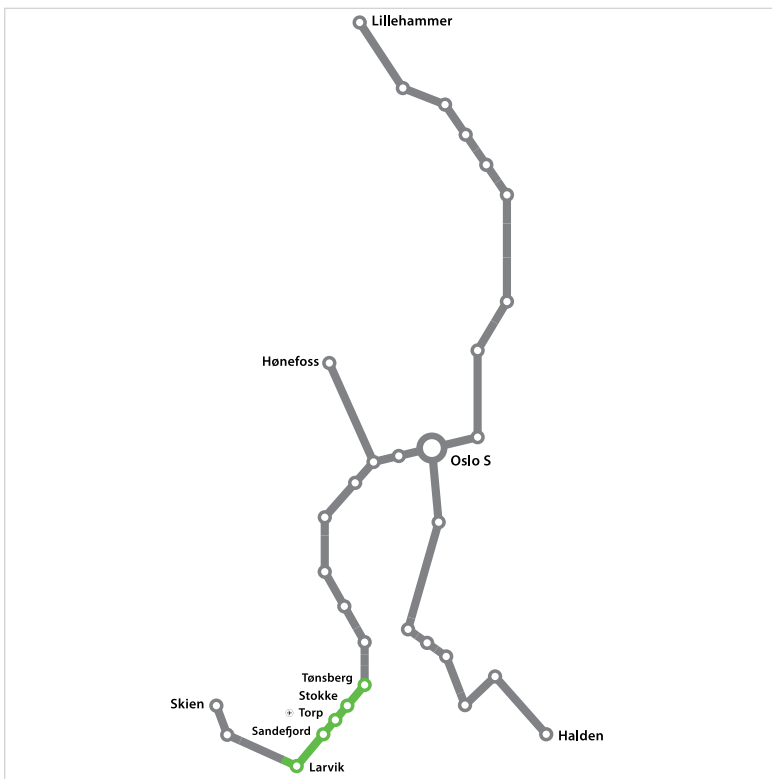
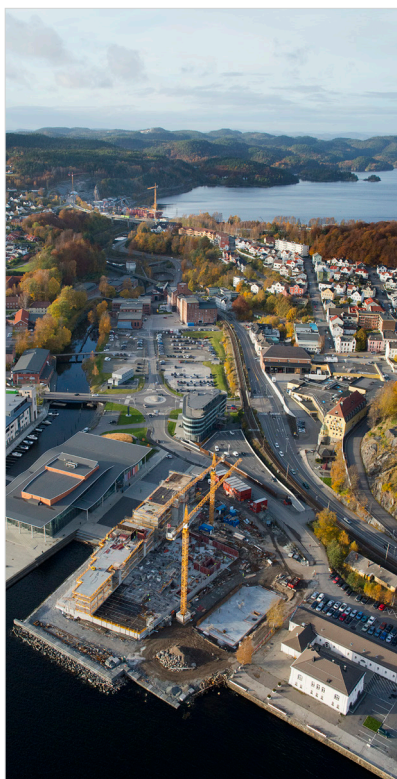


Klimabudsjett

Kommunedelplan (KDP) med konsekvensutredning (KU)
Dobbeltspor Stokke - Larvik
InterCity Vestfoldbanen

Desember 2018



SAMMENDRAG

Planstrekningen Stokke – Larvik på Vestfoldbanen omfatter bygging av dobbeltspor i ny trasé i ca. 40 km lengde. Det er beregnet klimabudsjet for alle korridorene. Klimabudsjettet omfatter klimagassutslipp fra bygging og drift av jernbanen, inkludert geoteknisk stabilisering, over en periode på 60 år. Det er også foretatt beregninger på miljøpåvirkning på andre miljøeffektkategorier, resultatene for disse er ikke inkludert i hovedrapporten, men er gjengitt i eget vedlegg.

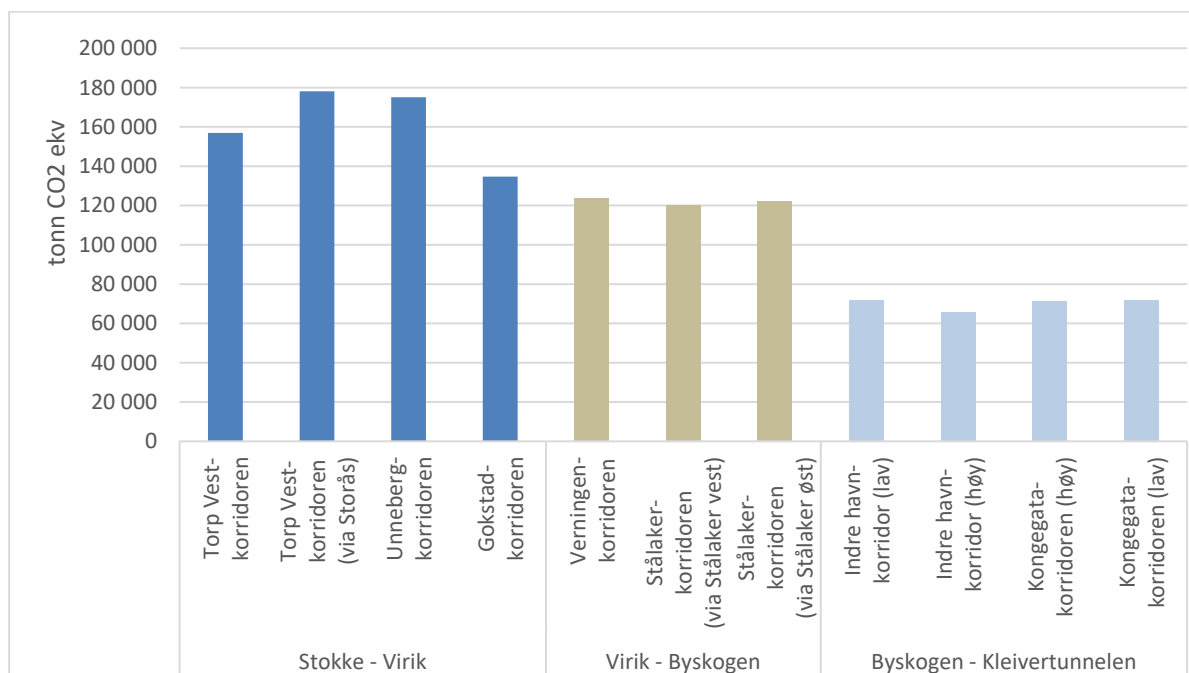
Et klimabudsjett omfatter direkte- og indirekte¹ utslipp av klimagasser fra material- og energibruk ved utbygging, drift og vedlikehold av jernbaneinfrastruktur. Andre miljøtema som støy, naturmangfold med flere behandles i andre deler av konsekvensutredningen (KU).

Formålet med klimabudsjett i kommunedelplan er å

- Analysere alternative traseer
- Dokumentere miljøpåvirkningene av traseene
- Anbefale traseer som gir lavest mulig klimagassutslipp gjennom livsløpet
- Danne grunnlag for videre optimalisering i neste planfase

Klimabudsjettet, som er beregnet på hovedplannivå skal gi innspill til anbefaling for valg av trasé, og presenteres som eget kapittel under den samfunnsøkonomiske analysen i KU.

Figuren under viser estimerte totale klimagassutslipp ved utbygging og drift/vedlikehold i 60 år av dobbeltspor mellom Stokke og Larvik, fordelt på ulike korridorer innen hver delstrekning.



Mellom Stokke og Virik er det relativt stor forskjell i beregnet resultat for korridorene, og Gokstadkorridoren har lavest klimagassutslipp. Mellom Virik og Byskogen har de tre korridorene tilnærmet likt resultat. Mellom Byskogen og Kleivertunnelen har Indre havn-korridoren høy løsning noe lavere klimagassutslipp.

Korridoren som gir lavest totalt estimert klimagassutslipp for hele planstrekningen går via Gokstad – Stålaker vest – Indre havn (høy løsning). Korridoralternativet med høyest estimert klimagassutslipp er Torp vest (via Storås) – Verningen – Indre havn (lav løsning) med 19 prosent høyere utslipp enn det beste alternativet. Dette til tross for at begge alternativene har en lengde på nesten 30 km. Det dårligste alternativet har markant høyere utslipp knyttet til bergtunneler og geotekniske tiltak.

¹ Med indirekte utslipp menes utslipp som oppstår under produksjon og transport av energi og materialer

INNHOLDSFORTEGNELSE

| | |
|--|-----------|
| SAMMENDRAG | 2 |
| 1 INNLEDNING | 4 |
| 1.1 BAKGRUNN | 4 |
| 1.2 FORMÅL..... | 4 |
| 2 BESKRIVELSE AV TILTAKET | 5 |
| 2.1 OVERORDNET BESKRIVELSE..... | 5 |
| 2.2 DELSTREKNINGEN STOKKE - VIRIK | 7 |
| 2.2.1 <i>Torp vest-korridoren</i> | 8 |
| 2.2.2 <i>Unnebergkorridoren</i> | 10 |
| 2.2.3 <i>Gokstadkorridoren</i> | 10 |
| 2.3 DELSTREKNINGEN VIRIK – BYSKOGEN | 11 |
| 2.3.1 <i>Verningenkorridoren</i> | 12 |
| 2.3.2 <i>Stålakerkorridoren</i> | 12 |
| 2.4 DELSTREKNINGEN BYSKOGEN - KLEIVERTUNNELEN | 13 |
| 2.4.1 <i>Indre havn-korridoren</i> | 14 |
| 2.4.2 <i>Kongegatakorridoren</i> | 15 |
| 3 METODE OG DATAGRUNNLAG | 17 |
| 3.1 RAMMEVERK OG STANDARDER | 17 |
| 3.2 FUNKSJONELL ENHET | 17 |
| 3.3 SYSTEMGRENSER..... | 17 |
| 3.4 STANDARDPROFILER | 18 |
| 3.5 GEOTEKNISK STABILISERING | 18 |
| 3.5.1 <i>Antagelser</i> | 19 |
| 4 RESULTATER | 20 |
| 4.1 STOKKE - VIRIK | 20 |
| 4.1.1 <i>Byggemetoder</i> | 20 |
| 4.1.2 <i>Livsløpsfaser</i> | 21 |
| 4.2 VIRIK – BYSKOGEN | 22 |
| 4.2.1 <i>Byggemetoder</i> | 22 |
| 4.2.2 <i>Livsløpsfaser</i> | 22 |
| 4.3 BYSKOGEN - KLEIVERTUNNELEN | 23 |
| 4.3.1 <i>Byggemetoder</i> | 23 |
| 4.3.2 <i>Livsløpsfaser</i> | 24 |
| 4.4 PLANSTREKNING TOTALT | 24 |
| 5 VURDERING AV USIKKERHET | 26 |
| 6 KLIMABUDSJETTS VURDERING AV KORRIDORENE..... | 27 |
| 6.1 STOKKE – VIRIK | 27 |
| 6.1.1 <i>Klimabudsjetts vurdering av korridorene</i> | 27 |
| 6.1.2 <i>Klimabudsjetts anbefaling</i> | 27 |
| 6.2 VIRIK – BYSKOGEN | 28 |
| 6.2.1 <i>Klimabudsjetts vurdering av korridorene</i> | 28 |
| 6.2.2 <i>Klimabudsjetts anbefaling</i> | 28 |
| 6.3 BYSKOGEN – KLEIVERTUNNELEN..... | 28 |
| 6.3.1 <i>Klimabudsjetts vurdering av korridorene</i> | 28 |
| 6.3.2 <i>Klimabudsjetts anbefaling</i> | 28 |
| 6.4 PLANSTREKNING TOTALT | 29 |
| 7 DOKUMENTINFORMASJON..... | 30 |
| 7.1 ENDRINGSLOGG | 30 |
| 7.2 REFERANSELISTE | 30 |
| 7.3 VEDLEGG..... | 30 |

1 INNLEDNING

Planstrekningen Stokke – Larvik på Vestfoldbanen omfatter bygging av dobbeltspor i ny trasé i ca. 40 km lengde. Strekingen er en del av InterCity-utbyggingen, som skal resultere i en moderne dobbeltsporet jernbane på Østlandet. Nasjonal Transportplan 2018-2029 legger opp til at InterCity-strekningene mellom Oslo og Hamar, Tønsberg og Seut ved Fredrikstad, skal være ferdig utbygd innen 2024. Utbyggingen skal videreføres til Skien i 2032 og til Lillehammer og Halden i 2034.

