

Statens vegvesen

Dokumentasjon VegLCA v5.01

Utgave: 1

Dato: 2021-05-31

DOKUMENTINFORMASJON

Oppdragsgiver:	Statens vegvesen
Rapporttittel:	Dokumentasjon VegLCA v5.01
Utgave/dato:	1 / 31. mai. 2021
Arkivreferanse:	-
Oppdrag:	Oppdatering av VegLCA 2021
Oppdragsleder:	Johanne Hammervold
Fag:	Energi og miljø
Tema	Miljøanalyse og -ledelse
Skrevet av:	Oddbjørn Dahlstrøm Andvik, Mie Fuglseth, John Sverre Rønnevik, Erlend Brenna Raabe, Henriette Mo Sandberg, Johanne Hammervold
Kvalitetskontroll:	Oddbjørn Dahlstrøm Andvik
Asplan Viak AS	www.asplanviak.no

FORORD

Asplan Viak har vært engasjert av Statens Vegvesen for å utarbeide et livsløpsbasert verktøy for å beregne klimapåvirkning og andre miljøpåvirkninger fra veg- og jernbaneinfrastruktur. Nyeste versjon (v5.01) omfatter oppdateringer av utslippsfaktorer, beregningsfaktorer, generell feilretting og økt valgmulighet mot drivstofftype for anleggsmaskiner og maskiner for massetransport.

Verktøyet er blitt oppdatert og videreutviklet i flere trinn, senest våren 2021. Dette dokumentet beskriver metodikk og forutsetninger for verktøyet. Brukerveiledning for verktøyet, med forklaring av hvordan de ulike funksjonene brukes for å analysere et vegprosjekt er beskrevet i «Brukerveiledning VegLCA v5.01».

Johanne Hammervold og John Sverre Rønnevik har vært oppdragsledere for Asplan Viak gjennom utvikling og oppdatering av VegLCA. Faglig ansvarlige for utviklingen av verktøyet har vært Johanne Hammervold, Oddbjørn Dahlstrøm Andvik, Mie Fuglseth, John Sverre Rønnevik, Erlend Brenna Raabe, M. Henriette Mo Sandberg. Vianova, ved Erling Graarud og Knut S. Rekaa har også bistått i siste oppdatering, da i hovedsak med gjennomgang og oppdatering av beregningsfaktorer samt drifts- og vedlikeholdsprosesser.

Trondheim, 31/05/2021



Johanne Hammervold
Oppdragsleder

Oddbjørn Dahlstrøm
Andvik
Kvalitetssikrer

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning.....	5
1.1	Bakgrunn	5
1.2	Målgruppe og bruk av verktøyet.....	5
1.3	Hvordan VegLCA mellomfaseverktøyet fungerer.....	5
1.4	Hvordan VegLCA senfaseverktøyet fungerer	6
2	Miljødatainventar for innsatsfaktorer.....	11
2.1	Miljødata for betong og sement	12
3	Beregningsfaktorer.....	14
3.1	Materialforbruk	14
3.2	Byggeaktiviteter	18
3.3	Drift og vedlikehold	19
3.4	Arealbruksendringer.....	22
4	Utslippsberegninger	23
4.1	Utslippskategorier	23
4.2	Utslippsfaktorer.....	23
5	Referanser	25
6	VEDLEGG.....	26

TABELLER

<i>Tabell 1: Innsatsfaktorer inkludert i mellomfaseverktøyet</i>	5
<i>Tabell 2: Innsatsfaktorer inkludert i senfaseverktøyet</i>	6
Tabell 3: Mengder som beregnes for prosesser.....	10
Tabell 4: Transportavstander for materialtransport	16
Tabell 5: Transportavstander for stein- og jordmasser.....	18
<i>Tabell 6: Sprengstofforbruk for ulike sprengningsoperasjoner</i>	19
<i>Tabell 7: Energiforbruk belysning og ventilasjon i drift</i>	20
<i>Tabell 8: Formelverk for energibruk i drift av tunneler</i>	20
<i>Tabell 9: Levetider for komponenter</i>	21
<i>Tabell 10: CO₂-utslipp knyttet til arealbruksendringer</i>	22
<i>Tabell 11: Miljøpåvirkningskategorier.....</i>	23
Tabell 12: Oversikt over endringer i utslippsfaktorer fra VegLCA v. 4.10 til v. 5.01 for ulike materialer og aktiviteter. Om det ikke er oppgitt navn i kolonnen «Navn v. 5.01» betyr dette at utslippsfaktoren enten er lik som i v.4.10, eller at utslippsfaktoren er fjernet og erstattet med en annen utslippsfaktor. Hvis den er oppdatert, vises ny verdi i kolonnen «Verdi v.5.01, hvis den er erstattet er respektive celle	

oppgitt som blank. Nye materialer som er gjeldende for v.5.01 er kun oppgitt i kolonne «Navn v.5.01»..... 29

1 INNLEDNING

VegLCA er utviklet av Asplan Viak på oppdrag fra Statens Vegvesen, i 2014-15, og er sist oppdatert i mai 2021. Gjeldende versjon er v5.01. Denne rapporten dokumenterer metodikken og de forutsetninger som er benyttet i verktøyet for beregning av miljøpåvirkning fra veginfrastruktur gjennom hele dens livsløp. Beregningsfaktorer og utslippsfaktorer som benyttes i beregningene gjengis ikke her, da det omfatter store mengder data. Alle faktorer kan finnes i regnearket, inkludert dokumentasjon, og kan dessuten overstyres av bruker av verktøyet dersom det er ønskelig å bruke egne data.

VegLCA v 5.01 inkluderer prosesskoder for jernbaneteknikk, slik at verktøyet (både mellomfase og senfaseverktøy) nå kan brukes både for veiinfrastruktur og jernbaneinfrastruktur.

1.1 Bakgrunn

BridgeLCA er et regneark som benyttes til livsløpsvurdering (LCA) av bruer. Dette ble utviklet som del av et skandinavisk forskningsprosjekt, ETSI (Bridge Life Cycle Optimization) og ferdigstilt i 2012. Det var fra Statens Vegvesens side ønskelig med en videreutvikling av ETSI-bru til å omfatte alle relevante konstruksjoner i veginfrastruktur; bru, tunnel og veg i dagen. Som ETSI-bru skal verktøyet baseres på gjeldende standarder og «best-practice» for livsløpsvurderinger, og beregninger og metodikk skal være oversiktlig, transparent og etterprøvbare.

1.2 Målgruppe og bruk av verktøyet

Verktøyet er spesialtilpasset for bruk i detaljplanlegging av veg- og jernbaneinfrastrukturprosjekter, og skal også kunne benyttes i utarbeidelse av tilbud på anleggsarbeid samt i beregning av miljøregnskap som følge av et anleggsarbeid.

VegLCA omfatter to verktøy; mellom- og senfaseverktøy. Mellomfaseverktøyet er tilpasset bruk i mellomfase av planprosessen, når detaljerte mengdedata ikke er tilgjengelig. Senfaseverktøyet er tilpasset for bruk i detaljplanlegging av infrastrukturprosjekter, og skal også kunne benyttes i utarbeidelse av tilbud på anleggsarbeid samt i beregning av miljøregnskap som følge av et anleggsarbeid.

1.3 Hvordan VegLCA mellomfaseverktøyet fungerer

Mellomfaseverktøyet er i sin helhet i en egen fane, der informasjon og data fylles inn og resultatene vises. Det er også for dette verktøyet mulig å benytte egne prosjektspesifikke verdier ved å fylle inn disse i fane **Beregningsfaktorer** og/eller fane **Utslippsfaktorer**. Systemgrenser, beregningsfaktorer og utslippsfaktorer er de samme som for senfaseverktøyet, men det er langt færre som inngår i beregningene da dette ikke omfatter like mange materialer som senfaseverktøyet. Innsatsfaktorene som er inkludert er gitt Tabell 1.

Tabell 1: Innsatsfaktorer inkludert i mellomfaseverktøyet

Innsatsfaktorer	
Asfalt (flere typer)	Rør og kummer (plast/betong)
Betong (flere typer)	Skumglassgranulat
Betongelementer (flere typer)	Sprengstoff og detonasjon
Bærelag	Sprøytebetong

Ekspandert polystyren (EPS)		Støttemur (betong/naturstein)
Ekstrudert polystyren (XPS)		Stål (flere typer)
Forsterkningslag		Tettemembran, plast
Grus/pukk		Trevirke (flere typer)
Injeksjonssement		Arealbeslag (ulike arealtyper)
Kalksementpel		Elektrisitet - Anlegg/Drift og vedlikehold
Lettklinker/Ekspandert leire		Massetransport
Rekkverk (flere typer)		Masseutgraving

1.4 Hvordan VegLCA senfaseverktøyet fungerer

Senfaseverktøyet er bygget opp etter vegvesenets Prosesskode 1 og 2 (2015). Dette vil si at det er ment å bruke inndata som er gitt i henhold til prosesskode-strukturen i verktøyet, med de enhetene som er angitt for hver post i prosesskoden.

Ikke alle poster i prosesskoden er inkludert i verktøyet. Kun poster i prosesskoden som beskriver prosesser som er relevante for totale klimagassutslipp i vegens levetid inkluderes i analysen. Materialer/prosesser som er av neglisjerbar betydning for totale klimagassutslipp er ekskludert. Poster i prosesskoden som ikke omhandler forbruk av materialer eller energi er også utelatt. For en del av prosesskodene skal mengder angis i kostnader. Med unntak av Hovedprosess 1 (som består kun av kostnadsposter) er ikke disse inkludert.

Systemgrensene for livsløpsvurderingen er i utgangspunktet identisk med prosesskodene. Prosesser som angis i spesiell beskrivelse i tilbudsdokumenter faller utenfor generell oppbygning av prosessene. Her må bruker ta stilling til hvorvidt mengder som er angitt i spesiell beskrivelse i stedet kan inkluderes på en fornuftig måte i standard prosesskoder. Bruker definerer selv analyseperiode (for eksempel antatt levetid på infrastrukturen, 60 år er satt som standard), og beregningene gjøres på bakgrunn av dette. Det vil si at komponenter som har en levetid kortere enn analyseperioden antas skiftet ut med intervaller i henhold til komponentenes respektive levetid. Komponenter med lengre levetid enn analyseperioden inkluderes i sin helhet, det vil si at «restverdien» ikke tas hensyn til. Beregninger av energibruk i drift baseres på faktorer for eksempelvis elektrisitetsforbruk per stk armatur for standard vegbelysning og elektrisitetsforbruk til drift av tunneler ut fra tunnelklasse og – lengde.

Ut fra data som fylles inn for hver post beregnes mengder av ulike innsatsfaktorer (material- og energiforbruk). Innsatsfaktorene som er inkludert er gitt i Tabell 2.

