



BACHELOROPPGAVE:

**HVORDAN UTFORME OG GJENNOMFØRE  
OMLEGGING AV JERNBANEN I FORBINDELSE  
MED UTBYGGING AV NY E6 I RINGEBU?**

FORFATTERE:

DANIEL BALLOVARA, ANDERS DAHL OG GARD STADHEIM

Dato: 15.05.2013



## SAMMENDRAG

|   |  |                                |
|---|--|--------------------------------|
| Tittel:   | Midlertidig jernbaneomlegging i samband med veiutbygging | Dato : 15.05.13                |
| Deltaker(e)/  | Daniel Ballovara, Anders Dahl og Gard Stadheim           |                                |
| Veileder(e):  | Fred Johansen  |                                |
| Evt. oppdragsgiver:   | Statens Vegvesen   |                                |
| Stikkord/nøkkelord<br>(3-5 stk)   | Jernbaneomlegging, midlertidig, utforming, gjennomføring |                                |
| Antall sider/ord:   | Antall vedlegg:  | Publiseringsavtale inngått: ja |
| 114/19 741  | 6  |                                |
| Kort beskrivelse av bacheloroppgaven:   |  |                                |
| <p>Gjennom Gudbrandsdalen planlegges det, og bygges ny E6 som vil føre til bedre forhold for trafikanter og lokalbefolkning. Vegen legges utenfor tettbebygd området, med høy ensartet standard og jevnere fartsgrense. Ved bygging av et slikt gigantprosjekt medfører det mange nye konstruksjoner både i veglinja, og på tvers av vegen, for å ivareta standard, sikkerhet og annen infrastruktur. På flere steder vil den nye vegen krysse hovedjernbanen mellom Oslo og Trondheim, Dovrebanen, og det er krav på hvor mye anlegningen av ny E6 får lov til å forstyrre togtrafikken. Det er her vi kommer inn med vår oppgave.</p> <p>Vår oppgave er et dokument for en grunnleggende vurdering av hvordan man kan gjennomføre krysningen mellom ny E6 og Dovrebanen i Ringebu mest mulig smidig, ved vurdering av flere alternativer, med sine fordeler og ulemper knyttet opp mot flere vurderingskriterier og temaer.</p> |  |                                |

**ABSTRACT**

|  |  |                                       |          |
|--|--|---------------------------------------|----------|
| Title:   | Temporary rerouting of railway during roadconstruction | Date :                                | 15.05.13 |
|  |  |                                       |          |
|  |  |                                       |          |
| Participants/  | Daniel Ballovara, Anders Dahl og Gard Stadheim         |                                       |          |
|  |  |                                       |          |
|  |  |                                       |          |
| Supervisor(s)  | Fred Johansen  |                                       |          |
|  |  |                                       |          |
| Employer:  | Norwegian Public Roads Administration                  |                                       |          |
|  |  |                                       |          |
| Keywords   | Rerouting of railroad, temporary, design, implement    |                                       |          |
| (3-5)  |  |                                       |          |
| Number of pages/words:   | Number of appendix:                                    | Availability (open/confidential): yes |          |
| 114/19741  | 6  |                                       |          |
| Short description of bachelor thesis:  |  |                                       |          |
| <p>The Norwegian Public Roads Administration is planning to build a new highway E6 through Gudbrandsdalen that will lead to better conditions for road users and local residents. The road will be rerouted outside urban areas, it will have a high uniform standard and a steadier speed limit. Building such a giant project involves many new structures, both along the new road and across it. The motivation is to ensure standards, security and other infrastructure. The new road is crossing the Dovre line, the main railway line between Oslo and Trondheim. Requirements on the amount of time the construction of the new E6 is allowed to disrupt rail traffic is set by the Norwegian Public Rail Administration.</p> <p>This is where our mission lies. Our task is to write a document including a fundamental review of how to implement the crossings of the new E6 and the Dovre line in Ringebu as flexible as possible while evaluating several options with their advantages and disadvantages related to several evaluation criteria and themes.</p> |  |                                       |          |

## Forord

Som studenter på byggingeniørstudiet ved Høgskolen i Gjøvik, skal det skrives en bacheloroppgave som avslutning av våres studieprogram. Denne oppgaven vil gi oss de siste 20 studiepoengene, som sammen med tidligere fag bygger opp en bachelorgrad med 180 studiepoeng. Ved levert og bestått bacheloroppgave er vi kvalifisert til å søke mastergrader, eller ingeniørjobber i arbeidsmarkedet. Således er dette den “siste testen” før vi kan starte en yrkesaktiv karriere som ingeniører.

Meningen med en bacheloroppgave er at vi skal utarbeide noe som er nyttig, og noe som kan brukes i faglige sammenhenger, enten om det er knyttet opp mot prosjekter, eller er mer generelt arbeid.

Denne bachelorgruppen består av tre byggingeniørstudenter, hvorav to av medlemmene har valgt linjeretningen “Konstruksjon”, og en “Prosjektstyring og ledelse”. Det var viktig for alle i gruppen å arbeide med en problemstilling hvor vi kunne bruke egen erfaring, og at tilegnet kunnskap i denne oppgaven kunne nyttes videre i arbeidslivet. Det ble derfor et naturlig utgangspunkt å vinkle oppgaven inn imot planlegging og konstruksjon.

Høsten 2012 startet arbeidet med å finne et egnet tema for hva vi ønsket å skrive om i bacheloroppgaven. Gruppen kom sammen ved felles interesse for å skrive en oppgave knyttet opp til offentlig infrastruktur, med bygging og planlegging av vei. Vi synes alle dette er et meget spennende fagområde. Derfor tok vi kontakt med Statens vegvesen gjennom facebook-siden “Ingeniør i Statens vegvesen” (1), der vi forespurte generelt om det kunne være aktuelt om vi skrev oppgave i tilknytning til deres prosjekter. Vi fikk positiv tilbakemelding fra prosjektleder for “E6 Biri-Otta”, Øyvind Moshagen, og avtalte et møte.

I dette møtet ble vi introdusert for noen aktuelle problemstillinger. Samtlige av disse var knyttet til delstrekningen “Elstad-Frya” i Ringeby kommune. Det som fattet mest interesse blant gruppemedlemmene var utfordringene knyttet til å føre ny E6 under eksisterende jernbanetrasé (Dovrebanen) på Åmillom, rett vest for Ringeby sentrum. Undergangen blir delvis værende under grunnvannstand og følgelig konstruert som et vanntett trau med tilhørende kulvert (Figur 1: Skisse over kulvertdelen, Aas Jakobsen for Statens vegvesen).

Vi ble først utfordret av Statens vegvesen til å finne tekniske løsninger for trauret og gjennomføring av dette, men på bakgrunn av manglende informasjon rundt grunnforholdene, ville det være vanskelig å kunne spesifisere disse løsningene. Det ble derfor ønskelig at vi fokuserte mer på utfordringene knyttet til jernbanen, i hovedsak hvordan man skal gjennomføre en jernbaneomlegging slik at det i minst mulig grad påvirker eksisterende togtrafikk.

Etter dette møtet hadde vi nok informasjon til å fastsette rammene for vår oppgave, og det ble utarbeidet en prosjektplan.

Takk til alle samarbeidspartnere som har hjulpet oss med oppgaven.

**Oppdragsgiver:** Statens Vegvesen

Kontaktperson SVV: Tomas Moen

Veileder HIG: Fred Johansen

Forfatter av bacheloroppgaven:



Daniel Ballovara



Anders Dahl



Gard Stadheim

## Innholdsfortegnelse

|  |    |
|--|----|
| SAMMENDRAG .....   | 3  |
| Forord .....   | 5  |
| 1 Innledning.....  | 11 |
| 1.1 Om veiprojektet: .....                                   | 11 |
| 1.2 Problemstillingen vår .....                              | 12 |
| 1.3 Formål med oppgaven.....                                 | 12 |
| 1.4 Avgrensning .....  | 12 |
| 1.5 Begrepsliste .....                                       | 13 |
| 2 Bakgrunn .....   | 15 |
| 2.1 Beskrivelse av Åmillom .....                             | 15 |
| 2.2 Regulering av Åmillom.....                               | 22 |
| 2.3 Planprosessen .....                                      | 24 |
| 2.4 Beskrivelse av traet og kulvertens utforming.....        | 25 |
| 3 METODE .....   | 27 |
| 3.1 Kildebruk og bruk av ekstern kompetanse .....            | 27 |
| 3.2 Hvordan vi arbeidet.....                                 | 27 |
| 3.2.1 Egne kunnskaper .....                                  | 27 |
| 3.2.2 Referanseprosjekter .....                              | 28 |
| 3.2.3 Befaring .....   | 28 |
| 3.2.4 Møtevirksomhet .....                                   | 28 |
| 3.2.5 E- post .....  | 28 |
| 4 Teori tilknyttet prosjektet .....                          | 29 |
| 4.1 Ytre miljø .....   | 29 |
| 4.1.1 Naturmiljø, friluftsliv og jordvern.....               | 30 |
| 4.1.2 Bebyggelse/naboer - innløsning av tomter/boliger ..... | 30 |
| 4.1.3 Støy, støv og trafikk .....                            | 31 |

|   |    |
|---|----|
| 4.1.4 Truede arter .....  | 32 |
| 4.1.5 Vannkilder .....  | 32 |
| 4.2 Forhold til håndbok 140 - konsekvensanalyse .....   | 33 |
| 4.3 Kulvert.....  | 33 |
| 4.4 Innskyvningsteknikk for kulvert .....   | 35 |
| 4.5 Oppbygning av trasé.....  | 36 |
| 4.5.1 Generelt i forhold til området.....   | 36 |
| 4.5.2 Fylling .....   | 37 |
| 4.5.3 Underbygning.....   | 38 |
| 4.5.4 Overbygning.....  | 39 |
| 4.5.5 Faseplan.....   | 41 |
| 4.6 SHA - Sikkerhet, Helse og Arbeidsmiljø .....  | 42 |
| 4.6.1 Overordnede SHA- krav.....  | 42 |
| 4.6.2 Sikkerhet.....  | 43 |
| 4.6.3 Helse.....  | 44 |
| 4.6.4 Arbeidsmiljø.....   | 44 |
| 4.7 Senkning av grunnvannstand .....  | 46 |
| 4.8 Lover knyttet til jernbaneanlegg.....   | 47 |
| 5 Forslag til alternativer .....  | 49 |
| 5.1 Alternativ 1 - Midlertidig omlegging av jernbane nord for dagens trasé, med spunting og bygging av halv kulvert.....  | 50 |
| 5.2 Alternativ 2 - Midlertidig omlegging av jernbane sør for dagens trasé, med spunting og bygging av halve kulvert ..... | 51 |
| 5.3 Alternativ 3 - Midlertidig omlegging med optimal kurvatur på nordsiden.....   | 51 |
| 5.4 Alternativ 4 - Midlertidig omlegging med optimal kurvatur på sørsiden .....   | 51 |
| 5.5 Alternativ 5 - Innskyving av kulvert .....  | 51 |
| 6 Resultater av alternativsutvikling.....   | 52 |



|  |    |
|--|----|
| 6.1 Alternativ 1 - Midlertidig omlegging av jernbane nord for dagens trasé.....          | 53 |
| 6.1.1 Anleggsrekkefølge .....  | 54 |
| 6.1.2 Oppbygning av trasé.....   | 56 |
| 6.1.3 Logistikk.....   | 57 |
| 6.1.4 SHA .....  | 57 |
| 6.1.5 Ytre miljø .....   | 57 |
| 6.1.6 Berørte tomter .....   | 58 |
| 6.2 Alternativ 2 - Midlertidig omlegging av jernbane sør for dagens trasé .....          | 58 |
| 6.2.1 Anleggsrekkefølge .....  | 59 |
| 6.2.2 Oppbygning av trasé.....   | 62 |
| 6.2.3 Logistikk.....   | 62 |
| 6.2.4 SHA .....  | 62 |
| 6.2.5 Ytre miljø .....   | 62 |
| 6.2.6 Berørte tomter .....   | 63 |
| 6.3 Alternativ 3 - Midlertidig omlegging med optimal kurvatur nord for dagens trasé..... | 63 |
| 6.3.1 Anleggsrekkefølge .....  | 64 |
| 6.3.2 Oppbygning av trasé.....   | 65 |
| 6.3.3 Logistikk.....   | 66 |
| 6.3.4 SHA .....  | 66 |
| 6.3.5 Ytre miljø .....   | 67 |
| 6.3.6 Berørte tomter .....   | 67 |
| 6.4 Alternativ 4 - Midlertidig omlegging med optimal kurvatur på sørsiden .....          | 67 |
| 6.4.1 Anleggsrekkefølge .....  | 68 |
| 6.4.2 Oppbygning av trasé.....   | 69 |
| 6.4.3 Logistikk.....   | 69 |
| 6.4.4 SHA .....  | 70 |
| 6.4.5 Ytre miljø .....   | 70 |

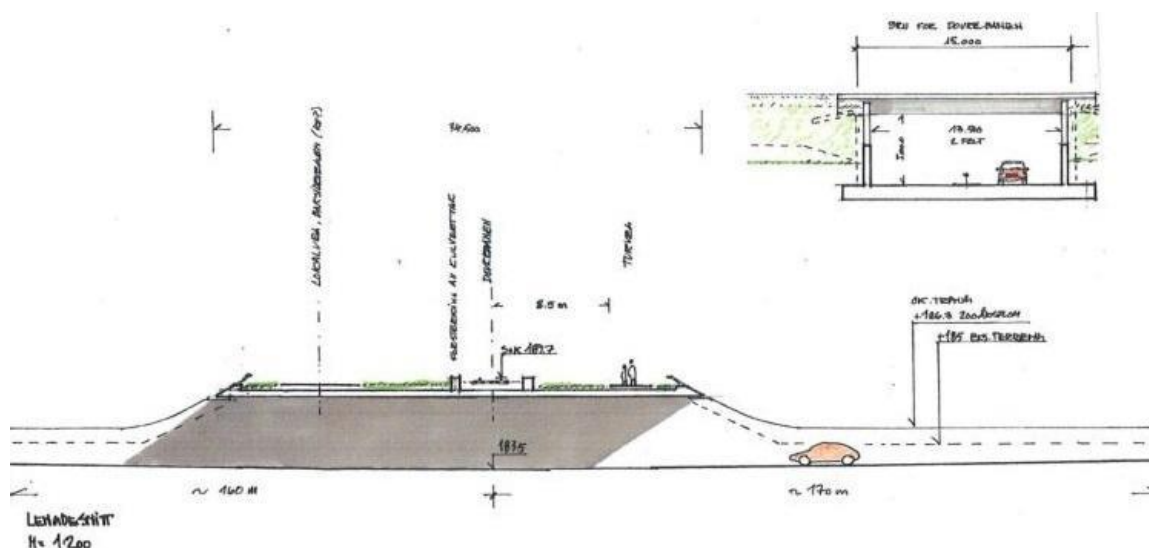
|  |     |
|--|-----|
| 6.4.6 Berørte tomter .....                                 | 70  |
| 6.5 Alternativ 5 - Innskyving av kulvert .....             | 70  |
| 6.5.1 Anleggsrekkefølge .....                              | 72  |
| 6.5.2 Oppbygning av trasé.....                             | 73  |
| 6.5.3 Logistikk.....                                       | 73  |
| 6.5.4 SHA .....  | 74  |
| 6.5.5 Ytre miljø .....                                     | 74  |
| 6.5.6 Berørte tomter .....                                 | 74  |
| 7 Analyse.....   | 75  |
| 7.1 Generelt .....   | 75  |
| 7.2 Bakgrunn for vurderingene av alternativene .....       | 82  |
| 7.2.1 Felles utfordringer for alle alternativer .....      | 82  |
| 7.2.2 Individuelle utfordringer for hvert alternativ ..... | 83  |
| 7.3 Vurdering av alternativene .....                       | 84  |
| 7.3.1 Alternativ 1 .....                                   | 84  |
| 7.3.2 Alternativ 2.....                                    | 87  |
| 7.3.3 Alternativ 3.....                                    | 87  |
| 7.3.4 Alternativ 4.....                                    | 89  |
| 7.3.5 Alternativ 5.....                                    | 90  |
| 7.4 Vurdering .....  | 91  |
| 8 Konklusjon .....   | 92  |
| 9 Takk til .....   | 95  |
| 10 Referanser.....   | 96  |
| 11 Figurliste.....   | 100 |
| 12 Vedlegg .....   | 103 |

# 1 Innledning

## 1.1 Om veiprojektet:

Samferdsel er et politisk uttalt satsningsområde, og de siste årenes økning i antall prosjekter innen veg og jernbane, gjenspeiler det politikerne har uttalt. Dette taler for gode tider for en bransje som trenger flere menn og kvinner til planlegging, bygging og vedlikehold av disse prosjektene. Hvert fjerde år legges den nasjonale transportplan (NTP) frem. I NTP 2014-2023 er det lagt fram ambisjoner om å bruke 500 milliarder på samferdselsprosjekter (2).

I Norge er Statens vegvesen den etaten som i dag har ansvar for bygging, drift og vedlikehold av det norske riks og fylkesvegnettet. Vegvesenet er underlagt samferdselsdepartementet og Vegdirektoratet sørger for at ressursene blir forvaltet på riktig måte. Det utføres og planlegges stadig nye vegprosjekter i Norge, blant dem er ny Europaveg 6 (E6) fra Biri til Otta. Dette er en 140 km lang veistrekning som er delt inn i flere parseller. Parsellen Elstad-Frya (rundt Ringebu) står for ca. 10 km av disse. Strekningen skal bygges ut som tofelts veg med midtrekkverk, og forbikjøringsstrekninger. Dette vil gi en tryggere vei med bedre fremkommelighet for en økende trafikkmengde.



Figur 1: Skisse over kulvertdelen, Aas Jakobsen for Statens vegvesen

## 1.2 Problemstillingen vår

I forbindelse med utbyggingen av ny E6 i Ringebru er det en utfordring at togtrafikken må opprettholdes ved bygging av en kulvert-/traukonstruksjon. For å løse dette kom vi frem til følgende problemstilling:

*“Hvordan utforme og gjennomføre omlegging av jernbanen i forbindelse med utbygging av ny E6 i Ringebru?”*

## 1.3 Formål med oppgaven

Formålet med oppgaven er å utarbeide et beslutningsgrunnlag for Statens vegvesen og deres konsulenter med forslag om hvordan man kan gjennomføre omlegging av jernbanen, i forbindelse med bygging av trau og kulvert, slik at dette gir minst mulig påvirkning på eksisterende togtrafikk. Vi ønsker at oppgaven kan ses på som et grunnlagsdokument over hvilke alternativer man har, og hvilke(t) av disse som skiller seg ut som det best egnede ut ifra de rammebetingelsene vi har satt i oppgaven. Vår problemstilling er relevant også for andre veiprojekter, og følgelig kan resultatet her bli en del av fremtidig planlegging i forbindelse med tilsvarende konstruksjoner.

## 1.4 Avgrensning

Å bygge et vanntett trau med en lengde over 300 meter, delvis med tak over, er en stor og tidkrevende jobb. Det er knyttet utfordringer til opprettholdelse av togframføringen, og strenge sikkerhetsrutiner rundt gjennomføring av en slik konstruksjon. Vi har valgt å holde vår oppgave er på et mer overordnet nivå enn en detaljplan. På bakgrunn av manglende grunnundersøkelser har vi valgt å holde økonomi utenfor. Kostnader må også ses i sammenheng med bygging av trau og kulvert, da disse på flere områder faller sammen. I denne oppgaven ønsker vi ikke å gå inn i utfordringer knyttet til det elektriske anlegget. De rammebetingelsene som begrenser vår oppgave er hensynet til ytre miljø, logistikkmessige utfordringer, sikkerhet og arbeidsmiljø, lovverk, teknisk regelverk og gjennomførbarheten til de forskjellige alternativene.

## 1.5 Begrepsliste

Alfabetisk arrangert:

### Arter

Planter i denne sammenheng

### HMS

Forkortelse for helse, miljø og sikkerhet.

### Interimspor

Et interimspor er et midlertidig omlagt jernbanespor.

### KL-anlegg

*Kontaktlednings-anlegg*. Overhengende anlegg for kjørestrom til togene.

### Klotoide

Også kalt overgangskurve. Klotoiden er en overgang mellom rettlinjert veg/bane og kurvens (svingens) radius (sirkelbue).

### Kulvert

Støpt “tunnel”-konstruksjon for å lede f.eks. en veg eller en bekk under påfylt terreng (forklares nærmere i kapittel 4).

### Lavbrekk

En “dump”. Banen kommer i nedoverbakke mot dumpa, før det blir en oppoverbakke i lavbrekket. Motsatt er et høybrekk, som blir en bakketopp.

### Overbygning

Skinner og øverste pukk-lag i vårt tilfelle.

### Overhøyde

For å få økt komfort, og mindre påkjenninger fra togene heves det ytterste sporet i en kurve gradvis til et høyere nivå enn innerste spor, for så å bygges ned igjen når kurven retter seg ut.

#### SHA- plan

Dette er plan for Sikkerhet, Helse og Arbeidsmiljø. Denne planen skal sikre at SHA/HMS på anleggsplassen blir risikovurdert og ivaretatt.

#### Trau

En passasje nedsenket i terrenget, med vegger på begge sider.

#### Traubunn

Med traubunn menes den avrettede naturlige grunnen under underbygningen.

#### Togprofil

Mål som beskriver hvilket rullende materiell det er lov å benytte.

#### Underbygning

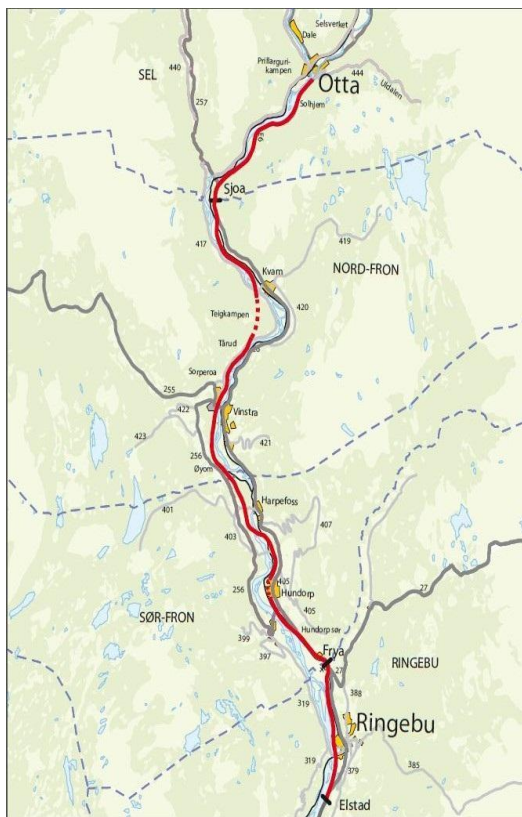
Fundamentering, frostsikring, fylling i vårt tilfelle.