Høringen av planprogrammet for strekningen Tønsberg – Larvik våren 2017 viste at det var store interessekonflikter knyttet til de ulike korridorene på strekningen Tønsberg – Stokke, mens det var større enighet om korridorene mellom Stokke og Larvik. For å sikre fremdrift i prosjektet, ble planprogrammet derfor delt i to sommeren 2017; ett for strekningen Tønsberg – Stokke, og ett for Stokke – Larvik. Høsten 2017 ba Bane NOR Samferdselsdepartementet om bruk av statlige virkemidler for å fastsette planprogrammet for strekningen Tønsberg – Stokke. Videre arbeid med strekningen Tønsberg – Stokke er satt på vent i påvente av departementets behandling, mens planprogrammet for planstrekningen Stokke – Larvik ble fastsatt i Sandefjord og Larvik kommuner høsten 2017. Arbeid med kommunedelplan for nytt dobbeltspor mellom Stokke og Larvik har pågått siden høsten 2018, og foreliggende rapport er en del av underlagsmaterialet for kommunedelplanen.

1.1 Bakgrunn

Utredning av klimagassutslipp er forankret i §21 i Forskrift om konsekvensutredninger. Her fastslås at forurensning, det vil si utslipp til luft, herunder klimagassutslipp, forurensning av vann og grunn, samt støy, skal identifiseres og vesentlige virkninger vurderes.

I henhold til vedtatt planprogram skal klimagassutslipp fra bygging, drift og vedlikehold beregnes som en livsløpsvurdering for hver korridor. Dette er et tillegg til miljøkostnadene fra klimagassutslipp som beregnes som del av de prissatte konsekvensene i den samfunnsøkonomiske analysen. For å synliggjøre klima-/miljøkostnader tydeligere og mer komplett, vil det for hvert alternativ innenfor hver korridor bli beregnet miljøkostnader knyttet til utslipp fra bygging og drift av jernbanen, inkludert geoteknisk stabilisering, over en beregningsperiode på 60 år.

1.2 Formål

InterCity-prosjektene skal ved hjelp av klimabudsjettet identifisere utslippsreduksjoner og klimavennlige løsninger for bygging og for drift og vedlikehold tilsvarende ambisjonene til etatene. Utslippspotensialene skal spesifiseres og kostnadsvurderes for beslutning hos prosjekteier². Klimabudsjettet skal også danne grunnlag for mer detaljerte beregninger og vurderinger av utslippsreduksjoner i etterfølgende planfaser.

Et viktig mål i arbeidet med dette klimabudsjettet har i tillegg vært å øke presisjonsnivået i viktige forhold som kan påvirke rangeringen av alternativene, ettersom hensikten med kommunedelplanarbeidet er å komme fram til en sammenhengende korridor fra Stokke til Larvik for videre planlegging.

Klimabudsjettet vil utgjøre et av Bane NORs grunnlag for å vurdere måloppnåelse, det vil si oppnåelse av effektmålene som er knyttet til miljø. For redegjørelse for InterCity-prosjektets samfunns mål og Vestfoldbanens effektmål vises det til fastsatt planprogram for strekningen Stokke – Larvik³.

² ICP-00-A-00030 Teknisk designbasis for InterCity-strekningene, rev 04A, 13.12.2017, Bane NOR.

³ Planprogram, Kommunedelplan (KDP) med konsekvensutredning (KU), Dobbeltspor Stokke – Larvik, InterCity Vestfoldbanen, Bane NOR, desember 2017.

2 BESKRIVELSE AV TILTAKET

2.1 Overordnet beskrivelse

På planstrekningen fra Stokke til Larvik skal planarbeidet legge til rette for bygging av ca. 30 km nytt dobbeltspor. InterCity-strekningene skal være dimensjonert for hastighet opptil 250 km/t for persontog. Kravet til hastighet gir føringer for kurvatur på sporet.

Det planlegges nye stasjoner i Stokke, ved Torp, i Sandefjord og i Larvik:

- Stokke stasjon planlegges med to spor til plattform.
- Torp stasjon planlegges med to spor til plattform.
- Sandefjord stasjon planlegges som mulig vendestasjon med fire spor til plattform.
- Larvik stasjon planlegges med to hovedspor til plattform. I tillegg er det behov for et servicespor. Servicesporet er lagt utenfor stasjonsområdet.

Krav til antall spor til plattform pr. stasjon, plattformlengde (350 meter) og funksjoner er beskrevet i konseptdokumentet⁴. Atkomst til stasjonene fra eksisterende vegnett for gående, syklende og kjørende, samt busstopp, sykkelparkering, taxiholdeplass, av- og påstigning, HC- og korttids-parkeringsplasser er også en del av tiltaket. Pr. nå omfatter ikke tiltaket langtidsparkeringsplasser. For nærmere omtale av parkering henvises det til planbeskrivelsen.

Tiltaket omfatter tekniske bygg og installasjoner langs sporet, samt atkomst for drift og vedlikehold. Nødvendige forbindelser over og under jernbanen, og rømningstunneler og beredskapsplasser med atkomstveg inngår i planleggingen. Midlertidig infrastruktur, anleggsområder og anleggsveger som er nødvendige for å kunne bygge og drifte jernbanen inngår også. Jernbanetiltaket vil også kreve omlegging av annen teknisk infrastruktur som for eksempel vann- og avløpsledninger.

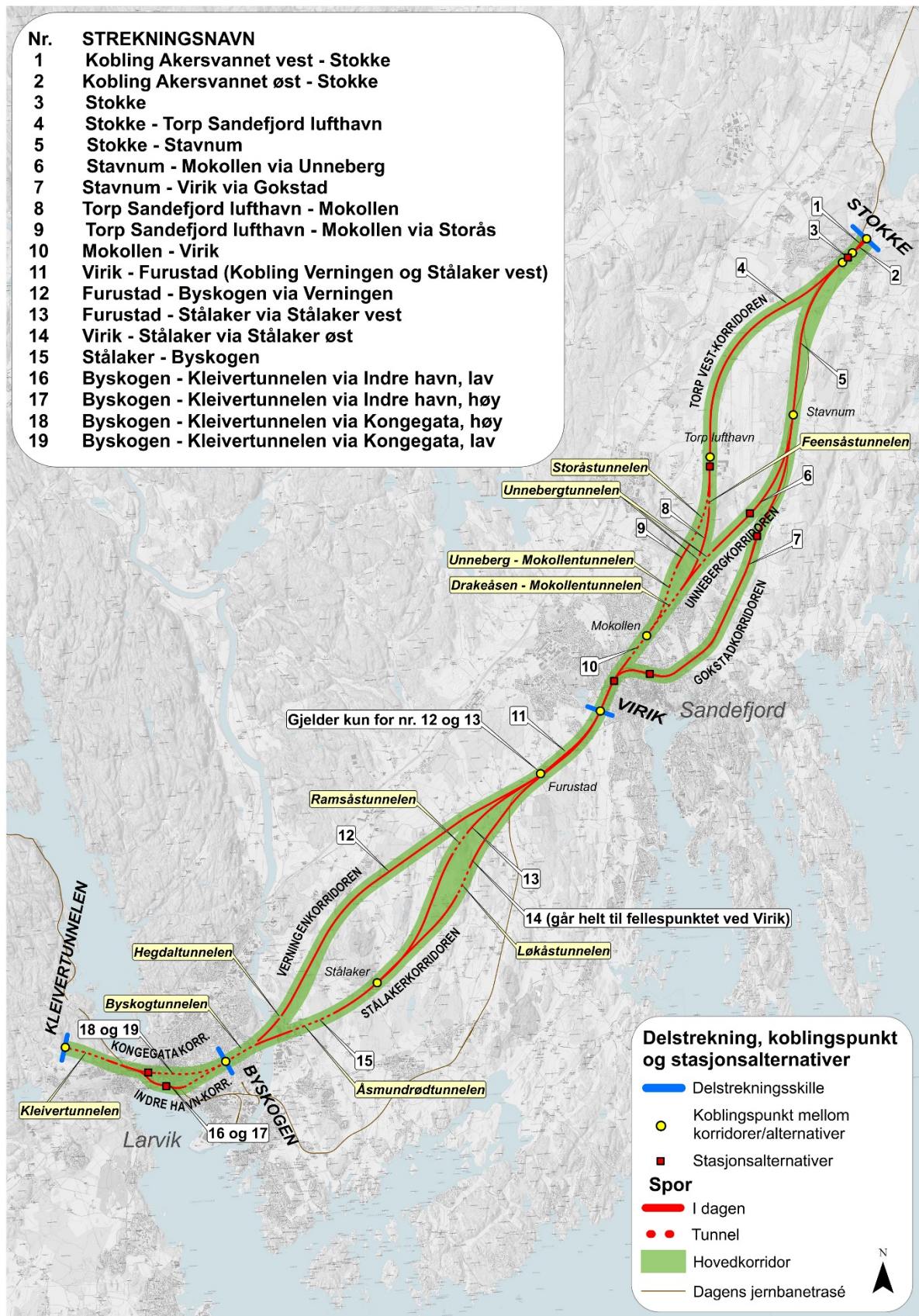
Omfanget av omleggingene er avhengig av endelig lokalisering og plassering i terrenget. Først i neste planfase, reguleringsplanfasen, vil det foreligge nok kunnskap om tiltaket til å detaljplanlegge disse løsningene. Omlegging av teknisk infrastruktur er derfor bare beskrevet på et overordnet nivå i denne planfasen.

Gjennomføring av jernbanetiltaket vil medføre behov for å deponere overskuddsmasser, både midlertidig og permanent. Omfang av massedeponering er avhengig av hvordan jernbanen ligger i terrenget, tunnallengder, grunnforhold m.m. Først i neste planfase, reguleringsplanfasen, vil det foreligge nok kunnskap om tiltaket til å kunne utarbeide konkrete planer for massehåndteringen. Tiltaket som konsekvensutredes i kommunedelplanfasen omfatter derfor ikke arealer for permanent og midlertidig massedeponering.

En oversikt og inndeling av korridorene på planstrekningen Stokke – Larvik er gitt i Figur 2-1 .

Alle bilder i kapittel 2.2, 2.3 og 2.4 som illustrerer tiltaket, er hentet fra prosjektets arbeidsmodell og viser foreløpig utforming av dobbeltsporet. Det presiseres av disse løsningene vil bli videre detaljert og bearbeidet i neste planfase.

⁴ Konseptdokument for InterCity-strekningene, ICP-00-A-00004 rev. 02A, Jernbaneverket, 15.12.2016.



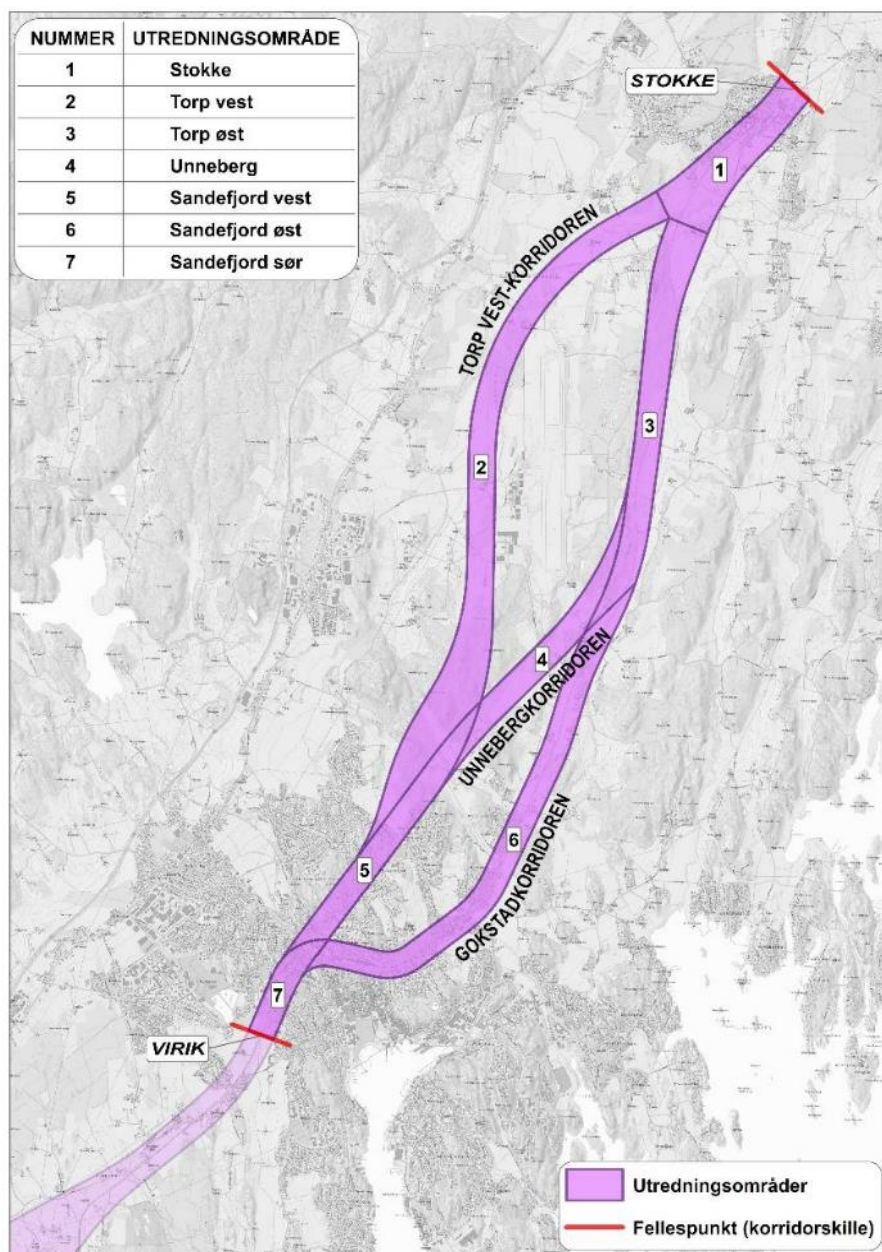
Figur 2-1 Korridorer Stokke - Larvik

2.2 Delstrekningen Stokke - Virik

På strekningen mellom Stokke og Virik skal det utredes tre korridorer:

- Torp vest-korridoren
- Unnebergkorridoren
- Gokstadkorridoren

I Torp vest-korridoren vurderes to alternativer, Torp vest og Torp vest via Storås.