Tabell 2: Innsatsfaktorer inkludert i senfaseverktøyet

ASFALTMATERIALER		DIESEL OG ELEKTRISITET	
Asfaltert grus (Ag)	kg	Anleggsdiesel: Innblanding biodisel basert på omsetningskrav, B0	/
Asfaltert pukk (Ap)	kg	Forbrenning av Anleggsdiesel: Innblanding biodisel basert på omsetningskrav, B0	/
Asfaltgrusbetong (Agb)	kg	Diesel for veitransport: Innblanding biodisel basert på omsetningskrav, B20	/
Asfaltbetong (Ab)	kg	Forbrenning av Diesel for veitransport: Innblanding biodisel basert på omsetningskrav, B20	/
Asfaltbetong (Ab PMB)	kg	Fossil diesel, 0% biodiesel	/
Mykasfalt (Ma)	kg	Forbrenning av fossil diesel, 0% biodiesel	/
Asfaltkumgrus (Asg)	kg	Konvensjonelt biodrivstoff, 100% biodiesel	/
Skjelettasfalt (Ska)	kg	Forbrenning av konvensjonelt biodrivstoff, 100% biodiesel	/

Skjelettasfalt (Ska PMB)	kg	Avansert biodrivstoff, 100% biodiesel	l
Støpeasfalt (Sta)	kg	Forbrenning av avansert biodrivstoff, 100% biodiesel	l
Topeka (Top)	kg	Materialtransport (transport av materialer inn til prosjektet)	tkm
Emulsjonsgrus (Esg)	kg	Massetransport (diesel for veitransport)	tkm
Gjenbruksasfalt (Gja)	kg	Massetransport, helning > 5 % (diesel for veitransport)	tkm
Drensasfalt (Da)	kg	Massetransport (anleggsdiesel)	tkm
Tynndekke (T)	kg	Massetransport, helning > 5 % (anleggsdiesel)	tkm
Slamasfalt (Sla)	kg	Massetransport, transportbånd	tkm
BETONG OG SEMENT		Elektrisitet - Anlegg	kWh
Normalbetong, B30, Bransjereferanse	m3	Elektrisitet - Drift og vedlikehold	kWh
Normalbetong, B30, Lavkarbon B	m3	ANNET	
Normalbetong, B30, Lavkarbon A	m3	Aluminium	kg
Normalbetong, B35, Bransjereferanse	m3	Behandling, forurensede masser	tonn
Normalbetong, B35, Lavkarbon B	m3	Bitumenemulsjon	kg
Normalbetong, B35, Lavkarbon A	m3	Ekspandert polystyren (EPS 200)	m3
Normalbetong, B45, Bransjereferanse	m3	Ekstrudert polystyren (XPS 400)	m3
Normalbetong, B45, Lavkarbon B	m3	Epoxy	kg
Normalbetong, B45, Lavkarbon A	m3	Epoxy mastic	m2
Normalbetong, B55, Bransjereferanse	m3	Epoxymling, 100um	m2
Normalbetong, B55, Lavkarbon B	m3	Epoxy primer, sinkrik	m2
Normalbetong, B55, Lavkarbon A	m3	Epoxy primer, min 90% sink	m2
Lettbetong	m3	Filmdannende belegg	m2
Undervannsbetong	m3	Glass	kg
Betongrekkverk B45 Bransjereferanse	m	Grus/pukk	kg
Betongrekkverk B45 Lavkarbon B	m	Kalk	kg
Betongrekkverk B45 Lavkarbon A	m	Kalksement (50% K/50% S), CEM I	kg
Sement, CEM I	kg	Kalksement (25% K/75% S), CEM I	kg
Sement, CEM II	kg	Kalksement (75% K/25% S), CEM I	kg
Sement, CEM III	kg	Kalksement (50% K/50% S), CEM II	kg
Slemming	m2	Kalksement (25% K/75% S), CEM II	kg
BETONGELEMENTER		Kalksement (75% K/25% S), CEM II	kg
Betongpel P270, Bransjereferanse	m	Kalksement (50% K/50% S), CEM III	kg
Betongpel P270, Lavkarbon B	m	Kalksement (25% K/75% S), CEM III	kg
Betongpel P270, Lavkarbon A	m	Kalksement (75% K/25% S), CEM III	kg
Betongpel P345, Bransjereferanse	m	Kobber	kg
Betongpel P345, Lavkarbon A	m	Konstruksjonstrevirke	m3
Betongpel P345, Lavkarbon B	m	LED Vegbelysning	stk
Betong, elementer B35 Bransjereferanse	tonn	Lettklinker/Ekspandert leire	m3
Betong, elementer B35 Lavkarbon B	tonn	Limtre	m3
Betong, elementer B35 Lavkarbon A	tonn	Lysmast av tre	stk
Betong, elementer B45 Bransjereferanse	tonn	Lysmast av stål	stk
Betong, elementer B45 Lavkarbon B	tonn	Lysmast av fiberforsterket kompositt	stk
Betong, elementer B45 Lavkarbon A	tonn	Lysmast av aluminium	stk
Betong, elementer B55 Bransjereferanse	tonn	Lysmast av fagverk av metallkonstruksjoner - gittermast	stk

Betong, elementer B55 Lavkarbon B	tonn	NaH Vegbelysning	stk
Betong, elementer B55 Lavkarbon A	tonn	Naturstein	kg
Sandfangkum, betong	stk	Nettanode, titan	m2
Sandfangkum, plast	stk	Oljemaling	kg
Inspeksjonskum, betong	stk	Polyuretan-akryl, maling	m2
Inspeksjonskum, plast	stk	Pulverlakkering, 60um	m2
Spillvannskum, betong	stk	Salt, for vinterdrift	kg
Spillvannskum, plast	stk	Sementstabilisert grus	kg
Vannkum, betong	stk	Sink	kg
Vannkum, plast	stk	Sinkbelegg, stål, 130um	m2
Trekkekum TK2-900	stk	Skumglassgranulat	m3
Trekkekum TK3-900	stk	Slissevegg	m2
Trekkekum S TK2	stk	Sprengstoff	kg
Trekkekum S TK3	stk	Sprengning (detonasjon, A5)	kg
Trekkekum TK1 tunnel	stk	Standard vegbelysning	stk
Trekkekum TK2 tunnel	stk	Topprekkeverk	m
Uisolert hvelv av sprøytebetong, B35 Bransjereferanse, med armeringsnett	m2	Trykkimpregnert tre	m3
Uisolert hvelv av sprøytebetong, B35 Lavkarbon, med armeringsnett	m2	Trykkimpregnering med kreosot	m3
Uisolert hvelv av sprøytebetong, B35 Bransjereferanse, med stålfiberarmering	m2	Trykkimpregnering med salt	m3
Uisolert hvelv av sprøytebetong, B35 Lavkarbon, med stålfiberarmering	m2	Vannavvisende impregnering	m2
Isolert hvelv av sprøytebetong, B35 Bransjereferanse, med armeringsnett	m2	Vegskilt	stk
Isolert hvelv av sprøytebetong, B35 Lavkarbon, med armeringsnett	m2	Vifte/ventilator	stk
Isolert hvelv av sprøytebetong, B35 Bransjereferanse, med stålfiberarmering	m2	Pumpe i pumpestasjon	stk
Isolert hvelv av sprøytebetong, B35 Lavkarbon, med stålfiberarmering	m2	AREALBRUK	
Isolert hvelv av betongelementer, B35 Bransjereferanse	m2	Vegetasjonsrydding, lav bonitet	m2
Isolert hvelv av betongelementer, B35 Lavkarbon B	m2	Vegetasjonsrydding, middels bonitet	m2
Isolert hvelv av betongelementer, B35 Lavkarbon A	m2	Vegetasjonsrydding, høy bonitet	m2
Isolert hvelv av lettbetongelementer	m2	Felling av trær til tømmer	m3
Betongslitelag, B55 med stålfiberarmering	m2	Felling av trær til ved	m3
SPRØYTEBETONG		Avtaging av vegetasjonsdekke, skogbunn	m3
Sprøytebetong, B35, Bransjereferanse	m3	Avtaging av vegetasjonsdekke, myr	m3
Sprøytebetong, B35, Lavkarbon	m3	Avtaging av vegetasjonsdekke, innmarksbeite	m3
Sprøytebetong, B35, Bransjereferanse, med tilsetning av stålfiber	m3	Avtaging av matjord	m3
Sprøytebetong, B35, Lavkarbon, med tilsetning av stålfiber	m3	BANE: OVERBYGNING OG JERNBANETEKNIKK	
KABLER		Skinner	kg
Kabel, tele	m	Sviller (betong)	tonn
Kabel, høyspent	m	Befestigelser (stål)	kg
Kabel, lavspent	m	Ballast	m3
Kabel, fiberoptisk	m	Ballastmatter	m2
Kabel, jordledning	m	Ballastfritt spor	m
STÅLMATERIALER		Stål, KL mast	kg

Stål, konstruksjon m/resirk	kg	Kontaktledning, dagsone og bru	kg
Stål, konstruksjon u/resirk	kg	Avspenninger, dagsone og bru	kg
Stål, rustfritt/høykvalitet	kg	Kabel, diverse kontaktledning	kg
Stål, varmforsinket	kg	Transformator	kg
Stål, peler	kg	Filterimpedanser	kg
Stål, spunt	kg	Skillebrytere, lastskillebrytere, effektbrytere m/kiosk, og skinnebrytere	kg
Stål, spennarmering	kg	Kobberledning	kg
Stål, kamstål armering	kg	Varmeelementer (sporvekselvarme)	kg
Stål, kamstål armering, rustfritt	kg	Div lysarmatur	kg
Stål, kamstål armering, galvanisert	kg	UPS	kg
Stål, kamstål armering, epoxy malt	kg	Varmekabel	kg
Stål, bolter av kamstål	kg	Kabel, diverse kobber	kg
Stål, wire	kg	Kabel, diverse signal	kg
Stål, Skråstagskabel	kg	Kabel, diverse fiber	kg
Støpejern	kg	Kabel, diverse data	kg
PLASTMATERIALER		ERTMS	kg
Armeringsduk	m2	Stål, diverse	kg
Fiberduk	m2	Kontaktledning, tunnel	kg
PE-skum	kg	Avspenninger, tunnel	kg
Plast, PE	kg	Repeater, tunnel	kg
Plast, PP	kg	Strålekoaksialkabel, tunnel	kg
Plast, PVC	kg	Matekabel, tunnel	kg
Plastmembran	m2	4*4 MIMO, tunnel	kg
Plastmembran inkl. fiberduk	m2	Tunnelventilatorer	kg
Polyuretan	kg	Avtrekksvifter	kg
HDPE	kg	Kalanlegg	kg
Glassfiberarmert polyester (GRP)	kg	Bane: Overbygning og jernbaneteknikk - dagsone, 1m enkeltspor	1m enkeltspor
		Bane: Overbygning og jernbaneteknikk - dagsone, 1m dobbeltspor	1m dobbeltspor
		Bane: Overbygning og jernbaneteknikk - tunnel, 1m enkeltspor	1m enkeltspor
		Bane: Overbygning og jernbaneteknikk - tunnel, 1m dobbeltspor	1m dobbeltspor
		Bane: Overbygning og jernbaneteknikk - bru, 1m enkeltspor	1m enkeltspor
		Bane: Overbygning og jernbaneteknikk - bru, 1m dobbeltspor	1m dobbeltspor

For en stor andel av prosessene angis ikke mengder direkte (for eksempel angis mengde vegrekkverk per m, mens miljøpåvirkning beregnes per kg stål). For disse prosessene beregnes material- og energiforbruk via *beregningsfaktorer* (for eksempel kg stål per m vegrekkverk). Disse er gitt i en egen fane i verktøyet, og kan overstyres av bruker. . For hver prosess beregnes klimapåvirkning fra materialproduksjon og transport av materialet til byggested. Transportavstanden for materialer er gitt i fanen **Beregningsfaktorer**, og kan overstyres av bruker. Der det er relevant inkluderes også

forbruk av maskineri knyttet til materialet ved bygging og forbruk i drift og vedlikehold. Tabell 3 viser hvilke mengder som *kan* beregnes for hver prosess. Ikke alle disse er relevante for alle prosesser.

Tabell 3: Mengder som beregnes for prosesser

Materialer	Utbygging	Drift og vedlikehold
Materialproduksjon	Dieselforbruk i anleggsmaskineri	Dieselforbruk i anleggsmaskineri
Materialtransport	Sprengning	Elektrisitetsforbruk
	Elektrisitetsforbruk	Materialforbruk og levetid (dvs materialproduksjon og materialtransport)

Resirkulering av materialer etter endt levetid (for eksempel stål i rekkverk som skiftes ut) krediteres ikke til livsløpet til infrastrukturen som analyseres. Bruk av resirkulert materiale ved bygging derimot, gir miljømessig gevinst i tråd med utslippsbesparelser forbundet med lavere forbruk av jomfruelig materiale og eventuell mindre utslippsintensiv produksjon. Utslippsfaktorer for innsatsfaktorene er basert på det norske markedet (norske gjennomsnittsdata).

Ut fra beregnede mengder for alle innsatsfaktorer, både i utbygging og drift og vedlikehold, beregnes miljøpåvirkning ved at mengdene multipliseres med satte utslippsfaktorer (for eksempel kg CO₂-ekvivalenter per m³ betong) for hver innsatsfaktor. Bruker kan benytte egne utslippsfaktorer dersom det er ønskelig, for eksempel dersom det foreligger EPD (miljøvaredeklarasjon) for et bestemt produkt som skal benyttes.

2 MILJØDATAINVENTAR FOR INNSATSFAKTORER

For alle innsatsfaktorene som er inkludert i verktøyet er det utviklet miljødatainventar (matrise med utslippsfaktorer for hvert material/komponent/arbeidsprosess) som representerer et antatt nasjonalt gjennomsnitt. Disse inventarene er i stor grad utviklet gjennom andre prosjekter utført av Asplan Viak, doktor- og mastergrader utført av ansatte i Asplan Viak samt norske EPD'er.