## 2 Bakgrunn

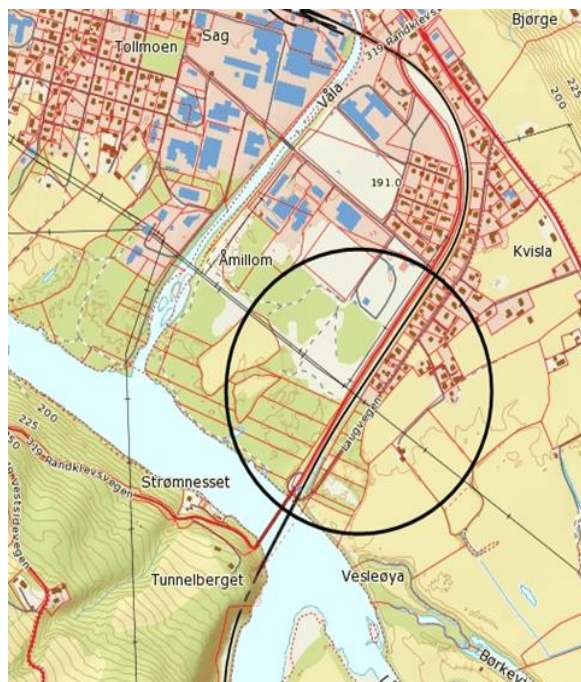
### 2.1 Beskrivelse av Åmillom



Figur 3 Norge i bilder, [www.norgebilder.no](http://www.norgebilder.no)



Figur 2 Kart over E6 Ringebru-Otta, [www.vegvesen.no](http://www.vegvesen.no)



Figur 4 Kart over Åmillom, [www.norgeskart.no](http://www.norgeskart.no)

Åmillom er et lite område syd-vest for Ringebu sentrum i Oppland fylke. Lengst nord-øst finner vi idrettsanlegg, ungdomsskole og et industrifelt, mens Gudbrandsdalslågen renner igjennom området i sør-vest. Topografien rundt Åmillom er relativt flat og ukupert. Området nord-vest for jernbanen består av vegetasjon, fylkesveg 319 (Vestsidevegen) og noen mindre driftsbygninger. På sørsiden av jernbanen finnes et mindre boligområde med en tilhørende lokalveg, mens områdene rundt brua over lågen består av jordbruksarealet og noe vegetasjon. Dovrebanen krysser området fra sør-vest mot nord-øst. Figur 5 og 6 viser to flyfoto fra Statens vegvesen som viser området.



**Figur 5: Åmillom med fylkesveg 319 og Dovrebanen sett fra sør-vest. Foto: Statens vegvesen**



**Figur 6: Flyfoto fra nord. Foto: Statens Vegvesen**

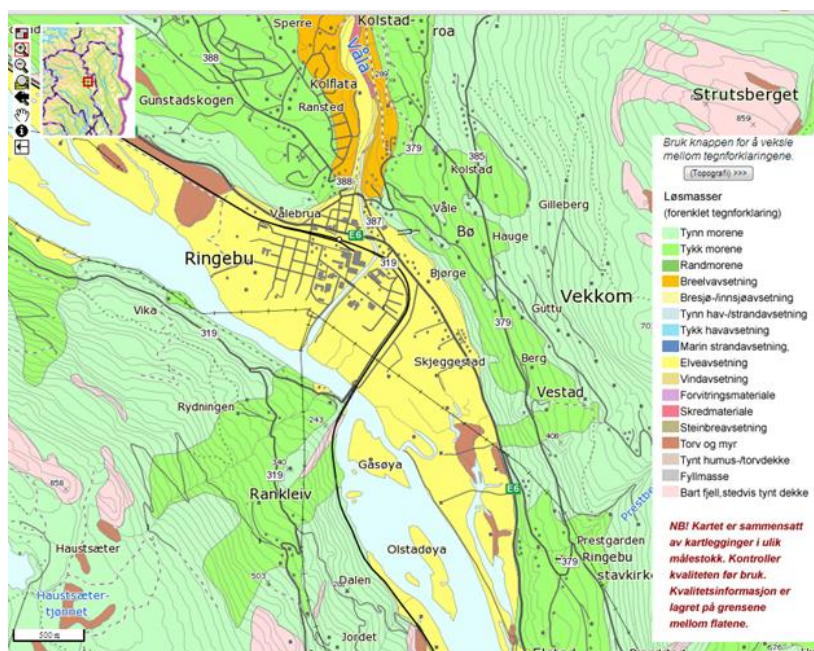


## Grunnforhold

De tekniske dataene for grunnforholdene i Ringebu er begrenset, dette blir dermed en overordnet oversikt over de geotekniske forholdene i Ringebu. Dette er basert på tidligere grunnundersøkelser beskrevet i kommunedelplan for E6 Ringebu sør-Frya (3), i tillegg til kartdata fra Norges geologiske undersøkelse(NGU), temakart fra Ringebu Kommune, samt klima og forurensingsdirektoratet. Det skal utføres nærmere grunnundersøkelser våren 2013.

## Løsmasser

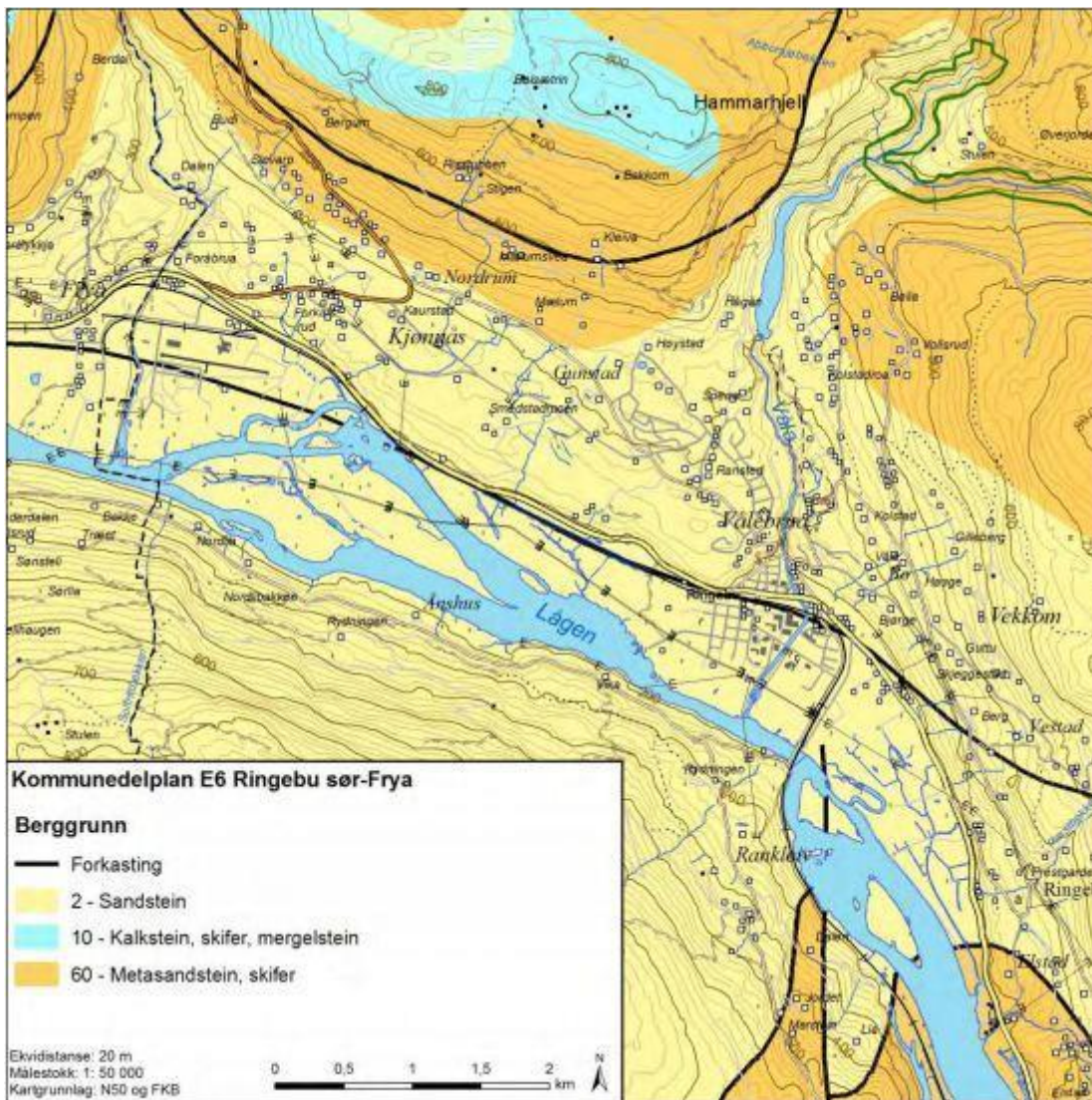
Ringebu ligger langs elven Gudbrandsdalslågen, som opp gjennom tiden har lagt igjen elveavsetninger i grunnen. Dette vises på kartet fra NGU (5). I tillegg er følgende presisert i kommunedelplanen E6 Ringebu sør – Frya, på side 58; “*Utførte boringer langs lågen mellom Elstad og Børkevjuva viser siltige masser over mer sandige*”.



Figur 7: Løsmassekart, Ringebu, <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/> 19.02.13

## Berggrunn

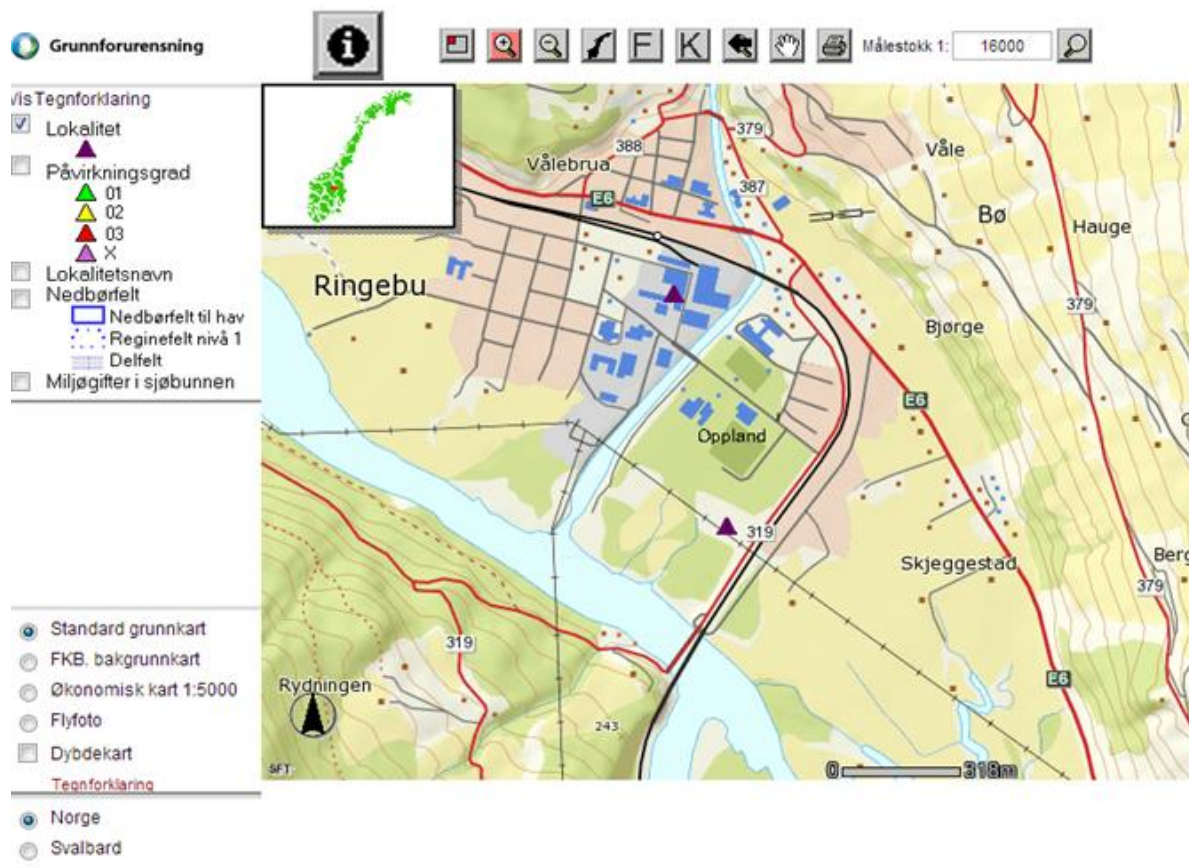
Ifølge kommunedelplanen for E6 Ringebu sør-Frya består berggrunnen i vårt området av sandstein. Se figur under.



Figur 8: Berggrunnskart, Ringebu. Hentet fra kommunedelplanen for E6 Ringebu sør-Frya (2010)

### Lokal forurensing

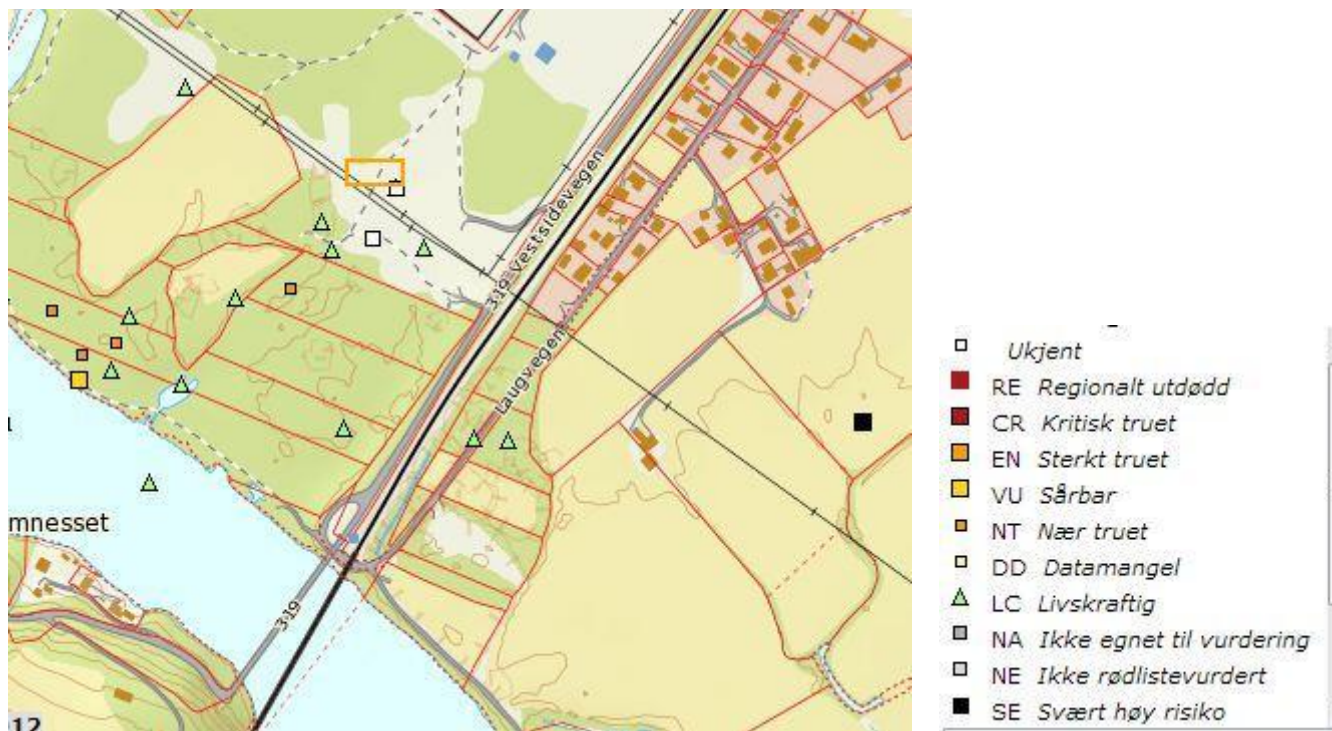
Det er registrert lokal forurensing i området hvor det vanntette trauset skal krysse jernbanen (Figur 9: Forurensing i grunnen, [www.klif.no/grunn](http://www.klif.no/grunn) 14.02.2013). Denne lokale forurensningen kan forsterkes ved bygging av ny E6, da traséen vil komme i konflikt med dette punktet.



Figur 9: Forurensning i grunnen, [www.klif.no/grunn](http://www.klif.no/grunn) 14.02.2013

### Truede arter

På Åmillom er det flere arter registrert i artsdatabanken. De fleste av disse er registrert som "livskraftige", eller med "lav risiko". Disse finner vi på begge sider av jernbanen (Figur 10: Utklipp fra [www.artskart.artsdatabanken.no](http://www.artskart.artsdatabanken.no)). Nord for dagens jernbanelinje fins det også en "nær truet" art. Dette er snakk om "Huldregras" (*Cinna latifolia*). Dette gresset eksisterer i dag kun i Skandinavia og Finland, i Norge stort sett på Østlandet. (4)



Figur 10: Utklipp fra [www.artskart.artsdatabanken.no](http://www.artskart.artsdatabanken.no)

### Ytre miljø

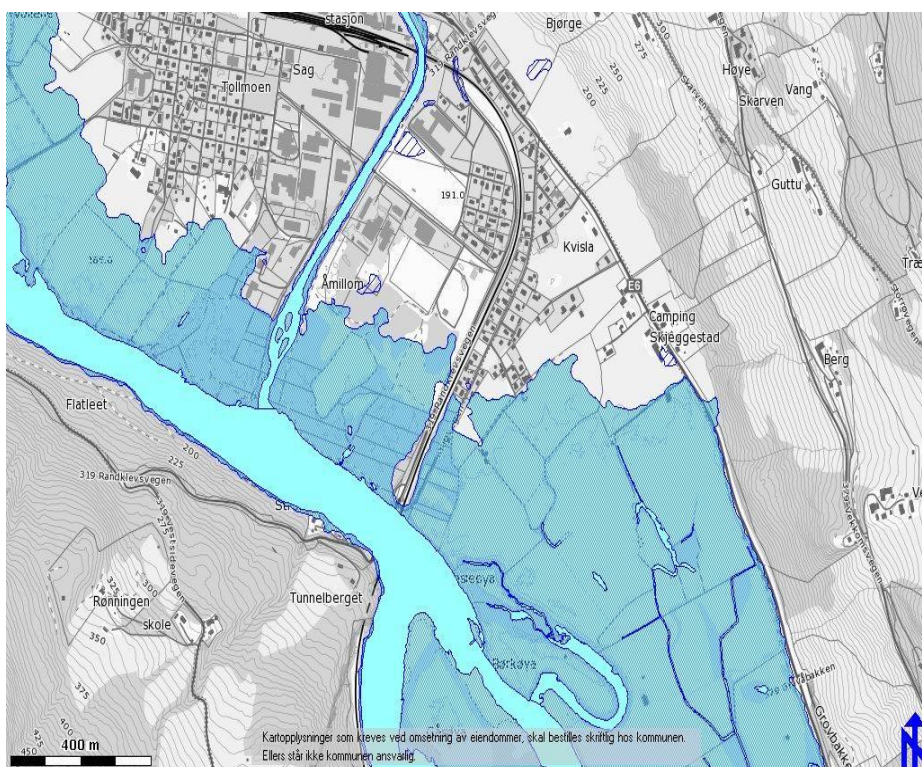
Ved den fremtidige traue-/kulvertkonstruksjon på Åmillom er det i dag dyrket mark på sørøstsiden av jernbanen. Deler av dette vil bli permanent beslaglagt av ny E6, mens andre deler midlertidig må beslaglegges under anleggsperioden, med den påfølgende fare at jorden her kan forringes, eller blir ødelagt. Alternativer for jernbaneomlegging på sørøstsiden vil kunne legge beslag på enda større arealer dyrket mark i en periode, som følge av et større anleggsbeltet.

På nordvestsiden av jernbanen, og fylkesvegen er det i dag mer eller mindre tett skog. Enkelte steder der vegetasjonen er holdt nede pga. kraftledninger, og mindre veier. Inngrepet i skoglandskapet her avhenger av alternativer for jernbaneomlegging, hvorvidt fylkesvegen må legges om på samme side av jernbanen, og hvor stort areal anleggsplassen vil beslaglegge. På denne siden går det en natursti langs Lågen nordover med rikt plante og dyreliv. Deler av dette området vil uansett bli beslaglagt av kryssløsningen, og innfartsveg til Ringebu sentrum fra ny E6.

Langs jernbanen på sørøst-siden går i dag Laugvegen. Denne vegen er eneste tilkomst til flere boliger langs denne vegen og Dovrebanen. Dersom denne vegen må benyttes til anleggstrafikk vil det føre til økt belastning for nærmiljøet i form av støy, støv og trafikk.

### Flom

Gudbrandsdalslågen har et stort nedbørsfelt og er dermed veldig utsatt for flom. Dette kan for eksempel være ved store nedbørsmengder kombinert med vårmelting. Flomsonekartet fra Ringebu kommunes nettsider viser data for 200-års flom som er dimensjonerende vannhøyde (Figur 11: Flomsonekart, 200 års flom Åmillom, temakart Ringebu kommune <http://www.mgd.no/mgd/> 19.03.13).



Figur 11: Flomsonekart, 200 års flom Åmillom, temakart Ringebu kommune <http://www.mgd.no/mgd/> 19.03.13

### Dagens situasjon for Dovrebanen

Dovrebanen kommer sørfra inn i vårt område på bru over Lågen. Jernbanen går deretter inn i en kort myk kurve med radius på 1220m, med inngående klotoide på 63 meters lengde, og utgående klotoide på 75 meter. Denne kurven bøyer av svakt mot sør-øst, og har en overhøyde på 45mm. Banen fortsetter så rett frem gjennom vårt influensområde, før den svinger nordover i en krappere kurve inn mot Ringebu stasjon.

