalkyleposter som er medregnet for konstruksjoner. Resten av kalkylepostene er vurdert som neglisjerbare for totalresultatene, eller er utelatt på grunn av for lite informasjon på dette stadiet.

### Kalkyleposter medregnet for vegoverbygning

Post i mengdeberegninger	Prosesskode VegLCA	Prosessnavn VegLCA
Slitelag Ab 16	65.22	Slitelag av asfaltbetong (Ab)
Slitelag Agb 11	65.21	Slitelag av asfaltgrusbetong (Agb)
Bindlag Ab 16	65.12	Bindlag av asfaltbetong (Agb)
Bærelag Ag 16	55.11	Bærelag av Ag 16
Bærelag fk 0/45	54.2	Bærelag av knuste steinmaterialer, Fk
Forsterkningslag kult 22/120	53.2	Forsterkningslag av knuste steinmaterialer av pukk og kult
Frostsikringslag kult 0/250	52.31	Frostsikringslag av stand, grus eller steinmaterialer

 		Side: 27
Prosj. nr 11850	E18 Vestkorridoren, Lysaker – Ramstadsletta Byggeplan	Dato: 2019.09.30
Dok. nr X_727	Klimabudsjett E18 Lysaker-Ramstadsletta	Sign MF Rev.: 02

## Kalkyleposter medregnet for tekniske installasjoner og utstyr

Post i anslag	Prosess- kode i VegLCA	Prosessnavn i VegLCA	Kommentar
<b>M2 Infrastruktur for tekniske anlegg</b>			
Kabelgrøfter daganlegg og sideveger	44.1	Kabelgrøfter	
Trekkerør daganlegg og tunnel /110/40) mm	44.3	Trekkerør	Antatt samme lengde som kabelgrøft
Belysningsanlegg master for vei E18 og sideveier	76.342	Stålmaster	Antatt stålmaster
	76.37	Armaturer	Antatt vanlig belysning
<b>M3 Elektrotekniske installasjoner</b>			
Høyspentanlegg 11 kV	44.21	Høyspentkabler	Antatt samme lengde som kabelgrøft
Kabelbroer	44.42	Kabelkanaler, ferdigstøpte	
Jording, daganlegg og tunnel	44.28	Jordledning	Antatt samme lengde som kabelgrøft
<b>M7 Skilt og trafikkutstyr</b>			
Nødskilt, faste småskilt, innv. Belyste	77.1	Oppsetting av skilt	
Faste småskilt, inkl. stolper/innfesting	77.1	Oppsetting av skilt	
Faste veivisningsskilt, inkl. mast	77.1	Oppsetting av skilt	
Mekanisk variable visningsskilt, inkl. mast	77.1	Oppsetting av skilt	
Kjørefeltsignaler, rød blink	77.1	Oppsetting av skilt	
	76.37	Armaturer	LED
Var. Fartsskilt/fareskilt, LED	77.1	Oppsetting av skilt	
	76.37	Armaturer	LED
LED sersjant/530/560 skilt	77.1	Oppsetting av skilt	
	76.37	Armaturer	LED
LED RGB var. vegvisningsskilt, store og små	77.1	Oppsetting av skilt	
	76.37	Armaturer	LED
<b>N1 Støytiltak langs veg</b>			
Støyskjermer	72.1	Støyskjermer	
<b>Ikke angitt i anslaget</b>			
Vegrekkverk/midtdeler for veg i dagen	75.235	Dobbelt rekkverk av stål på stålstoelper	
Vegrekkverk/midtdeler for veg i dagen, bussveg	75.235	Dobbelt rekkverk av stål på stålstoelper	