For hovedmaterialene i infrastrukturen, asfalt, betong og stål, er det opprettet inventar for flere ulike materialkvaliteter eller typer.

Utslippsfaktorer for betong er basert på Norsk Betongforenings publikasjon nr. 37 Lavkarbonbetong (NB 37). Materialforbruk i henholdsvis isolerte og uisolerte betonghvelv er beregnet basert på opplysninger i prosesskoden samt standard produksjon. Inventar for disse er beskrevet i avsnitt 3.1.6

Ulike stålqualiteter omfatter følgende typer stål:

- Stål, konstruksjon m/resirk
- Stål, konstruksjon u/resirk
- Stål, rustfritt/høykvalitet
- Stål, varmforsinket
- Stål, peler
- Stål, spunt
- Stål, spennarmering
- Stål, kamstål armering
- Stål, kamstål armering, rustfritt
- Stål, kamstål armering, galvanisert
- Stål, kamstål armering, epoxymalt
- Stål, bolter av kamstål
- Stål, wire
- Stål, Skråstagskabel
- Støpejern

Utslippsdata for alle materialer og innsatsfaktorer er delvis hentet fra Hammervolds doktorarbeid [2], andre prosjekter utført av Asplan Viak og er oppdatert og samkjørt mellom EFFEKT 6.7, klimabudsjett-verktøyet benyttet av Nye Veier og Tidligfaseverktøyet for beregning av utslipp av klimagasser og energiforbruk fra utbygging og drift/vedlikehold av jernbaneinfrastruktur

Utslippsfaktorer er basert på NS 3720 Metode for klimagassberegninger for bygninger.

Flere poster i prosesskoden angis i kostnader (Rundsum). Utslippsfaktorer for Rundsum-prosesser er basert på en Input / Output database for handel mellom en rekke sektorer og land; EXIOBASE v3 [4], [5]. Denne inneholder tidsserier (2000-2011) på både fysiske og økonomiske størrelser, og dekker handel i 43 land og 5 regioner (inkludert Norge). Input/output-data benyttet i VegLCA er data for 2011, konvertert til 2018-priser og norsk valuta. Databasen er utvidet med utslippsdata for hver industri/sector.

Verktøyet inneholder funksjonalitet som gjør at brukeren kan legge til egne utslippstall for én eller flere av innsatsfaktorene.

2.1 Miljødata for betong og sement

2.1.1 Betong

Utslippsfaktorer for betong satt med utgangspunkt i grenseverdier definert i Norsk Betongforenings Publikasjon 37 Lavkarbonbetong (Mai 2020)

I miljødokumentasjon i betongbransjen klassifiseres betong etter grenseverdier for klimagassutslipp fra produksjon:

Fasthetsklasse ¹⁾ og lavkarbonklasse	B20	B25	B30	B35	B45	B55	B65
Maksimalt tillatt klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv. pr m ³ betong]							
Bransjereferanse	240	260	280	330	360	370	380
Lavkarbon B	190	210	230	280	290	300	310
Lavkarbon A	170	180	200	210	220	230	240
Lavkarbon Pluss ²⁾			150	160	170	180	190
Lavkarbon Ekstrem ²⁾			110	120	130	140	150

Figur 2.1 Norske grenseverdier for klimagassutslipp fra produksjon av betong (A1-A3) Kilde: Norsk Betongforening Publikasjon 37.

I VegLCA er grenseverdier for lavkarbonklassene Pluss og Ekstrem ikke inkludert som standardverdier, ettersom disse mest innovative lavkarbonklassene ikke vil kunne brukes uten videre til alle formål.

For alle prosesskodeposter som omfatter plastøpt eller prefabrikkert konstruksjonsbetong er det mulig for bruker å definere betongtype (fasthetsklasse og lavkarbonklasse). Der bruker ikke spesifiserer betongtype selv, er grenseverdi for bransjereferanse satt som default-verdi.

Publikasjon 37 angir at sprøytebetong ikke skal følge samme klassifiseringssystem for klimagassutslipp som konstruksjonsbetong, men at grenseverdi for lavkarbon sprøytebetong skal tilsvare grenseverdi for lavkarbonklasse B for konstruksjonsbetong i fasthetsklasse B35. I VegLCA er utslippsverdi for sprøytebetong B35 derfor satt tilsvarende bransjereferanseverdi for B35 konstruksjonsbetong, mens det kun er definert én type lavkarbon sprøytebetong som kan velges for de postene der sprøytebetong inngår, med utslippsverdi tilsvarende lavkarbon B konstruksjonsbetong.

Som før øvrige materialtyper, kan bruker også angi prosjektspesifikke utslippstall for de ulike betongtypene.

2.1.2 Sement

Følgende overordnede sementklassifiseringer iht. NS-EN 197:2011 er per i dag i utstrakt bruk på det norske markedet:

- CEM I (standard Portland-sement)
- CEM II
 - CEM II/A (6-20% flyveaske)
 - CEM II/B (21-35% flyveaske)
- CEM III (slaggsement)

For anvendelser av sement som er relevant i VegLCA (dvs. definert i Prosesskode 1 og 2), er det imidlertid i hovedsak snakk om injeksjonssement, av typen CEM I. CEM I er derfor forutsatt brukt for alle poster hvor sement inngår.

For kalksementpeler kan brukeren definere sementtype (valg mellom CEM I, II eller III). Dersom sementtype ikke spesifiseres, er CEM I satt som default-verdi.

Utslippsdata for sement er satt med utgangspunkt i gjennomsnittsverdi for EPDer for CEM I/II/III publisert på EPD-Norges sider per mai 2021.

3 BEREGNINGSAKTORER

I prosesskoden er det en del prosesser som angis med enheter som er ugunstige i forhold til miljøpåvirknings-beregningene, og det er nødvendig med omregninger for å få tallfestet forbruk av materialer og/eller energi som grunnlag for miljøpåvirkningsberegningene.

Alle beregningsfaktorer som er benyttet er listet opp i egen fane i verktøyet, og kan overstyres av bruker. Beregningsfaktorene er organisert i 3 grupper; materialforbruk, byggeaktiviteter, drift og vedlikehold. En oversikt over hva beregningsfaktorene omfatter er listet opp nedenfor.

Materialforbruk

- Tykkelser på ulike lag i vegoverbygning (meter)
- Vegutstyr, bergsikring, rør- og vannledninger, kummer, kabler, mm; vekt per enhet (m², m, stk)
- Tettheter for en rekke materialer (tonn/m³, kg/m³)

Byggeaktiviteter

- Avstander for transport av masser (km)
- Sprengstofforbruk
- Dieselforbruk i maskineri og aktiviteter (liter/m³, liter/tkm, liter/m, liter/m²)
- Transportavstander for materialer og komponenter

Drift og vedlikehold

- Energiforbruk til belysning, og ventilasjon i tunneler (kWh/stk/år, kWh/km/år)
- Levetider for slitelag, vegutstyr mm (år)
- Asfaltforbruk ved reasfaltering (andel av opprinnelig mengde)

3.1 Materialforbruk

3.1.1 Tykkelser på vegoppbygning

Tykkelser på de ulike lagene i vegfundament og vegdekke er basert på dimensjoneringsklasser angitt i Statens vegvesens Håndbok N200 Vegbygging.

3.1.2 Vegutstyr

Materialmengder i *stålflertverksgjerder*, *trafikkgjerd*, *viltgjerd* (og stolper, skråstag og netting) er basert på et studie av Håkan Stripple [6].

Materialforbruk i rekkverk av tre, betong og stål er basert på produksjonsdata.

Materialmengder i kantstein av naturstein, betong og asfalt beregnes ut fra antagelser om dimensjoner.

Stålmengde i vegskilt er basert på antagelser om dimensjoner. Disse antagelsene er svært grove, og i tillegg vil vegskilt variere i størrelse. Dette ble imidlertid ansett som godt nok i en første versjon av verktøyet, da vegskilt ikke vil gi store bidrag til totale miljøpåvirkninger.

Klebing av asfalt: 015 kg/m², bitumenemulsjon (HB R761 oppgir min 0,10 kg/m²).

3.1.3 Bergsikring

Antagelser er basert på produksjonsdata og estimeringer ut fra dimensjoner.

3.1.4 Rør- og vannledninger

Rør- og vannledninger fins i ulike typer materialer; plast, betong, korrugert stål og støpejern, og materialforbruk per meter av disse er beregnet ut fra dimensjoner angitt i prosesskoden og produksjonsdata fra Norske produsenter. I noen tilfeller er det gjort antagelser på rørtykkelse.

3.1.5 Øvrige materialer

Faktorer for mengder av øvrige materialer er basert på tidligere arbeider av Asplan Viak, produksjonsdata og estimater ut fra dimensjoner.

3.1.6 Materialsammensetning i tunnelhvelv

Tunnelhvelv er sammensatt av flere typer materialer, og det er derfor beregnet egne utslippsfaktorer for disse komponentene. Materialforbruk i ulike typer tunnelhvelv er basert på R761 (2015) og tidligere arbeider [7].

Isolert hvelv av sprøytebetong med armeringsnett:

- 88 mm sprøytebetong – armert med armeringsnett
- 2 kg PP-fiber per m³ sprøytebetong
- 45 mm PE-skum

Isolert hvelv av sprøytebetong med stålfiberarmering:

- 88 mm sprøytebetong – armert med 20 kg/m³ stålfiber (4D-fiber)
- 45 mm PE-skum
- Bolter - min. 0,5 m inn berg + min 0,08 m betong + isolasjon 0,045 m = min. 0,553 - antar 0,6 m. Boltemønster 1,2 m x 1,2 - antar 1 bolt per m² i snitt

Uisolert hvelv av sprøytebetong med armeringsnett:

- 88 mm sprøytebetong – armert med armeringsnett
- 2 kg PP-fiber per m³ sprøytebetong
- Plastmembran

Uisolert hvelv av sprøytebetong med stålfiberarmering:

- 88 mm sprøytebetong – armert med 20 kg/m³ stålfiber (4D-fiber)
- Bolter - min. 0,5 m inn berg + min 0,08 m betong + isolasjon 0,045 m = min. 0,553 - antar 0,6 m. Boltemønster 1,2 m x 1,2 - antar 1 bolt per m² i snitt
- Plastmembran

Hvelv av betongelementer:

- Tykkelse på elementer; 0,15 m
- 0.05 m XPS
- Plastmembran
- Bolter – 1 bolt á 0.6 m per m²

Hvelv av lettbetongelementer

- Tykkelse på elementer; 0,15 m
- 0.05 m XPS
- Plastmembran
- Bolter – 1 bolt á 0.6 m per m²

3.1.7 Materialtransport

For transport av materialer fra produksjonssted til anlegget er det gjort antagelser om standardverdier for transportavstander for de ulike materialene, løselig basert på tetthet av produksjonssteder i Norge samt hvorvidt materialet importeres. I beregningene inkluderes materialtransporten i totale beregnede utslipp fra det respektive materialet.

For importerte varer er også innspill og erfaring fra brukere lagt til grunn. Grad av import er vurdert ut fra handelsstatistikk fra Statistisk sentralbyrå¹². For å vurdere transportavstand er det tatt utgangspunkt i import av stål og stein. Dette er materialer hvor graden av import er høy grunnet begrenset tilgjengelighet i Norge. Avstanden er fastslått ved å beregne en vektet transportavstand ut fra importert volum. Siden VegLCA legger utslippsintensitet for lastebil til grunn for utslippsberegninger, er transportavstanden for varer utenfor Europa justert for transport med fartøy da dette helt klart er den vanligste transportmetoden for aktuelle materialer³. For varer importert fra Europa er veitransport det vanligste⁴⁵⁶. Transportavstanden er her vektet etter forutsetninger som angitt i Tabell 4. Multimodal transport er ikke hensyntatt i noen av beregningene.

Denne tilnærmingen gir relevante standardverdier, men innehar en vesentlig grad av usikkerhet da de faktiske avstandene vil være forskjellige fra standardverdiene. Dette forsterkes av at utslippsfaktor for veitransport legges til grunn, mens det for materialer med lang transportvei kan være aktuelt med sjøverts- eller banetransport.

Tabell 4: Transportavstander for materialtransport

Materialtransport (A4)	Transportavstand, standardverdi [km]	Merknad
Lokalt	50	Transportavstanden for lokalt produserte materialer er i stor grad avhengig av hvor det aktuelle anlegget

¹ Statistisk sentralbyrå (2020). 11009: Utenrikshandel med varer, etter varenummer (HS) og handelsområde/ verdensdel 1988-2020 [Datasett]. Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/table/11009/>.

