



Juni | 23

Detaljregulering E18 Ytre ringvei

Fagrappport Klimagass

Nye Veier AS | Kjøita 6
4630 Kristiansand
nyeveier.no

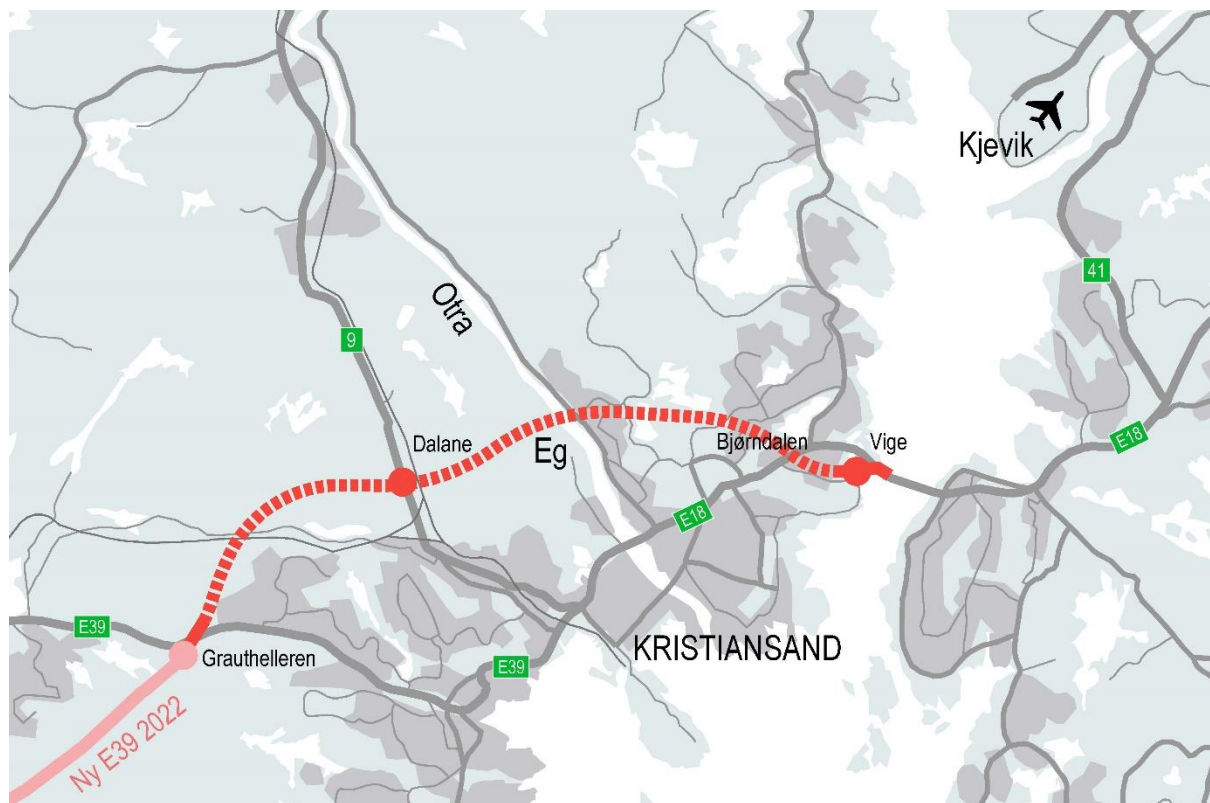
Oppdragsnr:	5206182
Oppdragsnavn:	E18 Ytre ringvei
Dokument nr.:	NV42E18YR-YML-RAP-0004
Filnavn	Fagrapport Klimagass

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjon gjelder	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
d01	30.09.2022	For godkjenning hos Nye Veier	JonEne, IngGre	IdaEsp	TeFaa
e02	30.11.2022	For godkjennelse hos myndigheter	JonEne	IdaEsp, IngGre	TeFaa
d03	03.05.2022	For kontroll hos oppdragsgiver	JonEne	IdaEsp	TeFaa
e04	27.06.2023	For behandling hos kommunen	JonEne	IdaEsp	TeFaa

Forord

E18 Ytre ringvei på strekningen fra Vige til Grauthelleren er en del av hovedveiforbindelsen forbi Kristiansand. Nye Veier AS har ansvar for planlegging, bygging og drift av denne veistrekningen.



På vegne av Nye Veier AS har Norconsult as utarbeidet Fagrapport Klimagass i forbindelse med reguleringsplanen for E18 Ytre ringvei.

Kontaktinformasjon:

Fagansvarlig for Klimagass Norconsult: Ida Fausko Esperø

Merknader og kommentarer kan sendes til e-post firmapost@norconsult.com. Merk henvendelsen med «Ytre ringvei».

Telefonnummer sentralbord: 67 57 10 00

Sammendrag

Denne rapporten beskriver klimagassberegningene som er gjennomført i forbindelse med detaljregulering av strekningen E18 Ytre ringvei. Beregningene tar for seg klimagassutslipp fra byggefase, arealbruksendringer, samt drift og vedlikehold gjennom 60 år.

Klimagassutslipp fra arealbruksendringer og transport for to alternativer for masselagring er vurdert.

Resultatene viser at de totale klimagassutslippene fra å gjennomføre tiltaket er 151 660 tonn CO₂e ved masselagringsalternativ A og 122 920 tonn CO₂e for alternativ B. For alternativ A og alternativ B fører masselagringen til klimagassutslipp på henholdsvis 38 350 tonn CO₂e og 9 620 tonn CO₂e. Det vil si at prosjektets totale klimagassutslipp ved gjennomføring av alternativ B er 19 % lavere, sammenlignet med alternativ A.

Bygging av vegen fører til utslipp av 64 650 tonn, mens drift og vedlikehold gjennom 60 år gir utslipp på 42 520 tonn CO₂e. Ekstra trafikk på grunn av den nye veistrekningen er beregnet til å føre til 3 % økt utslipp (329 354 tonn CO₂e) over en 40 års periode, sammenliknet med 0-alternativet. En tiltaksanalyse er gjennomført for å undersøke effekten av ulike utslippsreducerende tiltak, og viser at det er potensiale for klimagassreduksjoner ved bruk av mer klimavennlige materialer og bruk av elektrisk anleggs- og driftsmaskiner.

Sammenlignes utslippene i detaljregulering (DR) og kommunedelplan (KDP) på samme vilkår, ved å benytte mengder for aktiviteter som er tallfestet i begge beregningene, er utslippene i detaljregulering samlet sett 17 % lavere enn i kommunedelplan.

Utslippsreduksjonen kommer fra lavere utslipp for kategoriene «bru», «kulvert» og «pukk», sammenlignet med KDP. Bygging av tunnel fører til høyere utslipp i DR enn i KDP som følge av at det i DR er en noe lengre tunnel. I drift- og vedlikeholdsfasen reduseres utslippene 4 % i DR sammenlignet med i KDP. Årsaken til reduksjonen er at strekningens totale lengde er kortere i DR enn i KDP, som vil si at det er mindre vei å vedlikeholde.

Hvis alle poster som er kvantifisert i DR inkluderes er totale utslipp i DR 28 % eller 4 % høyere enn i KDP for henholdsvis alternativ A og B. Klimagassberegningene i DR inkluderer arealbeslag fra masselagring og injeksjonssement, som er store utslippsposter som ikke er inkludert i beregningene for KDP.

Innhold

Sammendrag	4
1 Tiltaksbeskrivelse.....	6
2 Bakgrunn.....	7
2.1 Formål.....	7
2.2 Om klimagass og klimabudsjett generelt.....	7
2.3 Nye Veiers klimamål.....	7
2.4 Klimabudsjett i kommunedelplanen.....	8
3 Metode.....	9
3.1 Beregningsverktøy.....	9
3.2 Systemgrenser.....	10
3.3 Datagrunnlag	11
3.4 Utslippsfaktorer.....	18
3.5 Antagelser og usikkerhet.....	19
4 Resultater.....	21
4.1 Klimagassutslipp ekskludert masselagring.....	21
4.2 Klimagassutslipp fra masselagring – Arealbruksendring og transport	23
4.3 Trafikale forhold.....	24
4.4 Oppsummering.....	24
4.5 Sammenligning med KDP	25
5 Utslippsreducerende tiltak.....	28
5.1 Tiltaksanalyse.....	28
5.2 Mål.....	29
5.3 Workshop.....	30
6 Referanser	32
7 Vedlegg 1– CEEQUAL-tabell.....	33

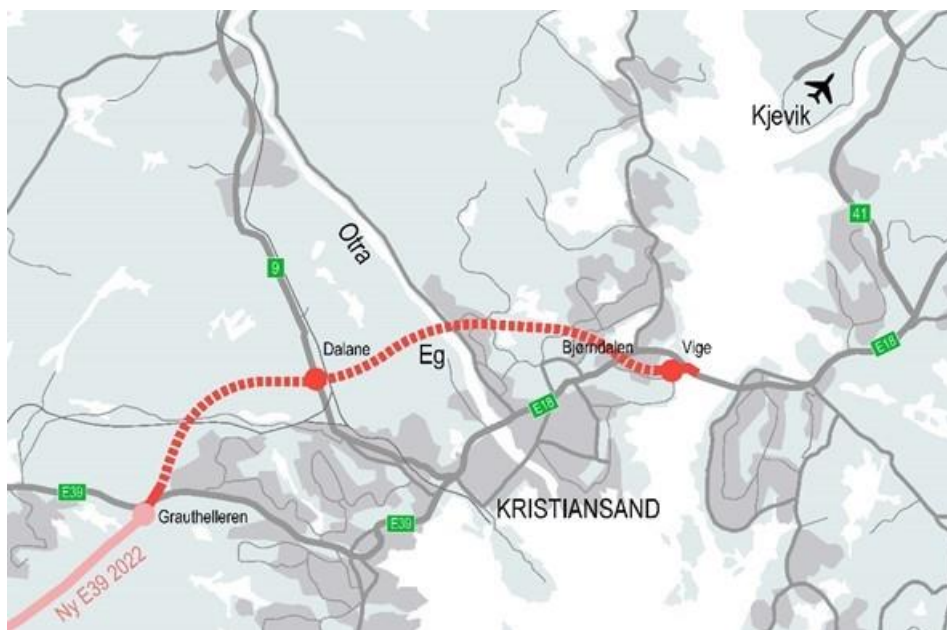
1 Tiltaksbeskrivelse

Norconsult utarbeider detaljreguleringsplan for Ytre ringvei i Kristiansand kommune på oppdrag fra Nye Veier AS. Ytre ringvei er om lag 10 kilometer og strekker seg fra Vige i øst til Grauthelleren i vest (Figur 1-1). Veianlegget inngår i den 200 kilometer lange strekningen mellom Kristiansand i Agder og Ålgård i Rogaland som Nye Veier har ansvar for å bygge ut.