Figur 2-2 Oversikt over utredningskorridorer på strekningen Stokke – Virik.

Tabellen viser samlet lengde pr. korridor på strekningen fra Stokke til Virik, samt antall meter med bergtunnel, betongtunnel og bruer pr. korridor.

Tabell 2-1 Oversikt over lengde på korridorene på delstrekningen Stokke – Virik, herunder løpemeter av de ulike byggemetodene.

| Korridor/alternativ | Lengde (m) | Bergtunnel (m) | Betongtunnel (m) | Jernbanebru (m) |
|----------------------|------------|----------------|------------------|-----------------|
| Torp vest | 12666 | 2200 | 555 | 1305 |
| Torp vest via Storås | 12588 | 2992 | 825 | 1145 |
| Unneberg | 12365 | 1657 | 830 | 1275 |
| Gokstad | 13098 | - | - | 955 |

2.2.1 Torp vest-korridoren

I korridoren er det utredet to alternative traseer, Torp vest og Torp vest via Storås. Disse er like fra Stokke til sør for Torp stasjon, hvor de skiller lag i et østlig og et vestlig alternativ. Alternativene møtes igjen i Mokollen og er sammenfallende fram til Virik. Korridoren har krevende grunnforhold.

Korridoren starter rett nord for Stokke sentrum. Stokke stasjon planlegges på dagens stasjons-lokalisering. Fra stasjonen fortsetter linja videre i dagsone og krysser Vårnesbekken i bru på veg mot Torp Sandefjord Lufthavn. I det nordvestre hjørnet av lufthavna ligger traseen i løsmasse- og delvis bergskjæring for ikke å komme i konflikt med flyplassens restriksjonssone for navigasjons-instrumentene. Linja går på vestsiden av flyplassen med en stasjon nær dagens terminal på Torp.

2.2.1.1 Alternativ Torp vest

Fra Torp stasjon går traseen i skjæring. Videre i en ca. 350 meter lang tunnel før det igjen er skjæring ned mot Unneberg. Før Unnebergdalen er det en kort bergtunnel på ca. 250 meter før traseen krysser Unnebergdalen på en ca. 550 meter lang bru. Etter brua går traseen inn i en sammenhengende tunnel fram til Sandefjord stasjon. Tunnelen er ca. 2 km lang. Ved Øvre Hasle/jordet nord for Ringveien er det et parti med betongtunnel på ca. 530 meter. Tunnelen skal ha rømningsmulighet for hver 1000. meter.

Traseen går i bergtunnel under Mokollen, og krysser Sandefjordveien på bru. Sandefjord stasjon etableres på mur og bru sør for Sandefjordsveien. Sandefjord stasjon har fire spor og ett vende- og ventespor til plattform sør for Sandefjordsveien.

2.2.1.2 Alternativ Torp vest via Storås

Fra ca. 500 meter sør for Torp stasjon går linja i en ca. 1400 meter lang tunnel fram til Unnebergdalen, der den går direkte ut på bru. Tunnelen har én rømningsvei. En liten del av denne er en betongtunnel. Unnebergdalen krysses på en ca. 400 meter lang bru. Ved Øvre Hasle/jordet nord for Ringveien er det et parti med betongtunnel, deretter er traseen lik som for Torp vest fram til Sandefjord stasjon. Stasjonsløsningen er den samme som for Torp vest.



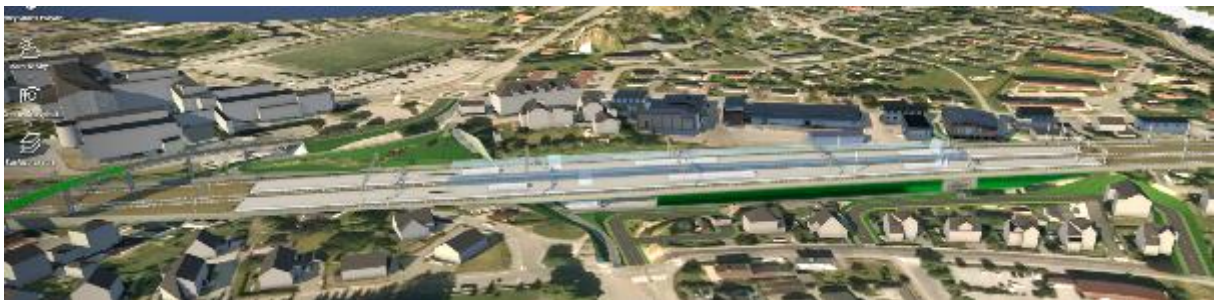
Figur 2-3 Stokke stasjon sett vest mot øst.



Figur 2-4 Linja i Torp vest-korridoren med åpen skjæring gjennom Stangeskogen og lang bru over Unnebergdalen. Sett fra sørøst mot nordvest.



Figur 2-5 Torp vest via Storåsen kan gi mulighet for tunnel under Stangeskogen og kortere bru over Unnebergdalen. Sett fra sørøst mot nordvest.



Figur 2-6 Ny Sandefjord stasjon i Torp vest-korridoren. Sett fra sør.

Stasjonsløsning i Stokke

Stasjonen er foreslått omtrent som i dagens lokalisering, med sidestilte plattformer. Frederik Stangs gate med gang- og sykkelveg føres under sporene. Plattformene forlenges til 350 meter og føres over Frederik Stangs gate. For kryssing av jernbanen vil Frederik Stangs gate senkes under nytt dobbeltspor. Senket Frederik Stangs gate skjærer av tre eksisterende gater; Nygaards allé, Grimestadveien og Tassebekkveien. Gående og syklende får en egen kryssing over Frederik Stangs gate på bru, parallelt med og vest for ny jernbanebru.

Stasjonsløsning i Sandefjord ved Sandefjord videregående skole

Stasjonsområdet er i sporplanen forutsatt lagt vest for Sandefjordveien, omtrent på nivå med dagens spor. Det forutsettes fire spor til to midtstilte plattformer. Grunnforholdene i området er vurdert som krevende, og sporene må legges på fylling med støttemur eller på pelet brukonstruksjon. Valg av konstruksjon vil vurderes ytterligere i senere planfaser.

For ytterligere omtale av stasjonsløsning se fagrapport by- og knutepunktutvikling i Sandefjord (ICP-36-A-25801).

2.2.2 Unnebergkorridoren

Korridoren starter rett nord for Stokke sentrum. Stokke stasjon planlegges på dagens stasjonslokalisering. Fra stasjonen fortsetter linja i dagsone og krysser Vårnesbekken på bru. Videre fortsetter den i dagsone i nærheten av eksisterende jernbane på østsiden av Torp Sandefjord Lufthavn.

En ny Torp stasjon ligger noe lengre vest enn dagens stasjon på Råstad, og får to spor til plattform. Sør for flyplassen svinger linja sør-vestover og ligger på terreng før den går i en stadig dypere skjæring og videre i betongtunnel på ca. 350 meter. På siste del av delstrekningen før Unnebergdalen er det en kort bergtunnel. Unnebergdalen krysses på ei ca. 650 meter lang bru. Etter Unnebergdalen følger linja den samme traseen som linja i Torp vest-korridoren helt fram til Virik. Stasjonsløsningen blir også den samme som for Torp vest-korridoren.



Figur 2-7 Ny Torp stasjon i Unnebergkorridoren, sett fra øst-sørøst.

2.2.3 Gokstadkorridoren

Korridoren starter rett nord for Stokke sentrum og er sammenfallende med Unnebergkorridoren fram til Stavnum øst for Torp Sandefjord lufthavn. Linja fra teknisk hovedplan følger i hovedsak dagens jernbanetrasé sørover.

Torp stasjon ligger i samme område som dagens Torp stasjon på Råstad. Fra Råstad følger traseen i hovedsak dagens jernbanetrasé sørover i dagsone. Sandefjord stasjon ligger i dagens stasjonsområde. Stasjonen vil være hevet ca. 5 meter over eksisterende terreng. Stasjonen har fire spor til plattform og et femte spor uten plattform.

Etter stasjonen går traseen på bru over Sandefjordsveien, før den fortsetter i dagsone langs eksisterende jernbane sørover til Virik.



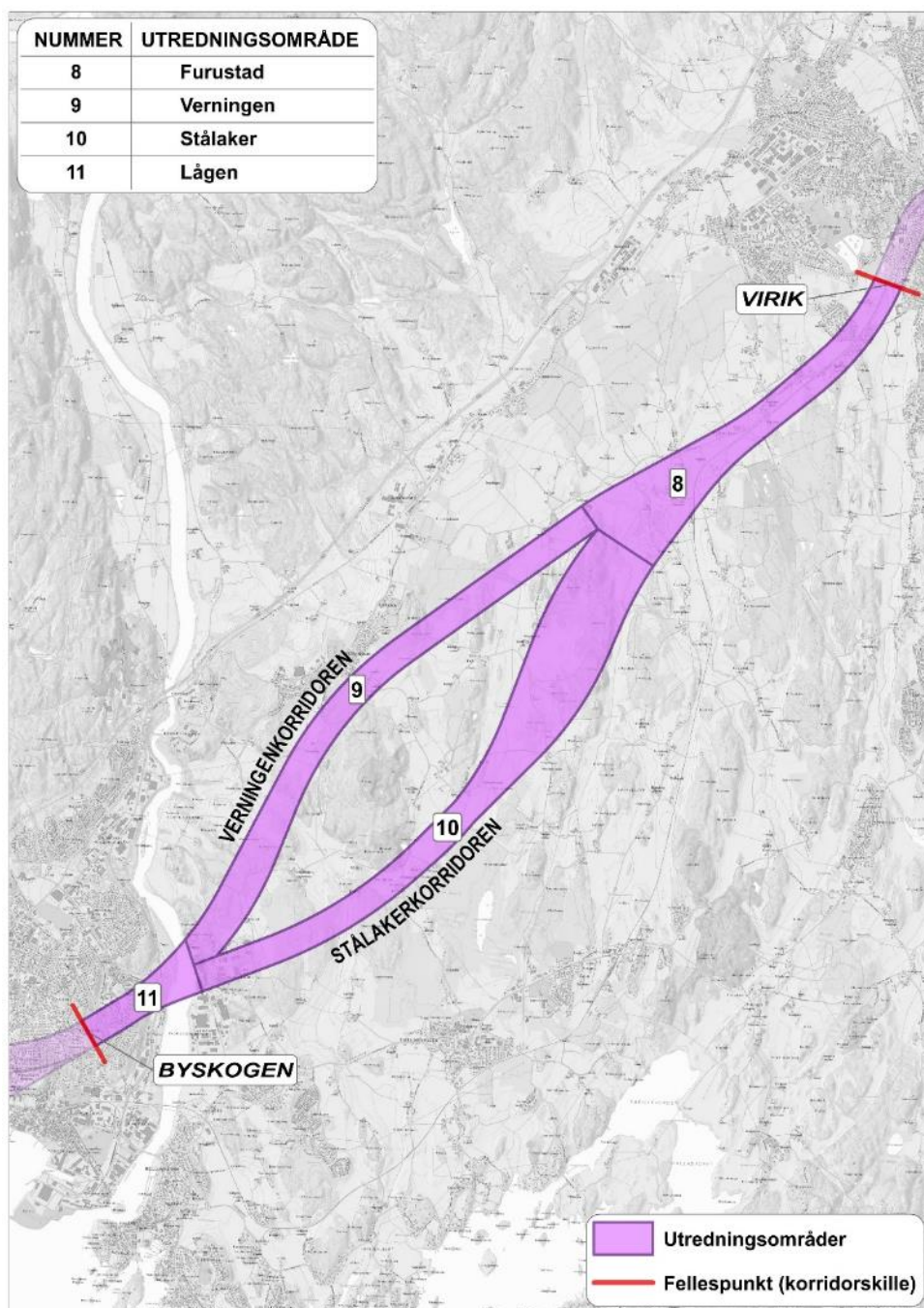
Figur 2-8 Sandefjord stasjon i Gokstadkorridoren, sett fra sørvest.

