



Klimagassbudsjett Reguleringsplanfase

Detaljregulering E39 Lyngdal Vest - Kvinesdal

NV Dokumentnummer: NV42E39LK-YML-RAP-0015

ENT Dokumentnummer: 10220781- E39LK_000_YM_klimagassbudsjett

Nye Veier AS | Kjøita 6

4630 Kristiansand

nyeveier.no

Prosjekt nr:	10220781
Oppdragsnavn:	Lyngdal Vest - Kvinesdal
Kunde	Nye Veier AS

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Årsak til utgivelse	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
01	15.10.2023	Første utkast	Noiifl	Nokasj / Nojesn	Nojaov

Endringsoversikt

Revisjon	Endringsbeskrivelse
01	Første utkast

Innhold

1	Innledning	5
1.1	Bakgrunn	5
1.2	Klimamål.....	6
1.3	Om rapporten	7
1.4	Sammendrag.....	7
1.5	Vurderinger og tiltak i planprosessen	8
1.6	Ordforklaringer	10
2	Metode.....	11
2.1	Beskrivelse av livsløpsvurdering (LCA)	11
2.2	Systemgrenser	11
2.3	Omfang byggefase (A1- A5).....	14
2.4	Omfang arealbruksendring (LULUCF).....	15
2.5	Omfang drift- og vedlikeholdsfasen (B1 – B6).....	15
2.6	Utslippsfaktorer	15
3	Grunnlagsdata og forutsetninger	17
3.1	Grunnlagsdata	17
3.2	Forutsetninger for beregningene.....	17
3.3	Data input til klimagassbudsjettet	20
4	Resultat av beregningene (klimagassbudsjett)	23
4.1	Resultat for byggefase (A1-A5)	23
4.2	Resultat for arealbruksendring (LULUCF)	24
4.3	Resultat for drift- og vedlikeholdsfasen (B1-B5)	25
4.4	Resultat samlet alle livsløpsfaser	26
5	Vurdering av usikkerhet knyttet til arealbruksendring.....	27
5.1	Midlertidig arealbeslag	27
5.2	Myr utslippsfaktor - egen beregning	29
5.3	Skog.....	29
5.4	Revegetering av masselager	30
6	Sammenligning av regulert linje og KDP	31
6.1	Grunnlagsdata	31
6.2	Resultat av beregningene.....	33

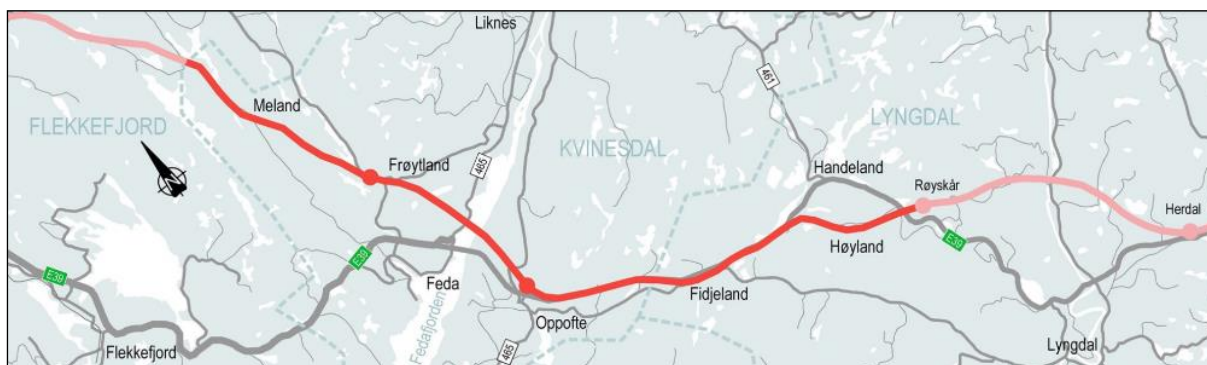
7 Referanser	34
Vedlegg.....	35
Vedlegg 1: Vurdering av lokal utslippsfaktor for myr	35
Vedlegg 2: Beregningsfaktorer og utslippsfaktorer	47

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Nye Veier har ansvaret for utbygging av E39 fra Kristiansand i Agder til Ålgård i Rogaland, en strekning på om lag 200 kilometer. Ny E39 planlegges som trafikkisikker firefelts motorvei med fartsgrense 110 km/t. Motorveien vil, i tillegg til reduksjon i antall ulykker, gi vesentlig kortere reisetid for brukerne og knytte Agder og Rogaland tettere sammen som felles bo- og arbeidsmarked.

Utarbeiding av reguleringsplan med konsekvensutredning for parsellen Lyngdal vest-Kvinesdal er en del av dette arbeidet. Planlegging av ny vei og tunnel fra E39 til Øyesletta inngår i prosjektet. Det er Lyngdal og Kvinesdal kommuner som er planmyndighet.



Figur 1: Parsellen E39 Lyngdal vest – Kvinesdal

Det foreligger trasé for veiløsning i de gjeldende kommunedelplanene E39 Vigeland-Lyngdal vest og E39 Lyngdal vest-Ålgård, men strekningen gjennom Kvinesdal kommune er ikke vedtatt. Ny trasé fra Røyskår til kommunegrensen mot Flekkefjord er nå utredet av Nye Veier.

I arbeidet med reguleringsplan er det gjennomført linjesøk og tverrfaglige vurderinger av et bredt utvalg av løsninger for å finne den samlet sett beste traséen fra Røyskår i Lyngdal, gjennom Kvinesdal, til kommunegrensen mot Flekkefjord. Fra kommunegrensen og nordvestover foreligger det vedtatt kommunedelplan for ny E39. Østover fra Røyskår er prosjektet E39 Lyngdal øst-Lyngdal vest under bygging, med forventet ferdigstillelse i 2025.

Til varsel om oppstart av planarbeid (15.09.2021) ble det gjennomført en grovsiling av et stort antall alternative veilinjer for ny E39. anbefalte linjer fra grovsilingen dannet grunnlaget for videre detaljering og vurdering. Frem mot utlegging av planprogram til høring og offentlig ettersyn (28.02.2022) ble det gjennomført en finsiling av de gjenstående linjene fra grovsilingen. anbefalt linje fra finsilingen, sammen med linjer og kryssløsninger

som kommunene vedtok utredet i planprogrammet, har dannet grunnlaget for videre optimalisering, detaljering, konsekvensutredning, valg av linje og utarbeidelse av reguleringsplandokumenter.



Figur 2: Tidslinje med utført arbeid mellom prosjektets sentrale milepeler

Det henvises til silingsrapporter, planprogram, konsekvensutredning, reguleringsplandokumenter og fagrapporter for ytterligere detaljert informasjon om prosjektet. Dokumentene kan finnes på nettsidene til Nye Veier, Lyngdal og Kvinesdal kommune.

1.2 Klimamål

Det bygges en rekke store samferdselsprosjekter i Norge i dag og flere skal iverksettes over de kommende årene. Nye Veier skal bidra til nasjonale målsetninger for utslippsreduksjon, vedtatt i Nasjonal Transportplan (NTP) [1].

Nye Veiers klimastrategi hviler på tre hovedpilarer:

1. Norges klimaforpliktelser, klimamål og nasjonal klimapolitikk.
2. Nye Veiers virksomhetsstrategi.
3. Nye Veiers verdier: Fornye. Forbedre. Forsikre.

Nye Veier skal være ledende på klimainnovasjon og bidra til utslippsreduksjoner i samferdsels-sektoren. I klimastrategien er følgende overordnede klimamål beskrevet:

- Innen 2030 skal klimagassutslippene fra Nye Veiers anleggsvirksomhet reduseres med 50 %, sammenlignet med bransjestandard teknologi i referanseåret 2005.
- Innen 2030 skal direkte utslipp¹ fra Nye Veiers prosjekter reduseres med 50 %, sammenlignet med bransjestandard teknologi i referanseåret 2005
- Innen 2030 skal klimagassutslippene fra drift og vedlikehold av Nye Veiers strekninger være redusert med 75 %, sammenlignet med bransjestandard teknologi i referanseåret 2005.

¹ «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. Direkte utslipp brukes som en praktisk og noe forenklet definisjon av «ikke-kvotepliktig sektor».

- Innen 2030 skal direkte utslipp fra drift av Nye Veiers veistrekninger reduseres med 75 %, sammenlignet med bruk av fossil teknologi.
- Nye Veier har et overordnet mål om at klimagassutslipp fra arealendringer skal reduseres mest mulig gjennom prosjektenes planlegging og bygging

1.3 Om rapporten

Nye Veier skal i henhold til NTP bidra til oppfyllelse av nasjonale miljø- og klimamål. Dette innebærer både å redusere fotavtrykket fra prosjektene, og å bidra til en generell omstilling av samferdselssektoren. Som et ledd i denne prosessen kartlegges klimagassutslipp knyttet til veistrekninger i planleggingsfasen. Formålet med denne rapporten er å gi en oversikt over klimagassbudsjettet for den regulerte linjen. Rapporten gir oversikt over de største utslippspostene, som kan gi grunnlag for hvilke utslippsreducerende tiltak som bør prioriteres videre.

Det er også et formål å bruke resultatene fra klimagassbudsjettet som en mulig referanse (nullpunkt) for videre prosjekteringsfase, og anbudsprosess der det kan settes krav til utslippsreduksjon.

Denne klimagassrapporten omfatter også en overordnet analyse hvor utslippene fra reguleringsplanen sammenlignes med resultatene fra klimagassbudsjettet fra KDP (Kommunedelplanen). Formålet med dette er å se på konsekvensen for klimagassutslipp ved å velge denne traseen fremfor KDP.

1.4 Sammendrag

Det er utarbeidet et overordnet klimagassbudsjett for valgt løsning i reguleringsplanen. Beregningene er gjennomført ved bruk av Nye Veier sitt verktøy NV-GHG v.3.1, og omfang og systemgrenser følger av verktøyet.

Grunnlaget for beregningene er fra gjeldende underlag fra april 2023, og er hentet fra både innsynsløsning (3D modell) og fagrappporter.

Resultatet fra beregningene viser at valgt løsning i reguleringsplanen vil resultere i et klimagassutslipp på 365 161 tonn CO₂e.

Tabell 1: Resultat for hele livsløpet som er inkludert i analysen

Resultat samlet	Regulert linje [tonn CO ₂ e]	Regulert linje, andel av totale utslipp [%]
Byggefase A1-A5	134 640	37 %
Driftsfase B1-B5	45 431	12 %
Arealbruksendring LULUCF	185 090	51 %
SUM totalt	365 161	100 %

Klimagassbudsjettet for den valgte løsningen er sammenlignet med KDP representert med linjer fra finsilingen i kapittel 6. KDP er i beregningene representert med Linje 5 med kryss på Birkeland. Den regulerte linjen representeres ved Linje 5 Frøytland. Disse linjene har samme detaljeringsnivå og er antatt å representere KDP og regulert linje på best mulig måte.

1.5 Vurderinger og tiltak i planprosessen

Tidlig i planarbeidet ble det lagt opp til et omfattende arbeid med linjesøk og påfølgende grov- og finsiling av linjer. Videre ble det utført en konsekvensutredning der en sto igjen med tre alternative traséer på østsiden av Fedafjorden og tre alternative traséer på vestsiden av Fedafjorden. Linjene har gjennom hele prosessene blitt vurdert opp mot både prissatte og ikke-prissatte konsekvenser. Klimagassutslipp knyttet til veianlegget har vært en del av vurderingene helt fra oppstart av planarbeidet.

I grovsilingen hadde de korteste linjene med lange tunneler øst for Fedafjorden lavest klimagassutslipp, men de var samtidig de klart dyreste og fordelene med linjene ble mer enn utlignet av den høye kostnaden i kost/nytte-beregningene. Det ble derfor i det videre arbeidet med finsiling og konsekvensutredning jobbet aktivt med å finne løsninger som kunne redusere klimagassutslipp, spesielt knyttet til arealbeslag av myr, men også landbruk. Utslipp knyttet til arealbeslag utgjør en stor andel av utslippene, sammen med utslipp knyttet til materialproduksjon.

I Høylandsdalen i Lyngdal kommune ble det vestlige alternativet valgt blant annet på grunn av at denne hadde mindre arealbeslag av myr enn det østlige alternativet. Ved Dyblemyra ble det planlagte masselageret gjennom optimaliseringsprosessen trukket lengre unna myrområdene ved Dyblevannet. Det er utført grunnundersøkelser i det aktuelle området for masselageret og ned mot kanten av myra, og disse viser forholdsvis små dybder av organisk materiale der det berører myr.

Deler av ny veilinje ligger i samme trasé som eksisterende vei ved Tjomsland øst for Vatlandstunnelen. Gjenbruk av trasé for dagens E39 og oppgradering og gjenbruk av dagens

Vatlandstunnel, bidrar til å redusere arealbeslag av urørte områder og reduserte klimagassutslipp. Siden Vatlandstunnelen gjenbrukes etableres det kun ett nytt tunnellop istedenfor to stykk.

På vestsiden av Vatlandstunnelen var det planlagt masselager ved Smeåsen på sørsida av ny E39. Da de geotekniske undersøkelsene viste at det var dyp myr her, ble dette masselageret forkastet og erstattet med flere mindre masselager som i mye mindre grad beslaglegger myrområder.

Ved å etablere et fullverdig kryss på Oppofte er det ikke behov for å etablere tilførselsvei til Birkeland vest for Fedafjorden. Dette reduserer klimagassutslipp knyttet både til arealbeslag, materialer og drift og vedlikehold knyttet til denne tilførselsveien til Birkeland.

Masselagrene langs linja er plassert slik at en reduserer lengde for transport av masse innenfor planområdet, noe som vil gi lavere klimagassutslipp knyttet til transport i anleggsfasen.

Det er forsøkt å unngå områder med matjord. Der dette ikke er mulig skal matjord tas av og reetableres på egnet areal.

For enkelte av masselagrene som berører myr er det vurdert at det er mulig å etablere masselagrene på en slik måte at myrmassene blir liggende under grunnvannsstanden og dermed bevares noe av karbonlagrene i myra. Dette må det jobbes videre med i optimalisering for å redusere beslag og drenering av myrområder.

Flere av bruene og kulvertene har blitt redusert i størrelse, noe som gir redusert materialbruk og lavere CO₂-utslipp knyttet til betong. Det vil i videre arbeid være aktuelt å jobbe med å se på muligheter for reduksjon i klimagassutslipp knyttet til for eksempel materialbruk, bruk av elektriske maskiner, samt bevaring, restaurering eller reetablering av myr.

1.6 Ordforklaringer

- CO₂e, summen av alle drivhusgassutslipp, regnet om til en ekvivalent mengde CO₂, dvs. mengden CO₂ med ekvivalent drivhuseffekt over en periode på 100 år.
- NV-GHG, tidligfaseverktøy for beregning av klimagassutslipp for veistrekninger, utviklet av NIRAS Norge på vegne av Nye Veier. Navnet står for «Nye Veier – Greenhouse Gas»
- EPD, Environmental product declaration/miljødeklarasjon.
- LCA, Life cycle assessment/livsløpsvurdering
- NTP, Nasjonal transportplan
- SVV, Statens vegvesen
- XPS, Ekstrudert polystyren
- ÅDT, Årsdøgntrafikk

2 Metode

Verktøyet som benyttes (NV-GHG 3.1) er utviklet av NIRAS Norge på oppdrag fra Nye Veier og er spesielt egnet til bruk i tidligfase. NV-GHG inkluderer ikke mindre aktiviteter og materialgrupper ettersom disse ikke er kjent i denne fasen av prosjektet. Beregningsmetoden er basert på Statens Vegvesen sine metoderapporter og håndbøker, samt informasjon fra leverandører og NIRAS' egne infrastrukturekspertiser. Utslippsfaktorer er samkjørt slik at de i størst mulig grad samstemmer med utslippsfaktorer benyttet i VegLCA (Statens Vegvesen sitt beregningsverktøy for klimagassutslipp).

