

Klimagasstiltak – forslag til videre arbeid

E16 og Vossebanen, Arna - Stanghelle



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

Sign:

Anne Laskemoen Herdlevær, 05.03.2021
10:05:12

01B	Endring etter kommentarer	22.10.2020	HEAM	HSLTRH	MRAA
OOB	Endring etter kommentarer	28.08.2020	HEAM	HSLTRH	MRAA
Revisjon:	Revisjonen gjelder:	Dato:	Utarb. av:	Kontr. Av:	Godkj. av
Tittel: E16 og Vossebanen, Arna - Stanghelle		Sider:	29		
Klimagassreducerende tiltak		Produsert av:			
		Prod. Dok. Nr.:			
		Erstatter:			
		Erstattet av:			
Prosjekt:	B10462/ 77003301 E16 og Vossebanen, Arna - Stanghelle	Dokumentnr:	UAS-01-Q- 00024	Revisjon: 01B	01B
Parsell:	01	Drift dokumentnr:		Drift rev.	

INNHold

Innhold.....	3
1 Sammendrag	4
2 Innledning	5
3 Prosjektbeskrivelse	5
3.1 Veg og bane	5
3.2 Prosjekt mål	7
3.2.1 Samfunns mål.....	7
3.2.2 Effekt mål.....	7
3.2.3 Andre overordnede mål.....	7
3.3 Ambisjoner for prosjektet	7
4 Klimagassbudsjett.....	9
5 Klimagassverksted	12
Klimagassverksted 1	12
Klimagassverksted 2	13
6 Resultater klimaverksted 1	13
6.1 Tiltak – Materialer	14
6.2 Tiltak anleggsgjennomføring	17
6.3 Styring av prosjekt – konkurransegrunnlag.....	21
7 Klimaverksted 2.....	22
8 Konklusjon	28
9 Referanseliste	29

1 SAMMENDRAG

I prosjektet E16 Vossebanen er utarbeidelse av klimagassbudsjett og identifisering av klimagassreducerende tiltak gjennomført parallelt. Det er gjennomført to klimagassverksteder med bidragsytere fra Statens Vegvesen, Bane NOR og rådgivergruppen. Målet har vært å identifisere tiltak som kan redusere klimagassutslipp i forbindelse med bygging og drift av prosjektet E16 Vossebanen.

Rapporten inkluderer en oppsummering av tiltakene foreslått i klimagassverkstedsprosessen, samt en vurdering av potensial for reduksjon av klimagassutslipp både i utbyggings- og driftsfasen basert på klimagassbudsjett presentert i UAS-01-Q-00019. Klimagassbudsjett viser at materialproduksjon er en viktig kilde til klimagassutslipp i prosjektet og da spesielt betong, stål og asfalt, tiltak for reduksjon av disse materialene samt innkjøp av øvrige produkter med lave klimagassutslipp i produksjon og transport vil være viktig for å redusere totale utslipp fra prosjektet. I anleggsfasen vil optimalisering av sprengstofforbruk samt overgang til fossilfri/utslippsfrie maskiner bli viktig.

2 INNLEDNING

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

Det er utarbeidet klimagassbudsjett for prosjektet E16 og Vossebanen basert på prosjektets status våren 2020. En full rapport med klimagassbudsjett for prosjektet er tilgjengelig i dokumentnummer UAS-01-Q-00019 [1]. I tillegg er det gjennomført to klimaverksted i reguleringsplanfasen (før klimabudsjettet var klart).

Klimaverkstedene er brukt for å øke bevisstheten i prosjektet rundt klimagassutslipp, samt foreslå og vurdere tiltak for klimagassreduksjon. Tiltakene er i etterkant av klimaverkstedene vurdert og kommentert av prosjekterende.