² Statistisk sentralbyrå (2020). 08801: Utenrikshandel med varer, etter varenummer (HS) og land [Datasett]. Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/table/08801/>.

³ Statistisk sentralbyrå (2020). 08812: Utenrikshandel med varer, etter varegruppe (tosifret SITC), land og transportmåte (tonn) 1988-2020 [Datasett]. Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/table/08812/>.

⁴ ibid

⁵ International Forwarding Association (2016). *Freight Transport in the EU: Facts and Figures* [Nettside]. Hentet fra <https://ifa-forwarding.net/blog/international-freight-services/freight-transport-in-the-eu-facts-and-figures/>.

⁶ Davis Gleave, S., Dinori, F., Casullo, L., Ellis, S., Ranghetti, D., Bablinski, K., Vollath, C., and Soutra, C. (2015). *Freight on Road: Why EU Shippers Prefer Truck to Train*. Brussels: European Parliament. Hentet fra: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/540338/IPOL_STU\(2015\)540338_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/540338/IPOL_STU(2015)540338_EN.pdf).

		skal bygges. Her bør en innhente faktiske transportavstander ut fra potensielle leverandører.
Regionalt	200	
Norge / Norden	500	
Europa	1 600	ByggLCA angir transportavstand på 2 000 kilometer. Forutsatt at 75% av materialtransport skjer med lastebil, 16% med bane og 9% med båt, blir den vektete transportavstanden 1 536 kilometer. Dette er avrundet oppover til nærmeste 100.
Utenfor Europa	2 600	ByggLCA angir transportavstand på 25 000 kilometer. Forutsatt at 99% av materialtransport skjer med båt og 1% med lastebil (basert på fordeling for stål), blir den vektete transportavstanden 2 595 kilometer. Dette er avrundet oppover til nærmeste 100.

Erfaringer fra tidligere arbeid indikerer at materialtransport bidrar lite til miljøpåvirkning totalt for materialer, men i prosjekter der det inngår store mengder tilførte materialer bør det brukes prosjektspesifikke transportdistanser for de relevante materialene. Dette vil samsvare med materialer hvor byggherre stiller krav til en prosjektspesifikk EPD; her er utslipp fra transport angitt i A4, og transportavstand skal være oppgitt. Dersom transportavstand ikke er oppgitt, må dette kreves oppgitt fra leverandør.

Vurdering av enkelte materialtyper

Konstruksjonsstål: Alt konstruksjonsstål som anvendes i Norge er importert⁷, og importstatistikk for 2010-2020 tilsier at 93% av stålet importeres fra Europa⁸. De resterende sju prosentene importeres i hovedsak fra Asia. Ut fra dette er transportavstanden for stål satt til 1 630 kilometer.

Stein: Statistisk sentralbyrås tall for utenrikshandel med varer viser at nær all gate- og kantstein av naturlig stein er importert. Importen er i hovedsak fra Kina, men det er også vesentlig import fra India og Portugal. Basert på fordelingen av import i årene 2010-2020 er det beregnet en vektet transportavstand på 2 420 kilometer.

Plastrør: For plastrør er eksporten høyere enn importen, med en vesentlig grad av eksport og import til Norden og Europa ellers. Dette indikerer god tilgjengelighet for rør produsert i Norge, noe som underbygges av informasjon fra NPG (The Nordic Plastic Pipe Association)^{9,10}. Det er likevel en vesentlig grad av import, i hovedsak fra land i Norden. Transportavstanden her settes derfor som transportavstand for varer produsert i Norge / Norden.

⁷ Kjetil Myhre, Norsk stålforbund. Personlig kommunikasjon 10.02.2021.

⁸ Ut fra gjennomsnittstall fra utenrikshandel med varer etter HS-nomenklaturen etter Statistisk sentralbyrås tabell 11009.

⁹ Roar Sannem, NPG / Hallingplast. Personlig kommunikasjon 04.03.2021.

¹⁰ Kjell Larsen, PipeLife. Personlig kommunikasjon 17.03.2021.

3.2 Byggeaktiviteter

3.2.1 Energiforbruk i massebearbeiding

Energiforbruk i utbyggingsfasen omfatter arbeid som utgraving, opplasting, utlegging, planering, komprimering, rensk, pigging, drilling, hullboring, legging av asfalt mm. Faktorene her er basert på tidligere prosjekter av Asplan Viak og Niras, LCA-litteratur og Ecoinvent-data.

3.2.2 Massetransport

For en god del av prosessene for uttak og flytting av masser er det ikke angitt i prosesskoden hvor massene transporteres. I disse tilfellene er det gjort antagelser for hvorvidt massene transporteres innenfor utbyggingsområdet (innebærer antagelse om at massene benyttes andre steder i vegbyggingen), til fyllplass, til depot eller til knuseverk. Standardverdier for massetransport, gitt i Tabell 5 er antatt etter skjønn. Det vil være store variasjoner i transportavstand fra prosjekt til prosjekt, og det bør derfor legges inn prosjektspesifikke verdier så tidlig som mulig, eksempelvis med utgangspunkt i kartlegging av deponier og muligheter for gjenbruk i planfasen av prosjektet.

Tabell 5: Transportavstander for stein- og jordmasser

Massetransport	Transportavstand, standardverdi [km]
Transport i linja	Antatt halvparten av total angitt mengde for infrastrukturen
Transport til fyllplass	20
Transport til depot	20
Transport til knuseverk	20
Transport fra materialtak	20
Transport i tunnel	Antatt halvparten av total angitt tunnellengde

Dieselforbruk til massetransport er beregnet på følgende måte:

- Snitt forbruk: 0,45 l/km.
- Tetthet fjell: 2,7 tonn/pfm³.
- Kapasitet: 25 tonn/lass eller 9,3 pfm/lass.

Beregnet dieselforbruk er 0,018 liter diesel/tonnkm.

Resultat er et klimagassutslipp på 0,0528 kg CO₂e/tkm transporterte masser (utslipp fra diesel for vegtransport).

3.2.3 Sammensetning av maskinpark

For anleggsmaskiner og kjøretøy for massetransport er det alternativer å bruke ulike typer drivstoff. Andel biodiesel er definert i henhold til omsetningskrav for hhv anleggsdiesel og diesel for veitransport. Andeler av anleggsarbeid og massetransport per drivstofftype kan varieres. Beregninger av el-forbruket i tilfeller der elektriske maskiner erstatter dieselmaskiner er basert på effektivitetsfaktorer for hhv diesel- og elektriske motorer. I standardberegningene er det for dieselmaskiner lagt til grunn en effektivitet på 34% og for el-maskiner 85%¹¹. Dette gir et el-forbruk

¹¹ SINTEF (2020). Nullutslippsgravemaskin. Læringsutbytte fra elektrifisering av anleggsmaskiner.

på 4,80 kWh for å utføre samme jobb som en dieselmaskin forbraker 1 liter diesel for å gjøre. Antagelser på effektivitet totalt for maskinparken vil naturligvis være ganske unøyaktig.

3.2.4 Sprengstofforbruk

Mengdene for sprengstofforbruk per utsprengt mengde er basert på klimamodulen i EFSEKT 6.6. og tidligere utredninger av vegprosjekter. Åpent terreng er delt inn i 2 klasser, og fjell i 3. Disse inndelingene henger sammen med fjellets hardhet, men har ingen spesifikke grenseverdier. Inndelingen skyldes variasjonen i mengde sprengstoff brukt, basert på erfaringsdata, og gir bruker anledning til å definere ulike klasser for ulike sprengningsoperasjoner innenfor samme infrastrukturprosjekt.

Tabell 6: Sprengstofforbruk for ulike sprengningsoperasjoner

Sprengnings-operasjon	Standardverdi	Enhet
Åpent terreng, klasse 1	0,7	kg/fm ³
Åpent terreng, klasse 2	1,7	kg/fm ³
Fjell, klasse 1	1,8	kg/fm ³
Fjell, klasse 2	2,2	kg/fm ³
Fjell, klasse 3	2,6	kg/fm ³
Demolering av blokker (< 5 m ³)	1,5	kg/fm ³
Demolering av blokker (> 5 m ³)	3,8	kg/fm ³
Kontursprengning	0,1	kg/m

3.2.5 Forberedende tiltak og generelle kostnader

Hovedprosess 01 omfatter kostnader knyttet til forberedende tiltak, rigg og anlegg. Her angis mengder i kostnader (Rundsum).

3.3 Drift og vedlikehold

Drift og vedlikehold omfatter energibruk og utskiftning av komponenter. Energiforbruk per enhet (belysningspunkt og vifter), samt levetid for hele infrastrukturen og ulike komponenter kan overstyres av bruker.

Material- og energiforbruk for vinter og sommerdrift er også inkludert, se beskrivelse i følgende kapitler.

3.3.1 Energiforbruk

Elektrisitetsforbruk over angitt levetid (60 år angitt som standardverdi) er medregnet for energi til belysning (veg i dagen/tunnel/bruer) og vifter (tunnel).

Energibruk er beregnet fra antall belysningsarmaturer og vifter som er angitt. Dette medfører at dersom det ikke angis et antall belysningsarmaturer, blir beregnet energibruk til belysning over vegens levetid lik null.

Elektrisitetsforbruk til belysning skiller på om det er valgt å benytte NaH belysningsarmaturer eller LED-armaturer, som vist i Tabell 7.

Tabell 7: Energiforbruk belysning og ventilasjon i drift

Komponent-type	Standardverdi	Enhet
Belysning, veg i dagen, NaH armatur	1 020	kWh/armatur/år
Belysning, veg i dagen, LED armatur	900	kWh/armatur/år
Belysning, veg i dagen, LED-ledelys	30,75	kWh/armatur/år

Energiforbruk til belysning, ventilasjon og pumping i tunneler er basert på formelverk som vist i Tabell 8. Disse er utarbeidet av Vianova basert på empiriske data, og er inkludert i Klimamodulen i EFFEKT 6.74 (2019).

Tabell 8: Formelverk for energibruk i drift av tunneler

	Tunnelkl.	A, B	C	D	E	F
Oversjøisk						
	0-100 m	0	0	57	142	218
Belysning	Sonebelysning	101-450 m	101-600 m	101-700 m	101-550 m	101-650 m
		260	490	580	1 870	2 060
$y = a * x^b$	Indre sone	> 450 m	> 600 m	> 700 m	> 550 m	> 650 m
	a	2 299	15 752	24 901	100 339	75 666
	b	-0,3781	-0,5586	-0,5934	-0,6479	-0,5762
Ventilasjon	0-1000 m	0	0	0	0	0
	> 1000 m	$y = 0,015 * x$	$y = 0,045 * x$	$y = 0,075 * x$	111	259
Undersjøisk						
Pumping	$L \leq 8\,000\text{ m}$	$y = 0,00657 * x + 2,6$	$y = 0,00657 * x + 2,6$	$y = 0,00657 * x + 2,6$	$y = 0,01314 * x + 5,3$	$y = 0,01314 * x + 5,3$
	$L > 8\,000\text{ m}$	55,2	55,2	55,2	110,4	110,4
	0-100 m	0	0	57	142	218
Belysning	Sonebelysning	101-450 m	101-600 m	101-700 m	101-550 m	101-650 m
		260	490	580	1 870	2 060
$y = a * x^b$	Indre sone	> 450 m	> 600 m	> 700 m	> 550 m	> 650 m
	a	2 299	15 752	24 901	100 339	75 666
	b	-0,3781	-0,5586	-0,5934	-0,6479	-0,5762
Ventilasjon	0-1000 m	0	0	0	0	0
	> 1000 m	$y = 0,031 * x$	$y = 0,093 * x$	$y = 0,155 * x$	438	1 022

3.3.2 Sommerdrift

Energiforbruk sommerdrift er basert på erfaringstall fra Nye Veier:

- Kantslått 96,90 liter diesel pr år/(antall veisider * km)
- Kumtømming 0,59 liter diesel pr 3. år/km
- Grøfterensk 71,30 liter diesel pr 3. år/km
- Feiing 18,75 liter diesel pr år/(antall felt * km)