I retning Ringebru stasjon (nordgående) senkes hastigheten på strekningen i dag rett etter brua over Lågen til 80km/t, med en pluss hastighet på 5km/t for godkjent togmateriell nordover. Fartsgrensen er 95km/t for krengetog. Sørgående øker hastigheten fra 80km/t (85, 100) til 100km/t ved utløpet av kurven ut av Ringebru sentrum, med en pluss hastighet på 5km/t for godkjent materiell. Krengetoghastigheten er som pluss hastigheten, 105km/t. På venstre side ved kjøreretning mot Ringebru ligger i dag en fylkesveg, som passerer over Lågen på en gammel jernbanebru mer eller mindre parallelt med dagens jernbanebru.

På dagens bane noen hundre meter nord-øst for brua over Lågen er det et lavbrekk på linjen. I følge Jernbaneverkets løfteskjema for strekningen er lavbrekkradiusen på 10 000 meter.

(Se Vedlegg 2 – Radius og hastighet på dagens jernbane ved Ringebru)

## 2.2 Regulering av Åmillom

Området nord for dagens jernbanetrasé er per april 2013 regulert til friområder samt områder for forretning og kjøreveger (reguleringsplan av 26.03.1992). Det vil på bakgrunn av endelig trasévalg for ny europavei og evt. midlertidige tiltak som beslaglegger ytterligere areal, bli en omregulering i området. Som vi ser av reguleringsplankartet under er den innregulerte vegløsningen ulik den som er vedtatt gjennom kommunedelplanen (Figur 14: Utsnitt av kommunedelplan E6 Ringebru sør – Otta, med vedtatt løsning, august 2010). Ny E6 ligger blant annet nærmere Lågen i gammel reguleringsplan, og inntegnet kryssløsning er planskilt. Adkomst til krysset er også inntegnet som veg langs Våla, i tillegg til arm fra dagens fv. 319. Adkomst til vestsiden av Lågen er tegnet inn som veg fra ny rundkjøring ved planskilt kryss.



## 2.3 Planprosessen

Som alle vegprosjekt må Elstad-Frya gjennom en planprosess før bygging. Det første stadiet etter idéen om en ny veg, var å utarbeide et "Planprogram". Et planprogram utarbeides for å fastsette behovet for ny veg, hvilke vegstandard som skal legges til grunn, og hvilke konsekvenser man ønsker å utrede. Planprogrammet som omfatter denne delstrekningen, er presentert i en rapport utarbeidet for hele strekningen Ringeby-Otta, og ble offentliggjort i november 2007 (6).

Etter dette planprogrammet ble det for delstrekningen Elstad-Frya utarbeidet en "silingsrapport", med mål om "*...å dokumentere på hvilket grunnlag ulike løsninger er forkastet slik at man står igjen med et begrenset antall traséer for behandling i kommunedelplan med konsekvensutredning*"(7). Denne ble offentliggjort i juli 2008.

Neste fase for vegprosjektet var "kommunedelplanen". Dette utarbeides og presenteres ofte i samband med neste punkt, som er "konsekvensutredning". For delstrekningen E6 Elstad-Frya ble kommunedelplan med konsekvensutredning vedtatt av Ringeby kommune 02.01.2013 (3). Dette medfører at vegvesenet nå har kunnet sette i gang med reguleringsplanfasen. For å utarbeide denne er konsulentselskapet Norconsult engasjert. Det er forventet at reguleringsplanen blir vedtatt av Ringeby kommune i løpet av senhøsten 2014 (8). I forkant av dette er det utarbeidet et planprogram for reguleringsarbeidet. Denne planen hadde høringsfrist til 8. april 2013. Dette planprogrammet hadde følgende mål:

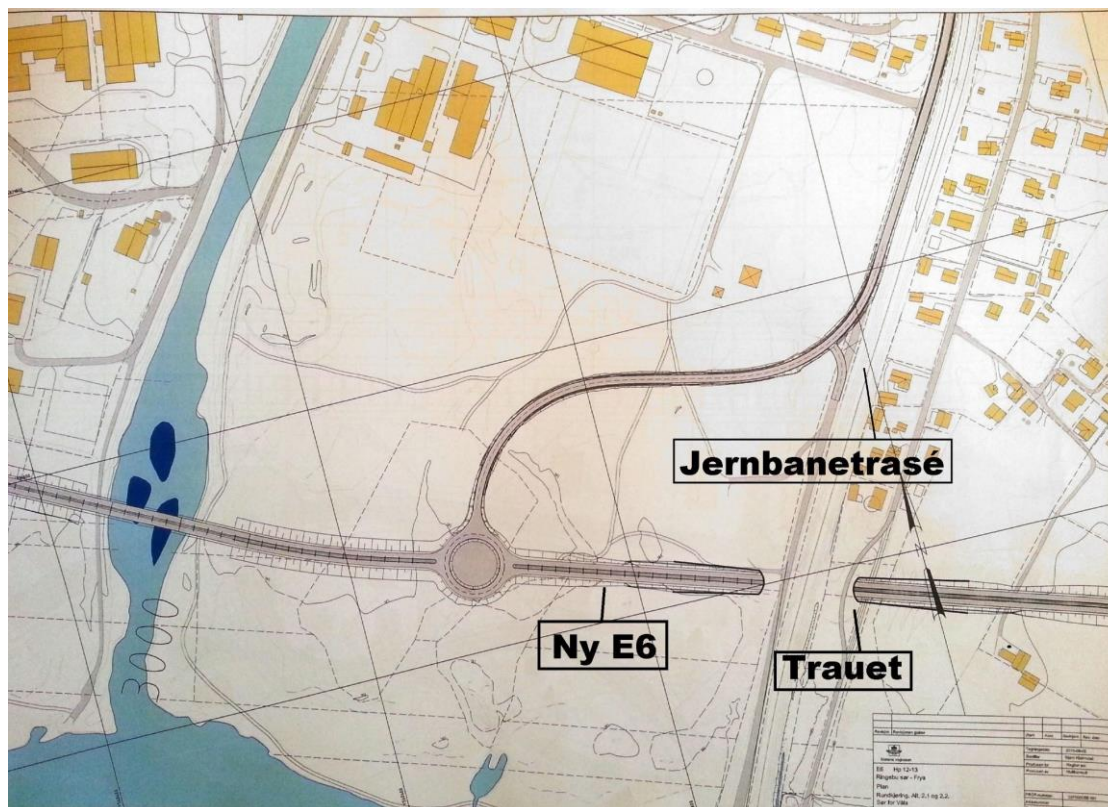
Sitat planprogram Elstad – Fryasletta

- \* «Synliggjøre innen hvilke områder man ser behov for å vurdere tilpassinger og endringer innenfor rammen av vedtatte kommunedelplan. Dette skjer gjennom en forprosjektfase.»
- \* «Medvirke til å avklare hvilke problemstillinger som er vesentlige og skal vurderes i forhold til miljø, naturressurser, samfunn mv i forprosjektfase og reguleringsplan.»
- \* «Beskrive en planprosess som sikrer hensynet til informasjon og medvirkning.»

(9)



## 2.4 Beskrivelse av trauet og kulvertens utforming



Figur 14: Utsnitt av kommunedelplan E6 Ringebu sør – Otta, med vedtatt løsning, august 2010

Kulverten som skal bygges i forbindelse med kryssingen av jernbanen for ny E6 skal konstrueres for å tåle belastningen fra togtrafikken, i tillegg til to veier. Konstruksjonen skal ha en vanntett bunn. I “Forprosjekt for konstruksjoner”, som omhandler konstruksjoner for Ringebu sør – Frya, har konsulentene lagt frem forslag om at kulverten skal være 15 meter bred, med ett kjørefelt i hver retning og 34,5 meter lang. Se Vedlegg 1 – Forprosjekt med skissert løsning for Jernbane/E6 kryssing., (Aas-jakobsen) for detaljert skisse. Selve traudelen er beregnet til å bli ca 330 meter lang. I tillegg skal hele konstruksjonen være vanntett med muligheter for utpumping av overvann, noe som mest sannsynlig vil kreve et pumperom under vegbanen. I kommunedelplanen er det vedtatt rundkjøring som kryssløsning på Åmillom (Figur 14). Det er derimot et ønske blant vegvesenets planleggere at dette krysset blir bygget planskilt med på- og avkjøringsramper. Dette vil kunne medføre at kulverten og deler av trauet vil måtte bygges med fire kjørefelt, noe som vil øke bredden på trauet til ca 20-24 meter.

### Vekt:

Vi antar at vekten på vår konstruksjon ligger rundt  $2400 \text{ kg/m}^3$  (tilsvarer vekten for armert betong). Ved et grovt anslag ved at veggene og dekkenes tykkelse er på 1 meter, vil den totale vekten for selve kulverten komme opp mot ca. 5000 til 7000 tonn. Vi har da regnet overfladisk med ett dekke, tak, og to vegger. I realiteten vil man måtte ha med pumperom under vegbanen, vinger m.m. i regnestykket.

## 3 METODE

### 3.1 Kildebruk og bruk av ekstern kompetanse

For å kunne besvare oppgavens problemstilling har vi vært nødt til å sette oss inn i relevant regel- og lovverk. Vi har også benyttet oss av andre pålitelige kilder. Vi har derfor i stor grad benyttet håndbøker, regelverk, referanseprosjekter og lover hentet fra offentlige etater og embetsverk. Aktuelle instanser hvor informasjon er hentet fra er bla. Statens vegvesen, Jernbaneverket, Regjeringen og Miljøverndepartementet.

I tillegg til oppslagsverk har vi benyttet kontakter i Statens vegvesen for å innhente relevant informasjon som ikke er tilgjengelig på internett. Vegvesenet har blant annet hjulpet oss med inntegning og visualisering av hvilken kurvatur vi har mulighet til å legge til grunn mhp. plass mellom bru over Lågen og kulverten. Vi har også kontaktet forskningsmiljøer for å finne teoretiske gjennomføringsstrategier.

Vi sendte også flere forespørsler til entreprenører. Av disse entreprenørene fikk vi tilbakemelding fra Veidekke, som vi hadde møte med for å diskutere våre alternativer, samt få deres synspunkt på hvorvidt alternativene våre var realistiske sett fra entreprenørenes ståsted. Veidekke er et selskap som har bygget opp stor kompetanse på både vei- og banebygging over mange år, og vi mener de representerer velprøvde løsninger, som går igjen blant resten av entreprenørbransjen.

### 3.2 Hvordan vi arbeidet

Vi har i stor grad jobbet sammen med oppgaven på skolen. Selv om vi har fordelt arbeidsoppgavene har vi ansett det som veldig nyttig å samarbeide på denne måten. Dette fordi innspill og ulike syn på ting er viktig for å få en reflektert oppgave som representerer tankene til alle på gruppa på en god måte. For at alle i gruppa kunne bidra i hele prosjektet og hele tiden være oppdatert på endringer i oppgaven valgte vi å skrive oppgaven i “Google drive”, som er et dokumentverktøy der alt lagres på internett.

#### 3.2.1 Egne kunnskaper

Gruppa har opparbeidet seg kunnskaper gjennom tre år med høgskole i tillegg til tidligere jobber/praksis innenfor bygge-/anleggsarbeid.

### 3.2.2 Referanseprosjekter

Det blir til stadighet utført jernbaneomlegginger i forbindelse med endring eller bygging av nye samferdselsanlegg. Da vår kunnskap knyttet til denne sektoren er noe begrenset har vi vært avhengig av å opparbeide oss kunnskap fra lignende prosjekter. Informasjon fra de ulike referanseprosjektene har vi funnet i rapporter, utredninger og samtaler med entreprenør og Statens vegvesen.

### 3.2.3 Befaring

I løpet av prosessen med bacheloroppgaven har det vært nødvendig å få oversikt over området rundt Åmillom. Dette for lettere å kunne få et visuelt innblikk i terrenget. Befaring har både blitt gjort sammen med Statens vegvesens representanter og på eget initiativ. Det ble tatt bilder på disse befaringsene som er blitt brukt i rapporten.

### 3.2.4 Møtevirksomhet

I arbeidet med oppgaven har vi hatt møtevirksomhet med Statens vegvesen og Veidekke entreprenør. Statens vegvesen har velvillig stilt seg til disposisjon for spørsmål og veiledning i forbindelse med bacheloroppgaven, og i den forbindelse har vi hatt møter med dem på prosjektkontoret på Lillehammer. Møtet med Veidekke foregikk på deres hovedkontor på Skøyen i Oslo, her fikk vi gode råd knyttet til vår oppgave. Vi har også hatt veiledningsmøter med faglærere fra høgskolen.

### 3.2.5 E- post

Kommunikasjonen utenom møtevirksomhet har i all hovedsak foregått via epost. Vi mener dette har vært en god kommunikasjonsmåte, som forhindrer misforståelser og feilsitering.

## 4 Teori tilknyttet prosjektet

Det ligger mange føringer knyttet til planlegging av ny jernbanetrasé. Selv om vår jernbaneomleggingen er begrenset ev et lite område, samt at den inngår som en del i utbyggingen av ny E6, har vi sett det nødvendig å gå dypere inn i en del temaer knyttet opp mot konsekvensene tiltaket kan medføre. Vi mener det er viktig å belyse disse temaene, da de er viktige parametere når man ser på en større strekning. Disse punktene vil bli nøyere utredet i reguleringsplanfasen.

Denne teorien skal underbygge hvordan vi kommer frem til forslag om jernbanetrasé. Etter innspill fra entreprenør og byggherre kan vi da utføre en diskusjon av hvilket alternativ som egner seg best. Enkelte av temaene vi ønsker å gå dypere inn i vil på grunn av kort geografisk utstrekning og annet regelverk føre til at andre vurderingskriterier vil bli utslagsgivende for endelig valg av trasé

### 4.1 Ytre miljø

Ved utbygging av større samferdselsprosjekter er det mange hensyn å ta til nærliggende forhold. Det er folk som bor i fremtidige traséer, plante- og dyrearter som trues ved anleggsarbeid, drikkevannskilder og naboer som kanskje ikke direkte vil bli berørt gjennom grunnerverv, men av faktorer som for eksempel støy, trafikkbelastning og støv.

Vår rapport er ingen konsekvensutredning, og omleggingen beslaglegger et lite geografisk området. Allikevel ser vi på flere av punktene i “forskrift om konsekvensutredninger” som relevante for vårt tiltak.

Følgende paragrafer fra forskrift om konsekvensutredninger (2005) anser vi som relevante:

(10)

*Sitat § 4:*

*«f) innebærer større omdisponering av landbruks-, natur- og friluftslivsområder eller områder som er regulert til landbruk og som er av stor betydning for landbruksvirksomhet,»*

*«g) gir vesentlig økning i antall personer som utsettes for høy belastning av luftforurensning, støy eller lukt, eller kan føre til vesentlig forurensning til jord, vann*

*eller sedimenter, eller kan føre til vesentlig økning av utslipp av klimagasser, eller kan føre til vesentlig stråling.»*

*«i) kan få konsekvenser for befolkningens helse eller helsens fordeling i befolkningen,»*

*«j) kan få vesentlige konsekvenser for befolkningens tilgjengelighet til uteområder, bygninger og tjenester,»*

#### **4.1.1 Naturmiljø, friluftsliv og jordvern**

Når planlegging av veg- og jernbanetraséer skal vurderes, ligger det mange rikspolitiske retningslinjer, lokale ønsker osv. bak. Mange av disse hensynene kolliderer når man skal bygge ut store anlegg. Ofte er det ønsker om bevaring av populære turområder som stilles opp mot for eksempel bebygde områder eller hensynet til jordvern, som er forankret i regjeringens politikk.

I dag er ca 3 % av Norges areal dyrket område, og av dette er bare en tredjedel av god nok kvalitet til matproduksjon (11). Det er et uttalt mål at nedbygging av dyrket mark skal reduseres.

#### **4.1.2 Bebyggelse/naboer - innløsning av tomter/boliger**

Ved bygging av samferdselsanlegg blir det hvert år innløst mange boliger og tomteareal. Ved grunnerverv blir det inngått en skriftlig avtale mellom Statens vegvesen og eier, der en kjøpesum er avtalt. Denne summen kan være fastsatt ved avtale mellom partene, eller vurderes skjønnsmessig. Statens vegvesen anbefaler avtale, fordi dette er en raskere prosess, der man vet hva man vil få i erstatning. (12)

Dersom det ikke er enighet om grunnervervet kan saken gå til ekspropriasjon, som vil si at Statens vegvesen kan tvangskjøpe eiendom til skjønnsberegnet pris.

Boligområdet i Laugvegen er i følge kommunedelplanen ansett for å ha liten til middels verdi, definert som følgende:

*“lav tetthet av boliger og få boliger (plasser på heldøgnsinstitusjon regnes også som bolig)”*

(2)

### 4.1.3 Støy, støv og trafikk

Ved anleggsarbeid blir ofte nærliggende boliger utsatt for støy og støv. Det blir i tillegg økt trafikkbelastning i forbindelse med en utbygging. Dette kan være anleggsmaskiner og lastebiler, som også vil kunne utgjøre en sikkerhetsrisiko mhp. gående og syklende, da de bosatte i dag må benytte seg av disse vegene for å komme seg til skole, jobb og butikker.

Det er satt grenseverdier for hvor mye støy som tillates fra byggeplasser, ut i fra byggeprosessens lengde. Disse sier noe om hvor mye støy som er tillatt på hhv. dagtid, kveldstid og nattestid.

Følgende bilder er klippet fra regjeringens retningslinjer om støy fra bygge- og anleggsplasser:

| Bygningstype   | Støykrav på dagtid<br>(L <sub>pAeq12h</sub> 07-19) | Støykrav på kveld<br>(L <sub>pAeq4h</sub> 19-23)<br>eller søn-/helligdag<br>(L <sub>pAeq16h</sub> 07-23) | Støykrav på natt<br>(L <sub>pAeq8h</sub> 23-07) |
|--|--|--|---|
| Boliger, fritidsboliger, sykehus, pleieinstitusjoner | 65   | 60   | 45  |
| Skole, barnehage                                     | 60 i brukstid                                      |  |   |

Figur 15: Anbefalte verdier for arbeid mindre enn 6 dager, utendørs fasade. (13)

| Bygningstype  | Støykrav på dagtid<br>(L <sub>pAeq12h</sub> 07-19) | Støykrav på kveld<br>(L <sub>pAeq4h</sub> 19-23)<br>eller søn-/helligdag<br>(L <sub>pAeq16h</sub> 07-23) | Støykrav på natt<br>(L <sub>pAeq8h</sub> 23-07) |
|---|--|--|---|
| Boliger, fritidsboliger, overnattingsbedrifter, sykehus og pleieinstitusjoner | 40   | 35   | 30  |
| Arbeidsplass med krav om lavt støynivå  | 45 i brukstid                                      |  |   |

Figur 16: Anbefalte verdier for arbeid mindre enn 6 dager, innendørs. (13)

| Anleggsperiodens eller driftsfasens lengde | Grenseverdiene for dag og kveld i Tabell 4 skjerpes med |
|--|---|
| Fra 0 til og med 6 uker                    | 0 dB  |
| Fra 7 uker til og med 6 måneder            | 3 dB  |
| Fra 7 måneder til og med 12 måneder        | 6 dB  |
| Fra 13 måneder til og med 24 måneder       | 8 dB  |
| Mer enn 2 år                               | 10 dB   |

Figur 17: Reduksjonsverdier for arbeid utover 6 dager (13)

Tiltak for å forhindre høyt støynivå kan være forsterkning av fasader og vinduer på nærliggende boliger for å komme under de teoretiske kravene, eventuelt tilby alternativ bopel i anleggstiden. Dette bør også vurderes opp mot krav til støy fra ferdig veg.

Gode støyberegninger er vanskelige å foreta, og det brukes helst digitale verktøy for slike beregninger.

#### 4.1.4 Truede arter

Sterkt truede arter er definert som følger:

*“ Begrepet truet brukes kun om arter som har høy til ekstremt høy sannsynlighet for å dø ut i løpet av de neste hundre år. ” (14)*

For å ta vare på truede arter er det viktig å begrense arealinngrepene, i størst mulig grad, og se på hvilke tiltak som kan gjøres for å opprettholde vilkårene for disse artene. Truede arter må baseres på et godt nok kunnskapsgrunnlag beskrevet i naturmangfoldloven §8 (2009):

*“Offentlige beslutninger som berører naturmangfoldet skal så langt det er rimelig bygge på vitenskapelig kunnskap om arters bestandssituasjon, naturtypers utbredelse og økologiske tilstand, samt effekten av påvirkninger.”* Samtidig gjelder § 9 “føre var prinsippet” i samme lov.(15)

#### 4.1.5 Vannkilder

Ved bruk av sprengstein i fyllinger er det fare for at dette kan inneholde spor etter nitrogen fra sprengstoffet (nitroglyserin), noe som kan danne ammonium og ammoniakk og skade fisk. Dette er bla. beskrevet i en rapport fra Statens vegvesen om sprengningsarbeid (2005-06) (16). I tillegg kan tiltak som medfører terrenginngrep i områder med forurenset grunn falle inn under forurensingsforskriften §2-4 og §2-5 (2004) (17). Her blir det slått fast at tiltakshaver må kartlegge omfanget av en eventuelt forurenset grunn og sette i gang tiltak for fjerning av dette, samt forhindre videre spredning.



#### 4.2 Forhold til håndbok 140 - konsekvensanalyse

Statens vegvesen har for planlegging på et tidlig, og overordnet stadiet utviklet håndbok 140 som et veiledende verktøy for vurdering av prissatte, og ikke prissatte konsekvenser som følge av anlegning av større vegprosjekter. For infrastrukturanlegg prissatt til over 500 millioner kroner, nye veger med minst fire felt, utvidelse av tofelts veger til fire felt over en lengde på over 10km, og jernbaneanlegg for langdistansetraffikk er det lovpålagt å gjennomføre en konsekvensanalyse for prosjektet.