3 PROSJEKTBEKRIVELSE

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

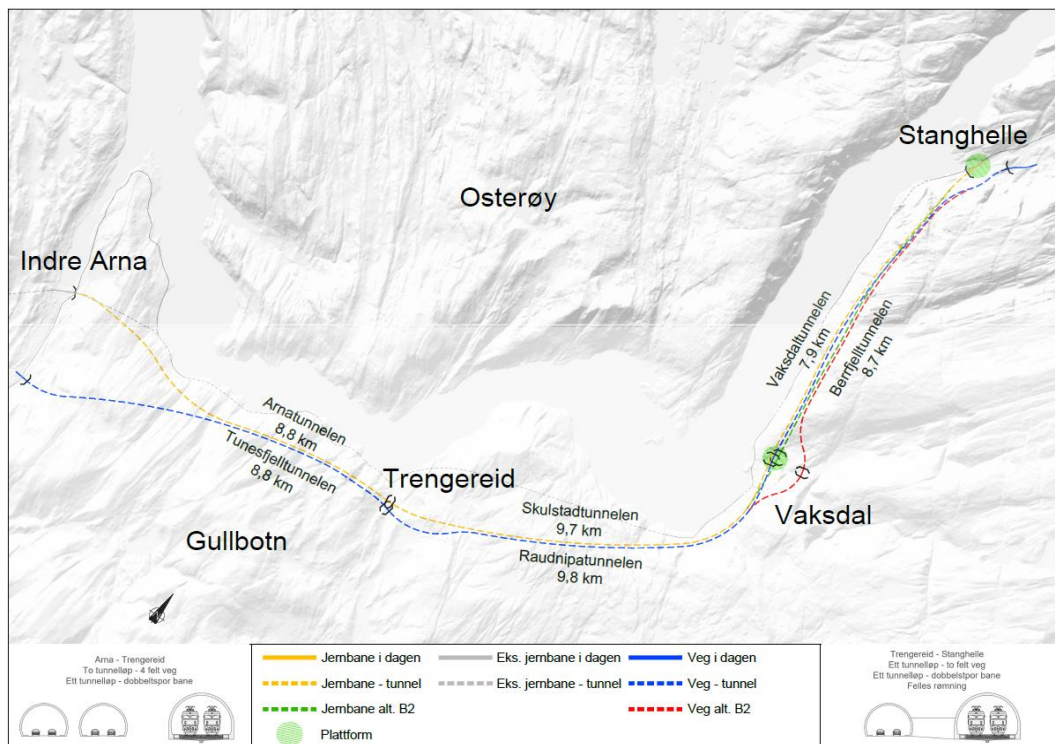
3.1 Veg og bane

Jernbanen blir dobbeltsporet i ett tunnellop, mens det for vei blir to tunnellop fra Arna til Trengereid (4 felt) og ett tunnellop fra Trengereid til Helle (2 felt), se figur 1. Det planlegges for rømming mellom veg og bane på store deler av strekningen. Det er anslått uttak av ca. 11 mill m³ anbrakte masser og det planlegges flere tverrslag på strekningen. Det er per nå ikke avklart hvordan overskuddsmassene skal fraktes bort fra anlegget og hva som skjer med massene, dvs. om massene skal på landdeponi, dumpes i sjø, brukes til utfylling i sjø eller gjenbrukes på land. Det er

sannsynligvis aktuelt med en kombinasjon av disse alternativene. Det er anslått at ca. 1 mill m³ masse kan gjenbrukes i anlegget.

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

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



Figur 1 Oversiktskart over de ulike trekningene for E16 og Vossebanen Arna – Stanghelle.

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

Tabell 1 Alternativer for veg og bane

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

3.2 Prosjektmål

Planprogrammet har følgende definerte samfunns mål, effektmål og andre overordnede mål [2].

3.2.1 Samfunns mål

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

3.2.2 Effektmål

1: Trygg transport

2: Redusert reisetid og økt kapasitet

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

3.2.3 Andre overordnede mål

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

3.3 Ambisjoner for prosjektet

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

infrastrukturen (veg og bane). I henhold til planprogrammet, legger Statens vegvesen sammen med de andre transportetatene og Avinor opp til 40 og 50% kutt i klimagassutslipp i 2030 for hhv. Investeringsprosjekter og drift og vedlikehold i grunnlagsdokument til Nasjonal Transportplan (NTP) 2018-2029. Hva som skal være E16 og Vossebanens bidrag i denne sammenhengen, må konkretiseres i reguleringsplanen.

Bane Nor har følgende ambisjoner for sine anlegg [3]:

- Klimagassutslipp fra bygging av infrastruktur skal reduseres med 40 % innen 2030
- Tunneldriften skal være utslippsfri innen 2025
- Anleggsplassen skal være fossilfri innen 2025 (innenfor anleggsgjerdet)
- Alle prosjekter skal dokumentere sitt CO₂-avtrykk med klimabudsjett- og regnskap
- Klimagassutslipp fra drift og vedlikehold skal reduseres med 50 % innen 2030.

Statens Vegvesen har i henhold til vegvesen.no [4] følgende klimamål for sine anlegg:

- Statens vegvesen vil redusere karbonavtrykket med 40 % på anlegg og 50 % innen drift før 2030.

NTP for 2022 til 2033 er under utarbeidelse og legges frem i 2021. Ambisjoner for E16 og Vossebanenprosjektet foreslås satt i sammenheng med ny NTP, hvor det forventes at det bestemmes et referansenivå-år for klimagassreduksjon.

4 KLIMAGASSBUDSJETT

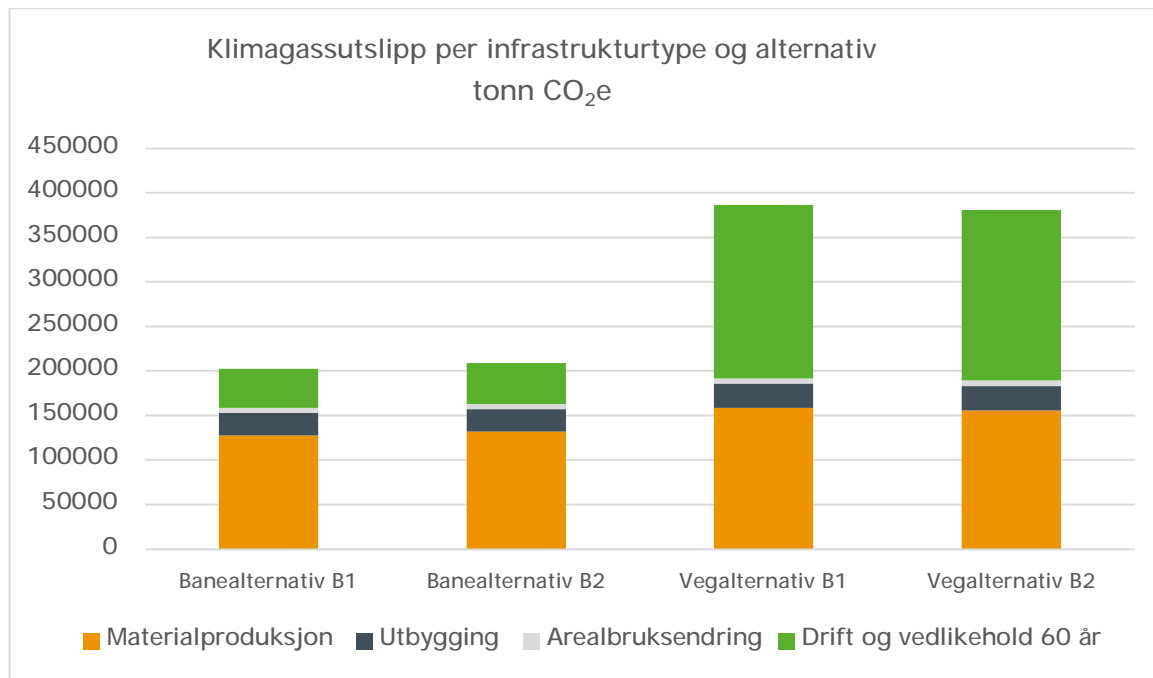
Klimagassbudsjett for veg og bane er gjengitt under. En full rapport med klimagassbudsjett for prosjektet er tilgjengelig i dokumentnummer UAS-01-Q-00019.