Stasjonsløsning i Sandefjord

Ny stasjon er plassert i samme område som dagens stasjon, men er hevet ca. fem meter over eksisterende terreng. Det er i denne fasen forutsatt atkomst til stasjonen via Dronningens gate og Jernbanealléen. Kobling til øvrig kollektivtrafikk er lagt til atkomst ved Dronningens gate. Det er forutsatt fire spor til plattform og stasjonsalternativet vil gi en ca. 40 meter bred konstruksjon over 300 - 400 meters lengde.

For ytterligere omtale av stasjonsløsning se fagrapport by- og knutepunktutvikling i Sandefjord (ICP-36-A-25801).

2.3 Delstrekningen Virik – Byskogen



Figur 2-9 Utredningsområder på delstrekningen fra Virik til Byskogen.

Tabell 2-2 Oversikt over lengde på korridorene på delstrekningen Virik - Byskogen, herunder løpemeter av de ulike byggemetodene.

| Korridor/alternativ | Lengde (m) | Bergtunnel (m) | Betongtunnel (m) | Jernbanebru (m) |
|---------------------|------------|----------------|------------------|-----------------|
| Verningen | 12041 | 920 | 75 | 2250 |
| Stålaker vest | 12212 | 2560 | 100 | 1430 |
| Stålaker øst | 12111 | 2725 | 150 | 1070 |

2.3.1 Verningenkorridoren

Fra Virik ligger den foreløpige linja rett nord for eksisterende spor. Fra Furustad går traseen i bru på ca. 400 meter mot Verningen. Traseen ligger hovedsakelig på terreng, men med to mindre bruer. Fra Verningen til Lågen er terrenget preget av større høydeforskjeller og traseen ligger på terreng, på høy bru med lengde på ca. 450 meter og i dyp skjæring med opp mot 30 meter høyde. Før Lågen går traseen i en kort tunnel med ca. 100 meters lengde.

Lågen krysses på en ca. 600 meter lang bru, før traseen går inn i tunnel fram mot Byskogen.



Figur 2-10 Dobbeltsporet krysser sør i landskapsrommet ved Rauan. Sett fra nord mot sør.

2.3.2 Stålakerkorridoren

I Stålakerkorridoren er det to alternative traseer innenfor korridoren fram til Stålakerbruddet, Stålaker vest og Stålaker øst.

2.3.2.1 Alternativ Stålaker vest

Den foreløpige linja i Stålaker vest har felles trasé med Verningenkorridoren fram til Furustad. Fra Furustad ligger traseen på terreng fram til en bergtunnel under Ramsås. Deretter ligger traseen på terreng fram til Stålakerbruddet. Servicesporet ligger langs den foreløpige linja sør for Ramsås.

2.3.2.2 Alternativ Stålaker øst

Stålaker øst starter ved Virik og krysser eksisterende jernbane før Furustad. Linja ligger på terreng fram til Løkåsen, og går gjennom åsen i en tunnel. Videre sørover går traseen på terreng. Servicesporet ligger parallelt med dobbeltsporet.

Fra Stålakerbruddet har begge alternativer en felles trasé videre. Den krysser Kjøndal i bru og går videre i tunnel. Tunnelen får én rømningsvei. Traseen går direkte fra tunnel til bru over Lågen og derifra videre inn i ny tunnel under Byskogen.



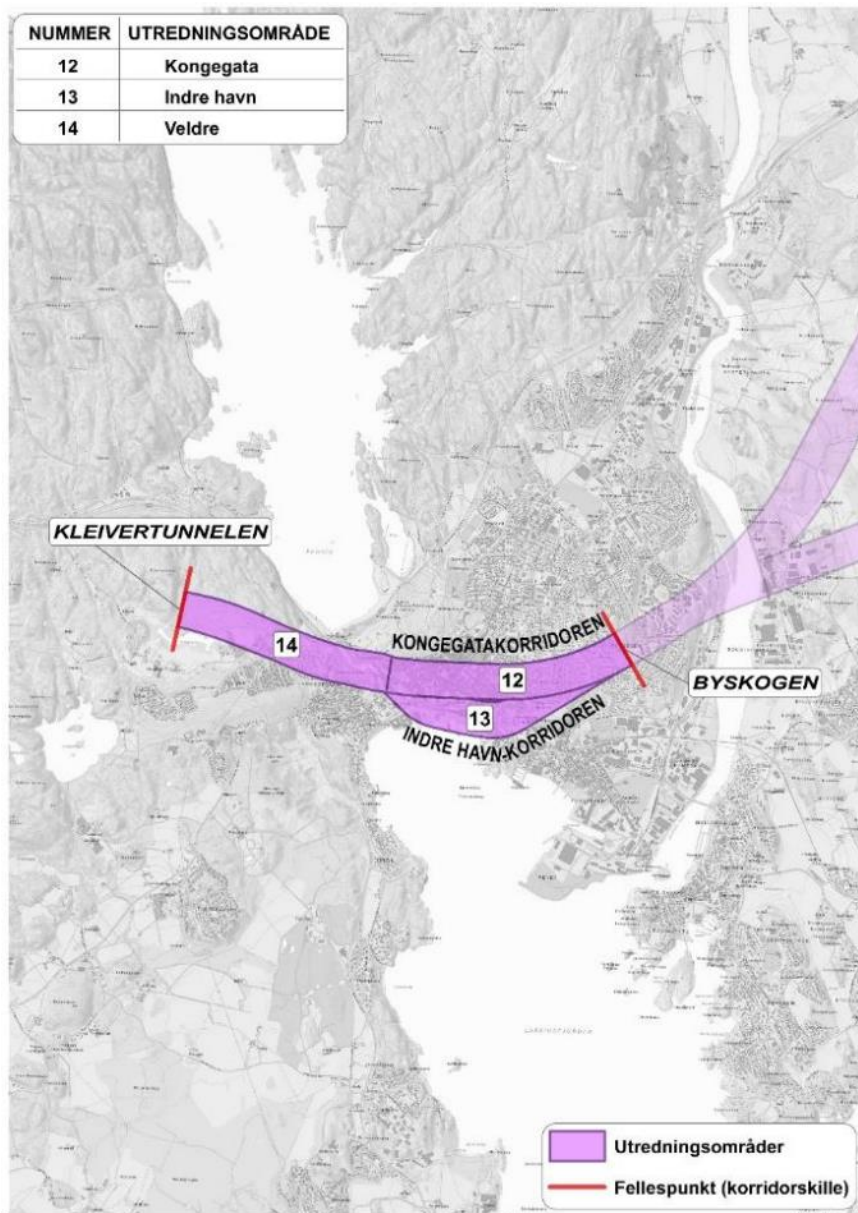
Figur 2-11 Dobbeltsporet krysser Lågen, Stålakerkorridoren. Sett fra sør.

2.4 Delstrekningen Byskogen - Kleivertunnelen

På delstrekningen mellom Byskogen og Kleivertunnelen skal det utredes to korridorer:

- Kongegatakorridoren
- Indre havn-korridoren

Begge korridorene har et høyt og et lavt alternativ.



Figur 2-12 Utredningsområder på delstrekningen Byskogen - Kleivertunnelen

Tabell 2-3 Oversikt over lengde på korridorene på delstrekningen Byskogen - Kleivertunnelen, herunder løpemeter av de ulike byggemetodene.

| Korridor/alternativ | Lengde (m) | Bergtunnel (m) | Betongtunnel (m) | Løsmassetunnel (m) | Jernbanebru (m) |
|---------------------|------------|----------------|------------------|--------------------|-----------------|
| Kongegata høy | 3842 | 1930 | 715 | - | 445 |
| Kongegata lav | 3842 | 2150 | 710 | 130 | 370 |
| Indre havn høy | 4048 | 1700 | 410 | - | 1370 |
| Indre havn lav | 4048 | 1720 | 660 | - | 670 |

2.4.1 Indre havn-korridoren

Korridoren har to alternativer, Indre havn lav løsning og Indre havn høy løsning. Begge starter i tunnelen under Byskogen. Linja går delvis i bergtunnel og betongtunnel forbi Herregården, fram mot Larvik stasjon. Tunnelen er ca. 2 km lang og har én rømningsvei. Horisontalt ligger traseene likt i høy og lav løsning.

2.4.1.1 Indre havn høy løsning

I Indre havn høy løsning ligger stasjonen på ca. kote 11. Stasjonen har to spor med sideplattformer. Vestover følger alternativet deler av dagens trasé på bru opp Hammerdalen før den krysser Farris-elva. Deretter går traseen inn i en betongtunnel, og deretter en høy skjæring, før den går inn i bergtunnel og kobles til dobbeltsporet som bygges mellom Larvik og Porsgrunn i Kleivertunnelen.

Stasjonsløsning

Det er tenkt tre hovedforbindelser under sporområdet, i forlengelsen av de viktigste gatene i bystrukturen mellom byen og fjorden. Nytt jernbanetorg etableres i hovedaksen mellom fjorden, via Grandkvartalet og rådhuset til torget og sentrumskjernen, og får dermed en sentral plassering som knytter byen sammen. Jernbanetorget får byttepunktfunksjoner, av- og påstigning, HC- parkering og taxiholdeplass, i tillegg til hovedatkomst til plattformene med trapper og heiser.

Gående og syklende får et sammenhengende nettverk langs Storgata (gang- og sykkelveg delvis under jernbanebrua mot Hammerdalen) og langs Strandpromenaden. Nettverket kobler seg på planlagt og eksisterende gang- og sykkelvegnett i Larvik. Alle trapper, heiser og ramper lander på kote 2,5, som er et flomsikkert nivå i Indre havn, og er dermed tilpasset et framtidig flomsikkert terrengnivå. Løsningen gjør det mulig å bevare eksisterende bebyggelse i stor grad. Eksisterende stasjonsbygning bevares og kan inngå som del av nytt stasjonsområde.

2.4.1.2 Indre havn lav løsning

I det lave alternativet ligger stasjonen på ca. kote 3,5 i den østre enden. Det tilfredsstillende flomkravet. Stasjonen har to spor med mellomplattform. Dette muliggjør tilkobling til eksisterende spor som kan opprettholdes som forbindelse til Larvik havn. Videre opp Hammerdalen er traseen horisontalt lik høy løsning, men den ligger omtrent 4 meter lavere. I dette alternativet ligger traseen i tunnel helt fra betongtunnelen i Hammerdalen. Det er ingen skjæring mellom betongtunnelen og Kleivertunnelen slik som for det høye alternativet.



Figur 2-13 Indre havn høy løsning sett fra sør.



Figur 2-14 Indre havn lav løsning sett fra sør.

Stasjonsløsning

Stasjonsområdet i dag ligger under beregnet flomnivå. Ny stasjon er forutsatt lagt på terreng, over flomnivå. Atkomsten til plattform er sikret mot stormflo opp til kote 2,5 med et vanntett trau. Trapp, heis og rampe til plattform går via det vanntette trauet. I tillegg til å sikre jernbaneanlegget mot flom, vil det også være tilpasset eventuell utbygging av Indre havn. Storgata skal løftes over nytt dobbeltspor på portal i forlengelsen av tunnel fra Lågen.

For ytterligere omtale av stasjonsløsning se fagrapport by- og knutepunktutvikling i Larvik (ICP-36-A-25802).

2.4.2 Kongegatakorridoren

Korridoren har to alternativer, Kongegata lav løsning og Kongegata høy løsning.

2.4.2.1 Kongegata høy løsning

Traseen starter i tunnelen under Byskogen. Tunnelen går helt fram til plattformene på stasjonen. Den er ca. 2,6 km lang, og det er behov for to rømningsveier fra tunnelen. Inne i tunnelen har traseen en mulig tilkobling til havnesporet. De siste om lag 400 meterne mot stasjonen er betongtunnel. På denne strekningen blir det åpen byggegrop fra vest for Josefinegata og fram til stasjonen. Stasjonen har to spor med sideplattform. Plattformene ligger delvis i skjæring (under lokket), delvis på terreng og delvis på mur og bru. Stasjonen i Kongegata høy løsning ligger 4-6 meter høyere enn stasjonen i Kongegata lav løsning.

Videre fra stasjonen krysser traseen Farriselva på bru. Deretter går traseen inn i en betongtunnel, og deretter en høy skjæring, før den går inn i bergtunnel og kobles til dobbeltsporet som bygges mellom Larvik og Porsgrunn i Kleivertunnelen.

Stasjonsløsning

Plattformen ligger under terreng fra tunnelportalen og ca. 25 meter østover, til dels på terreng (200 meter på nordsiden og 50 meter på sørsiden), og delvis på fyllinger/landkar med støttemurer med økende høyde vestover mot Hammerdalen.