Ytre ringvei skal bygges for at transportkorridoren mellom Vige og Grauthelleren skal bli mer effektiv og mindre sårbar, samt for å avlaste dagens hovedveisystem gjennom Kristiansand sentrum. Veianlegget er planlagt med løsninger som har en positiv netto nytte per investert krone. I utformingen av veianlegget er det lagt stor vekt på å finne bærekraftige løsninger.

Ytre ringvei skal bygges som 4-felts motorvei, med fartsgrense 110 km/t på mesteparten av strekningen. Veien vil i hovedsak gå i tunnel. Det skal opparbeides to parallelle tunnellop, et for østgående og et for vestgående trafikk. På bakkeplan vil veien få tilkobling til E18 i Vige, riksvei 9 i Dalane og E39 ved Grauthelleren.

Etablering av tunnelsystemet vil generere et masseoverskudd i størrelsesorden 3 millioner m³ steinmasser. Reguleringsplanen sikrer mulighet for at masseoverskuddet kan fraktes til Mjåvannsområdet vest for Grauthelleren.



Figur 1-1: Oversiktsfigur av planlagt Ytre ringvei mellom Vige og Grauthelleren.

2 Bakgrunn

2.1 Formål

Formålet med dette klimabudsjettet er å kvantifisere klimagassutslippene fra bygging, drift og vedlikehold av E18 Ytre ringvei, slik at de største kildene til utslipp kan identifiseres. Ved identifisering av de største kildene til klimautslipp kan beregningene brukes til å vurdere utslippsreducerende tiltak, samt forventet utslippsreduksjon som følge av disse.

2.2 Om klimagass og klimabudsjett generelt

En livsløpsvurdering (LCA) er en analyse som blir brukt for å evaluere miljømessige konsekvenser. I denne rapporten presenteres kun livsløpsvurderingen for klimagasser, målt i CO₂-ekvivalenter. Analysen inkluderer livsløpsutslipp fra uttak av råmaterialer, produksjon og videreforedling av materialer og produkter, distribusjon, bruk av veien, samt drift og vedlikehold.

I budsjettet er det skilt på direkte og indirekte utslipp. Direkte utslipp er utslipp som oppstår på anleggsplassen i forbindelse med bygging av infrastruktur. Den viktigste kilden til direkte utslipp er anleggsmaskiner som benytter fossile drivstoff. Klimagassutslipp fra arealbruksendringer er direkte utslipp, men regnes i en egen kategori i det norske klimaregnskapet [1]. Indirekte utslipp omfatter utslipp forbundet med varer og tjenester som importeres til anleggsplassen, f.eks. betong.

2.3 Nye Veiers klimamål

Nye Veier har definert mål for reduksjon av klimagassutslipp fra sine veiprosjekter i sin klimastrategi [2]. Målene gjelder for utbygging, driftsfase og arealbruksendringer.

Utslipp fra utbygging

Innen 2030 skal klimagassutslippene fra Nye Veiers anleggsvirksomhet reduseres med 50 %, sammenlignet med bransjestandard teknologi i referanseåret 2005.

- ❖ Baseline: Referanseberegning utført på kommunedelplan-stadiet.
- ❖ Indikator: Totale klimagassutslipp beregnet ved hjelp av LCA-verktøy.

Innen 2030 skal direkte utslipp fra Nye Veiers prosjekter reduseres med 50 %, sammenlignet med bransjestandard teknologi i referanseåret 2005.

- ❖ Baseline: Referanseberegning utført på kommunedelplan-stadiet.
- ❖ Indikator: Direkte klimagassutslipp fra maskinpark.

Driftsfase

Innen 2030 skal klimagassutslippene fra drift og vedlikehold av Nye Veiers strekninger være redusert med 75 %, sammenlignet med bransjestandard teknologi i referanseåret 2005.

- ❖ Baseline: Referanseberegninger utført på kommunedelplan-stadiet.
- ❖ Indikator: Klimagassutslipp fra transport, salt og asfalt.

Innen 2030 skal direkte utslipp fra drift av Nye Veiers veistrekninger reduseres med 75 %, sammenlignet med bruk av fossil teknologi.

- ❖ Baseline: Gjennomsnittlig klimagassutslipp per kjørte km for dieseldrevne driftsmaskiner.
- ❖ Indikator: Gjennomsnittlig klimagassutslipp per kjørte kilometer for driftsmaskiner.

Arealendring

Nye Veier har et overordnet mål om at klimagassutslipp fra arealendringer skal reduseres mest mulig gjennom prosjektenes planlegging og bygging. Arealer og arealendring vil behandles nærmere i Nye Veiers kommende miljøstrategi.

2.4 Klimabudsjett i kommunedelplanen

I kommunedelplanen (KDP) for E18 Ytre ringvei ble det utarbeidet et klimabudsjett basert på daværende kunnskap [3]. Denne beregningen danner en baseline som videre klimagassberegninger skal sammenlignes med. Resultatene fra denne analysen er sammenlignet med oppdatert budsjett i denne rapporten for å vurdere endring.

I beregningen i KDP hadde strekningen en beregnet klimabelastning over livsløpet på om lag 59 000 og 36 000 tonn CO₂e fra henholdsvis byggefasen og drift- og vedlikeholdsfasen. For byggefasen var de største utslippene knyttet til betong, frostsikring i tunnel og sprenging. For drift- og vedlikeholdsfasen var elektrisitet og asfalt de største postene.

Beregningene ble utført i verktøyet NV-GHG 2.1. I revisjonsarbeidet for å oppdatere verktøyet ble formelfeil i verktøyet oppdaget og rettet. For å undersøke virkningen formelfeilene har hatt i baselineberegningene, har mengdedata fra baseline blitt brukt til å gjøre en oppdatert analyse i den nyeste versjonen av verktøyet, NV-GHG 3.1., som er nærmere beskrevet i kapittel 4.5.1.

3 Metode

3.1 Beregningsverktøy

Utslippsberegningene som presenteres i dette klimabudsjettet er utarbeidet i Nye Veier sitt beregningsverktøy NV-GHG 3.1. Parametere og beregningsfaktorene i verktøyet er basert på Statens vegvesens metoderapporter og håndbøker, samt informasjon fra leverandører.

Verktøyet er tilpasset bruk i tidligfase i veiprojekter, når detaljerte mengder ikke er tilgjengelig, og inneholder derfor kun et utvalg av materialer og aktiviteter. Innsatsfaktorer som legges til grunn i beregningene er vist i Tabell 3-1. Som vist i tabellen under baserer verktøyet seg på overordnede parametere.

Tabell 3-1: Innsatsfaktorer som benyttes i beregning av klimagassutslipp i NV-GHG.

Innsatsfaktor	Enhet
Lengde hovedvei	m
Lengde sidevei	m
Lengde anleggsvei	m
Lengde tunnel enkeltløp	m
Lengde tunnel dobbeltløp	m
Lengde betongbruer	m
Lengde stålbruer	m
Støyskjerm	m
Mur	m
Betongkulvert	m ²
Fjerning av vegetasjonsdekke	m ²
Sprengning i dagen	m ³
Sprengning i tunnel	m ³
Jordmasser til linja	m ³
Jordmasser til masselagring	m ³
Sprengstein til linja	m ³
Sprengstein til masselagring	m ³
Sprengstein til linja via mobilt knuseverk	m ³
Pukk ekstern	m ³
Annen betong	m ³
Sement til injeksjon (ikke inkl. vann)	kg
Grunnstabilisering med kalksementpeler	kg

I tillegg til de angitte innsatsfaktorene defineres det gjennomsnittlige bredder på hovedvei, sidevei, anleggsvei og bruer. Gjennomsnittlig bredde på anleggsbelte legges inn i verktøyet. Denne informasjonen benyttes til å beregne klimagassutslipp fra arealbruksendringer. Det skal defineres hvilke arealtyper som berøres av tiltaket og det er mulig å velge mellom skog i ulike bonitetsklasser, myr, jordbruksareal og utbygd areal.

Detaljreguleringsplanen har i tillegg vurdert klimagassutslipp som en del av trafikale og prissatte konsekvenser [4]. Denne beregning er gjort ved bruk av verktøyet EFFEKT v. 6.78 og rapportert i egen rapport [4]. Denne beregningen er gjort med utgangspunkt i fremtidige trafikkmengder (2027-2066), hastighet, stigningsforhold og prognoser for forfordeling av fossile/ikke fossile, samt lette og tunge, kjøretøy.

Beregnete klimagassutslipp oppgis med enhet CO₂-ekvivalenter, videre forkortet CO₂e. Enheten CO₂e benyttes grunnet at den vektet ulike klimagassers bidrag til global oppvarming og gjør utslippene sammenlignbare ved å benytte CO₂e som en felles referanse.

3.2 Systemgrenser

Klimagassberegninger gir et bilde av prosjektets klimagassutslipp gjennom hele livsløpet. Tabell 3-2 viser alle livsløpsfasene som kan inkluderes i en klimagassberegning som definert i standarden EN 15978. De livsløpsfasene som er inkludert i klimagassberegningene gjennomført i denne rapporten er markert med avkrysning på nederste rad i tabellen.

Tabell 3-2: Livsløpsfaser som kan inkluderes i en klimagassberegning iht. EN 15978.