3.3.3 Vinterdrift

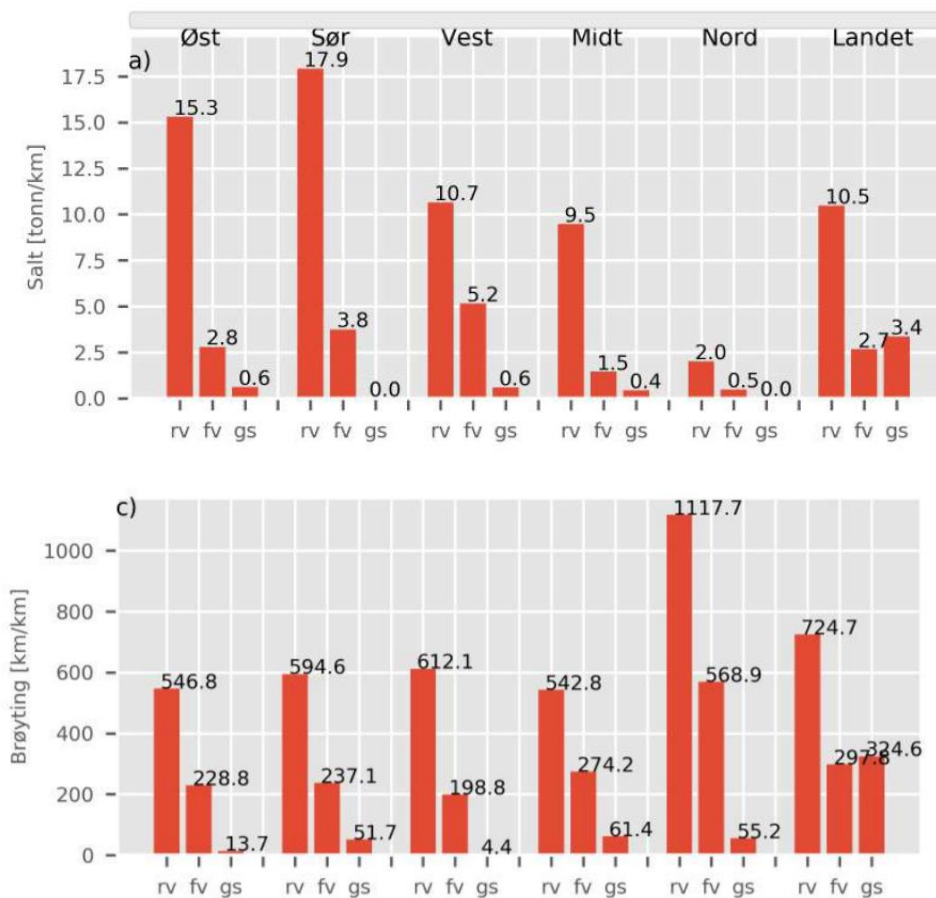
Energiforbruk sommerdrift er basert på erfaringstall fra Nye Veier:

- For salting er det benyttet et drivstofforbruk på 1,26 liter diesel/tonn salt.
- For brøyting er det benyttet et drivstofforbruk på 0,54 liter diesel/km brøyt pr år.
- For skiltvask er det benyttet et drivstofforbruk på 261,8 liter diesel/km vei pr år.

Mengde salt og brøyting er hentet fra *Mengderapportering vinteren 2018/2019, SVV rapport 362¹²*.

¹² https://www.vegvesen.no/attachment/2824111/binary/1345734?fast_title=Mengderapport+2018_19.pdf

Mengder per vegkategori



Figur 2: Mengde salt og brøyting pr region og veikategori

3.3.4 Utskiftinger

Materialbruk til utskifting av vegutstyr og andre komponenter beregnes fra mengder fylt inn for aktuelle materialer og komponenter fylt inn av bruker, og forventede levetider i bruk.

Det er medregnet utskifting av følgende komponenter, med utskifting i henhold til levetid som angitt i fanen **Beregningsfaktorer** i verktøyet (prosjektspesifikk levetid kan angis i verktøyet):

Tabell 9: Levetider for komponenter

Komponent	Standard-verdi [år]	Komponent	Standard-verdi [år]
Betongdekke	20	Vegskilt	25
Vegrekkverk	30	Hvelv av betongelement, tunnel	50
Brurekkverk	50	Elektrisk utstyr tunnel	20
Gjerder	25	Pumpestasjon undersjøiske tunneler	20
Støyskjerm	25	Maling/organiske belegg stålbru	25
Vifter	20	Maling/beis av trebru	10
Belysning, veg i dagen	15	Beslag trebru	10
Belysning, tunnel	15	Renseanlegg tunnel	N/A

Belysning, master	25	Brulagre og Fugekonstruksjoner	N/A
-------------------	----	--------------------------------	-----

Levetiden for slitelag beregnes automatisk ut fra ÅDT i henhold til normerte dekkelevetider angitt i Håndbok N200 Vegbygging.

Utskiftninger (slitasje) av komponenter er inkludert iht. anbefalingene gitt i PCR (produktkategoriregler) for veginfrastruktur metodikk i PCR for veginfrastruktur [8].

3.4 Arealbruksendringer

Beregninger av arealbruksendringer er knyttet til de følgende prosessene:

- 21.2 Vegetasjonsrydding
- 21.21 Felling av trær til tømmer
- 21.22 Felling av trær til ved
- 21.31 Avtaging av vegetasjonsdekke
- 21.32 Avtaging av matjord

Prosessene for vegetasjonsrydding 21.2, 21.21 og 21.22 inkluderer biomassen som tas ut, mens jordbunnen i skog er inkludert i prosess 21.31. Skog er inndelt i 3 bonitetsklasser, og vegetasjonsdekke omfatter arealklassene skogbunn, myr og innmarksbeite.

Utslippsfaktorer for klimapåvirkning for disse er gitt i tabell under. De er basert på rapporten *Data basert på Metode for beregning av CO₂-utslipp knyttet til arealbeslag ved vegbygging* [9].

Tabell 10: CO₂-utslipp knyttet til arealbruksendringer

Operasjon	Utslipp	Enhet
Vegetasjonsrydding, lav bonitet	12,00	kg CO ₂ /m ²
Vegetasjonsrydding, middels bonitet	20,30	kg CO ₂ /m ²
Vegetasjonsrydding, høy bonitet	31,89	kg CO ₂ /m ²
Felling av trær til tømmer	85,00	kg CO ₂ /m ³
Felling av trær til ved	1700	kg CO ₂ /m ³
Avtaging av vegetasjonsdekke, skogbunn	48,00	kg CO ₂ /m ³
Avtaging av vegetasjonsdekke, myr	202,00	kg CO ₂ /m ³
Avtaging av vegetasjonsdekke, innmarksbeite	55,10	kg CO ₂ /m ³
Avtaging av matjord	55,10	kg CO ₂ /m ³

For vegetasjonsrydding, felling av trær til ved og avtaging av matjord/vegetasjonsdekke er det antatt at all karbonet frigis det første året, mens for ved til tømmer er det antatt at 5 % av karbonet frigis det første året. Klimagassutslippene er inkludert i byggefasen i resultatsammendraget, men er skilt ut for seg i fanen **Resultater**.

Det ligger en alternativ beregningsmetode for arealbruksendring inne i verktøyet. Denne baserer seg på areal beslaglagt som følge av vegprosjektet (total lengde på veg i dagen x (vegbredde + 2 x bufferbredde)). Bufferbredden angis av bruker i fanen **Prosjektbeskrivelse**. Denne metoden er ment som en støtteberegning dersom man ikke har tilgang på data for vegetasjonsrydding. Resultater for denne metoden er vist i fane **Resultater**, men er ikke inkludert i totale resultater for vegprosjektet. I denne metoden er det antatt utslipp tilsvarende skog, lav bonitet (både biomasse og skogbunn er inkludert).

4 UTSLIPPSBEREGNINGER

4.1 Utslippskategorier

VegLCA v5.01 omfatter hovedsakelig klimagassutslipp fra veginfrastruktur, men det ligger også inne beregninger for kategoriene gitt i Tabell 11. disse resultatene kan man se i fanen Resultater, ved å trykke på knappen «Vis resultater for flere miljøpåvirkningskategorier».

Tabell 11: Miljøpåvirkningskategorier

Miljøpåvirkningskategori	Enhet	Beskrivelse
Klimapåvirkning	kg CO ₂ -ekvivalenter	<i>Utslipp til luft.</i> Potensiale for å skape økt drivhuseffekt ved økt infrarød stråling i atmosfæren.
Forsuring	kg SO ₂ -ekvivalenter	<i>Utslipp til luft.</i> Uorganiske gasser kan løses i vann og endre surhetsgrad i jordsmonn og grunnvann.
Eutrofiering	kg PO ₄ ³⁻ -ekvivalenter	<i>Utslipp til ferskvann.</i> Næringsrike forbindelser som slippes ut i vassdrag kan forårsake algeoppblomstring.
Dannelse av fotokjemisk smog	kg C ₂ H ₄	<i>Utslipp til luft.</i> Dannelse av bakkenært ozon utgjør en helserisiko pga. skadelig effekt på luftveier og lunger.
Energibruk	MJ (TRP + TRPE)	Samlet forbruk av fornybare og ikke-fornybare energiresurser. TRP: Total bruk av fornybar primærenergi TRPE: Total bruk av ikke fornybar primærenergi

Miljøpåvirkningskategoriene er valgt etter anbefalingene gitt i PCR (produktkategoriregler) for veginfrastruktur [8], om hvilke kategorier som (minimum) skal inkluderes i livsløpsvurderinger av veier.

Karakteriseringsfaktorer for miljøkonsekvensanalyse som er benyttet her er basert på ReCiPe (2010). Denne metoden representerer state-of-the-art i konsekvensanalyse i LCA, og er utviklet for europeiske forhold. En utfyllende beskrivelse av ReCiPe-metoden finnes tilgjengelig på ReCiPe sine nettsider¹³.

4.2 Utslippsfaktorer

Utslippskoeffisienter er utviklet med tanke på materialer som er tilgjengelig på det norske markedet. Dette påvirker bl.a. produksjonsteknologi og miks av materialkvaliteter. For materialer som det er antatt er *produsert* i Norge er det forutsatt at det benyttes Nordisk elektrisitetsmiks i produksjonen (gjelder modellering av faktorer som ikke er basert på informasjon fra EPD).

¹³ <http://www.lcia-recipe.net/>

Utslippsdataene for Rundsum prosesser er dekket opp av Norsk produksjon og eksport/import-miks for hver sektor basert på innkjøpspris, fra EXIOBASE v3. Rundsum poster inkludert i VegLCA v3.0 (Hovedprosess 1) omfatter kun 2 sektorer; *Forskning og utviklingssektoren* og *Byggesektoren*.

4.2.1 Prosjektspesifikke verdier

Mens det i tidligfase kan være hensiktsmessig å benytte standardverdier i verktøyet, er det stadig mer vanlig å bruke projektspesifikke verdier basert på EPD (miljødeklarasjoner). Informasjon fra EPD legges inn i verktøyet. A1-A3 hentes fra EPD og legges inn i utslippsfaktorer, mens transportavstand legges inn under beregningsfaktorer. Denne informasjonen vil være tilgjengelig fra leverandør.

Det er ikke nødvendig å definere projektspesifikke faktorer for alle materialer og prosesser, men kun de man har egne verdier for. De projektspesifikke verdiene vil da overstyre standardverdiene som ligger inne i verktøyet for de materialene/prosessene man legger inn data for, mens standardverdier benyttes for de øvrige materialene/prosessene, i henhold til det settet av utslippsfaktorer man har valgt å bruke i analysen (norske/europeiske gjennomsnittsdata).

Dette kan for eksempel brukes dersom man ønsker å undersøke virkningen av å benytte spesielle «miljøprodukter» for et gitt vegprosjekt, for eksempel betong eller asfalt.

Utslippsdata som legges inn skal kun omfatte data fra råvarehenting til produktet er ferdigprodusert ved fabrikkport, A1-A3 iht. EN 15804. Transport (A4) beregnes basert på transportdistanse angitt under fane **Beregningsfaktorer**.