Figur 2-15 Kongegata høy løsning sett fra Hammerdalen i sør

2.4.2.2 Kongegata lav løsning

Traseen starter i tunnelen under Byskogen. Tunnelen går helt fram til plattformene på stasjonen. Den er ca. 2,6 km lang, og det er behov for to rømningsveier fra tunnelen. Inne i tunnelen har traseen en mulig tilkobling til havnesporet. De siste om lag 400 meterne mot stasjonen er betongtunnel. På denne strekningen blir det åpen byggegrop fra vest for Josefinegata og fram til stasjonen. Stasjonen har to spor med sideplattform. Plattformene ligger delvis i skjæring (under lokket), delvis på terreng og delvis på mur og bru. Stasjonen i Kongegata høy løsning ligger 4-6 meter høyere enn stasjonen i Kongegata lav løsning.

Traseen starter i tunnelen under Byskogen. Tunnelen går helt fram til plattformene på stasjonen. Den er ca. 2,6 km lang, og det er behov for to rømningsveier fra tunnelen. Inne i tunnelen har traseen en mulighet for tilkobling til havnesporet. De siste om lag 400 meterne mot stasjonen er betongtunnel. Deler av denne tunnelen, mellom 100 og 150 meter, kan drives som løsmassetunnel. Over løsmassetunnelen kan eksisterende bygninger bli stående. De siste 250 til 300 meterne mot stasjonen blir det åpen byggegrøp.

Stasjonen har to spor med sideplattform. Østre ende av plattformene ligger på kote 11-12, og stiger om lag fire meter til vestre ende. Storgata må senkes noe for å sikre tilstrekkelig fri høyde mellom vegen og jernbanebrua.

Videre fra stasjonen krysser den foreløpige linja Farriselva på bru. Deretter går traseen inn i en betongtunnel før den går inn i bergtunnel og kobles til det nye dobbeltsporet mellom Larvik og Porsgrunn i Kleivertunnelen.



Figur 2-16 Kongegata lav løsning sett fra Hammerdalen i sør.

Stasjonsløsning

Plattformen ligger inne i tunnelen (ca. 25 meter) i øst, deretter senket ned i terrenget med forstøtningsmurer på begge sider (200 meter på nordsiden og 150 meter på sørsiden), og på fyllinger/landkar med støttemurer med økende høyde vestover mot Hammerdalen. Stasjonen i lav løsning er lik som for høy løsning, med unntak av vertikalnivå.

For ytterligere omtale av stasjonsløsning se fagrapport by- og knutepunktutvikling i Larvik (ICP-36-A-25802).

3 METODE OG DATAGRUNNLAG

Datagrunnlaget i dette klimabudsjettet baserer seg hovedsakelig på Bane NORs Tidligfaseverktøy klima. Ecoinvent v.3.2 [2] er benyttet som underlagsdatabase for beregning av utslippsfaktorer fra produksjon av generiske innsatsfaktorer. Geotekniske tiltak er analysert for seg, basert på kostnadsdata (gjeldende pr. 05.05.2018) og *Betraktninger rundt massehåndtering og avstander for deponering av masser* [3].

De etterfølgende kapitler presenterer prosjektets overordnede metodiske omfang, geografisk plassering og avgrensninger. Videre identifiseres relevante rammeverk, funksjonell enhet, og utvalgte miljøpåvirkningskategorier.

3.1 Rammeverk og standarder

Denne rapporten tar utgangspunkt i arbeidet utført og rapportert i *Miljøbudsjett for Follobanen - Infrastruktur* [4]. Metoden og rammeverk er videre basert på fremgangsmåte presentert i *Veileder for utarbeidelse av Miljøbudsjett for Jernbaneinfrastruktur* [5].

Overordnet rammeverk er gitt av:

- NS-ISO 14020:2000 – «Miljømerker og deklarasjoner – Generelle Prinsipper»
- NS-ISO 14025:2006 – «Miljødeklarasjoner type III – Prinsipper og Prosedyrer»
- NS-ISO 14040:2006 – «Miljøstyring – Livsløpsvurderinger – Prinsipper og rammeverk»
- NS-ISO 14044:2006 – «Miljøstyring – Livsløpsvurderinger – Krav og retningslinjer»

Beregning av miljøpåvirkninger er utført etter metode og standard for livsløpsvurderinger (LCA). For ytterligere informasjon vedrørende metode henvises til veileder [5].

Analysen er utført med bruk av Bane NORs Tidligfaseverktøy klima Versjon 1.1 [1]. Dette verktøyet er Excel-basert og anslår utslipp fra nybygging av jernbanespor (inkludert framtidig utslipp fra nødvendig vedlikehold og utskifting av komponenter) basert på informasjon om planlagt lengde av ulike standardprofiler for jernbaneinfrastruktur. Verktøyet beregner ikke utslipp fra trafikk.

Geoteknisk stabilisering er ikke inkludert i Tidligfaseverktøyet, dette er modellert og analysert ved hjelp av SimaPro, versjon 8.5 med Ecoinvent versjon 3.3 [2], som bakenforliggende database. Det er videre brukt metode: ReCiPe Midpoint (H) v1.1/ World ReCiPe Midpoint (H). Det er gjort noen justeringer i Tidligfaseverktøyet for å unngå dobbelttelling angående massehåndtering og -transport; høyder på skjæringer og fyllinger er satt til null. Støttemur og trau er heller ikke inkludert i verktøyet, strekk angitt med disse byggemetoder er inkludert som 'Dagsone' i tidligfaseverktøyet. Én av strekningene har en samlet lengde støttemur på over 2,5 km, denne er inkludert i beregningene utenfor verktøyet.

3.2 Funksjonell enhet

Funksjonell enhet er enhet for å beskrive produktets ytelse etter en bestemt brukers krav. Dette betyr at enheten skal gjenspeile funksjonen til produktet. Funksjonell enhet for klimabudsjettet følger definisjon av funksjonell enhet brukt i «Miljøbudsjett for Follobanen – infrastruktur». Funksjonell enhet utgjør derfor 1 km dobbeltspor mellom Stokke og Larvik, driftet og vedlikeholdt over en beregningsperiode på 60 år.

3.3 Systemgrenser

Analysen er utført i Bane NORs Tidligfaseverktøy klima [1]. Systemgrensene følger i stor grad systemgrensene gitt i *Miljøbudsjett for Follobanen – Infrastruktur* [4].

Tabell 3-1 Systemgrenser for klimabudsjett.

| Prosjektfaser | Utbygging, drift og vedlikehold |
|---|--|
| Tidsperspektiv og levetidsbetraktninger | Jamfør Bane NORs veileder for miljøbudsjett [5] er levetidsbetraktninger for prosjektet basert på en beregningsperiode på 60 år |
| Geografisk avgrensning | Avgrensningene er gitt av beskrivelsen av korridorene i avsnitt 2.1 |
| Avgrensning mot naturkonsekvenser | Miljøpåvirkningskategoriene som er inkludert er klima, menneskelig toksisitet, fotokjemisk smog, dannelse av partikler, forsurening og overgjødning. Kun resultater for klima er omtalt i hovedrapporten. Resultater for de øvrige kategoriene er gitt i Vedlegg 3. Andre miljøkonsekvenser som arealbruksendring, miljørisiko i anleggs- og driftsfasen, støy, utslipp av miljøgifter forbundet med normal drift, endring i avrenningsforhold, biologisk mangfold, påvirkning på fugl, fisk og dyreliv, avfallshåndtering, håndtering av forurenset grunn, deponering av rene masser med mer er omfattet av konsekvensutredninger og miljøoppfølgingsprogram |
| Avgrensning mot andre tekniske installasjoner | Direkte energiforbruk på anleggsområdet er antatt med norsk elektrisitetsmiks på kjent innenlands forbruk og produksjon |
| Detaljeringsnivå og grensekriterier | Analysen er utført i Bane NORs Tidligfaseverktøy klima [1]. Systemgrensene for Bane NORs Tidligfaseverktøy klima følger i stor grad detaljeringsnivå og grensekriterier gitt i «Miljøbudsjett for Follobanen – Infrastruktur [4]. Miljøpåvirkning fra materialmengder til geoteknisk stabilisering er inkludert i tillegg til resultater fra Tidligfaseverktøyet. Resultater for klimagassutslipp er angitt i nærmeste 100 tonn |

3.4 Standardprofiler

Følgende standardprofiler fra Tidligfaseverktøyet er benyttet i analysen av alternativene for ulike delstrekninger mellom Stokke og Larvik:

- Dagsone på terreng, dobbeltspor og enkeltspor
- Bergtunnel, dobbeltspor og enkeltspor/-løp
- Betongtunnel, dobbeltspor
- Dagsone på bru, dobbeltspor og enkeltspor

Resultatene for de ulike traséalternativene som er presentert i kapittel 4 er basert på generiske standardprofiler. Miljøpåvirkningen forbundet med de ulike standardprofilene er presentert i det følgende som et underlag for resultatene for de spesifikke alternativene. Klima- og miljøpåvirkningen fra standardprofilene dagsone på terreng, bergtunnel, betongtunnel og dagsone på bru er presentert i vedlegg 2.

Hovedresultatene fra standardprofilene viser at dagsone på terreng har den laveste klima- og miljøpåvirkningen pr. meter utbygging, drift og vedlikehold i alle seks påvirkningskategorier. I all hovedsak skyldes dette mindre material- og ressursbehov i utbyggingsfasen, spesielt knyttet til underbygningen.

Tidligfaseverktøyet omfatter ikke traue og støttemur. Strekninger med disse byggemetodene er inkludert i dagsone på terreng i verktøyet, det vil si at selve konstruksjonene traue og støttemur ikke er inkludert i analysen. Unntaket er støttemurene på korridoralternativene mellom Stokke og Virik, der støttemurer utgjør 11-19 prosent av strekket. Støttemur her er inkludert basert på kostnadsdata for armert betong.

3.5 Geoteknisk stabilisering

Tidligfaseverktøyet som er benyttet gir ikke rom for spesifikke beregninger på geotekniske tiltak. Geotekniske tiltak omfatter for eksempel massehåndtering- og transport, sprengning, stabilisering med kalk/semmentpeler og spunting. Planstrekningen Stokke – Larvik har til dels store geotekniske utfordringer, og det er derfor foretatt en detaljert analyse på dette.

Beregningene omfatter sprengning, stabilisering med kalk/semmentpeler, jetpeler, fyllmasser (EPS/ekspandert leire/lettklinker), fiberduk, spunt, samt håndtering og transport av løsmasser og sprengt stein.

3.5.1 Antagelser

Kalk/semmentpeler

50 prosent kalk og 50 prosent semment. Det antas benyttet 175 kg pr. kubikk masse som skal stabiliseres.

Jetpeler

300 kg semment pr. m³ jetpel.

Semmentklasse

For kalk/semment- og jetpeler er det benyttet europeisk gjennomsnitt.

Spunttyper

- Spunt Type 1: Spunt AZ 20 og pute HEB 300
- Spunt Type 2: Spunt AZ 32 og pute HEB 400
- Spunt Type 3: Spunt AZ 32 og pute HEB 400
- Spunt Type 4: Spunt HZ (335 kg/m²) og pute HEB 800
- Spunt Type 5: Rørspunt (250 kg/lm) og pute HEB 400
- Spunt Type 6: Rørspunt (250 kg/lm) og puter UNP 300

Det er antatt at puter og spunt blir stående etter endt konstruksjon.

Tverrstivere

Ikke inkludert i klimabudsjettet da disse tas ut etter hvert som byggingen skrider fram, og antas gjenbrukt i andre byggeprosjekter.

Massetransport

Transportavstander er basert på notat *Betraktninger rundt massehåndtering og avstander for deponering av masser* [3].

4 RESULTATER

Dette kapitlet presenterer og beskriver hovedresultatene fra klimabudsjett for dobbeltspor mellom Stokke og Larvik (til Kleivertunnelen vest for Larvik). Resultatene omfatter utbygging og drift/vedlikehold av infrastrukturen over en beregningsperiode på 60 år. Energibruk for togframføring er ikke inkludert i analysen.

Resultatene presenteres med ett delkapittel pr. delstrekning. For hver delstrekning sammenlignes resultater for de tilhørende korridoralternativene; i totaler pr. byggemetode (dagsone på terreng, dagsone på bru, betongtunnel, bergtunnel og geotekniske tiltak) og pr. livsløpsfase.

Alle resultater er avrundet til nærmeste 100 tonn CO₂ ekv, totale resultater kan derfor avvike noe avhengig av oppløsning.

Resultater for utvalgte miljøpåvirkningskategorier utover klima (menneskelig toksisitet, fotokjemisk smog, partikkelforurensning, forsuring og eutrofiering, ferskvann) er gitt i vedlegg 3. Utslipp som gir påvirkning til disse kategoriene oppstår gjennom hele livsløpet, som for eksempel utslipp ved produksjon av materialer, og må ikke forveksles med lokal påvirkning. Miljøpåvirkningskategoriene er nærmere forklart i vedlegg 3.

