

# Vurdering av traséløsninger for ny dobbeltsporet jernbane gjennom Hammerdalen i Larvik

**Hans Gustav Johannessen**

Bygg- og miljøteknikk

Innlevert: Juni 2013

Hovedveileder: Alf Helge Løhren, BAT

Medveileder: Terje Grennes, Jernbaneverket

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Institutt for bygg, anlegg og transport





Oppgavens tittel: Vurdering av traséløsninger for ny dobbeltsporet jernbane gjennom Hammerdalen i Larvik	Dato: 04.06.2013		
	Antall sider 94 (+ 20 i eksternt bilag)		
	Masteroppgave	X	Prosjektoppgave
Navn: Hans Gustav Johannessen			
Faglærer/veileder: Alf Helge Løhren			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: Terje Grennes			

<p>Ekstrakt:</p> <p>Denne oppgaven er skrevet med utgangspunkt i planleggingen av ny jernbane gjennom Larvik, som er en del av Intercity-strekningen Oslo – Skien. Oppgave tar utgangspunkt i en ny stasjon utgravd i løsmasser på Bergeløkka, et område nord for Larvik sentrum. Hensikten er å finne en god løsning for ny jernbanelinje over Hammerdalen, hvor traséen på en best mulig måte tilpasser seg utbygging av nytt lokalvegssystem, lokale forhold og ønsker fra berørte parter, samtidig som de jernbanetekniske krav oppfylles. Oppgaven vil på den måte kunne gi innspill til videre arbeid med ny jernbanetrasé gjennom Larvik.</p> <p>Det er utarbeidet til sammen seks traséalternativer, hvert med beskrivelse og tilhørende prosjekteringsstegninger. Prosjekteringen er gjort ved hjelp av Novapoint 18.20 og Autocad 2012. For å kunne sammenligne traséalternativene er hvert alternativ vurdert ut i fra følgende fem vurderingskriterier:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Sporgeometrisk utforming</li><li>• Stasjonsplassering på Bergeløkka</li><li>• Trafikkavvikling på vegsystem i Hammerdalen under byggeprosessen</li><li>• Tilpassing av trasé til lokale forhold i Hammerdalen</li><li>• Tilpassing til planlagt ny jernbanetrasé Farriseidet – Porsgrunn</li></ul> <p>Vurderingskriteriene representerer de mest sentrale ønsker og krav fra berørte parter ved utbygging av ny jernbanetrasé gjennom Hammerdalen i Larvik. Etter en totalvurdering av samtlige traséalternativer skiller ett av alternativene seg ut som beste løsning. Dette alternativet har en trasé som krysser Hammerdalen mellom planlagt ny Farriseidet bru og Farrisbrua, rett over damanlegget i sørenden av Farrisvannet. Denne traséen har en fordelaktig høy stasjonsplassering i løsmassene på Bergeløkka, samtidig som den utnytter eksisterende trafikkorridor i nordre del av Hammerdalen. I tillegg utnytter traséen tilgjengelige arealer i stedet for å beslaglegge allerede bebygde boligområder vest for Hammerdalen. Sammen med en bra sporgeometrisk utforming, og direkte tilkobling til ny trasé Farriseidet – Porsgrunn, anbefales denne løsningen som bakgrunn for videre arbeid med ny jernbanetrasé gjennom Larvik.</p>
---

Stikkord:

1. Vurdering av jernbanetraséer
2. Prosjektering i Novapoint
3. Intercity-utbygging
4. Vestfoldbanen





# FORORD

Denne masteroppgaven er skrevet i løpet av vårsemesteret 2013 som en del av min mastergrad ved Bygg- og miljøteknikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU, i Trondheim.

Mye av bakgrunnskunnskapen for denne masteroppgaven er tilegnet via emner tilknyttet Institutt for bygg, anlegg og transport. Spesielt vil jeg trekke fram erfaringer fra emnet TBA4225 Jernbaneteknikk, undervist høsten 2011.

Jeg vil takke Terje Grennes ved Jernbaneverkets prosjektkontor i Tønsberg, som med stort engasjement har satt meg inn i utbyggingsplanene i Larvik. Samtidig vil jeg takke Gunn Brungot ved Statens vegvesens prosjektkontor i Larvik, som har vært behjelpelig med kartgrunnlag for prosjektering i Novapoint, samt god informasjon rundt Statens vegvesen sine planer i Larvik.

Spesielt vil jeg takke Førsteamanuensis II Alf Helge Løhren for all hjelp og veiledning med denne masteroppgaven. På en engasjerende måte introduserte du meg for jernbanefaget, samtidig som du i ettertid har lært meg mye om dette fagfeltet.

Til slutt vil jeg takke medstudentene på kontoret som har gitt meg et godt og sosialt studiemiljø dette vårsemesteret.

Trondheim, 4.juni, 2013



---

Hans Gustav Johannessen



# SAMMENDRAG

Denne oppgaven er skrevet med utgangspunkt i planleggingen av ny jernbane gjennom Larvik, som er en del av Intercity-strekningen Oslo – Skien. Dagens jernbanestasjon ligger ved Larvik havn, og her danner stasjonen en barriere mellom bysentrum og vannfronten. Det er sett på alternative trasé- og stasjonskonsepter gjennom prosjektet «Forprosjekt – kryssing av Hammerdalen», utført av Jernbaneverket og Norconsult.

Denne oppgave går videre med arbeidet til forprosjektet, hvor det blir tatt utgangspunkt i en ny stasjon utgravd i løsmasser på Bergeløkka, nord for Larvik sentrum. Hensikten er å finne en god løsning for ny jernbanelinje over Hammerdalen, hvor traséen på en best mulig måte tilpasser seg utbygging av nytt lokalvegsystem, lokale forhold og ønsker fra berørte parter, samtidig som de jernbanetekniske krav oppfylles. Oppgaven vil på den måte kunne gi innspill til videre arbeid med ny jernbanetrasé gjennom Larvik.

Det er utarbeidet til sammen seks traséalternativer, hvert med beskrivelse og tilhørende prosjekteringstegninger. Prosjekteringen er gjort ved hjelp av Novapoint 18.20 og Autocad 2012. For å holde dørene åpne fram til en fast politisk beslutning er det valgt å se på traséalternativer dimensjonert for både 200 km/t og 250 km/t.

For å kunne sammenligne traséalternativene er hvert alternativ vurdert ut i fra følgende fem vurderingskriterier:

- Sporgeometrisk utforming
- Stasjonsplassering på Bergeløkka
- Trafikkavvikling på vegsystem i Hammerdalen under byggeprosessen
- Tilpassing av trasé til lokale forhold i Hammerdalen
- Tilpassing til planlagt ny jernbanetrasé Farriseidet – Porsgrunn

Vurderingskriteriene representerer de mest sentrale ønsker og krav fra berørte parter ved utbygging av ny jernbanetrasé gjennom Hammerdalen i Larvik.

Etter en totalvurdering av samtlige traséalternativer skiller ett av alternativene seg ut som beste løsning. Dette alternativet har en trasé som krysser Hammerdalen mellom planlagt ny Farriseidet bru og Farrisbrua, rett over damanlegget i sørenden av Farrisvannet. Denne traséen har en fordelaktig høy stasjonsplassering i løsmassene på Bergeløkka, samtidig som den utnytter eksisterende trafikkorridor i nordre del av Hammerdalen. I tillegg utnytter traséen tilgjengelige arealer i stedet for å beslaglegge allerede bebygde boligområder vest for Hammerdalen. Sammen med en bra sporgeometrisk utforming, og direkte tilkobling til ny trasé Farriseidet – Porsgrunn, anbefales denne løsningen som bakgrunn for videre arbeid med ny jernbanetrasé gjennom Larvik. Den anbefalte løsningen tar utgangspunkt i en dimensjonerende topphastighet på 200 km/t, men det er sett som mulig å oppgradere geometrien for å tilfredsstille krav om 250 km/t.

Den anbefalte løsningen vil komme i konflikt med planene til Statens vegvesen for nytt lokalvegssystem i Hamnerdalen. Det bør av den grunn opprettes en nærmere dialog mellom Jernbaneverket og Statens vegvesen for å samordne fremtidige utbyggingsplaner på en best mulig måte.

Denne masteroppgaven dekker en begrenset del av planleggingen av en ny jernbanetrasé gjennom Larvik. Det vil være nødvendig å se mer detaljert på områdene øst og vest for Hamnerdalen for å finne en optimal trasé. Dessuten gir vanskelige grunnforhold behov for nye grunnundersøkelser, samt en utvidet kartlegging av fjell- og løsmasseforhold.

# ABSTRACT

This thesis is written based on planning of a new railway through the town of Larvik, which is part of the intercity-section Oslo – Skien in Norway. The current railwaystation in Larvik is situated near the city harbour, and act like a barrier between downtown and the waterfront.

This thesis is based on a new railwaystation in excavated soils on Bergeløkka, north of the town center. The aim is to find a good solution for a new railway line across Hammerdalen, which in the best possible way adapts to the local road system and local conditions. The railway line should also adapt wishes from the affected parties, as well as satisfy the railway technical requirements. In this way, this thesis can provide suggestions for further work on a new rail line through Larvik.

It is designed six different railway lines, each with descriptions and associated design drawings. This work is done by using Novapoint 18.20 and Autocad 2012. To keep the doors open until a firm political decision, it is decided to look at railway lines designed for both 200 km/h and 250 km/h.

In order to compare the different railway lines, each line is evaluated from the following five criteria:

- Track geometric design
- Location of the station at Bergeløkka
- Traffic flow on the road system in Hammerdalen during the construction process
- Adaptation of railway line to local conditions in Hammerdalen
- Adapting to the planned new railway line Farriseidet - Porsgrunn

After a comprehensive review of all the railway lines, one line is seen to represent the best solution. This solution crosses Hammerdalen between the two planned road bridges, the “Farriseidet bru” and “Farrisbrua”, while crossing over the dam at the south end of the lake “Farrisvannet”. This line has an advantageous high station location in the soils at Bergeløkka, while taking advantage of an existing traffic corridor in the northern part of Hammerdalen. In addition, the line utilizes available areas west of Hammerdalen. Along with a good track geometric design, and a direct connection to the new line between Farriseidet and Porsgrunn, this solution is recommended as the basis for further work on the new rail line through Larvik.

The recommended solution will conflict with the plans for the new local road system in Hammerdalen. A closer dialogue between the Norwegian National Rail Administration and the Public Roads Administration should be established to optimize the coordination of development in Hammerdalen.



# INNHOOLD

FORORD .....	i
SAMMENDRAG .....	iii
ABSTRACT .....	v
FIGURLISTE .....	ix
TABELLISTE .....	x
BEGREPSFORKLARINGER .....	x
1. INTRODUKSJON .....	1
1.1 BAKGRUNN FOR OPPGAVEN .....	1
1.2 MÅL OG HENSIKT FOR OPPGAVEN .....	1
2. RAMMER OG METODE .....	3
2.1 RAMMER OG FØRINGER .....	3
2.2 METODE .....	4
3. DAGENS SITUASJON OG VIDERE PLANER .....	5
3.1 VEGSYSTEMET I HAMMERDALEN .....	5
3.2 UTBYGGING AV VEGSYSTEMET I HAMMERDALEN .....	6
3.3 TRAFIKKAVVIKLING .....	8
3.4 JERNBANEUTBYGGING FARRISEIDET – PORSGRUNN .....	13
4. NY STASJON PÅ BERGELØKKA .....	15
4.1 BERGELØKKA .....	15
4.2 GEOLOGI OG GRUNNFORHOLD .....	16
4.3 STASJONSUTFORMING .....	18
4.4 ANLEGGSTEKNSIKE UTFORDRINGER .....	18
4.4.1 ANLEGGSMETODER .....	18
5. LOKALE FORHOLD I HAMMERDALEN .....	23
5.1 BYGGEHØYDE OVER FARRISELVA .....	23
5.2 MINSTE AVSTAND MELLOM VEG OG JERNBANEANLEGG .....	23
5.3 TRAFIKKORRIDOR OG TILGJENGELIGE AREALER .....	24
6. PRESENTASJON AV TRASÉALTERNATIVER .....	27
6.1 OM VALG AV TRASÉALTERNATIVER .....	27

6.1.1 BAKGRUNN .....	27
6.1.2 200 KM/T OG 250 KM/T .....	29
6.1.3 ENDRING AV LOKALVEGSYSTEMET .....	29
6.2 GEOMETRISKE KRAV OG REGLER.....	29
6.3 TRASÉALTERNATIVER – 200 KM/T.....	31
6.3.1 ALT1-200.....	31
6.3.2 ALT2-200.....	33
6.3.3 ALT3-200.....	35
6.4 TRASÉALTERNATIVER – 250 KM/T.....	37
6.4.1 ALT1-250.....	38
6.4.2 ALT2-250.....	39
6.4.3 ALT3-250.....	41
7. VURDERING AV TRASÉALTERNATIVENE .....	43
7.1 VURDERINGSKRITERIER .....	43
7.2 VURDERING AV ALT1-200.....	44
7.3 VURDERING AV ALT2-200.....	48
7.4 VURDERING AV ALT3-200.....	52
7.5 VURDERING AV ALT1-250.....	56
7.6 VURDERING AV ALT2-250.....	59
7.7 VURDERING AV ALT3-250.....	62
8. OPPSUMMERING OG DRØFTING .....	67
8.1 OPPSUMMERING AV TRASÉVURDERINGER.....	67
8.2 DRØFTING.....	67
9. ANBEFALT LØSNING .....	71
10. VIDERE ARBEID .....	73
REFERANSER.....	75
VEDLEGG.....	77



# FIGURLISTE

Figur 1. Dagens vegsystem rundt Hammerdalen i Larvik. sett fra nord .....	5
Figur 2. Dagens bruer over Hammerdalen, alle i hvert sitt plan.....	6
Figur 3. Perspektivskisse av ferdigbygd nytt vegsystem i Hammerdalen .....	7
Figur 4. De viktigste delene i det nye lokalvegsystemet i Hammerdalen.....	8
Figur 5. Soneinndeling av lokalvegsystemet i Hammerdalen .....	9
Figur 6. Prinsipp for trafikkavvikling, gitt jernbaneutbygging i sone 1 .....	11
Figur 7. Prinsipp for trafikkavvikling, gitt jernbaneutbygging i sone 2 .....	12
Figur 8. Prinsipp for trafikkavvikling, gitt jernbaneutbygging i sone 3 .....	12
Figur 9. Tilkoblingspunkt under Martineåsen.....	14
Figur 10. Oversiktsbilde av Hammerdalen, Farrisvannet og Bergeløkka .....	15
Figur 11. Oversiktsbilde av dagens bebyggelse på Bergeløkka .....	16
Figur 12. Prinsippskisse for en 2-spors stasjon under bakken på Bergeløkka.....	18
Figur 13. Prinsipp for kombinasjon av jordnagling i topp og spuntvegg i bunn .....	21
Figur 14. Trafikkorridor og tilgjengelige arealer i Hammerdalen .....	25
Figur 15. Tre fastpunkter som bakgrunn for prosjektering av traséalternativer .....	28
Figur 16. Fordeling av dagsoner og tunnelsoner for det prosjekterte området.....	28
Figur 17. Oversikt av traséalternativer, 200 km/t.....	31
Figur 18. Stasjonsplassering Bergeløkka, ALT1-200 .....	32
Figur 19. Kryssing av Hammerdalen, ALT1-200 .....	33
Figur 20. Stasjonsplassering Bergeløkka, ALT2-200 .....	34
Figur 21. Kryssing av Hammerdalen, ALT2-200 .....	35
Figur 22. Stasjonsplassering Bergeløkka, ALT3-200 .....	36
Figur 23. Kryssing av Hammerdalen, ALT3-200 .....	37
Figur 24. Oversikt av traséalternativer 250 km/t.....	37
Figur 25. Stasjonsplassering Bergeløkka, ALT1-250 .....	38
Figur 26. Kryssing av Hammerdalen, ALT1-250 .....	39
Figur 27. Stasjonsplassering Bergeløkka, ALT2-250 .....	40
Figur 28. Kryssing av Hammerdalen, ALT2-250 .....	41
Figur 29. Stasjonsplassering Bergeløkka, ALT3-250 .....	42
Figur 30. Kryssing av Hammerdalen, ALT3-250 .....	42
Figur 31. Lengdeprofil av stasjon på Bergeløkka, ALT1-200 .....	45
Figur 32. Prinsipp for trafikkavvikling(blå linje) for ALT1-200 .....	46
Figur 33. Normalprofil for ALT1-200, rett over Farriselva .....	47
Figur 34. Lengdeprofil av stasjon på Bergeløkka, ALT2-200 .....	49
Figur 35. Prinsipp for trafikkavvikling(blå linje) for ALT2-200 .....	50
Figur 36. Normalprofil for ALT2-200 rett over Farriselva.....	51
Figur 37. Lengdeprofil av stasjon i løsmasser på Bergeløkka, ALT3-200 .....	53
Figur 38. Prinsipp for trafikkavvikling(blå linje) for ALT3-200 .....	54

Figur 39. Normalprofil av ALT3-200 rett over demning ved Farrisvannet .....	55
Figur 40. Lengdeprofil av stasjon på Bergeløkka, ALT1-250 .....	57
Figur 41. Normalprofil av ALT1-250 rett over Farriselva .....	58
Figur 42. Lengdeprofil av stasjon på Bergeløkka, ALT2-250 .....	59
Figur 43. Normalprofil av ALT2-250 rett over Farriselva .....	61
Figur 44. Stasjonsplassering på Bergeløkka, ALT3-250 .....	63
Figur 45. Normalprofil av ALT3-250 rett over Farriselva .....	64

## TABELLISTE

Tabell 1. Minste tillatte horisontalradius for 200 km/t og 250 km/t.....	30
Tabell 2. Dimensjonerende parametere brukt ved prosjektering .....	30
Tabell 3. Oppsummering av traséalternativer og tilhørende vurderingskriterer .....	67

## BEGREPSFORKLARINGER

IC	Intercity
KVU	Konseptvalgutredning
SOK	Skinneoverkant
KOTE	Angir høyde over havet. Havnivå ligger på kote 0,0
ALTX-200	Alternativ nr.X dimensjonert for 200 km/t
ALTX-250	Alternativ nr.X dimensjonert for 250 km/t





# 1. INTRODUKSJON

## 1.1 BAKGRUNN FOR OPPGAVEN

Gjennom planleggingen av Intercity-utbygging på Østlandet går den norske jernbanen inn i en spennende tid. Med et stort politisk engasjement sees det som nødvendig å gjøre noe med kapasitetsproblemene som oppleves på dagens toglinjer. Intercity-området omfatter strekningene (IC-strekningene) Oslo – Skien, Oslo – Halden og Oslo – Lillehammer. Sammen med kapasitetsproblemene vil en forventet befolkningsvekst gjøre det nødvendig å bygge ut et dobbeltsporet jernbanenettverk. En utbygging vil dessuten være veldig viktig for at IC-området skal opprettholdes som en attraktiv og konkurransepreget region (Jernbaneverket, 2012a).

Denne oppgaven er skrevet med utgangspunkt i planleggingen av IC-utbygging gjennom Larvik, som er en del av IC-strekningen Oslo – Skien. I følge konseptvalgutredningen til Vestfoldbanen skal reisetiden mellom Oslo-Larvik reduseres fra 2 t og 5 min til 1 t og 19 min ved fullt utbygd IC-trasé (Jernbaneverket, 2012a). I Larvik er det utarbeidet flere traséforslag som fører til en omlegging av dagens linje gjennom havneområdet i byen. I den samme konseptvalgutredningen er det tatt utgangspunkt i en ny stasjon i fjell under Larvik torg. Dette har i ettertid vist seg å være problematisk, da prøveboringer viser at det er utilstrekkelig bergoverdekning i området til å anlegge en stasjon i fjell. Prosjektet «Forprosjekt - kryssing av Hammerdalen», som er utarbeidet av Norconsult og Jernbaneverket, har vurdert alternative trasé- og stasjonskonsepter gjennom Larvik. I forprosjektet er Bergeløkka vurdert som ett av flere aktuelle alternativer for ny stasjonsplassering i Larvik. En stasjonsløsning på Bergeløkka vil medføre risiko for inngrep i den lokale bøkeskogen, samtidig som det vil bli konflikt med Statens vegvesen sine planer for nytt lokalvegssystem nord i Hammerdalen (Norconsult og Jernbaneverket, 2013).

Denne oppgave går videre med arbeidet til forprosjektet, hvor en stasjonsplassering på Bergeløkka ligger som bakgrunn for traséføring gjennom Hammerdalen.

## 1.2 MÅL OG HENSIKT FOR OPPGAVEN

Målsettingen med denne oppgaven er å vurdere ulike traséforslag for ny dobbeltsporet jernbane gjennom Hammerdalen i Larvik, gitt en stasjonsplassering på Bergeløkka. Hensikten er å finne en god løsning for ny jernbanelinje, hvor traséen på en best mulig måte tilpasser seg utbygging av nytt lokalvegssystem, lokale forhold og ønsker fra berørte parter, samtidig som de jernbanetekniske krav oppfylles. Det skal først prosjekteres flere traséalternativer for jernbanens kryssing av Hammerdalen, hvor prosjekteringen skal tilfredsstillte Jernbaneverkets Tekniske krav. Deretter skal hvert alternativ vurderes etter følgende vurderingskriterier:

- Sporgeometrisk utforming
- Stasjonsplassering på Bergeløkka
- Trafikkavvikling på vegsystemet i Hammerdalen under byggeprosessen
- Tilpassing av traséen til lokale forhold i Hammerdalen
- Tilpassing til planlagt ny jernbanetrasé Farriseidet – Porsgrunn

Masteroppgaven vil med bakgrunn i ulike traséalternativ, og de vurderingene som blir gjort, kunne gi innspill til videre arbeidet med ny jernbanetrasé gjennom Larvik by.

Denne oppgaven er inndelt i 10 kapitler, og nedenfor følger en kort oppsummering av hvert kapittel:

**Kapittel 2** omhandler hvilke rammer og føringer som er satt i denne masteroppgaven. I tillegg er bruk av arbeidsmetode presentert.

**Kapittel 3** presenterer dagens vegsystem, videre planer og muligheter for trafikkavvikling ved jernbaneutbygging gjennom Hammerdalen, samt planer for ny jernbanetrasé Farriseidet – Porsgrunn.

**Kapittel 4** beskriver Bergeløkka og mulighetene for ny stasjonsplassering på dette området. Det blir sett på grunnforhold, hydrologi og anleggstekniske utfordringer ved bygging av nye stasjon i løsmasser på Bergeløkka.

**Kapittel 5** tar for seg de lokale forholdene i Hammerdalen, sett ut ifra minste tillatte byggehøyde, sikkerhetsavstand til lokale veier, utnyttelse av tilgjengelige arealer og bruk av eksisterende trafikkorridor.

**Kapittel 6** gir en presentasjon av egenskapene til hvert traséalternativ med fokus på geometri, stasjonsplassering og kryssing av Hammerdalen.

**Kapittel 7** presenterer vurderinger av traséalternativene ut ifra gitt vurderingskriterier.

**Kapittel 8** oppsummerer vurderingene i kapittel 7, og gir drøfting av resultater og erfaringer gjort i denne oppgave.

**Kapittel 9** gir anbefalt løsning ut ifra vurderinger og drøftinger i foregående kapitler.

**Kapittel 10** presenterer forslag til videre arbeid med traséen gjennom Hammerdalen.

Bilag med aktuelle prosjekteringstegninger ligger vedlagt i eksternt tegningshefte.

## 2. RAMMER OG METODE

### 2.1 RAMMER OG FØRINGER

Arbeidet med ny jernbanetrasé gjennom Larvik er fortsatt tidlig i planfasen, og det vil være krevende å finne en løsning som tilpasser seg lokale og regionale forhold på en best mulig måte. I denne oppgaven er hovedfokuset lagt til traséløsninger over Hammerdalen, nord for Larvik sentrum. For at oppgaven ikke skal spenne for bredt er det satt en rekke rammer og føringer. Følgende føringer ligger som bakgrunn ved arbeidet med traséalternativene i denne oppgaven:

- En 2-spors stasjon med lengde 350 m skal kunne plasseres på Bergeløkka.
- Traséene skal utformes med en geometri som tillater hastigheter som er forutsatt i KVV-utredningen til Intercity. Dette betyr at traséene skal dimensjoneres for 200 km/t eller 250 km/t.
- Det er sett som fordelaktig at trasé treffer tilkoblingspunkt under Martineåsen som er en del av prosjektet Farriseidet – Porsgrunn. Likevel er dette ikke satt som et krav, da det også er ønskelig å vurdere egenskapene til traséer som ikke treffer direkte på tilkoblingspunktet.
- Det er ikke gjort en detaljert prosjektering for en eventuell tilkobling mellom trasé og planlagt trasé til prosjektet Farriseidet – Porsgrunn. Vurdering er begrenset til å se om tilkobling lar seg gjøre eller ikke.
- Den nye E18-brua over Farrisvannet(Farrisbrua) skal ikke påvirkes av en jernbanetrasé. Derimot er planene til nytt lokalvegsystem i Hammerdalen er ikke satt som låst, og lokalveger kan tilpasses seg etter en jernbanetrasé.
- Det er ikke tatt hensyn til konflikt mellom ny jernbanetrasé og eksisterende jernbanelinje i Hammerdalen. Det er antatt at eksisterende jernbanelinje mellom Farrisvannet og Larvik havn legges ned, siden dagens jernbanestasjon ved havna er tenkt flyttet til Bergeløkka.

I denne oppgaven er vurderingene gjort på et overordnet nivå. Store usikkerheter gir behov for videre undersøkelser for å kunne konkludere med en endelig traséløsning gjennom Larvik. Hovedfokus er lagt til området Bergeløkka og Hammerdalen, sør for Farrisvannet i Larvik. Startpunkt for prosjekteringen skjer øst for Lågen, hvor det i KVV for Vestfoldbanen er antatt at en fremtidig linje fra Sandefjord vil komme. Området vest og øst for Lågen er i liten grad vurdert i denne oppgaven, og det bør gjøres videre undersøkelser av disse områdene for å finne en optimal traséføring. Tilkoblingspunkt under Martineåsen som er en del av prosjektet Farriseidet – Porsgrunn ligger som en vestlig avgrensning ved prosjektering gjort i denne oppgaven.

I denne oppgaven er det ikke gjort detaljerte vurderinger av lokale grunnforhold. Det sees som nødvendig at det blir gjort videre undersøkelser av områdene rundt Hammerdalen og Bergeløkka. Traséløsningene som er vurdert i denne oppgaven blir liggende i varierende terrengforhold. Stedvis vanskelige grunnforhold vil prege all utbygging som skjer i dette området.

## 2.2 METODE

Arbeidet med en ny jernbanetrasé gjennom Hammerdalen i Larvik kan løses på mange forskjellige måter. Én løsning vil være å bygge en trasé med flest mulige rettstrekker, hvor tog kan holde høyest mulig hastighet over lange strekk. Likevel kan en slik løsning ikke bygges uten at det får konsekvenser for andre parter. En ny jernbanetrasé må tilpasse seg lokale terrengforhold og eksisterende bebyggelse, samtidig som det må tas hensyn til naturen og nærmiljøet. Arbeidet med ny trasé gjennom Larvik er fortsatt i tidligfasen, og pga. mange berørte parter og interessekonflikter er det vanskelig å peke ut en optimal løsning. Det sees som nødvendig å starte bredt, hvor forskjellige parter og interessekonflikter blir tatt hensyn til, og siden jobbe seg nedover mot en endelig løsning. På den måten slipper man å overse viktige momenter i tidligfasen, noe som kan skje hvis den «første og beste» løsningen bygges ut med en gang. Arbeidsmetoden for denne oppgaven er valgt ut ifra prinsippet om å starte bredt, hvor de viktigste elementene kartlegges, og på den måten komme med resultater som kan føre prosjektet et steg nærmere endelig traséløsning gjennom Larvik og Hammerdalen.

I denne oppgaven starter arbeidsmetoden med kartlegging og innhenting av aktuelt grunnlagsmateriale. Dette grunnlagsmaterialet består av tidligere planer, rapporter, forutsetninger, ønsker og behov fra berørte parter. I hovedsak har berørte parter bestått av Jernbaneverket, Statens vegvesen, Larvik Kommune, som dekker både offentlige og private interesser. Dette er gjort ved å lese dokumenter, gjennom møter og samtaler, og ikke minst ved befaringer i det aktuelle området i Larvik. Spesielt har møter med Jernbaneverket ved prosjektkontorene i Tønsberg og Larvik gitt input til bakgrunnsmateriale. Det samme gjelder møte med Statens vegvesen ved deres prosjektkontor i Larvik, hvor det er kartlagt hvilke ønsker og behov etaten har. I tillegg til dette er det gjennom møte med geoteknisk fagpersonell gjort viktige erfaringer om løsmasser, samt hvilke muligheter og begrensninger som foreligger ved utbygging rundt Farriseidet.

Alle opplysninger, erfaringer og innhentet grunnlagsdata har blitt systematisert, og ut ifra dette er det valgt ut aktuelle vurderingskriterier som de forskjellige traséalternativene blir vurdert ut ifra. Vurderingskriteriene representerer derfor fokusområdet i denne oppgaven.

Arbeidsmetoden avsluttes med en sammenligning av alle prosjekterte og vurderte traséalternativ. Hvert alternativ vurderes opp mot de enkelte vurderingskriteriene, hvor resultatene av vurderingene danner grunnlaget for sammenligningen. Ved å sette hvert alternativ opp mot hverandre vil det være mulig å finne ett eller flere løsninger som skiller seg ut. Etter en nærmere drøfting vil siste steg i arbeidsmetoden være å presentere anbefalt løsning, eventuelt flere anbefalte løsninger.



## 3. DAGENS SITUASJON OG VIDERE PLANER

### 3.1 VEGSYSTEMET I HAMMERDALEN

Dagens vegsystem rundt Hammerdalen i Larvik kan oppleves som en betongjungel bestående av en rekke bruer, ramper og tilkomstveger. Selve dalen kan krysses med tre forskjellige bruer som ligger i hvert sitt plan. Tilkoblingen til E18 er preget av et avansert lokalvegssystem som beslaglegger store arealer på hver sin side av Hammerdalen. Figur 1 viser et flyfoto av Farrisvannet, Hammerdalen og Larvik by. Nederst på bildet vises Farrisvannet og tilhørende damanlegg. Hammerdalen strekker seg fra demningen og nedover mot Larviksfjorden øverst i bildet.



Figur 1. Dagens vegsystem rundt Hammerdalen i Larvik. sett fra nord (Fritzøe Eiendom AS, 2013a)

Sett fra øst mot vest kommer dagens E18 inn mot Hammerdalen langs søndre del av Farrisvannet. Vegen krysser dalføret på den øverste bruen og går videre langs vestlig del av Farrisvannet på veg mot Skien. Av- og påkjøring til E18 for tilkobling til lokalvegssystemet i Larvik blir gjort via en rekke ramper. På vestsiden av Hammerdalen er det en avkjøringsrampe for trafikk i østlig retning, og på østsiden av dalen er det et større rampesystem som tillater både avkjøring og påkjøring til E18. På grunn av store lokale nivåforskjeller er det en lokalvegsbru rett nord for bru tilknyttet E18. Denne

lokalvegsbrua knytter til seg Fv 302 Brunlansveien på vestlig siden og Fv 303 Møllegata på østlig side av dalen. Sistnevnte veg fører trafikk til og fra Larvik sentrum. Nærmest Farrisvannet ligger en mindre bru tilknyttet Skiensveien som fører trafikk over dalen på det laveste nivået. Vegen over denne brua kobler seg på Fv 303 Møllegata et stykke lengre ned i Hammerdalen, og en mindre lokalveg langs sørenden av Farrisvannet.

Bildet under viser dagens brusystem over Hammerdalen hvor trafikk fra E18 føres på den øverste brua, og lokalvegtrafikken på brua under. Bildet er tatt fra lokalvegsbru tilknyttet Skiensveien.