5 REFERANSER

- [1] G. Wernet, C. Bauer, B. Steubing, J. Reinhard, E. Moreno-Ruiz, and B. Weidema, "The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology," *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 21, no. 9, pp. 1218–1230, Sep. 2016.
- [2] H. Bergsdal, "Miljøbudsjett Follobanen - Bane NOR," 2011. [Online]. Available: https://www.banenor.no/Prosjekter/prosjekter-old/follobanen_gammel_side/Miljo/Eget-miljobudsjett-Oslo-Ski/. [Accessed: 10-Dec-2018].
- [3] J. Hammervold, "Dokumentasjon på beregning av klimaintensiteter av elektrisitetsmikser," 2017.
- [4] A. Tukker *et al.*, "EXIOPOL – DEVELOPMENT AND ILLUSTRATIVE ANALYSES OF A DETAILED GLOBAL MR EE SUT/IOT," *Econ. Syst. Res.*, vol. 25, no. 1, pp. 50–70, Mar. 2013.
- [5] R. Wood *et al.*, "Global Sustainability Accounting—Developing EXIOBASE for Multi-Regional Footprint Analysis," *Sustainability*, vol. 7, no. 1, pp. 138–163, Dec. 2014.
- [6] H. Stripple, "Life Cycle Assessment of Road A Pilot Study for Inventory Analysis Second Revised Edition."
- [7] I. Ole M. K., "Livssyklusanalyse av undersjøisk tunnel og alternativ fjordkrysning," 2013.
- [8] S. Toller, "Product Category Rules for Highways, streets and roads (except elevated highways)," 2018.
- [9] T. Gomez and J. Hammervold, "Metode for beregning av CO2-utslipp knyttet til arealbeslag ved vegbygging," 2015.
- [10] M. Reenaas, "User Manual and Documentation ETSI BridgeLCA," 2012.

6 VEDLEGG

Endringer og oppdateringer i fra VegLCA v4.10 til VegLCA v5.01.

Endringer i beregningsfaktorer og utslippsfaktorer er dokumentert under,

Se ellers fane versjonslogg i VegLCA.

Materialproduksjon	v.4.10.	v.5.01.	Enhet	Begrunnelse
Bindlag	0,035	0,04	m	Oppdatert verdi
Slitelag	0,05	0,04	m	
Betongdekke	Ikke i bruk i denne versjonen	0,10	m	Oppdatert verdi
Betongslitelag	0,08	-	m	Ikke i bruk i denne versjonen
Klebelag - bru	0,35	-	kg/m ²	Ikke i bruk i denne versjonen
Fuktisolering - bru	Ikke i bruk i denne versjonen	0,35		Lagt inn i ny versjon
Mur av betongelement, tykkelse	1,40	0,50		Oppdatert verdi
Rekkverk av betong	0,26	0,26		Oppdatert verdi
Rekkverk av tre	10,00	36,00		Oppdatert verdi
Rekkverk i stål (bru)	40,00	60,00		Oppdatert verdi
Ytterrekkverk (bru)	Ikke i bruk i denne versjonen	60,00		Lagt inn i ny versjon
Innerrekkverk (bru)	Ikke i bruk i denne versjonen	60,00		Lagt inn i ny versjon
Midtrekkverk (bru)	Ikke i bruk i denne versjonen	60,00		Lagt inn i ny versjon
Topprekkverk i stål (bru)	Ikke i bruk i denne versjonen	20,00		Oppdatert verdi
Kjøresterkt rekkverk i stål	Ikke i bruk i denne versjonen	-		Fjernet i ny versjon
Ytterrekkverk i stål (bru)	Ikke i bruk i denne versjonen	-		Fjernet i ny versjon
Mellomrekkverk i stål (bru)	Ikke i bruk i denne versjonen	-		Fjernet i ny versjon
Gang-/sykkelvegrekkverk i stål	20,00	30,00	kg/m	Oppdatert verdi
Brurekkverk betong	0,26	0,26	m ³ /m	Oppdatert verdi

Brurekkverk aluminium	20,00	30,00	kg/m	Oppdatert verdi
Lysmast av stål	90,00	115,94	kg/stk	Oppdatert verdi
Lysmast av tre	0,30	85,66	m3/stk	Oppdatert verdi
Lysmast av fiberforsterket komposit	38,00	71,77	kg/stk	Oppdatert verdi
Lysmast av aluminium	9,90	58,69	kg/stk	Oppdatert verdi
Lysmast av fagverk (gitterverk av metall)	138,60	97,50	kg/stk	Oppdatert verdi
Sandfangkum, betong	2,37	2,22	tonn/stk	Oppdatert verdi
Inspeksjonskum, betong	3,50	1,85	tonn/stk	Oppdatert verdi
Vannkum, betong	4,11	2,99	tonn/stk	Oppdatert verdi
Vannkum, plast	24,66	34,03	kg/stk	Oppdatert verdi
Spillvannskum, betong	3,45	2,34	tonn/stk	Oppdatert verdi
Spillvannskum, plast	20,70	26,60	kg/stk	Oppdatert verdi
Trekkekum TK2-900	1056,00	850,00	kg/stk	Oppdatert verdi
Trekkekum TK3-900	1744,00	1440,00	kg/stk	Oppdatert verdi
Trekkekum S TK2	929,00	690,00	kg/stk	Oppdatert verdi
Trekkekum S TK3	1240,00	900,00	kg/stk	Oppdatert verdi
Trekkekum TK1 tunnel	369,00	240,00	kg/stk	Oppdatert verdi
Trekkekum TK2 tunnel	408,00	300,00	kg/stk	Oppdatert verdi
Byggeaktiviteter	v. 4.10.	v. 5.01.	Enhet	Begrunnelse
Demolering av blokker (< 5 m3). Antatt 3 m3 pr blokk.	1,50	1,50	kg/stk	Oppdatert navn i ny versjon
Demolering av blokker (5-10 m3). Antatt 7,5 m3 pr blokk.	3,75	3,75	kg/stk	Oppdatert navn i ny versjon
Elektrisitet driving av tunneler (borerigg, ventilasjon, belysning, annet)	6,60	6,60	kWh/fm3	Oppdatert navn i ny versjon
Gravemaskin	0,20	0,26	liter diesel/lm3	Justert verdi
Hjullaster	0,08	0,09	liter diesel/lm3	Justert verdi
Forbruk diesel bygge spor	Ikke inkludert i denne versjonen	2,08	liter diesel/lm spor	Inkludert i ny versjon
Transport: ballast inn	Ikke inkludert i denne versjonen	20,00	km	Inkludert i ny versjon
Drift og vedlikehold	v. 4.10.	v. 5.01.	Enhet	Begrunnelse
Belysning, veg i dagen, standard armatur	1600,00	0,00	kWh/armatur/år	Lagt inn i ny versjon
Slitelag	Ikke i bruk i denne versjonen	15,00	år	Justert verdi
Gjerder	11,00	25,00	år	Justert verdi
Støyskjerm	50,00	25,00	år	Justert verdi
Vifter	10,00	20,00	år	Justert verdi

Belysningsarmatur, veg i dagen	11,00	15,00	år	Justert verdi
Belysningsarmatur, tunnel	11,00	15,00	år	Justert verdi
Belysning, master	30,00	25,00	år	Justert verdi
Vegskilt	30,00	25,00	år	Justert verdi
Hvelv av betongelement, tunnel	Ikke i bruk i denne versjonen	50,00	år	Lagt inn i ny versjon
Hvelv av sprøytebetong, tunnel	Ikke i bruk i denne versjonen	50,00	år	Lagt inn i ny versjon
Elektrisk utstyr tunnel	30,00	20,00	år	Justert verdi
Pumpestasjon undersjøiske tunneler	40,00	20,00	år	Justert verdi
Kumtømming	0,59	0,20	liter diesel år/km	Justert verdi
Grøfterensk	71,30	14,26	liter diesel pr år/km	Justert verdi
Brøyting	295,27	0,00	liter diesel pr år/km	Fjernet verdi
Strøsalt	15,30	0,00	tonn pr år/km	Fjernet verdi
Offeranode sink, beskyttelse betongkonstr.	0,00	1,00	kg/stk	Lagt inn i ny versjon
Offeranode aluminium, beskyttelse betongkonstr.	0,00	0,50	kg/stk	Lagt inn i ny versjon
Offeranode, sink, beskyttelse stålkonstr.	0,00	18,00	kg/m ²	Lagt inn i ny versjon
Offeranode, aluminium, beskyttelse stålkonstr.	0,00	5,36	kg/m ²	Lagt inn i ny versjon
Vask og avfetting av stål	0,00	2,31	liter diesel/m ²	Lagt inn i ny versjon
Fjerning av malingsbelegg	0,00	2,31	liter diesel/m ²	Lagt inn i ny versjon
Blåserensing til Sa 2,5	0,00	6,55	liter diesel/m ²	Lagt inn i ny versjon
Blåserensing til Sa 3	0,00	7,70	liter diesel/m ²	Lagt inn i ny versjon
Forbruk diesel vedlikehold spor	0,00	0,19	liter diesel/lm spor/år	Lagt inn i ny versjon
Varmeelementer (sporvekselvarme)	0,00	27000,00	kWh/stk/år	Lagt inn i ny versjon
Tunnel LED nødlys	0,00	30,75	kWh/stk/år	Lagt inn i ny versjon
Varmekabler	0,00	100,00	kWh/m ² /år	Lagt inn i ny versjon
Skinner og sporveksel	0,00	30,00	år	Lagt inn i ny versjon
Sviller	0,00	50,00	år	Lagt inn i ny versjon

Ballast	0,00	27,75	år	Lagt inn i ny versjon
Mast og uteligger (for kontaktledning)	0,00	50,00	år	Lagt inn i ny versjon
Kontaktledning	0,00	30,00	år	Lagt inn i ny versjon
Transformator	0,00	30,00	år	Lagt inn i ny versjon
Kabler	0,00	30,00	år	Lagt inn i ny versjon
Lysarmatur	0,00	30,00	år	Lagt inn i ny versjon
UPS	0,00	30,00	år	Lagt inn i ny versjon
Avtrekksvifter og ventilator, tunnel	0,00	30,00	år	Lagt inn i ny versjon

Tabell 12: Oversikt over endringer i utslippsfaktorer fra VegLCA v. 4.10 til v. 5.01 for ulike materialer og aktiviteter. Om det ikke er oppgitt navn i kolonnen «Navn v. 5.01» betyr dette at utslippsfaktoren enten er lik som i v.4.10, eller at utslippsfaktoren er fjernet og erstattet med en annen utslippsfaktor. Hvis den er oppdatert, vises ny verdi i kolonnen «Verdi v.5.01, hvis den er erstattet er respektive celle oppgitt som blank. Nye materialer som er gjeldende for v.5.01 er kun oppgitt i kolonne «Navn v.5.01».

Navn v.4.10.	Navn v.5.01.	kg CO ₂ -eq. per enhet	Verdi v.4.01	Verdi v.5.01
ASFALTMATERIALER				
Asfaltert grus (Ag)		kg	0,058	0,034
Asfaltert puk (Ap)		kg	0,044	0,034
Asfaltgrusbetong og asfaltbetong		kg	0,075	
	Asfaltgrusbetong (Agb)			0,075
	Asfaltbetong (Ab)	kg		0,051
	Asfaltbetong (Ab PMB)	kg		0,050
Mykasfalt (Ma)		kg	0,054	0,045
Asfaltskumgrus (Asg)		kg	0,048	0,018
Skjelettasfalt (Ska)		kg	0,066	0,061
	Skjelettasfalt (Ska PMB)	kg		0,060
Støpeasfalt (Sta)	Støpeasfalt (Sta)	kg	0,184	0,052
Topeka (Top)	Topeka (Top)	kg	0,184	0,052
Emulsjonsgrus (Esg)	Emulsjonsgrus (Esg)	kg	0,044	0,018
Gjenbruksasfalt (Gja)	Gjenbruksasfalt (Gja)	kg	0,048	0,004
Tynndekke (T)	Tynndekke (T)	kg	0,184	0,052
Slamasfalt (Sla)	Slamasfalt (Sla)	kg	0,048	0,052
BETONG OG SEMENT				
Betongstøp, B25, CEM I		m ³	260,000	
Betongstøp, B25, CEM II/A		m ³	210,000	