Det er utarbeidet et klimabudsjett for veg- og baneprosjektet E16 Vossebanen basert på forprosjekt. Ny veg og bane skal i hovedsak gå i tunnel, med 4 tilknyttede dagsoner. Klimagassberegningen er utført basert på mengdedata fra de ulike fagområdene, med beregninger gjennomført med tidligfaseverktøyet til BaneNOR og i VegLCA mellomfaseverktøy.

Samlet utslipp over livsløpet for alternativ B1 er 588 249 tonn CO₂ ekvivalenter (e) og for alternativ B2 589 218 tonn CO₂e. Alternativ B1 og B2 har noe ulik løsning på Vaksdal, noe som gir litt ulik geometri også i tunnelene på begge sider av Vaksdal. Alternativene like på Stanghelle/Helle, Trengereid, og i Arna.

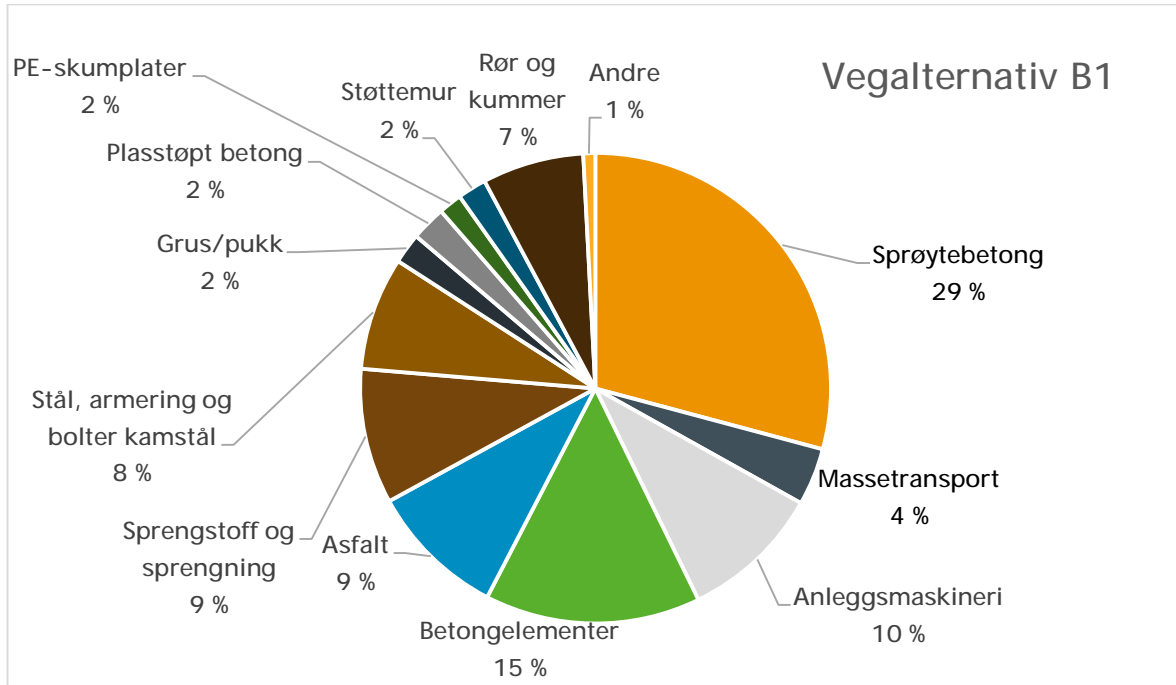
Av det totale beregnede utslippet utgjør utslipp fra materialproduksjon 49 %, anleggsfase (utbygging) 9 %, drift og vedlikehold 40 % og arealbruksendring 2 %.

Utslipp for drift og vedlikehold av banetunneler er lave i forhold til vegtunneler figur 2 viser at totalutslipp for bane er ca. 205 000 tonn CO₂e og for veg ca. 383 000 tonn CO₂e gjennom livsløpet. Det ble funnet liten forskjell i klimagassutslipp mellom alternativene.