Siden vi i stor grad utelukker den økonomiske biten, vil det i all hovedsak for vår del være parametere som havner under punktene for “ikke prissatte konsekvenser” i Hb-140 som benyttes. Dette er i stor grad i forhold til naturmiljø, påvirkninger på landskap og dyrket mark.

(18)

(19)

#### 4.3 Kulvert

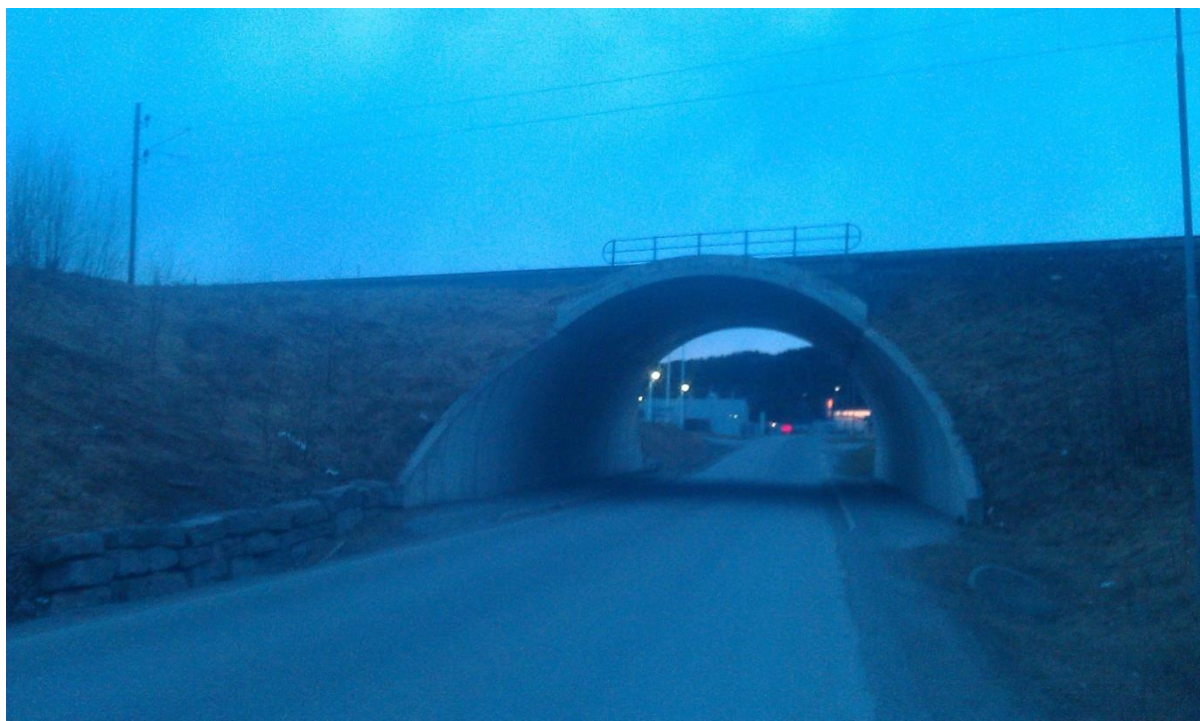
En kulvert er en støpt betongtunnel som kan benyttes til å krysse under annen infrastruktur eller områder der man ønsker å unngå varig inngrep i landskap eller bybilde. En kulvert kan benyttes til å føre veg, jernbane, elver, elektriske føringer o.l. under for eksempel et parkanlegg. Dersom en veg skal krysse en annen veg, men det er ønsket om å skille av denne trafikken kan en kulvert være en løsning på linje med en bru. En kulvert vil i motsetning til en bru gi mer et inntrykk av å være en konstruert tunnel, og kan gi mer fleksible løsninger for å bedre tilpasses landskapet enn en mer tradisjonell brukonstruksjon.

I Norge fins det utallige kulverter til forskjellig bruk, og med forskjellig utseende. Mange kulverter er helt enkle konstruksjoner bygd mest mulig kostnadseffektivt, med mindre hensyn til utforming, estetikk og stedstilpasning. Dette har ofte gitt resultater som gjør at kulverten fremstår som et nødvendig fremmedelement. Man har for eksempel hatt behov for en fotgjengerundergang, og av økonomiske grunner valgt å utforme denne mest mulig kostnadseffektivt.

I dag er det blitt et større fokus på estetikk i forbindelse med bygge- og anleggsprosjekter. På tross av store ruvende konstruksjoner ønsker man en tilpasning til nærmiljøet. Da er det viktig å kunne tilpasse det nye med det eksisterende, altså skape løsninger som ikke virker skjemmende på omgivelsene.

En kulvert kan bygges på flere forskjellige måter:

- \* Den kan produseres som elementer på en fabrikk, og deretter fraktes til sin anleggsplassen for montering.
- \* Når grunnarbeider er gjennomført, plasstøpes kulverten. Ved plasstøping kan man bygge hele eller deler av kulverten på en gang, alt etter hva som er mest hensiktsmessig og gjennomførbart.
- \* Kulverten plasstøpes ved siden av endelig posisjonen, for eksempel som i vårt tilfelle ved siden av fyllingen til jernbanen. Fundamentet for jernbanen graves ut, og kulverten skyves inn til sin endelige posisjon. Man kan også støpe flere elementer, for deretter å skyve inn hvert enkelt del og skjøte dem.



Figur 18: Eksempel på kulvertkonstruksjon under Gjøvikbanen ved Kallerud, Gjøvik. Foto: Gard Stadheim

(20)

#### 4.4 Innskyvningsteknikk for kulvert

En vellykket innskyving av en konstruksjon er avhengig av underlag(friksjon) og trekraft.

##### Underlag

For større konstruksjoner er det vanlig å benytte skinner som underlag. For å redusere friksjonen mot konstruksjonen kan en benytte mange små hjul(21) eller olje/såpe mellom skinner og kulvert. En slik innskyvning foregår på en «sliskebane», og faguttrykket blir således «å sliske». Se bildet under.



Figur 19: Skinner (sliskebane) brukt i Sverige, kilde: Statens vegvesen, foto Morten Wangen

##### Trekkemekanisme:

For innskyving kan det benyttes vinsjer fra bergingsbiler (22) eller horisontale hydrauliske jekker. Hydrauliske jekker krever god fundamentering og mye tilrigging for å skaffe tilstrekkelig motkraft<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Mail fra Amund Bruland, NTNU, 25.04.2013



Figur 20: Hydrauliske jekker brukt i Sverige, kilde: Statens vegvesen, foto Morten Wangen

### Oppdeling

En kan også dele opp konstruksjonen i flere seksjoner, for så å og dytte hver enkelt del. Noe som reduserer nødvendig innskyvingskraft.

### Tetting av skjøtene

Hvis kulverten skal deles inn i flere seksjoner og skyves inntil hverandre trenger man en permanent tetting av skjøtene. For lave trykk, som for eksempel ved lav grunnvannstand, finnes det enkle tettemekanismer for tetting av skjøtene i etterkant (23).

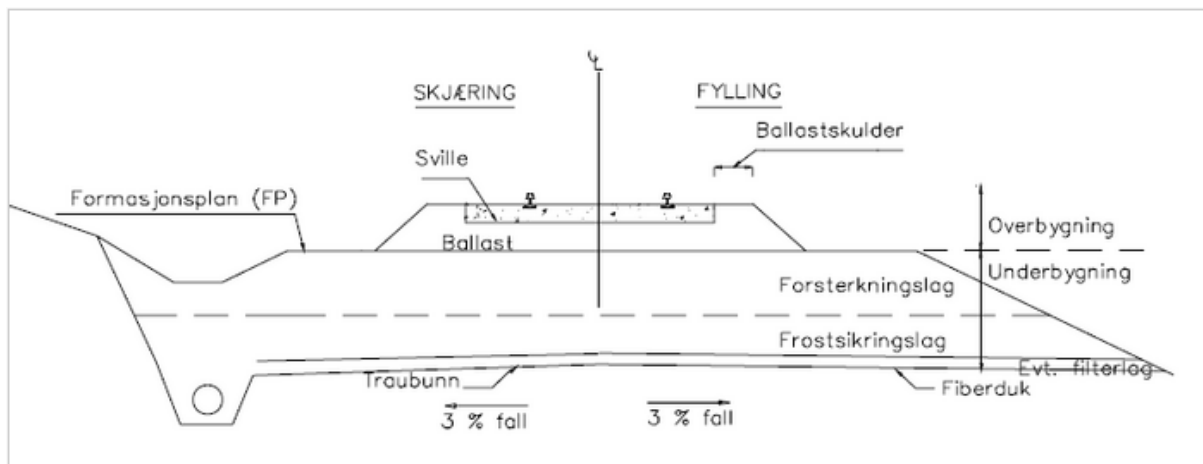
Vi har også lagt ved en enkel detaljert fremdriftsplan for hvordan SVV utførte innskyving av kulvert på 30 timer (se Vedlegg 4 – Fremdriftsplan for innskyvning (Egne tegninger)).

## **4.5 Oppbygning av trasé**

### **4.5.1 Generelt i forhold til området**

Bygging av jernbane som skal fungere for å opprettholde samme trafikktype som i dag, hvilket består av persontog og tunge godstog krever at det planlegges en fullverdig standard på traséen (24). Dette betyr at interimsporet skal bygges på akkurat samme måte som et permanent spor, når det gjelder oppbygning av masser og dens stabilitet. I motsetning til å legge om en veg, har ikke en jernbane mulighet til å svinge 90 grader i løpet av bare noen få meter. For å bygge opp en trasé etter kravene i teknisk regelverk, der togene kan passere uten

at det oppleves som ubehagelig for de ombord kreves det relativt store kurver, med tilhørende klotoider. Frihøyden for traséen skal tilfredsstillende togprofil E (HE)



Figur 21: Oppbygning av trasé. Hentet fra Teknisk regelverk, [https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering\\_og\\_bygging/Banelegeme](https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering_og_bygging/Banelegeme) (10.02.2013)

#### 4.5.2 Fylling

Det geografiske området våres oppgave er begrenset av, gjør at vi uansett omleggingstilfelle vil trenge en fylling til jernbanen. For å binde gammel og ny trasé sammen, skal det i følge teknisk regelverk gjennomføres en sammenfletning med gradvis endring av massetype. Dette hvis det ikke er mulig å bruke homogene masser i både eksisterende og omlagt trasé. Dette kalles for en utkiling (25).

Ved planlegging og utførelse av fyllingen er det som ved alt bygge- og anleggsarbeid viktig å ta hensyn til grunnforholdene. Herunder hvilke masser som er godt egnet, hva man har tilgang til, og hva som må unngås. For eksempel ved omlegging oppå dagens fylkesveg kan det hende at det vil måtte skiftes ut masser som i dag bygger opp vegbanen. Dette for å få en fylling som tåler godstog med akseltrykk opp mot 22,5 tonn, og flere hundre meters lengde, på tross av at denne vegen har blitt trafikkert av kjøretøy over mange år, og massene har satt seg godt.

Av masser er det ikke tillatt med leire, eller siltig masse med større innslag leire. Silt kan godtas ved god komprimering, selv om dette ikke er optimalt. Humusholdig masse må ikke finnes i noen del av oppbygningen, da dette kan skape setninger etterhvert som de organiske stoffene forvitrer, og gjøre fyllingen ustabil. En fylling med sprengstein kan være gunstig i tilfeller der det kreves brattere helning på fyllingens sider.

### 4.5.3 Underbygning

Underbygningen over traubunn deles inn i tre lag:

1. Dette er filterlag mot grunnen, som skal hindre at finstoffer fra grunnen skal trenge videre opp, samtidig som det skal være åpent for vanngjennomtrengning. Filterlaget utføres med sand eller grus, eventuelt med eller i kombinasjon med fiberduk.
2. Over dette vil vi ha et frostsikringslag hvor det tillates sprengstein, maskinknust stein, sand, lettklinker, skumplast og EPS-isolasjon. I noen tilfeller kan også XPS-isolasjon brukes i dette laget. Frostsikringslaget har følgende funksjoner jamfør teknisk regelverk (26):

#### Frostsikringslaget skal

- hindre nedtrengning av frost til traubunn og undergrunnen
- forhindre indre konveksjon i underbygningen
- om mulig sikre høy fuktighet i sjiktet over traubunn
- sikre tilstrekkelig bæreevne og stabilitet

Figur 22: Utklipp fra teknisk regelverk Underbygning/Prosjektering og bygging/Frost → 3.1

Aktuell kvalitetsklasse kan da være K5 ved  $V_{dim} < 40\text{km/t}$ , som kan dimensjoneres for tiårsfrost, F10.

3. Øverste del av underbygningen er forsterkningslaget. Dette skal være minimum 700mm tykt, og kan bygges opp med flere forskjellige typer masse. Dette skal i hovedsak være sprengstein, maskinknust stein eller naturlig grus. I tillegg kan det brukes lettklinker, skumplast og ekspandert polystyren ved dårlig grunn, og andre forhold tilsier bruk av disse materialene.

Felles for alle deler av både underbygning og overbygning er viktigheten av at massene har god permeabilitet, så man ikke risikerer vannansamlinger i konstruksjonene.

For krav og nærmere beskrivelse henvises det til “Underbygning/prosjektering og bygging” i teknisk regelverk (27).

#### 4.5.4 Overbygning

##### Ballast

Jernbaneverket stiller krav om at pukk til ballasten skal komme fra et godkjent pukkverk.

##### Spor

Det er entreprenørens ansvar at de er i besittelse av nok nye spor og sviller når arbeidet med omleggingen, og tilbakeleggingen av jernbanen skal gjennomføres. Skulle uforutsette hendelser oppstå rundt legging av spor, som fører til mangel på spor eller sviller, må dette fremskaffet fra depoter i nærheten. På Hovemoen i Lillehammer har Jernbaneverket et lager for spor og sviller. Skinnene skal helsveises, slipes og justeres før bruk.

##### Horisontalkurvatur

Som nevnt tidligere er det ikke mulig å svinge et tog på “en femøring”. Avstanden mellom skinnene er fastsatt til 1435mm mellom innerkant på skinnene, og denne avstanden skal opprettholdes med minst mulig avvik gjennom hele kurven. Dette krever oppbygning av overgangskurver, såkalte klotoider mellom rettlinjete bane, og sirkelbuen, kalt kurveradiusen. I teknisk regelverk finnes det beskrivelser for kurvatur helt ned til dimensjonerende fart på 35km/t. For en bane dimensjonert for en fart på minimum 35km/t kreves det en minste kurveradius på 130 meter. Med denne radiusen kreves det en minste klotoidelengde på 12 meter, med en overhøyde på 30mm for skinnen i yttersving, over skinnen i innersvingen. Ved bruk av formel for utregning av klotoiden lengde  $L_{\min}$ , snudd mhp.  $v_{vf}$  gir dette en relativ vertikalfart på 0,035m/s.

$$A_{\min} = \sqrt{R \cdot L_{\min}} \quad \text{hvor} \quad L_{\min} = \frac{b \cdot V \cdot e_{\max}}{3,6 \cdot v_{vf}}$$

Figur 23: Formler hentet fra teknisk regelverk

Alternativer ved denne hastigheten kan være f.eks. 150 meter radius, med klotoidelengde på 10 meter, og overhøyde på 25mm, eller kombinasjoner av disse (28). Hva som vil være mest hensiktsmessig må vurderes ut fra den totale lengden den omlagte jernbanens vendekurve vil få, og mulighetene til opp/nedbygging av overhøyden gjennom klotoidene. Med tanke på at det midlertidige sporet kan bli liggende en stund, vil det om mulig være ønskelig å kunne

holde en så stor hastighet som mulig. Skal det for eksempel dimensjoneres for 70km/t, gir dette en minste kurveradius på 250 meter, klotoidelengder på 54 meter og en overhøyde på 135 mm.

I tillegg må man ta hensyn til eventuelle gjenstander som ikke må være plassert så nærme jernbanen, at en dimensjonerende vogn (24m lang, med 18m akselavstand (29)) risikerer å treffe noe på grunn av overhenget. Dette vil også kunne være en parameter man må se nærmere på i forhold til hvor krappe kurver det er gunstig å ha i interimsporet, særlig i nærheten av bruer, skjæringer, og i forhold til oppsetting av KL-anlegg.

Kurveutslag beregnes etter følgende formler (29):

$$K_i = \frac{81000}{2R} [\text{mm}], \quad K_y = \frac{63000}{2R} [\text{mm}]$$

Figur 24: Formler hentet fra Teknisk regelverk

Dette gir et for eksempel et kurvetillegg på 312mm for innersvingen, og 242mm for yttersvingen ved kurveradius på 130 meter. Det er også grunnleggende krav ved rettstrekker til minste avstand mellom togprofilen og elementer ved siden av banen. Minste avstand her skal være minimum 400mm i høydene 1500-3500mm fra nærmeste skinne.

Dette beregnes etter følgende formler (30):

$$\begin{aligned} a_i &= 2520 + K_i + 2,3 \cdot h \\ a_y &= 2520 + K_y - h \end{aligned}$$

Der hhv.  $a_i$  og  $a_y$  er avstanden mellom toget og sideelement i inner- og yttersvingen. Vi anser det som mest hensiktsmessig å plassere kontaktledningstolpene i yttersving, mhp. at vognenes overheng mellom akslingene vil være større over innersvingen. Dette gjenspeiles i kurvetillegget for innersving kontra yttersving.

### Vertikalkurvatur

Ved lavbrekk med vertikalkurve mindre enn 1500 meter kreves det kurveutslag mhp. togets høydeprofil i forhold til eventuelle overhengende elementer.



### KL-anlegg

Ved elektrifisering av jernbanene i Norge, som foregikk i hovedsak i tidsperioden 1920-1970 var det vanlig å bruke trestolper i KL-anlegget. Dette synes godt hvis man ferdes langs jernbanenettet i Norge i dag. En del av disse anleggene i tre er i dag i ferd med å bli skiftet ut, og det er nå ikke lov i hht. teknisk regelverk å bruke trestolper på permanente anlegg (31). Det er imidlertid lov å bruke trestolper ved midlertidige anlegg, men permanent trasé må deretter bygges opp igjen med stålstoelper (32). De offentlige jernbanene i Norge i dag er elektrifisert med et anlegg for 15kV; 16,67Hz

### 4.5.5 Faseplan

Jernbaneomlegging er avhengig av en stram tidsramme og krever god planlegging. Jernbaneverket stiller krav til at jernbanen kun kan stenges fire ganger i året, og da kun for 36 timer av gangen<sup>2</sup>. Med begrenset tid til disposisjon er det lurt å utarbeide en detaljert plan for styring og oppfølging av gjennomføringen. Dette kalles en faseplan. Faseplan er et styringsverktøy for byggefasen. Den skal gi entreprenøren en detaljert beskrivelse hvor og når de forskjellige aktivitetene skal utføres. En slik faseplan skal bla. bli brukt av Veidekke entreprenør ved bygging av kulvert ved Jessheim stasjon. (Vedlegg 3)

Kort oppsummert faseplan for kulvert ved Jessheim stasjon:

#### Fase 0:

Klargjøring for fase 1

#### Fase 1:

Bygge interimspor på ny fylling ved siden av pågående togtrafikk

#### Fase 2 (togfritt):

I en togfri periode sammenslås eksisterende jernbanespor med interimspor.

#### Fase 3-5 :

Bygging av kulvert med klargjøring for permanent jernbanespor.

#### Fase 6:(togfritt)

I en togfri periode kobles jernbanesporet oppå kulvert til opprinnelig jernbanetrasé

#### Fase 7:

Ferdigstilling av det permanente sporet, samt fjerning av interimsporet.

---

<sup>2</sup> Se mail fra Morten Berg, Statens vegvesen 30.01.2013

## 4.6 SHA - Sikkerhet, Helse og Arbeidsmiljø

### 4.6.1 Overordnede SHA- krav

For byggherre, planlegger og entreprenør er det en rekke krav som er forbundet med jernbaneomlegging og veiarbeid nær jernbanespor. Kravene er kategorisert overordnet fra Norges lovverk, ned til enkle sjekklister utarbeidet av blant annet jernbaneverket. For at arbeidet skal utføres på en sikker og forsvarlig måte, vil overskriftene som følger i de neste avsnittene være relevante å sette seg inn i (33). Disse kommer i tillegg til de lovene som allerede burde være innarbeidet i en entreprenørbedrift, for eksempel arbeidsmiljøloven og byggherreforskriften.

#### -Internkontrollforskriften (1996):

Tar for seg de overordnede SHA reglene som virksomheten plikter å oppfylle (34).

Hvis en ikke oppfyller disse lovene kan en bli straffeforfulgt.

#### -Sikkerhetsforskriften 2005:

Stiller krav til hvordan det skal sikres mot jernbaneulykker, dette skjer gjennom planlegging, organisering, utførelse og oppfølging (35).

Her kommer det også blant annet frem at det skal utarbeides en risikoanalyse for jernbanevirksomheten, som igjen sikrer at jernbaneprosjekter er sikkerhetsmessig ivaretatt.

#### -Trafikkregler for Jernbaneverkets nett:

Dette er en veiledning til togframføringsforskriften (2008) som omhandler bestemmelser for kjøring av tog og intern kommunikasjon. Disse reglene vil være aktuelle i driftsfasen og for fremkomsten av materiell. Her beskrives de konkrete oppgavene knyttet til utbyggernes arbeidsoppgaver. Dette er høyst aktuelt for entreprenørene ved en eventuell omlegging. For eksempel blir det omtalt i togframføringsforskriftens § 8.2 *Arbeid i spor*, punkt 4 at: «... *Anleggsområde etableres ved at en strekning mellom to definerte punkter sperres. Disse punktene kan være hovedsignal, stasjonsgrense, dvergsignal eller sporveksel.*» (36)

#### -Dokumentet ”Sikkert arbeid i og ved Jernbaneverkets Infrastruktur”:

Her har jernbaneverket samlet maler og instruksjoner som blir brukt ved arbeid på og ved jernbanesporet. (37)

### -Førers regelbok

Denne regelboken kan variere fra bane til bane, og er rettet mot togførere. For eksempel er det i henhold til Førerens regelbok pkt.3.7.2 (2013) egne regler ved utkjøring av pukk til tømmebed. Da kan førerrommet til lokomotivet benyttes av flere enn fører (38).