4.1 Stokke - Virik

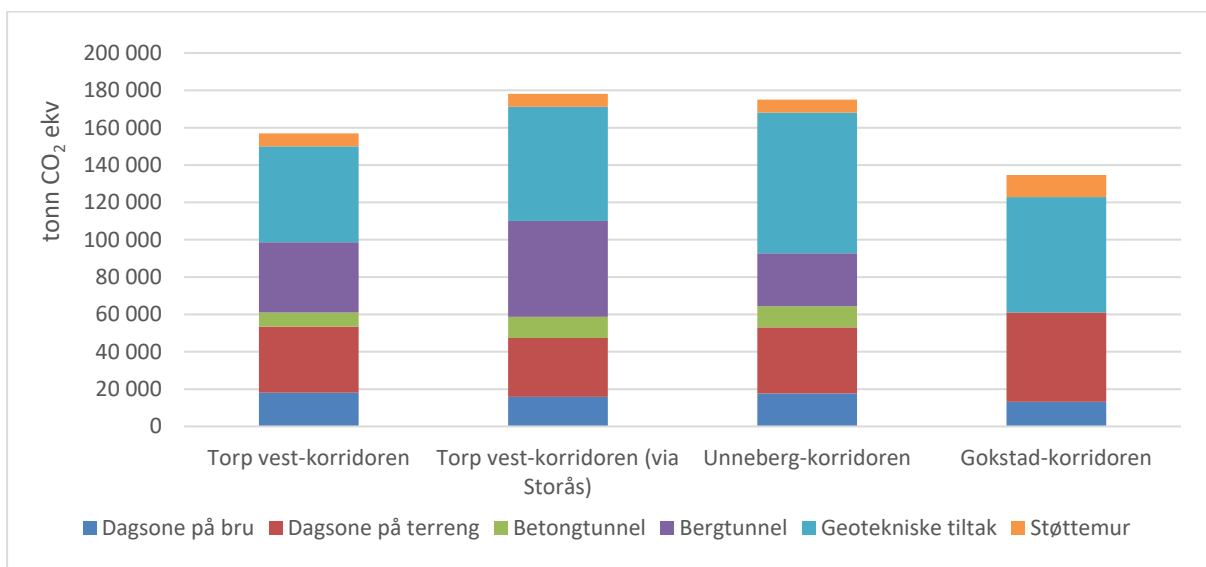
På delstrekning Stokke – Virik er det utredet 4 korridoralternativer, total lengde fordelt på byggemetoder er gitt i Tabell 2-1 i avsnitt Delstrekningen Stokke - Virik2.2.

4.1.1 Byggemetoder

Tabell 4-1 og Figur 4-1 presenterer totale estimerte klimagassutslipp fra utbygging, drift og vedlikehold i 60 år, fordelt på hovedkategoriene dagsone på bru, dagsone på terreng, betongtunnel, bergtunnel og geotekniske tiltak for de ulike korridorene på delstrekningen mellom Stokke og Virik.

Tabell 4-1 Stokke – Virik: Totale klimagassutslipp [tonn CO₂ ekv] pr. korridorer

| Stokke - Virik | Dagsone på bru | Dagsone på terreng | Betong-tunnel | Berg-tunnel | Støtte-mur | Geotekniske tiltak | TOTAL |
|-----------------------------------|----------------|--------------------|---------------|-------------|------------|--------------------|---------|
| Torp vest-korridoren | 18 100 | 35 400 | 7 600 | 37 700 | 6 900 | 51 300 | 157 000 |
| Torp vest-korridoren (via Storås) | 15 800 | 31 500 | 11 400 | 51 300 | 6 900 | 61 100 | 178 000 |
| Unnebergkorridoren | 17 600 | 35 400 | 11 400 | 28 400 | 6 900 | 75 400 | 175 100 |
| Gokstadkorridoren | 13 200 | 47 800 | - | - | 11 900 | 61 800 | 134 700 |
| Prosentfordeling | | | | | | | |
| Torp vest-korridoren | 12 % | 23 % | 5 % | 24 % | 4 % | 33 % | |
| Torp vest-korridoren (via Storås) | 9 % | 18 % | 6 % | 29 % | 4 % | 34 % | |
| Unnebergkorridoren | 10 % | 20 % | 6 % | 16 % | 4 % | 43 % | |
| Gokstadkorridoren | 10 % | 35 % | 0 % | 0 % | 9 % | 46 % | |



Figur 4-1 Stokke og Virik: Total klimapåvirkning pr. korridor fordelt på byggemetoder

Klimagassutslippene for korridorene mellom Stokke og Virik spenner fra 134 700 til 178 000 tonn CO₂ ekv. Torp vest-korridoren via Storås og Unneberg-korridoren har de høyeste utslippene, mens Torp vest-korridoren og Gokstadkorridoren har henholdsvis 12 og 24 prosent lavere utslipp.

Estimerte utslipp for Torp vest-korridoren via Storås og Unneberg-korridoren er omtrent like høye, men som det fremkommer av Figur 4-1 bidrar geotekniske tiltak mindre og bergtunnel relativt mer til totale utslipp for Torp vest-korridoren via Storås sammenlignet med Unneberg.

Gokstadkorridoren er korridoren med lavest klimapåvirkning, mye på grunn av at korridoren hovedsakelig består av dagsone, som er lang mindre utslippsintensiv enn de andre konstruksjonstypene (jmfør Vedlegg 2). Geotekniske tiltak bidrar betraktelig til de totale resultatene for alle korridorene, og her er det kalk/semment-peler og spunt som dominerer klimagassutslippene. Unntaket er for Gokstadkorridoren, hvor fylling med EPS og lettklinker bidrar mest.

4.1.2 Livsløpsfaser

Resultater for de ulike korridorene fordelt på utbyggings- og drift og vedlikeholdsfasen (D&V) er gitt i Tabell 4-2. Størsteparten av utslippene er knyttet til utbyggingsfasen for alle korridorene (75 til 81 prosent).

Tabell 4-2 Stokke – Virik: Miljøpåvirkning pr. korridor fordelt på livsløpsfaser

| Stokke - Virik | Klimagasser [tonn CO ₂ ekv] | | Klimagasser [prosent] | |
|-----------------------------------|--|--------|-----------------------|------|
| | Utbygging | D&V | Utbygging | D&V |
| Torp vest-korridoren | 115 900 | 34 100 | 77 % | 23 % |
| Torp vest-korridoren (via Storås) | 136 300 | 34 900 | 80 % | 20 % |
| Unnebergkorridoren | 135 500 | 32 700 | 81 % | 19 % |
| Gokstadkorridoren | 91 900 | 31 000 | 75 % | 25 % |

Utslipp knyttet til drift og vedlikehold for korridorene er i stor grad knyttet til utskifting av elektro og komponenter med stål. Utslipp i drift- og vedlikeholdsfasen utgjør en større andel av totalen sammenlignet med de andre, dette kommer av relativt høy andel dagsone på terreng der drift og vedlikehold utgjør 60 prosent av totalen (jmfør figur 0.4 i Vedlegg 2).

4.2 Virik – Byskogen

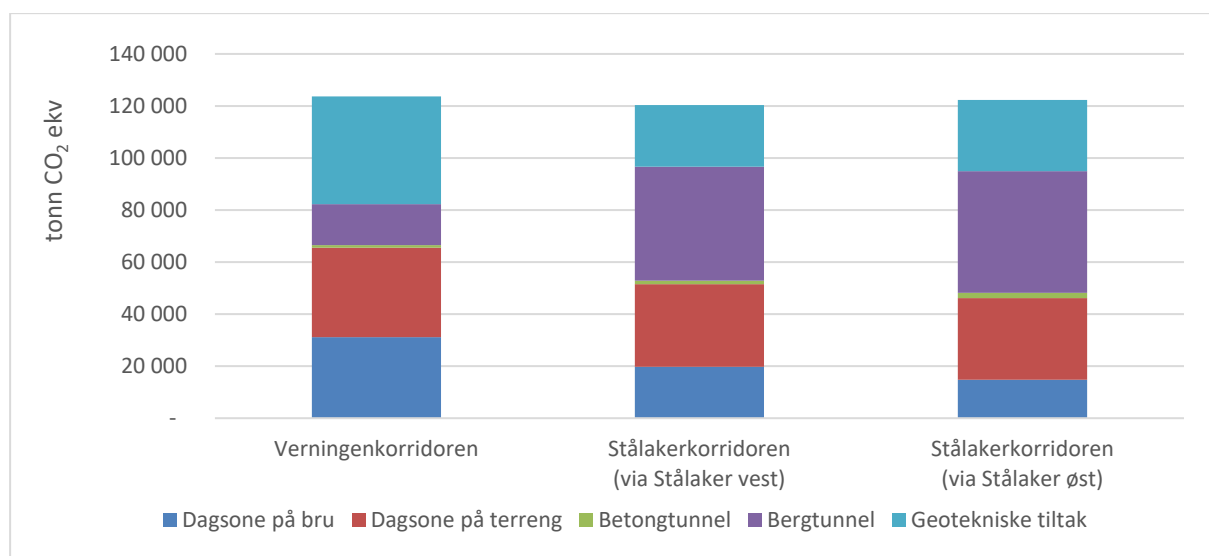
På delstrekning Virik – Byskogen er det utredet 3 korridoralternativer, total lengde fordelt på konstruksjonselementer er gitt i Tabell 2-2 i avsnitt 2.3.

4.2.1 Byggemetoder

Tabell 4-3 og Figur 4-2 presenterer klimagassutslipp fra utbygging, drift og vedlikehold i 60 år fra ulike korridoralternativer på delstrekningen Virik - Byskogen, fordelt på byggemetodene dagsone på bru, dagsone på terreng, betongtunnel, bergtunnel og geotekniske tiltak.

Tabell 4-3 Virik – Byskogen: Totale klimagassutslipp [tonn CO₂ ekv] pr. korridor fordelt på byggemetoder

| Virik - Byskogen | Dagsone på bru | Dagsone på terreng | Betong-tunnel | Berg-tunnel | Geotekniske tiltak | Totalt |
|--|----------------|--------------------|---------------|-------------|--------------------|---------|
| Verningenkorridoren | 31 100 | 34 400 | 1 000 | 15 700 | 41 400 | 123 600 |
| Stålakerkorridoren (via Stålaker vest) | 19 800 | 31 700 | 1 400 | 43 800 | 23 700 | 120 400 |
| Stålakerkorridoren (via Stålaker øst) | 14 800 | 31 300 | 2 100 | 46 700 | 27 400 | 122 300 |
| Prosentfordeling | | | | | | |
| Verningenkorridoren | 25 % | 28 % | 1 % | 13 % | 33 % | |
| Stålakerkorridoren (via Stålaker vest) | 16 % | 26 % | 1 % | 36 % | 20 % | |
| Stålakerkorridoren (via Stålaker øst) | 12 % | 26 % | 2 % | 38 % | 22 % | |



Figur 4-2 Virik og Byskogen: Total klimapåvirkning pr. korridor fordelt på byggemetoder

De ulike korridoralternativene har tilnærmet like utslipp av klimagasser. Verningenkorridoren skiller seg ut ved at dagsone på bru og geotekniske tiltak utgjør en høyere andel av de totale utslippene sammenlignet med de andre korridorene. Disse utslippene skyldes hovedsakelig stabilisering av grunnen med kalk/semment-peler. For alternativene i Stålakerkorridoren kommer de største bidragene fra bergtunnel og dagsone på terreng, der betong, semment og stål utgjør mesteparten av utslippene.

4.2.2 Livsløpsfaser

Resultater for de ulike korridorene fordelt på utbyggings- og vedlikeholdsfasen er gitt i Tabell 4-4. 25-27 prosent av utslippene er knyttet til drift og vedlikehold. (stål og elektro).