Produktstadiet			Gjennomføringsstadiet		Bruksstadiet								Livsløpets slutt				Konsekvenser utover systemgrensen
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	C1	C2	C3	C4	D
Utvinning av råvarer	Transport til produksjonssted	Materialproduksjon	Transport til anlegg	Byggefase	Bruk	Vedlikehold	Reparasjon	Utskiftning	Ombygging	Energiforbruk	Vannforbruk	Transport	Riving	Transport	Avfallshåndtering	Avhending	Potensiale for gjenbruk, resirkulering, energiproduksjon, mm.
X	X	X	X	X		X	X	X		X							

I klimagassberegningene gjennomført med NV-GHG inkluderes produktstadiet (A1-A3), gjennomføringsstadiet (A4-A5) og bruksstadiet (B2-B4 og B6). Beregningene i EFFEKT tar for seg utslipp fra bruk av veien (B1 og B8), rapportert i egen rapport [4]. Produktstadiet omfatter klimagassutslipp fra produksjon av materialer som asfalt, pukk, betong, isolasjon, tre, samt armerings- og konstruksjonsstål. I tillegg beregnes stålmengder og tilhørende klimagassutslipp for sikringsbolter, lyktestolper og autovern. Gjennomføringsstadiet inkluderer klimagassutslipp fra transport av nevnte materialer til anleggsplassen, samt anleggsarbeider som sprengning og massehåndtering i forbindelse med utbyggingen.

Bruksstadiet omfatter i hovedsak drift og vedlikehold av veistrekningen over en angitt analyseperiode. Dette inkluderer elektrisitet til belysning og pumpe- og viftedrift i tunnel, samt salting, feiing og brøyting. I tillegg beregnes det klimagassutslipp for utskiftning av lyktestolper og autovern, samt reasfaltering. Analyseperioden er i denne beregningen satt til

60 år, noe som vil si at klimagassutslippene fra bruksstadiet beregnes for nevnte tidsperiode.

3.3 Datagrunnlag

Mengder for de ulike innsatsfaktorene som benyttes som inputdata for klimagassberegningene i detaljreguleringen er angitt av prosjekterende i Norconsult. I 2020 ble det gjennomført en baselineberegning ved bruk av mengder på kommunedelplannivå (KDP). Inputdata til klimagassberegninger brukt i detaljregulering og i baseline er presentert i Tabell 3-3 til

Tabell 3-7.

Tabell 3-3 viser lengdene for de ulike veielementene som samlet utgjør strekningen E18 Ytre ringvei, sammen med mengde injeksjonssement og areal betongkulkvert. Mengde injeksjonssement ble ikke beregnet i KDP grunnet at vurderinger av berget ikke er like detaljerte som i detaljregulering, og har derfor ingen tallverdi i tabellen. Hovedvei som ikke er en del av hovedstrekningen betegnes som ekstra hovedvei, mens gang- og sykkelvei, adkomstvei, påkjøringsramper o.l. havner i kategorien sidevei.

Tabell 3-3: Lengder for ulike veielementer i detaljregulering (2022) og i kommunedelplan baseline (2020).

Om strekningen	Enhet	Detaljregulering	Baseline (KDP)
Lengde hovedstrekning	m	9 627	10 512
• Lengde tunnel	m	8 920	8 800
• Lengde hovedvei i dagen	m	602	1 190
• Lengde betongbru	m	105	522
Sideveier			
• Lengde ekstra hovedvei i dagen	m	2 091	1 070
• Lengde sidevei	m	3 573	1 200
• Lengde anleggsvei	m	600	1 016
Tunnel			
• Tunnel dobbeltløp	m	8 920	8 800
• Tunnel enkeltløp	m	2 303	600
• Injeksjonssement	tonn	8 580	---
Betongkulkvert	m ²	875	3 413

Størrelse på tunnelprofiler, gjennomsnittsbredde på veielementer og andre generelle inputdata benyttet i klimagassberegninger er vist i Tabell 3-4.

Tabell 3-4: Generell inputdata til klimagassberegning i detaljregulering (2022) og i kommunedelplan baseline (2020).

Om strekningen	Enhet	Detaljregulering	Baseline (KDP)
Tunnelprofil enkeltløp	-	14	9,5
Tunnelprofil dobbeltløp	-	10,5	9,5
Antall portaler, enkeltløpstunneler	Stk	2	2
Antall portaler, dobbeltløpstunneler	Stk	4	4
Antall kulverter	Stk	1	6
Gjennomsnittsbredde hovedvei	m	22	23
Gjennomsnittsbredde sidevei	m	9	10
Gjennomsnittsbredde anleggsvei	m	6,5	6,5
Gjennomsnittsbredde betongbruer	m	12	15,3

Tabell 3-5 viser en oversikt over massedisponering for detaljreguleringen og baseline. Arealet som er oppgitt for fjerning av vegetasjonsdekke benyttes til å beregne klimagassutslipp fra selve anleggsarbeidet som kreves i form av graving og massehåndtering.

Tabell 3-5: Oversikt over massehåndtering i detaljregulering (2022) og i kommunedelplan baseline (2020).

Massehåndtering	Enhet	Detaljregulering	Baseline (KDP)
Sprengning i dagen	fm ³	380 034	452 272
Sprengning i tunnel	fm ³	1 890 003	1 212 484
Sprengstein til linja	fm ³	666 551	-
Sprengstein til masselagring	fm ³	1 603 486	1 664 756
Sprengstein til linja via pukkverk	fm ³	-	-
Fjerning av vegetasjonsdekke	m ²	186 154	176 805
Jordmasser til linja	fm ³	14 906	53 041
Jordmasser til masselagring	fm ³	22 476	-

Tabell 3-6 viser arealbeslaget i dagsone som følge av veiutbyggingen for detaljregulering og KDP. Arealbeslag fra bygging av vei i dagen er beregnet fra antatt bredde på anleggsbelte og total lengde på vei i dagen. Arealbeslag fra bygging av vei i dagen legges sammen med arealbeslaget fra masselagring av overskuddsmasser for å få prosjektets totale arealbeslag, men beregnes hver for seg grunnet at det er to alternativer for masselagring skal vurderes.

Tabell 3-6: Oversikt over arealbruksendringer i dagsone for detaljregulering (2023) og i kommunedelplan baseline (2020).

Arealbeslag ekskludert masselagring	Detaljregulering dagsone [m ²]	Baseline (KDP) dagsone [m ²]
Utbygd	67 534	12 495
Dyrket mark	3 422	-
Skog, lav bonitet	-	-
Skog, middels bonitet	66 459	70 805
Skog, høy bonitet	-	-
Åpen fastmark	29 594	-
Myr	-	-
Ferskvann	1 581	-
Sjø	31 802	-
Totalt arealbeslag	200 392	83 300

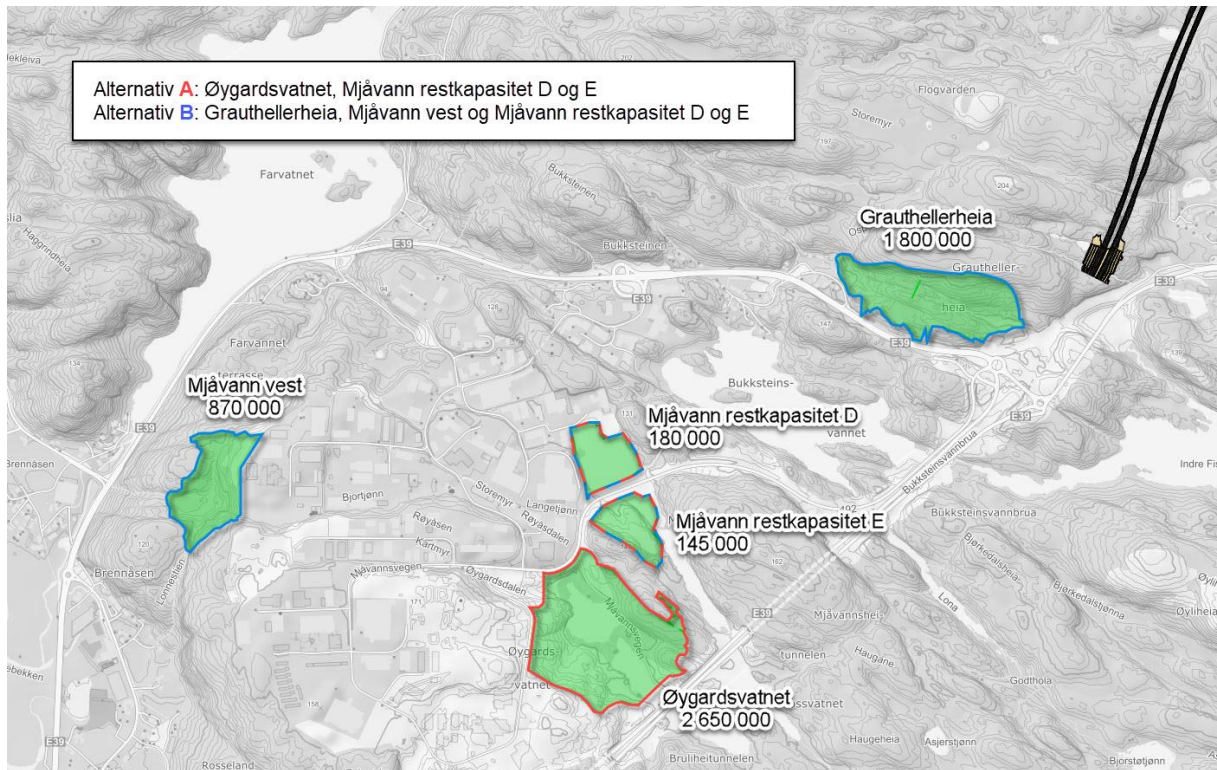
Grunnet at åpen fastmark og dyrket mark har samme utslippsfaktor legges begge under jordbruksareal i beregningsverktøyet NV-GHG v.3.1. Arealbeslag av ferskvann og sjø i dagsone, som ikke er i tilknytning myr- og våtmarksområder, regnes som uten utslipp og er derfor lagt inn som utbygd areal i beregningsverktøyet. Datagrunnlaget for arealbruksendringer for dagsone slik det er lagt inn i beregningsverktøyet er vist i

Tabell 3-7.

Tabell 3-7: Oversikt over arealbruksendringer for dagsone i detaljregulering (2023) og i kommunedelplan baseline (2020) som er benyttet i klimagassberegninger i NV-GHG v.3.1.