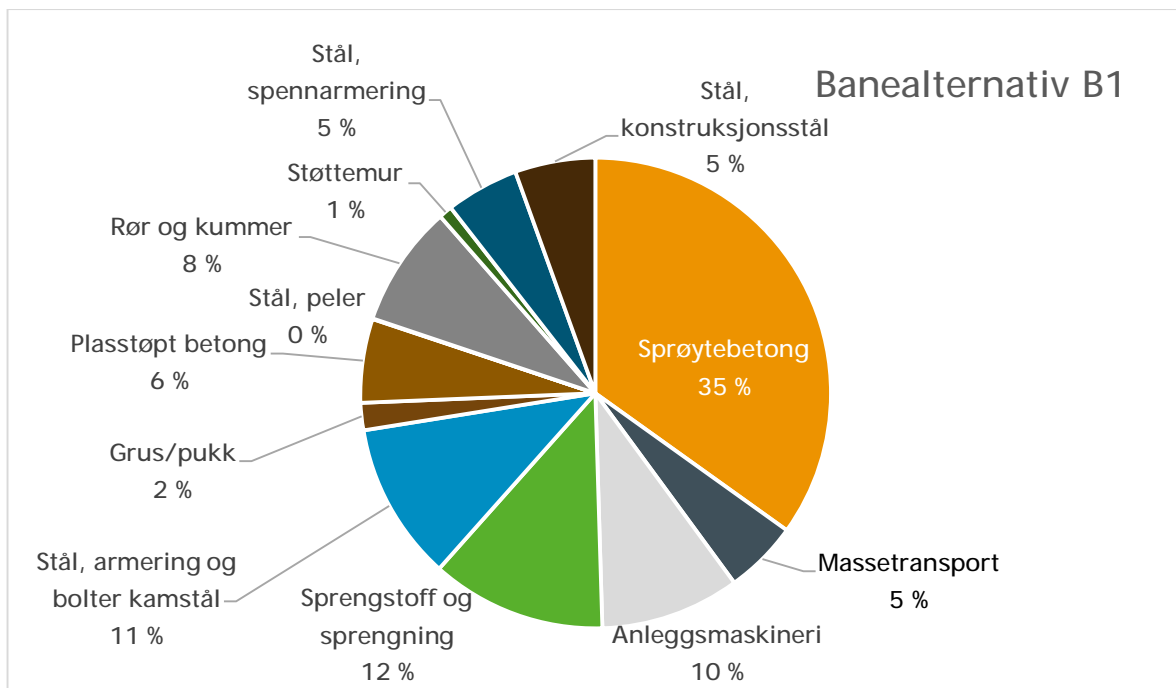


Figur 2: Samlet klimagassutslipp for livsløp veg og bane for ulike bane - og veitraséer for E16 og Vossebanen.

For fasene materialproduksjon og utbygging, er utslippene fordelt som vist i figur 3 og 4, for henholdsvis veg og bane. Sprøytebetong, betongelementer og anleggsmaskiner har stor betydning for de totale utslippene fra veg og sprøytebetong, stål, sprengstoff og sprenging og anleggsmaskiner for bane. Det er i beregningene anslått at tunnelmasser utnyttes eller deponeres lokalt. Transport av masser over større avstander med båt eller bil vil øke utslippene for massetransport i prosjektet. Beregninger for klimagassbudsjett baserer seg på lokal håndtering av masser, og transportavstand er halvparten av delstrekningslengde. Transport av masser til deponier/bruk utenfor området må legges til budsjettet når endelig håndtering av masser er avklart.



Figur 3 Klimagassutslipp fordelt på materialer og prosesser for veg (inkluderer materialproduksjon og anleggsfase) for E16 og Vossebanen.



Figur 4 Klimagassutslipp fordelt på materialer og prosesser for bane (inkluderer materialproduksjon og anleggsfase) for E16 og Vossebanen.

Ut fra klimabudsjettet, ser vi at tiltak som kan redusere utslipp fra materialer som sprøytebetong, betong, asfalt og sprengstoff vil kunne ha stor betydning for de totale klimagassutslippene for prosjektet, det samme gjelder tiltak innenfor massetransport og anleggsmaskiner og tiltak i drift (spesielt for veg).

5 KLIMAGASSVERKSTED

Klimagassverksted 1 ble avholdt 24. september 2019 hos Statens Vegvesen i Bergen. Det var deltagere fra Statens Vegvesen (SVV) Bane NOR, Rambøll og Sweco. Hensikten med verkstedet var å vurdere problemstillinger knyttet til klimagassutslipp fra E16 Vossebanen i et tverrfaglig perspektiv, med mål om å finne kilder til klimagassreduksjoner i ulike faser av prosjektet.

Klimagassverksted 2 ble avholdt 30. april 2020 på Teams (videomøte). Deltagere i møtet var fra BaneNOR, SVV, Rambøll og Sweco. Målet med klimaverkstedet var å diskutere tiltakene som ble foreslått i klimaverksted 1.

Klimagassverksted 1 begynte med introduksjoner og en innledning til tema klimagass i infrastrukturprosjekter. Magnar Bjerga, Ytre miljø-ansvarlig fra SVV presenterte målsetninger fra Nasjonale Transport Plan (NTP), og retningen som er forventet for neste NTP. I tillegg ble SVV utviklingsprosjektet KraKK presentert. KraKK er forkortelse for klimakrav i konkurransegrunnlag og kontrakter – og skal gjøre etaten i stand til å stille effektive og gjennomførbare krav om klimakutt ved bygging av veg.

Det ble videre informert om Miljøvaredeklarasjoner (EPD) og hvordan disse kan brukes i prosjekter. Det kan f.eks. settes krav til prosjektspesifikke EPDer i prosjekt, inkl. utslipp fra transport til anleggsplass.

Som introduksjon til videre workshop, ble det også presentert resultater fra tidligere klimagassberegninger på tilsvarende prosjekt, hvor man ser hvor viktig materialproduksjon og utslipp fra anleggsplass er for totale utslipp over livsløpet for vei og baneprosjekter.

Etter introduksjonsdiskusjonen, ble deltagere delt opp i 4 grupper. Tema til første økt var «materialer». Det ble gjennomført en kort, oppsummerende diskusjon etter arbeidsøkten. Tema i diskusjonene hadde blant annet vært vann- og frostsikring, mengde utsprenging, alternativer til betong i murer ol., bruk av lavkarbonbetong samt stål med høy resirkuleringsgrad.

Tema til andre økt var «anleggsfase, massehåndtering og energiløsninger». Plenumsdiskusjon etter denne økten viste at mange viktige tema og problemstillinger ble diskutert, bl.a. returtransport, alternativer for deponi/gjenbruk av masser, drivstoff logistikken, el. nettverket, transport av ansatte, og brakkeløsninger.