2.1 Beskrivelse av livsløpsvurdering (LCA)

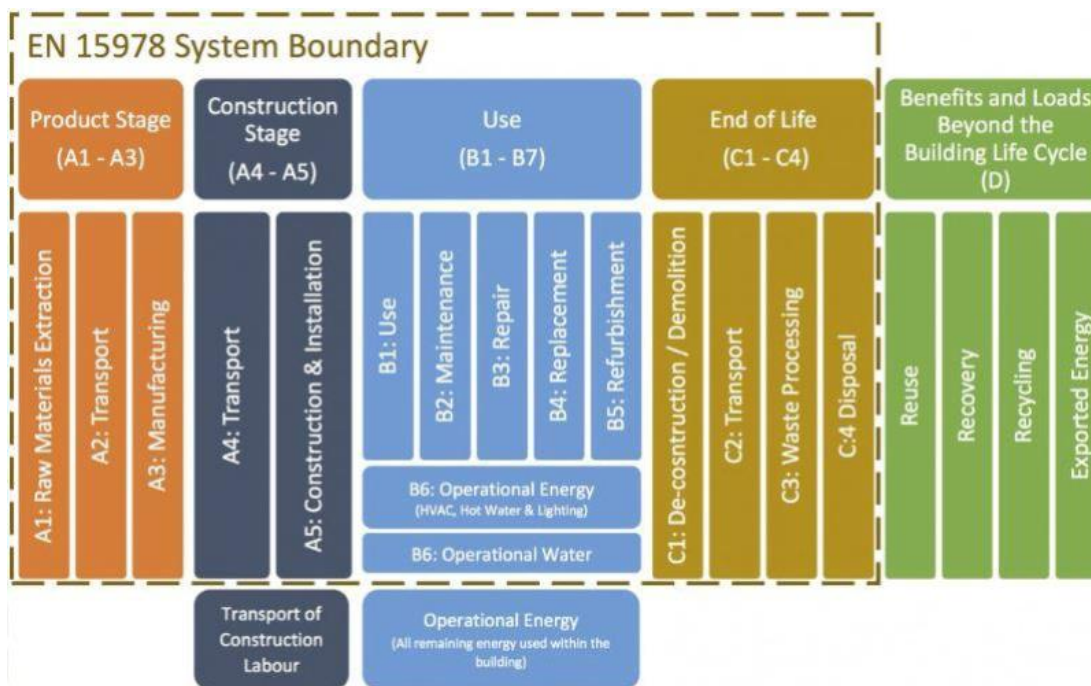
En livsløpsvurdering (LCA) er en analyse som blir brukt for å evaluere miljømessige konsekvenser. Analysen kan inkludere hele livssyklusen fra uttak av råmaterialer til produksjon, distribusjon, bruk, gjenbruk, vedlikehold, resirkulering og til slutt avhending. En LCA kan inneholde flere stadier avhengig av analysen en vil gjøre. I Figur 3 under vises de ulike stadiene.



Figur 3: Hovedtrinnene i en LCA, hentet fra [3]

2.2 Systemgrenser

Klimagassbudsjettet er en oversikt over klimagassutslipp knyttet til bygging, drift og vedlikehold av prosjektet E39 Lyngdal vest - Kvinesdal. Systemgrenser er definert med utgangspunkt i EN 15978, som vist i Figur 4.



Figur 4: Systemgrenser, hentet fra EN 15978

2.2.1 Systemgrenser for produktstadiet (A1 – A3)

For produktstadiet (livssyklusstadier A1 – A3) regnes material-/energistrømmer tilsvarende minimum 95 % av produktenes totale krybbe-til-port (CTG)-utslipp som innenfor systemgrensen, i henhold til ISO 14044 og aktuelle produktkategoriregler (PCR).

Tekniske installasjoner som kummer, kabler, koblingsbokser, brannskap og drenerør anses som utenfor systemgrensen. Det samme gjelder tekniske bygg, rundkjøringer, rasteplasser, støyskjerming, kantstein, vilt-gjerder, veiskilt, fortau, osv.

Materialmengder er basert på regulert linje. Poster som utgjør marginale mengder, er utelatt da disse likevel vil forsvinne i feilmarginen (avrunding til nærmeste tusen kg).

2.2.2 Systemgrenser for konstruksjonsstadiet (A4 – A5)

For konstruksjonsstadiet (livssyklusstadier A4 – A5 i Figur 4) regnes transport og anleggsarbeid som innenfor systemgrensen. Dette inkluderer både direkte og indirekte utslipp fra energiforbruk, mens slitasje på vei og maskiner knyttet til transport og anleggsarbeid regnes som utenfor. Fjerning av vegetasjonsdekke, sprengning og transport av sprengstein og jordmasser er medtatt. Annet forberedende arbeid og etterarbeid, slik som anleggsrigg, vegetasjonsrydding med ryddesag, beplantning, riving av hus og midlertidig trafikkomlegging er holdt utenfor beregningene.

Transportarbeid inkluderer transport av masser og materialer til bruk i linja og til masse-lager.

2.2.3 Systemgrenser for annet (livssyklusstadier C til D og LULUCF)

Avhending (livssyklusstadium C i Figur 4) regnes som utenfor systemgrensen, da veiens levetid forutsettes å være lenger enn analyseperioden. Livssyklusstadium D i Figur 4 regnes også som utenfor systemgrensen pga. stor usikkerhet knyttet til disse postene.

Utslipp knyttet til arealbruksendring (LULUCF-utslipp) regnes som innenfor systemgrensen.

2.2.4 Systemgrenser for drift og vedlikeholdsfasen (B1 – B6)

Normal bruk av veien, dvs. trafikk (livssyklusstadium B1 i Figur 4), regnes som utenfor systemgrensen, ettersom utslipp fra veitrafikk beregnes og prissettes som en del av den samfunnsøkonomiske analysen, med et annet beregningsverktøy (EFFEKT). Det henvises til egen fagrapport trafikk «E39LK_KU_Trafikk og prissatte konsekvenser» kapittel 4.2 og 7.3 for denne analysen.

Energiforbruk til vedlikehold (livssyklusstadium B2 i Figur 4) regnes som innenfor systemgrensen. Dette inkluderer klipping, grøfterens, feiing, salting og brøyting.

Utskifting av materialer i løpet av analyseperioden (livssyklusstadier B3-B5 i Figur 4) regnes som innenfor systemgrensen. Transport og anleggsarbeid regnes da som innenfor systemgrensen. For avhending av brukte materialer går systemgrensen ved leveringspunkt for avfall (deponi). Utslipp knyttet til videre transport og avfallshåndtering regnes som utenfor systemgrensen.

Energiforbruk til normal drift av vei (livssyklusstadium B6), som gatelys, tunnellys, vifte-drift o.l., regnes som innenfor systemgrensen. Dette inkluderer indirekte utslipp fra energiproduksjon.

2.3 Omfang byggefase (A1- A5)

Tabell 2 beskriver hvilke elementer (type innsatsfaktorer/materialer) som inngår i hver type konstruksjon eller vei-type.

Tabell 2: Innsatsfaktorer for byggefasen

Type vei eller konstruksjon	Innsatsfaktorer/materialer som er inkludert
Hovedvei og sidevei	Bindelag og slitelag skjelettasfalt (Ska) Bærelag asfaltgrus (Ag) Lyktestolper Autovern / rekkverk Anleggsarbeid
Sidevei	Bindelag og slitelag asfaltgrusbetong (Agb) Bærelag asfaltgrus (Ag) Lyktestolper Autovern / rekkverk Anleggsarbeid
Anleggsvei	Bærelag asfaltgrus (Ag) Anleggsarbeid
Bru	Betong Armeringsstål Konstruksjonsstål Trevirke Bindelag og slitelag skjelettasfalt (Ska) Fuktisolering Lyktestolper Autovern / rekkverk Anleggsarbeid
Tunnel	Betong Armeringsstål Sikringsbolter Frostsikringsselementer Plastmembran Bindelag og slitelag skjelettasfalt (Ska) Bærelag asfaltgrus (Ag) Autovern / rekkverk Anleggsarbeid
Kulvert	Betong Armering Anleggsarbeid
Anleggsvei	Forsterkningslag og bærelag

2.4 Omfang arealbruksendring (LULUCF)

Enheter knyttet til arealbruksendring (LULUCF-utslipp) regnes som innenfor systemgrensen og er basert på følgende innsatsfaktorer fremstilt i Tabell 3. Allerede utbygd areal bidrar ikke til økt CO₂-utslipp, men er medtatt i tabellen for helhetens skyld.

Tabell 3: Innsatsfaktorer for arealbruksendring

Arealtype	Innsatsfaktorer som er inkludert
Skog	Lav bonitet Middels bonitet Høy bonitet
Myr	Direkte berørt myr
Jordbruksareal	Direkte berørt jordbruk
Utbygd areal	Direkte berørt utbygd areal

2.5 Omfang drift- og vedlikeholdsfasen (B1 – B6)

Prosesser som inngår i drift og vedlikehold er vist i Tabell 4.

Tabell 4: Innsatsfaktorer for drift og vedlikehold

Livsløpsfase	Prosesser som inngår
Drift	Kantklipp Grøfterensk Feiing Salting Brøyting Belysning Pumpe- og viftedrift tunnel
Vedlikehold	Utskiftning av autovern Utskiftning av lyktestolper Reasfaltering Transport og anleggsarbeid knyttet til drift og vedlikehold

2.6 Utslippsfaktorer

For å kunne beregne klimagassutslipp knyttet til uttak av råmaterialer, transport til produksjonssted og produksjon av et materiale benyttes en utslippsfaktor som sier noe om de samlede klimagassutslippene knyttet til nevnte aktiviteter, gitt i antall tonn CO₂e per enhet materiale. CO₂e er en enhet som muliggjør en vektning av de ulike klimagassenes påvirkning på global oppvarming over en gitt tidsperiode, med CO₂ som referanse. Utslippsfaktoren, også kalt GWP-verdi (på engelsk Global Warming Potential), sier derfor noe om klimabelastningen knyttet til et materiale.

Innsatsfaktorene med mengdeberegninger knyttes til utslippsfaktorer, se Vedlegg 2. Det beregnes med faktorer for utslipp av CO₂e per måleenhet. Faktorene er inkludert uttak av råmaterialer, produksjon og transport til anlegg, med mindre annet er angitt. Utslippsfaktorene som benyttes i verktøyet for klimagassbudsjettet, representerer der det er mulig, bransjestandarden for det gitte materialet. Utslippsfaktorer er hentet fra ulike databaser og relevante EPDer som beskrevet i Vedlegg 2.

3 Grunnlagsdata og forutsetninger

3.1 Grunnlagsdata

Det er brukt forskjellige datakilder for å fremskaffe grunnlagsdataene til klimagassbudsjettet.

Mengder som løpemeter og veibredde av forskjellig type vei (hovedvei, sidevei og anleggsvei) og tunnel er hentet fra 3D modellen som ligger til grunn for planforslaget. Modellen er også brukt for å beregne totale volumer til massehåndtering i form av sprengning i tunnel og i dagen (skjæringer) og volum til fyllinger.

Brukonstruksjoner (betongbru, stålbru og kulverter) er basert på en oversikt over alle konstruksjoner i prosjektet med lengder og bredde for å beregne areal (kulvert) og gjennomsnittlig bredde (for bruer).

Arealbruksdata er hentet fra GIS-analyse (ARCGIS) basert på AR5 data (nibio.no). AR5 er et nasjonalt kartdatasett hvor areal klassifiseres i 13 forskjellige arealklasser.

3.2 Forutsetninger for beregningene

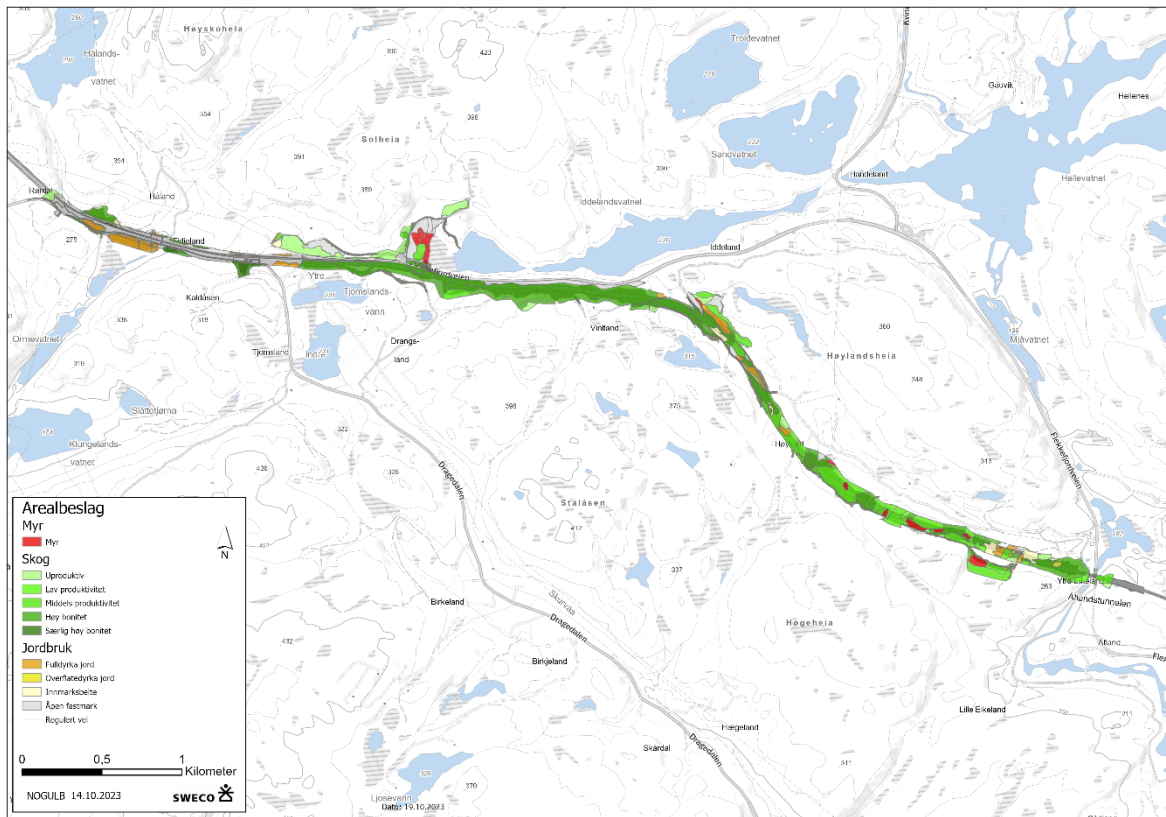
Alle innsatsfaktorer som er tatt inn i beregningene (materialmengder) for vei, bru og tunnel er basert på NV-GHG sitt verktøy, som i sin tur er basert på en rekke kilder som listet opp i Vedlegg 2.

Det er i dette klimagassbudsjettet ikke endret noen av forutsetninger for utslippsfaktorer fra NV-GHG, bortsett fra for arealbruk, hvor utslippsfaktorene fra *Metoder for å beregne klimagassutslipp fra arealbeslag* [5] er benyttet.

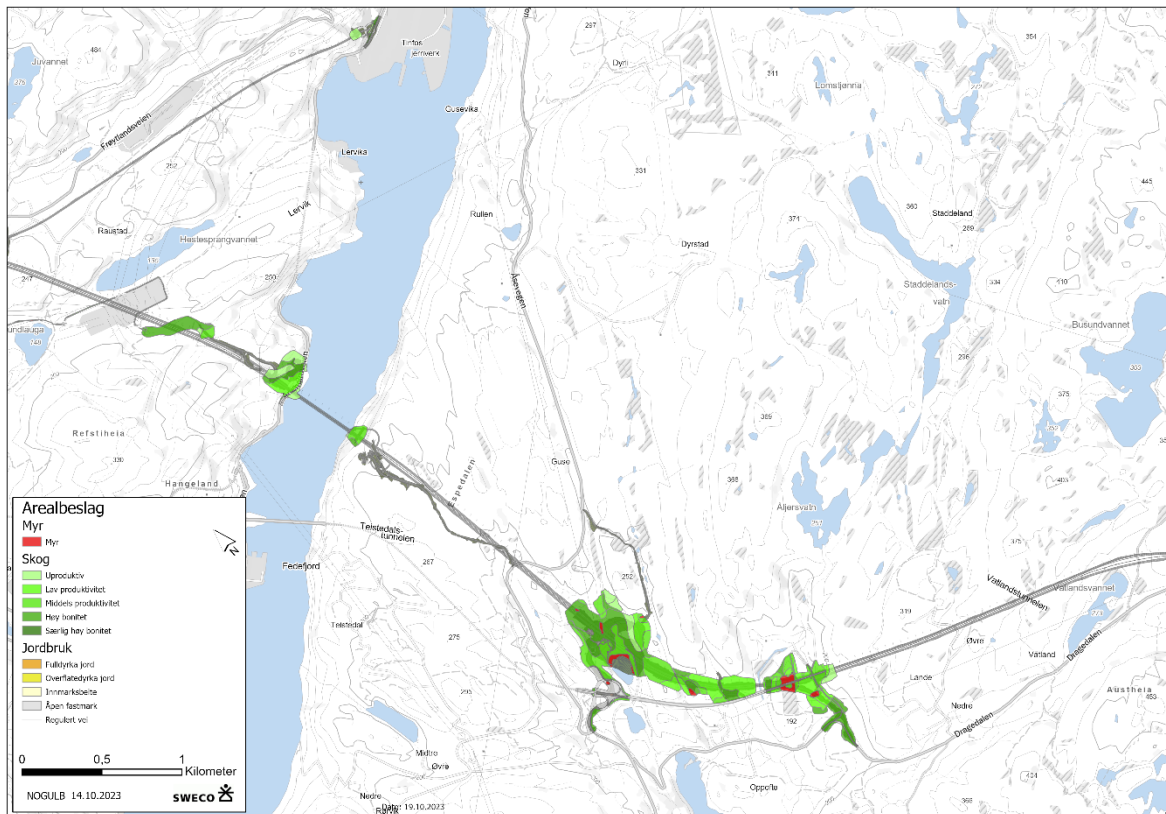
Hva gjelder beregningsfaktorer er alle standardverdier benyttet, bortsett fra for stålbru som er tilpasset projektspesifikke verdier for nettverksbuebroen over Fedafjorden, samt betongtykkelse og høyde på kulverter. Portallengdene er også justert til projektspesifikke verdier.