Arealbruk	Enhet	Detaljregulering	Baseline (KDP)
Totalt arealbeslag	m ²	200 392	83 300
• Skog – lav bonitet	%	0	1
• Skog – middels bonitet	%	33	85
• Skog – høy bonitet	%	0	0
• Myr	%	0	0
• Jordbruksareal	%	16	0
• Utbygd areal	%	22	15

Masselagring av overskuddsmasser vil bidra vesentlig til klimagassutslipp fra arealbruksendringer i prosjektet. Klimapåvirkningen fra to ulike alternativer for masselagring kvantifiseres i denne rapporten. I alternativ A disponeres overskuddsmasser i områdene Øygardsvatnet, Mjåvann restkapasitet E og D. I alternativ B disponeres overskuddsmasser i områdene Grauthellerheia, Mjåvann vest og Mjåvann restkapasitet D og E. De to alternativene er vist i kartutsnittet i Figur 3-1, med tilhørende arealbeslag fra masselagringen presentert i Tabell 3-8.



Figur 3-1: Kartutsnitt med inntegnede masselagringsområder for alternativ A og B.

Tabell 3-8: Oversikt over arealbruksendringer fra masselagring av overskuddsmasser for alternativ A og B.

Arealbeslag masselagring	Alternativ A [m ²]	Alternativ B [m ²]
Utbygd	38 108	37 712
Dyrket mark/åpen fastmark	2 618	0
Skog, lav bonitet	26 820	55 169
Skog, middels bonitet	60 398	59 351
Skog, høy bonitet	31 948	19 794
Myr	12 820	0
Ferskvann	37 254	10 134
Totalt arealbeslag	209 967	182 159

En oversikt over prosjektspesifikke transportavstander som er benyttet i beregningene er vist i Tabell 3-9. Transport i linja er antatt til å være halvparten av hovedstrekningens lengde, mens transport til masselagring er avstanden fra tunnelmunning til masselagringsområdet. For transport av øvrige materialer og innsatsfaktorer er standardverdiene i NV-GHG benyttet.

Tabell 3-9: Oversikt over transport i detaljregulering (2022) og i kommunedelplan baseline (2020).

Transportavstander	Enhet	Detaljregulering	Baseline (KDP)
Transport i linja	km	5	1
Transport til masselagring, alternativ A	km	2,5	5
Transport til masselagring, alternativ B	km	1,5	
Transport til pukkverk	km	20	15

3.4 Utslippsfaktorer

For å beregne klimagassutslipp knyttet til de ulike livssyklusstadiene benyttes utslippsfaktorer. En utslippsfaktor er et forholdstall som holder informasjon om den samlede klimabelastningen knyttet til innsatsfaktorer som for eksempel materialer, drivstoff, arealbruk og andre aktiviteter. Enheten til en utslippsfaktor er gitt som kg CO₂e per mengdeenhet innsatsfaktor. Standard utslippsfaktorer fra NV-GHG v.3.1 er benyttet for materialene i prosjektet.

For arealbruksendringer er utslippsfaktorer hentet fra rapporten «Metoder for å beregne klimagassutslipp fra arealbeslag» [5]. En oversikt over de utslippsfaktorer fra aktuelle arealkategorier hentet fra denne rapporten er vist i Tabell 3-10.

Tabell 3-10: Utslippsfaktorer for arealbruksendringer fra rapporten «Metoder for å beregne klimagassutslipp fra arealbeslag» [5].

Arealkategori	Utslippsfaktor [kg CO ₂ e/m ²]
Utbygd	0,0
Dyrket mark	43,0
Skog, lav bonitet	60,0
Skog, middels bonitet	71,0
Skog, høy bonitet	84,0
Åpen fastmark	43,0
Myr	337,0*
Ferskvann	0,0**
Sjø	0,0

* Myrdybde bør hensyntas dersom informasjon er tilgjengelig.

** For bekker og vann med omkringliggende myr og annet våtmarksareal, og hvor jordmasser må fjernes, kan det imidlertid være riktig å bruke utslippsfaktoren for myr.

3.5 Antagelser og usikkerhet

3.5.1 Generelt

Verktøyet NV-GHG er overordnet og er ment for å gi en god oversikt over de viktigste kildene til prosjektets totale klimagassutslipp, samt formidle utslippsdrivende prosesser og aktiviteter på en tydelig måte slik at tiltak kan iverksettes der potensialet for utslippsreduksjon er størst. Kun hovedelementer og materialer i prosjektet er inkludert i beregningene. Tekniske installasjoner som kummer, kabler, koblingsbokser, brannskap og drenerør anses som utenfor systemgrensen. Det samme gjelder tekniske bygg, rundkjøringer, rasteplasser, kantstein, viltgjerd, veiskilt, fortau, osv. Det er antatt at strekninger med hovedveier, bruer og sideveier er belyst. Belysning i tunnel blir automatisk inkludert.

Siden verktøyet er overordnet er det er flere forhold som ikke inngår i beregningen. Dette gjelder blant annet spesifikke utslipp knyttet til utfylling i sjø kontra utfylling på land. Arealtypene åpen fastmark, ferskvann og sjø er ikke inkludert i beregningsverktøyet NV-GHG, og klimagassutslipp knyttet til arealbruksendringer for disse arealtypene derfor ikke kvantifisert. Dette kan føre til en underestimering av klimagassutslipp fra arealbruksendringer, da ikke alt beslaglagt areal er medregnet.

Det er naturlig at estimerte klimagassutslipp øker i tråd med detaljering av prosjekter. I sammenligning mellom ulike faser må det derfor vurderes hva som er reelle endringer og hva som skyldes større detaljering/kunnskap om prosjektet.

3.5.2 Vann- og frostsikring

I beregningsverktøyet NV-GHG ligger det inne ulike valgmuligheter for vann- og frostsikring. Vann- og frostsikringen er lagt inn som «sprøytebetong+armeringsnett+PE-skum», da dette er kombinasjonen i beregningsverktøyet som stemmer best overens med prosjektert løsning.

3.5.3 Myrmasser

Oppfylling av Øygardsvatnet krever oppgraving eller fortregning av myrmasser. Det er knyttet usikkerhet til klimagassutslipp fra utbygging av myr, da utslippet avhenger av myrdybden, karboninnholdet i myrmassene og bruken av massene etter utgraving. I naturlig tilstand vil myr ha en netto binding av CO₂e i størrelsesorden 0,31 tonn CO₂e/hektar/år [6]. Ved utbygging vil arealet miste evnen til å binde CO₂, og i mange tilfeller vil arealet i stedet bli en netto kilde til klimagassutslipp. I tillegg vil organisk innhold i myrjord som blir liggende over grunnvannstand sakte brytes ned, og dette fører til utslipp av CO₂e. Hvor hurtig denne nedbrytningen skjer, og hvor stor andel som omdannes avhenger av hvordan myrmassene håndteres etter utgraving.

Metoden brukt i denne rapporten er hentet fra rapporten «Metoder for å beregne klimagassutslipp fra arealbeslag» [5]. Rapporten er et samarbeidsprosjekt mellom Miljødirektoratet, Nye Veier og andre store byggherrer og statlige aktører, som gir retningslinjer i hvordan klimagassutslipp fra arealbeslag skal kvantifiseres.

Klimagassberegninger for arealbruksendringer presentert i kapittel 4.1 er utført i beregningsverktøyet NV-GHG v.3.1, med utslippsfaktorer fra rapporten «Metoder for å beregne klimagassutslipp fra arealbeslag». Utslippsfaktorene relaterer klimagassutslipp til antall m² beslaglagt og legger til grunn en standard myrdybde på 2 m. Når myrdybden er kjent skaleres utslippsfaktoren for myr for å gi et mer nøyaktig klimagassutslipp.