Klimagassverksted 2 ble gjennomført med en mindre gruppe, og tatt i plenum på videomøte. Rambøll innledet verkstedet. Diskusjonen var basert på tiltaksliste utarbeidet i klimagassverksted 1, som hadde blitt delt opp i kategorier «reduisert materialbehov», «materialer med lavere utslipp», «i drift», «transport i anleggsfase», «anleggsplass», og «energi og drivstoff».

6 RESULTATER KLIMAVERKSTED 1

Basert på klimaverksted 1 ble det laget en liste over tiltakene som ble foreslått for klimagassreduksjoner. Tiltakene ble fordelt i kategoriene:

- Materialreduksjon
- Materialsustitusjon
- Massehåndtering overskuddsmasse
- Anleggsplass
- Transport i anleggsfase
- Energi og drivstoff i anleggsfase
- Tiltak i driftsfase
- Prosjektgjennomføring – konkurransegrunnlag mm.

Tiltakene er gjengitt i tabellene under.

6.1 Tiltak – Materialer

Tiltak innen materialer er fordelt på tiltak for redusert materialbehov og tiltak hvor det benyttes materialer med lavere utslipp sammenliknet med tradisjonelle materialer. Tiltakene er nummerert fortløpende.

Tabell 2 Tiltak for redusert materialbehov

Tiltak	Redusert materialbehov
TM1	Vann og frostsikring – enklere krav i tverrslag, mindre krav til innlekkasje – redusere injeksjon
TM2	Redusert utstøping banetunell – kan unngås helt på enkelte strekninger
TM3	Vann og frostsikring - reduksjon på veg
TM4	Vann og frostsikring - reduksjon på bane
TM5	Behovsprøvd injeksjon for vanntetting (geologi) (besparende i forhold til systematisk tetting)
TM6	Felles tekniske rom for bane og veg
TM7	Ikke bruke betongelementer i vegg
TM8	Profiloptimalisering – unngå merforbruk av betong og sikring
TM9	Bruk av elektroniske tennere – reduserte utslipp av plast
TM10	Lokal produksjon av asfalt
TM11	Levetid – tekniske systemer og materialer – reell levetid mot teknisk levetid
TM12	Krav til ballastpukk – kan man bruke pukk fra overskuddsmasser?
TM13	Gjenvinning av materialer på stedet, f.eks. tilslag – lokal produsert fra tunellstein; utarbeide prosedyrer for koordinering av overskuddsmasser og materialbruk for å øke gjenbruk
TM14	Forskjell på steinkvalitet – sortere kvaliteter – gjenbruk

TM15	Det sprenses ut større volum enn nødvendig - mere masser, merforbruk betong. Mer presis utsprengning
TM16	Peling/spunting - andre materialer + evt. gjenbruk
TM17	Midlertidig kaianlegg
TM18	Materialbruk i tunneller - selv små besparelser i tykkelse er viktig; forske på tykkelse på sprøytebetong (60mm var for tynt)
TM19	Ballastspor vs. fastspor
TM20	Kan man redusere skinnevekt?
TM21	Stålkvalitet mot avstand på betongsviller
TM22	Redusere profil i tunnel
TM23	Kutte bro lengder i Arna
TM24	Prefabrikasjon av elementer
TM25	Bruk av tørrmur
TM26	Bruk av gabionmur (de krever dog større areal)
TM27	Betong-fri tørrmur, erosjonsvern, flomsikring
TM28	Vann i dagen framfor i rør
TM29	Betongproduksjon på stedet gunstig
TM30	Ballastspor/fastspor. Det er betongelementer i ballastspor også. (se også TM19)
TM31	Redusere mengde ved å tilstrebe bedre profil
TM32	Mest mulig gjenbruk - tilslag: Pukk, underbygning veg, opparbeiding av nye areal for etablering av produksjonsanlegg
TM33	Kan man redusere krav til kvalitet?
TM34	Uttak av stein i blokk til murstein

TM35	Droppe enkelte tverrslag
TM36	Prinsipp for tekniske bygg og redningstunneler optimaliseres
TM37	Færre tverrpassasjer – mindre masse

Tabell 3 Tiltak for materialer med lavere utslipp

Tiltak	Materialer med lavere utslipp
TM38	Bruk av stål med høy resirkuleringsgrad
TM39	Grønn asfalt
TM40	Armering – krav til stål
TM41	FoU på alternative materialer i tunneller, f.eks. foam rock, Mastershield (membran)
TM42	CO ₂ fangst i elementproduksjon - krav til dette
TM43	Jordarmerte vuller, mur grønn/grå
TM44	Asfaltgjenvinning på 98 % i dag
TM45	Sikring, mulig med glassfiberbolter?
TM46	Alternativer til PE-skum
TM47	Begrense volum av forurenset sålerenseskummasser
TM48	Lavkarbonbetong er i prinsippet like effektivt i tunnel

Statens Vegvesen har per i dag krav om innhenting av EPD for betong, stål og asfalt. Ved aktivt bruk av EPD, vil det være mulig å sammenligne produkter basert på klimagassutslipp fra produksjon av produktene.

6.2 Tiltak anleggsgjennomføring

E16 Vossebanen vil ha en krevende anleggsgjennomføring som følge av beliggenheten av prosjektet, og mengden tunnel og produksjon av overskuddsmasse. Tiltakene innen dette området ble inndelt i massehåndtering av overskuddsmasse, anleggsplass, transport i anleggsfase og energi og drivstoff.