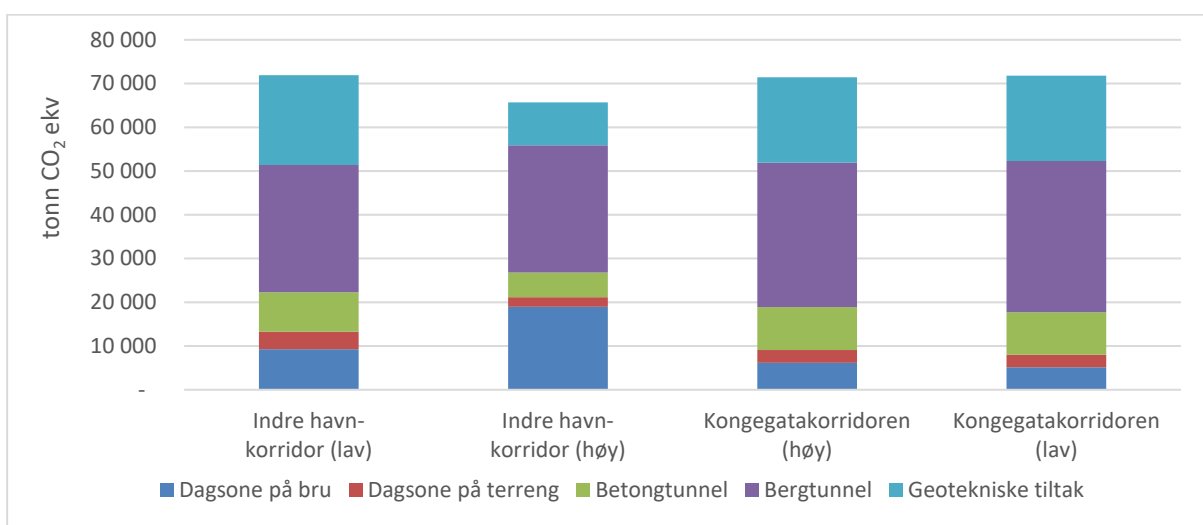
Tabell 4-4 Virik – Byskogen: Miljøpåvirkning fordelt på livsløpsfaser

| Virik - Byskogen | Klimagasser [tonn CO ₂ ekv] | | Klimagasser [prosent] | |
|---------------------------|---|--------|--------------------------|------|
| | Utbygging | D&V | Utbygging | D&V |
| Verningenkorridoren | 93 200 | 30 500 | 75 % | 25 % |
| Stålakerkorridoren (vest) | 87 700 | 32 600 | 73 % | 27 % |
| Stålakerkorridoren (øst) | 90 300 | 32 000 | 74 % | 26 % |

4.3 Byskogen - Kleivertunnelen

På delstrekning Byskogen - Kleivertunnelen er det utredet fire korridoralternativer, total lengde fordelt på byggemetoder er gitt i Tabell 2-3 i avsnitt 2.4.

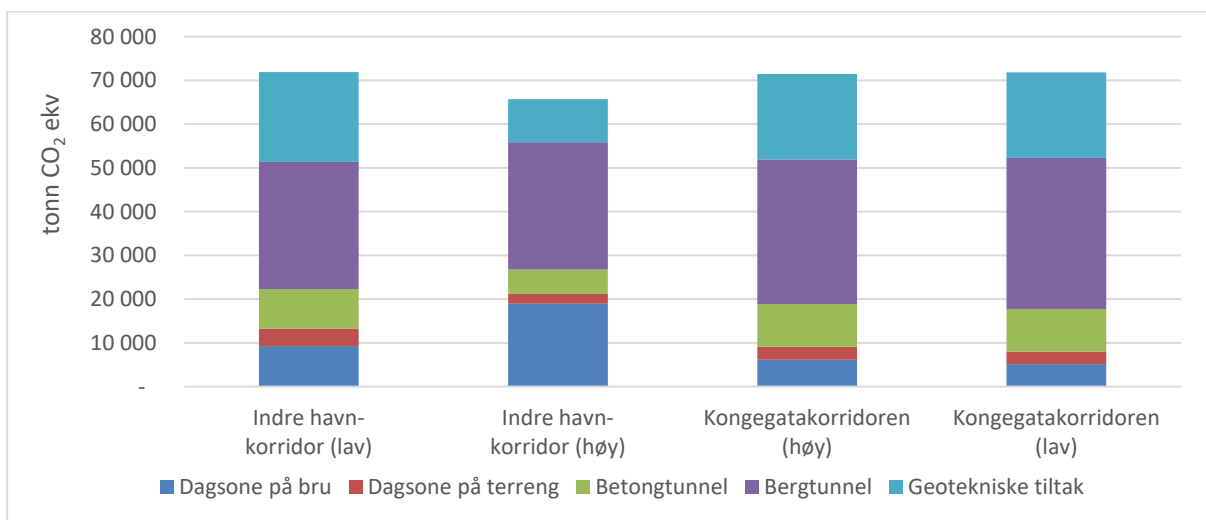
4.3.1 Byggemetoder



Figur 4-3 og Tabell 4-5 presenterer totale estimerte klimagassutslipp for korridoralternativene på delstrekningen Byskogen - Kleivertunnelen, fordelt på dagsone på terreng, dagsone på bru, betongtunnel, bergtunnel og geotekniske tiltak.

Tabell 4-5 Byskogen – Kleivertunnelen: Totale klimagassutslipp [tonn CO₂ ekv] pr. korridor fordelt på byggemetoder

| Byskogen - Kleivertunnelen | Dagsone på bru | Dagsone på terreng | Betongtunnel | Bergtunnel | Geotekniske tiltak | Totalt |
|-----------------------------|----------------|--------------------|--------------|------------|--------------------|--------|
| Indre havn-korridoren (lav) | 9 300 | 4 000 | 9 000 | 29 000 | 20 600 | 71 900 |
| Indre havn-korridoren (høy) | 19 000 | 2 200 | 5 600 | 29 100 | 9 800 | 65 700 |
| Kongegatakorridoren (høy) | 6 200 | 2 900 | 9 800 | 33 000 | 19 600 | 71 500 |
| Kongegatakorridoren (lav) | 5 100 | 2 900 | 9 700 | 34 600 | 19 500 | 71 800 |
| Prosentfordeling | | | | | | |
| Indre havn-korridoren (lav) | 13 % | 6 % | 13 % | 40 % | 29 % | |
| Indre havn-korridoren (høy) | 29 % | 3 % | 9 % | 44 % | 15 % | |
| Kongegatakorridoren (høy) | 9 % | 4 % | 14 % | 46 % | 27 % | |
| Kongegatakorridoren (lav) | 7 % | 4 % | 14 % | 48 % | 27 % | |



Figur 4-3 Byskogen – Kleivertunnelen: Total klimapåvirkning pr. korridor fordelt på byggemetoder

På delstrekningen Byskogen - Kleivertunnelen er det Indre havn-korridoren lav løsning, som gir mest klimagassutslipp, men Kongegatakorridorene har marginalt lavere utslipp enn denne. Indre havn-korridoren høy løsning har henholdsvis 9 prosent lavere estimerte utslipp. Indre havn-korridoren lav løsning og Kongegatakorridorene har like mye klimagassutslipp knyttet til geotekniske tiltak (hovedsakelig spunt).

Bergtunnel står for mesteparten av utslippene (40 – 48 prosent) for alle fire korridorene. For Indre havn-korridoren høy løsning bidrar også dagsone på bru relativt mye til totalen (29 prosent).

4.3.2 Livsløpsfaser

Resultater for de ulike korridorene fordelt på utbyggings- og vedlikeholdsfasen er gitt i Tabell 4-6. Størsteparten av utslippene er knyttet til utbyggingsfasen; drøye 80 prosent for de fire analyserte korridorene.

Tabell 4-6 Byskogen - Kleivertunnelen: Miljøpåvirkning fordelt på livsløpsfaser

| Byskogen - Kleivertunnelen | Klimagasser [tonn CO ₂ ekv] | | Klimagasser [prosent] | |
|-----------------------------|--|--------|-----------------------|------|
| | Utbygging | D&V | Utbygging | D&V |
| Indre havn-korridoren (lav) | 59 800 | 12 100 | 83 % | 17 % |
| Indre havn-korridoren (høy) | 53 000 | 12 700 | 81 % | 19 % |
| Kongegatakorridoren (høy) | 59 600 | 11 800 | 83 % | 17 % |
| Kongegatakorridoren (lav) | 59 900 | 11 900 | 83 % | 17 % |

4.4 Planstrekning totalt

Korridoren langs hele planstrekningen som gir lavest miljøpåvirkning går via Gokstad – Stålaker vest – Indre havn (høy løsning) med et totalt utslipp på 308 900 tonn CO₂ ekv. Korridoren som gir høyest klimapåvirkning er Torp vest (via Storås) – Verningen – Indre havn (lav løsning) med et utslipp på 366 800 tonn CO₂ ekv (19 prosent høyere enn beste alternativ). Disse korridorene er så godt som like lange; henholdsvis 29,4 og 29,1 km. Lengder fordelt på byggemetoder er gitt i Tabell 4-7.

Tabell 4-7 Lengde på korridorene med lavest og høyest klimapåvirkning fordelt på byggemetoder

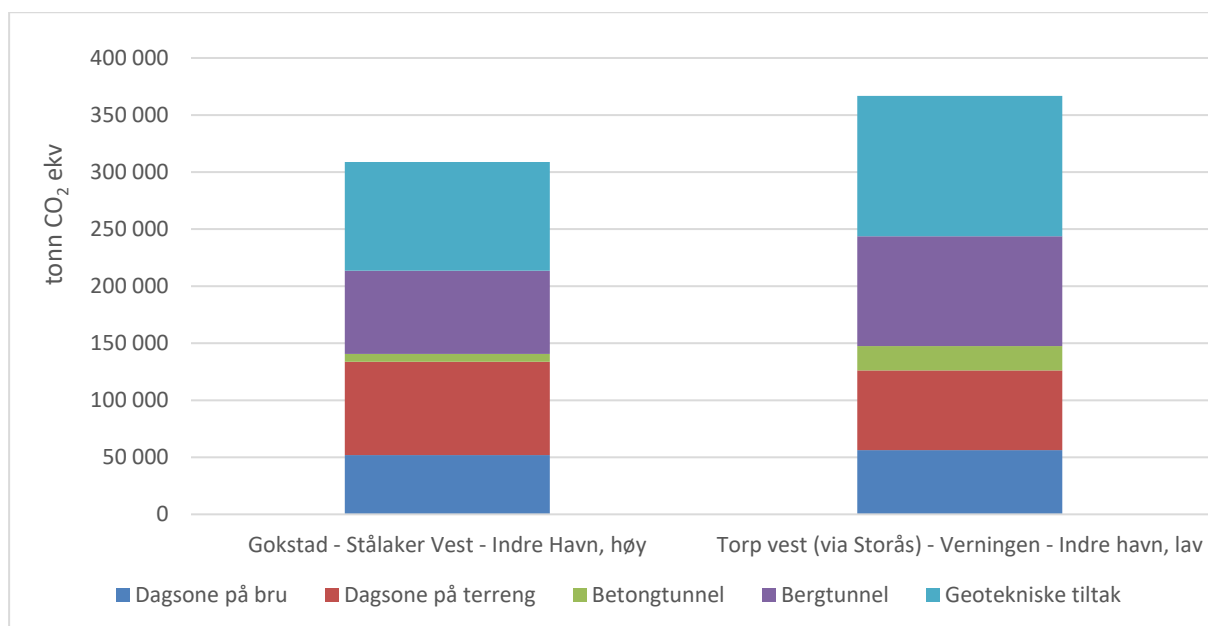
| Planstrekning | Dagsone på bru [m] | Dagsone på terreng [m] | Betongtunnel [m] | Bergtunnel [m] | Trau/støttemur [m] | TOTAL [m] |
|--|--------------------|------------------------|------------------|----------------|--------------------|-----------|
| Gokstad - Stålaker vest - Indre havn (høy) | 3 755 | 20 920 | 510 | 4 260 | 2 880 | 29 445 |
| Torp vest (via Storås) - Verningen - Kongegata | 4 065 | 17 887 | 1 565 | 5 620 | 2 675 | 29 137 |

Tabell 4-8 og Figur 4-4 viser total klimapåvirkning for disse to korridorene fordelt på byggemetoder.

Tabell 4-8: Resultater for korridorane med lavest og høyst klimapåvirkning fordelt på byggemetoder [tonn CO₂ ekv]

| Planstrekning | Dagsone på bru | Dagsone på terreng | Betong-tunnel | Bergtunnel | Geotekniske tiltak | Totalt |
|---|----------------|--------------------|---------------|------------|--------------------|---------|
| Gokstad - Stålaker vest - Indre havn (høy) | 52 000 | 81 700 | 7 000 | 72 900 | 95 300 | 308 900 |
| Torp vest (via Storås) - Vervingen - Kongegata | 56 300 | 69 900 | 21 400 | 96 200 | 123 100 | 366 800 |

Som en kan se i Figur 4-4 skiller disse alternativene hovedsakelig på geotekniske tiltak og bergtunnel, men Torp vest (via Storås) – Vervingen – Indre havn (lav løsnng), har også høyere utslipp knyttet til betongtunneler, dagsone på terreng og på bru.



Figur 4-4 Planstrekning: klimapåvirkning fra korridorane med lavest og høyst klimapåvirkning fordelt på byggemetoder

5 VURDERING AV USIKKERHET

Beregning av klimabudsjett i en tidlig planleggingsfase innebærer en god del usikkerheter. Dette er primært knyttet til at man ikke har spesifikke material- og energimengder tilgjengelig. I tillegg er nøyaktigheten av denne analysen begrenset ved bruk av generiske data for byggemetodene dagsone på bru, dagsone på terreng og berg- og betongtunnel, ved bruk av Bane NORs Tidligfaseverktøy for klimabudsjett. Analyser i forkant av bygging vil alltid innebære usikkerhet knyttet til massebehandling, da det er en utfordring å estimere omfanget av graving, opplasting, flytting med mer av jord- og steinmasser før traseene er avklart i mer detalj.