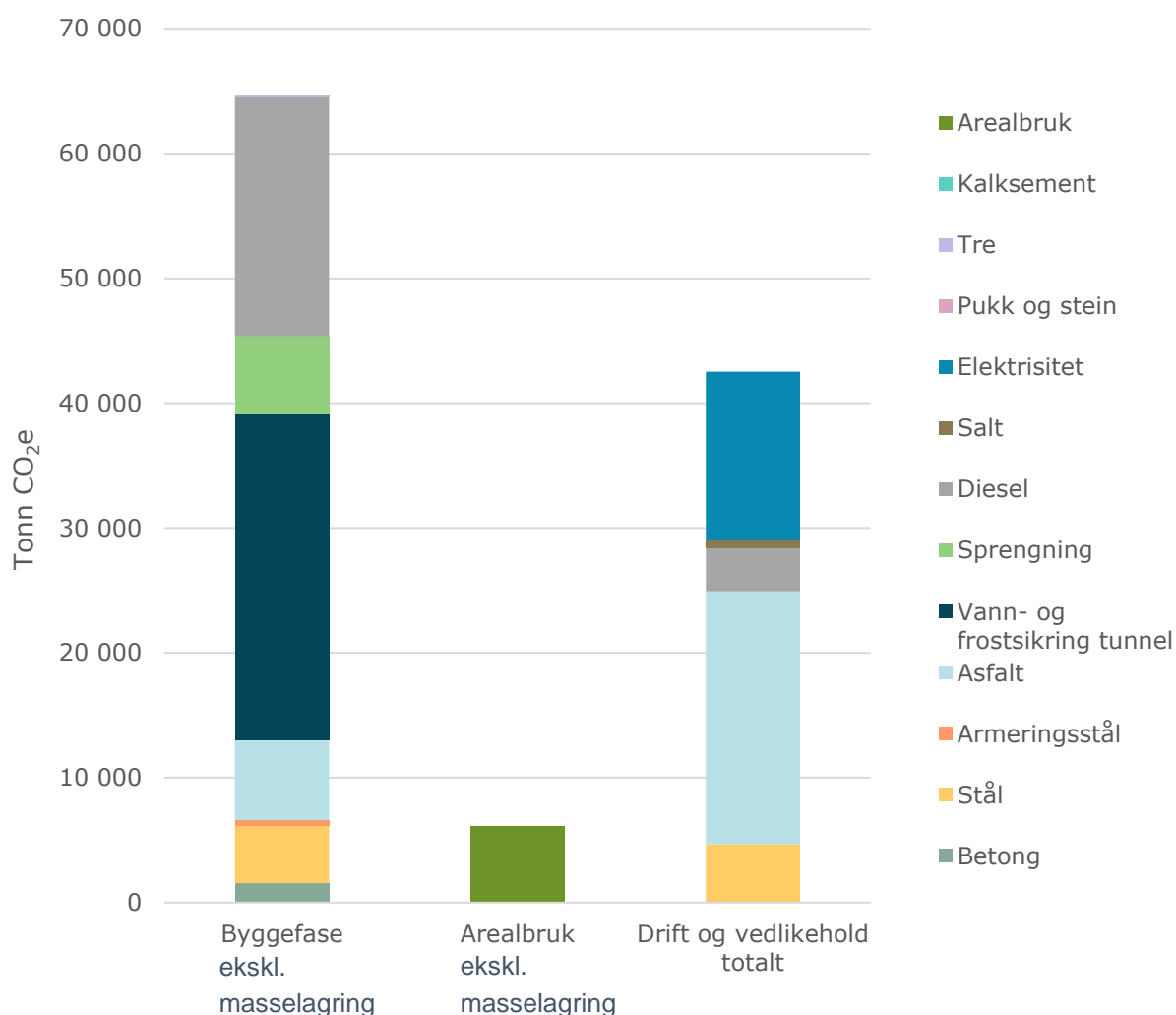
3.5.4 Driftsfase

Drift- og vedlikeholdsfasen går over 60 år, og det derfor svært krevende å gjøre treffsikre antagelser på teknologisk utvikling så langt frem i tid. Beregningsverktøyet som benyttes tar ikke høyde for utvikling av mer klimavennlige materialer og antar derfor at asfalt til reasfaltering alltid vil ha samme utslippsfaktor. På samme måte er drift- og vedlikeholdsoppgaver som i fremtiden kan elektrifiseres inkludert i beregningene med det forbruket av fossilt drivstoff som er standard i dagens drift og vedlikehold. Utslipp fra drift og vedlikehold kan derfor ikke anses som nøyaktige beregninger, men vil gi en pekepinn på forventet utslippsnivå. Utslippene fra denne fasen følger i stor grad utslippene fra anleggsfasen, da utslipp fra både bygging, drift og vedlikehold avhenger av lengden på veien som bygges.

4 Resultater

4.1 Klimagassutslipp ekskludert masselagring

Resultatene fra klimagassberegningene E18 Ytre ringvei er vist i Figur 4-1, fordelt på ulike veielementer, arealbeslag, samt drift og vedlikehold over 60 år. Klimagassutslipp fra masselagring er ekskludert fra figuren og presentert separat i kapittel 4.2, grunnet at det er to masselagringsalternativ som skal vurderes. Det beregnede klimagassutslippet for strekningen, ekskludert masselagring, er på 113 310 tonn CO₂e. Byggefasen står for hoveddelen av utslippene med 64 650 tonn CO₂e, drift og vedlikehold står for 42 520 tonn CO₂e mens arealbruksendringer for dagsone (ekskludert masselagring) bidrar til utslipp av 6 140 tonn CO₂e.



Figur 4-1: Klimagassutslipp fordelt for byggefase, arealbruk og drift/vedlikehold i tonn CO₂e.

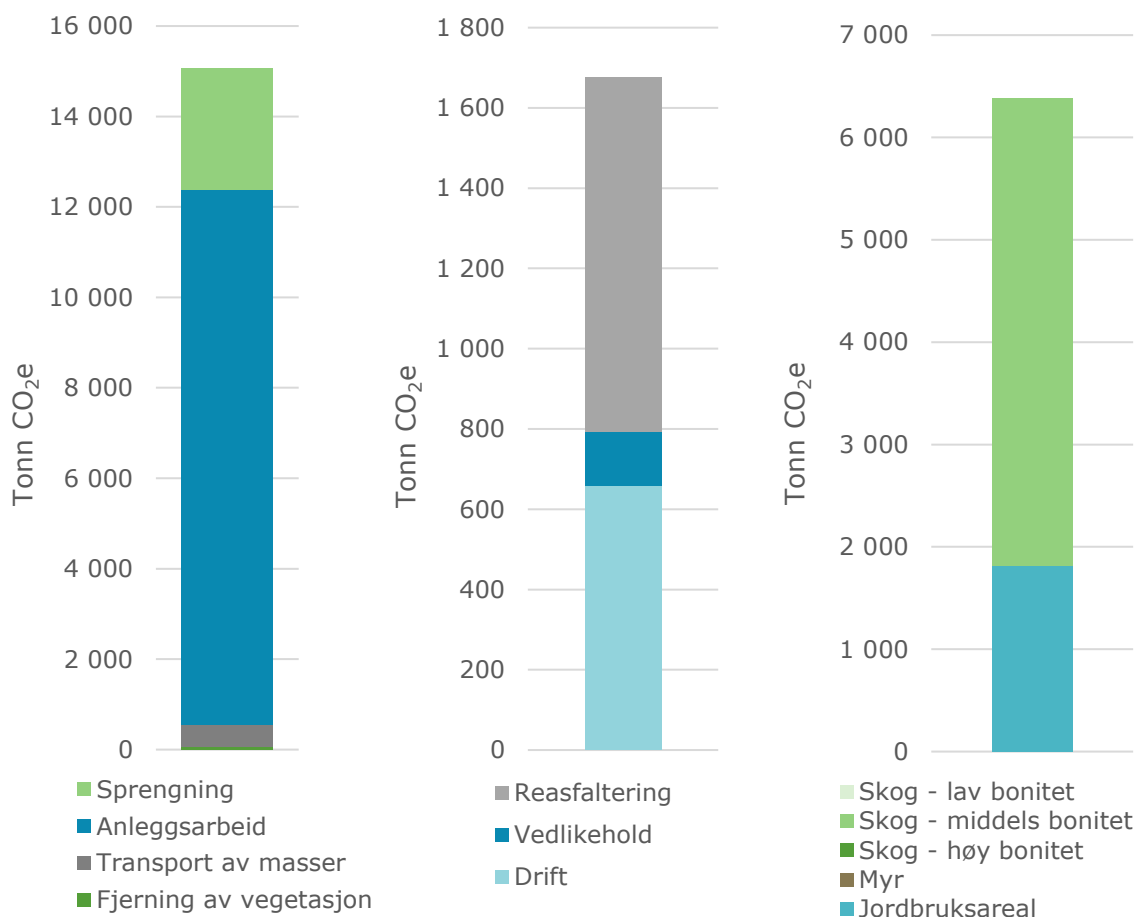
I byggefasen utgjør vann- og frostsikring av tunnel store deler av utslippene (40 %), som vist i Figur 4-1. Andre store utslippsposter i byggefasen er dieselforbruk (30 %), sprengning (10 %) og asfaltering (10 %). I driftsfasen er forbruk av asfalt til reasfaltering det dominerende bidraget til klimagassutslipp (48 %) etterfulgt av elektrisitetsforbruk (32 %).

Figur 4-2 viser direkte utslipp ekskludert masselagring i byggefasen (til venstre), i drift- og vedlikeholdsfasen (i midten) og fra arealbruksendringer (til høyre). I byggefasen står direkte utslipp for 15 060 tonn CO₂e, tilsvarende 23 % av utslippene fra byggefase. For byggefasen er det anleggsarbeid, i form av tomtebearbeidelse, legging av vegfundament og vegdekke, pigging i tunnel o.l., som står for det største bidraget til direkte utslipp (78 %), etterfulgt av sprengning (18 %) og massetransport ekskludert transport til masselagringsområdene (3 %).

I drift- og vedlikeholdsfasen står direkte utslipp for 1 680 tonn CO₂e, tilsvarende 4 % av utslippene fra drift- og vedlikeholdsfasen. For drift- og vedlikeholdsfasen står reasfaltering for det største bidraget til direkte utslipp (53 %), etterfulgt av en samlepost for driftsoppgaver som brøyting, salting og feiing (39 %) og vedlikehold (8 %).

For arealbruksendringer ekskludert masselagring er det skog med middels bonitet som står for det største bidraget til klimagassutslipp (72 %), etterfulgt av jordbruksareal (28 %).

Over analyseperioden på 60 år er den samlede andelen indirekte utslipp på 87 % før masselagring inkluderes. Det vil si at hoveddelen av klimagassutslippet kommer fra utvinning, produksjon og transport av materialer og råvarer.



Figur 4-2: Direkte utslipp i byggefasen (til venstre), direkte utslipp i drift- og vedlikeholdsfasen (i midten) og direkte utslipp fra arealbruksendringer (til høyre) fordelt på ulike innsatsfaktorer.

4.2 Klimagassutslipp fra masselagring – Arealbruksendring og transport

Det er beregnet klimagassutslipp fra arealbruksendringer som følge av masselagring for alternativ A og B. Klimagassberegningene er utført ved bruk av metodikk og utslippsfaktorer hentet fra rapporten «Metoder for å beregne klimagassutslipp fra arealbeslag» [5]. Arealer og arealkategorier for masselagringsalternativene er presentert tidligere i Tabell 3-8.

Utslippsfaktoren for myr på 337 kg CO₂e/m² legger til grunn en myrdybde på 2 meter, og det anbefales å ta hensyn til dybden av beslaglagt myr når denne informasjonen er tilgjengelig. For å skalere utslippsfaktoren for myr til ulike myrdybder benyttes faktoren 168,4 kg CO₂/m³ [5].