Arealbeslaget er basert på fotavtrykket til veilinjen med alt permanent berørt areal inkludert hovedveien, sideveier og masselager. Anleggsveier er ikke inkludert i permanent berørt areal, men er medtatt under egen diskusjon om midlertidig arealbeslag i kapittel 5.1.

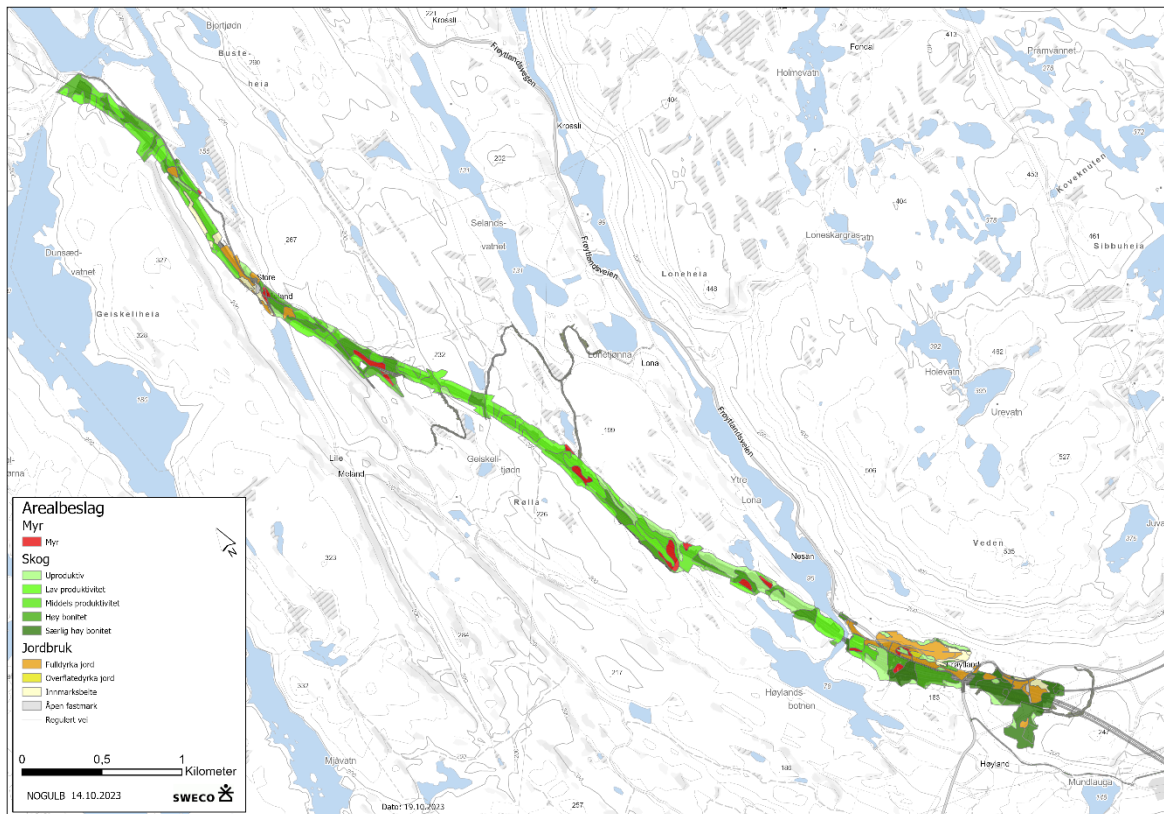
Alt arealbeslag som er regulert til vei og yttergrense av annen veigrunn grøntareal (AVG) i plankartet er medtatt. Dette er områder som i henhold til reguleringsplanen kan bli benyttet. Det reelle arealbeslaget vil trolig være lavere fordi fotavtrykket for veifylling og skjæring er mindre enn det avsatte området for AVG. Figur 5- Figur 7 under viser omfanget og kategorifordelingen på arealbeslaget som er medtatt i analysen.



Figur 5: Arealbeslag østre del av reguleringsplanen fra Røyskår til østre portal av Vatlandstunnelen



Figur 6: Arealbeslag midtre del av reguleringsplanen fra vestre portal av Vatlandstunnelen til vestsiden av Fedafjorden, inkludert området ved tunnel til Øyesletta



Figur 7: Arealbeslag vestre del av reguleringsplanen fra Frøytland til kommunegrense Kvinesdal i nord

3.3 Data input til klimagassbudsjettet

En oversikt på lengde av de forskjellige vei-kategoriene er vist i Tabell 5. Strekningen er på ca. 25km

Tabell 5: Oversikt over planlagt vei

Type element	Lengde [m]
Hovedvei	16 541
Sidevei	12 104
Anleggsvei	16 590
Bru hovedvei	924
Tunnel hovedvei	6 976

Tabell 6 viser hva som er lagt inn av mengder i verktøyet for regulert linje.

Tabell 6: Data input til NV-GHG

Input element	Regulert linje
Fjerning av vegetasjonsdekke (m ²)	2 478 319
Jordmasser til linja (m ³)	1 015 941
Jordmasser til deponi (m ³)	491 505
Sprengstein til linja (m ³)	3 908 726
Sprengstein til deponi (m ³)	1 130 827
Sprengning i dagen (m ³)	4 276 796
Sprengning tunnel (m ³)	911 530
Hovedvei (m)	16 541
Anleggsvei (m)	16 590
Sidevei (m)	12 104
Betongbru (m)	564
Stålbru (m)	520
Tunnel enkeltløp (m)	7 465*
Tunnel dobbeltløp (m)	3 821*
Betongkulvert (m ²)	5 980

*Vatlandstunnelen er en dobbeltløps-tunnel, men blir i verktøyet behandlet som to enkeltløps-tunneler fordi den ene er eksisterende og skal oppgraderes (strosses) og den andre skal bygges ny. For tunnelen som strosses er det benyttet en faktor på 0,5 mot ny tunnel for å hensynta reduserte utslipp. Det vil si at lengden oppgitt i meter er justert til 50 % av full lengde. Dette er en antakelse og forenkling basert på kostnadsestimatet.

Det er i regulert linje i tillegg prosjektert 2 stk. stålrørskulverter, som det er gjort en separat beregning av stålforbruk for utenfor verktøyet. Dette er tatt med i utslippene knyttet til stål. Disse er til sammen 496m², som tilsvarer ca. 144 tonn stål.

Tabell 7 oppsummerer bredden på vei-typene, samt antall kulverter og tunneler. Antall tunneler er oppgitt for beregning av tunnelportaler.

Tabell 7: Forutsetninger veibredde, antall kulverter og tunneler

Type element	Regulert linje
Gjennomsnittsbredde hovedvei (m)	21,5
Gjennomsnittsbredde sidevei (m)	5,8
Gjennomsnittsbredde anleggsvei (m)	4,5
Gjennomsnittsbredde betongbruer (m)	18,5
Gjennomsnittsbredde stålbruer (m)	20,5
Gjennomsnittsbredde kulvert (m)	20,0
Antall enkeltløpstunneler (stk)	1
Antall dobbeltløpstunneler (stk)	3
Antall kulverter (stk)	11

Tabell 8 oppsummerer arealbruksendringen som er lagt til grunn i klimagassbudsjettet.

Tabell 8: Datainput for arealbruksendring

Arealtype	Regulert linje	
	Areal (m ²)	Andel (%)
Skog - lav bonitet	543 962	22 %
Skog - middels bonitet	472 790	19 %
Skog - høy bonitet	836 052	34 %
Myr	88 904	4 %
Jordbruksareal*	434 763	18 %
Utbygd areal	101 848	4 %
SUM	2 478 319	100

*jordbruksareal inkluderer fulldyrka, overflatedyrka, innmarksbeite og åpen fastmark

4 Resultat av beregningene (klimagassbudsjett)

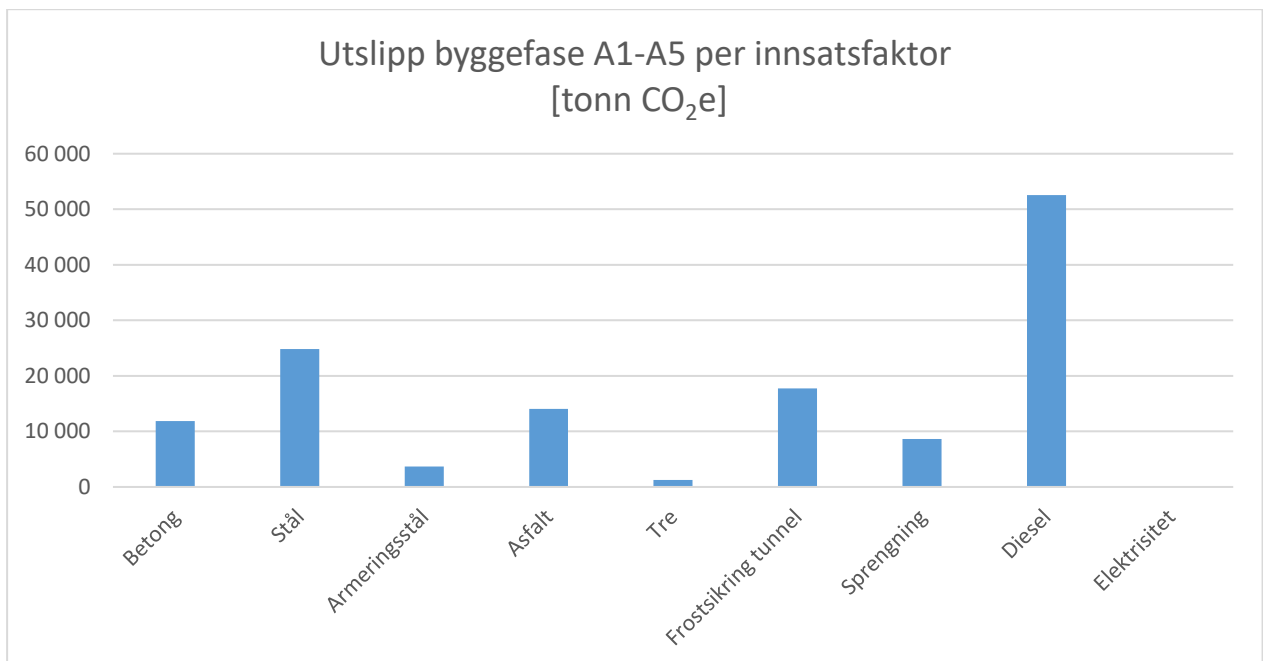
4.1 Resultat for byggefase (A1-A5)

Tabell 9 oppsummerer resultatet fra klimagassbudsjettet for byggefasen med utslipp for hhv. vei i dagen, tunnel og konstruksjoner (bru og kulvert). Andel av totale utslipp som hver kategori står for er også oppgitt.

Tabell 9: Resultat per element Byggefase A1-A5

Kategori	Regulert linje [tonn CO ₂ e]	Regulert linje, andel av totale utslipp [%]
Vei i dagen	39 432	29 %
Tunnel	32 283	24 %
Bru	33 543	25 %
Kulvert	1 954	1 %
Pukk	27 429	20 %
SUM byggefase A1-A5	134 640	100 %

Klimagassbudsjettet viser at veg i dagen utgjør en betydelig andel av utslippene med 29 %, mens tunnelene står for 24 % av utslippene, og konstruksjonene (bruer og kulverter) står for 26 % av utslippene fra byggefasen. Utslipp knyttet til pukk i prosjektet, står for 20 % av utslippene. Videre er resultatene presentert per innsatsfaktorer som vist i Figur 8.



Figur 8: Resultat A1-A5 per innsatsfaktor

4.2 Resultat for arealbruksendring (LULUCF)

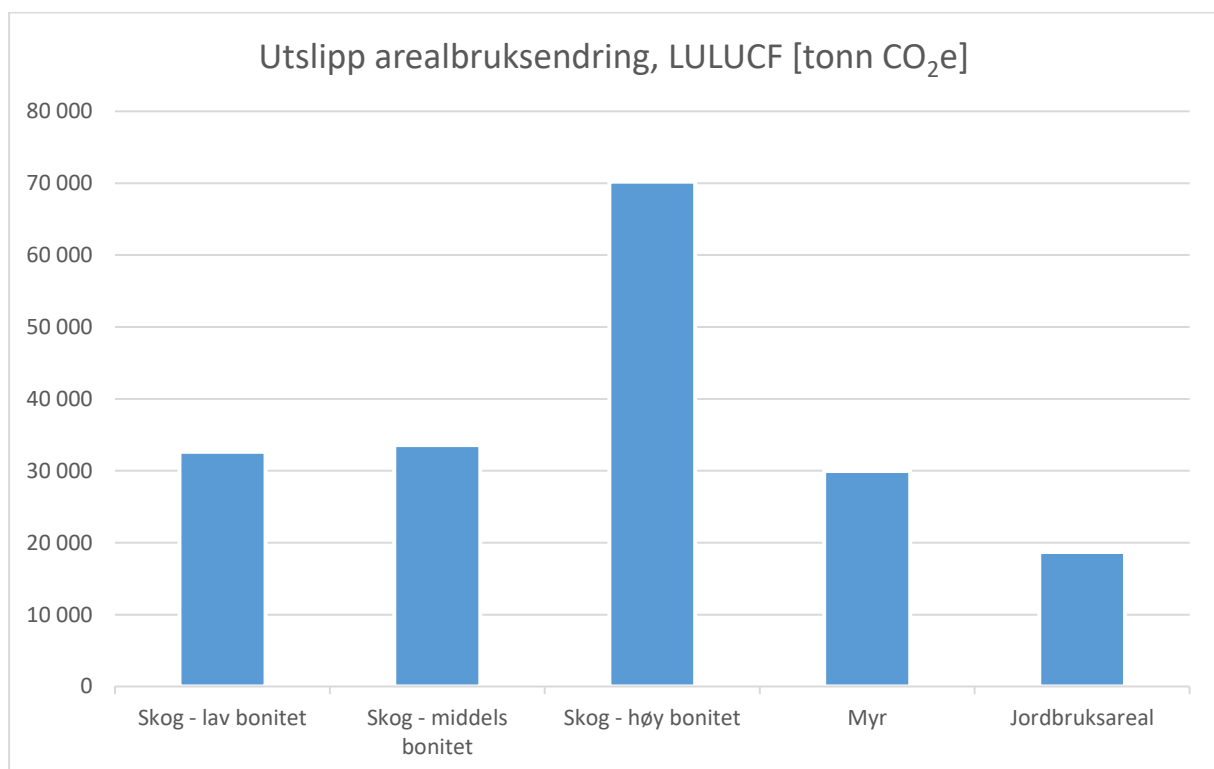
Tabell 10 og Figur 9 oppsummerer resultatet fra klimagassbudsjettet med utslipp per type arealbruksendring.

Tabell 10: Klimagassutslipp per type arealbruk

Arealtype	Regulert linje [tonn CO ₂ e]	Regulert linje, andel av to- tale utslipp arealbruk [%]
Skog - lav bonitet	32 638	18 %
Skog - middels bonitet	33 568	18 %
Skog - høy bonitet	70 228	38 %
Myr	29 961	16 %
Jordbruksareal*	18 695	10 %
SUM	185 090	100 %

*jordbruksareal inkluderer fulldyrka, overflatedyrka, innmarksbeite og åpen fastmark

Det fremkommer her at klimagassutslipp knyttet til skog står for 74 % av utslippene knyttet til arealbruksendring, hvorav utslipp knyttet til skog av høy bonitet står for 38 %. Utslipp knyttet til myr står for 16 % mens utslipp knyttet til jordbruksareal står for 10 % av utslippene knyttet til arealbruksendring.