Tabell 4 Tiltak for klimagassreduksjon i forbindelse med massehåndtering av overskuddsmasse

Tiltak	Massehåndtering overskuddsmasse
TA1	Kontursprengning - mindre salver, får mindre bakkbryting, og finere fragmentering av stein.
TA2	Forskjell på steinkvalitet - sortere kvaliteter
TA3	Utfylling i sjø
TA4	Dumping i sjø
TA5	Massedisponeringsplan - modellering
TA6	Knuseverk - utfordre entreprenør på logistikk av knuseverk
TA7	Avhending av stein - fordeling av transport mellom prosjekt
TA8	Massetransport i en kontrakt - kan dette lyses ut tidlig?
TA9	Salg av masser til gjenbruk
TA10	Kost/nytte vurdering for massehåndteringsløsninger (om evt. sjødeponi)
TA11	Unngå landdeponi på myr
TA12	Dårligste masser på sjødeponi

Tabell 5 Tiltak på anleggsplass

Tiltak	Anleggsplass
TA13	Leie ferger
TA14	Leie midlertidig kai
TA15	Byggherre legger til rette for samkjøring av rigg og transport av folk. Byggherre leverer fellesanlegg.
TA16	Utleiemaskiner
TA17	Spreng ut hall til betongproduksjon på stedet
TA18	Brakkerigg og frakt av folk. Eventuell gjenbruk av rigg og alternativer for frakt av personell.
TA19	Samarbeid mellom entrepriser
TA20	Bestemmelser i reguleringsplan - burde inkludere CO ₂ for å signalisere til markedet at bl.a. fossil-frie byggeplasser skal gjennomføres
TA21	Gjenbruk av borevann
TA22	Vedlikehold av maskinparken og oppgradering i anleggsperioden
TA23	God planlegging av anleggsgjennomføring i tidlig fase gjør at man unngår store endringer av f.eks. anleggsveier (Store endringer vil også ha konsekvenser for materialbruk)
TA24	Ledningsfrie tennere – unngå plast i sprengstein

Tabell 6 Tiltak på transport i anleggsfase

Tiltak	Transport i anleggsfase
TA25	Ikke sprengte ut større volum enn nødvendig - mere masser - transport
TA26	Anleggsnært betongblandeverk
TA27	Hvordan regner man transport av masser - i dette prosjektet eller neste?
TA28	Transport på sjø
TA29	Logistikk masser inn og ut - returlast
TA30	Transportbånd, tog, taubane i tunnel
TA31	Frakte masser med tog - det finnes et sidespor i Arna
TA32	Sjøtransport av masser
TA33	Transportbånd- knuseverk på stoff
TA34	Transportbånd - negativt med knusing i tunnel, men aktuelt til lekter
TA35	Bruk store skip på store avstander
TA36	Miljøvennlig massetransport - hybrid og el på sjø
TA37	Unngå å transportere stein i motbakke. Fulle vogner på fall.
TA38	Strategi for frakt av personer
TA39	Miljøvennlig transport for ansatte - felles løsning slik at ikke alle må kjøre inn alene
TA40	Båt/skipstransport må være miljøvennlige - bygge om eksisterende båt tar tid - kan de være en annen entreprise og lyses ut i forkant?
TA41	Gjenvinning av materialer på stedet - redusert transportbehov
TA42	Kortreiste materialer
TA43	Lokal produksjon av asfalt - redusert transportbehov
TA44	Produksjonshall for betong (evt. utspregning i fjell) for å redusere transport

Tabell 7 Tiltak på energi og drivstoff

Tiltak	Energi og drivstoff
TA45	Biodieselbruk - bruk av maskiner som er effektive
TA46	Hydrogen i anleggsfase (NB! Hydrogen med lave utslipp fra produksjon)
TA47	Utrede muligheter for incentiver for el-utstyr
TA48	El og biodiesel i tunnel (fossilfrie maskiner i anlegget)
TA49	Bruk av el-dumper der man driver på stigning
TA50	Mindre krav til friskluft anlegg
TA51	Container med aggregat
TA52	Jordvarme over til el.
TA53	Produksjon av energi inn i anlegget (lavspentanlegg)
TA54	Ladestasjoner for anleggsutstyr kan også brukes senere til f.eks. biler
TA55	Containerløsning energi
TA56	Gjenbruk av energi- kan dette føre til redusert frostsikring?
TA57	Elektrifisering (boring og sprengning, utlasting, utgraving)
TA58	Mobile ladepunkter som kan brukes av andre prosjekt før og etter
TA59	Fornybargaranti biodrivstoff
TA60	Solcelleanlegg; mulig PV-paneler på stasjoner i dagen

Tabell 8 Tiltak i drift

Tiltak	I drift
TD1	Tunnelvask - kan man gjøre noe for å redusere tunnelvask?
TD2	Ventilasjon
TD3	Vedlikeholdsfrie materialer/lang levetid på materialer
TD4	Evt. annen varmeveksling (sjø, luft, evt. solcelle, vind) også til andre kraftkrevende innretninger, lyst stasjonsbygning osv.
TD5	Lysstyring - behovsprøvd
TD6	LED

6.3 Styring av prosjekt – konkurransegrunnlag

Tabell 9 Tiltak styring av prosjektet/konkurransegrunnlag

Tiltak	Styring av prosjektet/konkurransegrunnlag
TS1	Belønning og sanksjoner
TS2	Styring av klimabudsjett underveis
TS3	Sette mål for prosjektet
TS4	Kunngjøring av krav i god tid sånn at entreprenørene kan rigge seg for konkurranse
TS5	Legge inn bestemmelser i reguleringsplanen
TS6	Miljø et tildelingskriterium
TS7	Del opp i ulike entrepriser slik at noen viktige deler (i.e. båttransport) kan ordnes for seg og evt. i regi av BH

7 KLIMAVERSTED 2

I klimaverksted 2, april 2020, ble tiltakslisten fra klimaverksted 1 gjennomgått med deltagerne. Kun tiltakene som ble ansett å ha størst potensiale for reduksjon i klimagassutslipp ble gjennomgått. Følgende tabeller viser status på vurdering av tiltak etter klimaverksted 2, inkl. beregninger/kommentarer fra prosjekterende i etterkant. Tallfesting av effekten av tiltakene er gjort med utslipp i klimagassbudsjettet (dokument UAS-01 Q-00019). Mange tiltak beskrevet i tabellen under vil ha behov for videre vurdering i neste prosjektfase, i samarbeid med prosjekterende fag.