Figur 2. Dagens bruer over Hammerdalen, alle i hvert sitt plan (Google, 2013)

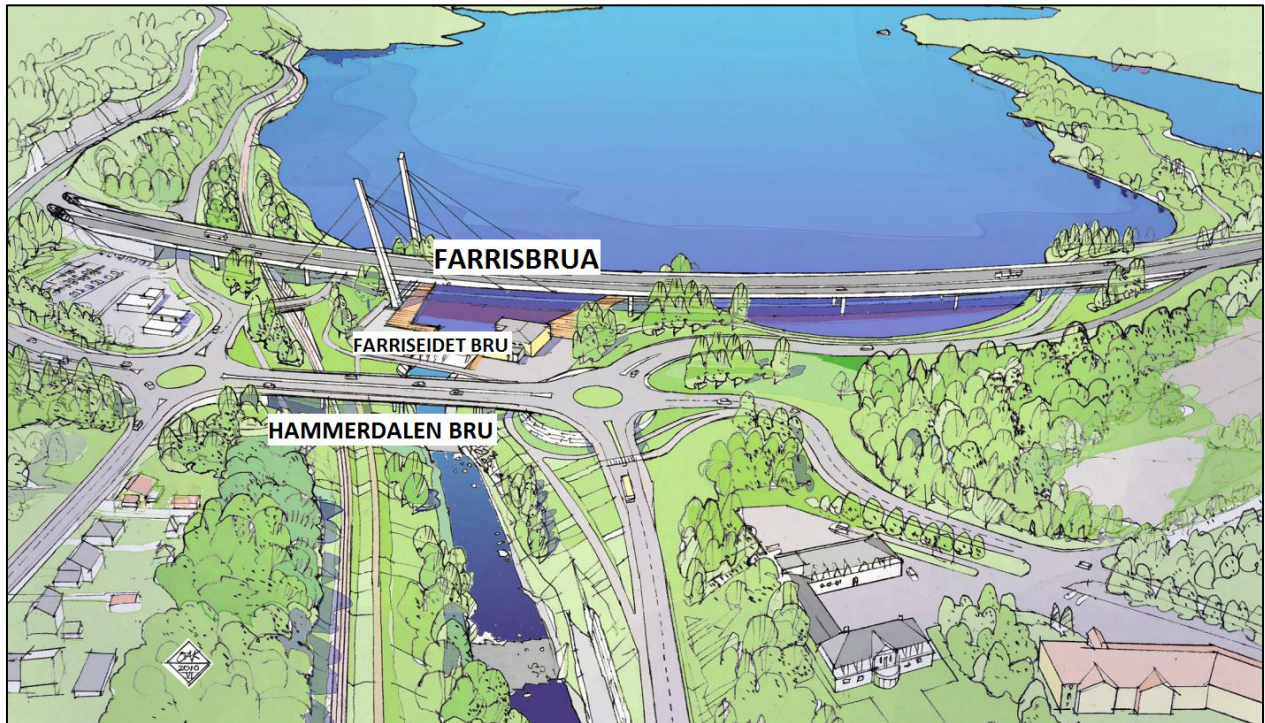
### 3.2 UTBYGGING AV VEGSYSTEMET I HAMMERDALEN

Statens vegvesen har store utbyggingsplaner for vegsystemet i Hammerdalen. Kjernen i utbyggingen ligger i den nye Farrisbrua som med sine V-formede tårn kommer til å bli et landemerke i enden av Farrisvannet. I tillegg skal det tilhørende lokalvegsystemet gjennom en omfattende opprustning.

Prosjektet E18 Sky-Bommestad er en del av utbyggingen av sammenhengene 4-felts motorveg gjennom Vestfold. Statens vegvesen har siden vedtatt reguleringsplan i 2010 jobbet med planene for prosjektet, og det er ventet at byggestart skal skje i løpet av 2013. Det er særlig knyttet mye tid til planlegging av den nye 4-felts Farrisbrua, hvor fundamentering i dårlig grunnforhold i Farrisvannet, samt store stålkonstruksjoner fører med seg mange utfordringer. Den nye brua er ventet åpnet for



trafikk i 2017. Neste trinn i prosjektet er å bygge ut tilhørende lokalveger i og rundt Hammerdalen. Lokalvegssystemet skal forbedres ved å anlegge rundkjøringer på hver side av den nye Hammerdalen bru. I tillegg skal det bygges ut flere mindre bruer, sideveger og gang- og sykkelveger. Dette arbeidet er planlagt til å ta ca. 2 år (Statens vegvesen, 2013a).



Figur 3. Perspektivskisse av ferdigbygd nytt vegsystem i Hammerdalen (Statens vegvesen, 2013b)

### Detaljplan

I detaljplan for prosjektet E18 Sky-Bommestad beskrives utbyggingsplanene for vegsystemet rundt Hammerdalen og den søndre delen av Farrisvannet.

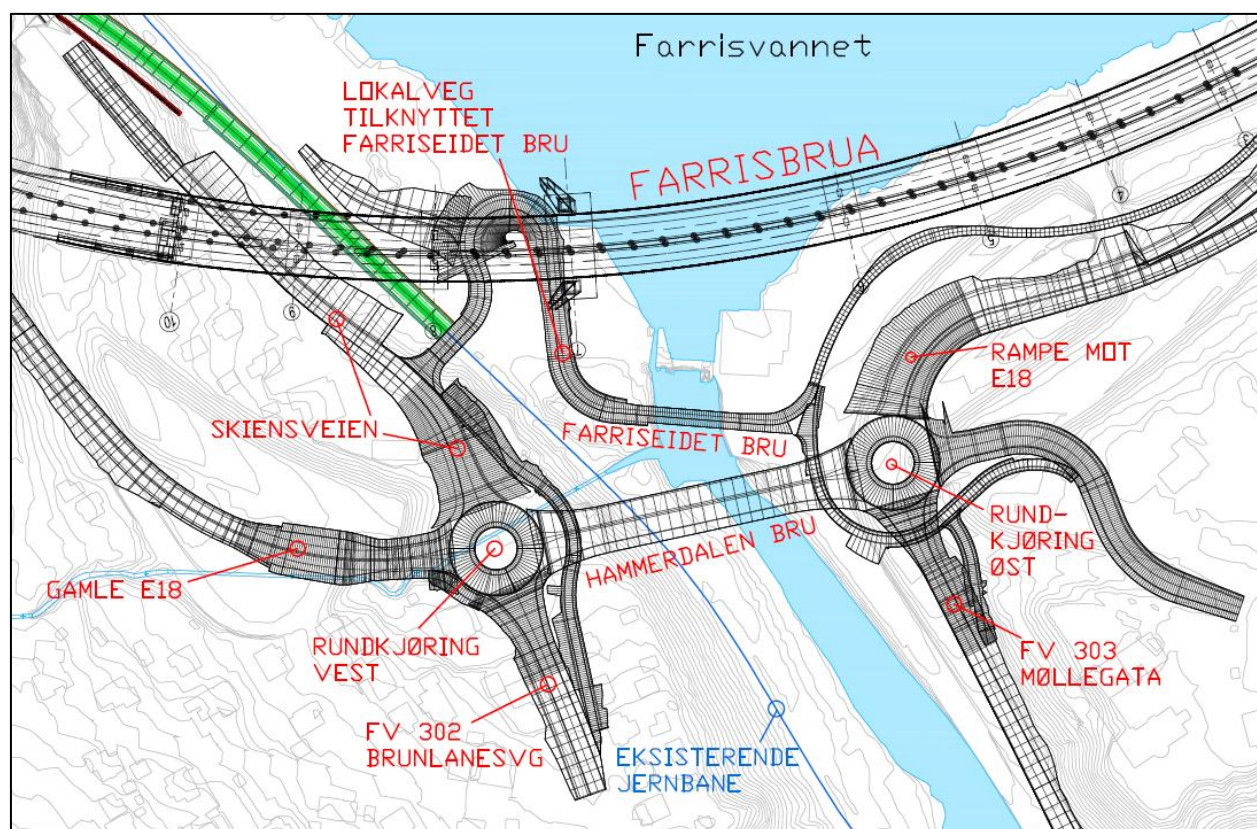
Det skal etableres rundkjøringer på hver side av Hammerdalen som en erstatning for dagens toplanskryss. Rundkjøringene kobles sammen med den nye Hammerdalen bru, og kryssingen av dalen forenkles til én bru i stedet for dagens to bruer. Fra rundkjøring vest for Farriselva skjer tilkobling til ny E18 via eksisterende E18 trasé. Tilkobling til ny E18 fra den østlige rundkjøringen skjer ved et nytt rampesystem nordøst for rundkjøringen.

Fv. 303 Møllegata og ny veg til Bergeløkka kobler seg til rundkjøring øst for Farriselva. Til vestlig rundkjøring kobles Fv. 302 Brunlanesveien og Skiensveien

Fra Skiensvegen bygges veg med ny bru over jernbanen og den nye Farriseidet bru nærmest demningen. Dette blir en adkomstveg til Kilenområdet sørøst for Farrisvannet.

Oppsummert er de viktigste konstruksjonene i det nye lokalvegssystemet (Statens vegvesen, 2010):

- **Farrisbrua.** Ny 4-felts motorvegbru bygges over Farrisvannet. Eksisterende E18-bru over Farriselva lengre sør rives.
- **Hamnerdalen bru.** Ny 4-felts lokalvegsbru som ligger sør for Farrisbrua.
- **Farris eidet bru.** Ny mindre bru ved demning i sørenden av Farrisvannet. Er en del av lokalveg mellom Skiensvegen og adkomstveg til Kilenområdet sørøst for Farrisvannet. Eksisterende bru rives.
- Ny kryssløsning i Hamnerdalen. Nye rundkjøringer på hver side av Hamnerdalen bru
- Ny rampe tilkoblet E18 og den østlige rundkjøringen. Eksisterende E18-trasé kobles til vestlig rundkjøring og benyttes som lokalveg.
- Skiensveien, Fv.302 Brunlanesveien og Fv.303 Møllegata kobler seg til nye rundkjøringer på hver side av Hamnerdalen.



Figur 4. De viktigste delene i det nye lokalvegssystemet i Hamnerdalen

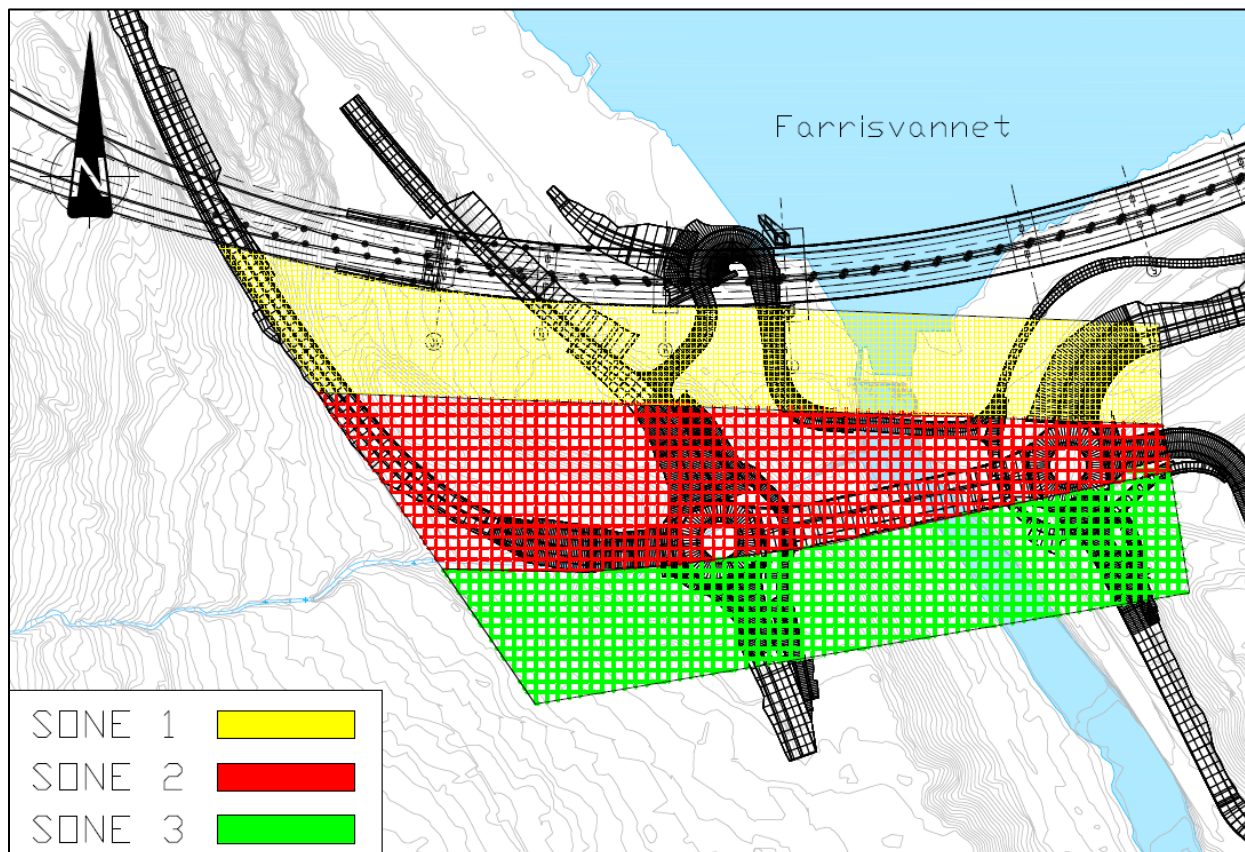
### 3.3 TRAFIKKAVVIKLING

Hamnerdalen er et viktig knutepunkt for trafikken til og fra Larvik by. Her kobler lokalvegene seg til E18 og området blir derfor en naturlig innfartsåre for den sentrumsnære trafikken. Neste tilkobling til E18 ligger omtrent 5 km nordøst for Hamnerdalen ved Bommestad. Fra dette krysset går trafikken på Fv. 40 langs Lågen i det østlige området av Larvik. Vegsystemet øverst i



Hammerdalen er derfor et sårbart punkt, og en eventuell stenging av vegene vil ha store konsekvenser for Larvikstrafikken. Hvis trafikk ikke kan krysse bruene over Hammerdalen må all trafikk til og fra E18 skje via krysset ved Bommestad. Dette vil sannsynligvis føre til en voldsom trafikkøkning på lokalveger, som igjen fører med seg store innvirkning på trafikksikkerhet og nærmiljø.

Det er essensielt at trafikk kan krysse over Hammerdalen samtidig som utbygging av prosjektet E18 Sky-Bommestad foregår. Det vil være utfordrende å koordinere rivning og bygging av bruer samtidig som trafikken skal kunne føres over dalen. På en annen side er det mange bruer som kan benyttes, og ved god planlegging kan man ta nytte av de gamle bruene til midlertidig trafikkavvikling før de rives. Det vil bli vesentlig større utfordringer ved å koordinere lokalvegsutbyggingen parallelt med bygging av en ny dobbeltsporet jernbane over Hammerdalen. Det skal da et nytt stort element inn på et allerede trangt område, og for at dette skal la seg gjøre må en utbyggingskabal gå opp. Det vil derfor bli enda flere utfordringer knyttet til trafikkavvikling under selve byggefasen.



Figur 5. Soneinndeling av lokalvegssystemet i Hammerdalen

Området er delt inn i tre soner for å gi en enklere beskrivelse av hvilke elementer som blir berørt av en ny jernbanetrasé over Hammerdalen. Hver sone inneholder deler av lokalvegssystemet og

det vil være forskjellige utfordringer knyttet til utbygging og midlertidig trafikkavvikling, avhengig av hvilken sone jernbanen ligger i. Figur 5 viser hver sone opptegnet med fargekoder.

#### Sone 1 (Gul)

Denne sonen beskriver den nordligste delen av Hammerdalen med Farrisbrua som avgrensning i nord, og med Farriseidet bru som avgrensning i sør. En jernbanetrasé gjennom gult område vil krysse svært nære demningsanlegget sør i Farrisvannet, enten over selve Farrisvannet eller over Farriselva. Videre er det flere lokalveger som vil komme i kollisjon med en jernbanelinje, der iblant Skiensveien og lokalveg tilknyttet Farriseidet bru. I den vestlige enden av sonen vil en jernbanelinje gå inn i fjell under Martineåsen, og en tunnelportal vil kunne komme i konflikt med eksisterende trasé for E18. I østlig ende av sonen vil en jernbanelinje krysse av- og påkjøringsrampen for E18 tilknyttet den østlige rundkjøringen.

#### Sone 2 (Rød)

Rød sone omfatter den midterste delen av lokalvegsystemet i Hammerdalen. Både Hammerdalen bru og Farriseidet bru ligger innenfor denne sonen som begrenses av rundkjøring i øst og eksisterende E18 i vest. En jernbanetrasé gjennom rød sone vil komme i konflikt med minst en av rundkjøringene og/eller Skienesveien nord for den vestlige rundkjøringen. I vestlig ende av sonen vil en jernbanelinje kunne komme i konflikt med eksisterende E18-trasé.

#### Sone 3 (Grønn)

Denne sonen beskriver den sørligste delen av lokalvegsystemet i Hammerdalen. Den østlige rundkjøringen, Hammerdalen bru og vestlig rundkjøring ligger som avgrensninger i nord. En jernbanetrasé gjennom denne sonen må krysse Fv. 303 Møllegata, i tillegg vil linja komme i konflikt med Fv 302 Brunladsveien eller vestlig rundkjøring. Det kan også komme til konflikt med eksisterende E18, avhengig av hvor langt nord en jernbanetrasé ligger i denne sonen.

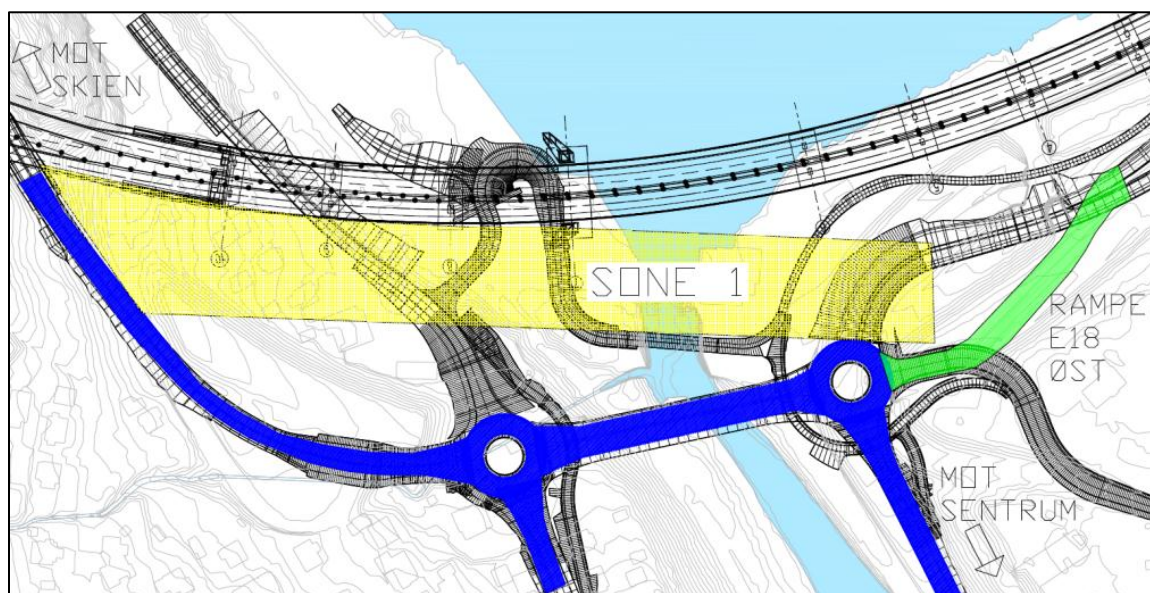
Med bakgrunn i soneinndelingene er det sett nærmere på mulighetene for trafikkavvikling over Hammerdalen. Statens vegvesen har allerede planlagt utformingen av lokalvegsystemet, men byggestart vil ikke være før Farrisbrua er ferdigstilt. Det er antatt at planene for lokalvegsprosjektet kan endres på, slik at en bedre koordinering mellom veg- og jernbaneutbygging kan skje. Likevel må det legges til grunn at trafikk skal kunne krysse over Hammerdalen, tross lite tilgjengelige arealer og stor byggeaktivitet. Hvordan er slik trafikkavvikling skal la seg gjøre er helt avhengig av hvor jernbanetraséen vil krysse, og følgelig hvilke bruer som blir berørt av dette.

Nedenfor er det gitt en presentasjon av hvilke muligheter som finnes for trafikkavvikling parallelt med en jernbaneutbygging. Det er store forskjeller avhengig av hvilken sone jernbanetraséen ligger i. Det presiseres at dette kun viser prinsippet for trafikkavvikling over Hammerdalen.

På figur 6, 7 og 8 er blå linje midlertidig veg for trafikk over Hammerdalen, gitt jernbaneutbygging i samme område.

### Trafikkavvikling med jernbanetrasé i sone 1

Siden denne sonen beskriver den nordre delen av lokalvegssystemet vil det være naturlig å føre trafikk over en bru lengre sør. Hvis en jernbanelinje blir lagt gjennom det gule området vil det være tilgjengelig plass til først å bygge ut begge rundkjøringer, Hammerdalen bru og flere tilhørende lokalveger. På figur 6 er det vist hvordan trafikken kan gå fra Larvik sentrum på Fv. 303 Møllegata, over en ny Hammerdalen bru, og videre på eksisterende E18 mot tilkobling til nye E18 lengre nordvest for Farrisvannet (blå linje). Rampe for tilkobling til E18 øst for Hammerdalen vil bli påvirket av en jernbanetrasé i sone 1, og en midlertidig rampe må bygges fra den østlige rundkjøringen. Det vil være flere måter å anlegge en slik rampe til E18, og et eksempel er vist med grønn linje på figur 6.

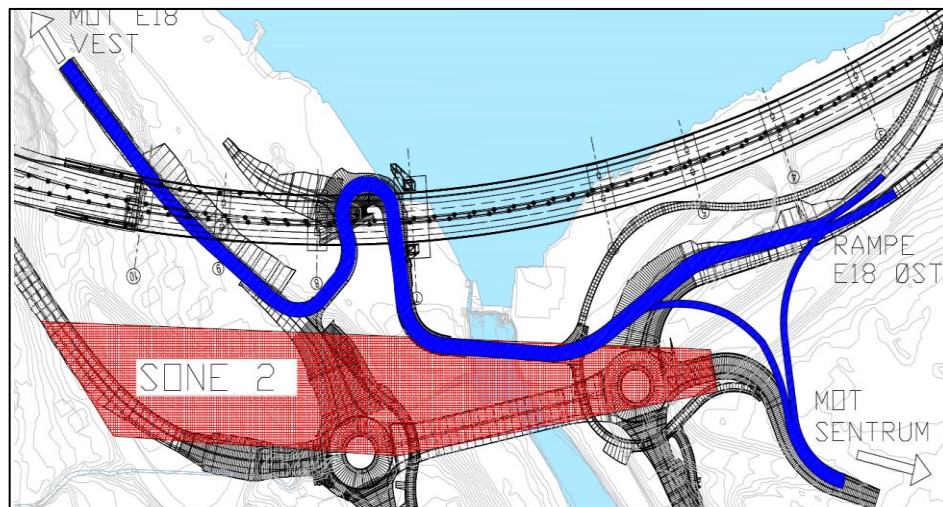


Figur 6. Prinsipp for trafikkavvikling, gitt jernbaneutbygging i sone 1

### Trafikkavvikling med jernbanetrasé i sone 2

En jernbanetrasé gjennom sone 2 kan gi store utfordringer knyttet til trafikkavvikling, og utbyggingen vil komme i direkte konflikt med både eksisterende bruer og nye bruer. Den østlige rundkjøringen er tenkt lagt på toppen av en kulvert for jernbanen, noe som gjør at rundkjøringen må bygges til slutt. Av den grunn er det på figur 7 vist et prinsipp for omkjøring over Bergeløkka med tilknytting til Larvik sentrum. Denne midlertidige omkjøringen er tenkt til å gå over ferdigbygd jernbanestasjon på Bergeløkka. Trafikken er tenkt til å gå over Farriseidet bru og videre vestover på Skiensveien for tilkobling til ny E18 vest. Mot øst vil trafikken føres på planlagt rampesystem for tilkobling mot nye E18 øst.

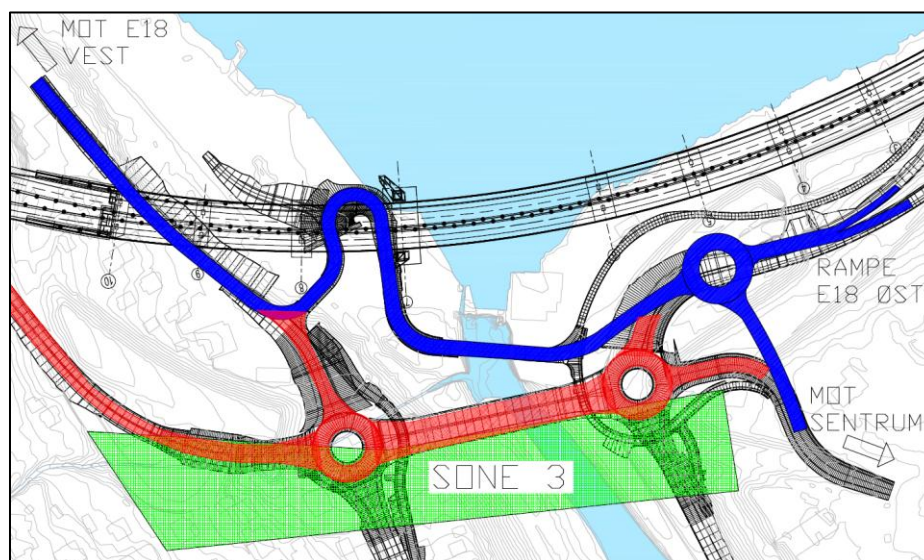




Figur 7. Prinsipp for trafikkavvikling, gitt jernbaneutbygging i sone 2

### Trafikkavvikling med jernbanetrasé i sone 3

En jernbanetrasé som ligger sør for nye Hammerdalen bru vil ikke komme i konflikt med vegsystemet lengst nord i Hammerdalen. Trafikk kan føres over Farriseidet bru og knytte seg til nye E18 i øst og vest på samme måte som beskrevet tidligere for sone 2. På figur 8 er dette vist med blå linje. En midlertidig rundkjøring er lagt øst for Farriselva for å vise et nytt prinsipp for tilkobling mot lokalveg inn mot sentrum.



Figur 8. Prinsipp for trafikkavvikling, gitt jernbaneutbygging i sone 3

En jernbanetrasé i grønn sone vil stenge Fv. 303 Møllegata for utbygging, og avhengig av hvor langt nord linja ligger kan utbygging av vestlig rundkjøring rammes. Bli jernbanen liggende lengre sør i



det grønne området vil det være mulig å bygge ut planlagte rundkjøringer og Hammerdalen bru. Trafikken blir dermed avviklet som vist på rød linje. For tilkobling til Larvik sentrum ledes trafikk fra østlig rundkjøring og på lokalveg over Bergeløkka.

Løsningene for trafikkavvikling som er vist på figur 6, 7 og 8 er gjort med utgangspunkt i planene for nytt lokalvegsystem i Hammerdalen. Figurene viser prinsippet og bakgrunnen for hvordan trafikk kan krysse dalen parallelt med jernbaneutbygging i en av sonene. Når en endelig lokalisering for jernbanen er bestemt kan en mer detaljert vurdering av trafikkavviklingen gjøres. Det vil da være naturlig å vurdere hvilke deler av dagens vegsystem som kan benyttes. For eksempel kan en av dages bruer bli stående en stund for å føre trafikk over Hammerdalen, og siden rives når jernbanen er bygd ut over dalen. Både dagens vegsystem og det planlagte systemet bør være med i trafikkavviklingskabelen.

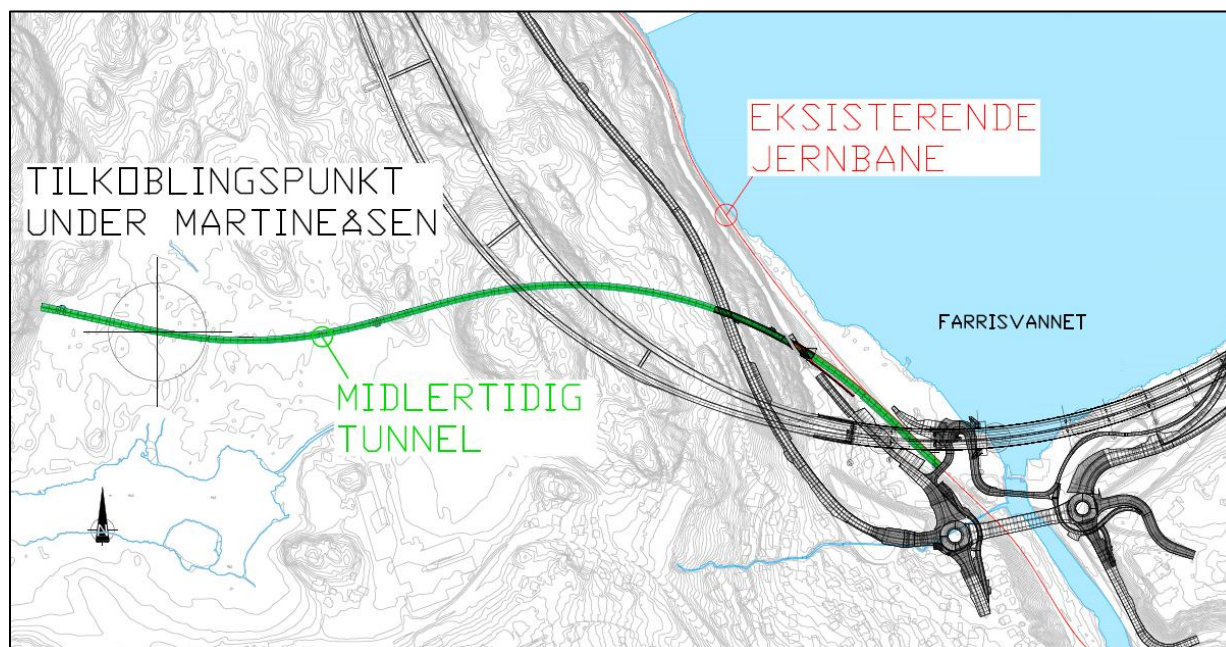
I kapittel 7 er det gitt en mer detaljert vurdering av trafikken gjennom Hammerdalen for forskjellige jernbanetraséer.

### 3.4 JERNBANEUTBYGGING FARRISEIDET – PORSGRUNN

Som en del av moderniseringen av Vestfoldbanen bygger Jernbaneverket nytt dobbeltspor mellom Farriseidet og Porsgrunn. Byggestart for den 23 km lange strekningen startet opp i 2012 og skal etter planen stå ferdig sommeren 2018. Dagens jernbanelinje mellom Larvik og Porsgrunn er over 130 år gammel og i dårlig stand. Av den grunn skal det bygges en ny trasé gjennom syv tunneler og over ti bruer, og med en sporgeometri som tillater hastigheter opp mot 250 km/t. Reisetiden mellom Larvik og Porsgrunn vil reduseres fra 34 til 12 minutter (Jernbaneverket, 2013a).

Utbyggingen på Vestfoldsiden er samlet til én entrepris hvor det skal bygges fra Farriseidet til Solum ved grensen til Telemark. En stor del av denne entreprisen er en 3670 meter lang tunnel under Martineåsen og fram til Paulertjønn (Jernbaneverket, 2013a). Fra et punkt under Martineåsen er det planlagt å drive en midlertidig tunnel som kobler seg på dagens jernbanelinje nordvest i Hammerdalen. Denne midlertidige tunnelen skal holde trafikken i gang fram til et nytt dobbeltspor bygges forbi Larvik.

I kapittel 7 vurderes ulike traséalternativ gjennom Hammerdalen og videre vestover under Martineåsen. Det blir gjort en vurdering av hvor godt traséalternativene treffer tilkoblingspunktet. Det er ikke satt som et krav at en linje skal treffe direkte på tilkoblingspunktet, men i stedet antatt at Jernbaneverkets planer kan endres ved at punktet blir flyttet på. På figur 9 er tilkoblingspunktet markert med et kryss, midlertidig tunnel med grønn linje, og dagens jernbanelinje med rød farge. Det presiseres at vurderingene om tilpassing til tilkoblingspunktet er gjort på et overordnet nivå. Ved et endelig valg av ny trasé gjennom Larvik må det gjøres en mer detaljert prosjektering for tilkoblingen mellom den nye traséen og planlagt trasé mellom Farriseidet og Porsgrunn. Likevel viser prosjekteringen i denne oppgaven om traséalternativene kan treffe direkte på tilkoblingspunktet, eller eventuelt hvor langt unna traséen blir liggende.