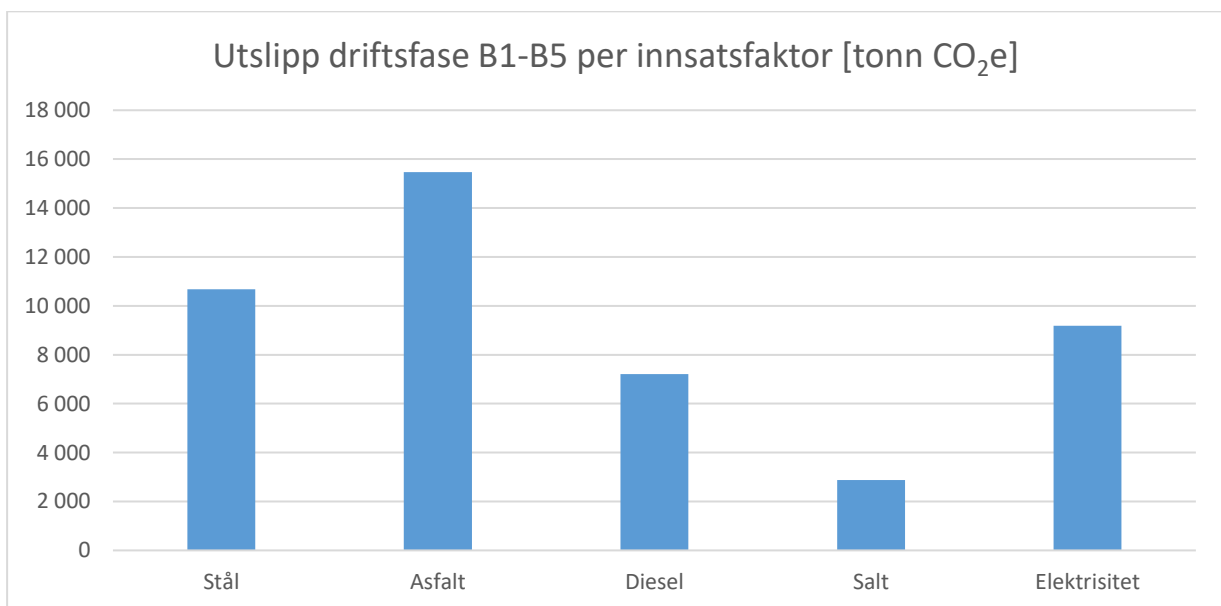
Figur 9: Klimagassutslipp per type arealbruk

4.3 Resultat for drift- og vedlikeholdsfasen (B1-B5)

Tabell 11 oppsummerer resultatet fra klimagassbudsjettet for driftsfasen. Dette er også presentert per type innsatsfaktor som vist i Figur 10.

Tabell 11: Resultat for Drift- og vedlikehold B1-B5

Drift og vedlikehold B1-B5	Klimagassutslipp [tonn CO ₂ e]
Regulert linje	45 431



Figur 10: Resultat for driftsfasen per innsatsfaktor

4.4 Resultat samlet alle livsløpsfaser

Tabell 12 presenterer de samlede resultatene med totale utslipp for alle livsløpsfasene som er inkludert i analysen.

Tabell 12: Resultat for hele livsløpet som er inkludert i analysen

Resultat samlet	Regulert linje [tonn CO ₂ e]	Regulert linje andel av totale utslipp [%]
Byggefase A1-A5	134 640	37 %
Driftsfase B1-B5	45 431	12 %
Arealbruksendring LULUCF	185 090	51 %
SUM	365 161	100 %

Det fremkommer her at arealbruksendring står for 51 % av totale utslipp i livsløpet til veien, mens byggefasen A1-A5 står for 37 %, og driftsfasen står for 12 %.

5 Vurdering av usikkerhet knyttet til arealbruksendring

Gjennom arbeidet med reguleringsplanen oppnås en forholdsvis god oversikt over viktige inndata til klimagassbudsjettet. Dette gjelder eksempelvis mengder av betong, stål, utsprengte masser samt plassering av deponi- og riggområder. Utslippsfaktorer knyttet til flere av disse mengdene er oftest omforente og kan leses ut av miljødeklarasjoner (EPD).

For arealbeslag derimot er det relativt sett flere og større usikkerheter. Disse er blant annet knyttet til lite presise utslippsfaktorer, usikre mengdeestimer og uavklarte indirekte effekter. Det er også ukjent balanse mellom opptak og utslipp av klimagasser for en arealkategori og usikkerhet om hvordan tidsaspektet virker inn på CO₂-opptak fra skog eller nedbrytning av myr.

Metoden for å beregne utslipp fra arealbeslag av myr, jordbruksareal og skog baserer seg på at oppgravingen med påfølgende oksygentilgang fører til at torv, røtter og humus brytes gradvis ned av sopp og bakterier til CO₂, som så slippes ut til atmosfæren over tid.

Miljødirektoratet m.fl, har utarbeidet en veileder for *Metoder for å beregne klimagassutslipp fra arealbeslag* [5], i de følgende underkapittelet er det tatt utgangspunkt i denne for å vurdere usikkerhet knyttet til benyttet metode og utslippsfaktor. I tillegg er det gjort en egen beregning av utslippsfaktor for myr for prosjektet, denne baseres på inndata fra geotekniske grunnundersøkelser med myrdybder, grad av omdanning (Von Post-grade-ring) og karboninnhold i myrene.

5.1 Midlertidig arealbeslag

Det er i denne analysen kun medtatt utslipp knyttet til permanent arealbeslag, hvor det permanente arealbeslaget inkluderer masselager. Det vil også være klimagassutslipp knyttet til det midlertidige arealbeslaget. Areal for det midlertidige arealbeslaget er fremstilt i Tabell 13.

Tabell 13: Regulert linje - Midlertidig arealbeslag

Arealtype	Regulert linje midlertidig areal	
	Areal (m ²)	Andel (%)
Skog - lav bonitet	594 668	30 %
Skog - middels bonitet	330 874	17 %
Skog - høy bonitet	702 300	36 %
Myr	75 613	4 %
Jordbruksareal*	196 568	10 %

Arealtype	Regulert linje midlertidig areal	
Utbygd areal	57 847	3 %
SUM	1 957 870	100 %

*jordbruksareal inkluderer fulldyrka, overflatedyrka, innmarksbeite og åpen fastmark

Ved å benytte faktorene for forventede utslipp for midlertidige arealbeslag fra *Metoder for å beregne klimagassutslipp fra arealbeslag* [5] som fremstilt i Tabell 14, er klimagassutslippet for det midlertidige arealbeslaget beregnet og presentert i Tabell 15. Jordbruksareal kan bli tilbakeført når anleggsarbeid er ferdig, og utslipp fra midlertidig arealbeslag kan dermed forventes til å være 20 % av permanente arealbeslag. Områder som avskogges kan også bli beplantet i ettertid og en faktor på 0,5 kan dermed benyttes for skog. For myr er restaurering utfordrende og det er dermed benyttet en faktor 1,0 for det midlertidige arealbeslaget.

Tabell 14: Forventede utslipp for permanente og midlertidige arealbeslag [5]

Arealtyper	Permanente arealbeslag - faktor	Midlertidige arealbeslag - faktor
Skog	1,0	0,5
Myr	1,0	1,0
Dyrket mark / Beite	1,0	0,2

Tabell 15: Klimagassutslipp - midlertidig arealbeslag

Arealtype	Regulert linje - midlertidig areal [tonn CO ₂ e]
Skog - lav bonitet	17 840
Skog - middels bonitet	11 746
Skog - høy bonitet	29 497
Myr	25 482
Jordbruksareal*	1 690
SUM	86 255

*jordbruksareal inkluderer fulldyrka, overflatedyrka, innmarksbeite og åpen fastmark

Beregningene viser at klimagassutslippet knyttet til arealbeslag øker med 86 255 tonn CO₂e, tilsvarende 47 %, når midlertidig arealbeslag inkluderes i beregningene, med de faktorene som er presentert i Tabell 14.

5.2 Myr utslippsfaktor - egen beregning

Tidligere metodikk for myr var at CO₂-utslippet beregnes for en «standardmyr» som var 1 m dyp, dette er nå oppdatert til en anbefaling om å bruke 2 m [5]. Siden virkelige myrer varierer i dybde fra noen få cm og opptil flere titalls meter, er utslippsestimatene en overforenkling og kilde til betydelig usikkerhet for hva som er det reelle utslippet fra myrer.

For å vurdere usikkerheten knyttet til utslippsfaktoren for myr, ble det gjort en egen beregning av karboninnholdet i de gjeldende myrene. Dette er «faglig nybrottsarbeid», men det tas utgangspunkt i metoden beskrevet i [6]. Det henvises til Vedlegg 1 for full beskrivelse av metode, inndata og beregning.

Det ble registrert myr i 99 borpunkter, tolket ut fra profilene fra totalsonderingene. I noen av borpunktene ble det tatt ut prøver som ble analysert for TOC-innhold (Totalt organisk karbon). For enkelte av borpunktene er også omdanningsgrad vurdert ved visuell bedømming iht. Von Post-gradering.

En stor usikkerhet her er hvilken del av myren, og på hvilken dybde myrene er prøvetatt og antallet som er prøvetatt. Myrene ble prøvetatt med borerigg i forbindelse med de geotekniske undersøkelsene, og det var dermed ikke mulig å komme til med georigg i alle områdene med myr. Dette gjelder spesielt i det ulendte området mellom Frøytland og Store Meland.

Gjennomsnittlig myrddybde for de målte myrområdene var på 2,06 meter. Ved å hensynta faktiske myrddybder, omdanningsgrad og TOC-innhold i myrene ble utslippsfaktoren for myr beregnet til 390,3 kgCO₂e/m² når dybden er 2,06m.

I *Metoder for å beregne klimagassutslipp fra arealbeslag* [5] anbefales det at ny utslippsfaktor for myr er 337,0 kg CO₂e/m², som forutsetter en gjennomsnittlig dybde på myr på 2 meter. Det er denne utslippsfaktoren som er benyttet i dette prosjektet. Ved å endre utslippsfaktoren fra 337,0 kgCO₂e/m² til 390,3 kgCO₂e/m² økes utslippet fra myr med 14 %. Utslippsfaktoren beregnet for dette prosjektet er dermed noe høyere, som kan forklares av både dypere myr, og mulig høyere TOC-verdi eller omdanningsgrad.

Utslippsfaktoren kan også påvirkes av plassering av veien i forhold til drenering av myren, samt lokale forhold som myrtype (nedbørsmyr eller grunnvannsmyr) og myras helningsgrad og topografiske forhold [4].

5.3 Skog

Klimagassutslipp knyttet til skog står for 74 % av utslippene knyttet til arealbruksendring, noe som understreker viktigheten av å finne tiltak for å redusere utslippene knyttet til

skog. For å bevare mest mulig vegetasjon og skog, skal hogstlinjene vurderes med mål om å ivareta mest mulig naturlig vegetasjon før oppstart av anleggsarbeidene.

Utslipp knyttet til nedbygging av skog skjer både ved utslipp fra levende biomasse og fra jord. I tillegg kommer tap av fremtidig tilvekst og opptak. Både den årlige tilveksten til trærne og opptaket, vil variere i stor grad mellom skogstyper. Dette er til en viss grad tatt høyde for ved at utslippsfaktorene for skog med lav, middels og høy bonitet er henholdsvis 60,0, 71,0 og 84,0 kg CO₂/m² [5].

Per i dag skilles det ikke mellom skog på organisk jord og mineraljord, men dette vil påvirke utslippsfaktorene betydelig. Organisk jord har et større karbonlager enn mineraljord, som vil gå tapt ved nedbygging. Ved å ikke differensiere utslippene overestimeres utslipp fra mineraljord, mens utslipp knyttet til organisk jord underestimeres. [5]

En annen faktor som ikke er medtatt i denne analysen er karbonfluksen i skogsjord, altså balansen mellom opptak og utslipp fra jorda. For voksende skog og for myr er det generelt sett et netto opptak av karbon i jorden, mens for jordbruksareal er det et svakt netto utslipp av karbon. Ved en nedbygging av arealet antas det at hele karbonlageret blir tapt. [7].

5.4 Revegetering av masselager

Masselager er i denne analysen medtatt som permanent arealbeslag. I videre beregning kan det vurderes å skille mellom hvilke masselager som skal behandles som midlertidige og hvilke som behandles som permanente, ut fra revegetering av masselager.

Utslippene knyttet til endret arealbruk for skog og myr kan på sikt reduseres noe hvis deler av arealbeslaget blir revegetert med skog og gress/busker. Denne effekten er spesielt viktig for areal der det kan vokse ny skog, som kan få stå uberørt over lang tid. Masselager som kan revegeteres med skog, er likevel antatt å være begrenset på grunn av at det ofte er vanskelig å oppnå gode vekstforhold for skog i sprengsteinsfyllinger. Gress og busker vil kunne vokse opp på det meste av arealet som ikke blir asfaltert, men dette vil gi en moderat klimagevinst.

6 Sammenligning av regulert linje og KDP

6.1 Grunnlagsdata

I Reguleringsplanen er nivået på grunnlaget mer detaljert og omfanget mer omfattende enn det var i KDP. Dette gjør at det er utfordrende å sammenligne klimagassutslippet for regulert linje direkte med klimagassutslippet fra KDP fra 2019. For å likevel kunne sammenligne de to prosjekterte linjene mot hverandre er grunnlaget fra finsilingen for linjene benyttet. I finsilingen har linjene samme detaljeringsnivå og omfang. Linjen som best representerer regulert linje er Linje 5 Frøytland, mens linjen som best representerer KDP er Linje 5 Birkeland.

6.1.1 Regulert linje Linje 5 Frøytland

Linje 5 Frøytland fra finsilingen er det alternativet som representerer regulert linje. Denne har blitt detaljert og optimalisert videre, og hovedforskjellene på dette alternativet fra finsilingen til regulert linje er:

- Linje 5 Frøytland har ikke med kryss Opofta, det har regulert linje
- Tilførselsvei til Birkeland er ikke med i regulert linje, den er med i Linje 5 Frøytland
- Ulike masselager
- Ulikt omfang på konstruksjoner og arealbeslag

6.1.2 Baseline KDP Linje 5 Birkeland

Linje 5 kryss Birkeland fra finsilingen er det alternativet som benyttes som baseline/KDP. Denne er tilnærmet lik KDP. Hovedforskjellen fra opprinnelig KDP og Linje 5 Birkeland er:

- KDP har kryss Opofta, dette er ikke med i Birkeland linje fra finsilingen
- KDP har ikke tilførselsvei fra Frøytland med tunnel til Øyesletta, det har linje 5 Birkeland
- KDP har ikke vei fra Frøytland til Birkeland
- KDP går i trasé i Høylandsdalen øst, mens linje 5 Birkeland går i Høylandsdalen vest

6.1.3 Datainput til klimagassbudsjett

Datagrunnlaget til klimagassbudsjettet i finsilingen er fra februar 2022. Da klimagassbudsjettet ble utarbeidet i februar 2022 er verktøyet NV-GHG v.2.4 benyttet. Tabell 16 viser hva som er lagt inn av mengder i verktøyet fra finsilingen.

Tabell 16: Data input til NV-GHG, fra finsilingen

Input element	KDP Linje 5 Birkeland	Regulert linje Linje 5 Frøyland
Fjerning av vegetasjonsdekke (m ²)	1 755 734	1 711 489
Jordmasser til linja (m ³)	195 787	183 877
Jordmasser til deponi (m ³)	0	0
Sprengstein til linja (m ³)	3 792 200	3 908 638
Sprengstein til deponi (m ³)	1 417 415	1 249 371
Sprengning i dagen (m ³)	4 978 123	4703609
Sprengning tunnel (m ³)	1 252 718	1 365 516
Hovedvei (m)	22 590	21 842
Anleggsvei (m)	13 554	13 105
Sidevei (m)	5 137	5 669
Betongbru (m)	1 356	1 025
Stålbru (m)	588	520
Tunnel enkeltløp (m)	8 875	8 850
Tunnel dobbeltløp (m)	3 676	4 380
Betongkulvert (m ²)	0	0

Tabell 17 oppsummerer arealbruksendringen som er lagt til grunn i klimagassbudsjettet.