## **4.6.2 Sikkerhet**

### *4.6.2.1 Sikkerhet på anleggsplassen*

Før arbeidet starter er det krav om at det er utpekt en hovedsikkerhetsmann, som skal være bindeleddet mellom togledersentralen og anleggsarbeiderne. Denne personen skal i tillegg sørge for at sikkerhetsføringene og kommunikasjonen blir opprettholdt. Ved stenging av jernbanen må sikkerhetsmannen ta kontakt med togledersentralen angående arbeid i spor, som da vil de legge inn en elektronisk sperre i signalanlegget, dette omtales i togframføringsforskriften § 8-8(39). Som en ekstra forsikring fra jernbaneverket side skal sikkerhetsmannen også sette ut kontaktmagneter som skal hindre at tog benytter linjen.

### *4.6.2.2 Omgivelser*

Ved togfri helger arbeides det kontinuerlig. Dersom det må jobbes døgnet rundt, må det søkes for å få godkjent støyvern. Det bør settes opp markeringsgjerde (for eksempel alpingjerde), mellom jernbane og byggeplass der det ikke er allerede er fysiske hindre mellom anleggsarbeidet og togtrafikken. Som byggherre kan vegvesenet ha myndighet til å opprette adskilt fortau for de myke trafikantene, der anleggstrafikk pågår (40).

### *4.6.2.3 Arbeid i nærheten av jernbane*

I henhold til jernbanelova § 10 (1993) skal det utarbeides en søknad dersom det skal graves eller fylles opp med masse innenfor en avstand på 30 meter fra jernbanens senterlinjer (41). Det vil si verken føre opp bygninger, foreta utgraving eller oppfylling.

En kan for mindre arbeider benytte de såkalte "hvite tidene". Dette er tider hvor det ikke går tog, og en kan benytte seg av jernbanen uten å søke om stengning. I praksis kan dette bli brukt ved mindre oppgaver knyttet til omleggingen, som for eksempel kontroll av sporvidde.(36)

#### 4.6.2.4 Arbeidernes ansvar

For å få en trygg gjennomføring av omleggingen kreves det at alle arbeiderne har gjennomgått et sikkerhetskurs. Dette sikkerhetskurset tar for seg viktige arbeidsrutiner, for å unngå skader på mennesker, miljø og materiell. Ved kranarbeid nærmere enn 30 meter fra kontaktledningen kreves det spesiell tillatelse, og før gravingen kreves det kabelpåvisning og godkjenning fra jernbaneverket. Som alltid kreves det at sikkerhetsmann må være tilstede ved opphold og ferdsel langs jernbanens område. Når nattskiftet kommer må hver arbeidsplass være tilstrekkelig opplyst, og det er krav til at alle har med seg personlig lykt. (42)

Ved kranarbeid nær kontaktlinjen må alle kranene ha sektorstyring. Det vil si at kranen er låst til ett område slik at det fysisk ikke er mulig å flytte kranen inn over kontaktledning.

#### 4.6.2.5 Planlegging

«STY-601050 Instruks for sikkert arbeid i og ved jernbaneverkets infrastruktur» gir en god beskrivelse av arbeidsprosedyrer knyttet til arbeid nær jernbane, samt ansvarsfordeling.

#### 4.6.3 Helse

Arbeiderne må tilfredsstillende Helsekravforskriftene (2003) for å være skikket til å jobbe med jernbanen. Dette innebærer blant annet at arbeiderne må ha godt nok syn, hørsel og helse til å ikke være til risiko (43), samt Opplæringsforskriften som sier at alt personell som jobber med jernbane må ha nødvendig kompetanse for å utføre arbeidsoppgaver der sikkerheten er utfordring (44).

#### 4.6.4 Arbeidsmiljø

Byggherreforskriftene (2009) stiller en rekke krav knyttet til Statens vegvesen med tanke på deres ansvar som byggherre. De må blant annet tilrettelegge boforholdene til arbeiderne. Dette skal være beskrevet i den overordnede SHA- planen (45).

Et relevant spørsmål her kan være:

- Hvilke utfordringer knyttet til hvor lenge arbeiderne kontinuerlig kan jobbe i strekk, overtidsarbeid ved helgearbeid og døgnkontinuerlig aktivitet?

Det er arbeidsgivers ansvar å sørge for at det fysiske arbeidsmiljøet skal være ivaretatt. (46)

Det må ifølge arbeidsmiljøloven (AML) § 10-3 fremgå en plan dersom det skal arbeides ulike tider på døgnet, dette blir ofte kalt turnus. I SHA – planen skal det uansett være utarbeidet en tidsplan som viser når de forskjellige aktivitetene skal bli utført. (47)

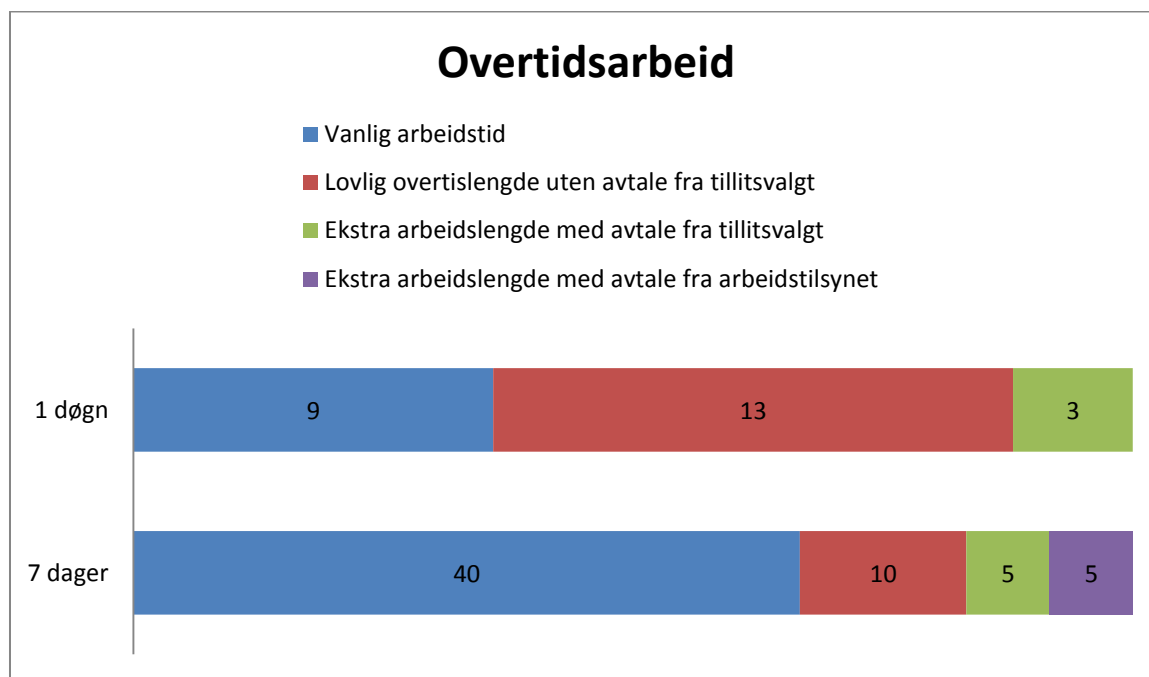
Ved omleggingsarbeid som varer opptil 1 uke gjelder følgende regler for overtid:

Vanligvis er det kun lovlig å pålegge arbeidstakerne 10 timer overtid i løpet av en 7dagers periode, men etter avtale med tillitsvalgte kan en ta opptil 15 timer og 20 timer ved tillatelse fra arbeidstilsynet. (48)

Ved omleggingsarbeid som varer kun ett døgn må ikke arbeidsdagen vare lengre enn:

- 13 timer uten avtale med tillitsvalgt
- 16 timer med avtale med tillitsvalgt

Selvfølgelig må arbeidstidene bestemmes slik at arbeidstakerne ikke utsettes for uheldige fysiske eller psykiske plager.



Figur 25: Overtidsarbeid, Daniel Ballovara

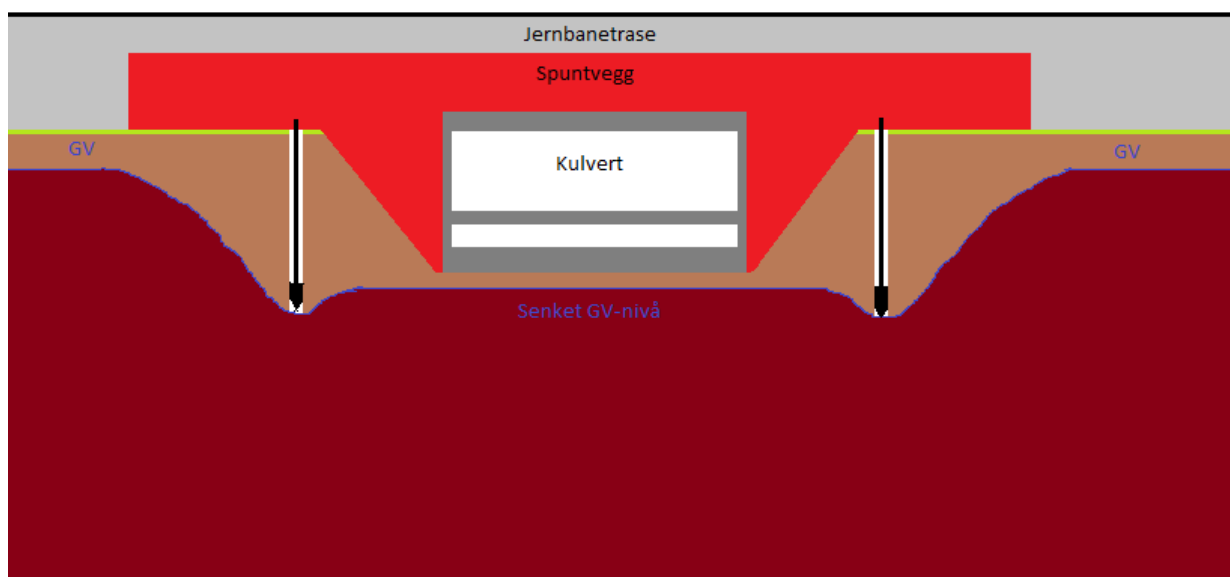
| Jobbens varighet | Lovlig overtid uten avtale fra tillitsvalgt | Med avtale fra tillitsvalgt | Med avtale fra arbeidstilsynet |
|------------------|---|-----------------------------|--------------------------------|
| 7 dager          | 10 timer                                    | 15 timer                    | 20 timer                       |
| 1 døgn           | 13 timer                                    | 16 timer                    |                                |

Figur 26: Overtidsarbeid, Daniel Ballovara

#### 4.7 Senkning av grunnvannstand

Der man skal bygge under grunnvannsspeilet, vil man måtte ha løsninger for å fjerne vannet under anleggsperioden. For å unngå en oversvømt byggegrop finnes det flere metoder for å pumpe, eller suge ut vannet. En vanlig benyttet metode for å midlertidig senke grunnvannet er "Wellpoint". Dette går ut på at det graves brønner ned under det nivået man ønsker å grave til. Deretter settes det ned rør i brønnen som er koblet til en lensepumpe. Denne lensepumpa skaper deretter vakuum i røret, og vannet trekkes opp, hvor det ledes vekk fra byggegropen. "Wellpoint"-brønner settes ut med jevn avstand rundt hele byggegropen, slik at vannet holder seg senket innenfor dette området (49).

Prinsipp for senking av grunnvannspeilet med wellpoint-metoden



Figur 27: Prinsipp for Wellpoint, Gard Stadheim

#### 4.8 Lover knyttet til jernbaneanlegg

Jernbaneanlegg er unntatt en rekke krav i plan og bygningsloven i henhold til byggesakforskriften § 4-3 (2010):

*“For tiltak nevnt nedenfor under bokstav a til d gjelder ikke reglene i plan- og bygningsloven kapitlene 20 (Søknadsplikt), 21 (Krav til innhold og behandling av søknader), 22 (Godkjenning av foretak for ansvarsrett), 23 (Ansvar i byggesaker), 24 (Kvalitetssikring og kontroll med prosjektering og utførelse av tiltak) og 25 (Tilsyn). Øvrige regler gjelder så langt de passer.”*

Punkt b omfatter jernbaneanlegg:

*b) “Jernbaneanlegg, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane, som anlegges etter bestemmelser gitt i eller med hjemmel i lov 11. juni 1993 nr. 100 om anlegg og drift av jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m.m. (jernbaneloven), så langt tiltaket er detaljert avklart i gjeldende reguleringsplan. Selv om tiltaket ikke omfattes av unntaket i første punktum, kommer reglene i plan- og bygningsloven kapitlene 22 (Godkjenning av foretak for ansvarsrett), 23 (Ansvar i byggesaker), 24 (Kvalitetssikring og*

*kontroll med prosjektering og utførelse av tiltak) og 25 (Tilsyn) ikke til anvendelse for jernbaneanlegg som godkjennes av Statens jernbanetilsyn etter jernbaneloven.”*

*(byggesakforskriften 2010, § 4-3 pkt.b) (50)*

I samtale med Morten Berg i Statens vegvesen vil en omlegging av dagens jernbane være nært tilknyttet anleggsområdet for ny europavei, og følgelig vil en midlertidig utvidelse av regulert anleggsbelte bli vurdert i ny reguleringsplan.

Jernbaneanlegg er derimot ikke unntatt plan og bygningsloven § 30-5 (2008) som omfatter midlertidig anleggstiltak:

*“Midlertidige bygninger, konstruksjoner eller anlegg, jf. § 20-1 første ledd bokstav j, må ikke plasseres slik at de hindrer allmenn ferdsel eller friluftsliv, eller på annen måte fører til vesentlig ulempe for omgivelsene.” (51)*

I tillegg kan kommunen komme med innsigelser i henhold til plan og bygningsloven (2008) §11-9 pkt.6: *“Kommunen kan uavhengig av arealformål vedta bestemmelser til kommuneplanens arealdel om miljøkvalitet, estetikk, natur, landskap og grønnstruktur, herunder om midlertidige og flyttbare konstruksjoner og anlegg. ”*

(52)



## 5 Forslag til alternativer

På bakgrunn av de tidligere kapitlene ønsker vi i dette kapitlet, på et overordnet nivå, å presentere alternativer for å utføre en midlertidig omlegging av jernbanen. Disse alternativene er i tillegg til teorien basert på vanlige løsninger for å gjennomføre liknende prosjekter, og har kommet frem til fem alternative løsninger. Nedenfor finnes en kort presentasjon av de ulike alternativene.

Ved trasévalg har vi valgt å lage konsepter for både minst mulig arealutnyttelse og banelengde, og alternativer for optimalisering av kurvaturen med tanke på at togene kan holde en hastighet så tett som mulig opp mot dagens hastighetsstandard.



Figur 28: Alle forslagene for omlegging skissert, selvlaget, 10.05.2013, [www.norgeskart.no](http://www.norgeskart.no)

### 5.1 Alternativ 1 - Midlertidig omlegging av jernbane nord for dagens trasé, med spunting og bygging av halv kulvert

Dette alternative baserer seg på bygging av fylling parallelt med jernbanen i fylkesvegens trasé på nordsiden. Her blir det slått ned spuntvegg tett inntil dagens jernbanetrasé. Jernbanen legges så over på interimsporet, dagens bane rives, og halve kulverten bygges fra sør. Når halve kulverten er ferdig legges jernbanen tilbake i opprinnelig trasé oppå kulverttaket, og

resten av kulverten bygges. Alternativet medfører at kulverttaket må dimensjoneres for last på halv konstruksjon. Alternativt kan man bygge halve kulverten fra nord først, for så å legge interimsporet på denne delen. Deretter bygges resten av kulverten før jernbanen legges tilbake. Denne alternative utbyggingen krever også at kulverttaket må dimensjoneres for last på halv konstruksjon, og for toglast på deler av kulverten som etterhvert vil bære fylkesvegen.

### **5.2 Alternativ 2 - Midlertidig omlegging av jernbane sør for dagens trasé, med spunting og bygging av halve kulvert**

Alternativ 2 går ut på en omlegging med samme linjeføring som alternativ 1, men ligger på motsatt side av dagens trasé. Utbyggingsrekkefølgen kan også være som i alternativ 1.

### **5.3 Alternativ 3 - Midlertidig omlegging med optimal kurvatur på nordsiden**

Alternativ 3 går ut på å legge om jernbanen på interimspor nord for dagens trasé. Forskjellen mellom dette alternativet, og alternativ 1 er at vi her ser for oss bruk av stivere kurvatur (større kurveradius), noe som medfører enn større avstand til dagens bane enn i alternativ 1. Dette eliminerer bruk av dagens fylkesveg som trasé. Grunnen til dette konseptet er ønsket om å kunne opprettholde en hastighet på minimum 70km/t gjennom omleggingen. Vi har her også tatt høyde for at hele kulverten kan bygges kontinuerlig uten å måtte tilbakelegge jernbanen i mellomtiden.

### **5.4 Alternativ 4 - Midlertidig omlegging med optimal kurvatur på sørsiden**

Dette alternativet har de samme prinsippene som alternativ 2. Her lager man en midlertidig trasé for jernbanen så langt sør som mulig. Når denne traséen er ferdig bygget, kan man koble av dagens jernbanelinje for så å sette togtrafikken på den midlertidige traséen. Mens togtrafikken går på den midlertidige traséen kan hele kulverten bygges fra nordsiden.

### **5.5 Alternativ 5 - Innskyving av kulvert**

Dette alternativet går ut på at man ved hjelp av skinner skyver eller trekker inn kulverten. Dette er en vanlig måte å legge inn kulverter under jernbaner. Alternativet vil ikke medføre at vi trenger et interimspor, men man er avhengig av at hele innskyvingen, og oppbygging av jernbanen igjen, kan gjennomføres i løpet av 36 timer.

## 6 Resultater av alternativsutvikling

Vi har ved hjelp av de kunnskaper vi har tilegnet oss fra Statens vegvesen, Veidekke og fagstoff kommet frem til ett eller flere gjennomføringsstrategier for de enkelte alternativ. For å komme frem til disse strategiene har vi også lest rapporter fra lignende prosjekter som er under utredning eller gjennomført. Vår oppdragsgiver ønsker en mest mulig kostnadseffektiv løsning, som betyr ønske om minst mulig antall meter med interimspor. Vi benyttet oss av veidekke entreprenør, blant annet til å høre hvordan våre forslag kan gjøres om til praktisk gjennomførbare alternativer. Det var også ønskelig å høre hvorvidt noen av alternativene ville føre til stor risiko både for sikkerhet og gjennomføring.

### 6.1 Alternativ 1 - Midlertidig omlegging av jernbane nord for dagens trasé

Dette alternativet baserer seg på å benytte dagens trasé for Vestsidevegen som fundament for et interimspor. Det vil etableres spuntvegg mellom dagens fylkesveg og jernbanen, for så å fjerne eksisterende jernbanetrasé hvor kulverten skal bygges. Rundt halvparten av kulverten plasstøpes så tett inntil interimsporet som mulig. Deretter blir jernbanen lagt tilbake til sin opprinnelige linjeføring oppå kulverten. Til slutt vil den midlertidige fyllingen for interimsporet fjernes, og resten av kulvert og det vanntette trauret bygges videre nordover. I dette alternativet vil det også være mulig å bygge halvparten av kulverten så nært inntil dagens trasé først, for så å legge interimsporet oppå denne før man bygger videre.

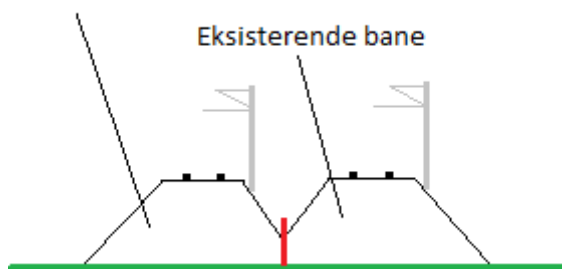


Figur 29: Inntegnet alternativ 1,

### 6.1.1 Anleggsrekkefølge

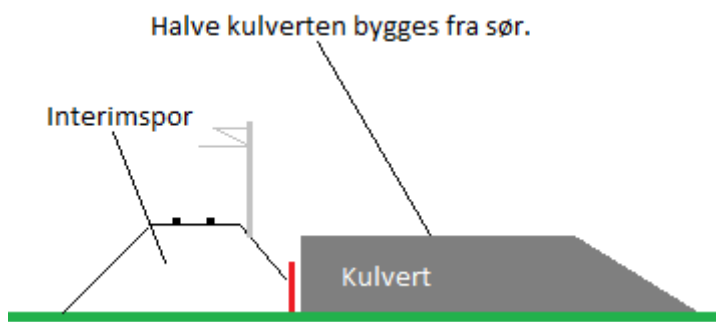
Kort oppsummert overordnet anleggsrekkefølge (sett fra vest, selvlaget):

Interimspor legges i traséen til fv. 319.



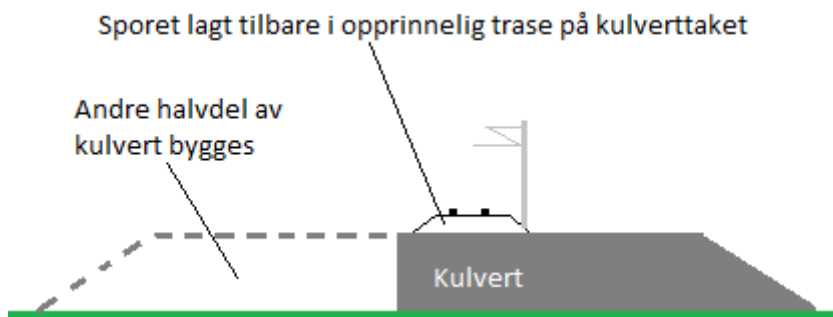
Figur 30 Anleggsrekkefølge, alternativ 1, selvlaget

Steg 1: Opprette ny fylling med interimspor parallelt med eksisterende bane



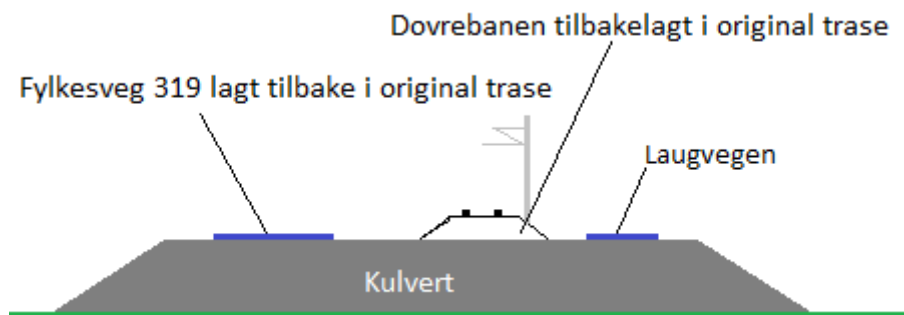
Figur 31

Steg 2: Legge om jernbanen på interimsporet mens halve kulverten bygges.