Figur 9. Tilkoblingspunkt under Martineåsen

## 4. NY STASJON PÅ BERGELØKKA

I denne oppgaven er det forutsatt en ny plassering av jernbanestasjonen i Larvik. Dagens stasjon ved Larvik havn er tenkt flyttet lengre nord til det gamle industriområdet ved Bergeløkka. Det er knyttet store utfordringer til bygging av en ny stasjon i Larvik, og Bergeløkka er ingen unntak. Her vil store mengder løsmasser gjøre sitt for å vanskeliggjøre anleggsarbeidet. I dette kapitlet blir det sett nærmere på Bergeløkka og de lokale grunnforholdene, samt utfordringene ved å anlegge en ny jernbanestasjon i dette området.

### 4.1 BERGELØKKA

Bergeløkka er et område som befinner seg nord for Larvik sentrum. Bøkeskogen ligger som en avgrensning i øst, Hammerdalen i vest, og Farrisvannet og E18 i nord.



Figur 10. Oversiktsbilde av Hammerdalen, Farrisvannet og Bergeløkka (Finn.no, 2013)

Bergeløkka utgjør et område på omtrent 80 000 m<sup>2</sup> med frie arealer etter at cellulosefabrikken Larvik Cell ble nedlagt i 2009. I dag står Fritzøe Eiendom AS som eier, og det er planlagt videre utvikling av tomten i framtiden (Fritzøe Eiendom AS, 2013b). I den østlige delen av Bergeløkka ligger det et tennisanlegg og en trafostasjon. En stor korridor med høyspentledninger strekker seg langs grensen til Bøkeskogen og parallelt med dagens E18. I den sørlige delen av Bergeløkka ligger det flere eneboliger og rekkehus, samt en gjestegård.





Figur 11. Oversiktsbilde av dagens bebyggelse på Bergeløkka (Finn.no, 2013)

Terrenget på Bergeløkka har sitt høyeste nivå i den sørlige og østlige delen av området. Fra tennisbanene, trafostasjon og grensen mot Bøkeskogen ligger terrenget på kote +50 moh. eller høyere. Terrenget faller gradvis vestover mot Hamnerdalen og nordover mot E18, ned mot en kote på +40 moh.

## 4.2 GEOLOGI OG GRUNNFORHOLD

Den kvartærgeologiske historien for området rundt Farriseidet viser at løsmasser ble avsatt i forbindelse med isavsmelting og breframstøt mot slutten av siste istid. I øst-vestlig retning strekker det seg en velkjent endemorenerygg (Ra-morene) som resultat av et breframstøt. Ryggen ble avsatt under daværende havnivå, noe som forklarer løsmassenes maritime oppbygging og sammensetning. Etter istiden har landheving ført til at Ra-ryggen er løftet opp over havnivå, og videre slik at det har demmet opp Farrisvannet (Statens vegvesen, 2006).

For over 10 000 år siden sto brefronten av innlandsisen ved Farriseidet, og smeltevann førte med seg løsmasser til framsiden av breen. Da breen stadig trakk seg tilbake ble det ved utløpet avsatt grove masser av type sand og grus. Disse grove massene ble liggende igjen over det underliggende

fjellet, og de finere massene ble sedimentert til å ligge i lag over de grove massene. Etter hvert som brefronten beveget seg fram og tilbake gjentok denne prosessen seg, og et komplisert lagnettverk av fine stoffer og grove masser bygde seg opp. Isen smeltet og landhevingen løftet Ra-morene over havnivået. Til slutt ble Farrisvannet demmet opp bak Ra-morenen og store deler av moreneryggen ble erodert bort av Farriselva som renner fra Farrisvannet ned til Larviksfjorden. De eroderte massene ble avsatt som silt og sand i Hammerdalen. I den senere tid og fram til i dag har masser som tidligere er erodert av Farriselva blitt transportert enda lengre ut i Larviksfjorden. Dette har ført til at topplag av finstoff fjernes og at de grove underliggende massene blir værende (Statens vegvesen, 2006).

Den kvartærgeologiske historien forteller bakgrunnen for dagens grunnforhold i Hammerdalen. Løsmassene består her av overkonsolidert morene som ligger over lag av mer permeable masser «Forprosjekt – Kryssing av Hammerdalen» utført av Norconsult og Jernbaneverket omtaler grunnundersøkelser som er gjort i området, og det er i sentrale Hammerdalen boret til ca. 100 meter før antatt berg eller faste masser. Lengre nordøst er det registrert løsmassetykkelse som varierer fra ca. 15 til 60 meter (Norconsult og Jernbaneverket, 2013).

På Bergeløkka er grunnen preget av store mektigheter av morene med lag av sand. Det er boret ned til 53 meters dyp i den nordøstre delen uten å treffe berg. Fra andre borpunkter viser resultater at det ligger løsmasser i 10-20 meters dybde før fast fjell er registrert. En stasjon på Bergeløkka er vurdert til å ligge rundt kote +20,0 for SOK. Boringer viser fjell på kote +20,0 til +30,0, og en stasjon må derfor bygges i løsmasser med eventuelt nedre del av stasjonen i berg (Norconsult og Jernbaneverket, 2013).

#### Hydrologi:

De hydrologiske forholdene i og rundt Hammerdalen er spesielle og må vurderes nøye ved større anleggsprosjekter i området. Det er antatt at det finnes et utbredt system av vannførende permeable lag gjennom løsmassene, og at dette systemet står i forbindelse med Farriskilden. Av den grunn kan en endring i grunnforholdene ha store konsekvenser for egenskapene til kilden som tappes hos Ringnes sør i Hammerdalen. Fundamentering i overkonsolidert morene er sett som det tryggeste i forhold til grunnvannsforekomsten. Bergeløkka ligger først og fremst på overkonsolidert morene (Norconsult og Jernbaneverket, 2013)

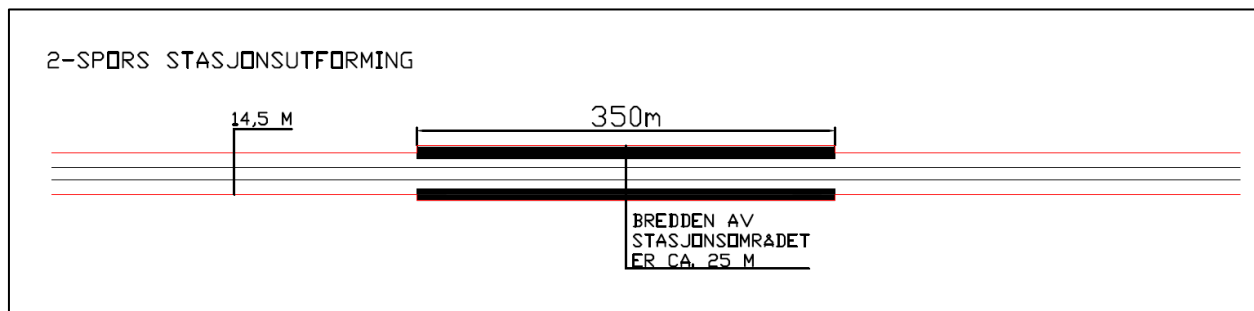
I «Sluttrapport fra arbeidsgruppen for vurdering av forholdet mellom ny E18 og Farriskilden», utarbeidet av Statens vegvesen, er det blant annet vurdert et alternativ med løsmassetunnel mellom Bøkeskogen og Farriseidet. Det er konkludert på et overordnet nivå at sannsynligheten for påvirkning av Farriskilden er lav (Statens vegvesen, 2006).

Selv om en stasjon i løsmasser på Bergeløkka vil ha liten eller ingen innvirkning på Farriskilden er det viktig å ha kontroll på grunnvannstand, både under byggefasen og i ettertid. Det er gjort poretrykkmåling i et punkt ca. 50 m fra ny rundkjøring øst for Farriselva, og grunnvannstanden ligger her på kote +20,4. Dette punktet ligger i den vestlige delen av Bergeløkka, men gir likevel en indikasjon på hvor dypt grunnvannet ligger (Statens vegvesen, 2011).

### 4.3 STASJONSUTFORMING

En ny jernbanestasjon på Bergeløkka vil oppta store arealer, og på den måten sette et klart preg på området. Bergeløkka har en begrenset utstrekning hvor det fra Bøkeskogen i øst er omtrent 450 meter i luftlinje over til Hammerdalen i vest. Det er ikke sett som aktuelt å anlegge en 4-spors stasjon i løsmassene, da en slik stasjonsløsning vil være opp mot 1 km lang. Dessuten vil dette gi uforholdsmessig store dimensjoner knyttet til utgraving og sidestabilisering av løsmasser.

Denne oppgaven tar utgangspunkt i en 2-spors stasjon med plattformlengde 350 m. Dette tilfredsstiller krav om plattformlengde til fjerntrafikk gitt i Teknisk regelverk Plattform kan legges på en rettlinj eller i en kurve, gitt at kurven har horisontalradius større enn 2000 m og en maksimal overhøyde på 80 mm (Jernbaneverket, 2013b). Bredden på stasjonsområdet med plattform er satt til 25 m, gitt sideplattformer og to spor i midten. Figur 12 viser prinsippskisse for en 2-spors stasjon under bakken på Bergeløkka (Norconsult og Jernbaneverket, 2013).



Figur 12. Prinsippskisse for en 2-spors stasjon under bakken på Bergeløkka.

### 4.4 ANLEGGSTEKNSIKE UTFORDRINGER

En ny 2-spors stasjon på Bergeløkka vil være et prosjekt med mange utfordringer knyttet til anleggsarbeider i løsmasser. Det er gitt at stasjonen skal legges under bakken, og med grunnforhold med store mektigheter av morene vil det bli høye skjæringer og avansert spunting til store dybder.

#### 4.4.1 ANLEGGSMETODER

I Norge er vi kjent med store utbyggingsprosjekter i vanskelige grunnforhold. Dårlig bergkvalitet, løsmasser eller kvikkleire er vanlige elementer å møte på i dette landet, være seg i prosjekter knyttet til olje- og gasssektoren, kraftutbygging eller veg- og jernbaneutbygging. Et pågående prosjekt som kan sees i sammenheng med en ny stasjon i løsmasser på Bergeløkka er utbyggingen av Strindheimstunnelen i forbindelse med Statens vegvesens sitt prosjekt «E6 Trondheim – Stjørdal». Strindheimstunnelen er en 2.1 km lang fjelltunnel mellom Strindheim og Møllenberg i Trondheim

som skal åpnes for trafikk i 2014. På Møllenberg anlegges det en betongtunnel på ca. 350 m i svært vanskelige grunnforhold (Statens vegvesen, 2013c).

Betongtunnelen på Møllenberg er støpt i en 22-26 m bred byggegrop hvor det er gravd ned til 22 meters dyp. Gropa er etablert i et trangt byområde med sårbar kvikkleire, og det er stilt særdeles strenge krav til deformasjoner på tilhørende bygg. For å håndtere den vanskelige kvikkleira er det brukt en avansert rørsputning metode sammen med kalksementstabilisering (Ruukki, 2013).

Byggegroppa på Møllenberg har nesten tilsvarende dimensjoner som en 2-spors jernbanestasjon i løsmasser på Bergeløkka. Dette viser at bygging av en stasjon på Bergeløkka kan sees i sammenheng med et allerede gjennomført prosjekt i Norge. Det er viktig å påpeke at byggegropa på Møllenberg er preget av mye vanskeligere grunnforhold enn det som høyst sannsynlig er å finne på Bergeløkka. Her vil de faste morenemassene føre til enklere sikringstiltak og mindre komplisert fundamentering enn det som har blitt gjort på Møllenberg. Rørsputning sees som en lite aktuell metode på Bergeløkka, da det vil være et unødvendig dyrt og avansert system. De faste morenemassene vil kunne inneholde større steiner som kan vanskeliggjøre rørsputningen (Rønning, 2013).

Andre byggemetoder vil være mer aktuelt for en stasjon i løsmassene på Bergeløkka. Det er antatt at grunnforholdene består av faste morenemasser, men det må presiseres at det må gjøres en bredere grunnundersøkelse av området ved en mer detaljert planlegging. Følgende metoder er sett som mest aktuelle ved utbygging av stasjon på Bergeløkka (Rønning, 2013):

#### Rørvegg:

Spunting med en klassisk rørvegg hvor det dannes en jordskerm mellom rørene. Pute og avstivning benyttes på andre siden av rørene. Dette vil være en billigere løsning enn typen rørsputning som er brukt ved bygging av løsmassetunnelen på Møllenberg i Trondheim.

#### Stasjon i løsmassetunnel

En metode er å anlegge stasjonen under jorda som en del av en løsmassetunnel. Med denne metoden unngår man å grave ut løsmassene over stasjonen. Det kan brukes horisontale jetpeler som injiserer en skjerm i forkant for å sikre stabilitet i løsmassene. Betongelementer støpes etter hvert som tunnelen drives fremover, og trykkstyrken i den støpte betongbuen benyttes til tilstrekkelig bæreevne. En annen metode vil være å fryse ned løsmassene i forkant, hvor det kan drives framover og støpes en permanent tunnelprofil i løpet av fryseperioden. Det er gjort en del erfaringer med fryseteknikk fra diverse prosjekter i Europa, men denne teknikken er både dyr og tar tid. Fryseteknikk fungerer dårlig hvis massene rundt består av mange vannførende lag med stor vannhastighet.

##### Kombinasjonsløsning – kombinert jordnagling og spuntvegg

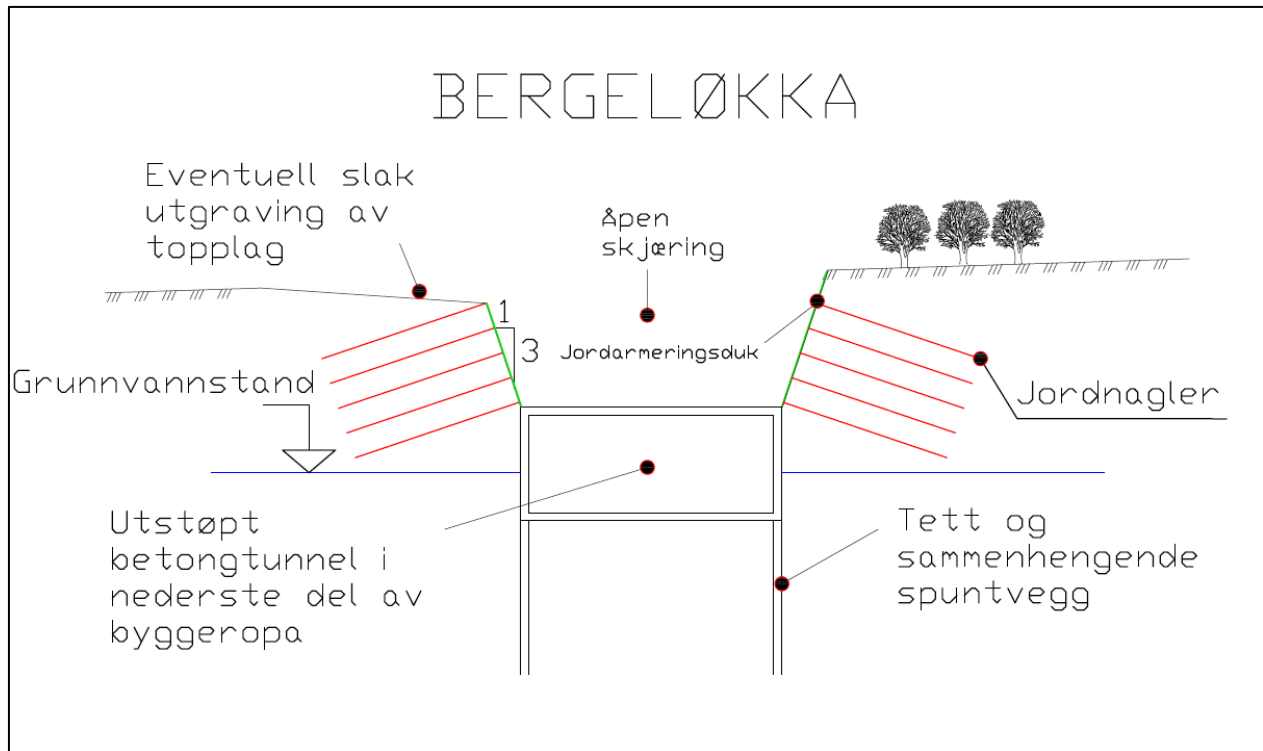
For å anlegge en jernbanestasjon under bakken på Bergeløkka er det sett som en god løsning å kombinere to forskjellige metoder for sidestabilisering. Det kan være kostnadsbesparende å utnytte en enkel og rimelig løsning i det øverste laget av byggegropa. I de dypere lagene vil situasjonen være mer komplisert, og en dyrere og mer avansert spuntmetode må bli tatt i bruk her.

Kombinasjonsløsningen tar utgangspunkt i en relativ enkel og vanlig utgraving i topp. Jordnagler kan bores skrått inn i løsmassene med en senteravstand på 1,5 – 2,0 m. Mellom jordnaglingen og den utgravde gropen sikres det med en kraftig jordarmeringsduk. De enkle forholdene endres når gravingen kommer ned mot grunnvannsnivå, hvor det må stilles strenge krav til vanninntrenging i byggegropa. Under grunnvannsnivået er det viktig at byggegropa er tilstrekkelig tett for å unngå vanninnsig under byggefasen, men like viktig er det å sikre mot drenering av områdene rundt pga. senkning av grunnvannet i ettertid. Det sees derfor som aktuelt å etablere en sammenhengende spuntvegg i den nederste delen av byggegropa for å skape en kontinuerlig tett skjerm mot tilstøtende løsmasser.

Grunnvannstanden på Bergeløkka er antatt til å ligge høyere enn laveste punkt for en jernbanestasjon utgravd i løsmassene. Det er gjort poretrykksmåling i et punkt vest på Bergeløkka som viser grunnvannstand på kote +20, 4 (Statens vegvesen, 2011). Flere målinger må gjøres for å sikre en tilstrekkelig oversikt av grunnvannstanden i området. Figur 13 viser prinsippet bak en løsning med kombinert jordnagling og spuntvegg

Betongtunnelen på Møllenberg i Trondheim er bygd midt i et tett sentrumsstrøk omringet av bolighus og stor trafikk. På Bergeløkka er tilgangen på fire arealer mye bedre og det sentrale stasjonsområdet vil sannsynligvis ikke være i direkte konflikt med annen bebyggelse. Frie arealer muliggjør en enklere utgraving av løsmassene i topp av byggegropa. Øverste jordlag kan graves ut med en begrenset skråningsvinkel for å unngå dyrt spuntarbeid. Jordskjæring i toppen av gropa vil stå av seg selv. Dette vil kreve både store arealer og fjerning av mer løsmasser, men til gjengjeld vil det kreve mindre ressurser til stabilitetssikring.





Figur 13. Prinsipp for kombinasjon av jordnagling i topp og spuntvegg i bunn

Med erfaringer fra løsmassetunnelen på Møllenberg i Trondheim vil følgende punkter være spesielt viktige ved planlegging av stasjon utgravd i løsmasser på Bergeløkka (Rønning, 2013):

- Høy grunnvannstand vil være utfordrende, da dette kan vanskeliggjøre en tørr byggegrop under bygging. Enda større utfordringer kan komme etter ferdigstillelse, da vanninntrenging over tid kan føre til drenering og skader på lokalmiljøet. En tett byggegrop vil sammen med kontroll på grunnvannstanden være to veldig viktige faktorer.
- Fjellkvaliteten er avgjørende og kan gi like store utfordringer med grunnvannstanden som for bygging i løsmasser. Dårlig fjell med mange vannførende lag gir problemer med vanntetting.
- Graving ned mot 25 m og dypere gir utfordringer. Økende vanntrykk gir strengere krav til permanent vannsikring. Det vil være behov for vesentlig dyrere, og mer komplisert vannsikring ved utgraving til store dyp.



## 5. LOKALE FORHOLD I HAMMERDALEN

Forholdene nord i Hammerdalen er preget av et utbredt vegsystem som på grunn av lokale terrengvariasjoner krysser dalen i forskjellige høydenivåer. Ved bygging av en jernbanetrasé gjennom dette området er det flere lokale forhold som det må tas hensyn til.

### 5.1 BYGGEHØYDE OVER FARRISELVA

I forbindelse med «Forprosjekt - kryssing av Hammerdalen» utført av Norconsult og Jernbaneverket, er det utarbeidet en modell for å beskrive de hydrauliske forholdene nedenfor eksisterende dam ved Farrisvannet. Modellen kan brukes til å angi vannstanden rett nedfor dammen og videre nedover i Hammerdalen. Det presiseres at modellen verken er kalibrert mot kjente flomvannstander eller vurdert ut ifra nøyaktige tverrsnitt, og det kan derfor være unøyaktigheter i modellen.

Dammen ved Farrisvannet er av klasse 2, og det stilles krav til at dammen skal kunne lede forbi en  $1,5 \times Q_{1000}$  flom (1,5 x tusenårsflom). Pga. økt utbygging i området er det mulig at dammen i framtiden blir klassifisert som klasse 3. Dammen må da kunne lede forbi en PMF flom (påregnelig maksimal flom) uten at dammen blir skadet. Modellen har beregnet en vannstand rett nedenfor dammen på 21,8 moh. ved  $1,5 \times Q_{1000}$ , og 24,0 moh. ved PMF. Minimum høyde for topp laveste skinne (SOK) er angitt til å ligge 2,0 meter over vannstanden, hvor det er 1,5 m brukonstruksjon og overbygning, og 0,5 m med sikkerhetsmargin (Norconsult og Jernbaneverket, 2013).

Dette gir minste tillatte høyde for topp laveste skinne (SOK) rett nedenfor dam:

- 23,8 moh. for  $1,5 \times Q_{1000}$  ( $Q_{1000}$  = tusenårsflom)
- 26,0 moh. for PMF (påregnelig maksimal flom).

For å sikre bedre grunnlagsdata om flomvannstanden i Farriselva bør det utføres flere og mer avanserte beregninger. Likevel gir resultatene en god pekepinn på hvor høyt vannstanden ligger rett nedenfor dam ved Farrisvannet. Flomvannstanden vil gradvis ligge på lavere koter ettersom terrenget faller nedover i Hammerdalen.

### 5.2 MINSTE AVSTAND MELLOM VEG OG JERNBANEANLEGG

Jernbaneverkets Tekniske regelverk setter krav til minste avstanden mellom spormidt og skråningstopp på en veg som ligger i nærheten av jernbanen. I denne oppgaven er sikkerhetsavstanden vurdert ut ifra faren for at kjøretøyer kan komme ut i sporet, og dermed føre til

skade på seg selv eller andre. Dette vil være aktuelt for en trasé gjennom Hammerdalen, da lokalvegsystemet består av flere bruer liggende på forskjellige høydenivåer.

I Teknisk regelverk og delkapittel Underbygning/Prosjektering og bygging/Minste avstand jernbane-veg, er det vist til utregning av minste sikkerhetsavstand mellom veg og bane:

- Når vegen ligger i et høyere nivå enn skinnetopp kreves en sikkerhetsavstand ( $a$ ) på minst  $a = H + 9$  m, hvor  $H$  er nivåforskjell mellom skinnetopp og nærmeste topp vegbane.
- Når vegen ligger i samme nivå eller i et lavere nivå enn skinnetopp, men ikke lavere enn 2,5 m nedenfor skinnetopp, da kreves en sikkerhetsavstand på 9 m.
- Ligger skråningstopp lavere enn 2,5 m nedenfor skinnetopp kreves ingen sikkerhetsavstand med tanke på fare for utforkjøring ut i banen.

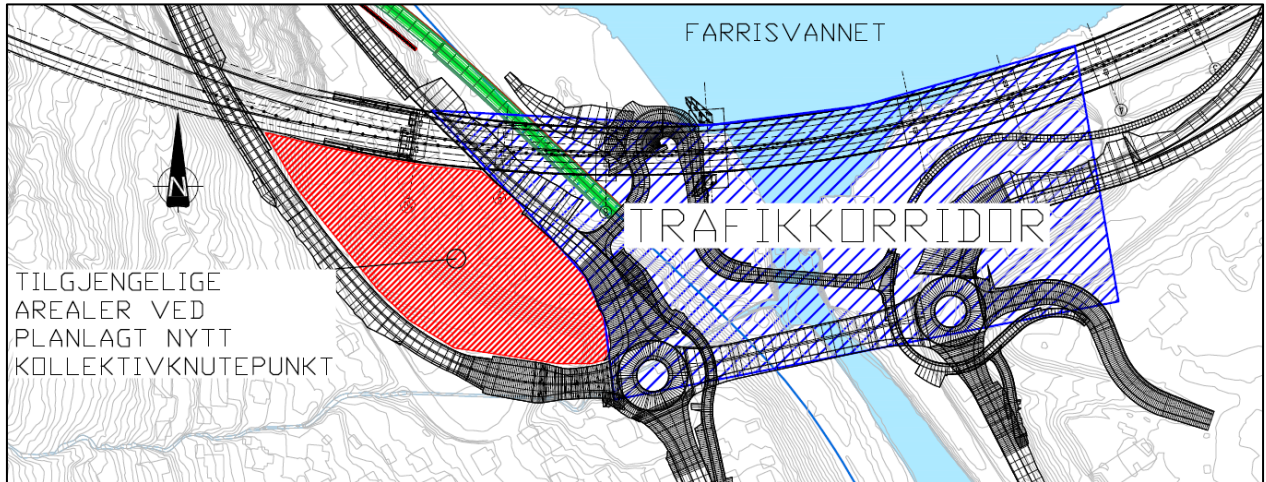
Krav om sikkerhetsavstand mellom veg og bane blir også vurdert ut ifra flere elementer, slik som for eksempel bygningstekniske vurderinger og hensyn til snøbrøyting. Denne oppgaven tar for seg trasévurderinger på et tidlig planstadiet, og det er vurdert som viktigst først å kartlegge sikkerhetsavstanden mot utforkjøring av kjøretøyer ut i sporet.

Dersom minimumsavstanden mellom jernbane og veg ikke overholdes krever Teknisk regelverk at det bygges tilfredsstillende sikringsanordninger. Kravene om de forskjellige sikkerhetsanordningene er nærmere beskrevet i delkapittel om minste avstand jernbane-veg.

### 5.3 TRAFIKKORRIDOR OG TILGJENGELIGE AREALER

I Hammerdalen danner lokalvegene og bruene en naturlig trafikkorridor over dalen. Det samme gjelder for de nye planene til States vegvesen, hvor den nye Farrisbrua i nord og Hammerdalen bru i sør danner yttergrenser for fremtidige trafikkorridor. Arealene inne i denne trafikkorridoren antas å være til liten nytte for andre, da det trange området blir preget av trafikk, støy og mange betongkonstruksjoner.

I forbindelsen med byggingen av nye Farrisbrua vil det oppstå frie arealer vest i Hammerdalen. Sør for den vestlige tunnelportalen til nye E18 er det planlagt å bygge et kollektivknutepunkt. Dette området kan utnyttes av en ny jernbanetrasé over Hammerdalen, da dette ikke vil føre til konflikt med eksisterende bebyggelse vest i dalen. Det er antatt at en jernbanetrasé kan benytte de tilgjengelige arealene sammen med et fremtidig kollektivknutepunkt, eventuelt at kollektivknutepunktet flyttes til et annet sted i området. Figur 14 viser områdene som beskriver trafikkorridoren og de tilgjengelige arealene vest i Hammerdalen.



Figur 14. Trafikkorridor og tilgjengelige arealer i Hammerdalen



## 6. PRESENTASJON AV TRASÉALTERNATIVER

Det er prosjektert til sammen seks traséalternativer for en ny dobbeltsporet jernbanelinje. Tre av alternativene er prosjektert ut ifra en maksimal tillatt hastighet på 200 km/t, og de tre andre alternativene representerer løsninger med en topphastighet på 250 km/t. De enkelte traséalternativene er utarbeidet ved hjelp av prosjekteringsverktøyet Novapoint 18.20 og Autocad 2012. Detaljerte prosjekteringstegninger ligger som bilag i et eksternt tegningshefte til denne oppgaven.

### 6.1 OM VALG AV TRASÉALTERNATIVER

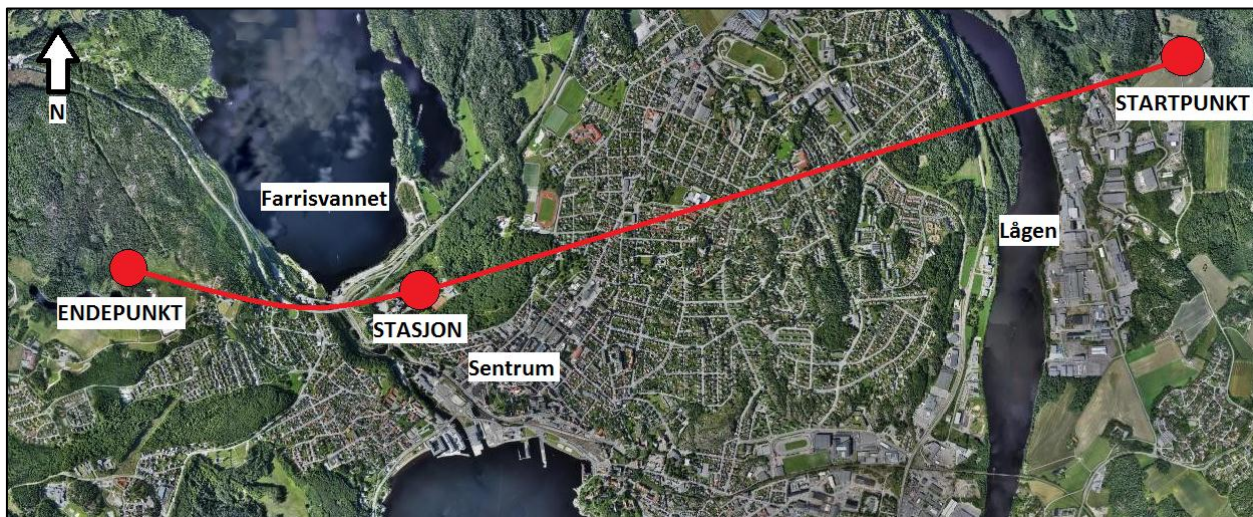
#### 6.1.1 BAKGRUNN

I forbindelse med prosjekteringen som er gjort i denne oppgaven er hovedfokuset lagt til Hammerdalen. Det er knyttet store utfordringer til horisontal- og vertikalgeometri for en ny jernbanelinje som skal krysse over denne dalen. Det er viktig at prosjekteringen omfatter en større utstrekning enn selve Hammerdalen, da tilstøtende kurvers egenskaper har en stor innvirkning på linjegeometrien over dalen. Med dette menes prinsippet om at en linje som kommer inn over den nordlige delen av Bøkeskogen vil gi en helt annen kurve over Hammerdalen, enn en linje som kommer inn over Bøkeskogen lengre fra sør. Prosjekteringen blir på samme måte preget av hvor linja gjennom Hammerdalen skal koble seg til ny trasé under Martineåsen.

Prosjekteringen er valgt til å starte i et punkt omtrent 1 km øst for Lågen. Dette punktet er valgt med utgangspunkt i det anbefalte konseptet fra konseptvalgutredningen til Vestfoldbanen, konsept VB 4C. , hvor linja kommer nærmest i rettlinje fra Sandefjord ned mot Lågen (Norconsult og Jernbaneverket, 2013). Videre er det gitt at jernbanelinjene skal gå gjennom den sentrale delen av Bergeløkka, slik at en best mulig stasjonsplassering lar seg gjøre. Endepunkt for prosjekteringsområdet er tilkoblingspunktet under Martineåsen tilknyttet utbyggingsprosjektet Farriseidet-Porsgrunn. Se kapittel 3.4 for nærmere beskrivelse av dette punktet.