Betongstøp, B25, CEM II/B		m3	180,000	
Betongstøp, B35, CEM I		m3	330,000	
Betongstøp, B35, CEM II/A		m3	280,000	
Betongstøp, B35, CEM II/B		m3	210,000	
Betongstøp, B45, CEM I		m3	360,000	
Betongstøp, B45, CEM II/A		m3	290,000	
Betongstøp, B45, CEM II/B		m3	220,000	
Betongstøp, B55, CEM I		m3	370,000	
Betongstøp, B55, CEM II/A		m3	300,000	
Betongstøp, B55, CEM II/B		m3	230,000	
Lettbetong	Lettbetong	m3	162,500	380,000
	Normalbetong, B30, Bransjereferanse	m3		280,000
	Normalbetong, B30, Lavkarbon B	m3		230,000
	Normalbetong, B30, Lavkarbon A	m3		200,000
	Normalbetong, B35, Bransjereferanse	m3		330,000
	Normalbetong, B35, Lavkarbon B	m3		280,000
	Normalbetong, B35, Lavkarbon A	m3		210,000
	Normalbetong, B45, Bransjereferanse	m3		360,000
	Normalbetong, B45, Lavkarbon B	m3		290,000
	Normalbetong, B45, Lavkarbon A	m3		220,000
	Normalbetong, B55, Bransjereferanse	m3		370,000
	Normalbetong, B55, Lavkarbon B	m3		300,000
	Normalbetong, B55, Lavkarbon A	m3		230,000
Sement, CEM I		kg	0,860	0,810
Sement, CEM II/A		kg	0,637	
Sement, CEM II/B		kg	0,604	
	Sement, CEM II	kg		0,640
	Sement, CEM III	kg		0,300
	Slemming	m2		0,716
	Undervannsbetong	m3		380,000
	Betongrekkverk B45 Bransjereferanse	m		94,830
	Betongrekkverk B45 Lavkarbon B	m		76,490
	Betongrekkverk B45 Lavkarbon A	m		58,150
BETONGELEMENTER				
Betongpel P270		m	40,005	
Betongpel P345		m	65,570	
Betong, til rør og kummer		kg	0,200	
Betong, elementer B45 CEM I		tonn	200,336	
Betong, elementer B45 CEM II/A		tonn	173,027	
Betong, elementer B45 CEM II/B		tonn	145,718	
Betong, elementer B55 CEM I		tonn	204,237	
Betong, elementer B55 CEM II/A		tonn	176,928	
Betong, elementer B55 CEM II/B		tonn	149,619	
	Betongpel P270, Bransjereferanse	m		34,518

	Betongpel P270, Lavkarbon B	m		29,198
	Betongpel P270, Lavkarbon A	m		23,878
	Betongpel P345, Bransjereferanse	m		56,910
	Betongpel P345, Lavkarbon A	m		48,020
	Betongpel P345, Lavkarbon B	m		39,130
	Betong, elementer B35 Bransjereferanse	tonn		164,812
	Betong, elementer B35 Lavkarbon B	tonn		145,306
	Betong, elementer B35 Lavkarbon A	tonn		117,997
	Betong, elementer B45 Bransjereferanse	tonn		176,516
	Betong, elementer B45 Lavkarbon B	tonn		149,207
	Betong, elementer B45 Lavkarbon A	tonn		121,898
	Betong, elementer B55 Bransjereferanse	tonn		180,417
	Betong, elementer B55 Lavkarbon B	tonn		153,108
	Betong, elementer B55 Lavkarbon A	tonn		125,799
	Sandfangkum, betong	stk		493,320
	Sandfangkum, plast	stk		36,188
	Inspeksjonskum, betong	stk		440,002
	Inspeksjonskum, plast	stk		53,555
	Spillvannskum, betong	stk		521,089
	Spillvannskum, plast	stk		67,836
	Vannkum, betong	stk		628,712
	Vannkum, plast	stk		86,791
Trekkekum TK2-900		stk	398,997	295,269
Trekkekum TK3-900		stk	625,023	392,508
Trekkekum S TK2		stk	405,971	268,899
Trekkekum S TK3		stk	560,875	303,510
Trekkekum TK1 tunnel		stk	169,573	194,734
Trekkekum TK2 tunnel		stk	181,508	204,622
Uisolert hvelv av sprøytebetong, CEM I, med armeringsnett		m2	42,645	
Uisolert hvelv av sprøytebetong, CEM II/A, med armeringsnett		m2	36,133	
Uisolert hvelv av sprøytebetong, CEM II/B, med armeringsnett		m2	36,133	
Uisolert hvelv av sprøytebetong, CEM I, med stålfiberarmering		m2	58,611	
Uisolert hvelv av sprøytebetong, CEM II/A, med stålfiberarmering		m2	52,099	
Uisolert hvelv av sprøytebetong, CEM II/B, med stålfiberarmering		m2	52,099	
Isolert hvelv av sprøytebetong, CEM I, med armeringsnett		m2	44,199	
Isolert hvelv av sprøytebetong, CEM II/A, med armeringsnett		m2	37,687	
Isolert hvelv av sprøytebetong, CEM II/B, med armeringsnett		m2	37,687	
Isolert hvelv av sprøytebetong, CEM I, med stålfiberarmering		m2	61,086	
Isolert hvelv av sprøytebetong, CEM II/A, med stålfiberarmering		m2	54,574	
Isolert hvelv av sprøytebetong, CEM II/B, med stålfiberarmering		m2	54,574	
Isolert hvelv av betongelementer, CEM I		m2	100,955	
Isolert hvelv av betongelementer, CEM II/A		m2	90,665	
Isolert hvelv av betongelementer, CEM II/B		m2	80,375	

Isolert hvelv av lettbetongelementer		m2	417,425	
Betongslitelag, B55 med stålfiberarmering		m2	32,609	39,265
	Uisolert hvelv av sprøytebetong, B35 Bransjereferanse, med armeringsnett	m2		39,796
	Uisolert hvelv av sprøytebetong, B35 Lavkarbon, med armeringsnett	m2		35,396
	Uisolert hvelv av sprøytebetong, B35 Bransjereferanse, med stålfiberarmering	m2		46,348
	Uisolert hvelv av sprøytebetong, B35 Lavkarbon, med stålfiberarmering	m2		41,948
	Isolert hvelv av sprøytebetong, B35 Bransjereferanse, med armeringsnett	m2		39,730
	Isolert hvelv av sprøytebetong, B35 Lavkarbon, med armeringsnett	m2		35,330
	Isolert hvelv av sprøytebetong, B35 Bransjereferanse, med stålfiberarmering	m2		46,282
	Isolert hvelv av sprøytebetong, B35 Lavkarbon, med stålfiberarmering	m2		41,882
	Isolert hvelv av betongelementer, B35 Bransjereferanse	m2		79,847
	Isolert hvelv av betongelementer, B35 Lavkarbon B	m2		72,497
	Isolert hvelv av betongelementer, B35 Lavkarbon A	m2		62,207
	Isolert hvelv av lettbetongelementer	m2		278,468
SPRØYTEBETONG				
Sprøytebetong B35, CEM I		m3	332,000	
Sprøytebetong B35, CEM II/A		m3	258,000	
Sprøytebetong B35, CEM II/B		m3	258,000	
Sprøytebetong B35, CEM I, med tilsetning av stålfiber		m3	354,788	
Sprøytebetong B35, CEM II/A med tilsetning av stålfiber		m3	280,788	
Sprøytebetong B35, CEM II/B med tilsetning av stålfiber		m3	280,788	
Sprøytebetong B35, CEM I, med tilsetning av plastfiber		m3	341,720	
Sprøytebetong B35, CEM II/A med tilsetning av plastfiber		m3	267,720	
Sprøytebetong B35, CEM II/B med tilsetning av plastfiber		m3	267,720	
	Sprøytebetong, B35, Bransjereferanse	m3		330,000
	Sprøytebetong, B35, Lavkarbon	m3		280,000
	Sprøytebetong, B35, Bransjereferanse, med tilsetning av stålfiber	m3		347,320
	Sprøytebetong, B35, Lavkarbon, med tilsetning av stålfiber	m3		297,320
KABLER				
Kabel, tele		m	0,605	0,549
Kabel, høyspent		m	7,898	7,221
Kabel, lavspent		m	3,949	3,610
Kabel, fiberoptisk		m	1,608	1,996
Kabel, jordledning		m	4,566	4,953
STÅLMATERIALER				
Stål, konstruksjon m/resirk		kg	1,719	1,243
Stål, konstruksjon u/resirk		kg	2,720	2,514
Stål, rustfritt/høykvalitet		kg	5,217	3,490
Stål, varmforsinket		kg	1,904	2,005
Stål, peler		kg	2,720	2,514
Stål, spunt		kg	0,940	0,566
Stål, spennarmering		kg	2,720	2,514

Stål, kamstål armering		kg	0,940	0,566
Stål, kamstål armering, rustfritt		kg	5,217	3,490
Stål, kamstål armering, galvanisert		kg	1,125	0,694
Stål, kamstål armering, epoxy malt		kg	1,032	0,597
Stål, bolter av kamstål		kg	1,139	0,866
	Stål, wire	kg		2,440
	Stål, Skråstagskabel	kg		2,440
Støpejern		kg	2,189	1,552
PLASTMATERIALER				
Armeringsduk		m2	2,187	1,538
Fiberduk		m2	1,736	0,531
PE-skum		kg	2,923	2,463
Plast, PE		kg	2,412	2,585
Plast, PP		kg	2,430	2,550
Plast, PVC		kg	5,643	5,266
Plastmembran		m2	3,050	3,945
Plastmembran inkl. fiberduk		m2	4,786	5,691
HDPE		kg	2,334	0,607
Glassfiberarmert polyester (GRP)		kg	3,922	8,556
DIESEL OG ELEKTRISITET				
Diesel, B0, forbrukt i anleggsmaskin (liter), 0% biodiesel		l	3,240	
Forbrenning av diesel, B0, direkte utslipp, 0% biodiesel		l	2,670	
Diesel, B100, forbrukt i anleggsmaskin (liter), 100% biodiesel FAME		l	0,000	
Forbrenning av diesel, B100, direkte utslipp, 100% biodiesel FAME		l	0,000	
Diesel, B100, forbrukt i anleggsmaskin (liter), 100% biodiesel HVO		l	0,000	
Forbrenning av diesel, B100, direkte utslipp, 100% biodiesel HVO		l	0,000	
Materialtransport (transport av materialer inn til prosjektet)		tkm	0,165	0,164
	Anleggsdiesel: Innblanding biodisel basert på omsetningskrav, B0	l		3,240
	Forbrenning av Anleggsdiesel: Innblanding biodisel basert på omsetningskrav, B0	l		2,670
	Diesel for veitransport: Innblanding biodisel basert på omsetningskrav, B20	l		2,933
	Forbrenning av Diesel for veitransport: Innblanding biodisel basert på omsetningskrav, B20	l		2,136
	Fossil diesel, 0% biodiesel	l		3,240
	Forbrenning av fossil diesel, 0% biodiesel	l		2,670
	Konvensjonelt biodrivstoff, 100% biodiesel	l		1,920
	Forbrenning av konvensjonelt biodrivstoff, 100% biodiesel	l		0,000
	Avansert biodrivstoff, 100% biodiesel	l		0,972
	Forbrenning av avansert biodrivstoff, 100% biodiesel	l		0,000
Massetransport		tkm	0,066	
Massetransport, helning > 5 %		tkm	0,280	
Massetransport, transportbånd		tkm	0,009	0,017
Elektrisitet - Anlegg		kWh	0,026	0,047
Elektrisitet - Drift og vedlikehold		kWh	0,019	0,029
	Massetransport (diesel for veitransport)	tkm		0,053

	Massetransport, helning > 5 % (diesel for veitransport)	tkm		0,224
	Massetransport (anleggsdiesel)	tkm		0,058
	Massetransport, helning > 5 % (anleggsdiesel)	tkm		0,248
ANNET				
Aluminium		kg	8,924	4,494
	Behandling, forurensede masser	tonn		8,045
Bitumenemulsjon		kg	0,435	0,345
Ekspandert polystyren (EPS 200)		m3	110,000	85,000
Ekstrudert polystyren (XPS 400)		m3	202,950	111,842
Epoxy		kg	7,072	
Epoxymaling, 100um		m2	3,699	1,251
Forbrenning av bioavfall		kg	0,031	
	Epoxy mastic	m2		1,251
	Epoxy primer, sinkrik	m2		1,727
	Epoxy primer, min 90% sink	m2		1,154
	Filmdannende belegg	m2		6,896
Glass		kg	1,004	1,019
Kalk		kg	0,991	1,129
Kalksementpel (50% K/50% S)		kg	0,926	
	Kalksement (50% K/50% S), CEM I	kg		0,969
	Kalksement (25% K/75% S), CEM I	kg		0,890
	Kalksement (75% K/25% S), CEM I	kg		1,049
	Kalksement (50% K/50% S), CEM II	kg		0,884
	Kalksement (25% K/75% S), CEM II	kg		0,762
	Kalksement (75% K/25% S), CEM II	kg		1,007
	Kalksement (50% K/50% S), CEM III	kg		0,714
	Kalksement (25% K/75% S), CEM III	kg		0,507
	Kalksement (75% K/25% S), CEM III	kg		0,922
Kobber		kg	1,916	3,871
Konstruksjonstrevirke		m3	53,000	76,600
LED Vegbelysning		stk	42,706	35,091
Lettklinker/Ekspandert leire		m3	71,914	61,499
	Lysmast av tre	stk		74,249
	Lysmast av stål	stk		232,525
	Lysmast av fiberforsterket kompositt	stk		427,747
	Lysmast av aluminium	stk		206,510
	Lysmast av fagverk av metallkonstruksjoner - gittermast	stk		523,867
NaH Vegbelysning		stk	42,706	35,091
Naturstein		kg	0,128	
	Nettanode, titan	m2		9,089
Oljemaling		kg	5,851	6,128
	Polyuretan-akryl, maling	m2		0,681
Pulverlakkering, 60um		m2	3,814	2,759
Salt, for vinterdrift		kg	0,185	0,167