Figur 32

Steg 3: Jernbanesporer legges tilbake på ferdige kulverten og andre halvdel av kulvert bygges.



Figur 33

Steg 4: Tilbakeføring av veiene

### **Alternativ rekkefølge:**

Alternativt kan man endre rekkefølge på gjennomføringen, ved å først slå ned en spuntvegg tett inntil dagens jernbanetrasé. Deler av eksisterende fylling for fylkesvegen blir fjernet og halvparten av kulverten plasstøpes så tett inntil dagens trasé som mulig. Som en midlertidig løsning vil dagens jernbanespor bli lagt over på et interimspor oppå kulvertaket. Eksisterende jernbanetrasé kan dermed fjernes og den siste halvdel av kulverten og det vanntette trauet kan bygges. Til slutt blir jernbanen lagt tilbake til den opprinnelige linjeføringen og interimspor og fylling kan fjernes.

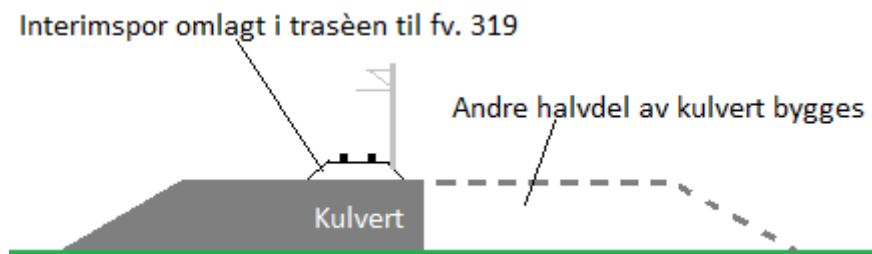
Utfordringer knyttet til dette alternativet vil være dimensjonering av kulvertaket for å kunne tåle de belastningene som godstrafikken fører med seg på den halvferdige konstruksjon. Samtidig vil arbeid svært nær jernbane være risikofylt med tanke på både sikkerhet for arbeiderne og svekkelse av eksisterende trasé ved utgraving for kulvert.

### **Kort oppsummert overordnet alternativ anleggsrekkefølge (sett fra vest, selvlaget):**



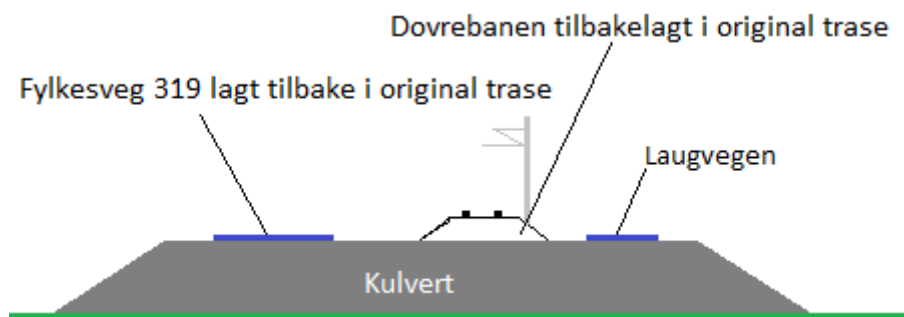
Figur 34 Alternativ anleggsrekkefølge, alternativ 1

Steg 1: Halve kulverten blir bygget med interim spor på toppen parallelt med dagens jernbane.



Figur 35

Steg 2: Jernbanen blir lagt om på interimsporet og kulverten bygges ferdig



Figur 36

Steg 3: Jernbanen flyttes tilbake oppå ferdig kulvert

Ved å benytte eksisterende fylkesveg som underbygning for ny fylling på nordsiden av dagens jernbanetrasé, forutsetter dette at fylkesvegen tåler de nye påkjenningene som togtrafikken vil påføre. Samtidig stilles det krav til drenering og bruk av stabile masser. Dette trasévalget kan komme i konflikt med registret lokal forurenset grunn nord for dagens jernbane og følgelig må dette undersøkes nærmere i henhold til forurensingsloven (2004) (17)

### 6.1.2 Oppbygning av trasé

Dette alternativet ligger nærme eksisterende spor og det er derfor viktig å benytte masser med god stabilitet. For eksempel fylling ved bruk av sprengstein. For dette alternativet vil det være aktuelt å dimensjonere for en hastighet helt ned mot teknisk regelverks minstekrav på 35km/t og kurveradius på 130m, dette medfører en minste klotoidelengde på 12 meter. (Kap. 4.5, oppbygning av trasé)



### 6.1.3 Logistikk

Dette alternativet vil føre til anleggstrafikk både på nord og sørsiden av eksisterende jernbane, fordi interimsporet bygges på nordsiden og bygging av halve kulvert vil foregå på sørsiden av eksisterende jernbane. Ved bygging av den nye fyllingen på nordsiden av dagens trasé vil det være naturlig å benytte Åmillomsvegen forbi Ringebu sag (Figur 58: Et alternativ for anleggstrafikk ved bygging av interimsporet på Åmillom. (Norgeskart.no) ). Hvis anleggsveger langs ny E6-trasé er ferdig, vil disse kunne brukes. Det forutsettes da at brukonstruksjonen over Våla er ferdigstilt ved transport nordover. Jernbaneundergangen inn til vestsidevegen ved dagens E6 er for lav til massetransport, og det trengs en utbedring for å benytte denne. Også forbindelsen mellom Vestsidevegen og Laugvegen under bruene over Lågen kan by på utfordringer pga. lav høyde, samtidig ligger vege lavt i terrenget, og kan bli oversvømt ved høy vannstand.

Alternativ 1 vil kreve to togfrie helger. En for flytting fra dagens trasé og til interimsporet, og en togfri helg for å flytte tilbake.

### 6.1.4 SHA

Dette alternativet vil medføre at det må bygges en sikkerhetsvegg mot strømførende anlegg i forbindelse med jernbanen. Dette kan gjøres ved at det settes opp stolper langs jernbanen med høyde som når over KL-anlegget. Mellom stolpene kles det med netting/gitter som tåler å bli truffet ved uforutsette hendelser.

### 6.1.5 Ytre miljø

Det er registrert livskraftige arter på nord-vestsiden av dagens jernbanetrasé. Dette vil si at den ikke oppnår kravet til rødlistemerking, og det er lite bekymring over artens mulighet til å overleve.

Dette og de andre alternativet vil foregå over en 36 timers periode med skiftarbeid. Mye av arbeidet genererer støy på nattetid og det bør utstedes nabovarsel (Kap. 4.1, ytre miljø).

### 6.1.6 Berørte tomter

Alternativer på nordsiden berører ikke direkte bebygde tomter. (Se Vedlegg 5 – Tabell over berørte tomter.

### 6.2 Alternativ 2 - Midlertidig omlegging av jernbane sør for dagens trasé

Alternativ 2 er i prinsippet likt alternativ 1, men omleggingen er på andre siden av jernbanen. I dette alternativet kan man enten bygge midlertidig fylling, og bygge halve kulverten på nordsiden, eventuelt kan man bygge halve kulverten fra sør ført, for så å legge interimsporet oppå kulverttaket til første halvdel.

Fra dagens spor føres interimsporet mot sør-øst-siden av dagens trasé og legger seg parallelt med, eller i en bue ved siden av dagens spor, og fortsetter på midlertidig fylling videre mot de bebygde tomtene på nordsiden av Laugvegen. Her vil man antakeligvis havne såpass tett opp mot bygninger langs Laugvegen, at noe må innløses.



Figur 37: Inntegnet alternativ 2, selvlaget

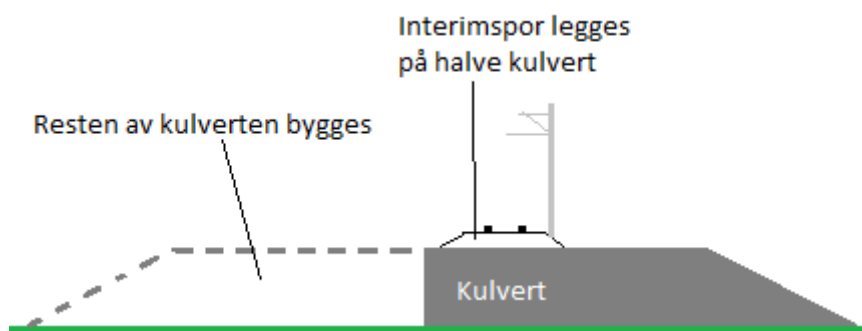
### 6.2.1 Anleggsrekkefølge

Kort oppsummert overordnet anleggsrekkefølge (sett fra vest, selvlaget):



Figur 38 Anleggsrekkefølge, alternativ 2

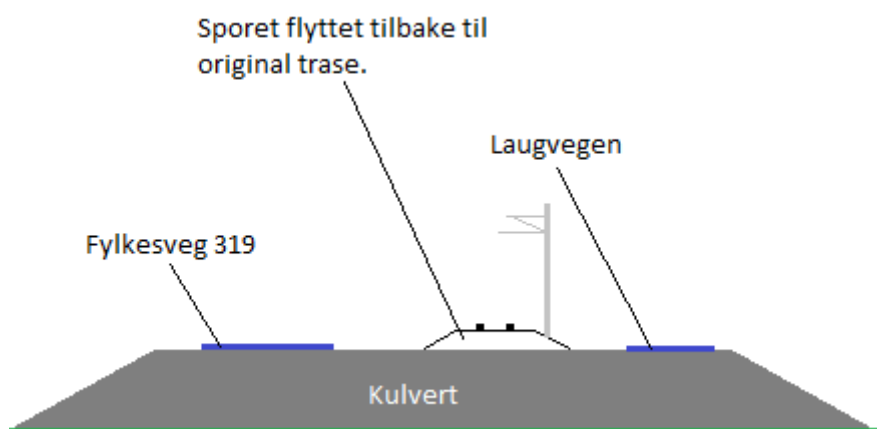
Steg 1: Eventuell spunting inntil dagens bane, kulvert bygges fra sør-øst så nært inntil som mulig.



Figur 39

Steg 2: Fylling til interimspor bygges, og jernbanen legges om på denne og over halvbygd kulvert.

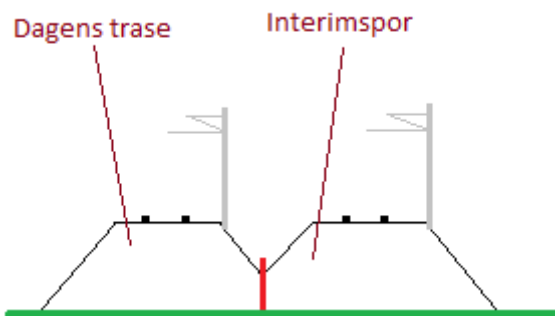
Steg 3: Bygging av resterende del av kulverten gjennomføres.



Figur 40

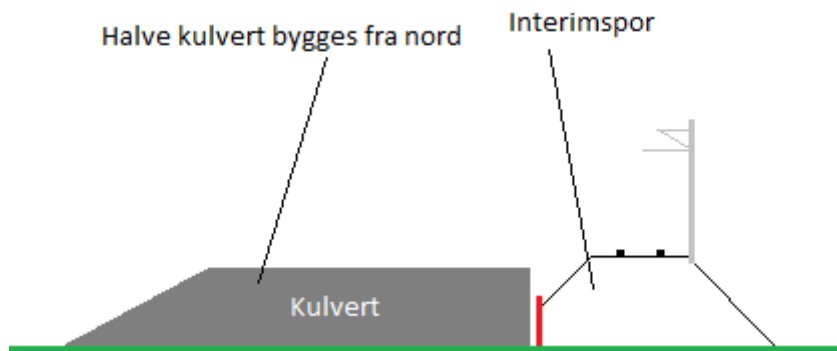
Steg 4: Jernbanen legges tilbake i opprinnelig trasé over ferdig kulvert.

Alternativ rekkefølge for gjennomføringen (sett fra vest, selvlaget):



Figur 41 Alternativ anleggsrekkefølge, alternativ 2

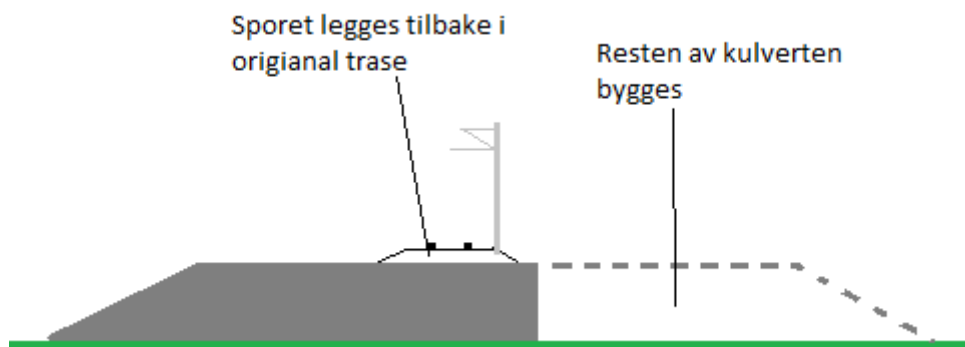
Steg 1: Midlertidig fylling, ferdig sporlagt bygges.



Figur 42

Steg 2: Omlegging i begge ender, Dovrebanen ledes inn på interimsporet.

Steg 3: Halv kulvert bygges inn under dagens trasé for jernbanen.



Figur 43

Steg 4: Jernbanen legges tilbake i original trasé, midlertidig fylling fjernes.

### 6.2.2 Oppbygning av trasé

Trasé må som tidligere nevnt bygges i fullverdig standard i hht. Teknisk regelverk. Minste aktuelle kurveradius blir 130 meter, som gir en hastighetsbegrensning til 35km/t. Dette er minste tillatte hastighetsprofil i hht. Teknisk regelverk. Det kreves en viss overhøyde, avhengig av valgt radius, som blir oppbygd/nedbygd i hovedsak gjennom klotoidene.

### 6.2.3 Logistikk

Omlegging mot sørsiden vil medføre anleggstrafikk gjennom Laugvegen. Det er ingen andre forbindelser til nord-vest-siden av Dovrebanen enn via E6, eller under bruene ved Lågen. Ved bruene er høyden så lav at lastebiler ikke vil komme under (Figur 54: *Lav passasje under jernbane og vegbru over Lågen i vest, Foto: Gard Stadheim*

Alternativ 2 vil kreve to togfrie helger. En for flytting fra dagens trasé til interimsporet, og en togfri helg for å flytte tilbake.

### 6.2.4 SHA

Som alternativ 1.

### 6.2.5 Ytre miljø

Alternativ 2 kan medfører innløsning av bygninger i Laugvegen, og periodisk til økt støy for andre boliger, i form av anleggstrafikk og økt nærføring til jernbanen. Hastigheten på togene vil være lavere, men kurvene kan føre til mer støy fra togene. En omlegging av jernbanen gjennom tomtene i Laugvegen kan føre til at denne vegen må legges om, noe som igjen kan berøre flere tomter. Vi har kun listet opp tomter som berøres på nordsiden av Laugvegen, med forbehold om at flere kan bli rammet av den ekstra plassen anleggsområdet vil kreve.

I forhold til annen eksisterende infrastruktur vil elektriske og sanitære installasjoner på disse tomtene måtte vike.

Alternativene på sør-øst-siden av dagens linje vil ikke komme i direkte konflikt med dyrket mark. Veglinjen vil legge beslag på betydelige mengder dyrket mark i området under både under anleggsperioden og permanent. Den totale beslagleggelsen av dyrket vil dermed ikke øke.

Omlegging på sørsiden vil kunne komme i konflikt med to arter listet i artsdatabanken. Dette er plantene “Storengkall” (*Rhinanthus angustifolius*) og “Mjødurt” (*Filipendula ulmaria*). Begge plantene regnes som livskraftige, og er dermed ikke direkte utrydningstruet i Norge.

Det vil være utfordringer i samband med anleggstrafikk gjennom fotgjengerbenyttede veger.

### 6.2.6 Berørte tomter

Store inngrep mot nærmiljøet. Henviser til Vedlegg 5 – Tabell over berørte tomter.

### 6.3 Alternativ 3 - Midlertidig omlegging med optimal kurvatur nord for dagens trasé

Dette alternativet går ut på å legge jernbanen i en større bue, i så stor grad som mulig utenfor anleggsplassen for trauret og kulverten på nordsiden. Dette vil gjøre at denne konstruksjonen kan bygges ferdig uavhengig av tilbakelegging av jernbanen, og kontinuerlig. Dette gir større fleksibilitet for arbeidsoppgavene på trauret, men tidsplan for tilbakelegging må uansett opprettholdes med hensyn på planlagte togfri helger.

Å legge jernbanen i en større bue åpner muligheten for å øke toghastigheten på interimsporet. For å oppnå en kurvatur som tilfredstiller hastigheter på 70-80 km/h<sup>3</sup>, kreves en linjeføring med kurveradius som ikke går under 250 meter.

En omlegging på nordsiden vil føre til få inngrep i bebygde områder, men berører i større grad skogsområde mellom Dovrebanen og Våla. I tillegg til jernbaneomlegging må også fylkesveg 319 legges om på utsiden av omleggingen. Dette fører til desto større inngrep i området.

---

<sup>3</sup> Mail fra Jernbaneverket, ved Sverre Setvik 12.03.2013

Vi har ikke fått tilbakemelding fra Oppland fylkeskommune på om denne vegen kan stenges i anleggsperioden, eller den må legges om.

Alternativet vil medføre at kulvertkonstruksjonen kun trengs dimensjoneres for toglast gjennom dagens trasé.

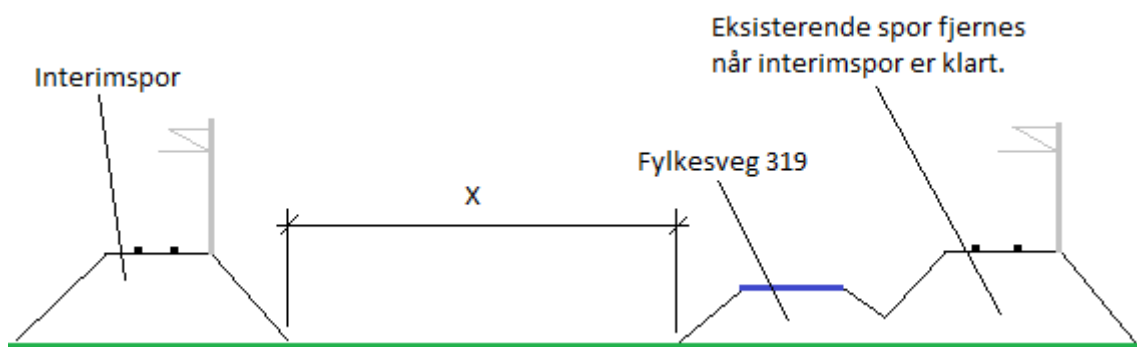


Figur 44: Inntegnet alternativ 3, selvlaget

### 6.3.1 Anleggsrekkefølge

Kort oppsummert overordnet anleggsrekkefølge (sett fra vest, selvlaget):



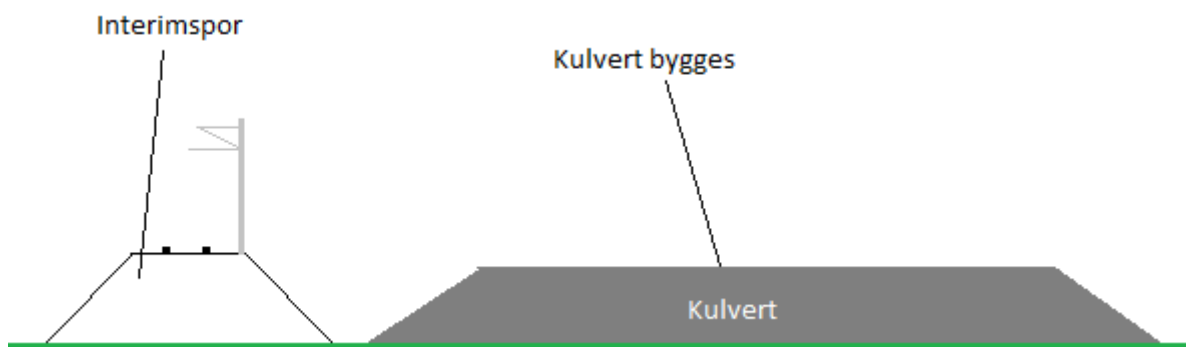


Figur 45 Anleggsrekkefølge, alternativ 3

Steg 1: Bygge midlertidig jernbanetrasé med tilhørende interimspor

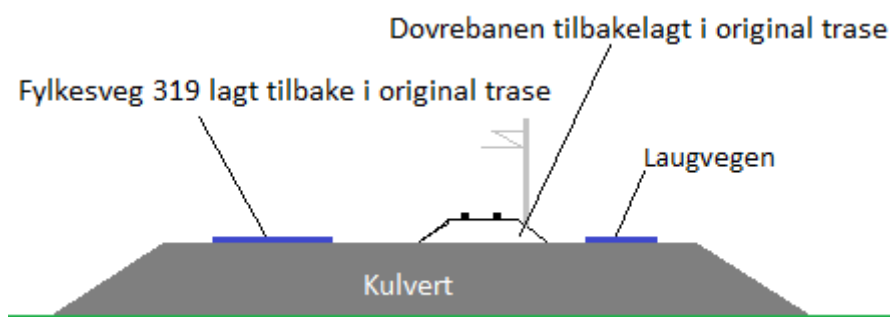
Steg 2: Legge jernbanesporet over på den midlertidige jernbanetraséen

Steg 3: Fjerne den delen av eksisterende spor hvor kulverten skal bygges



Figur 46

Steg 4: Bygge ferdig det vanntette trauet med jernbanetrasé på taket



Figur 47

Steg 5: Legge jernbanesporet tilbake oppå trauet og den originale trasé

### 6.3.2 Oppbygning av trasé

Gjennomføres i henhold til tekniske regelverk, med kurver så store som mulig. Så lenge den midlertidige traséen er utenfor kulverten, behøver ikke kurvene være så store som maksimalt

geografiske mulige. For en trasé som oppfyller kravet til togframføring i 70km/t, kreves det minst 250 meters kurveradius, med klotoidelengder på 54 meter. Andre kombinasjoner av større radius og mindre klotoider kan vise seg mer hensiktsmessig på et mer detaljert nivå.