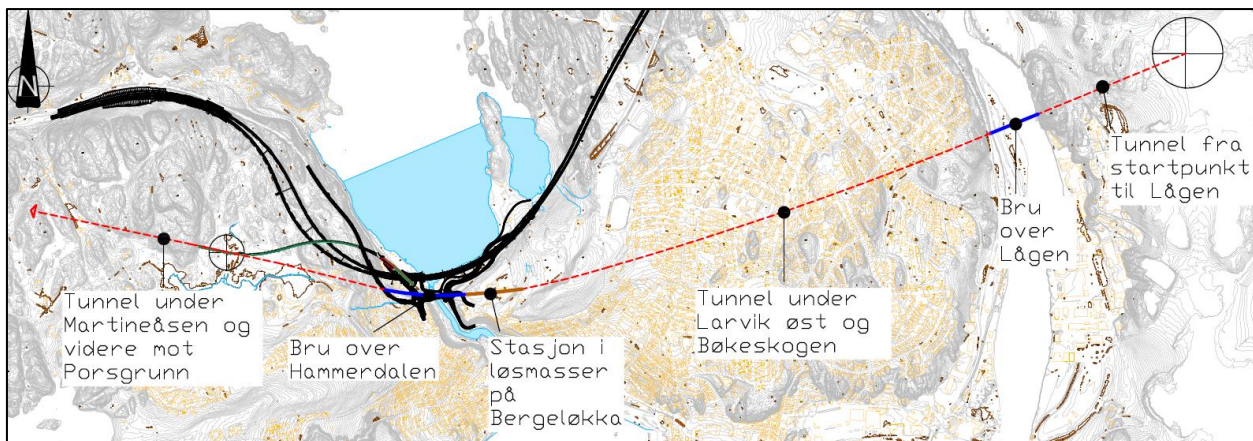
Dette har gitt prosjekteringen tre fastpunkter som ligger som bakgrunn for hvert alternativ. Av praktiske hensyn er det definert et startpunkt og et endepunkt, selv om det i virkeligheten vil gå trafikk i begge retninger. Alle profilnummer tar utgangspunkt i startpunktet øst for Lågen, og øker i vestlig retning. Innenfor dette skjelettet med et startpunkt, stasjonspunkt og endepunkt er det prosjektert traséer med ulike egenskaper. Hensikten har vært å ta for seg mange alternativer slik at man får en grundig vurdering av positive og negative sider.





Figur 15. Tre fastpunkter som bakgrunn for prosjektering av traséalternativer (Finn.no 2013)

Planleggingen av en ny dobbeltsporet linje gjennom Larvik er fortsatt i startgropa, preget av mange løse tråder, og det er derfor hensiktsmessig at man arbeider ovenfra og ned. Forprosjektet som er utført av Norconsult og Jernbaneverket har sett på forskjellige trasékonsepter gjennom Larvik, hvor trasé med stasjonsplassering på Bergeløkka er ett av konseptene. Prosjekteringen i denne rapporten tar dette arbeidet videre ved å se på mer detaljerte traséalternativer for kryssing over Hammerdalen på forskjellige steder. Riktignok innenfor et begrenset område, med Farrisbrua i nord og Hammerdalen bru i sør, men med hensikt at hvert alternativ gir en særegen kryssing av dalen. Alternativene som ligger mellom Farrisbrua og Hammerdalen bru danner en trafikkorridor i området bestående av veg og jernbane. To alternativ er valgt til å ligge sør for den nye planlagte Hammerdalen bru.



Figur 16. Fordeling av dagsoner og tunnelsoner for det prosjekterte området



Hvert alternativ er prosjektert etter det samme prinsippet, hvor trasé i tunnel faller fra startpunktet ned til Lågens østlige bredde. Lågen krysses med bru før trasé fortsetter inn i en omtrent 2,8 km lang tunnel fram til Bergeløkka. Tunnelen krysser under den østlige delen av Larvik før den bygger seg opp under Bøkeskogen. På Bergeløkka har trasé kommet opp til et nivå rundt kote +20,0 hvor en jernbanestasjon er tenkt bygd ut i løsmassene. Vest for stasjonen kommer traséen ut dagen og krysser over Hammerdalen på bru, og videre vestover går den inn i tunnel under Martineåsen. Avhengig av geometri vil traséen enten treffer direkte på tilkoblingspunktet, eller passere lengre sør. Figur 16 viser fordelingen av dagsoner og tunnelsoner for det prosjekterte området.

### 6.1.2 200 KM/T OG 250 KM/T

Valget mellom 200 km/t og 250 km/t er mye omtalt i forbindelse med IC-utbyggingen. Konseptvalgutredningen for Vestfoldbanen anbefaler et konsept hvor 250 km/t er gjennomgående topphastighet, men det er ikke tatt en fast politisk beslutning for hvilken dimensjonerende hastighet Intercity-triangelet skal ha. Det er valgt å se på traséalternativer for både 200 km/t og 250 km/t, da det er sett som viktig å holde mulighetene åpne fram til en beslutning blir tatt om dimensjonerende topphastighet. Selv om Vestfoldbanen blir bygd ut for 250 km/t kan det være aktuelt å gå ned til 200 km/t gjennom Larvik for å unngå ufordelaktige store investeringer.

### 6.1.3 ENDRING AV LOKALVEGSYSTEMET

Det er valgt å se på traséalternativer som krysser Hammerdalen samtidig som planene for nytt lokalvegssystem endres. For to av alternativene er den vestlige rundkjøringen flyttet 20 m lengre nord, slik at traséen kan krysse dalen på bru sør for Hammerdalen bru, uten at det oppstår kollisjon mellom bruene. Da utbyggingen av lokalvegssystemet ikke begynner før i 2017, og det fortsatt er tid til å gjøre om på planene, er det sett som aktuelt at Statens vegvesen endrer sine planer for å tilpasse seg utbygging av ny jernbanetrasé.

## 6.2 GEOMETRISKE KRAV OG REGLER

Prosjekteringen av trasealternativene er gjort med bakgrunn i Jernbaneverkets Tekniske regelverk. Det tekniske regelverket setter føringer for planlegging og utbygging av jernbaneanlegg, og det er i hovedsak regler for horisontal- vertikalgeometri under kapittel om Overbygning/Prosjektering som er benyttet i denne oppgaven.

Hammerdalen er et lite og trangt område hvor det er utfordrende å finne plass til en ny jernbanetrasé. I tillegg vil fastpunktene på Bergeløkka og under Martineåsen gjøre at den horisontale kurveradiusen har stor innvirkning på prosjekteringen. I tabell 1 vises kravene til minste tillatte horisontalradius for 200 km/t og 250 km/t.

Tabell 1. Minste tillatte horisontalradius for 200 km/t og 250 km/t (Jernbaneverket, 2013c)

	Normale krav	Minste krav
200 km/t	2400	1800
250 km/t	4000	2900

Det kan tillates en lavere traséstandard ved bruk av «minste krav» hvis «normale krav» fører til uforholdsmessige store investeringer. Enkelte av de prosjekterte traséalternativene har en geometri som faller utenfor «normale krav», men som ligger innenfor «minste krav». Dette gjelder for horisontalkurver gjennom Hammerdalen, hvor det er sett som fornuftig å vurdere alternativer med kurver under normalkravet, da disse gir en god tilpassing gjennom området. I tillegg er det gått ned til «minste krav» på enkelte alternativer for at traséen skal tilfredsstillende maksimal tillatt overhøyde på stasjonen.

Horisontalkurver, overgangskurver og tilhørende overhøyder er prosjektert etter krav gitt i tabeller i kapittel Overbygning/Prosjektering i Teknisk regelverk. På strekker med tilstrekkelig plass er det brukt større overgangskurver for å oppnå en større kjørekomfort. Denne nye lengden er begrenset til  $L_{VA} = 1,5L$

Andre dimensjonerende parametere som er brukt i prosjekteringen er gitt i tabell 2.

Tabell 2. Dimensjonerende parametere brukt ved prosjektering (Jernbaneverket, 2013c)

	Normale krav	Minste krav
$H_{maks}$ , maks verdi overhøyde	150 mm	150 mm
$\left(\frac{\Delta h}{L}\right)_{maks}$ . Grenseverdi for rampestigning	1:400	1:400
$I_{maks}$ . Grenseverdi manglende overhøyde	R < 600: 80 mm R > 600: 100 mm	R < 600: 100 mm R > 600: 130 mm
$I_{maks}$ . Grenseverdi for variasjon av den manglende overhøyden	25 mm/s (tilsvarer $\psi = 0,16$ m/s <sup>3</sup> )	70 mm/s (tilsvarer. $\psi = 0,46$ m/s <sup>3</sup> )
$\left(\frac{dh}{dt}\right)_{maks}$ . Grenseverdi for rampestigningshastighet	28 mm/s (tilsvarer 1:10 V)	V ≤ 120: 46 mm/s (tilsv. 1:6 V) V > 120: 35 mm/s (tilsv. 1:8 V)

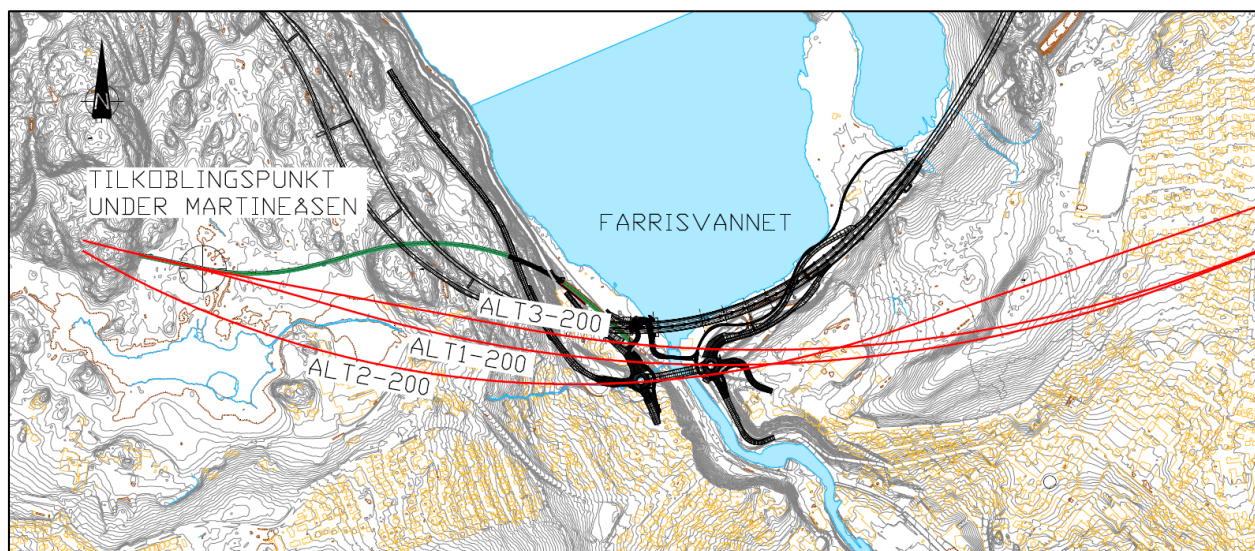
Det er prosjektert etter «normale krav» for minste lengde for avsnitt med konstant krumning. Sirkelkurver eller rette avsnitt på fri linje har minst en lengde tilsvarende 0,5 V.

For vertikaltraséen er det prosjektert etter «normale krav», hvor største bestemmende stigning/fall er 12,5 ‰. Dette gjør at krav om største tillatte stigning/fall på stasjon er tilfredsstillende. Minste kurveradier for vertikalkurver ligger også innenfor «normale krav», hvor minste  $R_V = 4000$  m.

### 6.3 TRASÉALTERNATIVER – 200 KM/T

Det er prosjektert tre traséalternativer med en dimensjonerende maksimal hastighet på 200 km/t. Normalkravet for minste tillatt radius til horisontalkurven er 2400 m.

Figur 17 viser en traséoversikt for de tre forskjellige alternativene. Det henvises til bilag 1 – 6 for detaljerte prosjekteringstegninger. Hvert alternativ begynner i startpunktet ca. 1 km øst for Lågen.



Figur 17. Oversikt av traséalternativer, 200 km/t

#### 6.3.1 ALT1-200

ALT1 – 200 går fra startpunktet ca. 1 km øst for Lågen og i tunnel videre vestover i en rettlinje. Lågen krysses med en ca. 300 m lang bro 11 m over vannet. Vest for Lågen går linja igjen inn i tunnel, og i en rettlinje faller traséen ned til laveste punkt på kote +6,2, omtrent 1,2 km fra Lågens vestre bredde. Fra dette lavbrekket er det en jevn stigning på 10,0 ‰ opp under Larvik øst og Bøkeskogen, fram til Bergeløkka, og i pr. 3327 går rettlinja over i en horisontalkurve på 3200 m som strekker seg fram til Hammerdalen og videre inn under Martineåsen. Traséen krysser Hammerdalen i dagen, men går inn i fjell under gamle E18 og treffer videre tilkoblingspunktet for ny trasé til prosjektet Farriseidet – Porsgrunn.

#### Geometri:

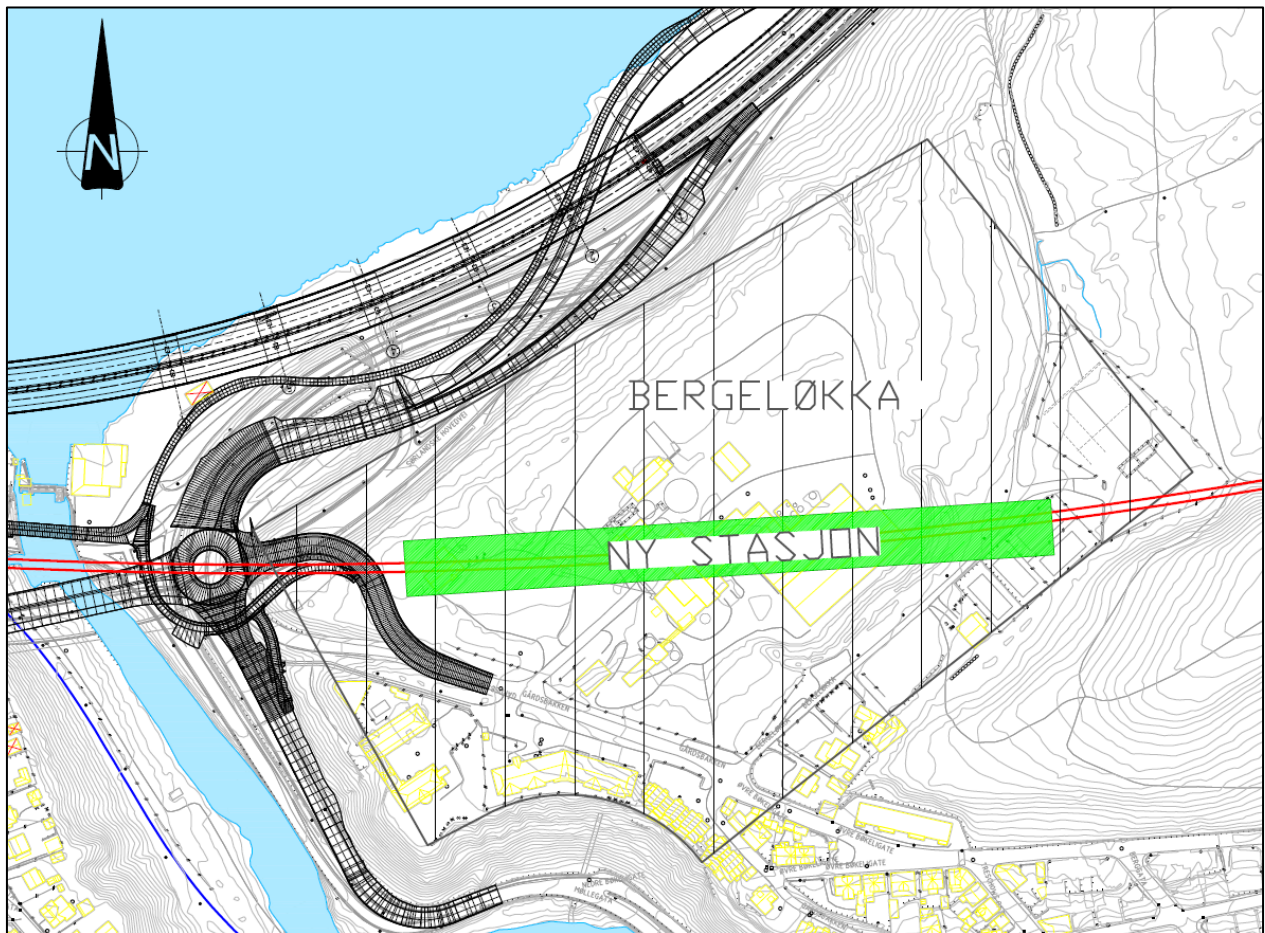
Horisontalkurvaturen består av en lang rettlinje før en sirkelkurve med radius 3200 m strekker seg gjennom Bergeløkka og Hammerdalen. Overhøyde på sirkelkurven er satt til 80 mm, og krav om maksimal overhøyde på stasjonen er overholdt. Overhøyde på sirkelkurven er innenfor normalkravet i Teknisk regelverk. Videre mot tilkoblingspunkt under Martineåsen går traséen over i en kort rettlinje og tilhørende overgangskurver. For vertikalgeometrien er det brukt kurver med

radius 20 000 m på begge sider av Lågen, samt for lavbrekk ved pr. 2369. Etter lavbrekket er det en stigning på 10,0 ‰ opp til Bergeløkka. På hver siden av Hammerdalen er det brukt vertikalkurver med radius 16 000 m for at traséen kan krysse dalen uten stigning. Vest for Hammerdalen er det en jevn stigning på 7,0 ‰ fram til tilkoblingspunktet under Martineåsen.

#### Stasjonsplassering:

Traséen kommer opp under Bøkeskogen og passerer under en trafostasjon i den østlige delen av Bergeløkka. Videre strekker den seg fram til rundkjøring øst for Hammerdalen bru, og en stasjon kan derfor plasseres rett under tomten til den nedlagte fabrikk Larvik Cell.

Det meste av stasjonen er prosjektert til å ligge i en stigning på 10,0 ‰, men noe av den vestlige delen vil bli liggende i en vertikalkurve på 16 000 m. Det er en gjennomgående horisontalkurvatur på 3200 m med overhøyde 80 mm for hele stasjonen. Overhøyden er innenfor normalkravene til Teknisk regelverk. Stasjonens østlige ende ligger med SOK på kote + 22,3, og den vestlige enden med SOK på kote + 25,4.

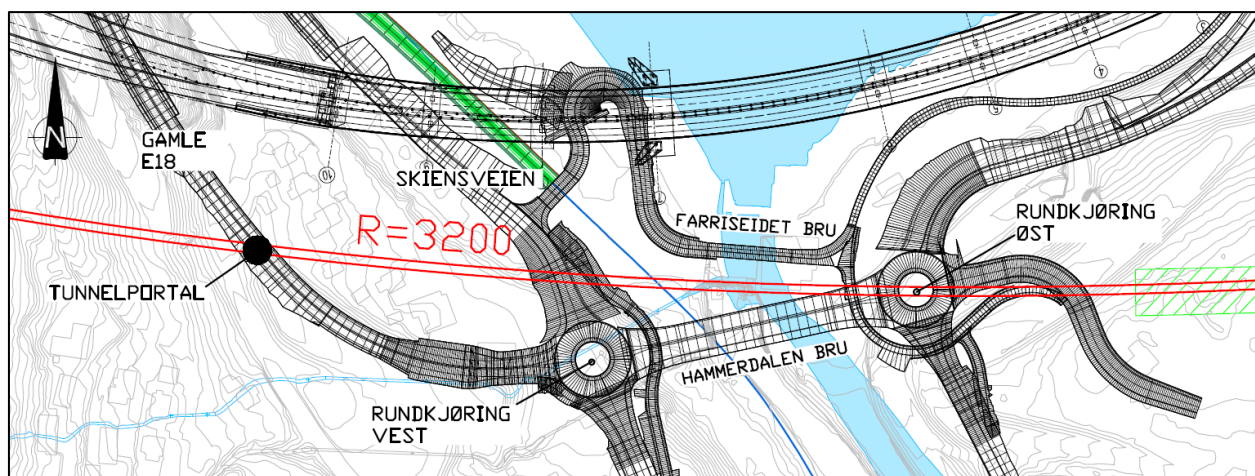


Figur 18. Stasjonsplassering Bergeløkka, ALT1-200



Kryssing av Hammerdalen:

Traséalternativet kommer ut i Hammerdalen rett under rundkjøring øst for Hammerdalen bru. Jernbanen må legges i kulvert med rundkjøring etablert i ettertid på topp av kulverten. Traséen er prosjektert til å krysse dalen på bru uten stigning på kote + 25,5 for SOK. Etter å ha krysset Farriselva passerer traséen vestlig rundkjøring sin nordlige arm og videre vestover inn i fjell under Martineåsen. En tunnelportal inn under Martineåsen vil komme under trasé for gamle E18



Figur 19. Kryssing av Hammerdalen, ALT1-200

Traséalternativ ALT1-200 krysser Hammerdalen i sone 2, som er beskrevet nærmere i kapittel 3.3. Bru som skal føre jernbanen over Hammerdalen blir liggende omtrent 12 m sør for Farriseidet bru, og denne kommer ikke i direkte konflikt med traséen. Det vil derimot bli konflikt med østlig landkar til Hammerdalen bru.

### 6.3.2 ALT2-200

Dette alternativet vil i likhet med ALT1-200 krysse Lågen på en omtrent 300,0 m lang bru uten stigning, 12 m over vannet. Traséen faller fra startpunktet i tunnel ned til østlig bredde av Lågen, og på vestlig bredde fortsetter traséen inn i tunnel under Larvik øst. Etter pr. 1523 stiger traséen med 4,0 ‰ helt fram til endepunkt for prosjekteringen. Det vil si at stasjon på Bergeløkka og jernbanebru over Hammerdalen vil ligge med 4,0 ‰ stigning. Traséen kommer ut i Hammerdalen rett sør for østlig rundkjøring og passerer direkte under rundkjøring vest i Hammerdalen. Dette alternativet er prosjektert med utgangspunkt i at Hammerdalen bru og tilhørende vestlig rundkjøring flyttes omtrent 20 m lengre nord. På den måten kan jernbanetraséen ligge sør for Hammerdalen bru og vestlig rundkjøring. Dette vil føre til at jernbanen og vegsystemet vil ligge mer uhindret av hverandre. Videre vil traséen fortsette i tunnel under Martineåsen og koble seg på nytt dobbeltspor mot Porsgrunn, men traséen vil ikke treffe direkte på det planlagte tilkoblingspunktet.

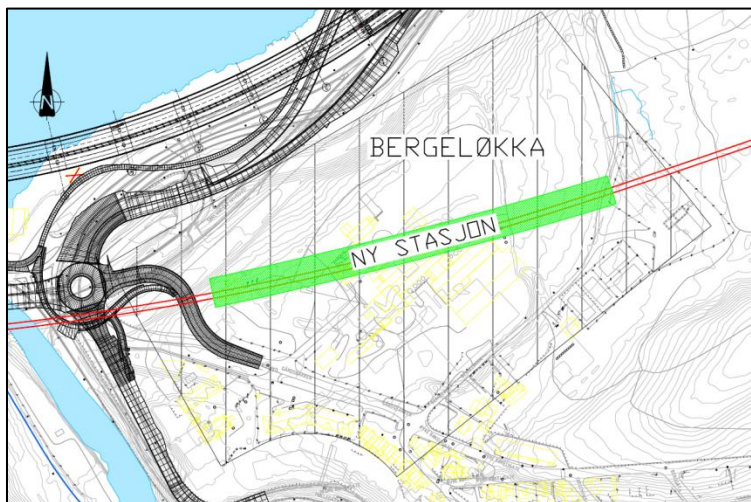
Geometri:

Traséen går fra startpunktet i en rettlinje fram til midt under Bøkeskogen. Deretter går den over i en sirkelkurve med radius 2400 m helt fram til endepunkt for prosjekteringen. Sirkelkurven som strekker seg over både Bergeløkka og Hammerdalen har en overhøyde på 80 mm. Dette tilfredsstiller ikke «normale krav» for minste overhøyde til kurven i Teknisk regelverk, men er innenfor «minste krav». Det er prosjektert med denne overhøyden da 80 mm er største tillatte overhøyde gjennom stasjonen.

For vertikalgeometrien faller traséen med 12,5 ‰ fra startpunktet ned mot Lågen. Det er benyttet radius 20 000 m øst for Lågen, og radius 25 000 m på vestsiden hvor traséen stiger videre med 4,0 ‰.

Stasjonsplassering:

Traséen kommer under Bøkeskogen og opp mot Bergeløkka litt lengre nord enn trasé til ALT1-200. Likevel blir stasjon liggende midt på Bergeløkka med sentrum på den gamle tomten til Larvik Cell. Det er prosjektert at stasjonens østlige ende ligger på kote + 21,6 for SOK, og den vestlige enden ligger på kote +23,0 for SOK. Stasjonen blir liggende med 4,0 ‰ stigning sett i vestlig retning.

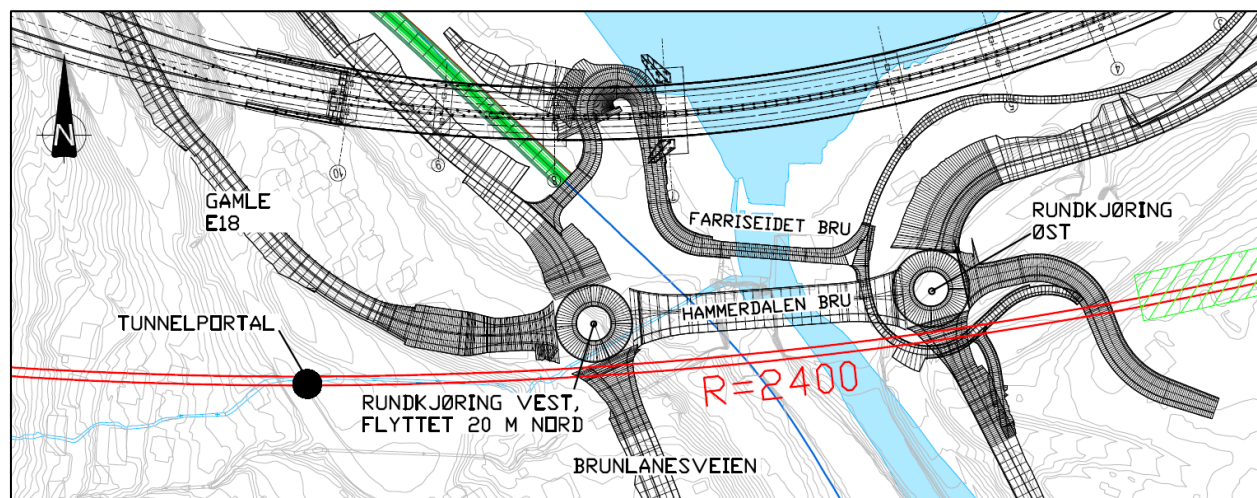


Figur 20. Stasjonsplassering Bergeløkka, ALT2-200

Kryssing av Hammerdalen:

Trasé kommer ut i Hammerdalen rett sør for den østlige rundkjøringen, krysser Farriselva på kote +23.6 for SOK, og fortsetter vestover rett under planlagt vestlig rundkjøring. Dette alternativet tar utgangspunkt i at Statens vegvesens planer for lokalvegutbygging endres, hvor Hammerdalen bru og tilhørende vestlig rundkjøring blir flyttet 20 m mot nord. Østlig rundkjøring beholder planlagt

plassering slik at jernbanetraséen kan ligge sør for Hammerdalen bru. Videre etter vestlig rundkjøring går traséen inn i tunnel under Martineåsen.



Figur 21. Kryssing av Hammerdalen, ALT2-200

### 6.3.3 ALT3-200

Fra startpunktet og videre vestover følger dette alternativet omtrent den samme linjeføringen som trasé til ALT2-200. Lågen krysses på bru ca. 13 m over vannet, og videre i tunnel under Larvik øst stiger traséen med 2,0 ‰. Etter 3,0 km øker stigningen til 12,5 ‰ opp under Bøkeskogen og inn på Bergeløkka. Omtrent midt på Bergeløkka reduseres stigningen til 9,5 ‰, og traséen krysser Hammerdalen nord for damanlegget ved Farrisvannet. Vest for Hammerdalen fortsetter traséen inn i tunnel under Martineåsen. Traséen treffer direkte på tilkoblingspunktet under Martineåsen.

#### Geometri:

Traséen har en horisontalgeometri som følger en rettlinje fra startpunktet og 3,0 km vestover mot Bøkeskogen. Deretter går rettlinja over i en sirkelkurve med radius 3200 m gjennom Bøkeskogen, Bergeløkka og over Hammerdalen. Inn under Martineåsen går traséen over i en rettlinje som treffer tilkoblingspunktet, og videre vestover går rettlinja inn i en ny sirkelkurve med radius 5000 m. Overhøyde på sirkelkurven gjennom Bergeløkka og Hammerdalen er satt til 80 mm, og krav om maksimal overhøyde på stasjonen er overholdt. Overhøyde på sirkelkurven er innenfor «normale krave» i Teknisk regelverk.

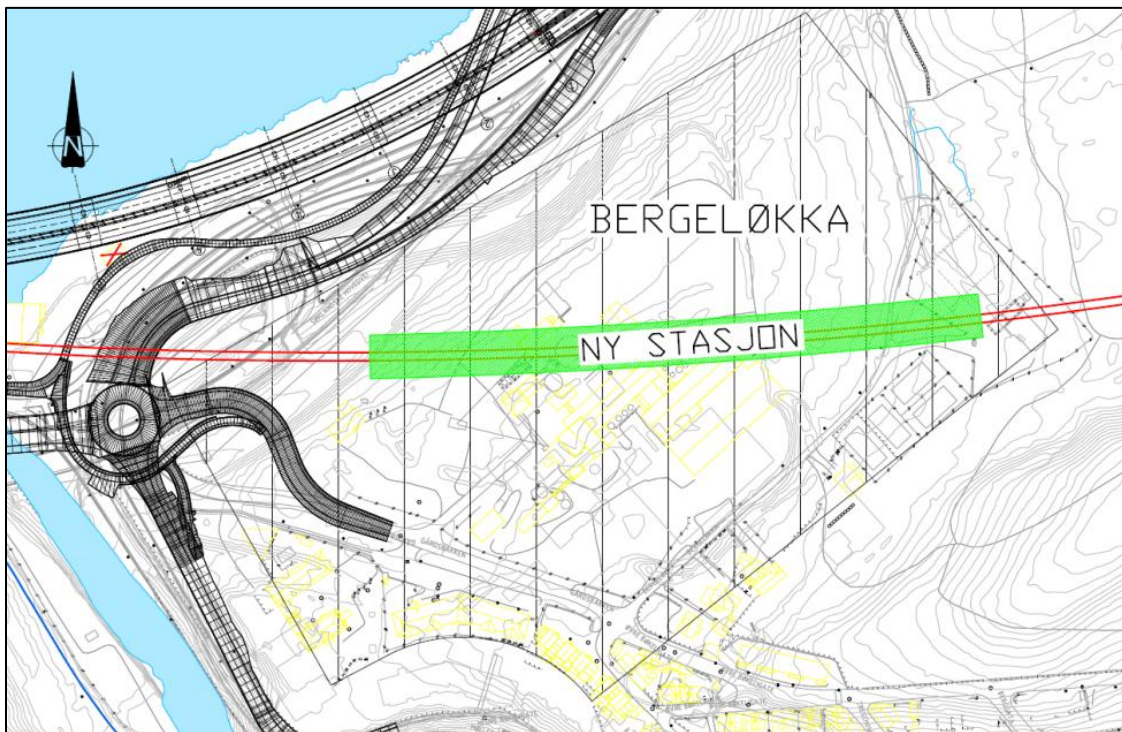
For vertikalgeometrien er det brukt vertikalkurver med radius 20 000 m eller større.



### Stasjonsplassering:

Ny stasjon for dette alternativet vil starte rett nord for trafostasjon i det østlige hjørnet av Bergeløkka. Hoveddelen av stasjonen vil ligge midt på Bergeløkka under tomten til den nedlagte fabrikken Lavik Cell. Stasjonens vestlige ende blir liggende nord i området, ca. 100 m fra den østlige rundkjøringen.

Det er prosjektert at stasjonens østlige ende ligger på kote + 29,1 for SOK, og den vestlige enden ligger på kote +32,8 for SOK. Stasjonen blir hovedsakelig liggende med 9,5 ‰ stigning sett i vestlig retning, men hvor det lengst øst vil bli bygd ned fra 12,5 ‰.