Dersom man tar i betraktning usikkerhet, er forskjellene i resultatene for korridoralternativene med de høyeste utslippene på de ulike strekningene såpass små at det ikke kan konkluderes med hvilken korridor som kommer dårligst ut med hensyn til klimagassutslipp for noen av strekningene. For korridorer med de laveste utslippene er forskjellene noe større. Dermed kan man for strekningen Stokke – Virik konkludere med at Gokstadkorridoren har lavest klimagassutslipp, og tilsvarende Indre havn-korridoren høy løsnings for delstrekningen Byskogen – Kleivertunnelen. For korridorene mellom delstrekningen Virik - Byskogen har alle tre korridorer relativt like resultater, og usikkerhet tatt betraktning kan man ikke konkludere med hvilken korridor som har lavest utslipp.

Det er på dette stadiet ikke foretatt noen alternativvurderinger med tanke på materialvalg, aktiviteter i bygging eller drift og vedlikehold. For valgt korridor vil det i neste planfase være aktuelt å vurdere potensiell utslippsbesparelser ved ulike valg eksempelvis angående sementklasse, tunneldrivingsmetode, trekking av spunt, anleggsmaskiner og plassering av massedeponier.

6 KLIMABUDSJETTS VURDERING AV KORRIDORENE

I de følgende underkapitler er fagets overordnede vurderinger for de forskjellige delstrekningene forsøkt sammenfattet på en komprimert og oversiktlig måte. I tabellene fremkommer fagets rangering av de alternative gjennomgående traseene. Nummer 1 er den høyest rangerte (beste) traseen.

6.1 Stokke – Virik

6.1.1 Klimabudsjetts vurdering av korridorene

Tabell 6-1 Klimabudsjetts vurdering av korridorene. Rangering går fra 1 til 4, der 1 er best

| Torp vest (øst) | Torp vest (Storås/vest) | Unneberg | Gokstad |
|--|--|---|--|
| Stokke (1, 2, 3) Kun dagsone på terreng; lave klimagassutslipp i forhold til lengde Strekning 3 krever en del geotekniske tiltak, som bidrar til 45 % av utslippene for denne (hovedsakelig fylling med skumglassgranulat) [4 900 tonn CO ₂ ekv] | | | |
| Stokke – Torp (4) Hovedsakelig dagsone på terreng; relativt lave klimagassutslipp i forhold til lengde For geotekniske tiltak er det fylling med lettklinker, skumglassgranulat og EPS som bidrar mest til utslipp [34 900 tonn CO ₂ ekv] | | Stokke – Stavnum (5) Hovedsakelig dagsone på terreng; relativt lave klimagassutslipp i forhold til lengde For geotekniske tiltak er det stabilisering av grunn med kalk/semmentpeler som bidrar mest til utslipp [24 100 tonn CO ₂ ekv] | |
| Torp – Mokollen (8) Store deler av strekket er i tunnel og på bru (60 %) som fører til relativt høye utslipp i forhold til lengde Strekningen krever relativt omfattende geotekniske tiltak som bidrar til 40 % av utslippene for strekningen (hovedsakelig spunt, grunnstabilisering/-forsterkning med kalk/semmentpeler) [84 800 tonn CO ₂ ekv] | Torp – Mokollen (9) Mesteparten av strekket er i tunnel og på bru (80 %) som fører til relativt høye utslipp i forhold til lengde Strekningen krever omfattende geotekniske tiltak som bidrar til 40 % av utslippene for strekningen (hovedsakelig spunt, grunnstabilisering/-forsterkning med kalk/semmentpeler) [105 800 tonn CO ₂ ekv] | Stavnum – Mokollen (6) Store deler av strekket er i tunnel og på bru (45 %) som fører til relativt høye utslipp i forhold til lengde Strekningen krever omfattende geotekniske tiltak, som bidrar til rundt 50 % av utslippene (hovedsakelig kalk/semmentpel, spunt) [114 000 tonn CO ₂ ekv] | Stavnum – Virik (7) Hovedsakelig dagsone på terreng; relativt lave klimagassutslipp i forhold til lengde Strekningen krever omfattende geotekniske tiltak, som bidrar til 60 % av utslippene for strekningen (hovedsakelig støttemur, kalk/semmentpel, fylling med EPS) [105 700 tonn CO ₂ ekv] |
| Mokollen – Virik (10) Mesteparten av strekket er dagsone på terreng (60 %); relativt lave utslipp i forhold til lengde Strekningen krever noe geotekniske tiltak som bidrar til 30 % av utslippene for strekningen (hovedsakelig kalk/semmentpel, fylling med EPS) [32 300 tonn CO ₂ ekv] | | | |
| Rangering: 2 | Rangering: 3 | Rangering: 3 | Rangering: 1 |

6.1.2 Klimabudsjetts anbefaling

Basert på de estimerte klimabudsjettene for korridorene mellom Stokke og Virik anbefales Gokstad-korridoren. Denne gir lavest klimagassutslipp, på grunn av at den hovedsakelig består av dagsone på terreng som er mindre klimaintensivt sammenlignet med de andre byggemetodene.

6.2 Virik – Byskogen

6.2.1 Klimabudsjettets vurdering av korridorene

Tabell 6-2 Klimabudsjettets vurdering av korridorene. Rangeringen går fra 1 til 3, der 1 er best

| Verningen | Stålakeer vest | Stålakeer øst |
|---|--|--|
| <p>Virik – Furustad (11) Nesten kun dagsone på terreng; lave klimagassutslipp i forhold til lengde Geotekniske tiltak står for 50 % av utslippene (hovedsakelig lettklinker og skumglassgranulat) [16 200 tonn CO₂ ekv]</p> | <p>Furustad - Stålakeer (13) Hovedparten (80 %) av strekning er dagsone på terreng; relativt lave klimagassutslipp i forhold til lengde Strekningen krever noe geotekniske tiltak som bidrar til 25 % av utslippene for strekningen (hovedsakelig kalk/semmentpel, lettklinker og skumglassgranulat) [49 800 tonn CO₂ ekv]</p> | <p>Virik – Stålakeer (14) Strekningen består i hovedsak av dagsone på terreng (90 %); lave klimagassutslipp i forhold til lengde Geotekniske tiltak står for 35 % av utslippene (hovedsakelig kalk/semmentpel, lettklinker og skumglassgranulat) [67 900 tonn CO₂ ekv]</p> |
| <p>Furustad - Byskogen (12) 70 prosent av strekket er dagsone på terreng; relativt lave klimagassutslipp i forhold til lengde Geotekniske tiltak står for 45 % av utslippene (hovedsakelig kalk/semmentpel og spunt) [107 400 tonn CO₂ ekv]</p> | <p>Stålakeer - Byskogen (15) Hovedparten (80 %) av strekning er dagsone på terreng; relativt lave klimagassutslipp i forhold til lengde Strekningen krever lite geotekniske tiltak [54 300 tonn CO₂ ekv]</p> | |
| Rangering: 1 | Rangering: 1 | Rangering: 1 |

6.2.2 Klimabudsjettets anbefaling

For korridorene mellom Virik og Byskogen er det liten forskjell i de estimerte klimabudsjettene, og de er derfor vurdert likeverdige.

6.3 Byskogen – Kleivertunnelen

6.3.1 Klimabudsjettets vurdering av korridorene

Tabell 6-3 Klimabudsjettets vurdering av korridorene. Rangeringen går fra 1 til 4, der 1 er best

| Indre havn lav | Indre havn høy | Kongegata høy | Kongegata lav |
|---|--|--|--|
| <p>Byskogen - Kleivertunnelen (16) Mesteparten av strekket er i tunnel og på bru (80 %), som fører til relativt høye utslipp i forhold til lengde Strekningen krever noe geotekniske tiltak som bidrar til 25 % av utslippene for strekningen (hovedsakelig spunt og lettklinker) [71 900 tonn CO₂ ekv]</p> | <p>Byskogen - Kleivertunnelen (17) Strekket er i all hovedsak i tunnel og på bru (93 %), som fører til relativt høye utslipp i forhold til lengde Strekningen krever relativt lite av geotekniske tiltak (bidrar til 15 % av utslippene for strekningen, hovedsakelig spunt) [65 700 tonn CO₂ ekv]</p> | <p>Byskogen - Kleivertunnelen (18) Mesteparten av strekket er i tunnel og på bru (75 %) som fører til relativt høye utslipp i forhold til lengde Strekningen krever noe geotekniske tiltak som bidrar til 25 % av utslippene for strekningen (hovedsakelig spunt og EPS) [71 500 tonn CO₂ ekv]</p> | <p>Byskogen - Kleivertunnelen (18) Mesteparten av strekket er i tunnel og på bru (75 %) som fører til relativt høye utslipp i forhold til lengde Strekningen krever noe geotekniske tiltak som bidrar til 25 % av utslippene for strekningen (hovedsakelig spunt og EPS) [71 800 tonn CO₂ ekv]</p> |
| Rangering: 2 | Rangering: 1 | Rangering: 2 | Rangering: 2 |

6.3.2 Klimabudsjettets anbefaling

Basert på de estimerte klimabudsjettene for korridorene mellom Byskogen og Kleivertunnelen anbefales Indre havn-korridoren høy løsning. Denne gir lavest klimagassutslipp, på grunn av at den har en større andel dagsone på terreng som er mindre klimaintensivt sammenlignet med de andre byggemetodene, samt at det kreves mindre geotekniske tiltak for denne.

6.4 Planstrekning totalt

Alternativet for hele planstrekningen med lavest totale estimerte klimagassutslipp er korridoren via Gokstad – Stålaker vest – Indre havn (høy løsning). Korridoralternativet som kommer dårligst ut er Torp vest (via Storås) – Vervingen – Indre havn (lav løsning), med 19 prosent høyere utslipp enn det beste alternativet. Disse alternativene har begge en lengde på nesten 30 km, men det dårligste alternativet med tanke på klima har markant høyere utslipp knyttet til bergtunneler og geotekniske tiltak. For bergtunnelene er 70 prosent av utslippene knyttet til forbruk av armert betong og sement i bygging og vedlikehold, og for geoteknikk på strekningen Torp vest (via Storås) – Vervingen – Indre havn (lav løsning) er det kalk/sementpeler og spunt som dominerer utslippene.

Klimabudsjettet viser altså at til tross for at korridoralternativene er like lange gir det dårligste alternativet 19 prosent høyere utslipp sammenlignet med det beste.

7 DOKUMENTINFORMASJON

7.1 Endringslogg

| Rev. | Endring |
|------|---|
| 00-1 | Utkast – ikke ferdig kontrollert sendt 04.05.2018 |
| 00A | Første utgave sendt 25.05.2018 |
| 01A | Utgave inkl. Kongegata lav, samt rettet kommentarer fra BN på 00A utgave, sendt 06.07.2018 |
| 02A | Oppdatert etter tilbakemeldinger pr 20.08.18 fra Bane NOR, samt justerte lengder på byggemetoder etter ny gjennomgang av disse. Sendt til Bane NOR 03.10.2018 |
| 03A | Rapporten er oppdatert i henhold til Bane NOR sine kommentarer. Sendt til Bane NOR 20.11.2018. |

7.2 Referanseliste

[1] Bane NORs Tidligfaseverktøy Klima Versjon 1.1

[2] Ecoinvent Version 3. Wernet, G., Bauer, C., Steubing, B., Reinhard, J., Moreno-Ruiz, E., and Weidema, B., 2016. The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. The International Journal of Life Cycle Assessment, [online] 21(9), pp.1218–1230. Tilgjengelig online: <http://link.springer.com/10.1007/s11367-016-1087-8> [Accessed 16 05 2018]

[3] Notat N-TS-186 *Betraktninger rundt massehåndtering og avstander for deponering av masser*, Utarbeidet av A. M. Hunskaar for Bane NOR, prosjekt InterCity Tønsberg – Larvik, 2018

[4] UOS-00-A-36100 «Miljøbudsjett for Follobanen – Infrastruktur

[5] UOS-00-A-90020 Veileder for utarbeidelse av «Miljøbudsjett for Jernbaneinfrastruktur»

7.3 Vedlegg

Vedlegg 1

Byggemetoder pr. korridor, detaljert oversikt
Antall sider: 9

Vedlegg 2

Miljøpåvirkning fra standardprofiler
Antall sider: 7

Vedlegg 3

Resultater øvrige miljøpåvirkningskategorier
Antall sider: 8

ICP-36-A-25403

Utgitt 12. desember 2018

Utgitt av Bane NOR SF

Foto Anne Mette Storvik / Bane NOR SF

Postadresse Bane NOR SF, Postboks 4350, N-2308 Hamar

Epost postmottak@banenor.no

05280

Sentralbord/vakttelefon