Tabell 17: Datainput for arealbruksendring, fra finsilingen

Arealtype	KDP Linje 5 Birkeland		Regulert linje Linje 5 Frøyland	
	Areal (m ²)	Andel (%)	Areal (m ²)	Andel (%)
Skog - lav bonitet	225 317	13 %	210 992	12 %
Skog - middels bonitet	342 848	20 %	314 885	18 %
Skog - høy bonitet	620 351	35 %	577 653	34 %
Myr	106 694	6 %	88 978	5 %
Jordbruksareal*	190 281	11 %	230 128	13 %
Utbygd areal	270 244	15 %	288 852	17 %
SUM	1 755 734	100 %	1 711 489	100%

*jordbruksareal inkluderer fulldyrka, overflatedyrka, innmarksbeite og åpen fastmark

6.2 Resultat av beregningene

Tabell 18 presenterer de samlede resultatene med totale utslipp for alle livsløpsfasene som er inkludert i analysen i finsilingen.

Tabell 18: Resultat for hele livsløpet inkludert i analysen, fra finsilingen

Kategori	KDP Birkeland [tonn CO ₂ e]	Regulert linje Frøytland [tonn CO ₂ e]	Sammenlig- ning [%]
Vei i dagen	56 394	54 278	-3,8 %
Tunnel	46 345	49 924	7,7 %
Bru	44 988	36 652	-18,5 %
Kulvert	0	0	0,0 %
SUM byggefase A1-A5	147 727	140 854	-4,7 %
Arealbruk	119 003	111 407	-6,4 %
Drift og vedlikehold B1-B5	65 375	64 801	-0,9 %
Total SUM	332 105	317 062	-4,5 %

Resultatene viser at regulert linje har et totalt utslipp som er 4,5 % lavere enn KDP. Regulert linje har et utslipp fra byggefase A1-A5 som er 4,7 % lavere enn KDP, mens arealbruk og drift og vedlikehold B1-B5 er henholdsvis 6,4 % og 0,9 % lavere.

7 Referanser

1. Regjeringen.no, *Nasjonal Transportplan 2022-2023*, April 2023, [Internett], Available: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-20-20202021/id2839503/?ch=1>
2. Nye Veier, *E39 Lyngdal Vest – Kvinesdal*, April 2023. [Internett], Available: <https://www.nyeveier.no/prosjekter/e39/e39-lyngdal-vest-kvinesdal/>
3. Ecoinvent, LCA, April 2023. [Internett], Available: <https://www.teglapp.com/livssyklus/3-standarder/>
4. Statens vegvesen, *Når vegen berører myra*, April 2023 [Internett], Available: <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/fokusomrader/miljo-og-omgivelser/rapport-myr-ferdigstilt.pdf>
5. Miljødirektoratet m.fl, *Metoder for å beregne klimagassutslipp fra arealbeslag*, April 2023. [Internett], Available: <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/fokusomrader/nasjonal-transportplan-ntp/2025-2036/utslipp-fra-arealbeslag-pdf.pdf>
6. Knut Rydgren, *Estimering av karbonlager i torv, 2020* [Notat]
7. Asplan Viak, *Metode for beregning av CO2-utslipp knyttet til arealbeslag ved vegbygging*, April 2023. [Internett], Available: <https://d21dbafykfdck9.cloudfront.net/1518099797/sluttrapport-co2-arealbruksendring-2017.pdf>

Vedlegg

Vedlegg 1: Vurdering av lokal utslippsfaktor for myr

Bakgrunn

Dette vedlegget oppsummerer metode og resultat for en overordnet beregning av lokal utslippsfaktor for myr for E39 Lyngdal – Kvinesdal.

Det er viktig å stadig videreutvikle og forbedre de metodene vi har for å estimere klimakonsekvensen av utbyggingsprosjekter. Myr som dreneres kan slippe ut store mengder CO₂. For å estimere klimagassutslippet fra myrer er det viktig å vite hvor mye myr (volum) som blir berørt av en utbygging. Myrene er dannet ved at torvmoser vokser raskere enn de brytes ned (pga. vannmetning og oksygenmangel) og myrens mektighet øker derfor over tid. I tillegg varierer myrenes karboninnhold med type myr og nedbrytningsgrad i ulike dybdenivåer.

En lokalt estimert karbonfaktor er mer representativ for de myrene som berøres av utbyggingen enn en standard verdi og kan dermed bidra til å øke presisjonsnivået i klimabudsjettene. I tillegg vil slike lokale undersøkelser bidra til at det generelle kunnskapsnivået om karboninnhold i myr øker.

Den geotekniske prøvetakingen og undersøkelse av matjord i forbindelse med planarbeidet for E39 Lyngdal vest - Kvinesdal har vist at AR5-dataene ikke er helt oppdaterte, og at det blant annet er områder registrert som dyrka mark som har myrmasser. Dette tyder på at dersom berørt myrareal beregnet til bruk i et klimagassbudsjett baseres på AR5-data alene, er det en risiko for å underestimere karbonutslippet fra myr i utbyggingsområdet.

Dersom veianlegget går på tvers gjennom myrområder vil dette medføre en risiko for at de myrområdene som ligger oppstrøms i linja vil dreneres og CO₂ frigjøres. En klimaberegning som baserer seg utelukkende på direkte arealbeslag vil ikke fange opp denne effekten. Det er gjennom silingsprosessen og optimaliseringen forsøkt unngått å gå tvers gjennom myrområder, og det er i dette prosjektet få myrområder som står i fare for å bli indirekte berørt på denne måten.

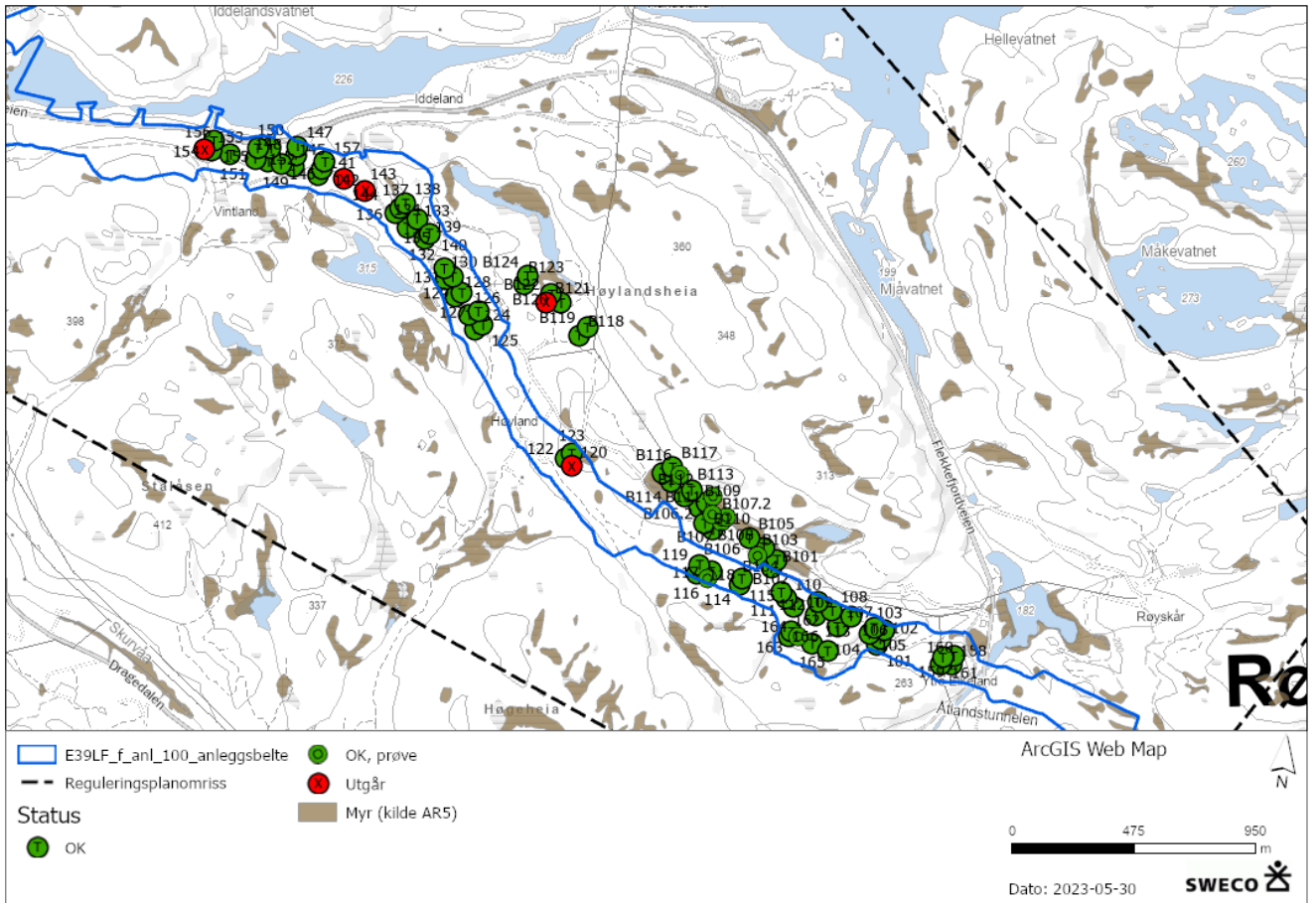
Prøvetakingen

En viktig forutsetning for denne metoden er at prøvene ikke er et resultat av en forsøksdesign i vitenskapelig forstand. Prøvene som er analysert for karboninnhold har blitt valgt ut ved at grunnboringsenheten har påtruffet myr i sitt arbeid med å kartlegge de geotekniske forholdene. Et utvalg av disse prøvene er sendt til laboratoriet for analyse av karboninnhold. I områdene mellom Frøitlandsfossen og Store Meland var det ikke mulig å komme til med boreriggen. Myrene i dette området er derfor ikke kartlagt, verken med tanke på dybde eller karboninnhold.

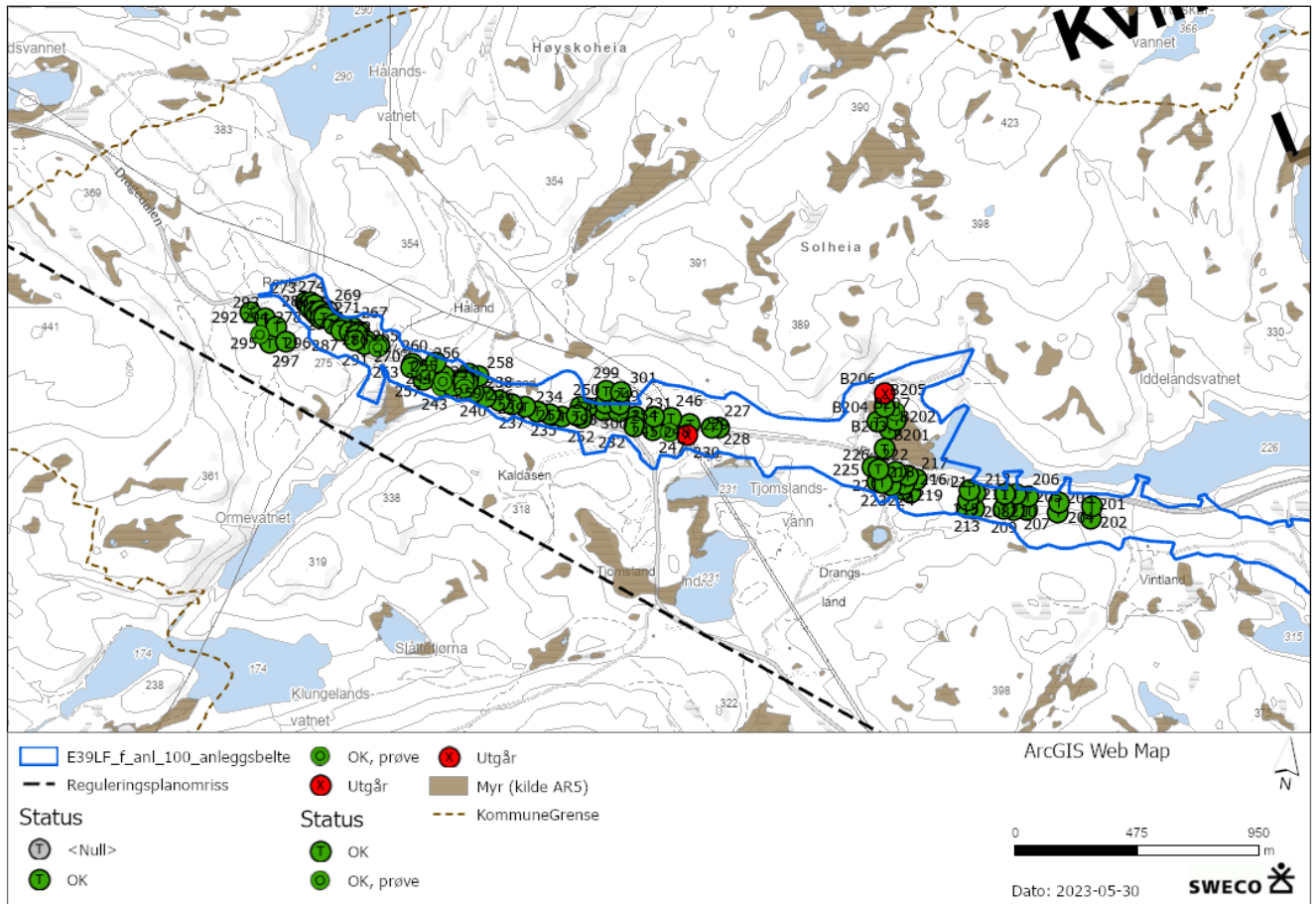
Det ble tatt et utvalg av prøver som ble sendt til analyse, for å få et inntrykk av hvordan karboninnholdet varierer både horisontalt og vertikalt. For å begrense antall prøver er ikke alle myrene / alle områdene i hver myr prøvetatt.

I tillegg til analyser av karboninnholdet i myr, er det ved de geotekniske undersøkelsene registrert myrddybde. Dette lest ut fra profilene fra totalsonderingene. Tolkningen av totalsonderingene kan gi noe avvik fra faktisk dybde/type masser i de ulike prøvepunktene.

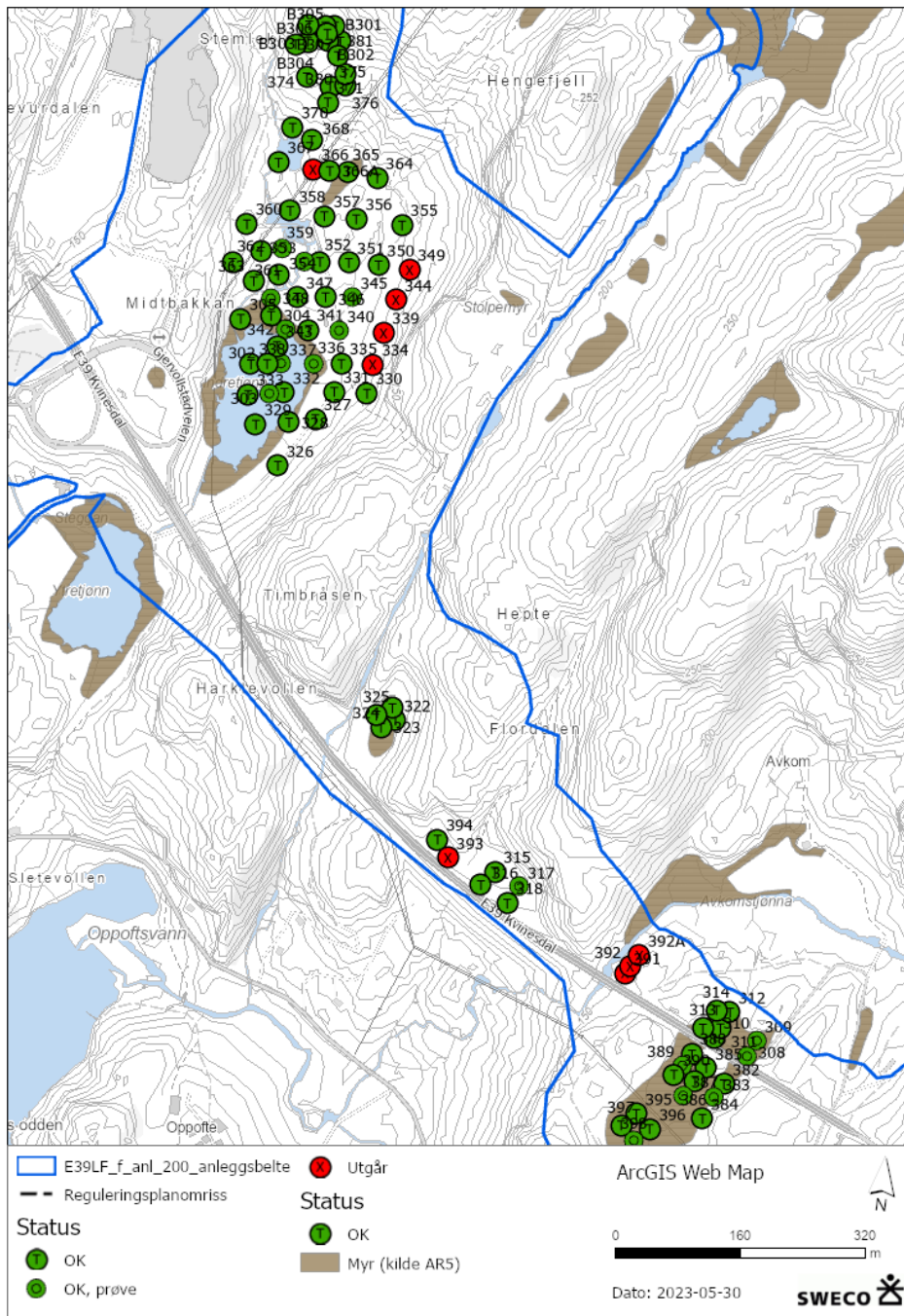
Oversikt over prøvetakingsplan for de geotekniske undersøkelsene er vist i Figur 11 - Figur 15. Punkter der det var planlagt å ta ut prøve er markert som grønne punkter med sirkel inni. Det forekommer noen avvik på om det faktisk er tatt ut prøver. Prøvetakingsplanen er vist sammen med AR5-data for myr (brun skravering), anleggsbelte (blå strek) og plan- grense (svart stiptet linje).