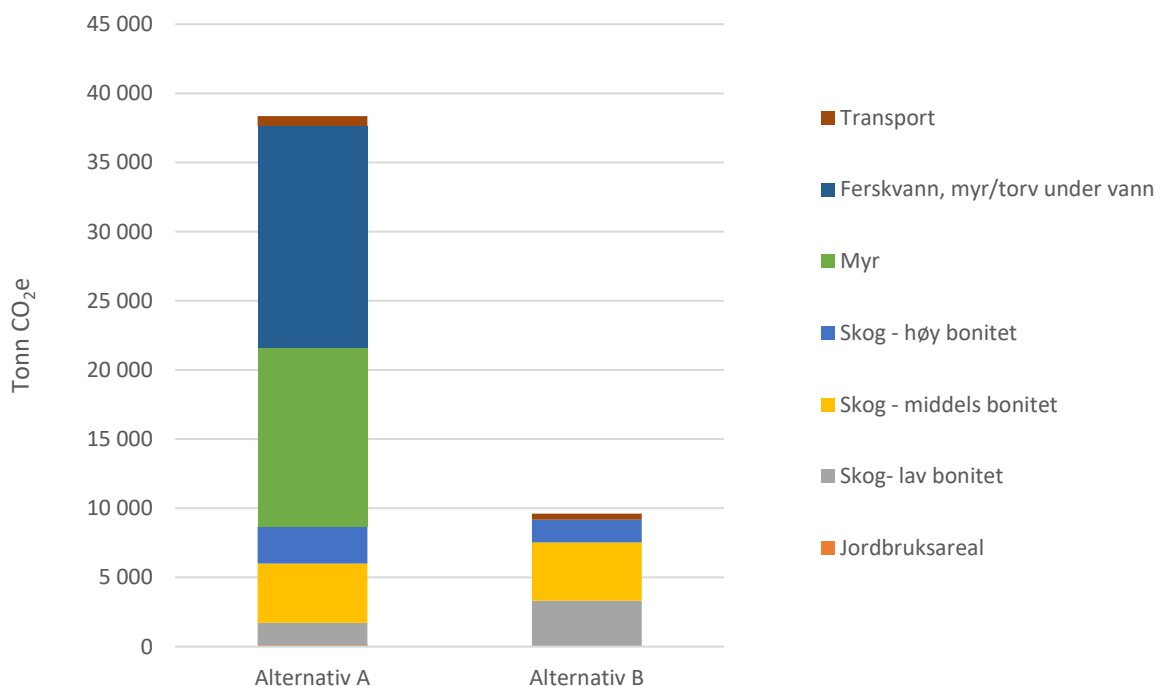
I alternativ A står Øygardsvatnet for den største delen av arealbeslaget fra masselagring. Utførte grunnundersøkelser ved Øygardsvatnet viste mektighet på myr opptil 8 meter [7]. Myrdybden skaper et behov for å skalere utslippsfaktoren for å hindre underestimert klimagassutslipp. Øygardsvatnet er et vann med omkringliggende myr hvor grunnundersøkelser viste bløte masser av myr og annet organisk materiale, som fører til at utslippsfaktoren for myr vurderes som riktig å benytte også for arealet som regnes som ferskvann i dette masselagringsområdet. En oversikt over myr- og ferskvannsareal, gjennomsnittsdybde for myr/torvmasser og utslippsfaktor skalert i henhold til myrdybden er vist i Tabell 4-1.

Tabell 4-1: Oversikt over areal dybde og utslippsfaktor skalert etter dybde for myrområde og myr/torv under vann ved Øygardsvatnet.

Øygardsvatnet	Areal [m ²]	Gjennomsnittsdybde [m]	Utslippsfaktor [kg CO ₂ e/m ²]
Myr	12 820	6,0	1010,4
Ferskvann, myr/torv under vann	27 120	3,5	589,4

Masselagringsalternativ A og B benytter begge masselagringsområder som ligger relativt nærme tunnelmunningen i vest. Snittavstanden fra tunnelmunning til masselagringsområdene er ca. 2,5 km for alternativ A og ca. 1,5 km for alternativ B, og benyttes til å beregne forventet klimagassutslipp fra transport mellom tunnelmunning og masselagring.

Klimagassutslippet for de to masselagringsalternativene er vist i Figur 4-3, fordelt på ulike arealkategorier. Alternativ A fører til det største klimagassutslippet på rundt 38 350 tonn CO₂e, sammenlignet med alternativ B på ca. 9 620 tonn CO₂e. Av dette kommer rundt 720 tonn CO₂e og 430 tonn CO₂e fra transport av massene for henholdsvis alternativ A og B. Figuren viser tydelig hvor store klimagassutslipp arealbeslag av myr og våtmarksområder fører til. Ved gjennomføring av alternativ A vil klimagassutslippene fra arealbeslag samlet være 44 020 tonn CO₂e og prosjektets totale klimagassutslipp bli 151 660 tonn CO₂e. Ved gjennomføring av alternativ B vil klimagassutslippene fra arealbeslag samlet være 15 580 tonn CO₂e og prosjektets totale klimagassutslipp vil bli 122 920 tonn CO₂e. Det vil si at masselagringsalternativ B gir 29 090 tonn CO₂e eller 19 % lavere totale klimagassutslipp sammenlignet med alternativ A.



Figur 4-3: Klimagassutslipp fra arealbruksendringer ved masselagring for alternativ A og B.

4.3 Trafikale forhold

Etablering av E18 Ytre ringvei vil føre til en trafikkøkning sammenlignet med 0-alternativet (dagens veitilbud). Klimagassutslipp som følge av endringene i trafikale forhold er kvantifisert til 3 % i en EFFEKT-beregning. Økningen tilsvarer 329 350 tonn CO₂-ekvivalenter over en periode på 40 år. For mer informasjon se rapport om trafikale og prissatte konsekvenser [4].

4.4 Oppsummering

En oppsummering av beregnede klimagassutslipp for E18 Ytre ringvei er presentert i Tabell 4-2. Tabellen viser utslipp fra byggefase, arealbruksendringer, drift- og vedlikeholdsfase over 60 år, og trafikale endringer over 40 år. Klimagassutslipp fra trafikale endringer er beregnet i forhold til et 0-alternativ i EFFEKT, mens øvrige klimagassutslipp er beregnet i NV-GHG v. 3.1.

Tabell 4-2: Oversikt over klimagassutslipp, fordelt på byggefase, arealbruksendringer, drift- og vedlikeholdsfase og trafikale endringer.

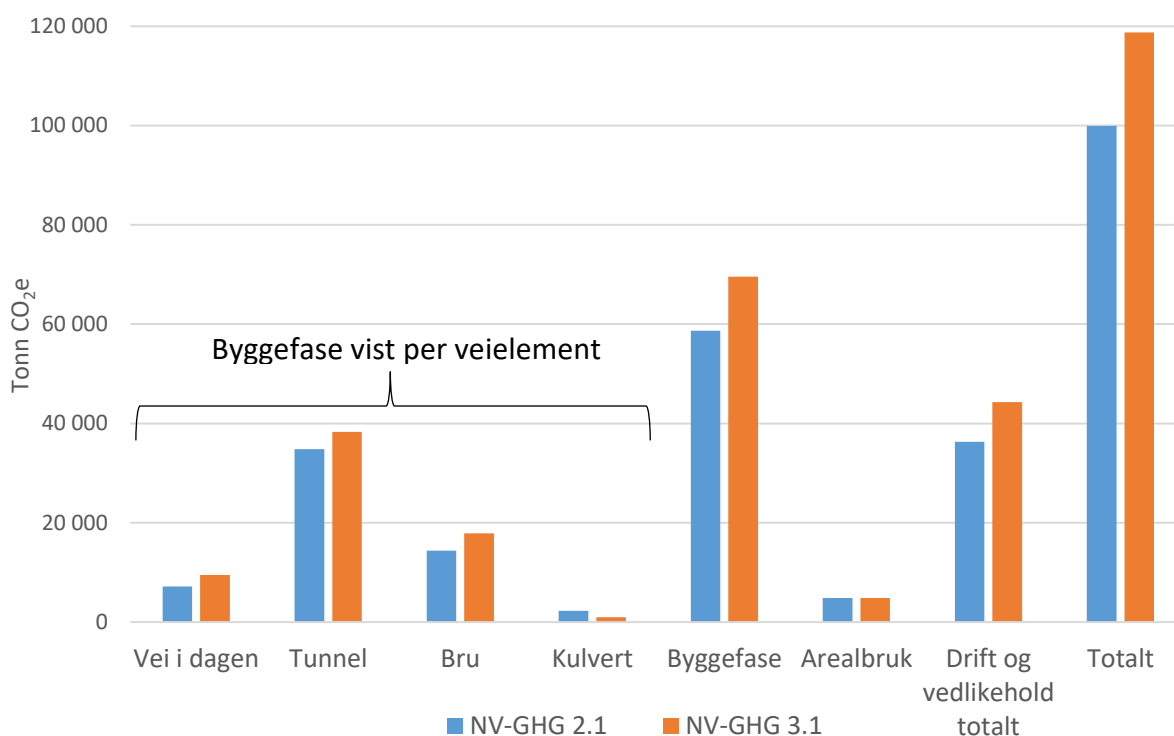
Kategori	Tonn CO ₂ e	
Byggefase (NV-GHG)	64 650	
Arealbruksendringer totalt (NV-GHG)	Alternativ A 44 020	Alternativ B 15 580
Drift- og vedlikeholdsfase over 60 år (NV-GHG)	42 520	
Trafikale endringer over 40 år (EFFEKT)	329 350	

4.5 Sammenligning med KDP

4.5.1 Sjekk av baselineberegninger

Baselineberegningene for prosjektet ble gjennomført av Nye Veier i september 2020 og viste et samlet utslipp på 99 910 tonn CO₂e fra byggefase, arealbruk, drift og vedlikehold [3]. Beregningene ble utført i verktøyet NV-GHG 2.1. I revisjonsarbeidet for å oppdatere verktøyet ble formelfeil oppdaget og rettet, utslippsfaktorer har blitt harmonisert med VegLCA og verktøyets detaljeringsgrad har økt. En oversikt over alle endringer som er gjennomført ligger i verktøyets versjonslogg. For å undersøke virkningen dette har hatt i baselineberegningene er mengdedata fra baseline blitt brukt til å gjøre en oppdatert analyse i den nyeste versjonen av verktøyet, NV-GHG 3.1.