Vi har forutsatt at alternativ 3 og 4 passerer dagens lavbrekk på Dovrebanen. Dette lavbrekket har som nevnt en radius på 10 000 meter (>1500m), og det vil dermed ikke være noe utslag for høydeprofilen i forhold til overliggende elementer. Dette vil heller ikke være relevant i denne sammenheng, da det ikke befinner seg noen elementer over dagens jernbane i området.

Vi er i dette alternativet avhengig av at det er plass til så store kurver. Man må her blant annet ta hensyn til kurveutslag, hvis kurver kommer i nærheten av for eksempel brua over Lågen.

### 6.3.3 Logistikk

Dette alternativet medfører som beskrevet omlegging av fylkesveg 319. Det gjør at man kan opprettholde vegtrafikken mellom Ringebu og Vestsida gjennom hele anleggsperioden. Det medfører også at anleggstransport til og fra fyllingen kan benytte Åmillomsvegen.

Når kulverten og trauret skal bygges trengs det adkomst fra sør. Denne trafikken kan føres gjennom Laugvegen. Eventuelt kan anleggsvei i ny E6-trasé sørfra benyttes, noe som vil være mer skånsomt for boligområdet.

I likhet med alternativ 1 og 2, krever dette alternativet to togfrie helger.

### 6.3.4 SHA

Det vil være samme krav til sikkerhet som de andre alternativene. Interimsporet vil delvis kunne bygges i avstander over 30 meter fra pågående jernbanetraffikk.

Å bruke Åmillomsvegen til anleggstransport vil medføre utfordringer i forhold til skoleungdom på veg til og fra Ringebu ungdomsskole nordfra. Langs Åmillomsvegen er det i dag ikke fortau eller langsgående gang- og sykkelveg, med unntak av et smalt fortau på brua over Våla.

### 6.3.5 Ytre miljø

Omlegging av jernbane og fylkesvei vil i dette alternativet komme nærmere opp mot fotballbanene ved siden av SVV's brakkerigg. Dette alternativet medfører rydding av skog, men det totale omfanget av skogshogst knyttet til interimsporet vil bli minimalt, da anleggsbeltet til ny E6 allerede vil legge beslag på dette. Også kryssløsning for ny E6 vil legge beslag på store deler av arealet mellom dagens Dovrebane og Våla.

Omlegging av fylkesvegen på nordsiden av interimsporet vil kunne komme i konflikt med Huldregraset (*Cinna latifolia*) nord for dagens jernbane.

### 6.3.6 Berørte tomter

Ingen bebodde bygg berøres. Se Vedlegg 5 – Tabell over berørte tomter.

## 6.4 Alternativ 4 - Midlertidig omlegging med optimal kurvatur på sørsiden

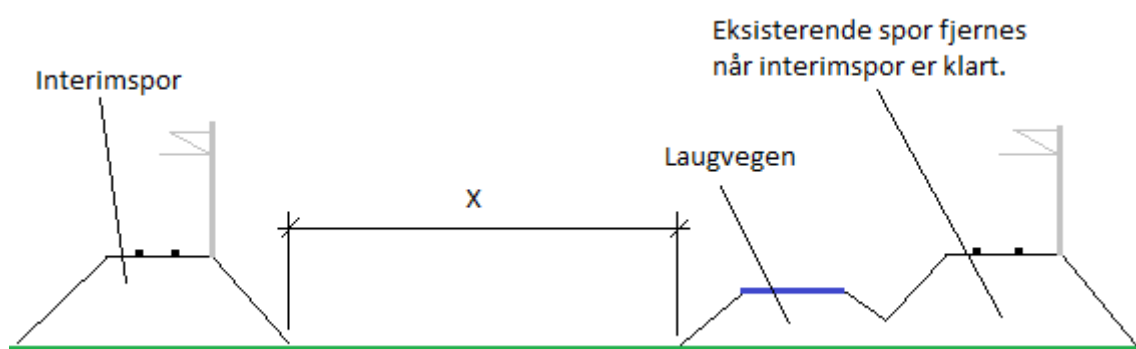
Dette alternativet er i prinsippet likt som alternativ 3, men utføres på sørsiden. Jernbanen legges altså rundt kulverten med mest mulig optimal kurvatur. Dette gjør at hele kulverten kan bygges kontinuerlig. Det må bygges opp fylling som tilfredsstillende høydekotene der traséen møter dagens linje i begge ender.



Figur 48: Inntegnet alternativ 4, selvlaget

### 6.4.1 Anleggsrekkefølge

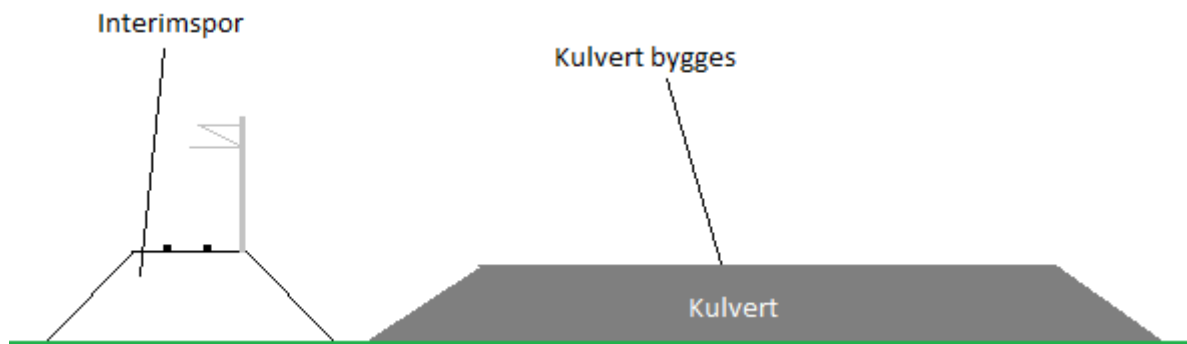
Kort oppsummert overordnet anleggsrekkefølge (sett fra øst, selvlaget):



Figur 49 Anleggsrekkefølge, alternativ 4

Steg 1: Bygge midlertidig jernbanetrasé på fylling.

Steg 2: Legge jernbanesporet over på den midlertidige jernbanetraséen.



Figur 50

Steg 3: Bygge ferdig kulvert, og så mye som mulig av trauet.

Steg 4: Legge jernbanesporet tilbake oppå trauet.

### 6.4.2 Oppbygning av trasé

Dette alternativet vil ha en horisontalkurvatur som virker samme vei som eksisterende kurve. Denne dreier seg mot venstre kjøreretning Ringebu, og vil følgelig ikke få den naturlige overgangen slik som kurven blir i alternativ 3, som vil gi en lengre sammenhengende kurve. Vi er i dette alternativet avhengig av at det er plass til så store kurver inkludert kurveutslag ved brua over Lågen.

### 6.4.3 Logistikk

Massetransport til og fra bygging av fylling vil måtte foregå fra sørsiden. En målstrøbe å ikke bruke Laugvegen, men heller benytte anleggsvei tilknyttet ny E6 hvis denne eksisterer under byggeperioden. Skal omleggingen foregå på et senere tidspunkt kan anleggsvei i ny E6-trasé være ført frem, og denne blir en mulighet.

Når jernbanen er lagt om vil man ikke ha mulighet for tilkomst sørfra med større kjøretøy, og all anleggstrafikk til bygging av trau og kulvert vil måtte foregå nordfra. Dette vil si via Åmillomsvegen, og planovergangen nord for Ringebu stasjon. Da er det først og fremst sikkerheten til skoleungdom i Åmillomsvegen som er en utfordring.

Alternativet krever som alternativene 1-3, at det benyttes 2 togfri helger for å gjennomføre omleggingen.

#### 6.4.4 SHA

I samråd med entreprenør vil dette alternativet kreve like tiltak som de andre alternativene.

#### 6.4.5 Ytre miljø

Ved omlegging i en tidlig fase av anleggsperioden, vil bosatte i Laugvegen bli plaget med stor anleggstrafikk.

Med hensyn på rød listede arter berører ikke denne traséen noe mer enn hva som er beskrevet på andre sørliggende alternativer.

#### 6.4.6 Berørte tomter

Berørte tomter vil berøre fler boliger enn alternativ 2, også boliger på sør-øst-siden av Laugvegen kan blir berørt i større grad, og muligens innløses. I første omgang anses de bebygde tomtene gnr/bnr 49/70 og 49/79 for å ligge i influensområdet. Noen ubebygde tomter mot Lågen vil også kunne bli berørt. Se Vedlegg 5 – Tabell over berørte tomter.

Dette er det eneste alternativet som vil kunne føre til inngrep i dyrket mark, da nærføringen til landbruksområdene sør-øst for linja vil kunne berøres av anleggsbeltet. Omfanget av dette vil kunne avhenge av hvor mye dyrket mark E6 uansett vil legge beslag på, og deler av den beslaglagte jorda kan senere tilbakeføres til dyrket mark om ønskelig. (53)

### 6.5 Alternativ 5 - Innskyving av kulvert

Dette alternativet går ut på at man ved hjelp av skinner “skyver inn” den delen av kulvertkonstruksjonen som senere permanent vil bli liggende under jernbanen. Denne teknikken er en etablert metode for gjennomføring av jernbaneunderganger.

Dette alternativet medfører at togtrafikken på Dovrebanen må stenges helt mens arbeidet med å få skjøvet inn konstruksjoner blir ferdigstilt. Det er derfor viktig å få gjort gode forberedelser før jernbanen stanses, så dette kan gjennomføres på 36 timer. En gjennomførbar løsning kan være å bygge kulvertdelen rett ved siden av dagens jernbanetrasé. Under den

togfri helgen må jernbanefyllingen graves ut, og kulverten skyves inn under traséen til riktig plassering. Massene fylles tilbake rundt, og jernbanen blir tilbakeført til sin opprinnelige trasé på taket av kulverten.



Figur 51: Alternativ 5, selvlaget



Figur 52: Utgravingen for kulvert. Referanseprosjekt fra Sverige, Statens vegvesen, foto Morten Wangen

### 6.5.1 Anleggsrekkefølge

Kort oppsummert forslag til overordnet anleggsrekkefølge:

Steg 1: Kulvertdel som skal under jernbanen bygges ved siden, klargjøres på skinner for innskyving.

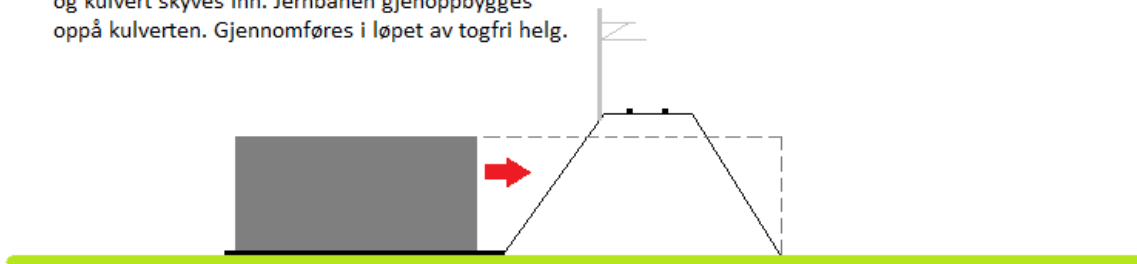
Steg 2: Jernbanesporet hvor kulverten skal inn fjernes og fyllingen graves vekk.

Steg 3: Kulvert skyves inn, eventuelle masseutskiftninger på dagens fylling gjennomføres.

Steg 4: Spor legges igjen, togtrafikk påsettes igjen.



Kulvertdelen som skal ligge under jernbanen bygges ved siden av sporet. Sporet fjernes, fylling graves ut, og kulvert skyves inn. Jernbanen gjenoppbygges oppå kulverten. Gjennomføres i løpet av togfri helg.



Figur 53: Anleggsrekkefølge, alternativ 5, selvlaget

### 6.5.2 Oppbygning av trasé

Mindre deler av dagens fylling må i løpet av stengningsperioden ombygges, og masse byttes ut, for å tilpasses kulverten. Dette gjøres for å unngå uheldige spenningsforskjeller i ballasten i overgangen mellom fylling og kulvert.

I oppbyggingen vil det kreves spunting fra alle kanter for å håndtere de vanskelige grunnforholdene. Det må også kontinuerlig være vannpumper som pumper opp overflødig vann som siver inn. På referanseprosjektet var det større arealer og bedre grunnforhold enn på Åmillom. Kulverten er også mindre. Dette alternativet vil ta bort all infrastruktur på eksisterende jernbane (inkludert fiberkablene og kontaktledning).

### 6.5.3 Logistikk

Dette alternativet vil medføre at fylkesveg 319 (Vestsidevegen) og Åmillomsvegen kan benyttes til anleggstrafikk, herunder masseforflytning til og fra Frya. Fylkesvegen må legges om rundt anleggsplassen for å muliggjøre bygging, og innskyving av kulvert. Det forutsettes at dette kan gjøres på nord-vest-siden av dagens trasé.

Dette alternativet er det eneste som krever kun én togfri helg, i samband med innskyving.

#### 6.5.4 SHA

Dette alternative vil by på litt andre utfordringer enn de tidligere beskrevde omleggingene. Det vil være bare ett sted vi har linjebrudd, samtidig som en stor konstruksjon skal flyttes på. I likhet med de andre alternativene må det være egne sikkerhetsmenn. I tillegg vil dette alternativet føre med seg utfordringer knyttet til arbeid og lagring av materialer nær sporet.

#### 6.5.5 Ytre miljø

Dette alternativet vil i mindre grad berøre miljøet på Åmillom, da byggearbeidene foregår i et konsentrert geografisk område.

Elever tilknyttet Ringebu ungdomsskole skaper en del fotgjengertrafikk deler av døgnet i Åmillomvegen.

#### 6.5.6 Berørte tomter

Dette alternativet vil i liten eller ingen grad berøre nære tomter og boliger. Se Vedlegg 5 – Tabell over berørte tomter

## 7 Analyse

Vi vil i dette kapittelet ta for oss fordeler og ulemper ved de forskjellige alternativene vi tidligere har presentert i resultatkapittelet.

### 7.1 Generelt

#### Grunnerverv

Vi ønsker ikke å gå inn på de økonomiske kostnadene knyttet til erverv, da denne summen kan variere mye avhengig av sted. I tillegg vil konsekvensene for det endelige trasévalget bli en politisk avgjørelse, da «...rivning av hus må legges inn i reguleringsplanen og vedtas av kommunestyret»<sup>4</sup>. Vi ser at de sørlige alternativene vil medføre innløsning av flere boliger. Dette gjør at den midlertidige traséen må innom politiske gjennomganger (54) og det må fra byggherrens side tilegnes egne personer til å gjøre avtaler for erverv av disse boligene. Etter erfaringer fra prosjekt Vest-opplands prosjektleder kan prosessen med erverv av boliger ta flere år, da det først fremlegges forslag om frivillig fraflytting. For beboerne og nærmiljøet må det presiseres at det også kan ha positive konsekvenser, da det som følger av ny E6 vil være økt trafikk i området og disse beboerne nå vil få muligheten til å bosette seg på mindre støy- og støvutsatte områder. For andre anses det å måtte flytte fra hjemmet sitt, og finne et nytt hjem som veldig negativt. Derfor må en ta utgangspunkt i dette under planleggingsfasen.

#### SHA

På denne strekningen må det i henhold til trafikkregler for JBV 09.12.12 utarbeides en hoved- og el- sikkerhetsvakt som skal påse at lover og forskrifter blir fulgt. For denne omleggingen kan det være ressursbesparende å vurdere om en person påtar seg begge disse oppgavene. Denne muligheten kommer frem som ett alternativ i JBV trafikkregelbok 8.1.9. (55) (*Må lastes ned digitalt*). I diskusjon med entreprenør anbefales det ikke å utdanne kranfører til denne funksjonen, da konsentrasjonen på sikkerhetsarbeidet svekkes ved å ha flere oppgaver samtidig.

Et annet viktig punkt som har betydning for dette prosjektet er at arbeid, og lagring av materialer ikke må forekomme “i spor”, altså nærmere spor enn 2,5 meter (56). Det må

---

<sup>4</sup> Mail fra Tomas Moen, Statens vegvesen 19.03.2013

iverksettes spesielle sikkerhetstiltak for maskiner og utstyr som brukes nærmere strømførende anlegg (15kV, 16,67Hz) enn 6 meter. For jernbanelinjen er det viktig at det sendes inn søknad minst to uker i forveien om teknisk operatør (vakt), som sørger for at alt går rett for seg på byggeplassen.

#### Logistikk

Det vil for alle alternativer måtte vurderes hvordan man på en effektiv måte får koordinert arbeidet rundt omleggingen av jernbanen. Dette innebærer å se på transport av masser, forflytning av maskiner og personell, og en samhandling med arbeidene som knyttes opp mot vegbyggingen. Det er også viktig å ivareta befolkningens transportmuligheter på en sikker måte. De myke trafikantene må kunne benytte aktuelle veier uten å bli for mye berørt av anleggsarbeidene. En må unngå uheldige situasjoner for lokalbefolkningen, et eksempel på dette er en utbedring av en jernbanebru i Steinkjer, der grunneier ikke fikk tilgang på deler av sin egen eiendom, da traktoren ble for høy for brua (57).

#### Trafikkavvikling for lokaltransport

Ved en midlertidig omlegging av jernbanen på nord eller sørsiden av dagens trasé, vil det føre til en forandret trafikkavvikling for vegtransporten. Det finnes både en lokalveg på sørsiden og en fylkesveg på nordsiden. Ved en omlegging av jernbanen på sørsiden av dagens trasé vil en måtte endre kjøremønsteret for lokalbefolkningen som ønsker seg over til fylkesvegen. Dette kan naturlig løses ved at befolkningen på sørsiden av jernbanen benytter Laugvegen østover til E6, for så å kjøre inn på fylkesvegen. Ellers vil et interimspor på nordsiden kunne føre til en omlegging av fylkesveg 319 i en sving på utsiden av interimsporet.

#### Trafikkavvikling for anleggstrafikk

Arbeidet med ny europavei (E6) på strekningen Ringeby-Frya vil generelt generere mye anleggstrafikk. Parsellen består av mange kompliserte konstruksjoner som er meget tidkrevende. En kan dermed se for seg at byggingen av strekningen Elstad-Frya vil gå etappevis hvor de store og kompliserte konstruksjonene vil ha førsteprioritet.

Interimsporet vil være det første delprosjektet for det vanntette trauret i Ringeby. Og dette vil føre til anleggstrafikk på eksisterende infrastruktur. Vi skal her belyse noen av de utfordringene som bør evalueres ved bygging av interimsporet (Figur 57: Utfordringer knyttet

til anleggstrafikk (norgeskart.no)). Ved og først å se på bruk av fylkesvei 319 som en naturlig vei til bruk for anleggstrafikk vil denne allerede ha en begrensning ved en jernbaneundergang 100 m fra avkjøringen på E6 østfra. Denne undergangen har kun en høyde på 3.7 meter noe som gjør det vanskelig for de største anleggsmaskinene å passere (Figur 55: Smal og lav undergang under jernbanen øst for Åmillom (Fra Google streetview)). Hvis en tenker seg transport av masse fra vestsidevegen nordfra vil brua over lågen også gi en stor begrensning på aksellast, bredde og høyde (Figur 56: Smal og lav fagverksbru i stål vest for Åmillom (Fra Google streetview)). Generell anleggstrafikk på lokalvegen vil komme i konflikt med lokaltrafikken. Dette gjelder spesielt bruk av Laugvegen sør for jernbanen. Bruk av denne veien kan føre til kapasitetsproblemer, samtidig som det fører til støy, fare for trafikkulykker og lokal forurensing. Ser en på transportmulighetene mellom Vestsidevegen og Laugvegen under jernbane og veibrua over lågen, blir dette en utfordring for de største anleggsmaskinene grunnet høydebegrensning (Figur 54: *Lav passasje under jernbane og vegbru over Lågen i vest, Foto: Gard Stadheim*).

Over og under bygningen for interimsporet vil kreve store mengder masser, som vil bli fraktet med lastebiler delvis fra et massedeponi med 4-500 000m<sup>3</sup> masse lokalisert ved Frya næringspark<sup>5</sup>.

#### Alternativer for anleggstrafikk

Ved bruk av fylkesvei 319 nord for jernbanen kan en utbedring av jernbaneundergangen ved Ringebu sentrum være tilstrekkelig for å kunne benytte anleggsmaskiner her. Utgangspunktet for en anleggsvei vil være å transportere massene fra Frya næringspark på eksisterende E6 nordfra og inn på Åmillomsvegen. Denne veien går igjennom industrifelt og vil i mindre grad berøre eksisterende boligfelt (Figur 58: Et alternativ for anleggstrafikk ved bygging av interimsporet på Åmillom. (Norgeskart.no) ). En må også se på mulighetene for transport av masse, og utstyr via jernbanen. Dette vil være gunstig både for trafikksikkerheten og nærheten til anleggsområdet. Bruk av fylkesvei 319 på vestsiden av lågen vil være ineffektivt, da denne veien er for smal og kupert og ikke godt egnet for massetransport med lastebiler, det vil i tillegg bli en lengre strekning, da en må helt til Hundorp for å kunne passere lågen, i tillegg til smal og lav bru (Figur 54: *Lav passasje under jernbane og vegbru over Lågen i vest, Foto:*

---

<sup>5</sup> Mail fra Tomas Moen, Statens vegvesen 26.02.2013

*Gard Stadheim* over Lågen vest for Åmillom. Det beste alternativet for frakt av masser til anleggsområdet er å etablere anleggsveier i tilknytning til ny veglinje for E6. Nøyaktig hvordan anleggstrafikken skal foregå bør avgjøres nærmere mellom byggherre og entreprenør i samråd med kommune angående prioritering av byggerekkefølge. Ved bruk av de kommunale vegene må det vurderes videre hvor stort akseltrykk som kan tillates på disse mhp. hvor mye som kan fraktes ved hvert lastebillass.