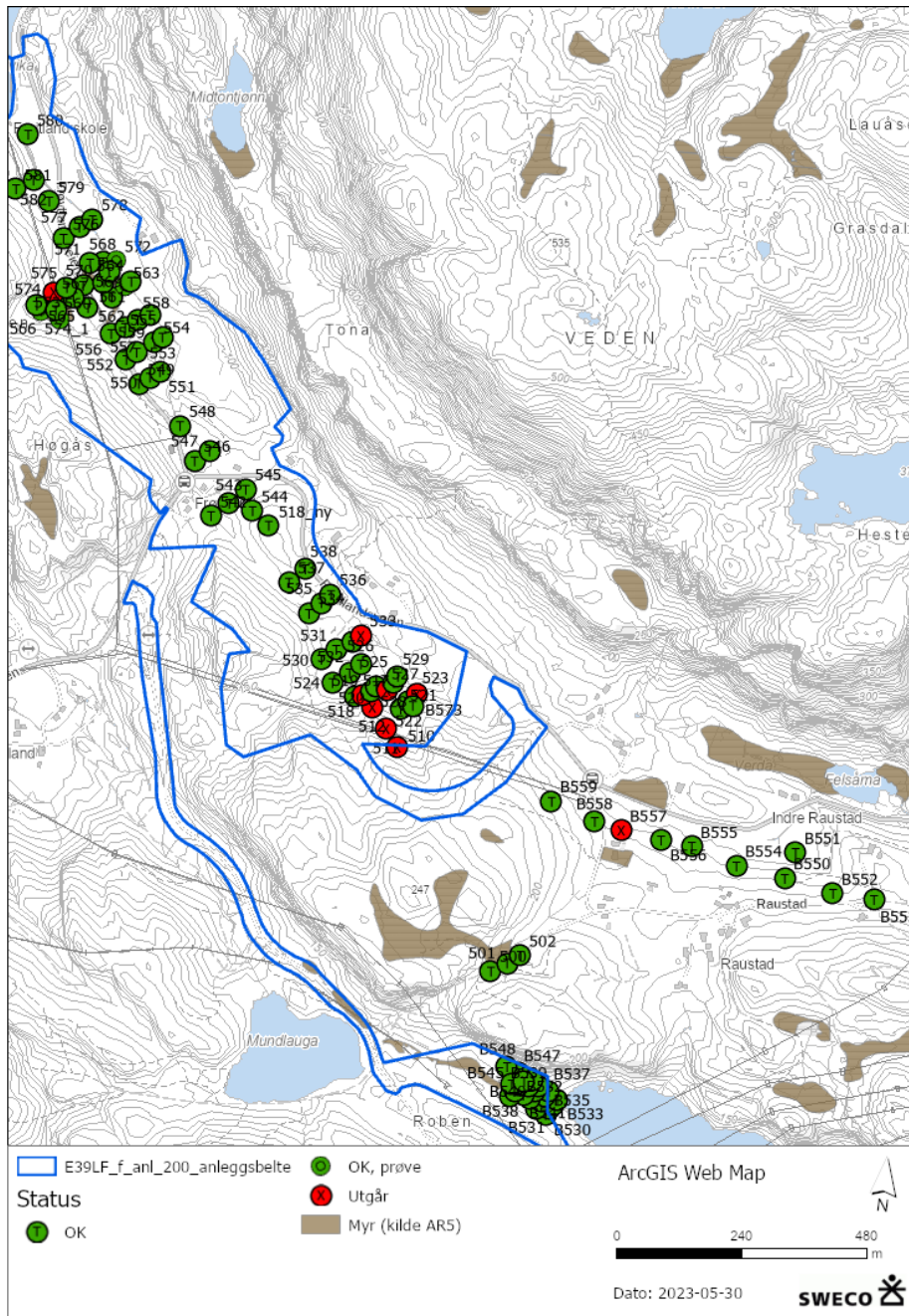
Figur 11: Prøvetakingsplan del 1 fra Røyskår til Vintland i Lyngdal kommune



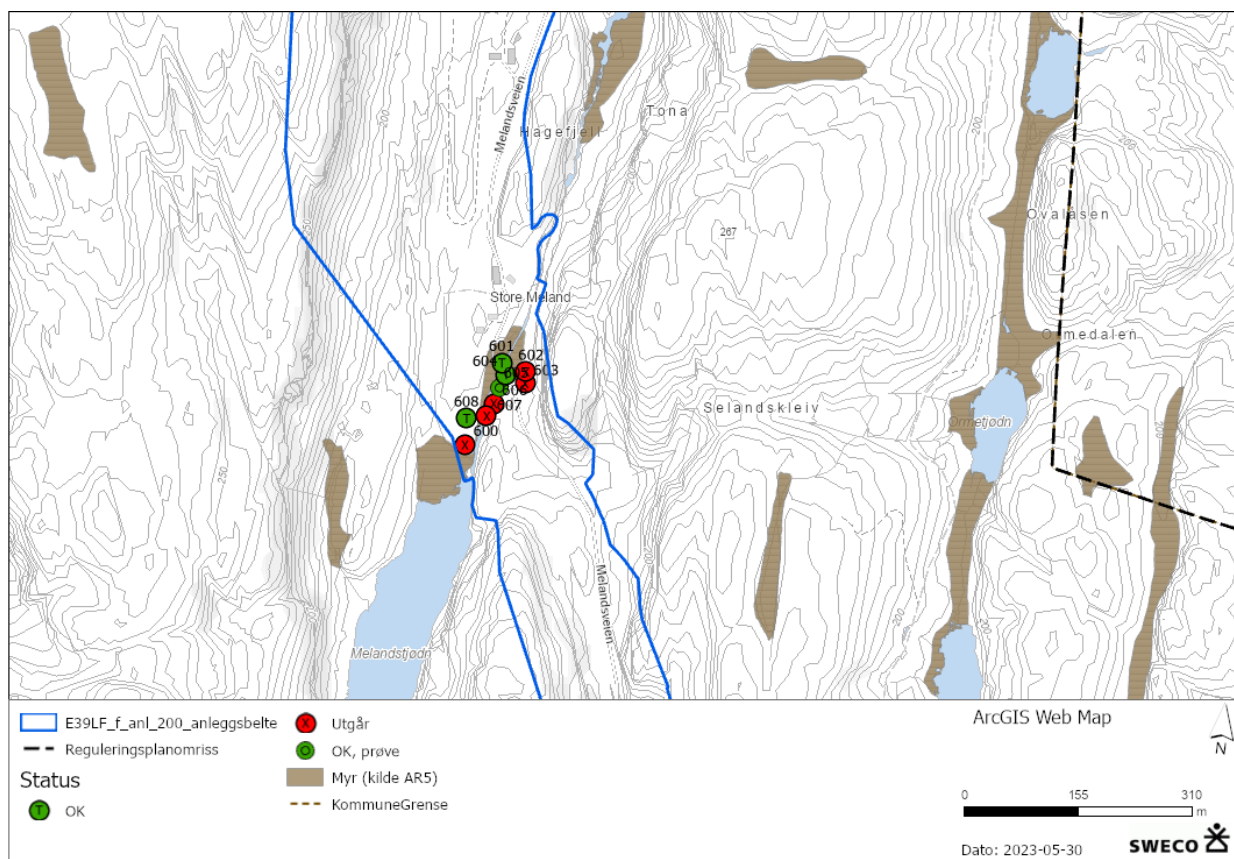
Figur 12: Prøvetakingsplan del 2 fra Vintland til Vatlandstunnelen i Lyngdal kommune



Figur 13: Prøvetakingsplan del 3 fra Vatlandstunnelen til Oppofte i Kvinesdal kommune



Figur 14: Prøvetakingsplan del 4 ved Frøymland i Kvinesdal kommune

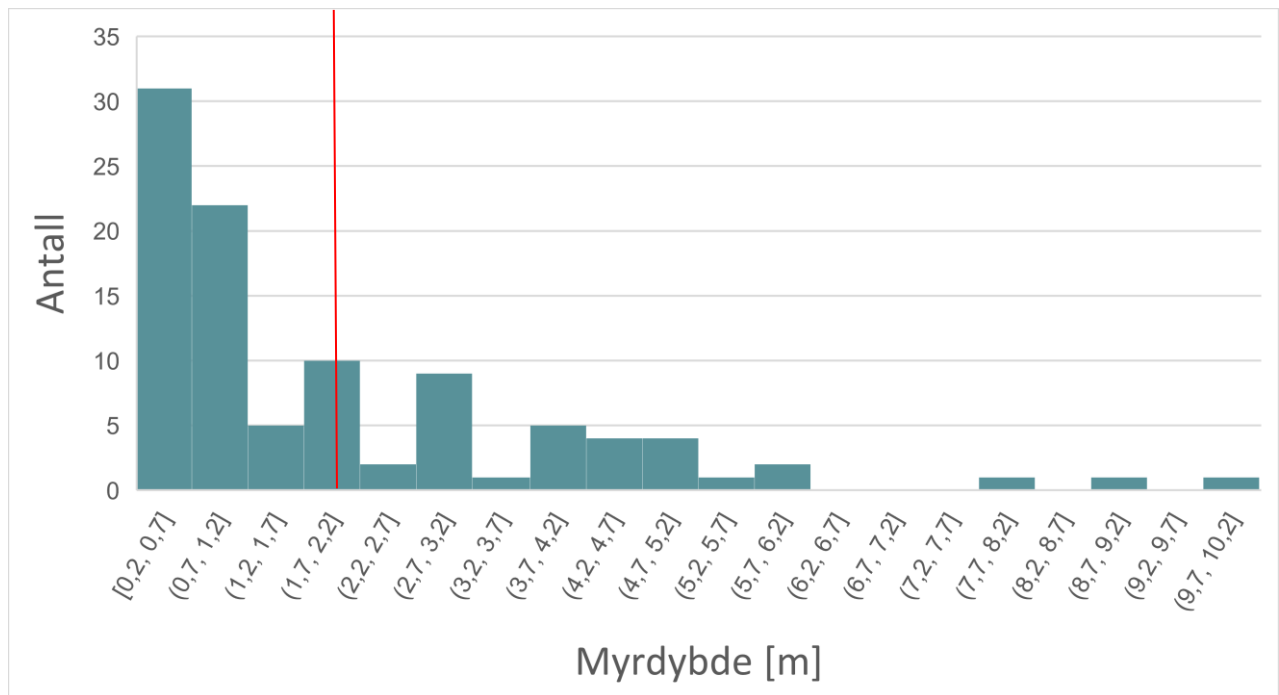


Figur 15 Prøvetakingsplan del 5 ved Store Meland i Kvinesdal kommune

Kartlegging av myrdybder

I etterkant av de geotekniske grunnundersøkelsene ble profilene fra totalsonderingene gjennomgått, og myrdybde ble registrert. Det ble tatt utgangspunkt i de borpunktene som lå med maks 25 meter buffer ut fra områder registrert som myr i AR5 eller torv i NGUs løsmassekart innenfor anleggsbeltet (blå strek i kart). Det er registrert myr i 99 borpunkter, der ikke alle ligger på det som i AR5 er registrert som myr. Prøvepunktene er i henhold til geoteknisk prøvetakingsplan (vist i utsnittene i Figur 11-Figur 15). På grunn av fremkommelighet er det noen begrensninger på hvilke områder en har informasjon om.

Gjennomsnittlig målt dybde var 2,06 m. Minste dybde var 0,2 m og dypeste punkt var 10 m. I Figur 16 er fordelingen av de målte dybdene vist. Som det fremkommer av figuren, er de aller fleste prøvepunktene mellom 0 og 2 m dype. Svært få prøver er dypere enn 5 m.



Figur 16: Diagrammet viser frekvensfordelingen til de 99 målte myrdybdene. Gjennomsnittsdybde antydnet med rød stolpe.

TOC-prøver

Resultatene for TOC (totalt organisk karbon) er angitt i enheten % av prøvens tørrstoff (TS) etter tørking. Prøvene har blitt analysert ved hjelp av en indirekte metode. Prøvenes glødetap bestemmes ved forbrenning (innhold av organisk materiale) og karboninnholdet TOC (totalt organisk karbon) beregnes fra glødetapet. TOC kan også måles mer direkte, men dette er en mer omfattende analysemetode, og er kun gjort for et lite utvalg av prøvene. Disse er benyttet som kontroll, men ikke benyttet i beregningene.

Klassifisering av organisk jord (myr)

Grad av omdanning er også vurdert ved visuell bedømming iht. Von Post-gradering. Etter formuldningsgraden klassifiseres torv i henhold til Von Post' skala H1-H10 slik²:

H1	Fullstendig uodannet og dyfri torv som ved pressing i hånden avgir bare klart fargeløst vann.
H2	Så godt som fullstendig uodannet og dyfri torv som ved pressing i hånden avgir nesten klart, fargeløst vann.
H3	Lite omdannet eller meget svakt dyholdig torv som ved pressing i hånden avgir tydelig grumset vann, men ingen torvsubstans passerer mellom fingrene. Pressingsresten er ikke grøtaktig.
H4	Dårlig omdannet eller noe dyholdig torv som ved pressing avgir sterkt grumset vann. Pressingsresten er noe grøtaktig.
H5	Noenlunde omdannet eller temmelig dyholdig torv. Vekststrukturen fullt tydelig, men noe utvisket. Ved pressing passerer noe torvsubstans mellom fingrene, men mest sterkt grumset vann. Pressingsresten er ganske sterkt grøtaktig.
H6	Noenlunde omdannet eller temmelig dyholdig torv med utydelig vekststruktur. Ved pressing passerer omkring en tredjedel av torvsubstansen mellom fingrene. Resten er sterkt grøtaktig, men med tydeligere vekststruktur enn den upressede torv.
H7	Ganske vel omdannet eller betydelig dyholdig torv, der enda mye av vekststrukturen likevel kan sees. Ved pressing passerer omkring halvparten av torvsubstansen mellom fingrene. Avgis dessuten vann er dette vellingaktig.
H8	Vel omdannet eller sterkt dyholdig torv med meget utydelig vekststruktur. Ved pressing passerer omkring to tredjedeler av torvsubstansen mellom fingrene, og dessuten kanskje noe vellingaktig vann. Resten består hovedsakelig av fibrer og rotrester som er mer motstandsdyktige mot omvandling.
H9	Så godt som fullstendig omdannet eller nesten helt dyaktig torv der ingen vekststruktur fremtrer. Nesten hele torvmassen passerer ved pressing mellom fingrene som en homogen grøt.
H10	Fullstendig omdannet eller helt dyaktig torv der ingen vekststruktur fremtrer. Hele torvmassen passerer ved pressing mellom fingrene.

² Kilde: SVV Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser (2004)

Fibertorv = planterester lett synlige, H1-H4

Mellomtorv = planterester svakt synlige, H5-H7

Svarttorv = Gytje og dy planterester ikke synlig, H8-H10

Resultat

I Tabell 19 er resultatene for de vurderte prøvene samlet med Von post-gradering samt kalkulert TOC.

Tabell 19: Sammenstilling av analyseresultatene.