Livsløpsfasene som er inkludert er:

- Materialproduksjon (A1-A4)
- Utbygging (A5)
- Drift og vedlikehold (B5-B5)

Tabell 10 Tiltaksliste med kommentarer redusert materialbehov etter klimaverksted 2

Tiltaks- nummer	Redusert materialbehov	VURDERING
TM3	Vann og frostsikring - reduksjon på vei	Sprøytebetong utgir 29% utslipp for materialer og utbygging for alternativ B1 og B2 for vegstrekningene. Hvis volum til sprøytebetong kan reduseres med 10%, vil utslag på prosjektet være 3% i material og byggefase.
TM4	Vann og frostsikring - reduksjon på bane	Sprøytebetong utgir 35% utslipp for materialer og utbygging for alternativ B1 og B2 for bane. Hvis volum til sprøytebetong kan reduseres med 10%, vil utslag på prosjektet være 3,5 % i material og byggefase. Det er forutsatt bruk av PE-membran med sprøytebetonghvelv i 80% av tunnelens lengde. Det pågår et arbeid i Bane NOR i regi av U2020, som ser på andre vannsikringsløsninger.
TM8/TM18	Profiloptimalisering – unngå merforbruk av betong og sikringsutstyr	Sprøytebetong utgir 29% utslipp for materialer og utbygging for alternativ B1 og B2 for vegstrekningene. Hvis volum til sprøytebetong kan reduseres med 10%, vil utslag på prosjektet være 3% i material og byggefase. Det er av felles interesse at entreprenøren forsøker å begrense overfjell ift valg profil. Når det gjelder profil for vegtunneler er det valgt T10,5 for ettløpstunneler og T9,5 for toløpstunnelen. For banetunnel er profilet allerede redusert til 121 m2 som standard for tospors løsning. Det er antageligvis vanskelig å redusere disse profilene ytterligere.
TM32	Mest mulig gjenbruk - tilslag: pukk, underbygning veg, opparbeiding av nye arealer for etablering av produksjonsanlegg	Det er ikke beregnet ulike massetransport-scenarier, men gjenbruk av masser i anlegget vil være positivt for klimagassregnskapet.

Tabell 11 Tiltaksliste med kommentarer materialer med lavere utslipp

Tiltaks-nummer	Materialer med lavere utslipp	VURDERING
TM38	Bruk av stål med høy resirkuleringsgrad	Utslipp knyttet til resirkulert stål, kan utgjøre en trededel av utslippene for bransjestandarden for "stål, armering, bolter og kamstål". Ved å erstatte 100% av stålet i denne kategorien i vegstrekingen med resirkulert stål, vil dette gi en reduksjon på 5,5% for livsløpsfaser A1-A4 for vegstrekinger.
TM41	FoU på alternative materialer i tuneller, f.eks. foam rock, Mastershield (membran)	Dersom 10% av plasstøpt betong erstattes med alternative materialer, vil dette gi ca. 0,2% reduksjon i de totale utslippene for veg i livsløpsfaser A1-A5; og 0,6% reduksjon for banestrekinger.
TM48	Plasstøpt lavkarbonbetong	Plasstøpt betong utgjør 2% av vegstrekingens utslipp for materialer, og 6% av banestrekingens utslipp. B45 Lavkarbon A har ca. 140kg mindre CO ₂ per kubikkmeter enn bransjestandard. Dette gir mulighet for å spare opptil 40% av utslippet per m ³ betong, og at vegstrekingen kan redusere sine totale utslipp i A1-A5 med ca. 1%. Banestrekinger med ca. 2%.
TM24	Prefabrikasjon av elementer, bruk av Lavkarbon A i betongelementer	Ved å bytte alle betongelementer i vegstrekingene med Lavkarbon A i stedet for Lavkarbon C, ville dette spare 3,5% av de totale material- og utbyggingsutslippene for vegstrekinger.

*	Lavkarbon sprøytebetong B35	Viser til SVV rapport 391 "Sprøytebetong med redusert karbonavtrykk". Prosjektet har byttet ut en vanlig sprøytebetong med en lavkarbonbetong og redusert utslippene 22%. Det kunne redusere vegprosjekts totale utslipp for A1-A5 livsløpsfaser med ca. 6% og baneprosjektets utslipp med ca. 8%.
TM39	Grønn Asfalt	Asfalt utgjør 9 % av utslipp fra bygge og anleggsfasen for veg. Det finnes per i dag asfalt med lavere utslipp i produksjon enn «standard asfalt» i VegLCA. Bruk av asfalt med lave klimagassutslipp i produksjon og transport kan redusere totale klimagassutslipp for prosjektet.

* Nytt tiltak som ikke var med i opprinnelig liste. Er derfor ikke nummerert.