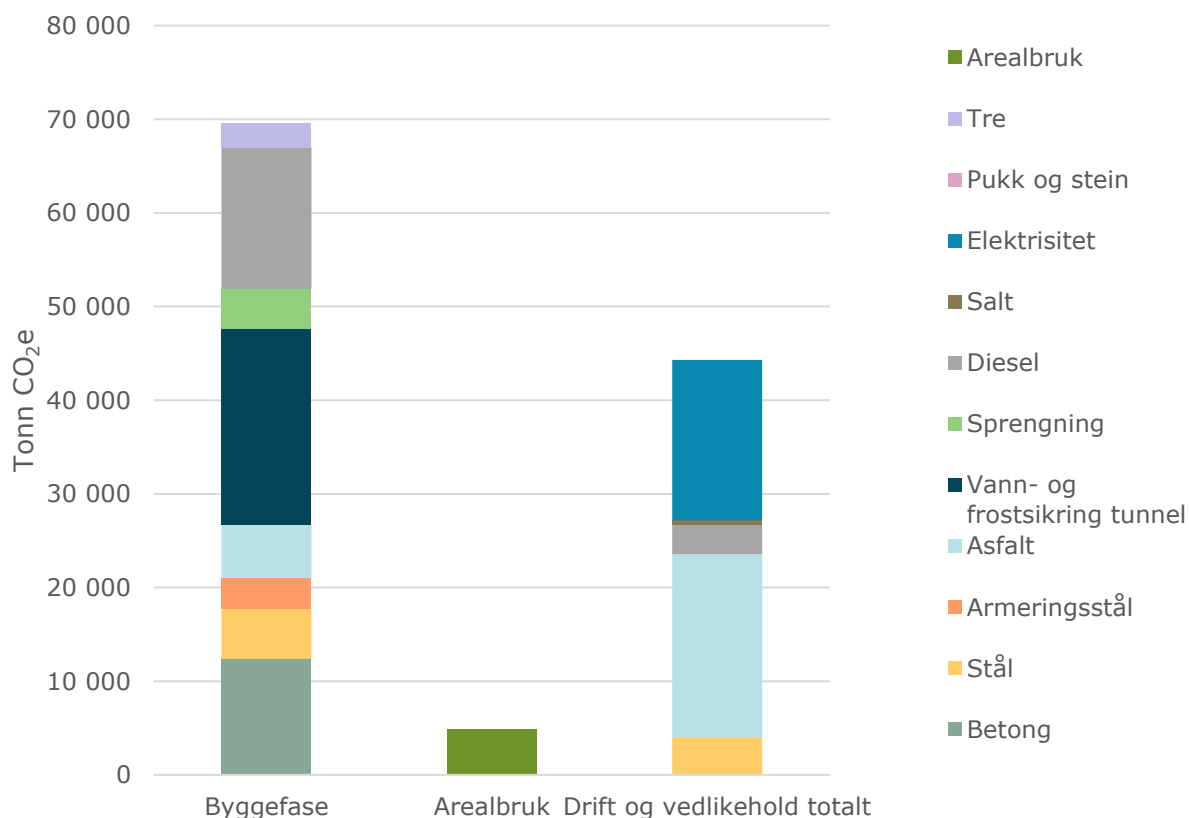
En sammenligning av baseline-utslippsberegningene for de to versjonene av Nye Veier sitt beregningsverktøy er presentert i Figur 4-4. Figuren viser at differansen i totale utslipp som følge av forskjeller i beregningsverktøyet er 18 835 tonn CO₂e, som tilsvarer en økning på 19 % fra beregningen gjennomført i NV-GHG 2.1. I byggefase er utslippene for vei i dagen, tunnel, og bru høyere i den nyeste versjonen av verktøyet, mens utslippene for betongkulverter er lavere. For drift og vedlikehold er også utslippene høyere i versjon 3.1 sammenlignet med versjon 2.1, mens utslipp knyttet til arealbruksendringer er uendret.



Figur 4-4: Sammenligning av baselineberegninger for utslipp fordelt på fysiske enheter i byggefase og fordelt på ulike faser utført i NV-GHG 2.1 og NV-GHG 3.1.

4.5.2 Oppdaterte baselineberegninger

En differanse i totale klimagassutslipp på 19 % i et prosjekt av denne størrelsen er signifikant. Siden forskjellen i baselineberegningene fra de to verktøyene er stor, og grunnen til differansen er kjent, vil oppdaterte baselineberegninger fra versjon NV-GHG 3.1 benyttes som sammenligningsgrunnlag for dette klimabudsjettet. Nye baselineberegninger er presenter i Figur 4-5, og viser klimagassutslipp fra byggefase, arealbruk og drift- og vedlikeholdsfase.



Figur 4-5: Baselineberegninger gjennomført i NV-GHG 3.1 som viser klimagassutslipp fordelt på byggefase, arealbruk og drift og vedlikehold.

4.5.3 Sammenligning mellom detaljregulering og kommunedelplan

Det er gjort en sammenligning mellom klimagassberegninger utarbeidet i kommunedelplanen (KDP) og i detaljregulering (DR). Resultatene fra begge beregningene er sammenstilt i Tabell 4-3 viser at klimagassutslippene fra byggefase er 7% lavere i DR enn i KDP.

Utslippsreduksjonen kommer fra lavere utslipp for kategoriene «bru», «kulvert» og «pukk», sammenlignet med KDP. Bygging av tunnel fører til høyere utslipp i DR enn i KDP som følge av at DR inkluderer injeksjonssement, noe som ikke var med i klimagassberegningene for KDP. I drift- og vedlikeholdsfasen reduseres utslippene 4 % i DR sammenlignet med i KDP. Årsaken til reduksjonen er at strekningens totale lengde er kortere i DR enn i KDP, som vil si at det er mindre vei å vedlikeholde.

Utslipp som følge av arealbruksendringer ved massedisponering var ikke kvantifisert i KDP. Dersom arealbeslag som følge av masselagring av overskuddsmasser ekskluderes, er klimagassutslippene som følge av arealbeslag fra bygging av vei i dagen 6 138 tonn CO₂e, tilsvarende 26 % høyere for DR sammenlignet med KDP.

Hvis alle poster som er kvantifisert i DR inkluderes er totale utslipp i DR er 28 % eller 4 % høyere enn i KDP for henholdsvis alternativ A og alternativ B. Klimagassberegningene i DR inkluderer arealbeslag fra massedisponering og injeksjonssement, som er store utslippsposter som ikke er inkludert i beregningene for KDP. Sammenlignes utslippene i DR og KDP på samme vilkår, ved å benytte mengder for aktiviteter som er tallfestet i begge beregningene, er utslippene i DR samlet sett 17 % lavere enn i KDP.

Tabell 4-3: Sammenligning av klimabudsjettet utarbeidet i kommunedelplanen (KDP) [1] og i detaljregulering (DR).

Kategori	KDP	DR	Endring (tonn)	Endring (%)
Byggefase	69 577	64 646	-4 931	-7 %
• Vei i dagen	4 636	5 409	773	17 %
• Tunnel	38 277	53 412	15 135	40 %
• Bru	17 899	1 049	-16 850	-94 %
• Kulvert	998	256	-742	-74 %
• Pukk	7 767	4 519	-3 248	-42 %
Arealbruk	4 864	Alt. A 44 020	39 156	905 %
• Vei i dagen	4 864	6 138	1 274	26 %
		Alt. B 15 580	10 716	320 %
		6 138	1 274	26 %
Drift og vedlikehold	44 304	42 523	-1 781	-4 %
Total	118 745	Alt. A 151 655	32 910	28 %
		Alt. B 122 924	4 179	4 %

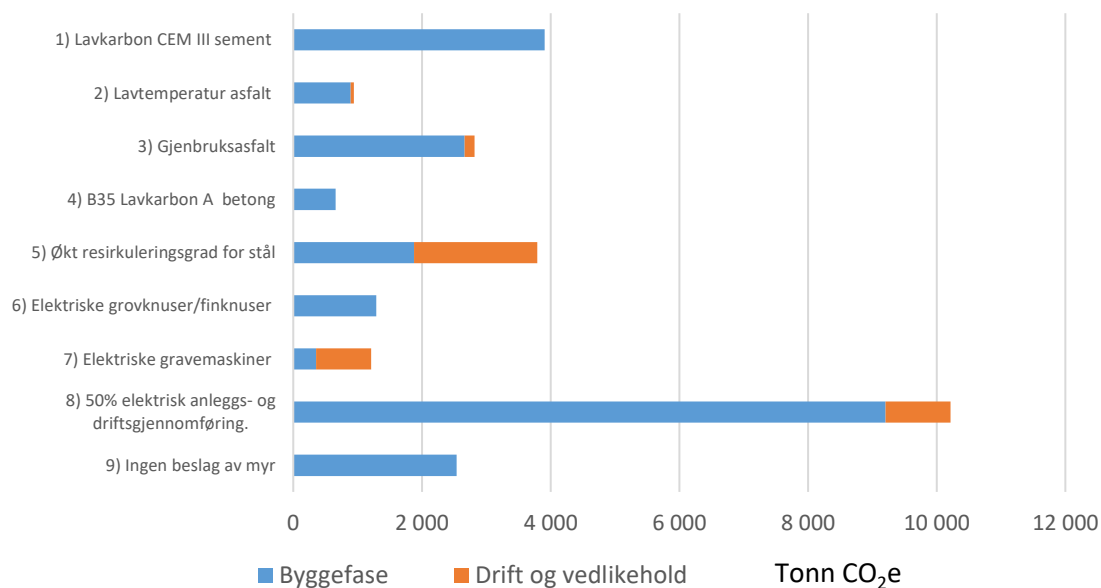
5 Utslippsreducerende tiltak

5.1 Tiltaksanalyse

Det største potensialet for reduksjon i klimagassutslipp ligger i de største utslippspostene. Materialene som bidrar mest til klimagassutslipp er vann- og frostsikring, asfalt, stål og betong, som vist i kapittel 4.1. Disse er derfor hovedfokus for tiltak knyttet til materialvalg. Innsatsfaktoren som bidrar til størst utslipp, som ikke er knyttet til materialbruk, er forbruk av diesel. Derfor er effekten av ulike tiltak som reduserer dieselforbruket også undersøkt. Videre følger en liste over utslippsreducerende tiltak.