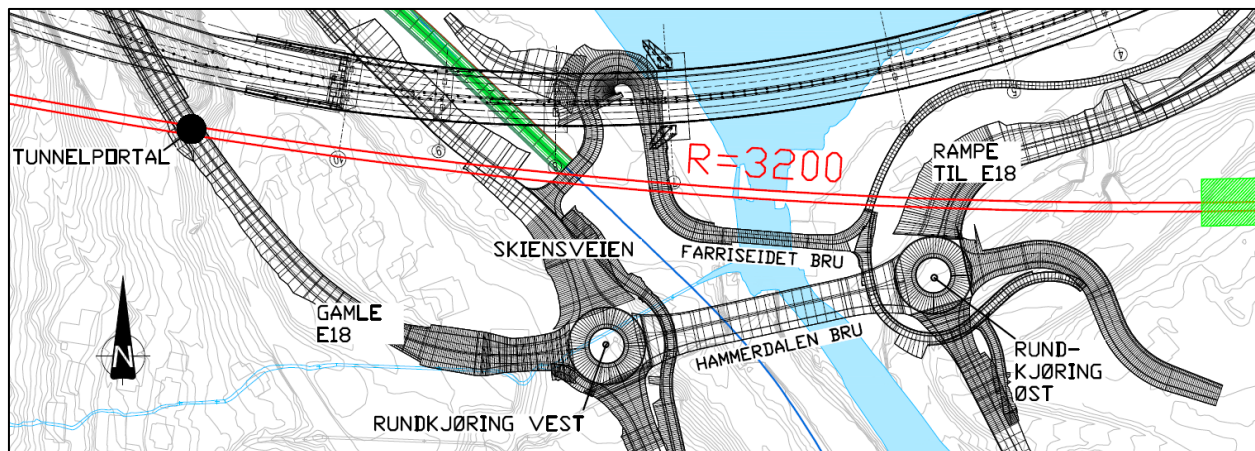
Figur 22. Stasjonsplassering Bergeløkka, ALT3-200

### Kryssing av Hammerdalen:

Traséen vil krysse rampe til E18 rett nord for den østlige rundkjøring. Videre er det prosjektert at traséen går over på bru og krysser rett over damanlegget ved enden av Farrisvannet, omtrent 20,0 m nord for Farriseidet bru. SOK ligger på kote + 34.5 rett over damanlegget.

På vestsiden av Farrisvannet må lokalvegen tilknyttet Farriseidet bru krysses to ganger, og videre krysses Skiensveien før traséen går inn i tunnel under gamle E18. Trasé for ALT3-200 krysser Hammerdalen i sone 1 som er nærmere omtalt i kapittel 3.3.



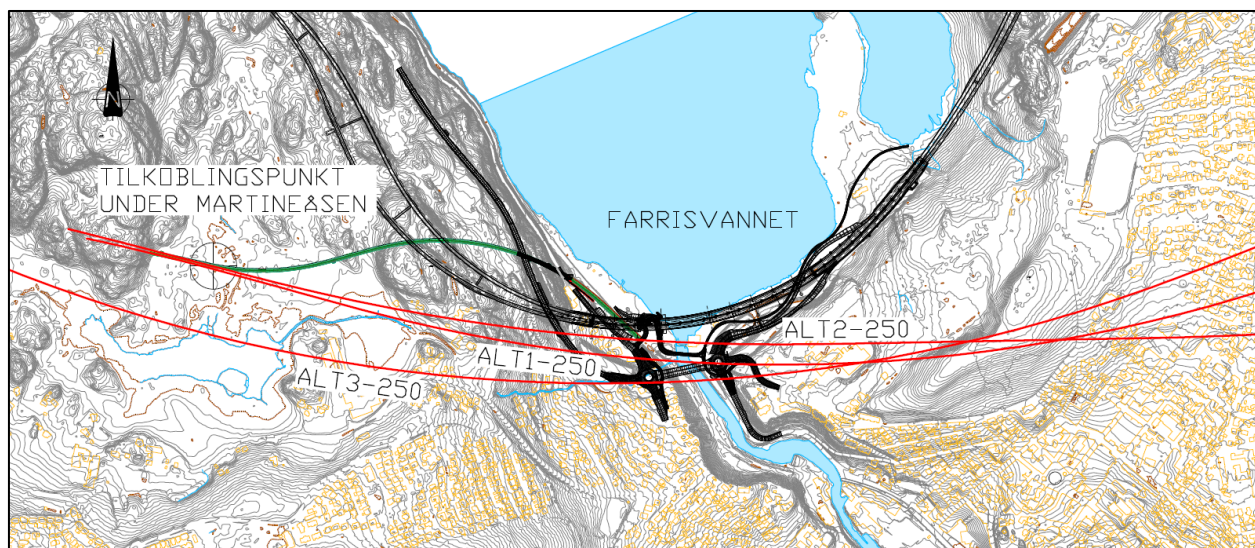


Figur 23. Kryssing av Hammerdalen, ALT3-200

## 6.4 TRASÉALTERNATIVER – 250 KM/T

Det er prosjektert tre traséalternativer med en dimensjonerende maksimal hastighet på 250 km/t. Normalkravet for minste tillatt radius for horisontalkurve er 4000 m.

Figur 24 viser en traséoversikt for de tre forskjellige alternativene. Det henvises til bilag 7 – 12 for detaljerte prosjekteringstegninger. Hvert alternativ begynner i startpunktet ca. 1 km øst for Lågen.



Figur 24. Oversikt av traséalternativer 250 km/t

### 6.4.1 ALT1-250

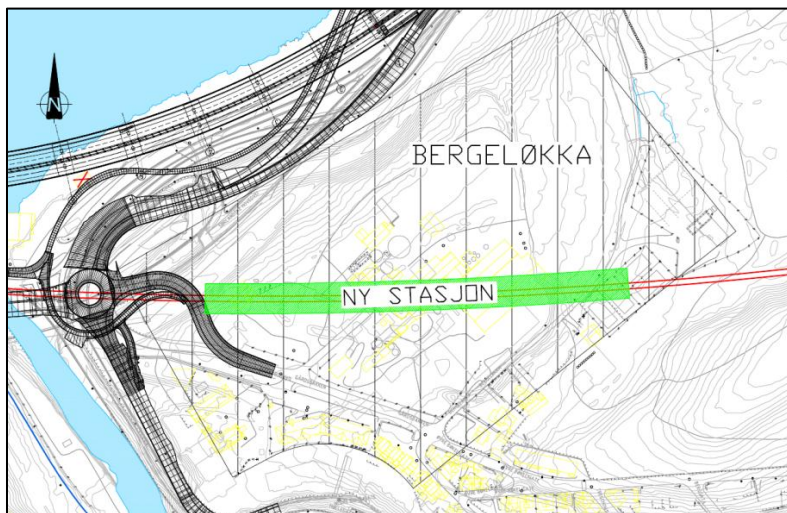
Traséen til ALT1-250 er prosjektert til å gå i tunnel fra startpunktet ned til Lågen, og hvor elva krysses på bru 13 m over vannet. På andre siden av Lågen fortsetter traséen på samme kote inn i fjell under Larvik øst helt fram til starten av Bøkeskogen. Her stiger den med 11,5 ‰ opp til Bergeløkka, og krysser videre lokalvegssystemet i Hammerdalen på bru med 2,5 ‰ stigning. Vest for Hammerdalen går traséen inn i tunnel under gamle E18 og videre til den treffer direkte på tilkoblingspunktet under Martineåsen.

#### Geomerti:

Horisontalkurven gjennom Bergeløkka, Hammerdalen og videre mot tilkoblingspunktet har radius 4000 m. Før dette består horisontalkurvaturen av en rettlinje og en kortere sirkelkurve med radius 10 000 m vest for Lågen. Overhøyde på sirkelkurven gjennom Bergeløkka og Hammerdalen er satt til 80 mm, og krav om maksimal overhøyde på stasjonen er overholdt. Overhøyde på sirkelkurvene er innenfor «normale krav» i Teknisk regelverk.

For vertikalgeometrien er det i forbindelse med stigningsforandringene brukt kurver med radius 20 000 m, 25 000 m og 15 000 m. Etter at Hammerdalen blir krysset med 2,5 ‰ stiger traséen med 8 ‰ opp mot tilkoblingspunktet under Martineåsen.

#### Stasjonsplassering:



Figur 25. Stasjonsplassering Bergeløkka, ALT1-250

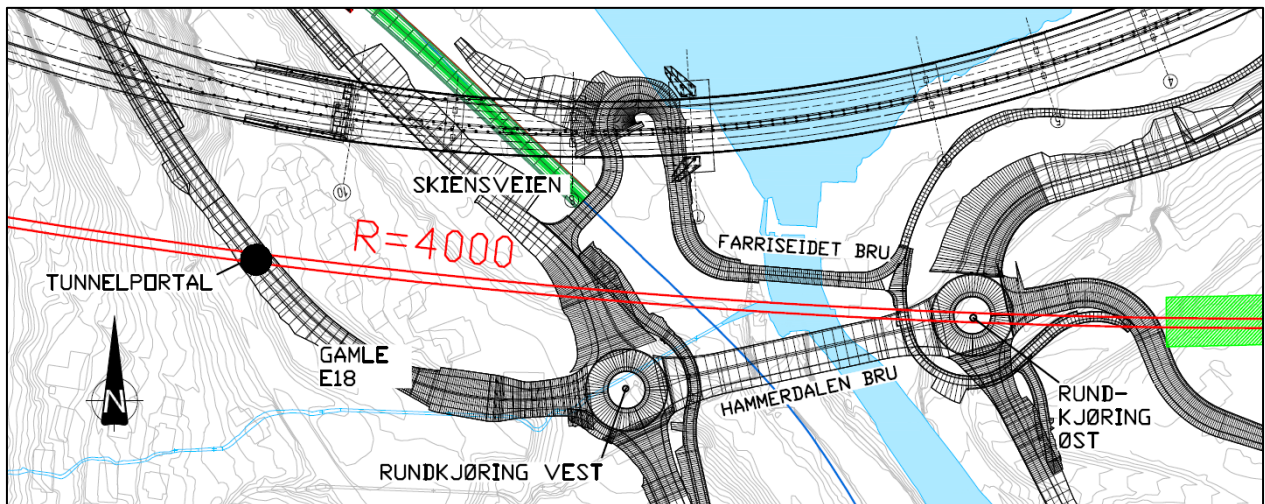
En stasjonsplassering for dette alternativet vil ligge sentralt på Bergeløkka. Stasjonen vil strekke seg fra tennisbanene ved trafostasjonen og til ca. 100 m rett øst for østlig rundkjøring. Det er prosjektert



at stasjonens østlige ende ligger på kote + 20,9 for SOK, og den vestlige enden ligger på kote +24,9 for SOK. Stasjonen blir liggende med 11,5 ‰ stigning.

#### Kryssing av Hammerdalen:

Traséen blir liggende rett under den østlige rundkjøringen hvor SOK ligger på kote +25,9. Rundkjøringen må av den grunn etableres i etterkant oppe på en kulvert med jernbanetraséen i. Farriselva blir krysset omtrent 10 m sør for Farriseidet bru, og her ligger SOK på kote + 26,3. Videre krysser traséen Skiensveien rett nord for den vestlige rundkjøringen, og fortsetter videre i tunnel under gamle E18.



Figur 26. Kryssing av Hammerdalen, ALT1-250

#### 6.4.2 ALT2-250

Dette alternativet går i tunnel fra startpunktet og krysser Lågen lengre sør enn trasé til ALT1-250. Bru over Lågen blir liggende 12 m over vannet. Vest for Lågen stiger trasé med 3,9 ‰ i tunnel under Larvik øst. Etter omtrent 3,6 km øker stigningen til 8,0 ‰ forbi Bergeløkka, over Hammerdalen og helt fram til tilkoblingspunktet under Martineåsen. Traséen vil krysse nord i Hammerdalen, mellom Farrisbrua og Farriseidet bru.

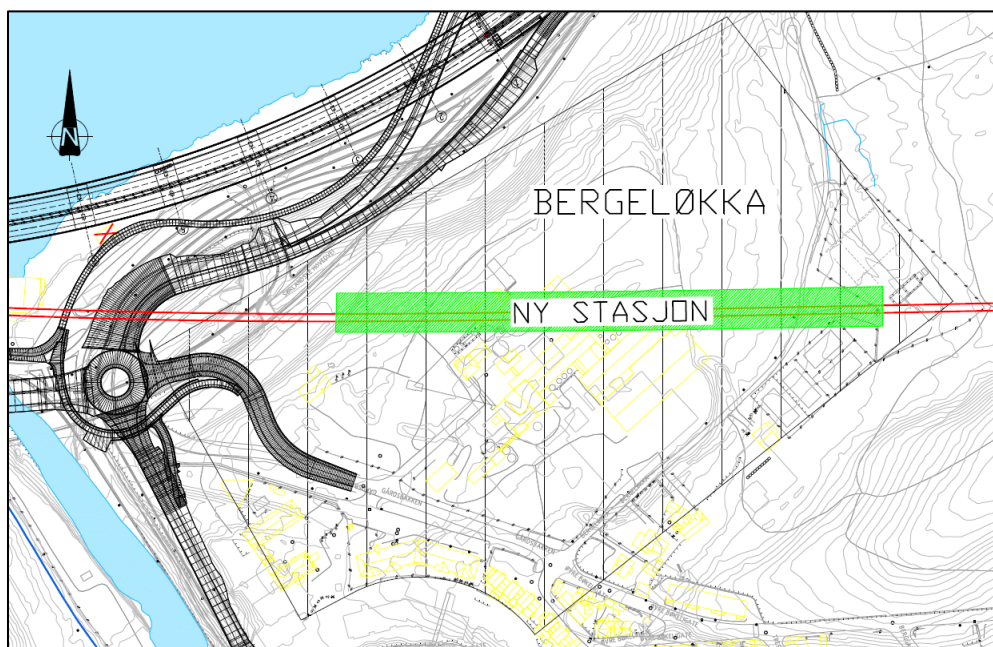
#### Geomerti:

Horisontalkurvaturen begynner med en rettlinje fra startpunktet som går over i en sirkelkurve med radius 4000 m over Lågen og ca. 3,3 km videre mot vest. Etter dette går traséen tilbake i en rettlinje gjennom Bøskogen og deler av Bergeløkka. På Bergeløkka blir traséen lagt i en overgangskurve før en sirkelkurve med radius på 5000 m strekker seg over Hammerdalen og helt fram til tilkoblingspunktet under Martineåsen. Overhøyde på sirkelkurven gjennom Hammerdalen er satt til

80 mm, og krav om maksimal overhøyde på stasjonen er overholdt. Overhøyde på sirkelkurvene er innenfor «normale krav» i Teknisk regelverk. For vertikalgeometrien er det i forbindelse med stigningsforandringene brukt kurver med radius 25 000 m, 20 000 m og 30 000 m.

#### Stasjonsplassering:

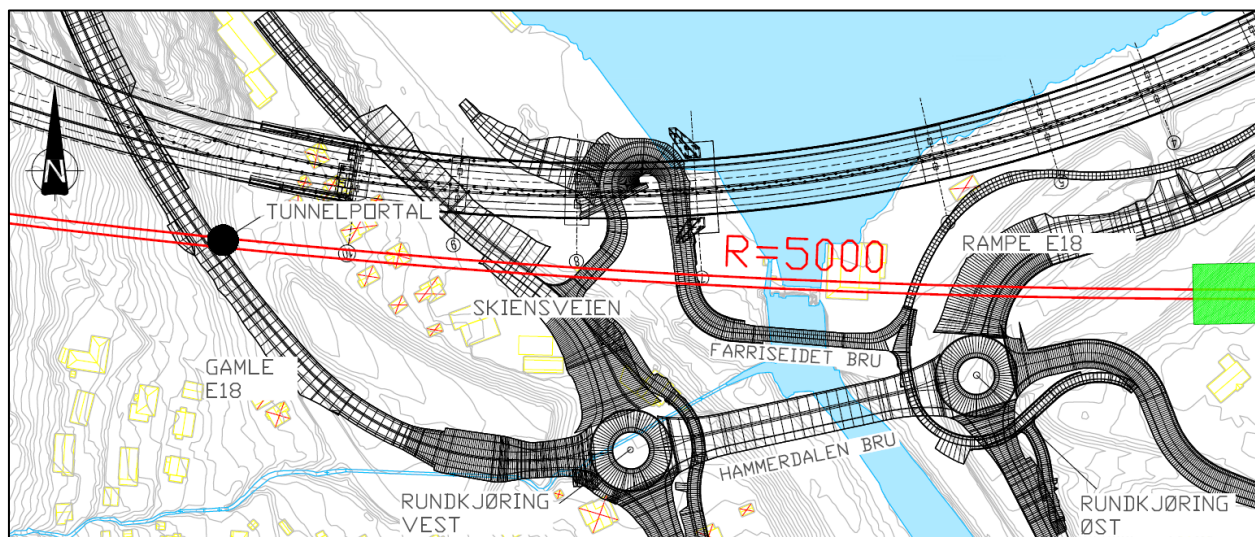
En stasjonsplassering for dette alternativet vil ligge sentralt på Bergeløkka. Stasjonen vil strekke seg fra trafostasjonen i øst til den nordvestlige delen av Bergeløkka. Det er prosjektert at stasjonens østlige ende ligger på kote + 21,0 for SOK, og den vestlige enden ligger på kote +25,0 for SOK. Stasjonen blir liggende med 8,0 ‰ stigning sett i vestlig retning.



Figur 27. Stasjonsplassering Bergeløkka, ALT2-250

#### Kryssing av Hammerdalen:

Traséen kommer ut i Hammerdalen rett nord for den østlige rundkjøringen, hvor den her må krysse rampe mot nye E18. Videre på bru passerer den rett over damanlegget i kote +27,8 for SOK. Traséen vil bli liggende ca. 20 m nord for Farriseidet bru, og videre mot vest vil traséen måtte krysse både lokalveg tilknyttet Farriseidet bru to ganger, og Skiensveien. Under gamle E18 vil traséen gå inn i tunnel under Martineåsen, hvor den senere treffer direkte på tilkoblingspunktet til prosjektet Farriseidet – Porsgrunn.



Figur 28. Kryssing av Hammerdalen, ALT2-250

### 6.4.3 ALT3-250

Dette alternativet er prosjektert til å gå i tunnel fra startpunktet til Lågens østre bredde. Trasé krysser elva på bru omtrent 15 m over vannet. Fra Lågen går traséen inn i tunnel under Larvik øst. Traséen holder seg uten stigning fram til Bøkeskogen, og fra her stiger traséen med 12,5 ‰ under Bøkeskogen og opp til Bergeløkka. Vest for Bergeløkka faller traséen slik at Hammerdalen krysses uten stigning, og vest for Hammerdalen går traséen inn i tunnel under Martineåsen. Traséen treffer ikke direkte på tilkoblingspunktet, men passerer lengre sør.

#### Geometri:

Traséen har en horisontalkurvatur som begynner med en rettlinj fra startpunktet til vestsiden av Lågen. Deretter går den inn i en kort sirkelkurve med radius 10 000 m som tar traséen lengre mot sør. Videre går sirkelkurven over til en ny rettlinj gjennom den østlige delen av Larvik. Fra Bøkeskogen, via Bergeløkka og Hammerdalen, og inn i Martineåsen har traséen en horisontalkurve med radius 4000 m. Overhøyde på sirkelkurven gjennom Hammerdalen er satt til 80 mm, og krav om maksimal overhøyde på stasjonen er overholdt. Overhøyde på sirkelkurven er ikke innenfor «normale krav» i Teknisk regelverk, men ligger innenfor «minste krav».

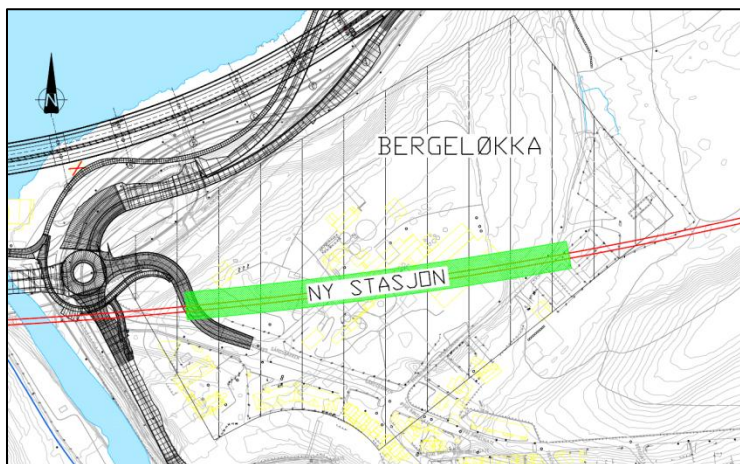
For vertikalgeometrien er det i forbindelse med stigningsforandringene brukt kurver med radius 20 000 m og 16 000 m.

#### Stasjonsplassering:

En stasjonsplassering for dette alternativet vil ligge lengre sør på Bergeløkka enn de andre alternativene. Stasjonen vil strekke seg fra tennisbanene i øst til gjestegården som i dag ligger vest i



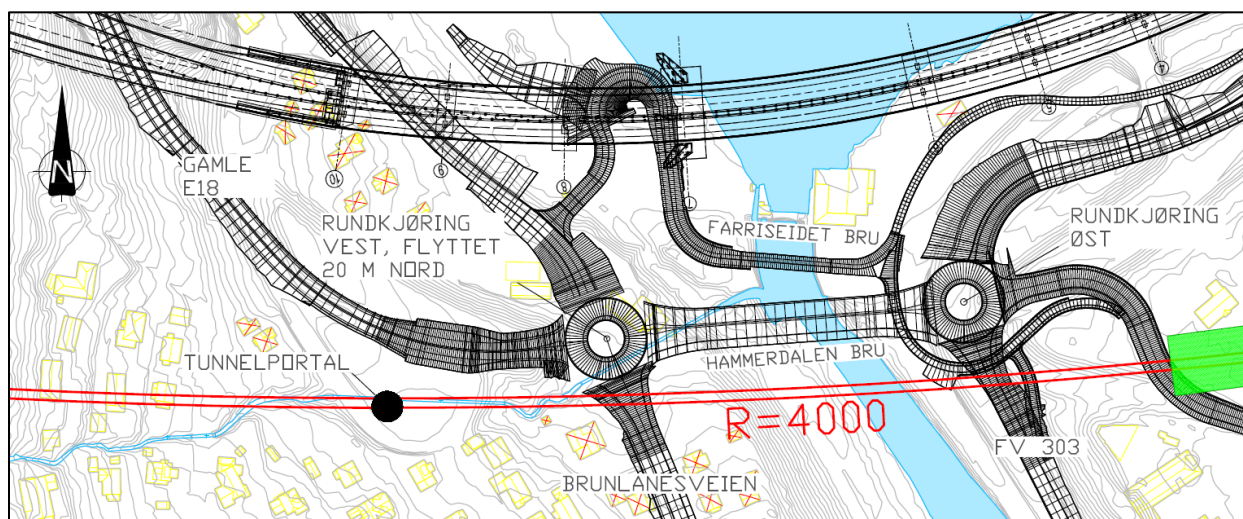
området. Det er prosjektert at stasjonens østlige ende ligger på kote + 19,2 for SOK, og den vestlige enden ligger på kote +23,2 for SOK. Stasjonen blir hovedsakelig liggende med 12,5 ‰ stigning.



Figur 29. Stasjonsplassering Bergeløkka, ALT3-250

#### Kryssing av Hammerdalen:

Traséen vil komme ut i Hammerdalen rett sør for den østlige rundkjøringen. Her krysser den Fv. 303 Møllegata før den går på bru over dalen, og rett over Farriselva ligger SOK på kote + 23,3. Trasé fortsetter mot vest og krysser Fv. 302 Brunlanesveien rett sør for den vestlige rundkjøringen. Dette alternativet tar utgangspunkt i at Statens vegvesens planer for lokalvegutbygging endres, hvor Hammerdalen bru og tilhørende vestlig rundkjøring blir flyttet 20 m mot nord. Østlig rundkjøring beholder planlagt plassering slik at jernbanetraséen kan ligge sør for Hammerdalen bru. Videre etter vestlig rundkjøring går traséen inn i tunnel under Martineåsen.



Figur 30. Kryssing av Hammerdalen, ALT3-250

## 7. VURDERING AV TRASÉALTERNATIVENE

### 7.1 VURDERINGSKRITERIER

I kapittel 6 er det presentert seks forskjellige traséalternativer for en ny dobbeltsporet jernbane gjennom Larvikområdet. Hvert alternativ gir en løsning på hvordan en jernbanetrasé kan krysse over Hammerdalen, gitt at en ny stasjon blir lagt på Bergeløkka. For samtlige alternativer vil det være utfordrende å koordinere en samtidig utbygging av både veg og jernbane i Hammerdalen.

Med bakgrunn i oppgavens mål og hensikt vil traséalternativene vurderes ut ifra følgende vurderingskriterier:

#### Sporgeometrisk utforming:

Traséen skal være prosjektert med en geometri som tilfredsstiller kravene i Jernbaneverkets Tekniske regelverk.

En trasé som uten unntak tilfredsstiller «normale krav» er vurdert til å ha bra geometri. Fraviker noen elementer fra «normale krav», men ligger godt innenfor «minste krav», er traséen vurdert til å ha en middels bra geometri. Traséer som ligger utenfor «minste krav» og/eller fraviker «normale krav» flere steder, er vurdert til å ha en dårlig geometri.

#### Stasjonsplassering på Bergeløkka:

En 350 m lang 2-spors stasjon skal kunne anlegges i løsmassene på Bergeløkka. Prosjektert stasjon blir vurdert ut ifra:

- I hvilken grad stasjonen blir liggende på den sentrale delen av Bergeløkka. Rundt den nedlagte fabrikken Larvik Cell ligger frie tilgjengelige arealer
- I hvilken grad det vil bli konflikt med eksisterende bygg, trafostasjon og/eller høyspentledninger på området
- Hvor dypt stasjonen blir liggende og hvor mye løsmasser som må graves ut
- Nødvendig sidestabilisering, påvirkning av grunnvannstand og grunnforhold

#### Trafikkavvikling på vegsystemet i Hammerdalen under byggeprosessen:

Traséen må sees i sammenheng med Statens vegvesen sine planer for vegutbygging i Hammerdalen. Det må være mulig å opprettholde biltrafikken over Hammerdalen samtidig som jernbanetrasé bygges ut.

En løsning hvor trafikken kan benytte Hammerdalen bru og tilhørende rundkjøringer, samtidig som det finnes tilkobling til Larvik sentrum, E18 øst og E18 vest, er vurdert til å gi bra trafikkavvikling. Hvis trafikk kan gå over Farriseidet bru og koble seg til både E18 og Larvik sentrum, er det vurdert som middels bra trafikkavvikling. En løsning som ikke tillater trafikk over noen av bruene, eller at tilkobling til Larvik sentrum eller E18 ikke er mulig, er vurdert til å gi dårlig trafikkavvikling over Hammerdalen.

### Tilpassing av traséen til lokale forhold i Hammerdalen:

Traséen skal kunne tilpasse seg de lokale forholdene i Hammerdalen. Prosjektert trasé blir vurdert ut ifra:

- Minste tillatte byggehøyde ut ifra høyest dimensjonerende flomvannstand i Farriselva
- Tilpassing til nytt lokalvegsystem
- Tilpassing til andre konstruksjoner og sikring mot trafikk over i bane pga. manglende sikkerhetsavstand
- Utnyttelse av trafikkorridoren og tilgjengelige arealer i Hammerdalen

### Tilpassing til planlagt ny jernbanetrasé Farriseidet-Porsgrunn:

Traséen skal helst treffe tilkoblingspunkt under Martineåsen, hvor ny jernbanelinje mot Porsgrunn er planlagt bygd. Traséer som treffer direkte på tilkoblingspunktet er vurdert til å ha en bra tilpassing. Alternativer hvor traséen ligger innenfor en radius på 50 m er vurdert til å ha en middels bra tilpassing til tilkoblingspunktet. Traséer som ligger lengre unna er vurdert til å gi en dårlig tilpassing.

## 7.2 VURDERING AV ALT1-200

### Sporgeometrisk utforming:

Horisontal- og vertikalgeometrien til dette alternativet tilfredsstillende «normal krav» i Jernbaneverkets Tekniske regelverk. Det kritiske elementet for prosjekteringen er den horisontale sirkelkurven gjennom Bergeløkka og Hammerdalen. For dette alternativet har denne en radius på 3200 m og en overhøyde på 80 mm. Dette betyr at både kravet til minste tillatte overhøyde til kurven og kravet om maks tillatt overhøyde gjennom stasjonen er tilfredsstillende. Det er benyttet større lengder på overgangskurvene enn nødvendig for å øke kjørekomforten.

Da traséen er prosjektert med en geometri innenfor «normale krav» i Teknisk regelverk vurderes dette alternativet til å ha en bra geometrisk utforming. Se bilag 1 og 2 for detaljerte prosjekteringstegninger.

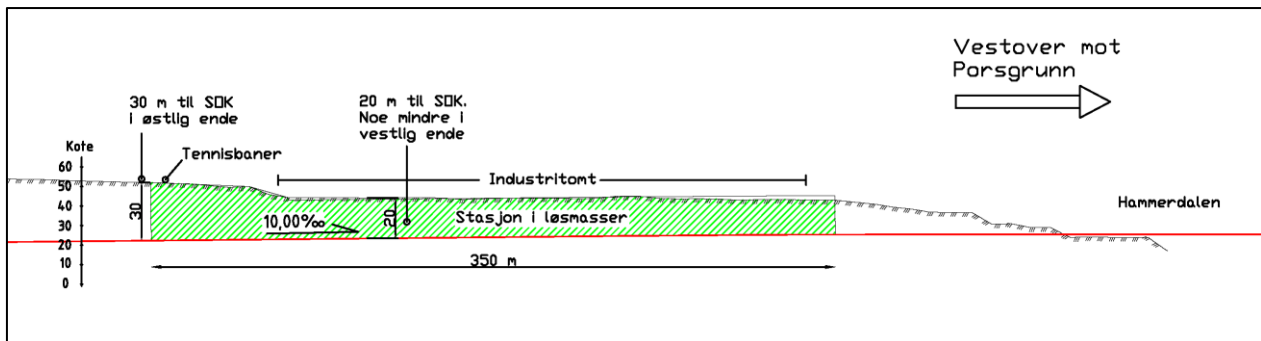


Stasjonsplassering på Bergeløkka:

Stasjonen strekker seg midt over Bergeløkka i en øst-vestlig retning, noe som medfører at det meste av stasjonen blir liggende på den nedlagte fabrikktomten. Foruten den gamle fabrikk vil stasjonen ikke komme i konflikt med andre bygninger, inkludert trafostasjon og høyspentanlegg i østlig hjørne av Bergeløkka. Sør for trafostasjon vil stasjon komme i konflikt med tennisbaneanlegget.

Stasjonen blir hovedsakelig liggende med 10 ‰ stigning sett i vestlig retning, mens det vil være mindre stigning i den vestre enden. Det kan være en fordel at traséen stiger bratt under Bøkeskogen opp mot Bergeløkka, da dette øker sannsynligheten for at traséen ligger i fast fjell før den kommer opp i løsmassene på Bergeløkka.

Den østlige enden av stasjonen starter på kote + 22,3 for SOK, og stasjonens vestlige ende ligger på kote + 25,4 for SOK. Terrenget ligger opp mot kote + 52,0 i den østlige enden av stasjonen, og rundt kote + 42,0-40,0 videre vestover. Dette viser at det må graves ned til 30 meters dyp lengst øst, og ned til omtrent 20 meters dyp for resten av stasjonen.