Sementstabilisert grus		kg	0,063	0,060
	Sink	kg		5,162
Sinkbelegg, stål, 130um		m2	7,412	5,109
Skumglassgranulat		m3	23,894	22,730
Slissevegg		m2	470,012	426,257
Sprengstoff		kg	2,650	1,260
Sprengning (detonasjon, A5)		kg	0,154	0,111
Standard vegbelysning		stk	42,706	35,091
Topprekkeverk		m	22,560	13,925
Trykkimpregnert tre		m3	95,154	115,562
Trykkimpregnering med kreosot		m3	124,690	99,021
Trykkimpregnering med salt		m3	42,154	38,962
	Vannavvisende impregnering	m2		1,987
Vegskilt		stk	69,729	69,908
Vifte/ventilator		stk	1043,45 9	698,000
Pumpe i pumpestasjon		stk	1408,67 0	942,300
BANE: OVERBYGNING OG JERNBANETEKNIKK				
	Skinner	kg		2,196
	Sviller (betong)	tonn		176,516
	Befestigelser (stål)	kg		2,514
	Ballast	m3		4,725
	Ballastmatter	m2		2,000
	Ballastfritt spor	m		0,000
	Stål, KL mast	kg		2,514
	Kontaktledning, dagsone og bru	kg		3,438
	Avspenninger, dagsone og bru	kg		2,514
	Kabel, diverse kontaktledning	kg		3,438
	Transformator	kg		3,191
	Filterimpedanser	kg		0,000
	Skillebrytere, lastskillebrytere, effektbrytere m/kiosk, og skinnebrytere	kg		0,000
	Kobberledning	kg		3,438
	Varmeelementer (sporvekselvarme)	kg		2,514
	Div lysarmatur	kg		47,241
	UPS	kg		2,525
	Varmekabel	kg		0,000
	Kabel, diverse kobber	kg		3,438
	Kabel, diverse signal	kg		3,610
	Kabel, diverse fiber	kg		6,265
	Kabel, diverse data	kg		6,654
	ERTMS	kg		0,000
	Stål, diverse	kg		2,514
	Kontaktledning, tunnel	kg		3,438
	Avspenninger, tunnel	kg		2,514
	Repeater, tunnel	kg		7,139

	Strålekoaksialkabel, tunnel	kg		2,507
	Matekabel, tunnel	kg		2,514
	4*4 MIMO, tunnel	kg		2,507
	Tunnelventilatorer	kg		3,490
	Avtrekksvifter	kg		3,490
	Kanalanlegg	kg		0,000
	Bane: Overbygning og jernbaneteknikk - dagsone, 1m enkeltspor	1m enkeltspor		798,853
	Bane: Overbygning og jernbaneteknikk - dagsone, 1m dobbeltspor	1m dobbeltspor		1590,24 1
	Bane: Overbygning og jernbaneteknikk - tunnel, 1m enkeltspor	1m enkeltspor		801,266
	Bane: Overbygning og jernbaneteknikk - tunnel, 1m dobbeltspor	1m dobbeltspor		1595,06 6
	Bane: Overbygning og jernbaneteknikk - bru, 1m enkeltspor	1m enkeltspor		798,853
	Bane: Overbygning og jernbaneteknikk - bru, 1m dobbeltspor	1m dobbeltspor		1590,24 1

Endringer og oppdateringer fra VegLCA v3.01 til VegLCA v4.01

Se fane versjonslogg i VegLCA.

Endringer og oppdateringer i VegLCA v3.01 fra VegLCA v2.01

Rundsum-poster i Hovedprosess 01 er inkludert.

Fanen *Økt trafikk pga vedlikehold* er tatt ut.

Se fane versjonslogg i VegLCA

Endringer og oppdateringer i VegLCA v2.01 fra v1.02

Beregningsfaktorer

En del av beregningsfaktorene i verktøyet er blitt oppdatert og/eller endret. Dette er beskrevet i tabell under. Dokumentasjon for disse, og de øvrige beregningsfaktorene er gitt i verktøyet.

Material / aktivitet	Enhet	VegLCA v1.02	VegLCA v2.01	Begrunnelse
MATERIALFORBRUK				
Faste dekker som rives (tykkelse)	m	0,16	-	Faktoren er fjernet, var ikke relevant i beregninger
<i>NY FAKTOR:</i> Belegning på skulder, asfalt (tykkelse)	m	-	0,08	Antatt samme tykkelse som i vegbanen
Rekkverk av betong	m ³ /m	0,26	0,30	Mer oppdatert kilde
Brurekkverk i stål	kg/m	55	40	Mer oppdatert kilde
Kjøresterkt rekkverk i stål (bru)	kg/m	55	40	Mer oppdatert kilde
Ytterrekkverk i stål (bru)	kg/m	55	40	Mer oppdatert kilde
Mellomrekkverk i stål (bru)	kg/m	55	40	Mer oppdatert kilde

Topprekkverk i stål (bru)	kg/m	55	40	Mer oppdatert kilde
Gang-/sykkelvegrekkverk i stål	kg/m	55	20	Mer oppdatert kilde
Brurekkverk betong	kg/m	0,26	0,30	Mer oppdatert kilde
Stålförbruk per lm vegrekkverk, ensidig	kg/m	21,2	20	
Bergbånd	kg/m	0,57	0,62	Oppdatert beregning
Rørledninger, plast	kg/m	Alle dimensjoner		Økt nøyaktighet
Rørledninger, korrugert stål	kg/m	Alle dimensjoner		Sikrere og mer relevant kilde
Vannledning, plast	kg/m	Alle dimensjoner		Mer oppdatert kilde
Kjøresterke gitterrister (bruer)	kg/m ²	75	100	Mer relevant størrelse på gitterrist
Maling av trevirke	kg/m ²	0,54	-	Faktoren er fjernet, var ikke relevant for beregninger
NY FAKTOR: Liming med epoxy	kg/m ²	-	0,12	-
Bitumenemulsjon	kg/l	1,02	1,00	Mer oppdatert kilde
Antall belysningspunkter per lm	stk/m	0,5	-	Faktoren er fjernet, var ikke benyttet i beregninger (den var angitt med feil enhet, skulle være 0,5 stk/km)
Tetthet betong	Kg/m ³	1 300	1 400	Mer nøyaktig kilde
BYGGEAKTIVITETER				
Forbruk av sprengstoff: Åpent terreng, Klasse 1	kg/fm ³	0,5	0,7	Mer oppdatert kilde
Forbruk av sprengstoff: Åpent terreng, Klasse 2	kg/fm ³	0,7	1,7	Mer oppdatert kilde
Forbruk av sprengstoff: Fjell, Klasse 1	kg/fm ³	0,7	1,8	Mer oppdatert kilde
Forbruk av sprengstoff: Fjell, Klasse 2	kg/fm ³	1,5	2,2	Mer oppdatert kilde
Forbruk av sprengstoff: Fjell, Klasse 3	kg/fm ³	2,0	2,6	Mer oppdatert kilde
Elektrisitet driving av tunneler	kWh/m ³	66	6,6	Endret pga feil i tidligere faktor
Utgraving og planering av jordmasser	l/lm ³	0,9	1,0	Mer oppdatert kilde
Utgraving og planering av steinmasser	l/lm ³	1,2	1,1	Mer oppdatert kilde
Etablering av grøft	l/m	0,3	40,0	Mer oppdatert kilde (tidligere faktor feil)

Fullprofilboring	l/m3	0,6	-	Faktoren er fjernet pga feil
Fullprofilboring	kWh/fm3	-	62	Oppdatert kilde (tidligere faktor feil)
Legging av asfalt				
Massetransport	l/tkm	0,4	0,03	Faktor endret pga feil
DRIFT OG VEDLIKEHOLD				
Belysning, veg i dagen, LED-armatur	kWh/lyspunkt/år	160	900	Mer oppdatert kilde
Vifter, tunnel (per vifte)	kWh/stk/år	43 200	40 500	Mer oppdatert kilde
Betongdekke, levetid	År	10	20	Mer oppdatert kilde
Støyskjerm	År	10	50	Mer oppdatert kilde
Vifter	År	10	15	Mer oppdatert kilde
Vegskilt	År	11	30	Tidligere kilde usikker, ny antagelse
Hvelv av betongelement, tunnel	År	60	50	Mer oppdatert kilde
Renseanlegg tunnel	År	30		Faktor er fjernet, var ikke inkludert i beregninger
Brulagre og fugekonstruksjoner	År	30		Faktor er fjernet, var ikke inkludert i beregninger
Andel av slitelag som freses bort	Andel	0,75	0,65	Usikkerhet rundt tidligere kilde, ny antagelse

Nye asfalttyper

Det er lagt til mulighet for å velge to nye asfalttyper; kaldprodusert og lavtemperaturasfalt. Dette gjelder for prosess 65.1 *Asfaltdekker bindlag* og 65.2 *Asfaltdekker slitelag*. Siden disse asfalttypene ikke er inkludert i gjeldende prosesskoder, er disse angitt som vist i figuren nedenfor.

65: ASFALTDEKKER		
65.1	Asfaltdekker bindlag	m2
65.1X1	Bindlag av lavtemperaturasfalt	m2
65.1X2	Bindlag av kaldprodusert asfalt	m2
65.11	Bindlag av asfaltgrusbetong (Agb)	m2
65.12	Bindlag av asfaltbetong (Ab)	m2
65.13	Bindlag av mykasfalt (Ma)	m2
65.17	Bindlag av øvrige massetyper	m2
64.171	Bindlag av asfaltert grus (Ag)	m2
65.172	Bindlag av asfaltskumgrus (Asg)	m2
65.173	Bindlag av skjelettasfalt (Ska)	m2
65.174	Bindlag av støpeasfalt (Sta)	m2
65.175	Bindlag av topeka (Top)	m2
65.176	Bindlag av emulsjonsgrus (Esg)	m2
65.177	Bindlag av gjenbruksasfalt (Gja)	m2
65.2	Asfaltdekker slitelag	m2
65.2X1	Slitelag av lavtemperaturasfalt	m2
65.2X2	Slitelag av kaldprodusert asfalt	m2
65.21	Slitelag av asfaltgrusbetong (Agb)	m2

Nye alternativer for massetransport

For transport av masser er det nå lagt til mulighet for å velge transport i oppoverbakke (helning > 5 %). Dette gir en økning i drivstofforbruk på 425 %. For prosess 32.2 *Opplasting i tunnel, transport og*

utlegging og 32.21 Steinmasser fra stuff til tunnelmunning er det i tillegg mulig å velge transport på transportbånd.

Oppdateringer i utslippsfaktorer

For de mest sentrale materialene og prosessene er utslippsfaktorene blitt oppdatert. Endringer skyldes for en stor del oppdatert ecoinvent-database og oppdatert inventar for Nordisk elektrisitetsmiks (basert på statistikk fra 2012-2016). For noen prosesser er det gjort små justeringer i materialsammensetninger/-mengder, i henhold til mer oppdatert grunnlagsdata. Dokumentasjon for alle utslippsfaktorer er gitt i verktøyet.

Arealbruksendring

Faktorer for utslipp knyttet til arealbruksendring er flyttet fra fane *Beregningsfaktorer* til fane *Utslippsfaktorer*.

Betongprosesser

Her er det gjort omfattende endringer, dette er beskrevet i 2.1 dokumentasjonsrapporten.