Tabell 12 Tiltaksliste med kommentarer for anleggsplass

Tiltaks-nummer	Anleggsplass	VURDERING
*	Sprengstoffbruk	Sprenging og sprengstoff utgir 9% og 12% hhv for veg og bane til total A1-A4 livsløpsfaser utslipp. Hvis forbruket reduseres med 20%, vil besparelsene være ca. 2% for veg og ca. 2% for bane. Produksjon av sprengstoff gir 2,65kg CO ₂ per kilo sprengstoff.
TA20	Bestemmelser i reguleringsplanen - burde inkludere CO ₂ for å signalisere til markedet at bl.a. fossil-frie byggeplasser skal gjennomføres	Definisjon av anleggsplass som fossilfri/utslippsfri vil bidra betydelig til reduksjon av utslipp i anleggsfase og det totale livsløpet. Utslippsfaktor for biodrivstoff er satt til 0 kg CO ₂ per liter mot 5,9 kg CO ₂ per liter for dieselproduksjon og forbruk. Utslipp fra bruk av elektrisitet i anleggsfasen er lav grunnet bruk av norsk el-faktor i utbyggingsfasen.

* Nytt tiltak som ikke var med i opprinnelig liste. Er derfor ikke nummerert.

Tabell 13 Tiltaksliste med kommentarer for energi og drivstoff

Tiltaks- nummer	Energi og drivstoff	VURDERING
TA45	Biodieselbruk - bruk av maskiner som er effektive	Definisjon av anleggsplass som fossilfri/utslippsfri vil bidra betydelig til reduksjon av utslipp i anleggsfase (A5 livsløpsfase) og det totale livsløpet. Utslippsfaktor for biodrivstoff er satt til 0 kg CO ₂ per liter mot 5,9 kg CO ₂ per liter for dieselproduksjon og forbruk. Utslipp til elektrisitet i anleggsfase er også lav grunnet norsk el-faktor i utbyggingsfasen.
TA46	Hydrogen i anleggsfase (NB! Hydrogen med lave utslipp fra produksjon)	
TA47	Utrede muligheter for incentiver for el-utstyr	
TA48	El og biodiesel i tunnel (fossilfrie maskiner i anlegget)	
TA49	Bruk av el-dumper der man driver på stigning	
TA51	Kontainer med aggregat	

Tabell 14 Tiltaksliste med kommentarer for drift

Tiltaks- nummer	I drift	VURDERING
TD4	Prosjektet satser på vedlikeholdsfrie/lang livstid på materialer	Hvis vi kan øke levetiden 10% for materialer, vil reduksjon i utslipp i B4 livsløpsfasen (material utskifting) reduseres. Dette vil være mest relevante for asfalt, hvor utskifting i 60 års perioden er estimert i klimagassbudsjettet til å være 16 % av totalt utslipp i drift og vedlikeholdsfasen.
TD6	Lysstyring – behovsprøvd	EI-forbruk i vegtunnelene kan optimaliseres ved behovsstyring. EI-forbruk utgjør en stor andel av utslipp i driftsfase.
TD7	LED lys	Et viktig tiltak for å redusere strømforbruk i drift av tunnelene. Kan sees i sammenheng med TD6.

Klimagassverkstedene har avdekket noen tiltak for drift og vedlikehold som vurderes som viktige for videre utredning. Resultater fra VegLCAs mellomfaseverktøy, er imidlertid litt for begrenset for å ta en detaljert vurdering av enkelte foreslåtte tiltak. Resultater i VegLCA fra mellomfaseverktøyet for driftsfasen er delt i anleggsmaskineri, elektrisitet, asfalt, strøsalt, og andre materialer. Det er elektrisitet som gir størst bidrag til utslippene og derfor vil det være hensiktsmessig å sette søkelys på dette i arbeidet med utslippsreduksjon.

Tiltak for massetransport i anleggsfasen utover gjenbruk/deponering i nærområdet er ikke vurdert i denne rapporten. Dette fordi transport i anleggsfasen i klimagassbudsjett (dokumentnummer UAS-01 Q-00019) kun er beregnet for mengder transport i linje. Det er i klimagassbudsjett anbefalt at transport i

anleggsfasen beregnes basert på realistiske alternative løsninger. Transport inn og ut av anlegget kan være et betydelig bidrag til de totale utslippene over veg- og banens livsløp. Det er derfor viktig at dette temaet vurderes som et særtema med innspill fra logistikk, plan, myndighetene, og anleggsgjennomføringsansvarlige i prosjektet.

Tiltak for styring av prosjektet/konkurransesgrunnlag bør tas med videre i prosjektet.

8 KONKLUSJON

Klimagassverkstedene som ble gjennomført høsten 2019 og våren 2020 har resultert i en liste over flere tiltak som kan bidra til redusert utslipp i prosjektets livsløp. Viktige tiltak blir utslippsreduksjon fra betong, stål og asfalt, gjennom optimalisering av forbruk samt fokus på innkjøp av materialer med lave utslipp. I anleggsfasen vil fossilfri/utslippsfri anleggsplass blir viktig, samt tilrettelegging for at dette er mulig. Bruk av sprengstoff bidrar forholdsvis mye til totale klimagassutslipp og bruken bør derfor optimaliseres i anleggsfasen. I driftsfasen er det spesielt redusert energiforbruk i vegtunnel som vil være viktig for å redusere totale utslipp i driftsfasen.

Neste steg i prosessen bør være videre involvering av faglige ekspertise for eventuelt integrering av foreslåtte tiltak i prosjektering og entreprisgrunnlaget.

Innovasjon i form av material- og prosessutvikling og bedre teknologier kan gi avgjørende innspill til løsninger for E16 Vossebanen, utviklingen innenfor relevante fagområder bør følges opp i videre prosjektering.

9 REFERANSELISTE

1. UAS-01-Q-00019 01B, 2020, Klimagassbudsjett E16 og Vossebanen, Arna Stanghelle
2. Planprogram E16 og Vossebanen PlanID NO201703
3. Klima og miljømål Bane Nor – Presentasjon 14.mai 2019
4. <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/miljo+og+omgivelser/klima/klimagassreduksjoner-i-anlegg-og-drift>