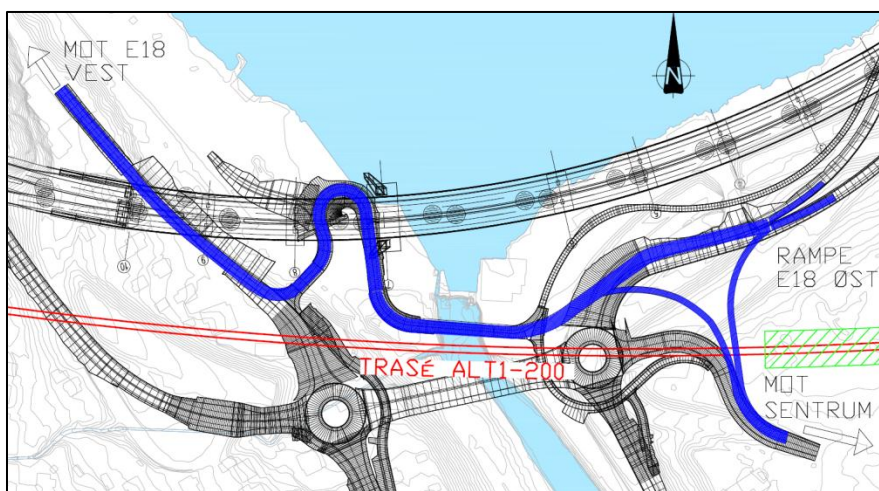
Figur 31. Lengdeprofil av stasjon på Bergeløkka, ALT1-200

På grunn av den sentrale plassering på Bergeløkka er det tilgjengelige arealer for å grave ut med en relativt slak skråningsvinkel i det øverste laget av løsmassene. Dette vil redusere den totale spuntmengden for byggegropa. Dypere ned kan kombinasjonsløsningen som er omtalt i kapittel 4.4, bli tatt i bruk. Det er antatt at grunnvannstanden ligger rundt kote +20, 4 i den vestlige delen av stasjonen, noe som viser at en tett spuntvegg i den nederste delen av byggegropa er svært viktig. Det er vurdert som utfordrende, men likevel gjennomførbart å sikre gropa ned til 20 meters dyp. I den østlige delen av stasjonen ligger terrenget høyere, og det må graves ned mot 30 meters dyp. Ned mot denne dybden vil et økende grunnvannstrykk føre til behov for et omfattende spuntarbeid. Det vil være spesielt viktig å gjøre nærmere undersøkelser av grunnvannstanden og de lokale hydrologiske forholdene i overgangen mellom Bergeløkka og Bøkeskogen. En tett byggegrop er avgjørende for å unngå drenering og skader på Bøkeskogen.

Det er vurdert at denne stasjonsplasseringen representerer en middels bra stasjonsløsning på Bergeløkka. Den sentrale plasseringen på den gamle industritomten trekker opp, men dype utgravninger og behov for omfattende spuntarbeid trekker ned.

### Trafikkavvikling på vegsystemet i Hammerdalen under byggeprosessen:

Traséen til ALT1-200 krysser Hammerdalen gjennom den røde sonen (sone 2) som er presentert nærmere i kapittel 3.3. Det vil si at traséen passerer under den østlige rundkjøringen før den krysser over Farriselva mellom Hammerdalen bru og Farriseidet bru. Jernbanen må legges i kulvert, hvor den østlige rundkjøringen etableres på toppen i ettertid. Dette medfører at både rundkjøringen og Hammerdalen bru må bygges etter at jernbanetraséen over dalen er ferdigstilt. Det vil ikke være aktuelt å beholde noen av dagens bruer for midlertidig trafikkavvikling, da jernbanetraséen krysser rett gjennom området de ligger i. Trafikkavvikling under bygging av jernbanen må derfor skje via den smale Farriseidet bru, noe som vil skape kapasitetsproblemer for trafikken over Hammerdalen. Det vil være plass til å gjøre Farriseidet bru bredere, slik at kapasiteten over brua økes.



Figur 32. Prinsipp for trafikkavvikling (blå linje) for ALT1-200

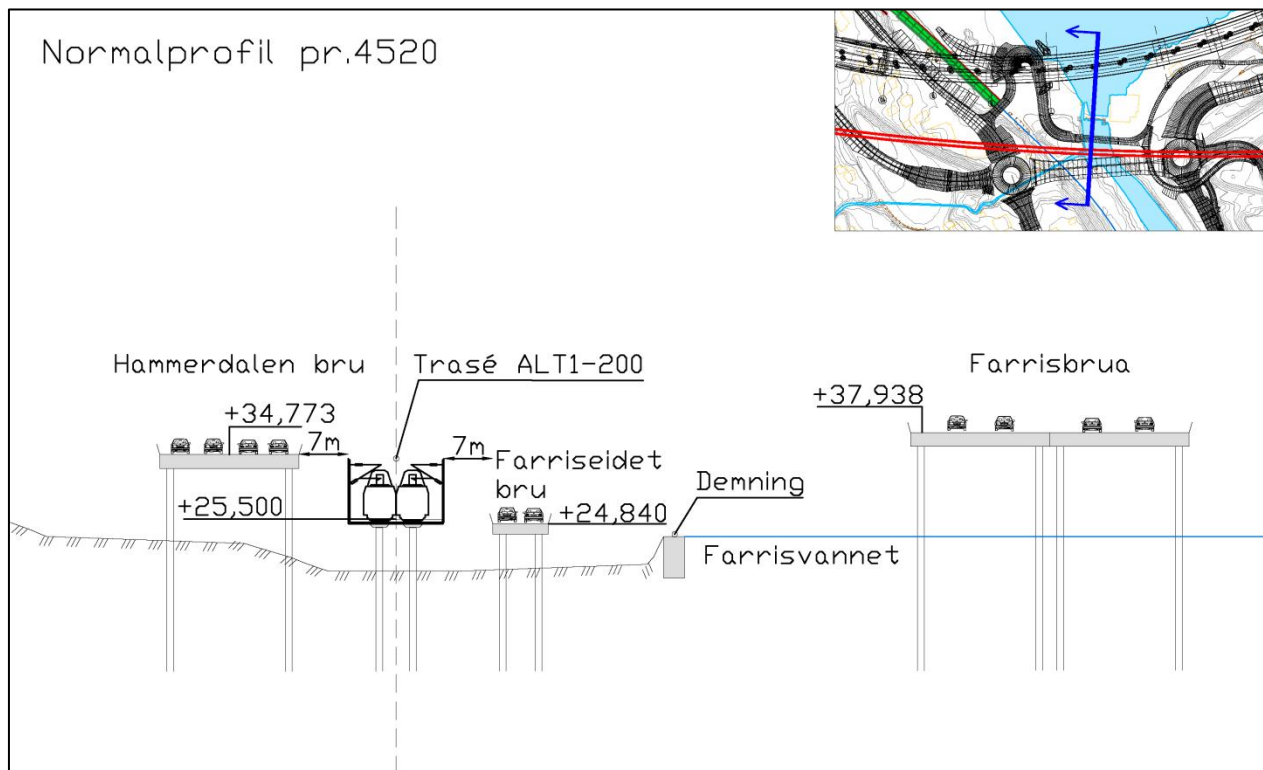
Jernbanetraséen er vurdert til å komme i stor konflikt med utbyggingsplanene til Statens vegvesen, da den krysser midt gjennom det planlagte lokalvegsystemet. For Statens vegvesen vil det være en ulempe at Hammerdalen bru ikke kan bygges ut med en gang. Likevel vil det være mulig å ha kontinuerlig trafikkavvikling over Hammerdalen via Farriseidet bru. Prinsipp for trafikkavvikling under bygging av jernbanetrasé er vist som blå linje på figur 32. Trafikk til og fra sentrum må føres over Bergeløkka, på en lokalveg som bygges etter at stasjonen er ferdig. Dette alternativet er vurdert til å ha en løsning med mulighet for middels bra trafikkavvikling.

### Tilpassing av traséen til lokale forhold i Hammerdalen:

Traséen krysser over Farriselva midt mellom Hammerdalen bru og Farriseidet bru, hvor SOK ligger på kote +25,5. Jernbanebrua ligger høyt nok til å tilfredsstille kravet om laveste byggehøyde pga. dimensjonerende tusenårsflom i elva. Byggehøyden ligger sannsynligvis også innenfor kravene til påregnelig maksflom (PMF), da traséen ligger et stykke lengre sør enn referansepunktet ved demningen.

Traséen kan legges i kulvert under den østlige rundkjøringen, før lokalvegen bygges ut på topp av kulvert i ettertid. SOK ligger her 8,7 m under rundkjøringen. På vestsiden av Farriselva krysser traséen under Skiensveien, ca. 50,0 m nord for den vestlige rundkjøringen. Her ligger SOK på kote +25,5 og prosjektert kote for topp asfalt for Skiensveien er +35,4. Det er derfor tilstrekkelig med plass til å legge jernbanen i kulvert, og siden anlegge lokalvegen på toppen. Mer detaljert snittegning for begge tilfellene er vist i bilag 13.

Traséen tilpasser seg godt over Farriselva, hvor den ligger mellom Hammerdalen Bru og Farrisidet bru. Fordelen med dette er at traséen utnytter et område mellom to barrierer med begrenset verdi for andre. Jernbanebrua ligger lavere enn Hammerdalen bru, og dette fører til at traséen blander mer inn i omgivelsene, enn hva den ville gjort ved å ligge høyere enn Hammerdalen bru. Da jernbanebrua blir liggende på et nivå under Hammerdalen bru, og det er nødvendig med tilfredsstillende sikring mot utforkjøring av biler ut i jernbanetraséen, da det ikke er tilstrekkelig sikkerhetsavstand mellom veg og bane. Dette vil også gjelde for Farrisidet bru på den østlige siden av Farriselva. Figur 33 viser normalprofil for traséen rett over Farriselva, sett mot vest.



Figur 33. Normalprofil for ALT1-200, rett over Farriselva

Vest i Hammerdalen fortsetter traséen i kulvert fra Skiensveien og videre inn i fjell under Martineåsen. Det må gjøres flere grunnundersøkelser i området for å kartlegge hvor fort traséen finner fast fjell. En tunnelportal vil trolig ligge under traséen til gamle E18, etter samme prinsipp som tunnelportal til nye E18. Fra Hammerdalen vest og videre inn under Martineåsen vil

eksisterende boliger ikke bli direkte berørt av traséen, da jernbanen blir lagt i tunnel. Traséen utnytter de relativt frie arealene sør for tunnelportal til nye E18, som består av en bensinstasjon og hvor det ellers er planlagt å bygge et nytt kollektivknutepunkt.

Dette alternativet representerer en trasé som utnytter arealene godt, i et ellers trangt område over Farriselva. Så lenge vegbruene sikres tilstrekkelig mot at trafikk havner over i jernbanesporet, er traséen sett til å ha en god plassering over elva. De største utfordringene vil være rundt den østlige rundkjøringen, hvor begge vegbruene og jernbanen vil ligge svært nærme hverandre. Totalt sett er traséen vurdert til å ha en middels bra tilpassing i Hammerdalen, hvor konflikt med lokalvegsystemet på østsiden av dalen trekker ned.

#### Tilpassing til planlagt ny jernbanetrasé Farriseidet – Porsgrunn

Traséalternativ ALT1-200 treffer direkte på tilkoblingspunktet under Martineåsen, og Jernbaneverket kan opprettholde planene til prosjektet Farriseidet-Porsgrunn.

Bilag 2 viser en detaljert plantegning for traséen og tilkoblingspunktet under Martineåsen.

### 7.3 VURDERING AV ALT2-200

#### Spørgeometrisk utforming:

Horisontalkurven gjennom Bergeløkka og Hammerdalen har radius 2400 m. Det er prosjektert med en overhøyde med 80 mm for kurven, da dette er maks tillatt overhøyde på stasjonen. Dette fører til at «normal krav» for overhøyden til sirkelkurven ikke er tilfredsstilt. «Normale krav» krever en overhøyde på minst 105 mm for  $R = 2400$  m, og «minste krav» krever en overhøyde på minst 70 mm. Med andre ord ligger kurven innenfor «minste krav», men ikke innenfor «normale krav». Konsekvensen av den manglende overhøyden er at et tog gjennom kurven vil bli påført en større ukompensert sidekraft. Dette vil gi mindre kjørekraft til passasjerene om bord. For tog som skal stoppe ved stasjonen på Bergeløkka vil dette ikke være et problem, da togene har lav hastighet inn eller ut fra stasjonen. Den manglende overhøyden vil være et problem for tog som ikke stopper ved stasjonen, og dermed holder en hastighet opp mot 200 km/t gjennom kurven.

Resten av traséen er prosjektert med horisontal- og vertikalgeometri som tilfredsstiller «normale krav» i Teknisk regelverk. Se bilag 3 og 4 for detaljerte plan- og profiltegninger.

Da traséen har elementer som ikke tilfredsstiller «normale krav», men likevel ligger godt innenfor «minste krav», er traséen vurdert til å ha en middels bra geometri.

### Stasjonsplassering på Bergeløkka

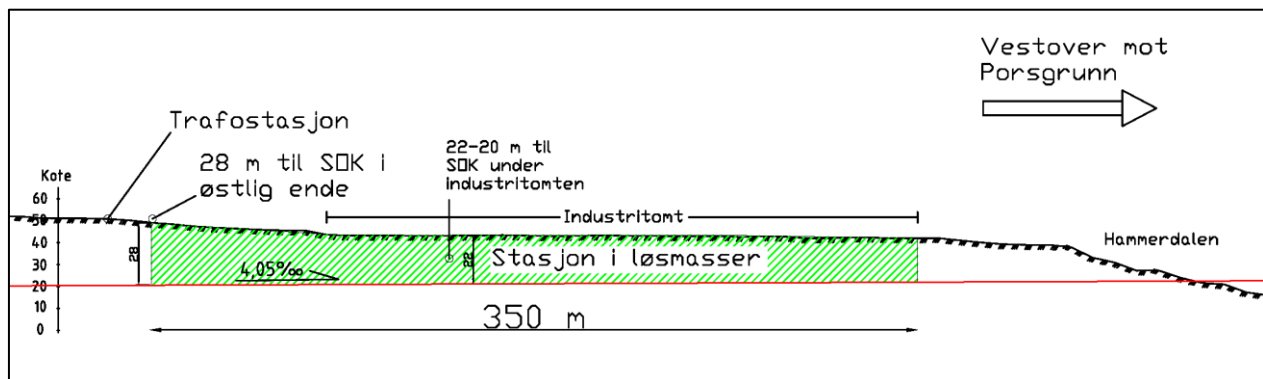
En stasjon for dette alternativet er prosjektert til å ligge midt på Bergeløkka, og litt lengre sør i forhold til stasjonsplassering til ALT1-200. Ingen eksisterende bygninger vil bli direkte berørt, foruten de gamle fabrikklokalene til Larvik Cell. I den østlige enden vil stasjonen ligge veldig nære trafostasjonen, og det må gjøres en nærmere vurdering om det er mulig å bygge uten å komme i direkte konflikt med denne.

Stasjonen vil hovedsakelig ligge med 22 m ned til SOK, men hvor det lengst øst må beregnes at det graves ned mot 30 m. Østlig ende ligger på kote +21,6 for SOK og vestlig ende ligger på kote +23,0 for SOK. Stasjonen har en stigning på 4 ‰ mot Hammerdalen.

Sammenlignet med ALT1-200 må det graves ut til litt større dyp for denne stasjonsplasseringen, men det er ikke nødvendig å gå like dypt i den østlige enden, i overgrangen mellom Bøkeskogen og Bergeløkka. Den slake stigningen opp under Bøkeskogen vil medføre en lengre løsmassetunnel i skiktet mellom Bøkeskogen og stasjonens østlige ende, da det i dette området er langt til fast fjell. Løsmassmassetunnel er sett som en dyr og komplisert løsning, hvor det vil være vanskelig å lage en tett barriere mot vanninntrengning.

I likehet med ALT1-200 er det sett som overkommelig å grave ut en byggegrop for denne stasjonsplasseringen. Den sentrale plasseringen på det gamle industriområdet gir tilgang på frie arealer, hvor det øverste laget kan graves ut med slak skråningsvinkel, slik at mengden spunting blir mindre. Det må i nedre lag av gropa være en sammenhengende tett spuntvegg for å sikre mot vanninntrengning pga. grunnvannstanden.

Det er vurdert at denne stasjonsplasseringen vil gi utfordrende sikringsarbeid ved utgraving av løsmassene. Likevel viser tilsvarende prosjektert, slik som løsmassetunnelen på Møllenberg i Trondheim, at det er mulig å grave ut de dimensjonen som stasjonen krever. Figur 34 viser et lengdeprofil av stasjonen gravd ut i løsmasser på Bergeløkka. Totalt sett er det vurdert at alternativet har en middels bra stasjonsplassering, hvor en sentral plassering på industritomten trekker opp, men dyp utgraving og omfattende spuntarbeid trekker ned.



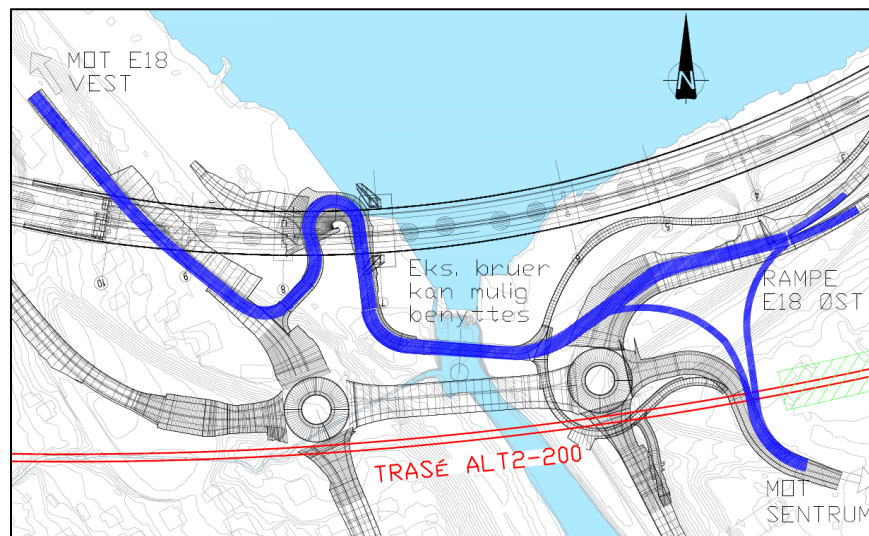
Figur 34. Lengdeprofil av stasjon på Bergeløkka, ALT2-200

### Trafikkavvikling på vegsystemet i Hammerdalen under byggeprosessen:

Traséen krysser over Hammerdalen i den grønne sonen (sone 3) som er nærmere beskrevet i kapittel 3.3. Jernbanebru vil ligge sør for og parallelt med Hammerdalen bru. Dette medfører at bruene lengst nord i området er fristilt til trafikkavvikling, og det kan være aktuelt å benytte både eksisterende bruer og/eller den nye Farriseidet bru. Da jernbanetraséen vil krysse veldig nær både østlig og vestlig rundkjøring, er det sett som naturlig at Hammerdalen bru bygges etter at jernbanen er ferdigstilt.

Trafikkavvikling over Hammerdalen vil la seg gjøre samtidig som det skjer en jernbaneutbygging, men på samme måte som for ALT1-200 vil de aktuelle brumulighetene gi kapasitetsproblemer. Figur 35 viser prinsipp for hvordan trafikken (blå linje) kan krysse over Hammerdalen, samtidig som jernbanetrasé bygges lengre sør i området. Den blå linjen viser hvor trafikken kan ledes over Hammerdalen. Statens vegvesen bør også se på mulighetene til å benytte dagens vegbruer for midlertidig trafikkavvikling.

Da traséen er prosjektert til å ligge sør for Hammerdalen bru vil det være gode muligheter til trafikkavvikling uhindret av jernbaneutbygging lengre nord i området. Alternativet er vurdert til å kunne opprettholde en middels bra trafikkavvikling over Hammerdalen.



Figur 35. Prinsipp for trafikkavvikling (blå linje) for ALT2-200

### Tilpassing av traséen til lokale forhold i Hammerdalen:

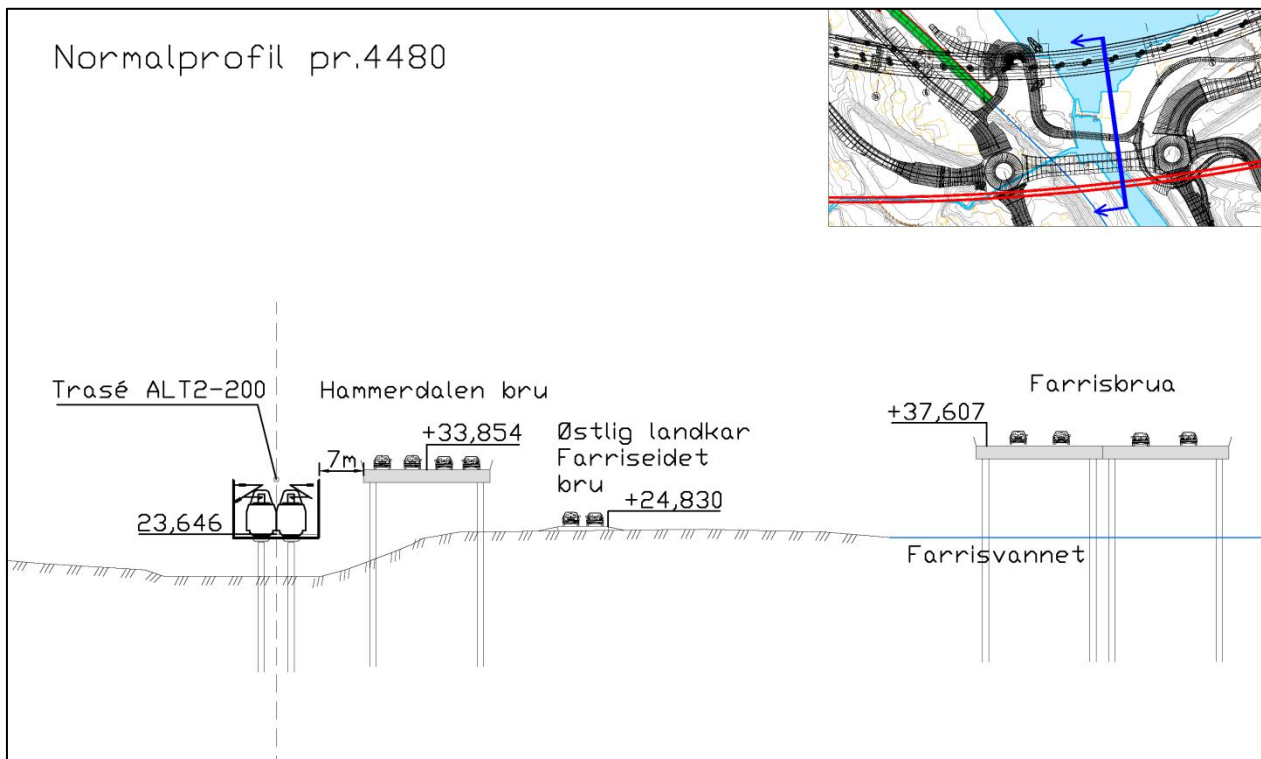
Traséen krysser over Hammerdalen med en stigning på 4,0 ‰ sett i vestlig retning. Rett over Farriselva ligger SOK på kote +23,6, noe som tilsier at traséen ligger på kote akkurat under minste byggehøyde pga. maksimal tusenårsflom. Da traséen ligger lengre ned i Hammerdalen enn referansepunktet for flomnivået, er det vurdert at SOK likevel vil ligge over nivå for tusenårsflom.



Byggehøyde for jernbanebrua vil trolig ikke ligge over nivået for påregnelig maksflom (PMF), men det bør gjøres nærmere beregninger for å kontrollere dette.

Dette alternativet er prosjektert med utgangspunkt i at vestlig rundkjøring flyttes 20 m mot nord, noe som medfører at traséen kan legges parallelt med Hammerdalen bru. På østlig side av Hammerdalen kan traséen legges i kulvert rett sør for den østlige rundkjøringen. Kulverten blir liggende dypt nok til at rundkjøringen og Fv. 303 Møllegata kan bygges som planlagt, hvor vegsystemet etableres på toppen av kulverten i ettertid. Det samme gjelder for den vestlige delen av Hammerdalen, hvor traséen kan fortsette fra jernbanebru inn i en kulvert som ligger under Fv. 302 Brunelansveien og den vestlige rundkjøringen. Bilag 14 viser detaljerte normalprofiler av jernbanetraséen i kulvert på øst og vestsiden av Hammerdalen.

Dette alternativet representerer en løsning som krysser Hammerdalen på en relativt enkel måte, sammenlignet med traséer som krysser i det trange området mellom Farrisbrua og Hammerdalen bru. Det vil være god plass til anleggsarbeidet med jernbanebrua, gitt at Hammerdalen bru bygges på et senere tidspunkt. Det vil være nødvendig med tilfredsstillende sikring mot utforkjøring av biler ut i jernbanetraséen, da det ikke vil være tilstrekkelig sikkerhetsavstand mellom jernbanen og Hammerdalen bru. Figur 36 viser normalprofil av jernbanebru rett over Farriselva, samt tilhørende vegsystem.



Figur 36. Normalprofil for ALT2-200 rett over Farriselva



Videre vestover vil traséen passere et område preget av bolighus, og det er sannsynlig at flere hus må rives eller flyttes i forbindelse med utbyggingen. Grunnundersøkelser i området må gjøres for å kartlegge hvor fort traséen finner fast fjell vest for Hammerdalen.

Det er vurdert at dette alternativet har en trasé som tilpasser seg i Hammerdalen på bra måte. Det er da lagt vekt på utnyttelsen av frie arealer sør for Hammerdalen bru og mindre konflikt med planlagt lokalvegssystem. Ulempene vil være at Hammerdalen bru og vestlig rundkjøring må omprosjekteres, og at trafikkorridoren gjennom Hammerdalen blir større ved å bygge ut lengre sør i dalen.

#### Tilpassing til planlagt ny jernbanetrasé Farriseidet – Porsgrunn:

Siden traséen er prosjektert til å ligge sør for Hammerdalen bru vil den ikke treffe direkte på tilkoblingspunktet under Martineåsen. Traséen vil passere omtrent 85 m lengre sør, noe som vil kreve betydelig omlegging av planene for prosjektet Farriseidet – Porsgrunn for at traséene skal treffe hverandre. Traséen er vurdert til å gi en dårlig tilpassing til tilkoblingspunkt under Martineåsen.

Bilag 4 viser en detaljert plantegning for traséen og tilkoblingspunktet under Martineåsen.

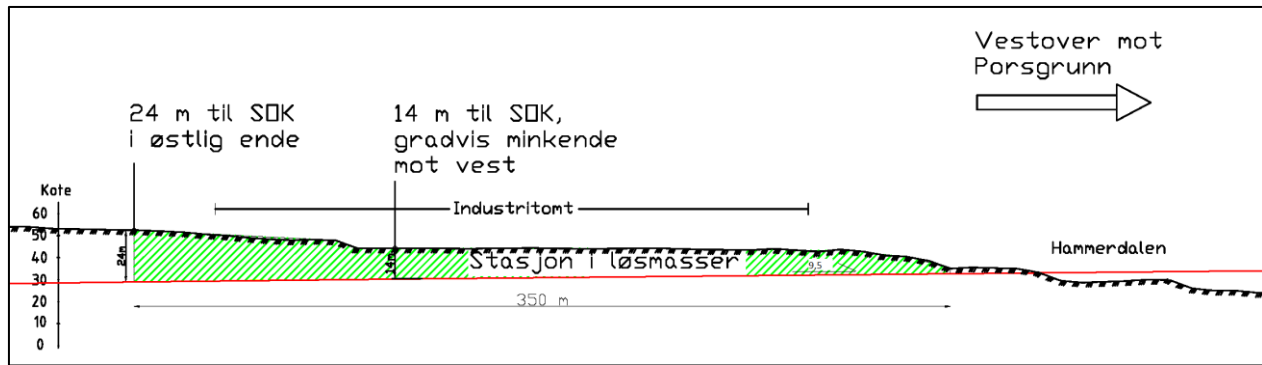
## 7.4 VURDERING AV ALT3-200

#### Sporgeometrisk utforming:

Den horisontale sirkelkurven gjennom Bergeløkka og Hammerdalen har en radius på 3200 m og en overhøyde på 80 mm. Dette betyr at både kravet til minste tillatte overhøyde til kurven og kravet om maks tillatt overhøyde gjennom stasjonen er tilfredsstillt. På samme måte som ALT1-200 er denne traséen prosjektert med en geometri innenfor «normale krav» i Teknisk regelverk, og av den grunn vurdert til å ha en god geometrisk utforming. Se bilag 5 og 6 for detaljerte prosjekteringstegninger.

#### Stasjonsplassering på Bergeløkka:

Stasjonsplassering for dette alternativet blir liggende lengre mot nord sammenlignet med stasjonene for ALT1-200 og ALT2-200. Det meste av stasjonen blir fremdeles liggende på industritomten til Larvik Cell, men på en gjennomgående høyere kote enn de foregående alternativene. I den østlige enden må det graves ned til 24 m til SOK, men terrenget faller raskt lengre mot vest hvor det må graves ned til 14 m eller mindre til SOK. I den vestlige enden av stasjonen er SOK omtrent på samme kote som terrenget.



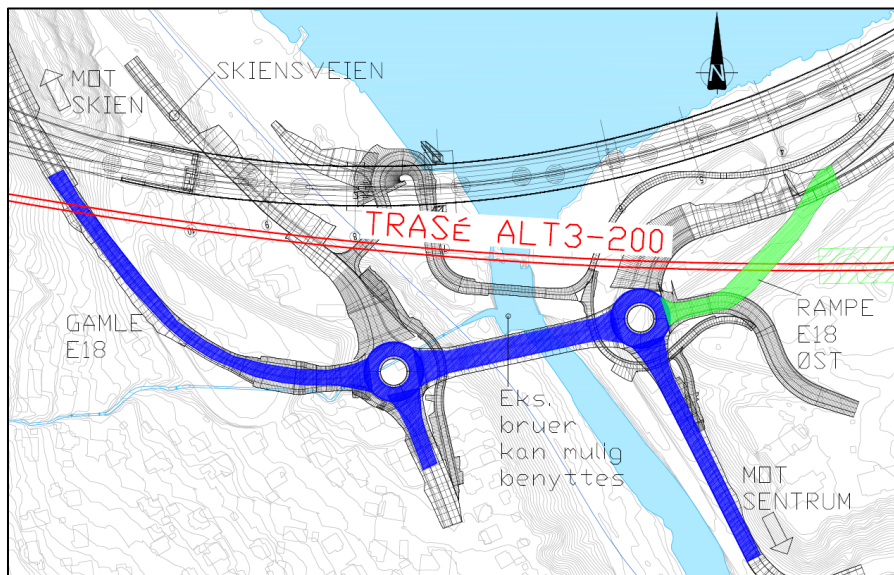
Figur 37. Lengdeprofil av stasjon i løsmasser på Bergeløkka, ALT3-200

Dette vil gi vesentlig mindre utgravde løsmasser sammenlignet med de tidligere presenterte alternativene. Det vil kreves mindre spunting og sidestabilisering av byggegropa da det graves ut til mindre dyp. Den østlige enden av stasjonen vil komme nære trafostasjonen og tilhørende høyspentledninger. Foruten om dette vil stasjonsløsningen ikke komme i direkte konflikt med annen bebyggelse på Bergeløkka, sett bort ifra de gamle industrilokalene. Dette vil gi store frie arealer til å etablere byggegropa, og det vil være mulig å grave ut med en slak skråning i det øverste laget av løsmassene, før sidestabilisering skjer med jordnagling eller andre aktuelle metoder. Da kotehøyden til stasjonen ligger høyere enn de tidligere omtalte alternativene kan nivået for grunnvannstanden bli liggende lavere enn byggegropa, og behovet for en fullstendig tett spunting i bunnen vil være mindre. Det bør gjøres flere grunnundersøkelser for å kartlegge nivå for grunnvannstanden og for å lære mer om vannførende kanaler i området.

Det er vurdert at dette alternativet har en god stasjonsplassering på Bergeløkka. Stasjonen utnytter frie arealer og kommer i liten konflikt med eksisterende bebyggelse. Samtidig ligger stasjonen nærmere terrengnivået, noe som vil gi mindre utgravde løsmasser og følgelig mindre behov for sidestabilisering og spuntarbeid.

#### Trafikkavvikling på vegsystemet i Hammerdalen under byggeprosessen:

Traséen vil krysse over damanlegget i den nordlige enden av Hammerdalen, noe som medfører at Hammerdalen bru og den sørlige delen av lokalvegsystemet ikke blir direkte berørt av jernbanetraséen. Dette gir muligheten for å bygge ut Hammerdalen bru, og siden bruke denne til trafikkavvikling over dalen. Dette er en bred og stor bru som vil ha stor kapasitet til trafikkavvikling. Det kan også være aktuelt å benytte eksisterende vegbruer til å lede trafikk over dalen, og som siden rives etter at jernbanen er ferdigbygd.



Figur 38. Prinsipp for trafikkavvikling (blå linje) for ALT3-200

Utfordringen vil være å finne en midlertidig veg fra den østlige rundkjøringen over Bergeløkka som kobler seg til E18 øst. Det samme gjelder i vest hvor tunnelportal for jernbanetraséen kan komme i konflikt med traséen til gamle E18. Her kan det være aktuelt å benytte Skiensveien for tilkobling mot E18 vest hvis gamle E18 må stenges.