- 1) **Frostsikring tunnel**
All sement er endret til CEM III Lavkarbon sement ved å endre utslippsfaktoren fra 0,76 til 0,3 kg CO₂e/kg, hentet fra VegLCA.
- 2) **Lavtemperaturasfalt**
All asfaltgrus og asfaltgrusbetong er endret til lavtemperaturasfalt, som har 30-40% lavere utslippsfaktor sammenlignet med vanlig asfalt ifølge veiviser for bærekraftige offentlige anskaffelser [8] Utslippsfaktor for asfaltgrus og asfaltgrusbetong er derfor redusert med 30 % fra hhv. 0,045 og 0,034 kg CO₂e/kg til 0,032 og 0,024 kg CO₂e/kg.
- 3) **Gjenbruksasfalt**
All asfaltgrusbetong og asfaltgrus med utslippsfaktor på hhv. 0,045 og 0,034 kg CO₂e/kg er endret til gjenbruksasfalt, med en utslippsfaktor på 0,004 kg CO₂e/kg, hentet fra VegLCA.
- 4) **Lavkarbon betong**
All betong er endret til normalbetong B35 lavkarbon A ved å endre utslippsfaktoren fra 0,140 kg CO₂e/kg til en utslippsfaktor på 0,088 kg CO₂e/kg, hentet fra VegLCA.
- 5) **Resirkulert stål**
Resirkuleringsgraden i stål er økt ved å endre utslippsfaktor fra 2,100 kg CO₂e/kg til 1,243 kg CO₂e/kg, hentet fra VegLCA.
- 6) **Elektrisk grovkuser/finkuser**
Grovkuser og finkuser er endret til å benytte elektrisitet som drivmiddel.
- 7) **Elektriske gravemaskiner**
Alle gravemaskiner er endret til å benytte elektrisitet som drivmiddel.
- 8) **Elektrisk anleggs- og driftsgjennomføring**
50% av all anleggs- og driftsgjennomføring er endret til å benytte elektrisitet som drivmiddel.

Effekten av de utslippsreducerende tiltakene er kvantifisert ved bruk av NV-GHG 3.1 og er presentert i Figur 5-1. For tiltakene som ser på materialvalg er det bruk av lavkarbon sement som har det største reduksjonspotensialet med 3 910 tonn CO₂e. Bruk av stål med lavere klimagassutslipp har stort reduksjonspotensiale i både byggefase og drift- og vedlikeholdsfasen. Tiltak 8 er tiltaket med størst reduksjonspotensial og viser at 50 % elektrisk anleggs- og driftsgjennomføring fører til reduksjon på ca. 10 000 tonn CO₂e. Dersom tiltak 1, 3, 4, 5, og 8 kombineres vil dette føre til en utslippsreduksjon på rundt 18 300 CO₂e.



Figur 5-1: Reduksjon i totale klimagassutslipp i % og antall tonn CO₂e, som følge av ni ulike reduksjonstiltak.

5.2 Mål

Nye Veiers klimamål er 50 % reduksjon sammenlignet med bransjestandard teknologi i referanseåret 2005 og beregninger utført på kommunedelplanstadiet for byggefase og 75 % reduksjon for drift- og vedlikeholdsfase.

I detaljregulering er utslippene redusert med anslagsvis 17 % når sammenlignet med kommunedelplan med de samme innsatsfaktorene inkludert. Det vil i utgangspunktet si at ca. 29 % gjenstår for entreprenøren for å oppnå en samlet reduksjon på 50 %.

I tillegg til tiltakene som er kvantifisert i Figur 5-1 er det identifisert et sett med overordnede tiltak gjennom en workshop, som viser hvordan man kan ta steg mot å nå Nye Veiers klimamål.

5.3 Workshop

Den 31.05.21 ble det gjennomført en workshop for å identifisere mulige utslippsreducerende tiltak for prosjekter E18 Ytre ringvei. Deltakerne var Nye Veier og relevante fagansvarlige i Norconsult. Spørsmålene som ble diskutert var:

- Hvordan kan vi komme ned i energibruk; ny teknologi, fremdrift og tilrettelegge for utslippsfri anleggs- og driftsfase?
- Hvilke materialvalg kan vi gjøre som har minst innvirkning på ytre miljø?

Ideer som ble diskutert på workshopen er oppsummert i Tabell 5-1. Generelle og overordnede tiltak er:

- Reduksjon av materialforbruk
- Redusert masseoverskudd
- Optimalisere og minimere massetransport
- Høy grad av gjenbruk av bygningsmaterialer og eksisterende konstruksjoner.

For flere forslag se Sjekkliste - Klimatiltak i anleggsbransjen [9]. De største utslippene i anleggsfasen kommer fra kategoriene frostsikring, sprengstoff og diesel. I driftsfasen er de største utslippene i kategoriene elektrisitet, asfalt og stål.

Tabell 5-1. Mulige tiltak for å redusere klimagassutslipp.

Kategori	Mulige tiltak
Frostsikring	Brukt av komposittmaterialer eller løsninger med skumglass der det er mulig.
	Lavkarbonbetong/miljøbetong der det er hensiktsmessig.
Sprengstoff	Minimere utsprenging av stein, f.eks. ved optimalisert dypsprenging og tverrsnitt.
	Benytte fordemming ved ladning av hull i tunnel for å minimere energitap fra sprengstoff.
	Digitalisering av planleggingen.
Diesel	Økt innblanding av biodiesel (I tråd med nasjonalt krav)
	Utsprenging av stein, og massetransport bør, reduseres så mye som mulig.
	Bruk av elektriske maskiner, anleggsmaskiner og personbiler
Asfalt	Lavtemperaturasfalt/gjenbruksasfalt.
	Lavere kvalitet i områder med lite belastning.
	Asfalt som krever sjeldnere reasfaltering.
Stål / Armeringsstål	Konstruksjonsstål og stål til bolter bør bestå av minst 70 % resirkulert stål.
	Armeringsstål bør bestå av minst 90 % resirkulert stål,
	Alternative materialer i armering
Betong	Bruk av lavkarbonbetong/ miljøbetong der det er hensiktsmessig.
	Lavere betongklasse for omstøpte kanaler og diverse.
	Minimere bruk av betong. F.eks. slankere veggelementer i tunnel. Tørrstabet mur der det er mulig.
Injeksjonssement	Mindre bruk av sement
	Alternativer til sement?
Elektrisitet	Bruk av fornybar energi
	Utforske mulighet for strømproduksjon i anlegget. F.eks solceller ved tunnelportal
	Flere pumpestasjoner, energieffektive vifter og andre installasjoner
Arealbruk	Redusere dagsonen ved Grauthelleren.
	Velge lokalitet for massedisponering med minst mulig arealbruk.
	Bruke trevirke til samfunnsnyttige formål

6 Referanser

- [1] TØI, «Indirekte utslipp og eksterne kostnader i transportsektorens bygg- og anleggsfase,» 2022.
- [2] Nye Veier, «Nye Veiers klimastrategi,» 2021.
- [3] Nye veier, «Klimagassberegning for strekningen E39 Vige-Breimyr (Baseline 2015) - oppdatert 2020,» 2020.
- [4] Norconsult, «NV42E18YR-PLA-RAP-0010-Fagrapport trafikale og prissatte konsekvenser,» Nye veier, 2023.
- [5] Miljødirektoratet, Avinor, Kystverket, Jernbanedirektoratet, Bane NOR, Nye Veier, Statens vegvesen, «"Metoder for å beregne klimagassutslipp fra arealbeslag"».
- [6] Miljødirektoratet, 2020. [Internett]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimagassutslipp-kommuner/beregne-effekt-av-ulike-klimatiltak/>. [Funnet 2022].
- [7] Norconsult, «Geoteknisk vurdering av masselagringsområder,» 2022.
- [8] Direktoratet for forvaltning og økonomistyring (DFØ), «Kriterieveiviseren, Veiviser for bærekraftige offentlige anskaffelser,» 2020.
- [9] Nye veier og Zero, «Sjekkliste- Klimatiltak i anleggsbransjen,» 2020.

7 Vedlegg 1– CEEQUAL-tabell

Denne rapporten dekker ett eller flere dokumentasjonskrav under CEEQUAL (BREEAM Infrastructure). CEEQUAL har evidensbaserte vurderingskriterier og ekstern verifisering, og brukes for å måle bærekraft i et prosjekt. For å forbedre erfaringsoverføring til neste fase er de relevante kravene oppsummert og referert til i følgende tabell.

Tabell 7-1: Bærekraftsvurderinger knyttet til CEEQUAL-manualen.

<i>Krav i CEEQUAL-manualen</i>	<i>Relevant avsnitt med dokumentasjon i dette dokument</i>	<i>Kommentar</i>
7.2.1. «Carbon management»	Beregning: Kap. 4 Mål: Kap. 2.3 Forbedring: Kap.4.5.3	Klimagassutslipp er estimert i kommunedelplan og i detaljregulering. Nye Veier har satt seg mål om å redusere klimagasser. Beregningen er rapportert og det er registrert en reduksjon i klimagasser fra KDP til DR, når de er sammenlignet på samme vilkår.
7.3.1. «Life cycle assessment» a) Product life cycle assessments.	Kap. 4 og 5	Det er gjennomført en livsløpsvurdering for minst 10 innsatsfaktorer basert på karbonavtrykk. Det er gitt anbefaling og alternativer til hvordan klimaavtrykket kan reduseres for disse.
7.3.1. «Life cycle assessment» b) Screening carbon footprint.	Kap. 3	Det er gjennomført et klimagassbudsjett før prosjektet er ferdigstilt. Klimabudsjettet er utført med et LCA verktøy utviklet for slike prosjekt. De viktigste kildene til utslipp er identifisert. Klimagassutslipp har vært en del av beslutningsgrunnlaget ved store valg.
7.3.1. «Life cycle assessment» c) Complete carbon footprint.	Kap. 3	En klimagassbudsjett er utarbeidet for livsløpsfasene A-B. Livsløpsfase C (livsløpets slutt) er ikke utarbeidet fordi dette er et samferdselsprosjekt. I Norge er det antatt at levetiden til veier generelt er så lang at det ikke er hensiktsmessig å regne på dette. Det er gitt anbefalinger som kan redusere karbonavtrykket til prosjektet.