Prøve ID	Dybdeintervall Von Post [m]	Von Post	Beregnet TOC %TS
116	2,5-3,5m	H5H6	54,9
116	3,5-4,0m	H8H9	40,6
164	1,0-2,0m	H6H7	56
164	3,0-4,0m	H7H8	28,1
308	1,5-2,5m	H5	X
309	0,5-1,5m	H6H7	X
309	1,5-2,5m	H7	X
336	2,0-2,5m	H8H9	46,4
337	3,0m	H8H9	X
342	1,0-2,0m	H5	36,4
342	3,0-4,0m	H7H8	42
342	4,5-5,2m	H7H8	32,1
348	3,5-4,2m	H8	44,6
348	4,2-5,0m	H7H8	33,3
353	2,0-3,0m	H5	X
353	3,5-4,5m	H8	X
359	3,0-4,0m	H5	33,4
359	6,0-7,0m	H5	33,4
359	8,0-9,0m	H5H6	25,8
383	3,5-4,0m	H7H8	X
387	2,0-3,0m	H8	55,3
387	3,0-4,0m	H8	55,1
387	4,0-4,5m	H8H9	53,8
389	2,0-3,0m	H7H8	55,1
563	1,0-2,0m	H8	50,9

Prøve ID	Dybdeintervall Von Post [m]	Von Post	Beregnet TOC %TS
563	2,0-2,5m	H8	40,6
563	2,8-3,0m	H5	39,2
566	2,0-3,0m	H8	53,8
566	3,0-4,0m	H8	51,5
572	2,0-3,0m	H7H8	50,6
572	5,0-6,0m	H5	42,9
605	2,5-3,5m	H6H7	20,6

Estimering av lokal C-faktor

For å estimere en lokal karbonfaktor brukes her denne generelle formelen for karboninnholdet i et gitt volum slik det er beskrevet i prosedyrenotat av Knut Rydgren 2020³ (tilsvarende metode brukes også i Asplan Viak 2015⁴):

$$C_{lager} = Volum \times Volumvekt \times C_{konsentrasjon}$$

Utslippsfaktorene for arealbeslag er som en forenkling vanligvis definert pr arealenhet m² og en standard dybde på 1 m da en oftest ikke kjenner de faktiske volumene som blir berørt av et inngrep.

Volumvekta er ikke undersøkt her, så det er benyttet standardverdier fra litteraturen (Grønlund, m.fl., 2010). Volumvekta i en myr vil variere med graden av omdanning (nedbrytning) som øker vertikalt. Omdanningsgraden beskrives skjønnsmessig etter Von Post skala. I kombinasjon med de faktisk registrerte omdanningsgradene fra Von Post skala er følgende volumvekter benyttet: (lite omdannet, H1- H4 = 68 kg/m³, middels omdannet, H5 - H7 = 85 kg/m³ og sterkt omdannet, H8 - H10 = 150 kg/m³). Vektet gjennomsnittlig volumvekt for alle prøvene er estimert til 117,5 kg/m³.

³ Knut Rydgren, 2020 Estimering av karbonlager i torv (notat).

⁴ Statens Vegvesen (Asplan Viak 2015). Metode for beregning av CO2 utslipp knyttet til arealbeslag ved vegbygging.

Konsentrasjonen av karbon (TOC) er estimert beregnet fra glødetapet og oppgis fra lab som % TS (andel karbon i tørrstoffet). I beregningene under er det benyttet et gjennomsnitt av TOC verdiene fra tabell 1, som gir estimert TOC på 44,0 % TS.

For en m² myrjord med gjennomsnittsdyp på 2,06 m dyp (gjennomsnitt av de 99 målte prøvepunktene) får vi:

$$C_{lager} = Areal \times Dybde \times Volumvekt \times C_{\%TS}$$

$$C_{lager} = 1m^2 \times 2,06m \times 117,5 kg/m^3 \times 44,0 \% TS$$

$$C_{lager} = 106,3 kg C$$

For å estimere utslippsmengde av karbondioksid når myren antas å brytes fullstendig ned må C_{lager} multipliseres med en omregningsfaktor:

$$\frac{CO_2}{C} = \frac{12,0107u + 2(15,999u)}{12,0107u} = 3,664$$

Lokal C-faktor for utslipp av CO₂ fra 1m² myr med gjennomsnittsdybde 2,06 m blir:

$$Utslippsfaktor CO_2 = C_{lager} \times 3,664$$

$$Lokal utslippsfaktor CO_2 = 106,5 kg C \times 3,664 = 390,3 kg CO_2$$

Beregningen for 1m² overflate med 2,06 m dybde gir lokal utslippsfaktor = 390,3 kg CO₂/m². Dersom samme beregning gjøres for 1m dybde blir utslippsfaktoren 189,4 kg CO₂/m².

Vedlegg 2: Beregningsfaktorer og utslippsfaktorer

Tabell 20: Utslippsfaktorer med dokumentasjon

Innsatsfaktor	Enhet	Utslippsfaktor brukt i beregninger	Standard utslippsfaktor	Dokumentasjon standardverdi
Materialer				
Aluminium	kg CO ₂ e/kg	-	-	
Armeringsstål	kg CO ₂ e/kg	0,57	0,57	Gjennomsnitt av 10 EPDer publisert hos EPD-norge i 2021
Asfaltgrusbetong (Agb)	kg CO ₂ e/kg	0,05	0,05	Basert på Statens vegvesens drift- og vedlikeholdskontrakter, gjennomsnitt av EPD'er fra 2019 og 2020.
Skjelettasfalt (Ska)	kg CO ₂ e/kg	0,06	0,06	6 % bitumen. Energibruk produksjon satt lik som for Asfaltgrusbetong og asfaltbetong
Asfaltgrus (Ag)	kg CO ₂ e/kg	0,03	0,03	Basert på Statens vegvesens drift- og vedlikeholdskontrakter, gjennomsnitt av EPD'er fra 2019 og 2020.
Pukk grovknust	kg CO ₂ e/kg	0,003	0,003	Snitt av EPD NEPD-1602-632-NO, NEPD-1537-527-NO, NEPD-1886-824-NO. 2. knusetrinn
Pukk finknust	kg CO ₂ e/kg	0,003	0,003	Snitt av EPD NEPD-1602-632-NO, NEPD-1537-527-NO, NEPD-1886-824-NO. 3. knusetrinn
Topeka	kg CO ₂ e/kg	0,05	0,05	Kopi av "mastic asphalt production CH", bitumeninnhold (pitch) endret fra 8 til 12% og endret til norsk elmiks.
Betong	kg CO ₂ e/kg	0,14	0,14	NB 37 (2019). Bransjereferanse for B35. NB 37 sier at ved omgjøring fra kg/kg til kg/m ³ skal densiteten 2400 kg/m ³ brukes.
PE-skum	kg CO ₂ e/kg	14,6	14,6	NEPD-2915-1608-NO
Salt	kg CO ₂ e/kg	0,15	0,15	Ecoinvent; "sodium chloride production, powder" (Allocation, cut-off by classification, Sodium chloride, powder [kg], RER, ReCiPe Midpoint (H)). Versjon 3.8
Sprøytebetong	kg CO ₂ e/kg	0,14	0,14	Tilsvarende normalbetong, B35, bransjereferanse.
Stål	kg CO ₂ e/kg	2,10	2,10	Gjennomsnitt av tre EPD'er på det norske markedet; NEPD-1914-839-EN (A1-A3), NEPD-1915-839-EN (A1-A3) og NEPD-1928-851-SE (A1-A3)
XPS	kg CO ₂ e/kg	3,70	3,70	NEPD-396-274-NO (A1-A3). Sundolitt, Brødrene Sunde AS. 33mm tykkelse

XPS/betongelement	kg CO ₂ e/m ²	50,27	50,27	EPD-er XPS-/betongelement og kun betongelement mottatt fra Ølen betong
Treverk (limtre)	kg CO ₂ e/kg	0,16	0,16	A1-A3 fossil GWP, snitt av EPD NEPD-1576-605-NO, NEPD-1577-605, NEPD-2531-1274-NO, NEPD-2783-1438-NO
Naturstein	kg CO ₂ e/kg	0,11	0,11	A1-A3 snitt av NEPD-2907-1588-NO, NEPD-2908-1588-NO, NEPD-2561-1288-NO, NEPD-2560-1289-NO, NEPD-2559-1290-NO, NEPD-2558-1291-NO, NEPD-2557-1297-NO, NEPD-2556-1293-NO, NEPD-1673-671-NO, NEPD-1585-609-NO, NEPD-1584-609-NO
Kalk	kg CO ₂ e/kg	1,05	1,05	A1-A3 snitt av NEPD-3312-1950-NO og NEPD-3314-1952-NO
Kalksement	kg CO ₂ e/kg	0,90	0,90	Beregnet som 50/50 kalk og sement CEM I.
Plastmembran	kg CO ₂ e/m ²	4,24	4,24	A1-A3 snitt av NEPD-2478-1224-NO, NEPD-1611-637-EN og NEPD-1303-425-EN
Fiberarmering	kg CO ₂ e/kg	0,77	0,77	A1-A3 NEPD-1383-447-NO
Sement	kg CO ₂ e/kg	0,76	0,76	A1-A3 snitt av NEPD-3121-1779-EN, NEPD-3122-1778-EN, NEPD-3119-1781-EN, NEPD-2337-1064-NO, NEPD-2278-1028-NO, NEPD-2277-1028-NO, NEPD-2276-1028-NO, NEPD-2208-993-NO, NEPD-2205-1014-NO, NEPD-1539-528-NO, NEPD-1438-489-NO, NEPD-1426-468-EN
Energi				
Biodiesel (WTT)	kg CO ₂ e/liter	1,92	1,92	NS-EN 16258:2012. Tabell A.1 Biodiesel "well to tank"
Fossil diesel forbrenning (TTW)	kg CO ₂ e/liter	2,67	2,67	NS-EN 16258:2012. Tabell A.1 Diesel "tank to wheel"
Fossil diesel (WTW)	kg CO ₂ e/liter	3,24	3,24	NS-EN 16258-2012. Tabell A.1 Diesel "well to wheel"
Sprengstoff (CTG)	kg CO ₂ e/kg	1,26	1,26	Gjennomsnitt av 10 EPDer for sprengstoff på den norske markedet.
Sprengstoff detonering	kg CO ₂ e/kg	0,11	0,11	Gjennomsnitt av 10 EPDer for sprengstoff på den norske markedet.
Elektrisitet anleggsfase, norsk miks	kg CO ₂ e/kWh	0,02	0,02	Ecoinvent; "market for electricity, low voltage" (Allocation, cut-off by classification, Electricity, low voltage [kWh], NO, ReCiPe Midpoint (H)). Gjennomsnitt av faktor fra Ecoinvent 3.8, 3.7.1 og 3.6.
Elektrisitet 55 år, europeisk miks	kg CO ₂ e/kWh	0,12	0,12	Utslippsfaktorer er utarbeidet med utgangspunkt i samme datagrunnlag som er benyttet i NS3720:2018 Metode for

				klimagassberegninger for bygninger; som er basert på statistikk fra Eurostat, EEA, SSB og EUs Roadmap 2015.
Arealbruk				
Skog - lav bonitet	kg CO ₂ e/m ²	60,0	60,4	"Metode for beregning av CO ₂ -utslipp knyttet til arealbeslag ved vegbygging" (Asplan Viak, 2015). Tabell 3
Skog - middels bonitet	kg CO ₂ e/m ²	71,0	68,7	"Metode for beregning av CO ₂ -utslipp knyttet til arealbeslag ved vegbygging" (Asplan Viak, 2015). Tabell 3
Skog - høy bonitet	kg CO ₂ e/m ²	84,0	80,3	"Metode for beregning av CO ₂ -utslipp knyttet til arealbeslag ved vegbygging" (Asplan Viak, 2015). Tabell 3
Myr	kg CO ₂ e/m ²	337,0	201,9	"Metode for beregning av CO ₂ -utslipp knyttet til arealbeslag ved vegbygging" (Asplan Viak, 2015). Tabell 3
Jordbruksareal	kg CO ₂ e/m ²	43,0	55,1	"Metode for beregning av CO ₂ -utslipp knyttet til arealbeslag ved vegbygging" (Asplan Viak, 2015). Tabell 3

Tabell 21: Beregningsfaktorer med dokumentasjon

Størrelse	Enhet	Verdi benyttet i beregninger	Standard-verdi	Dokumentasjon standardverdi
Massetettheter				
Betong	kg/m ³	2400	2400	Norsk betongforening Publikasjon 37: Lavkarbonbetong (2015)
Stål, armeringsstål	kg/m ³	7850	7850	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 8, Engineering Toolbox
Skjelettasfalt	kg/m ³	2500	2500	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 34
Asfaltgrusbetong	kg/m ³	2500	2500	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 34
Asfaltgrus	kg/m ³	2400	2400	Klimamodul EFFEKT 6.74
Pukk/grus frostsikring	kg/m ³	1550	1550	Anbefalt verdi i samkjøringsprosjekt, snitt av minimums- og maksimumsverdi (1,4-1,7) i EPDer

Pukk/grus forsterkningslag	kg/m3	1550	1550	Anbefalt verdi i samkjøringsprosjekt, snitt av minimums- og maksimumsverdi (1,4-1,7) i EPDer
XPS	kg/m3	35	35	VegLCA (kommunikasjon med leverandører)
XPS-/betongelement til frostsikring i tunnel	kg/m3	1809	1809	EPD-er XPS-/betongelement og kun betongelement mottatt fra Ølen betong
Topeka	kg/m3	2500	2500	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 34, bruker samme som asfaltbetong
Jord, grus, leire fra vegetasjonsrydding	kg/m3	1300	1300	Snitt av grus/pukk, jord fra https://tuneutemiljo.no/jord-og-bark-salg/ og leire fra håndbok V220, s. 95. Figur 2.39 "Anbefalte jordparametere ved dimensjonering av landkar og støttemurer".
Myr fra vegetasjonsrydding	kg/m3	150	150	Utredning myr, Hadsel kommune (Asplan Viak, 2017)
Fast fjell	kg/m3	2650	2650	Informasjon fra produsent(er).
Masser fra grøfterensk	kg/m3	1300	1300	Antar samme tetthet som jord. https://tuneutemiljo.no/jord-og-bark-salg/
Treverk (limtre)	kg/m3	470	470	EN 14080:2013
Naturstein	kg/m3	2700	2700	Antar lik som fast fjell
Sprøytebetong	kg/m3	2400	2400	Antar lik som betong
PE-skum	kg/m3	30	30	NEPD-2915-1608-NO
Materialtykkelser/-mengder				
Slitelag tykkelse	m	0,040	0,040	Statens Vegvesen håndbok N200 (antar ÅDT > 5000)
Bindlag tykkelse	m	0,040	0,040	Statens Vegvesen håndbok N200 (antar ÅDT > 5000)
Bærelag tykkelse	m	0,13	0,13	Statens Vegvesen håndbok N200
Forsterkningslag tykkelse	m	0,46	0,46	Statens Vegvesen håndbok N200
Frostsikringslag vei tykkelse	m	1,74	1,74	Statens Vegvesen håndbok N200
Topeka tykkelse	m	0,012	0,012	Statens Vegvesen håndbok R762
Frostsikringselement tunnel tykkelse	m	0,20	0,20	EPD-er XPS-/betongelement og kun betongelement mottatt fra Ølen betong
Plastmembran tunnel per m2 membran	kg/m2	0,70	0,70	Informasjon fra leverandører, se NEPD-100-203-NO

Betong til betongbru	kg/m2	3500	3500	Erfaringstall fra Øystein Wiggen i Nye Veier, gitt 03.03.2022
Betong til stålbru	kg/m2	2634	2500	Erfaringstall fra Øystein Wiggen i Nye Veier, gitt 03.03.2022
Betong til trebru	kg/m2	3440	3440	Erfaringstall fra Øystein Wiggen i Nye Veier, gitt 17.02.2022
Armeringsstål til betongbru	kg/m2	210	210	Erfaringstall fra Øystein Wiggen i Nye Veier, gitt 08.03.2022
Armeringsstål til stålbru	kg/m2	229	100	Erfaringstall fra Øystein Wiggen i Nye Veier, gitt 03.03.2022
Armeringsstål til trebru	kg/m2	150	150	Erfaringstall fra Øystein Wiggen i Nye Veier, gitt 03.03.2022
Konstruksjonsstål til betongbru	kg/m2	40	40	Erfaringstall fra Øystein Wiggen i Nye Veier, gitt 08.03.2022
Konstruksjonsstål til stålbru	kg/m2	642	300	Erfaringstall fra Øystein Wiggen i Nye Veier, gitt 03.03.2022
Konstruksjonsstål til trebru	kg/m2	60	60	Erfaringstall fra Øystein Wiggen i Nye Veier, gitt 17.02.2022
Tre til trebru	kg/m2	430	430	Erfaringstall fra Øystein Wiggen i Nye Veier, gitt 17.02.2022
Tre til betongbru	kg/m2	420	420	Erfaringstall fra Øystein Wiggen i Nye Veier, gitt 03.03.2022
Tre til stålbru	kg/m2	300	300	Erfaringstall fra Øystein Wiggen i Nye Veier, gitt 03.03.2022
Sikringsbolter til tunnel	kg/m	44	44	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 8 i vedlegg 1
Sprengstoff til sprengning i dagen	kg/fm3	1,00	1,00	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) og dokumentasjon EFFEKT 2015 (SVV Rapport 358)
Sprengstoff til sprengning tunnel	kg/fm3	2,20	2,20	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) og dokumentasjon EFFEKT 2015 (SVV Rapport 358)
Kulverter				
Betongtykkelse kulvertelementer	m	5	0,24	Prefabrikkerte kulvertelementer, Statens vegvesen
Høyde på kulverter	m	4,9	3,2	Prefabrikkerte kulvertelementer, Statens vegvesen
Forholdstall mellom betong og armering	kg/kg	13	13	Tar utgangspunkt i "Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009), s. 8 i