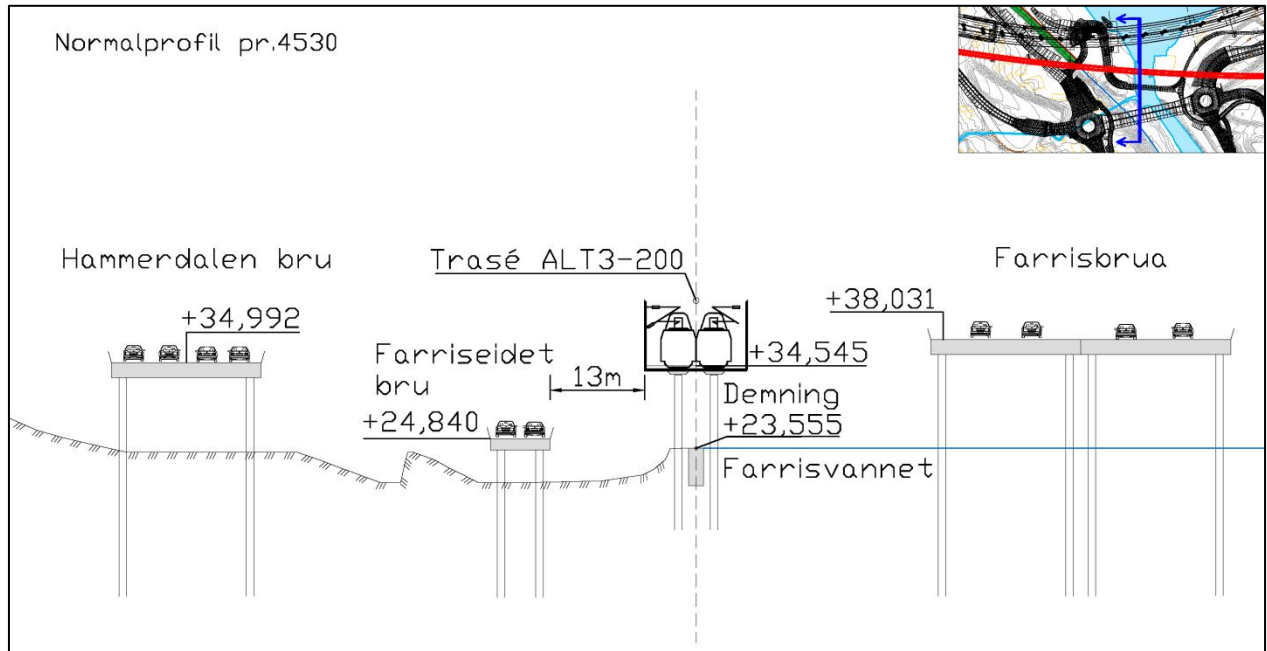
Det er vurdert at traséløsningen til ALT3-200 gir mulighet for en middels bra trafikkavvikling. Trafikken vil kunne gå uhindret over Hammerdalen bru, men det er utfordringer tilknyttet lokalveger som fører trafikk til og fra E18.

#### Tilpassing av traséen til lokale forhold i Hammerdalen:

Traséen til dette alternativet skiller seg ut ved å krysse langt nord i Hammerdalen, og ved at den ligger på et gjennomgående høyt kotenivå. Traséen blir liggende rett over demningen på kote +34,5 for SOK. Byggehøyden ligger derfor høyt nok for kravene til minste byggehøyde pga. flomvannstand i Farriselva.

Jernbanen vil komme i stor konflikt med den nordre delen av lokalvegssystemet, hvor jernbanetraséen krysser direkte gjennom flere lokalveger. Rampe til E18 på østsiden av Hammerdalen må omprosjekteres og flyttes, da jernbanetrasé passerer rett gjennom der hvor vegene er planlagt å ligge. Det samme vil skjer på vestsiden av Hammerdalen hvor trasé kolliderer med Skiensveien og lokalveg tilknyttet Farrisidet bru. Planene til vegene må omprosjekteres, noe som vil være krevende da vegtraséene må flyttes til en mye høyere kote, eller til en vesentlig lavere kote. De store konfliktene med lokalvegene på øst- og vestsiden av Hammerdalen er vist mer detaljert ved tegninger av normalprofil i bilag 15. Figur 39. viser normalprofil av traséen rett over

demningen sør for Farrisvannet, og her kommer det fram at jernbanebrua blir liggende på nivå med Hammerdalen bru. Farrisbrua og Farriseidet bru ligger med tilfredsstillende sikkerhetsavstand til traséen, og det vil ikke være nødvendig med sikring mot utforkjøring av biler ut i jernbanetraséen.



Figur 39. Normalprofil av ALT3-200 rett over demning ved Farrisvannet

Traséen fortsetter inn i tunnel under Martineåsen rett sør for tunnelportal til nye E18, og utnytter derfor fristilte arealer vest i Hammerdalen. Det er planlagt å bygge et kollektivknutepunkt på dette området, men det er antatt at deler av dette arealet kan benyttes til jernbaneutbygging. Det er vurdert som veldig positivt at traséen bruker arealene til det påtenkte kollektivknutepunktet, kontra et bebygd område hvor boliger må flyttes eller rives.

Det er vurdert at dette alternativet har en trasé som tilpasser seg middels bra i Hammerdalen. Fordelen er at traséen ligger i trafikkorridoren mellom Farrisbrua og Hammerdalen bru, samtidig som den ligger med tilstrekkelig byggehøyde og avstand til de andre bruene. En stor konflikt med flere lokalveger trekker vurderingen av dette alternativet ned.

#### Tilpassing til planlagt ny jernbanetrasé Farriseidet – Porsgrunn:

Traséalternativ ALT3-200 treffer direkte på tilkoblingspunktet under Martineåsen, og Jernbaneverket kan opprettholde planene til prosjektet Farriseidet-Porsgrunn.

Bilag 6 viser en detaljert plantegning for traséen og tilkoblingspunktet under Martineåsen.

## 7.5 VURDERING AV ALT1-250

### Sporgeometrisk utforming:

Horisontalkurven gjennom Bergeløkka og Hammerdalen er prosjektert med en radius på 4000 m. Største tillatte overhøyde på stasjonen er tilfredsstilt siden overhøyden til kurven er på 80 mm. Dette fører til at minste tillatte overhøyde til sirkelkurven ikke ligger innenfor «normale krav», men at den ligger godt innenfor «minste krav», gitt i Jernbaneverkets Tekniske regelverk. Resten av traséen er prosjektert med en geometri som ligger innenfor «normale krav». Traséen er derfor vurdert til å ha en middels bra geometri. Se bilag 7 og 8 for detaljerte prosjekteringstegninger.

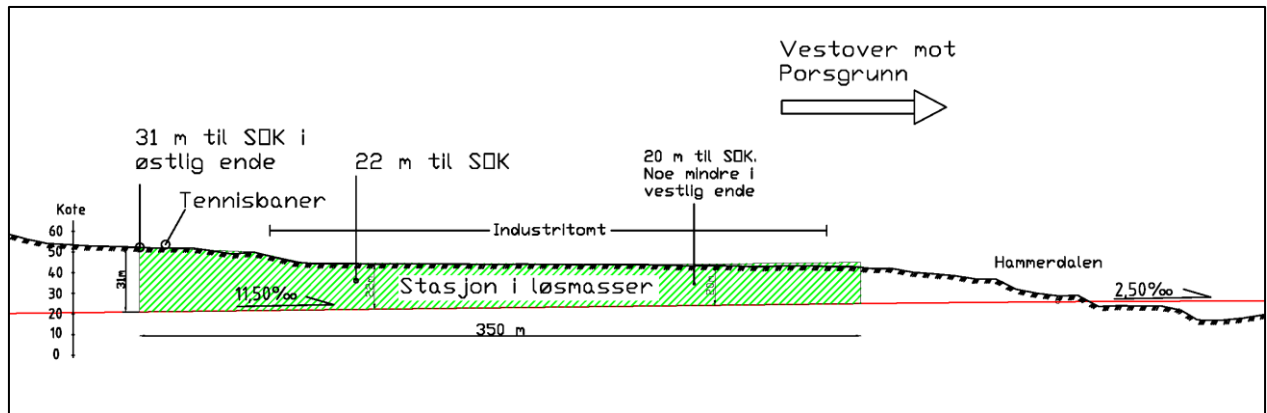
### Stasjonsplassering på Bergeløkka:

Stasjonen for dette alternativet er prosjektert til å strekke seg fra tennisbanene øst på Bergeløkka og videre vestover mot planlagt østlig rundkjøring. Dvs. at stasjonen blir liggende veldig sentralt over industritomten til Larvik Cell, og det vil ikke bli direkte konflikt med eksisterende bebyggelse på området.

Stasjonen blir liggende i 11,5 ‰ stigning mot Hammerdalen, hvor stasjonens østlige ende er prosjektert til å ligge på kote +20,9 for SOK. Den vestlige enden blir liggende på kote +24,9 for SOK. Figur 40 viser lengdeprofil av stasjonens plassering i løsmassene på Bergeløkka, hvor det hovedsakelig må graves ut til 22-20 meters dyp til SOK. I den østlige delen av området ligger terrenget på en høyere kote og det må her graves helt ned mot 31 meters dyp til SOK.

Stasjonen har en veldig lik plassering i terrenget på Bergeløkka som stasjonsløsningen for ALT1-200. SOK ligger generelt på et lavt kotenivå, spesielt i den østlige enden, noe som vil gi store mengder med utgravde masser. Dette medfører også omfattende sidestabilisering og spunting av byggegropa. Det er antatt at grunnvannstanden ligger rundt kote +20, 4 i den vestlige delen av stasjonen, noe som viser at en tett spuntvegg i den nederste delen av byggegropa er svært viktig. Det er vurdert som utfordrende, men likevel gjennomførbart, å sikre gropa ned til 20 meters dyp. I den østlige delen av stasjonen ligger terrenget høyere, og det må graves ned mot 31 meters dyp. Ned mot denne dybden vil et økende grunnvannstrykk føre til behov for et omfattende spuntarbeid. Det vil være spesielt viktig å gjøre nærmere undersøkelser av grunnvannstanden og de lokale hydrologiske forholdene i overgangen mellom Bergeløkka og Bøkeskogen. En tett byggegrop er avgjørende for å unngå drenering og skader på Bøkeskogen.

Det er vurdert at denne stasjonsplasseringen representerer en middels bra stasjonsløsning på Bergeløkka. Den sentrale plasseringen på den gamle industritomten trekker opp, men dype utgravninger og behov for omfattende spuntarbeid trekker ned.



Figur 40. Lengdeprofil av stasjon på Bergeløkka, ALT1-250

### Trafikkavvikling på vegsystemet i Hammerdalen under byggeprosessen:

Traséen krysser Hammerdalen på samme måten som traséen til ALT1-200, og vil av den grunn gi samme muligheter for trafikkavvikling over dalen. Det henvises til vurdering av ALT1-200 for nærmere beskrivelse.

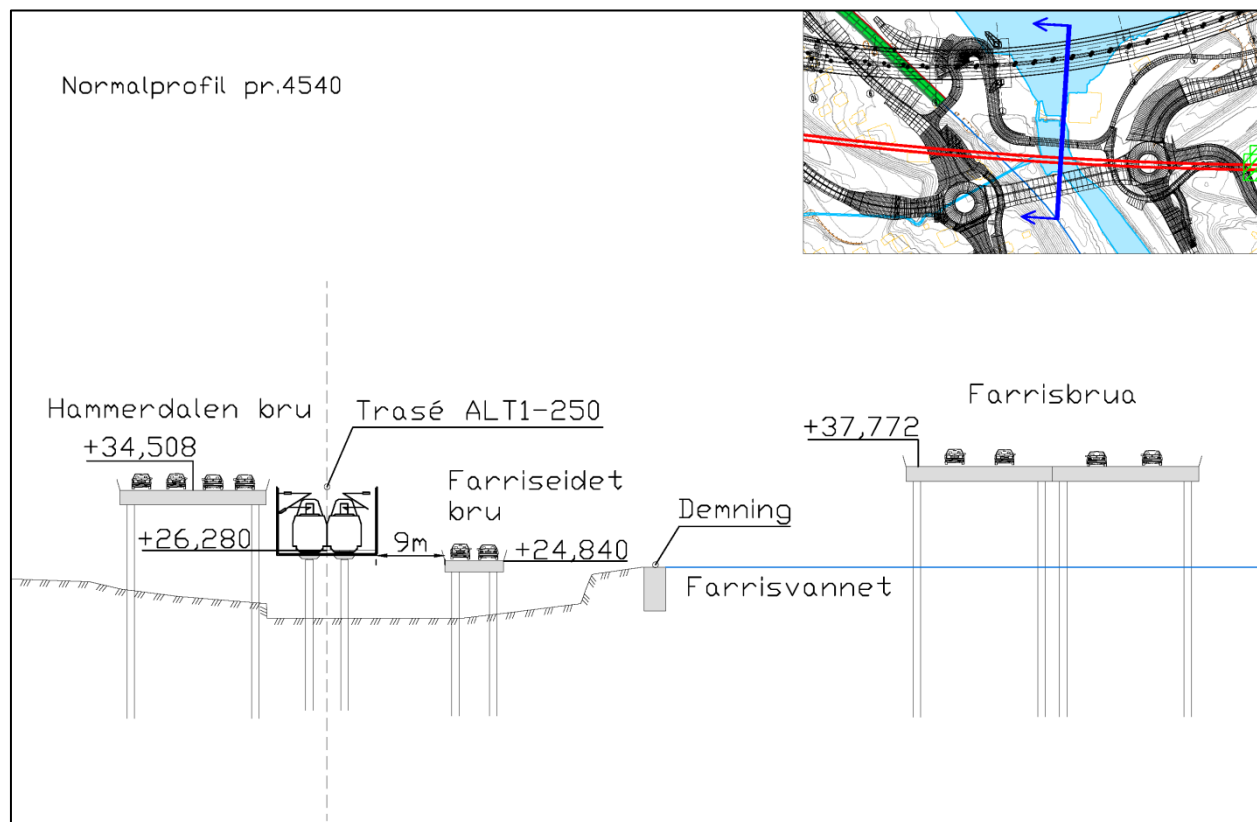
Trafikk vil kunne føres over Farriseidet bru, men det må etableres en lokalveg over Bergeløkka for å koble trafikken til og fra Larvik sentrum. Trafikkavvikling over Hammerdalen er vurdert til å være middels bra for dette alternativet.

### Tilpassing av traséen til lokale forhold i Hammerdalen:

Jernbanebru krysser over Farriselva i området mellom Hammerdalen bru og Farriseidet bru, hvor SØK ligger på kote +26,3. Dette betyr at jernbanetraséen har en byggehøyde som tilfredsstillende krav til både tusenårsflom og påregnelig maksflom i Farriselva.

På samme måte som trasé til ALT1-200 vil denne trasé komme ut i Hammerdalen under den østlige rundkjøringen. SØK er prosjektert til å ligge lavt slik at jernbanen kan legges i kulvert, og at østlig rundkjøring etableres på topp av kulverten i ettertid. Det samme gjelder for vestsiden av Hammerdalen, hvor traséen er prosjektert slik at jernbanen går fra bru over i en kulvert og hvor Skiensveien legges på topp av kulvert i ettertid. Mer detaljerte normalprofiler for kulvertene under lokalvegsystemet er vist på tegning i bilag 16.

Figur 41 viser at prosjektert jernbanetrasé over Farriselva blir liggende veldig nærme Hammerdalen bru, samtidig som den ligger på et lavere nivå enn vegbrua. Det vil være nødvendig med tilfredsstillende sikring mot utforkjøring av biler ut i jernbanetraséen, da det ikke er tilstrekkelig sikkerhetsavstand mellom veg og bane. Det vil være en stor utfordring å tilpasse veg- og baneutbygging ved den østlige rundkjøringen, da Hammerdalen bru og jernbanetrasé kommer veldig nær hverandre i dette området.



Figur 41. Normalprofil av ALT1-250 rett over Farriselva

Fordelen med denne traséen er at den utnytter plassen mellom Hammerdalen bru og Farriseidet bru, et område uten særlig annen bruksverdi. Vest for Skiensveien går traséen gjennom området hvor det er planlagt å bygge et kollektivknutepunkt. Det er sett som positivt å benytte disse relativt frie arealene, kontra å legge traséen gjennom et område med mange berørte boliger. Likevel er det vurdert at denne traséen har en middels bra tilpassing i Hammerdalen, da det først og fremst er de store utfordringene ved den østlige rundkjøringen som trekker ned.

#### Tilpassing til planlagt ny jernbanetrasé Farriseidet – Porsgrunn:

Traséalternativ ALT1-250 treffer direkte på tilkoblingspunktet under Martineåsen, og Jernbanelverket kan opprettholde planene til prosjektet Farriseidet-Porsgrunn.

Bilag 8 viser en detaljert plantegning for traséen og tilkoblingspunktet under Martineåsen.



## 7.6 VURDERING AV ALT2-250

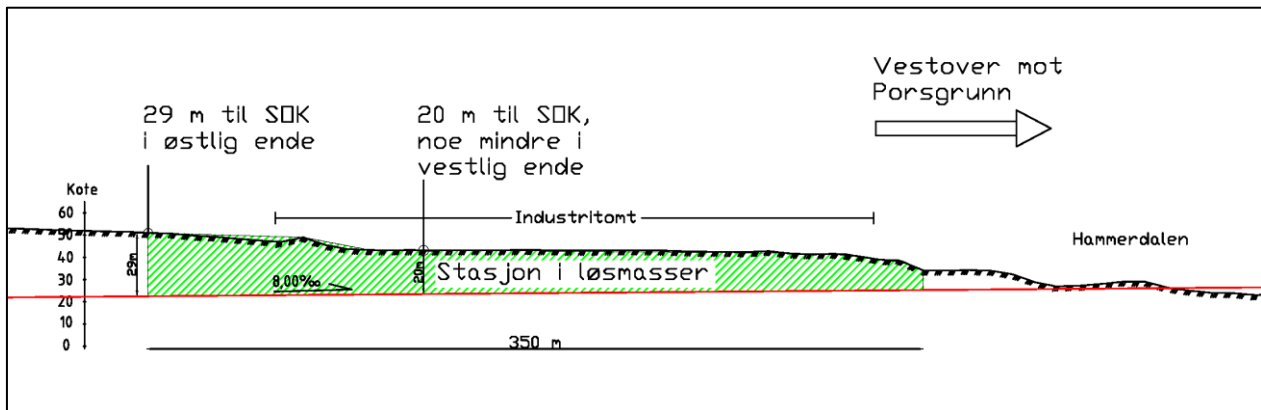
### Sporgeometrisk utforming:

Den horisontale sirkelkurven gjennom Bergeløkka og Hammerdalen er prosjektert med en radius på 5000 m. Overhøyden til sirkelkurven er 80 mm og krav om minste tillatte overhøyde til kurven, samt største tillatte overhøyde på stasjonen, tilfredsstiller «normale krav» i Teknisk regelverk. Resten av traséen er også prosjektert til å ligge innenfor «normale krav», og av den grunn er traséen vurdert til å ha en bra geometrisk utforming. Se bilag 9 og 10 for detaljerte prosjekteringstegninger.

### Stasjonsplassering på Bergeløkka:

Stasjonen blir liggende med omtrent samme plassering som stasjonsløsningen for ALT3-200. Dvs. at stasjonen utnytter den sentrale delen av Bergeløkka og de frie arealene på den gamle industritomten. Foruten de gamle fabrikklokalene vil stasjonen ikke komme i direkte konflikt med annen bebyggelse, selv om byggegropa blir liggende nære trafostasjonen i den østlige delen av området. Sammenlignet med stasjon for ALT3-200 er denne traséen prosjektert til å ligge dypere i terrenget. I den østlige enden må det graves ned til 29 m til SOK, men terrenget faller raskt lengre mot vest hvor det må graves ned til 20 m eller mindre til SOK. Stasjonen blir liggende med 8 ‰ stigning sett i vestlig retning.

Dette traséalternativet vil føre med seg store utgravinger av løsmasser, spesielt i den østlige enden av stasjonen hvor traséen sannsynligvis ligger godt under grunnvansnivå. Det vil være behov for omfattende sidestabilisering ved utgraving av byggegropa, og det vil være svært viktig å sikre mot drenering av sideterrenget, både under bygging og i ettertid. Nærmere grunnundersøkelser og kartlegging av grunnvannsnivå bør gjøres for stasjonsområdet.



Figur 42. Lengdeprofil av stasjon på Bergeløkka, ALT2-250

Erfaringer fra løsmassetunnelen på Møllenberg i Trondheim viser at utgravinger av tilsvarende dimensjoner lar seg gjøre. Det er sett som en klar fordel at utgravingen kan skje på et stor omtåde,

uten å komme i nær konflikt med annen bebyggelse. Likevel ligger traséen dypt i terrenget, noe som vil føre til avansert og kostbart spuntarbeid. Det er vurdert at dette alternativet har en middels god stasjonsplassering på Bergeløkka.

#### Trafikkavvikling på vegsystemet i Hammerdalen under byggeprosessen:

Traséen krysser Hammerdalen på tilnærmende samme måten som traséen til ALT3-200, og vil av den grunn gi samme muligheter for trafikkavvikling over dalen. Det henvises til vurdering av ALT3-200 for nærmere beskrivelse.

Traséen vil krysse over damanlegget i den nordlige enden av Hammerdalen, noe som medfører at Hammerdalen bru og den sørlige delen av lokalvegssystemet ikke blir direkte berørt av jernbanetraséen. Utfordringen vil være å finne en midlertidig veg fra den østlige rundkjøringen over Bergeløkka som kobler seg til E18 øst. Det samme gjelder i vest hvor tunnelportal for jernbanetraséen kan komme i konflikt med traséen til gamle E18. Her kan det være aktuelt å benytte Skiensveien for tilkobling mot E18 vest hvis gamle E18 må stenges.

Det er vurdert at traséløsningen til ALT3-200 gir mulighet for en middels bra trafikkavvikling. Trafikken vil kunne gå uhindret over Hammerdalen bru, men det er utfordringer tilknyttet lokalveger som fører trafikk til og fra E18.

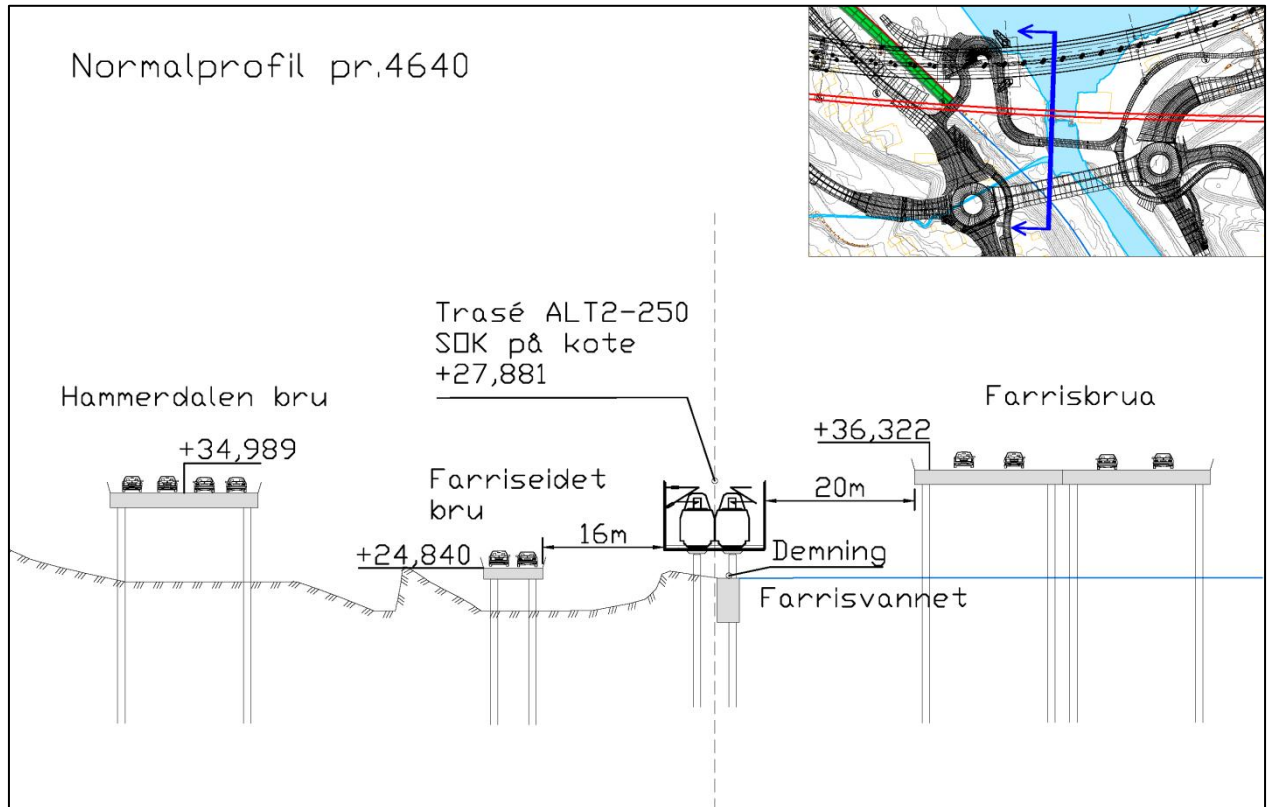
#### Tilpassing av traséen til lokale forhold i Hammerdalen:

Rett over demningen ligger traséen på kote +27,9 for SOK. Byggehøyden til traséen er derfor høy nok til å tilfredsstille kravene til minste byggehøyde pga. flomvannstand i Farriselva.

Traséen krysser gjennom lokalvegssystemet i Hammerdalen på tilsvarende måte som trasé til ALT3-200. Den største forskjellen mellom de to alternativene er at ALT2-250 er prosjektert til å ligge på en gjennomgående lavere kote. Jernbanen vil komme i stor konflikt med den nordre delen av lokalvegssystemet, hvor jernbanetraséen krysser direkte gjennom flere lokalveger. Rampe til E18 på østsiden av Hammerdalen må omprosjekteres og flyttes, da jernbanetrasé passerer rett gjennom der hvor vegene er planlagt å ligge. Det samme vil skjer på vestsiden av Hammerdalen hvor trasé kolliderer med Skiensveien og lokalveg tilknyttet Farrisidet bru. Vegene må omprosjekteres, noe som vil være krevende da vegtraséene må flyttes til en mye høyere kote, eller til en vesentlig lavere kote. De store konfliktene med lokalvegene på øst- og vestsiden av Hammerdalen er vist mer detaljert ved tegninger av normalprofil i bilag 17.

Figur 43 viser normalprofil av traséen rett over demningen sør for Farrisvannet. Jernbanen blir liggende på et nivå under Farrisbrua, hvor topp av kontaktledningsanlegget kommer på nivå med kjørebanelen på vegbrua. Sammenlignet med trasé til ALT3-200 vil denne løsningen gjøre traséen mindre ruvende i terrenget. Jernbanetraséen vil være et stort og synlig element i Hammerdalen, og det er sett som fordelaktig at jernbanen bygges på et nivå som passer inn med Farrisbrua og lokalvegsbruene. I den østlige og sentrale delen av Bergeløkka ligger Farrisbru med tilfredsstillende

sikkerhetsavstand til jernbanetraséen for sikring mot utforkjøring av biler ut i jernbanesporet. På vestsiden kan sikkerhetsavstanden bli for liten, avhengig av hvor fort traséen går inn i kulvert eller blir liggende i dagen.



Figur 43. Normalprofil av ALT2-250 rett over Farriselva

Traséen fortsetter inn i tunnel under Martineåsen rett sør for tunnelportal til nye E18, og utnytter derfor fristilte arealer vest i Hammerdalen. Det er planlagt å bygge et kollektivknutepunkt på dette området, men det er antatt deler av dette arealet kan benyttes til jernbaneutbygging. Det er vurdert som veldig positivt at traséen bruker arealene til det påtenkte kollektivknutepunktet, kontra et bebygd område hvor boliger må flyttes eller rives.

Sett isolert på konflikten med lokalvegssystemet har denne traséen en dårlig tilpassing i Hammerdalen. Det må utredes nye planer og løsninger for deler av lokalvegssystemet, da jernbanen krysser rett igjennom rampe mot E18 øst, lokalveg tilknyttet Farriseidet bru og Skiensveien. På den andre siden har traséen mange positive egenskaper, spesielt med tanke på utnytting av fristilte arealer og tilpassing til de andre bruene i dalen. Det er vurdert at denne traséen har en middelsbra tilpassing i Hammerdalen.

### Tilpassing til planlagt ny jernbanetrasé Farriseidet – Porsgrunn:

Traséalternativ ALT2-250 treffer direkte på tilkoblingspunktet under Martineåsen, og Jernbaneverket kan opprettholde planene til prosjektet Farriseidet-Porsgrunn.

Bilag 10 viser en detaljert plantegning for traséen og tilkoblingspunktet under Martineåsen.

## 7.7 VURDERING AV ALT3-250

### Sporgeometrisk utforming:

Horisontalkurven gjennom Bergeløkka og Hammerdalen er prosjektert til å ha radius på 4000 m, hvor kurven har en tilhørende prosjektert overhøyde på 80 mm. Overhøyden tilfredsstiller krav om maks tillatt overhøyde gjennom stasjonen, men den tilfredsstiller ikke «normale krav» om minste tillatte overhøyde gjennom kurven. Overhøyden på 80 mm ligger likevel godt innenfor «minste krav» gitt i Teknisk regelverk.

Resten av traséen er prosjektert med horisontal- og vertikalgeometri som tilfredsstiller «normale krav» i Teknisk regelverk. Se bilag 11 og 12 for detaljerte plan- og profiltegninger.

Da traséen har elementer som ikke tilfredsstiller «normale krav», men likevel ligger godt innenfor «minste krav», er traséen vurdert til å ha en middels bra geometri.

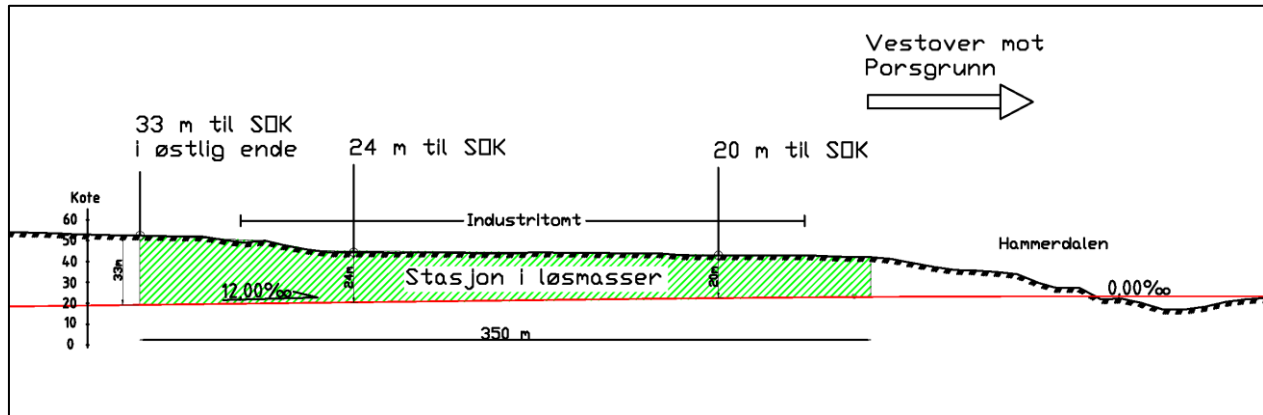
### Stasjonsplassering på Bergeløkka:

Stasjonen for dette alternativet er prosjektert til å ligge lengst sør av samtlige traséalternativer. I øst strekker den seg fra tennisanlegget og videre til det vestlige hjørnet av industritomten. Stasjonen blir derfor liggende på den sentrale delen av Bergeløkka, hvor stasjonen hovedsakelig benytter fristilte arealer på industritomten. Foruten fabrikklokalene vil ingen annen bebyggelse bli direkte berørt. Likevel vil byggegropa komme nære trafostasjonen i den østlige delen av Bergeløkka, samt nære gjestegården i den vestre delen, og det bør senere undersøkes i hvilken grad denne bebyggelsen vil bli påvirket ved en mer detaljert undersøkelse av området.