				Vedlegg 1, der andelen betong er 13 ganger høyere enn andelen armering for samme volum.
Arbeidshastighet tårnkran	h/stk	18	18	NIRAS' erfaringstall
Tunneler				
Tunnelprofil enkeltløp	-	10,5	10,5	Typisk tunnelprofil
Tunnelprofil dobbeltløp	-	9,5	9,5	Typisk tunnelprofil
Betongmengde per portal enkeltløp	m3/stk	302,60	357,61	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009), s. 8 i Vedlegg 1.
Betongmengde per portal dobbeltløp	m3/stk	287,69	340,00	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009), s. 8 i Vedlegg 1.
Armering per portal enkeltløp	kg/stk	65212	65212	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009), s. 8 i Vedlegg 1.
Armering per portal dobbeltløp	kg/stk	62000	62000	Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter, Hammervold (2009), s. 8 i Vedlegg 1.
Andel under sjø for enkeltløpstunnel	%	0 %	0 %	-
Andel under sjø for dobbeltløpstunnel	%	0 %	0 %	-
Injeksjonssement per m borehull (ikke inkl. vann)	kg/m	2,1	2,1	"Miljø- og samfunnstjenlige tunneler, Delprosjekt C: Tetteteknikk, Berginjeksjon." Statens vegvesen internrapport 2151, år 2000.
Drift- og vedlikeholdsintervaller				
Utskiftningsintervall reasfaltering hovedvei	år	8	8	Formel basert på VegLCA
Utskiftningsintervall reasfaltering sidedvei	år	14	14	Antatt ÅDT mellom 1500 og 3000
Utskiftningsintervall autovern	år	30	30	Håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder (2014) s. 63
Utskiftningsintervall lykestolper	år	25	25	SVV rapport nr.646, 2016: Energibesparende vegbelysning.
Driftsintervall kantklipp	år	1	1	NIRAS' erfaringstall.
Driftsintervall grøfterensk	år	3	3	NIRAS' erfaringstall.

Driftsintervall feiing	år	1	1	NIRAS' erfaringstall.
Driftsintervall salting	år	1	1	NIRAS' erfaringstall.
Reasfaltering, drift og vedlikehold				
Andel til reasfaltering	%	65 %	65 %	Klimamodul EFFEKT 6.6 (2014)
Elforbruk belysning i dagen	kWh/(stk*år)	480	480	LED er standard. Iht. SVV rapport 646 "Energibesparende vegbelysning" (2016), s. 20, har et middels effektivt LED-armatur et energibehov lik 32 MWh for større hovedveg utenfor bynære områder. Antar det gjelder for to belysningsrekker.
Elforbruk belysning i tunnel	kWh/(lm*år)	34	34	Antar likt som for vei i dagen basert på at det er det som gjøres i "Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) og dokumentasjon for EFFEKT 6.6
Elforbruk viftedrift oversjøisk enkeltløpstunnel	kWh/(ÅDT*km*år)	3,7	3,7	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 46
Elforbruk viftedrift undersjøisk enkeltløpstunnel	kWh/(ÅDT*km*år)	14,6	14,6	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 46
Elforbruk viftedrift oversjøisk dobbeltløpstunnel	kWh/(ÅDT*km*år)	3,7	3,7	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 46
Elforbruk viftedrift undersjøisk dobbeltløpstunnel	kWh/(ÅDT*km*år)	14,6	14,6	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 46
Elforbruk pumpedrift oversjøisk tunnel	kWh/(m*år)	0	0	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 45/46
Elforbruk pumpedrift undersjøisk tunnel	kWh/(m*år)	18	18	"Metode for beregning av energiforbruk og klimagassutslipp for vegprosjekter", Hammervold (2009) s. 45/46
Saltforbruk	tonn/(km*år)	10,5	10,5	Mengderapportering vinteren 2018/2019, SVV rapport 362. Landsgjennomsnitt for riksvei
Km brøyting per km vei per år	km/(km*år)	724,7	724,7	Mengderapportering vinteren 2018/2019, SVV rapport 362. Landsgjennomsnitt for riksvei
Km salting per km vei per år for tofelt	km/(km*år)	100	100	NIRAS' erfaringstall.

Renset volum ved grøfterensk	m3/m	0,133	0,133	NIRAS' erfaringstall.
Annet				
Lyktestolper inkludert fundament	kg/stk	152	152	Fra Vik Ørsta AS produktkatalog 2022; "Ettergivende HE, varmforsinket mast" [8 m, Ø76]. Art.nr. 3893408 (101 kg) og "Ørsta HE-fundament for RS-mast" Art.nr. 3523240C (51 kg).
Antall lyktestolper per belyningsrekke per km hovedvei	stk/km	33	33	LED er standard. Iht. SVV rapport 646 "Energibesparende vegbelysning" (2016) er masteavstanden 25-35 meter for større hovedveier utenfor bynære områder.
Antall lyktestolper per belyningsrekke per km sidevei	stk/km	0	33	LED er standard. Iht. SVV rapport 646 "Energibesparende vegbelysning" (2016) er masteavstanden 25-35 meter for større hovedveier utenfor bynære områder.
Autovern	kg/m	16,86	16,86	Forutsetter styrkeklasse H1 ihht. tabell 3.1 og rundskriv om rekkverk 110 km/t. Forenkler til å beregne med samme rekkverkstandard på bruer. Tar utgangspunkt i Vik Ørsta "Vik EP H1 CC4" vegrekkverk, med vekt 16,86 kg/m. (Stolpene er medregnet i oppgitt vekt per meter, ref mail med Vik Ørsta den 09.02.2022).
Antall kjørefelt enkeltløpstunnel	stk	2	2	NIRAS' erfaringstall.
Antall kjørefelt dobbeltløpstunnel	stk	4	4	NIRAS' erfaringstall.
Antall kjørefelt hovedvei	stk	4	4	NIRAS' erfaringstall.
Antall kjørefelt sidevei	stk	2	2	NIRAS' erfaringstall.
Antall belyningsrekker hovedvei	stk	2	2	NIRAS' erfaringstall.
Antall belyningsrekker sidevei	stk	1	1	NIRAS' erfaringstall.
Antall autovern hovedvei	stk	4	4	NIRAS' erfaringstall.
Antall autovern sidevei	stk	2	2	NIRAS' erfaringstall.

Antall grøfter hovedvei	stk	3	3	NIRAS' erfaringstall.
Antall grøfter sidevei	stk	2	2	NIRAS' erfaringstall.
Antall veimerkinger hovedvei	stk	5	5	NIRAS' erfaringstall.
Antall veimerkinger sidevei	stk	3	3	NIRAS' erfaringstall.
Tykkelse på vegetasjonslag som fjernes	m	0,3	0,3	NIRAS' erfaringstall.

Tabell 23: Transport og Energiforbruk med dokumentasjon

Størrelse	Enhet	Verdi benyttet i beregninger	Standardverdi	Dokumentasjon standardverdi
Transportavstand materialer [én vei]				
Transport i linja	km	12,2	12,2	Beregnes som halvparten av linja.
Transport til deponi/lager	km	20	20	Estimert basert på erfaringstall
Transport til pukkverk	km	20	20	Estimert basert på erfaringstall
Asfaltbetong (Agb) og skjelettasfalt (Ska)	km	50	50	Estimert basert på erfaringstall
Asfaltert grus (Ag)	km	50	50	Estimert basert på erfaringstall
Pukk til frost- og forsterkningslag	km	50	50	Estimert basert på erfaringstall
Betong	km	50	50	Estimert basert på erfaringstall
Stål	km	1600	1600	Estimert basert på erfaringstall
Armeringsstål	km	1600	1600	Estimert basert på erfaringstall
Fuktsikring bru (Topeka)	km	50	50	Estimert basert på erfaringstall
Frostsikringslementer tunnel	km	200	200	Estimert basert på erfaringstall
Salt	km	500	500	Samme verdi som VegLCA. Løselig basert på typiske land for import av salt. SaltImportøren importerer hovedsakelig fra Europa og Middelhavsområdet, CG Rieber fra Tyskland, Nederland og Israel og Mesta fra blant annet Tunisia, Italia, Danmark og Marokko.
Treverk (limtre)	km	500	500	Samme verdi som VegLCA.
Naturstein	km	500	500	Samme verdi som VegLCA.

Kalksement	km	500	500	Samme verdi som VegLCA.
Plastmembran	km	1600	1600	Samme verdi som VegLCA.
Sprøytebetong	km	50	50	Samme verdi som VegLCA.
PE-skum	km	50	50	Samme verdi som VegLCA.
Fiberarmering til sprøytebetong	km	50	50	Samme verdi som VegLCA.
Armeringsnett til sprøytebetong	km	1600	1600	Samme verdi som VegLCA.
Sement	km	500	500	Samme verdi som VegLCA.
Energiforbruk og -kilder massetransport (snitt inkl. returkjøring)	Diesel (liter pr. km /lastens størrelse i tonn)			
Massetransport i linja	L/tkm	0,02	0,02	NIRAS' erfaringstall.
Massetransport til deponi/lager	L/tkm	0,02	0,02	NIRAS' erfaringstall.
Massetransport til pukkverk	L/tkm	0,02	0,02	NIRAS' erfaringstall.
Asfaltbetong (Agb) og skjelettasfalt (Ska)	L/tkm	0,02	0,02	NIRAS' erfaringstall.
Asfaltert grus (Ag)	L/tkm	0,02	0,02	NIRAS' erfaringstall.
Pukk til frost- og forsterkningslag	L/tkm	0,02	0,02	NIRAS' erfaringstall.
Betong	L/tkm	0,02	0,02	NIRAS' erfaringstall.
Stål	L/tkm	0,02	0,02	NIRAS' erfaringstall.
Armeringsstål	L/tkm	0,02	0,02	NIRAS' erfaringstall.
Topeka	L/tkm	0,02	0,02	NIRAS' erfaringstall.
Frostsikringsselementer tunnel	L/tkm	0,02	0,02	NIRAS' erfaringstall.
Transport av andre masser/materialer med lastebil	L/tkm	0,02	0,02	NIRAS' erfaringstall.
Treverk (limtre)	L/tkm	0,02	0,02	NIRAS' erfaringstall.
Naturstein	L/tkm	0,02	0,02	NIRAS' erfaringstall.
Kalksement	L/tkm	0,02	0,02	NIRAS' erfaringstall.
Plastmembran	L/tkm	0,02	0,02	NIRAS' erfaringstall.
Sprøytebetong	L/tkm	0,02	0,02	NIRAS' erfaringstall.
PE-skum	L/tkm	0,02	0,02	NIRAS' erfaringstall.
Fiberarmering til sprøytebetong	L/tkm	0,02	0,02	NIRAS' erfaringstall.
Armeringsnett til sprøytebetong	L/tkm	0,02	0,02	NIRAS' erfaringstall.
Sement	L/tkm	0,02	0,02	NIRAS' erfaringstall.

Energiforbruk og -kilder anleggsarbeid	Diesel			
Energiforbruk veivals	L/h	3	3	NIRAS' erfaringstall.
Energiforbruk traktor	L/h	5	5	NIRAS' erfaringstall.
Energiforbruk asfaltutlegger	L/h	3	3	NIRAS' erfaringstall.
Energiforbruk gravemaskin	L/h	20	20	NIRAS' erfaringstall.
Energiforbruk grovknuser	L/h	25	25	NIRAS' erfaringstall.
Energiforbruk finknuser	L/h	25	25	NIRAS' erfaringstall.
Energiforbruk tårnkran til bru og kulvert	L/h	0	Ingen standardverdi	Datablad Potain MDT 178 - 54 kVA. Antar PF 0,9.
Energiforbruk veimerking	L/m	0,0059	0,0059	NIRAS' erfaringstall.
Energiforbruk etablering av grøft	L/m	40	40	Straume, Krogseter, NOTAT: Utredning og kravspesifikasjon til EFFEKT 6.6, Del 3: Videreutvikling av Klimamodulen. Lukket grøft til drenering "Grave grøfteprofil, nedsetting kummer, planering for rør i grøft og stikkrenner, omfylling og gjenfylling. 1 maskintime pr meter grøft"
Energiforbruk anleggsarbeid autovern	L/m	0,4	0,4	Antar at aggregat bakpå en lastebil bruker 4 L/t på utsetting av autovern, og at det legges 80 m autovern per dag for fire-felts vei. Én dag defineres som 8 timer. Da får man 32 liter diesel/dag. 32 liter diesel per dag / 80 m autovern per dag => 0,4 liter diesel/m. Tallet er verifisert av Marianne Gjerde i Arvid Gjerde AS, som i mailkommunikasjon den 14.04.20 sier at deres pelerigg bruker 0,42 liter pr meter montert rekkverk i snitt på ett år.
Energiforbruk hjullaster/traktor til kantklipp	L/h	7,5	7,5	NIRAS' erfaringstall.
Energiforbruk hjullaster/traktor til feiing	L/h	7,5	7,5	NIRAS' erfaringstall.
Energiforbruk saltbil	L/km	0,64	0,64	Gjennomsnitt for vintervedlikeholdskjøretøy fra "Life cycle

				assessment of winter road maintenance", Vignisdottir et. Al, The International Journal of Life Cycle Assessment (2020)
Energiforbruk brøytebil	L/km	0,64	0,64	Gjennomsnitt for vintervedlikeholdskjøretøy fra "Life cycle assessment of winter road maintenance", Vignisdottir et. Al, The International Journal of Life Cycle Assessment (2020)
Energiforbruk montering av støyskjerm	L/m	0,5	0,5	Erfaringstall fra produsent.
Energiforbruk hullboring til injeksjon	L/m	0,6	0,6	Kålås Iversen, O. M. (2013).
Energiforbruk nedboring av kalksementpeler	L/kg	0,0036	0,0036	Miljøbudsjett for over- og underbygning, Ski stasjon. UOS-90-A-20123. 116384 liter diesel på 32559 tonn KS peler.
Arbeidshastighet anleggsmaskiner				
Arbeidshastighet veivals	t/h	75	75	Samkjøringsprosjektet mellom NV-GHG og VegLCA
Arbeidshastighet traktor	t/h	300	300	NIRAS' erfaringstall.
Arbeidshastighet asfaltutlegger	t/h	3,75	3,75	Samkjøringsprosjektet mellom NV-GHG og VegLCA
Arbeidshastighet gravemaskin	t/h	150	150	NIRAS' erfaringstall.
Arbeidshastighet grovknuser	t/h	125	125	NIRAS' erfaringstall.
Arbeidshastighet finknuser	t/h	250	250	NIRAS' erfaringstall.
Arbeidshastighet kran første 400 m2 av bru	m2/h	1,67	1,67	NIRAS' erfaringstall.
Arbeidshastighet kran resterende del av bru	m2/h	3,33	3,33	NIRAS' erfaringstall.
Arbeidshastighet kran kulvert	h/stk	18	18	NIRAS' erfaringstall.
Arbeidshastighet gravemaskin grøfterensk	m/h	300	300	NIRAS' erfaringstall.
Arbeidshastighet traktor/hullaster feiing	m/h	2000	2000	NIRAS' erfaringstall.

Arbeidshastighet traktor/hullaster kantklipp	m/h	7500	7500	Arbeidshastighet er gjennomsnitt av verdier oppgitt av Maskinimportøren den 15.04.20, som sier deres traktor til kantklipping bruker ca. 8 min på å klippe 1-1,25 m kant i 1 km
--	-----	------	------	---