Stasjonen blir liggende i 12,0 ‰ stigning mot Hammerdalen, hvor stasjonens østlige ende er prosjektert til å ligge på kote +20,1 for SOK. Den vestlige enden blir liggende på kote +23,2 for SOK. Figur 44 viser lengdeprofil av stasjonens plassering i løsmassene på Bergeløkka, hvor det hovedsakelig må graves ut til 24-20 meters dyp til SOK. I den østlige delen av området ligger terrenget på en høyere kote og det må her graves helt ned mot 33 meters dyp til SOK.

Sammenlignet med stasjonsplassering for de andre traséalternativene blir denne stasjonen liggende lavt i terrenget, og det må graves ut til store dyp for hele stasjonens lengde. Spesielt i den østlige delen vil dyp utgraving gi store utfordringer til spuntarbeid, samt sikring av en tørr byggegrop for å unngå drenering og ødeleggelse av Bøkeskogen. Det er sett som sannsynlig at hele

stasjonens lengde blir liggende under grunnvannstanden, noe som vil gi strenge krav om en tett byggegrop, og det vil være store utfordringer og kostnader tilknyttet sidestabilisering og sikring av gropa som graves ut.



Figur 44. Stasjonsplassering på Bergeløkka, ALT3-250

På tross av en god og sentral plassering på Bergeløkka hvor fristilte arealer utnyttes, vil de dype utgravingene av løsmasser føre med seg store utfordringer tilknyttet sidestabilisering og påvirkning på områdene rundt. Det er vurdert at dette alternativet har en dårlig stasjonsløsning.

#### Trafikkavvikling på vegsystemet i Hammerdalen under byggeprosessen:

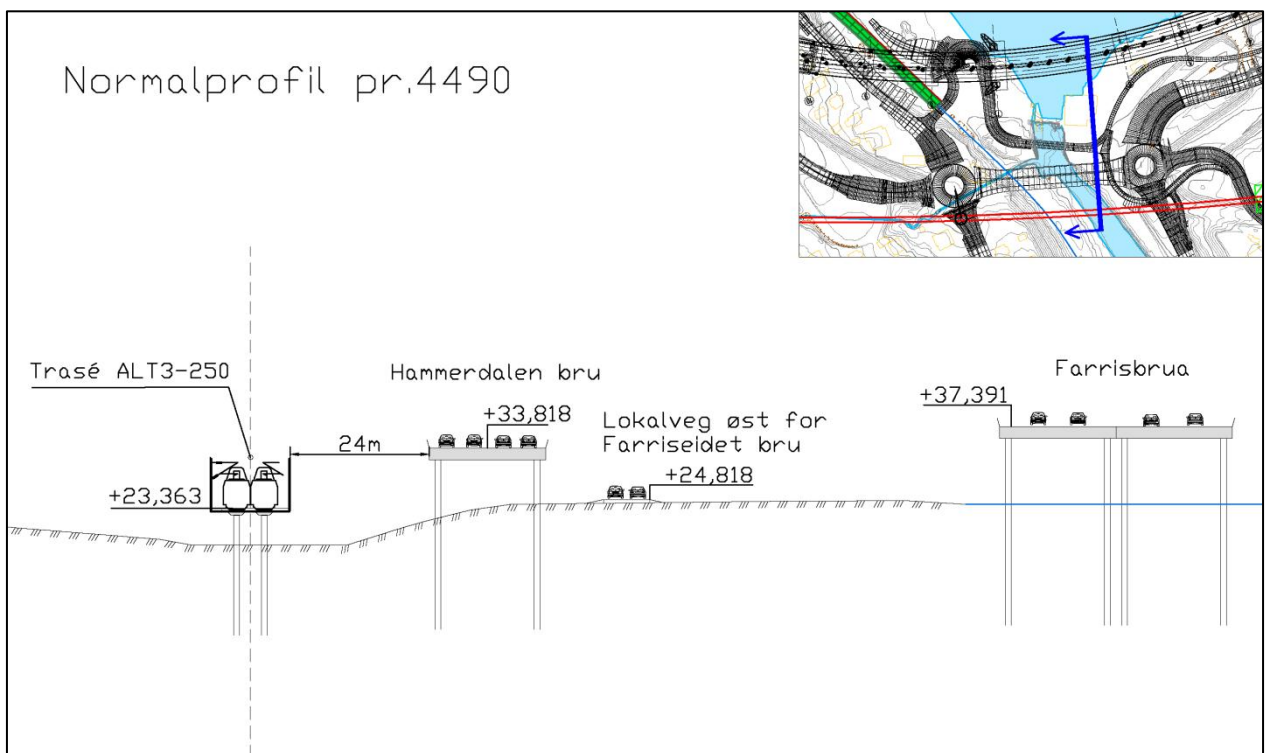
Traséen krysser over Hammerdalen i det samme området som trasé til ALT2-200. Av den grunn vil prinsippet for trafikkavvikling være likt for disse to alternativene. Se nærmere beskrivelse av trafikkavvikling for ALT2-200 i delkapittel 7.3.

Traséen krysser over Hammerdalen i den grønne sonen (sone 3), som er nærmere beskrevet i kapittel 3.3. Jernbanebru vil ligge sør for og parallelt med Hammerdalen bru. Dette medfører at bruene lengst nord i området er fristilt til trafikkavvikling, og det kan være aktuelt å benytte både eksisterende bruer og/eller den nye Farriseidet bru. Da jernbanetraséen vil krysse veldig nær både østlig og vestlig rundkjøring, er det sett som en naturlig at Hammerdalen bru bygges etter at jernbanen er ferdigstilt.

Da traséen er prosjektert til å ligge sør for Hammerdalen bru vil det være gode muligheter til trafikkavvikling uhindret av jernbaneutbygging lengre nord i området. Alternativet er vurdert til å kunne opprettholde en middels bra trafikkavvikling over Hammerdalen.

Tilpassing av traséen til lokale forhold i Hammerdalen:

Traséen krysser over Hammerdalen på en bru uten stigning og ligger parallelt og sør for Hammerdalen bru. Det presiseres at det er tatt utgangspunkt i en endret Hammerdalen bru, hvor den vestlige rundkjøringen er flyttet 20 m lengre nord. Den østlige rundkjøringen beholder planlagt plassering, noe som fører til at den vestlige delen av Hammerdalen bru blir «vridd» tilsvarende lengde mot nord. Rett over Farriselva ligger SOK på kote +23,3, noe som tilsier at traséen ligger på kote akkurat under minste byggehøyde pga. maksimal tusenårsflom. Da traséen ligger lengre ned i Hammerdalen enn referansepunktet for flomnivået er det vurdert at SOK likevel vil ligge over nivå for tusenårsflom. Byggehøyde for jernbanebrua vil trolig ikke ligge over nivået for påregnelig maksflom (PMF), men det bør gjøres nærmere beregninger for å kontrollere dette.



Figur 45. Normalprofil av ALT3-250 rett over Farriselva

På østlig side av Hammerdalen kan traséen legges i kulvert rett sør for den østlige rundkjøringen. Kulverten blir liggende dypt nok til at rundkjøringen og Fv. 303 Møllegata kan bygges som planlagt, hvor vegsystemet etableres på toppen av kulverten i ettertid. Det samme gjelder for den vestlige delen av Hammerdalen, hvor traséen kan fortsette fra jernbanebrua inn i en kulvert som ligger under Fv. 302 Brunelansveien og den vestlige rundkjøringen. Bilag 18 viser detaljerte normalprofiler av jernbanetraséen i kulvert på øst og vestsiden av Hammerdalen.

Dette alternativet representerer en løsning som krysser Hammerdalen på en relativt enkel måte, sammenlignet med traséer som krysser i det trange området mellom Farrisbrua og Hammerdalen



bru. Det vil være god plass til anleggsarbeidet med jernbanebrua, gitt at Hammerdalen bru bygges på et senere tidspunkt. Det vil ikke være nødvendig med sikring mot utforkjøring av biler ut i jernbanetraséen, da det er tilstrekkelig sikkerhetsavstand mellom jernbane og Hammerdalen bru. Figur 45 viser normalprofil av jernbanebru rett over Farriselva, samt tilhørende vegsystem.

Videre vestover vil traséen passerer et område preget av bolighus, og det er sannsynlig at flere hus må rives eller flyttes i forbindelse med utbyggingen. Grunnundersøkelser i området må gjøres for å kartlegge hvor fort traséen finner fast fjell vest for Hammerdalen.

Det er vurdert at dette alternativet har en trasé som tilpasser seg i Hammerdalen på bra måte. Det er lagt vekt på utnyttelsen av frie arealer sør for Hammerdalen bru, hvor traséen unngår konflikt med de andre bruene i dalen. Traséen tilpasser seg også byggeplanene for det nye lokalvegsystemet på en god måte, gitt at den vestlige rundkjøringen flyttes lengre mot nord.

#### Tilpassing til planlagt ny jernbanetrasé Farriseidet – Porsgrunn:

Traséen er prosjektert til å ligge sør for Hammerdalen bru og vil ikke treffe direkte på tilkoblingspunktet under Martineåsen. Traséen vil passere omtrent 150 m lengre sør, noe som vil kreve betydelig omlegging av planene for prosjektet Farriseidet – Porsgrunn for at traséene skal treffe hverandre. Traséen er vurdert til å gi en dårlig tilpassing til tilkoblingspunkt under Martineåsen.

Bilag 12 viser en detaljert plantegning for traséen og tilkoblingspunktet under Martineåsen.



## 8. OPPSUMMERING OG DRØFTING

### 8.1 OPPSUMMERING AV TRASÉVURDERINGER

Tabell 3 oppsummerer vurderingene som er gjort for hvert traséalternativ i kapittel 7.

Tabell 3. Oppsummering av traséalternativer og tilhørende vurderingskriterer

VURDERINGS- KRITERIER	ALT1- 200	ALT2- 200	ALT3- 200	ALT1- 250	ALT2- 250	ALT3- 250
Sporgeometrisk utforming	Bra	Middels bra	Bra	Middels bra	Bra	Middels bra
Stasjonsplassering på Bergeløkka	Middels bra	Middels bra	Bra	Middels bra	Middels bra	Dårlig
Trafikkavvikling på vegsystemet i Hammerdalen	Middels bra	Middels bra	Middels bra	Middels bra	Middels bra	Middels bra
Tilpassing av trasé til lokale forhold i Hammerdalen	Middels bra	Bra	Middels bra	Middels bra	Middels bra	Bra
Tilpassing til ny trasé Farriseidet - Porsgrunn	Bra	Dårlig	Bra	Bra	Bra	Dårlig

Enkelte konklusjoner kan sees direkte fra tabell 3:

- ALT3-200 kommer ut med best totalvurdering
- ALT1-200 og ALT2-250 er vurdert likt, og kommer ut som nest beste traséalternativer
- ALT3-250 kommer dårligst ut, og er det alternativet med flest vurderingskriterier vurdert som «dårlig»
- Vurderingskriteriet «Trafikkavvikling på vegsystemet i Hammerdalen» er vurdert som «middels bra» for samtlige alternativer

### 8.2 DRØFTING

Fra oppsummeringen i tabell 3 ser vi at alternativ ALT3-200 har flest vurderingskriterier vurdert som «bra». Samtidig er ingen av vurderingskriteriene vurdert som «dårlig» for dette alternativet. ALT3-200 skiller seg fra de andre alternativene ved å ha en bra stasjonsplassering på Bergeløkka. Dette skyldes at stasjonen er prosjektert til å ligge høyt i terrenget, og vil av den grunn gi mindre

behov for utgraving av løsmasser. Dette vil igjen føre til mindre behov for kostbar og avansert sidestabilisering av den utgravde byggegropa. I tillegg til dette er det fordelaktig for påvirkning av sideområdene at det ikke må gjøres dype utgravninger. Sannsynligheten for å påvirke grunnvannstanden og andre vannførende lag øker ved utgraving til større dybder i løsmassene. I tillegg til en god stasjonsplassering har ALT3-200 en geometrisk utforming som tilfredsstillende «normale krav» i Teknisk regelverk, og dessuten treffer traséen direkte på tilkoblingspunktet under Martineåsen. På den andre siden gir denne traséløsningen en stor konflikt med lokalvegssystemet nord i Hammerdalen, hvor jernbanen krysser direkte gjennom flere lokalveger. Det er viktig å nevne at traséen ikke vil komme i direkte kontakt med Hammerdalen bru og tilhørende rundkjøringer som er planlagt bygd lengre sør for traséen.

ALT1-200 og ALT2-250 er begge vurdert som nest beste traséalternativer. Disse alternativene skiller seg fra ALT3-200 ved å ha en dårligere vurdering av stasjonsplassering på Bergeløkka. Dette skyldes først og fremst at stasjonsløsningene ligger dypere i terrenget.

De tre øverst rangerte alternativene har til felles at de krysser Hammerdalen i området mellom Farrisbrua og Hammerdalen bru. Fordelen med dette er at jernbanen blir en del av en eksisterende trafikkorridor, og «pakkes» inn i et område hvor vegbroene uansett er ruvende konstruksjoner i omgivelsene. Arealene mellom Farrisbrua og Hammerdalen bru ansees til å ha liten verdi for andre, da de nevnte bruene ligger som hver sin barriere i nord og i sør. Hvis Hammerdalen betraktes i synsvinkel fra Farrisvannet vil jernbanen trolig ikke bli et stort blikkfang, da Farrisbrua uansett vil være et mer dominerende element. På samme måte vil Hammerdalen bru være den mest synlige konstruksjonen hvis jernbanetraséen betraktes fra bysiden. ALT3-200 vil potensielt kunne ruve mest terrenget i Hammerdalen, da dette alternativet er prosjektert på høyest kote over dalen, men også her blir vegbruene mer dominerende i terrenget enn jernbanetraséen. De tre beste alternativene utnytter også tilgjengelige arealer vest i Hammerdalen, hvor det etter dagens planer skal etableres et kollektivknutepunkt. Det er sett som en fordel å kunne utnytte disse arealene, sammenlignet med å beslaglegge bebygde områder hvor eiendommer må rives eller flyttes. Sett fra Larvik kommunes sin side vil det være ønskelig å utnytte trafikkorridoren, samt at minst mulig bebodde områder beslaglegges av en ny trasé.

Det er i denne oppgave også sett på traséalternativer som ikke treffer direkte på tilkoblingspunktet under Martineåsen. Ingen av disse alternativene kommer ut med en god totalvurdering i tabell 3. Likevel ser vi at ALT2-200 og ALT3-250 er vurdert til å ha en bra tilpassing i Hammerdalen, selv om traséene ikke treffer tilkoblingspunktet. Dette skyldes først og fremst at traséene passerer sør for det meste av lokalvegssystemet, noe som gir mindre konflikt med bruer og lokalveger. For å unngå mest mulig konflikt med utbyggingsplanene til Statens vegvesen er derfor en trasé sør i Hammerdalen å foretrekke. På en annen side er det fortsatt noen år til utbygging av lokalvegssystemet starter opp, og det er sett som mulig å gjøre endringer i de planene som er i dag.

ALT2-250 er det eneste alternativet dimensjonert for 250 km/t som er vurdert til å ha en «bra» geometrisk utforming. Ved å sammenligne ALT2-250 med ALT3-200 ser vi at alternativene har en neste identisk traséføring over Hammerdalen. Det samme gjelder for stasjonsplasseringen til begge alternativene, hvor de samme arealene på Bergeløkka blir utnyttet. Den største forskjellen mellom

alternativene er at stasjonsløsningen til ALT2-250 ligger dypere i terrenget enn hva som er tilfelle for stasjonen til ALT3-200. Ved å flytte denne traséen til å ligge høyere i terrenget får vi altså en trasé som tilsvarer traséen til ALT3-200. Dette viser at ALT3-200 tillater en geometri dimensjonert for 250 km/t, samtidig som plasseringen over Hammerdalen blir den samme.

Erfaringer gjort i denne oppgaven viser at det vil være vanskelig å legge stasjonen på Bergeløkka i en rettlinje. På grunn av lokale forhold bør Hammerdalen krysses med en horisontalkurve, da dette er eneste mulighet for å treffe direkte på tilkoblingspunktet under Martineåsen. En stasjon bygget i rettlinje på Bergeløkka gir utgangspunkt for en videre linjeføring som havner langt unna tilkoblingspunktet under Martineåsen.





## 9. ANBEFALT LØSNING

Etter vurdering av seks forskjellige traséalternativer utpeker ALT3-200 seg som den beste traséløsningen gjennom Hammerdalen. Denne traséløsningen vil ikke tilfredsstillе samtlige vurderingskriterier som er satt i denne oppgaven, men skiller seg ut med flest positive egenskaper:

- Stasjonsplasseringen ligger høyt i terrenget på Bergeløkka. Dette gir mindre utgravinger av løsmasser, samtidig som det vil forenkle arbeidet med sidestabilisering av løsmasser i byggegropa. I tillegg vil stasjonsplasseringen sannsynligvis gi mindre risiko for påvirkning av områdene rundt Bergeløkka.
- Traséen blir en del av trafikkorridoren i nordre del av Hammerdalen, da den ligger «gjemt» i området mellom den nye Farrisbrua og Hammerdalen bru. I tillegg utnyttes tilgjengelige arealer vest i Hammerdalen.
- ALT3-200 har en bra geometrisk utforming som tilfredsstillер «normale krav» i Teknisk regelverk.
- Traséen vil treffe direkte på tilkoblingspunktet under Martineåsen, tilknyttet prosjektet Farriseidet – Porsgrunn.

På bakgrunn av det som er gjort i denne masteroppgaven vurderes traséen til alternativ ALT3-200 som beste løsning for ny dobbeltsporet jernbane gjennom Hammerdalen i Larvik. Det er i tillegg sett som mulig å oppgradere geometrien til ALT3-200, slik at traséen kan trafikkeres av tog som holder 250 km/t.



## 10. VIDERE ARBEID

Planleggingen av ny jernbanetrasé gjennom Larvik er fortsatt et prosjekt med mange løse tråder. Løsninger og vurderinger som er presentert i denne oppgaven er gjort med hensikt å samle noen av trådene, og for å kunne gi innspill til det videre arbeidet med ny jernbanetrasé. I dette kapittelet presenteres punkter som sees som viktige ved videre planlegging:

- Området rundt Hammerdalen og Bergeløkka er preget av vanskelige og varierende grunnforhold. Det er viktig at det blir gjort flere grunnundersøkelser, prøveboringer og poretrykkmålinger, slik at man sikrer nok kunnskap om grunnforholdene det skal bygges i.
- Kartlegge risiko for påvirkning av Bøkeskogen. Ved bygging av tunnel under skogen og ved utgravinger av løsmasser på Bergeløkka er det viktig å holde kontroll på grunnvannstanden. Endringer i lokale forhold kan få store konsekvenser for Bøkeskogen.
- Kryssing av Hammerdalen med ny jernbane vil kreve tunge stål- og betongkonstruksjoner. Det er viktig å kartlegge hvilke muligheter som finnes med tanke på fundamentering av konstruksjonene under bakken i Hammerdalen.
- Områdene øst i Larvik er lite omtalt i denne oppgaven. Det er viktig å se mer detaljert på disse områdene, med tanke på geologi, tunneldriving og eksisterende bebyggelse, slik at en optimal trasé kan utredes.
- Vest for Hammerdalen bør det gjøres nærmere bergundersøkelser for å kartlegge hvor fort en trasé finner fast fjell inn under Martineåsen.
- Fremtidige planer må påse at Farriskilden ikke påvirkes.
- Det bør etableres en nærmere dialog mellom Jernbaneverket og Statens vegvesen for å finne mulige løsninger, og eventuell fremdriftsplan for bygging og endring på lokalvegssystemet.



## REFERANSER

Finn.no. (2013). *Karttjeneste*. Hentet 7.3.2013 fra <http://kart.finn.no/>

Fritzøe Eiendom AS. (2013a). *Jernbaneverket – Fra Fritzøe*. Bilde hentet fra PDF-presentasjon av Fritzøe Eiendom AS, gitt til Jernbaneverkets prosjektkontor for Vestfoldbanen

Fritzøe Eiendom AS. (2013b). *Bergeløkka*. Hentet 10.03.2013 fra <http://www.eiendom.fritzoe.no/Artikkel/Farriseidet/Bergel%C3%B8kka/10003372.php>

Google. (2013). *Google Maps*. Hentet 6.2.2013 fra <http://maps.google.no/>

Jernbaneverket. (2012a). *Konseptvalgutredning for IC-strekningen Oslo-Skien*

Jernbaneverket. (2012b). *Teknisk regelverk. Overbygning/Prosjektering/*. Hentet 15.3.2013 fra <https://trv.jbv.no/wiki/Overbygning/Prosjektering>

Jernbaneverket. (2013a). *Farriseidet - Porsgrunn*. Hentet 10.3.2013 fra <http://www.jernbaneverket.no/PageFiles/22402/Brosjyre%20Farriseidet%20-%20Porsgrunn%202013%202.%20opplag%20web.pdf>

Jernbaneverket. (2013b). *Teknisk regelverk. Overbygning/Prosjektering/Plattformer og spor på stasjoner/2.2 Plattformlengde*. Hentet 15.3.2013 fra [https://trv.jbv.no/wiki/Overbygning/Prosjektering/Plattformer\\_og\\_spor\\_p%C3%A5\\_stasjoner](https://trv.jbv.no/wiki/Overbygning/Prosjektering/Plattformer_og_spor_p%C3%A5_stasjoner)

Jernbaneverket. (2013c). *Teknisk regelverk. Overbygning/Prosjektering/Sporets trasé*. Hentet 10.2.2013 fra [https://trv.jbv.no/wiki/Overbygning/Prosjektering/Sporets\\_tras%C3%A9](https://trv.jbv.no/wiki/Overbygning/Prosjektering/Sporets_tras%C3%A9)

Norconsult og Jernbaneverket. (2013). *Forprosjekt – kryssing av Hammerdalen*. Høringsutkast 2013-05-08.

Ruukki. (2013). *E6 Trondheim - Stjørdal. Parsell Trondheim. Dagsone vest. Løsmassetunnel*. Presentasjon hentet 8.2.2013 fra <http://www.ruukki.no/~media/Norway/Files/Infra/Peledagen%202012/Ruukki-E6%20Dagsone%20Vest%20L%C3%B8smassetunnel%20Torgeir%20Haugen.pdf>

Rønning, S. (2013). *Samtale og veiledning via møte ved Multiconsult*, 14.4.2013 Trondheim

Statens vegvesen. (2006). *Vurdering av ny E18 og Farriskildene*. Teknologiforvaltningen. Region Sør

Statens vegvesen. (2010). *Detaljplan E18 Bommestad - Sky*. Hentet 22.2.2013 fra [http://www.vegvesen.no/\\_attachment/162624/binary/307442?fast\\_title=Planbeskrivelse+alt+3Z+%28NB%21+pdf+17%2C7+MB%29](http://www.vegvesen.no/_attachment/162624/binary/307442?fast_title=Planbeskrivelse+alt+3Z+%28NB%21+pdf+17%2C7+MB%29)

Statens vegvesen. (2011). *Rapport: Tørrmur ved rundkjøring øst. E18 Bommestad - Sky. Lokalveger Farriseidet*. Konkurranseskrinnlag



---

Statens vegvesen. (2013a). *E18 Bommestad – Sky*. Hentet 20.2.2013 fra  
<http://www.vegvesen.no/Europaveg/e18larvik>

Statens vegvesen. (2013b). *Perspektivskisser alt 3Z, T301-303*. Hentet 20.2.2013 fra  
<http://www.vegvesen.no/Europaveg/e18larvik/Reguleringsplan/Alternativ3Z>

Statens vegvesen. (2013c). *E6 Trondheim - Stjørdal*. Hentet 25.3.2013 fra  
<http://www.vegvesen.no/Europaveg/e6ost/Strindheimtunnelen>

## **MASTEROPPGAVE**

(TBA4940 Veg, masteroppgave)

VÅREN 2013

for

**Stud techn. Hans Gustav Johannessen**

Vurdering av traséløsninger for ny dobbeltsporet jernbane gjennom  
Hammerdalen i Larvik

### **BAKGRUNN**

I forbindelse med Intercity-utbyggingen på Østlandet arbeider Jernbaneverket med løsninger for ny jernbanetrasé gjennom Larvik. Dagens jernbanestasjon ligger ved Larvik havn, og danner en barriere mellom byen og vannfronten. Det er ønskelig å fjerne denne barrieren ved å flytte stasjonen til en annen del av byen. Bergeløkka, et område nord for Larvik sentrum, blir sett som et alternativ for plassering av ny jernbanestasjon. Jernbanelinjen må da krysse Hammerdalen hvor man må ta hensyn til bl.a. den nye veilinjen for E18, bøkeskogen i området og Farriskilden.

### **OPPGAVE**

#### **Beskrivelse av oppgaven**

Hvis den nye stasjonen i Larvik blir lagt til Bergeløkka, må jernbanelinjen krysse Hammerdalen. Gjennom denne masteroppgaven skal man finne og se på mulige alternativ for ny dobbeltsporet jernbane over Hammerdalen i Larvik. Alternative traséløsninger skal prosjekteres og vurderes med tanke på linjeføring og byggeløsninger og da med spesiell vekt på tilpasning til det nye E18-veikryseet ved Farriseidet, foruten Bøkeskogen og stasjon på Bergeløkka. En spesiell utfordring vil også være løsmassene som finnes i området ved Bergeløkka.

Opgaven skal presentere planer og synspunkter til partene som blir berørt av en ny jernbanetrasé over Hammerdalen når stasjonsplasseringen er gitt på Bergeløkka. Berørte parter er i hovedsak Statens vegvesen med sine planer for nytt E18-veikryss og Larvik kommune.

Deretter skal det gis en beskrivelse av mulige og prosjekterte traséalternativ, før de samme alternativene vurderes opp mot gitte vurderingskriterier.

Masteroppgaven vil derfor med bakgrunn i ulike traséalternativ og vurderingene som blir gjort, kunne gi innspill til arbeidet med ny jernbanetrasé gjennom Larvik by.

## Målsetting og hensikt

Målsetting med denne oppgaven er å vurdere ulike traséforslag for ny dobbeltsporet jernbane gjennom Hammerdalen i Larvik, gitt en stasjonsplassering på Bergeløkka.

Hensikten er å finne en god løsning for ny jernbanelinje over Hammerdalen, hvor traséen på en best mulig måte tilpasser seg lokale forhold og ønsker fra berørte parter, samtidig som de jernbanetekniske krav oppfylles.

## Deloppgaver og forskningsspørsmål

Det skal først prosjekteres flere traséalternativ for jernbanens kryssing av Hammerdalen, hvor prosjekteringen skal tilfredsstillende Jernbaneverkets tekniske krav. Deretter skal hvert alternativ vurderes etter følgende vurderingskriterier:

- Sporgeometrisk utforming
- Stasjonsplassering på Bergeløkka
- Trafikkavvikling på veisystemet i Hammerdalen under byggeprosessen
- Tilpassing av traséen til lokale forhold i Hammerdalen
- Tilpassing til planlagt ny jernbanetrasé Farriseidet – Porsgrunn

Med bl.a. bakgrunn i nevnte vurderingskriterier skal det til slutt legges frem forslag til valgt jernbanetrasé med tekniske løsninger for nytt dobbeltspor gjennom Hammerdalen i Larvik.

## GENERELT

Oppgaveteksten er ment som en ramme for kandidatens arbeid. Justeringer vil kunne skje underveis, når en ser hvordan arbeidet går. Eventuelle justeringer må skje i samråd med faglærer ved instituttet.

Ved bedømmelsen legges det vekt på grundighet i bearbeidningen og selvstendigheten i vurderinger og konklusjoner, samt at framstillingen er velredigert, klar, entydig og ryddig uten å være unødig voluminøs.

Besvarelsen skal inneholde

- standard rapportforside (automatisk fra DAIM, <http://daim.idi.ntnu.no/>)
- tittelside med ekstrakt og stikkord (mal finnes på siden <http://www.ntnu.no/bat/skjemabank>)
- sammendrag på norsk og engelsk (studenter som skriver sin masteroppgave på et ikke-skandinavisk språk og som ikke behersker et skandinavisk språk, trenger ikke å skrive sammendrag av masteroppgaven på norsk)
- hovedteksten
- oppgaveteksten (denne teksten signert av faglærer) legges ved som Vedlegg 1.

Besvarelsen kan evt. utformes som en vitenskapelig artikkel for internasjonal publisering. Besvarelsen inneholder da de samme punktene som beskrevet over, men der hovedteksten omfatter en vitenskapelig artikkel og en prosessrapport.

Instituttets råd og retningslinjer for rapportskrivning ved prosjektarbeid og masteroppgave befinner seg på <http://www.ntnu.no/bat/studier/oppgaver>.



**Hva skal innleveres?**

Rutiner knyttet til innlevering av masteroppgaven er nærmere beskrevet på <http://daim.idi.ntnu.no/>. Trykking av masteroppgaven bestilles via DAIM direkte til Skipnes Trykkeri som leverer den trykte oppgaven til instituttkontoret 2-4 dager senere. Instituttet betaler for 3 eksemplarer, hvorav instituttet beholder 2 eksemplarer. Ekstra eksemplarer må bekostes av kandidaten/ ekstern samarbeidspartner.

Ved innlevering av oppgaven skal kandidaten levere en CD med besvarelsen i digital form i pdf- og word-versjon med underliggende materiale (for eksempel datainnsamling) i digital form (f. eks. excel). Videre skal kandidaten levere innleveringsskjemaet (fra DAIM) hvor både Ark-Bibl i SBI og Fellestjenester (Byggsikring) i SB II har signert på skjemaet. Innleveringsskjema med de aktuelle signaturene underskrives av instituttkontoret før skjemaet leveres Fakultetskontoret.

Dokumentasjon som med instituttets støtte er samlet inn under arbeidet med oppgaven skal leveres inn sammen med besvarelsen.

Besvarelsen er etter gjeldende reglement NTNUs eiendom. Eventuell benyttelse av materialet kan bare skje etter godkjenning fra NTNU (og ekstern samarbeidspartner der dette er aktuelt). Instituttet har rett til å bruke resultatene av arbeidet til undervisnings- og forskningsformål som om det var utført av en ansatt. Ved bruk ut over dette, som utgivelse og annen økonomisk utnyttelse, må det inngås særskilt avtale mellom NTNU og kandidaten.

**Avtaler om ekstern veiledning, gjennomføring utenfor NTNU, økonomisk støtte m.v.**

Det er inngått avtale om ekstern veiledning med Jernbaneverket hvor Terje Grennes vil være kandidatens veileder.

**Helse, miljø og sikkerhet (HMS):**

NTNU legger stor vekt på sikkerheten til den enkelte arbeidstaker og student. Den enkeltes sikkerhet skal komme i første rekke og ingen skal ta unødige sjanser for å få gjennomført arbeidet. Studenten skal derfor ved uttak av masteroppgaven få utdelt brosjyren "Helse, miljø og sikkerhet ved feltarbeid m.m. ved NTNU".

Dersom studenten i arbeidet med masteroppgaven skal delta i feltarbeid, tokt, befarings, feltkurs eller ekskursjoner, skal studenten sette seg inn i "Retningslinje ved feltarbeid m.m.". Dersom studenten i arbeidet med oppgaven skal delta i laboratorie- eller verkstedarbeid skal studenten sette seg inn i og følge reglene i "Laboratorie- og verkstedhåndbok". Disse dokumentene finnes på fakultetets HMS-sider på nettet, se <http://www.ntnu.no/ivt/adm/hms/>. Alle studenter som skal gjennomføre laboratoriearbeid i forbindelse med prosjekt- og masteroppgave skal gjennomføre et web-basert TRAINOR HMS-kurs. Påmelding på kurset skjer til [sonja.hammer@ntnu.no](mailto:sonja.hammer@ntnu.no)

Studenter har ikke full forsikringsdekning gjennom sitt forhold til NTNU. Dersom en student ønsker samme forsikringsdekning som tilsatte ved universitetet, anbefales det at han/hun tegner reise- og personskadeforsikring. Mer om forsikringsordninger for studenter finnes under samme lenke som ovenfor.

**Oppstart og innleveringsfrist:**

Arbeidet med oppgaven starter 14. januar 2013.

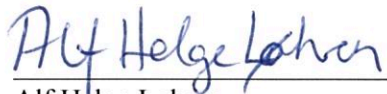
Besvarelsen skal leveres i henhold til beskrivelsen foran, innen mandag 10.juni 2013

**Faglærer ved instituttet:** Alf Helge Løhren

**Veileder/ kontaktperson hos ekstern samarbeidspartner:** Terje Grennes, Jernbaneverket

Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU  
Dato: 14.januar 2013; revidert: 27. mai 2013

Underskrift



Alf Helge Løhren  
Faglærer