*Figur 54: Lav passasje under jernbane og vegbru over Lågen i vest, Foto: Gard Stadheim*

### Gjennomføring av arbeid

Når en skal bygge ny jernbanestrekning eller foreta en midlertidig omlegging av jernbanetrasé stilles det strenge krav til sikkerhet i og ved jernbanesporet. (Se kap. 4.6). Dette medfører igjen at alt arbeid må tilpasses den eksisterende togtrafikken på Dovrebanen. Jernbaneverket opererer med såkalte “hvite tider” som er tider mellom de ordinære togtidene i togtabell. Ved kortvarig arbeid ved skinnegangen kan disse tidene benyttes. Ved større operasjoner, som for eksempel påkobling av nye jernbaneskiner på eksisterende bane vil dette kreve en togfri helg (36t). Disse togfri helgene er det kun fire av i året for Dovrebanen. Ved forsinkelse vil dette koste SVV 35 000kr per påbegynte 15 min<sup>6</sup>. Dette stiller krav til koordineringen av arbeidet

---

<sup>6</sup> Mail fra Morten Berg, Statens vegvesen 30.01.2013

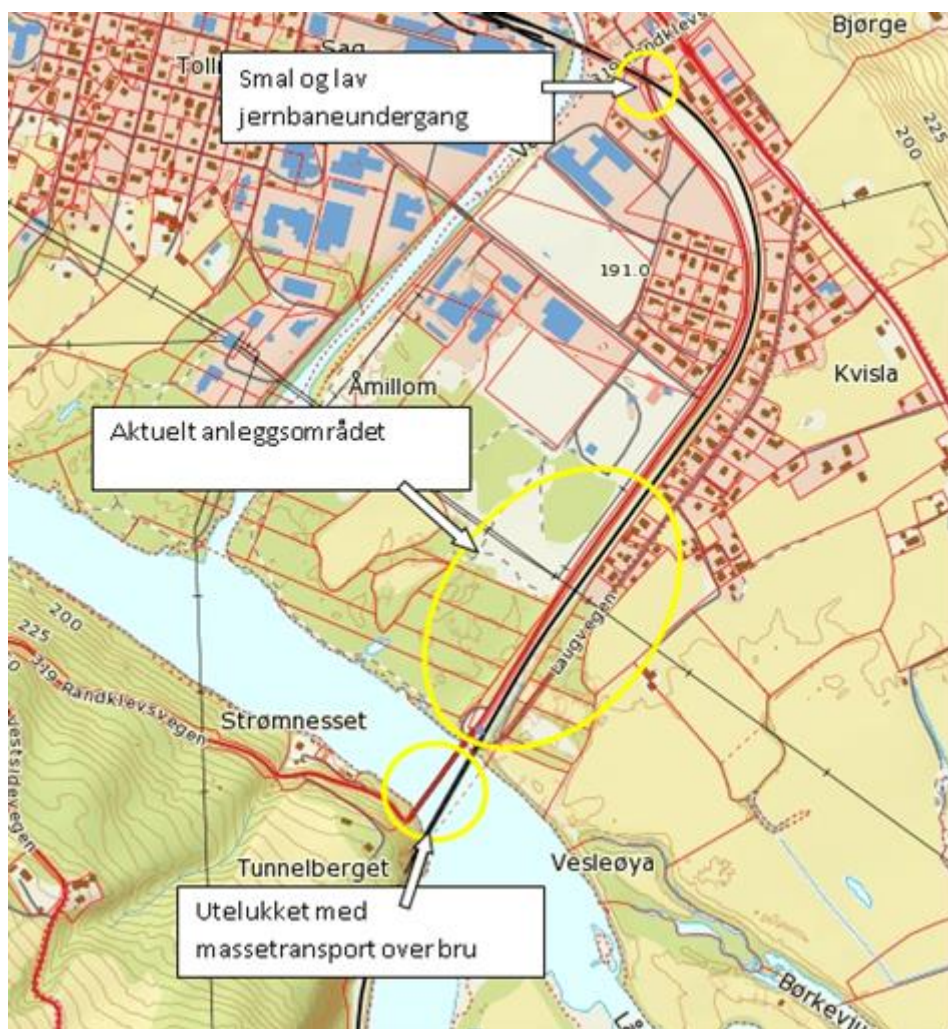
ved byggingen av interimsporet på Åmillom. I vår oppgave vil vi utarbeide en overordnet faseplan for det alternativet som vi anser som mest relevant.



Figur 55: Smal og lav undergang under jernbanen øst for Åmillom (Fra Google streetview)



Figur 56: Smal og lav fagverksbru i stål vest for Åmillom (Fra Google streetview)



Figur 57: utfordringer knyttet til anleggstrafikk (norgeskart.no)





Figur 58: Et alternativ for anlegstrafikk ved bygging av interimsporet på Åmillom. (Norgeskart.no)

### Utfordringer knyttet til geotekniske forhold

På bakgrunn av lite informasjon om grunnforholdene på Åmillom vil det være nødvendig med ytterligere grunnundersøkelser for å kartlegge om det finnes løsmasser i området. Dette

foretas våren 2013. Utfordringene oppstår dersom det skulle vise seg å være bløte masser i området, for eksempel torv. Da må det gjøres tiltak for å forsterke grunnen. Det tekniske regelverket (58) viser til at det må tas spesielle hensyn ved bygging av ny jernbanefylling inntil eksisterende spor. Blant annet kan det brukes jordarmering for å oppnå stabilitet i anleggsperioden, samt sørge for tilstrekkelig drenering. I tillegg må det tas hensyn til setninger der ny og gammel masse møtes i overgangen mellom nytt og eksisterende trasé.

## 7.2 Bakgrunn for vurderingene av alternativene

### 7.2.1 Felles utfordringer for alle alternativer

En rekke forhold knyttet opp mot teorikapittelet omhandler utfordringer som det i all hovedsak ikke vil være noen nevneverdige forskjeller på mellom alternativene. Dette skyldes som nevnt det begrensede området alle alternativene befinner seg innenfor. Dette gjelder for følgende punkter:

- \* Støy - I alle alternativene vil en omlegging medføre en kurvatur på jernbanen som ikke finnes i dagens sporlinje. Kurvatur gir økt motstand mellom skinner og hjul, noe som fører til mer lyd fra togene. I våre alternativer har vi omlegginger med lav fart og liten kurvatur, samt alternativer med høyere hastighet, men stivere linjeføring. Selv om hastigheten uansett vil være lavere enn hva som er vanlig på strekningen i dag, er det vanskelig å si noe om omleggingen vil føre til mer eller mindre støy. Dette må analyseres grundigere hvis man skal vurdere dette nøyere. Dette vil kreve tid og ekspertise.
- \* Grunnforhold - Ut fra tidligere grunnundersøkelser er det å anta at det ikke er vesentlige forskjeller i grunnen for de ulike alternativene.
- \* Sikkerhetsmessige - mye av HMS-tiltakene beskrevet i teoridelen går igjen i alle alternativene.
- \* Kulturminner - Det er ikke registrert noen kulturminner i området som berøres av tiltaket.

- \* Natur/friluftsliv - Forskjellene mellom alternativene anser vi som ubetydelige/ikke eksisterende.
- \* Forhold til reguleringsplaner - Omregulering av eventuelle boligområder vil vi vurdere under punktet om eventuell rivning av boliger.
- \* Før arbeidet starter må det utarbeides en overordnet sikkerhetsplan. Denne planen må blant annet inneholde en oversikt over hvem som er hoved-, og el- sikkerhetsmann. Det bør tas i bruk sektorstyrte kraner, som forhindrer at anleggskranen kommer i kontakt med kontaktledningen. Det elektriske anlegget til jernbanen vil medføre at hvis det skal brukes kraner eller anleggsmaskiner tett opp mot jernbanelinja, må det settes opp en støtsikker sikkerhetsvegg for å hindre at noe kan treffe kjøreledningen. Dette gjøres ofte ved at man setter opp stålstopler langs jernbanelinja opp over høyden til kjøreledningen, og mellom disse stolpene kles det til vegg.

Som følge av den korte avstanden til eksisterende bebyggelsen må det føres tiltak for å begrense uvedkommendes tilgang på anleggsplassen. En løsning kan være å benytte markeringsgjerder og sperregjerder.

De forhold der det er større eller mindre forskjeller mellom alternativene er det argumentert og vektet for og imot i kapittel 7.3 under.

### **7.2.2 Individuelle utfordringer for hvert alternativ**

På bakgrunn av opparbeidet teorikunnskap knyttet til jernbaneomleggingen på Åmillom ble gruppa enige om seks relevante vurderingskriterier for valg av endelig alternativ. Vårt influensområdet er lite og konsentrert og dermed ble vurderinger som støy, støv, natur, friluftsliv, jordvern og truede arter som er beskrevet i teorikapittelet vurdert for alle alternativer og er følgelig ikke med å påvirker valg av løsning. Kriteriene som skiller alternativene fra hverandre er listet opp nedenfor.

#### Gjennomførbarhet:

Dette kriteriet innbefatter hvor lett det er å utføre jernbaneomleggingen i praksis sett fra et overordnet anleggsteknisk ståsted, samt hvor stor risiko det er knyttet til gjennomføringen.

### Lengde omlegging:

Jo lengre strekning på den midlertidige traséen er, jo høyere vil den økonomiske kostnaden bli.

### Innløste boliger:

Statens vegvesen har gitt et tydelig ønske om å unngå innløsinger av boliger. Dette er fordi det er en tidkrevende og økonomisk dyr prosess.

### Togframføring:

Jernbaneverket har uttrykket et ønske om at det skal være minst mulig regularitetstap for togene. Dette kriteriet vil beskrive hvor gunstig den midlertidige jernbanetraséen er for opprettholdelse av farten gjennom området.

### Sikkerhet arbeidsplass:

Dette kriteriet har som mål å vurdere hvor trygt arbeidsmiljøet er for entreprenørene under anleggsperioden. Vil det være behov for større sikkerhetstiltak eller spesiell oppfølging?

### Logistikk og sikkerhet for nærmiljøet:

Dette kriteriet vurderer hvor enkelt det er å få blant annet massene til anleggsplassen og hvilke inngrep dette alternativet vil ha for nærmiljøet med tanke på sikkerhet på grunn av blant annet anleggstrafikk.

## 7.3 Vurdering av alternativene

### 7.3.1 Alternativ 1

#### Gjennomførbarhet:

Dette alternativet vil medføre at bare deler av kulverten kan bygges ut før jernbanen må flyttes tilbake. Kulverten må også dimensjoneres for toglast som uferdig konstruksjon, noe som er mer komplisert. Noe som taler for alternativet er bruken av dagens fylkesveg. Denne har gjennom mange år blitt trafikkert av et stort antall biler, som gjør at massene under

vegtraséen har satt seg godt over lang tid. Dette kan gjøre fylkesvegtraséen til et godt fundament for et midlertidig jernbanespor. Om det er mulighet for å bygge dette alternativet med stivere kurvatur enn det som er beskrevet i resultatkapitlet vil det kunne gi økt hastighet, noe som gjør alternativet mer attraktivt. Alternativ 1, sammen alternativ 2 er også fleksibelt i forhold til hvordan å bygge ut. Kulverten må uansett dimensjoneres for last på halv konstruksjon. Alternativt kan man bygge halve kulverten som en del av midlertidig trasé. Da vil denne delen måtte dimensjoneres for dette.

#### Lengde omlegging:

Alternativet gir en kort omlegging, som fører til at prisen for selve jernbaneanlegget kan holdes nede. Det vil være mindre utstyr som må skiftes ut på eksisterende linje før den igjen får trafikk, og det vil gå med mindre materialer til både oppbygning av ny midlertidig trasé, og til selve jernbaneanlegget. Dette taler for en økonomisk løsning når man isolert sett ser på antall meter ny jernbane man må bygge.

#### Innløste boliger:

Omleggingen berører ingen bebygde tomter, men fører til at fv. 319 enten må legges om midlertidig, eller midlertidig stenges ned. At omleggingen blir kortest mulig vil gjøre at sporet flettes raskest mulig sammen med eksisterende trasé i retning Ringebru stasjon, noe som gjør at lyden fra tog i kurve vil havne lengst mulig mot sør-vest, og dermed lenger fra tyngdepunktet til boligfeltet langs Laugvegen.

#### Togframføring:

En bane med krappe kurver, som i dette alternativet (minste tillatte iht. teknisk regelverk), vil føre til at togene må redusere hastigheten sin betydelig gjennom anleggsområdet. Dette alternativet vil komme dårligere ut enn alternativene med slakere kurvatur, og dermed høyere hastighet.

#### Sikkerhet arbeidsplass:

Ved en så kort omlegging vil jernbanen kunne havne veldig tett opp mot anleggingen av kulvert og trau, noe som vil kunne skape utfordringer i forhold til sikkerheten rundt arbeidet som pågår nært på. Det er viktig at fremmedelementer ikke på noe tidspunkt befinner seg innenfor sikkerhetssonen til jernbanen. Det bør som nevnt ved andre alternativer settes opp en

støtsikker sikkerhetsvegg over spuntveggen langs jernbanen, for å unngå at fremmedelemerter fra byggingen av kulvert treffer KL-anlegget.

#### Logistikk og sikkerhet for nærmiljøet:

Fv. 319 Vestsidevegen må enten legges om rundt anleggsplassen, eller stenges gjennom anleggsperioden. Laugvegens forlengelse mot Lågen på andre siden av jernbanen må også vike i perioder for bygging av kulvert, men nødvendigheten av å opprettholde en forbindelse her anser vi som mindre viktig. Denne vegen er i dag uansett stengt for gjennomkjøring, og nødvendigheten av en midlertidig veg her vil være minimal. Vegen under bruene vil uansett ligge utsatt til ved høy vannføring i Lågen, og er dermed et dårlig alternativ for gjennomkjøring deler av året.

I dette alternativet vil masser til omlegging fraktes gjennom Åmillom (Figur 58: Et alternativ for anleggstrafikk ved bygging av interimsporet på Åmillom. (Norgeskart.no) ), hvis ikke mindre anleggsvei og bru for ny E6 over Våla er kjørbare. Dette fordi det mangler gode krysningspunkter under jernbanen fra sør. Når traséen er lagt om vil man kunne bygge kulvert fra sør, og kan her skjerme Laugvegen hvis anleggsvei er opprettet i ny E6-trasé sørfra frem til anleggsplassen.

Når halve kulverten er bygd, og jernbanen tilbakelagt til original trasé over denne, vil man måtte bygge resten av kulverten og trauret fra nordsiden. Dette gir mer anleggstransport gjennom Åmillom, forutsatt at anleggsvei ikke er etablert i ny E6-trasé nordfra.

Hvis transport kjøres gjennom Åmillom fra eksisterende E6 ved planovergang nord for Ringebru stasjon, vil dette i liten grad føre til belastning av boligområder. Det vil derimot være uheldig for skoleungdom som beveger seg langs Åmillomsvegen for å komme seg til Ringebru ungdomsskole. Tiltak for å sikre mye trafikanter kan for eksempel være å snevre inn kjørebane og dele trafikantgruppene med fysisk skille. Skal transport gå gjennom Laugvegen vil dette by på utfordringer i forhold til de som bor der. En anleggsvei langs fremtidig E6-trasé er å foretrekke rent sikkerhetsmessig.

### 7.3.2 Alternativ 2

Dette alternativet vil ha de samme utfordringene som alternativ 1 på følgende områder: Gjennomførbarhet, lengde omlegging, togframføring og sikkerhet arbeidsplass. Når det kommer til sikkerhet for nærmiljø vil de samme vegene bli belastet i alle alternativer, avhengig av når i anleggsperioden man er. Relevante kriterier som skiller alternativene er da: logistikk, sikkerhet nærmiljø og innløste boliger.

#### Innløste boliger:

Dette alternativet kan medføre inngrep på de vestligste av boligene i Laugvegen, nøyaktig hvor stort inngrepet blir vil måtte ses nærmere på, i forhold til hvor stor plass anleggsbeltet vil kreve. Rivning av boligene er uansett noe som ikke er ønskelig.

#### Logistikk og sikkerhet for nærmiljøet:

Omleggingen vil medføre at forbindelsen videre fra Laugvegen, under bruene ved Lågen og opp til fv. 319 må stenge tidlig i anleggsperioden.

I dette alternativet må masser til omleggingen fraktes inn fra sør. Dette kan da gjøres gjennom Laugvegen, eller på anleggsvei bygd langs ny E6-trasé. Dersom Laugvegen skal benyttes til anleggstransport, vil dette kunne by på en sikkerhetsutfordring mhp. beboerne langs veien. Kan man frakte masser på anleggsvei langs ny E6-trasé, vil Laugvegen kunne avlastes betydelig, som er positivt mhp. nærmiljøet.

Trafikk til og fra bygging av kulvert nordfra vil måtte gå gjennom Åmillomsvegen, eller anleggsvei fra nord, tilsvarende som for alternativ 1.

### 7.3.3 Alternativ 3

#### Gjennomførbarhet:

Dette alternativet vil ha større kurver, og gir dermed større areal til bygging av hele kulverten. Dette gir en effektiv byggeprosess, da man eliminerer flere operasjoner knyttet til flytting av interimsporet, mens bygging av kulvert pågår. Når kulverten skal bygges kan man enten grave ut området med skråninger opp til dagens terreng/jernbanetrasé, eller man kan bruke spuntvegger for å støtte opp byggegropen.

På grunn av stivere linjeføring, og større avstand til opprinnelig trasé, vil dette alternativet bli noe lenger enn alternativ 1 og 2. Dette vil bety økte kostnader i forhold til tids- og materialbruk i samband med bygging av interimsporet.

Ved inntegning med hjelp av AutoCAD Civil3D og Novapoint har vi funnet ut at kurvaturen skissert i dette alternativet ikke vil by på utfordringer i forhold til brua over Lågen.

#### Innløste boliger:

Dette alternativet medfører ingen innløste boliger.

#### Togframføring:

På bakgrunn av at omleggingen blir værende over en lengre tidsperiode er det ønskelig fra jernbaneverkets side at kurveradiusen er minimum 250 m for at togene kan opprettholde en hastighet på 70km/t. Dette vil gi minimale regularitetsstap spesielt for persontogene. Skulle det vise seg å være plass, samt hensiktsmessig vil man kunne bygge interimsporet med enda stivere kurvatur, og dermed opprettholde dagens fart.

#### Sikkerhet arbeidsplass:

Alternativet vil ikke ligge like tett opptil dagens jernbanetrasé som alternativ 1 og 2 og følgelig vil også anleggsarbeidet knyttet til omleggingen her være gunstigere. Derimot kan kulvertkonstruksjonen havne nært inntil interimsporet, så også i dette alternativet vil det kreves omfattende sikringsarbeid. Konkrete sikkerhetstiltak i forbindelse med bygging av ny fylling kan være oppføring av sikkerhetsgjerde mellom dagens jernbane og ny fylling. Under bygging av kulverten bør det ifølge Veidekke entreprenør settes opp sikkerhetsvegg for å skjerme KL-anlegget.

Siden Interimsporet i dette alternativet har større avstand til anleggsområdet for kulvert vil kranene som benyttes her kunne få et større spillerom enn ved enkelte andre alternativer. Det vil også være mulig å beholde kranen stasjonært når kulverten kan bygges i en enkelt operasjon. Dette vil bedre sikkerheten betraktelig.

#### Logistikk og sikkerhet for nærmiljøet:



For transport av masser fra Frya vil for dette alternativet være naturlig å benytte E6 nordfra og deretter Åmillomsvegen. Denne veien går igjennom industrifelt og vil i mindre grad berøre eksisterende boligfelt (Figur 58: Et alternativ for anleggstrafikk ved bygging av interimsporet på Åmillom. (Norgeskart.no) ). Som for alternativ 1 innebærer dette passering av Åmillom ungdomsskole og konflikt med myke trafikanter. Dette vil medføre tiltak som for eksempel fysisk atskilling i veibanen.

#### 7.3.4 Alternativ 4

##### Gjennomførbarhet:

Dette alternativet vil ha samme utforming som alternativ 3, men ligge på sørsiden av dagens trasé. Kurvaturen medfører ingen problemer med brua over Lågen.

##### Lengde omlegging:

Omleggingen vil få tilnærmet samme lengde som alternativ 3.

##### Innløste boliger:

Dette alternativet vil gjøre størst inngrep i boligområder. Langs Laugvegen er det flere boliger som vil måtte innløses dersom dette alternativet skulle velges. Dette er som nevnt et stort minus, da innløsning av boliger ikke er noe man ønsker.

##### Togframføring:

Tilsvarende som alternativ 3. Høy gjennomgående fart, som gir mindre tidstap.

##### Sikkerhet arbeidsplass:

Tilsvarende alternativ 3.

##### Logistikk og sikkerhet for nærmiljøet:

Fylling bygges på sørsiden, og masser må kjøres inn fra denne siden. Bygges omleggingen tidlig i anleggsfasen vil antakeligvis Laugvegen måtte brukes for transport. Ventes det med omlegging, kan anleggsvei i forbindelse med E6-utbygging sør fra Elstad benyttes. Kulvert må bygges fra nord, og materialer må enten fraktes inn via Åmillomsvegen, evt. via anleggsvei nordfra hvis bru over Våla er kjørbart på dette tidspunktet.

### 7.3.5 Alternativ 5

#### Gjennomførbarhet:

I dette alternativet er konstruksjonens størrelse, og dermed tyngde en stor utfordring. Noe som er avgjørende for gjennomførbarheten til alternativet. Bruk av innskyving (slinking) er en vanlig løsning for nye underganger under jernbane, men denne kulverten har en størrelse som gir store utfordringer rundt mulighetene for innskyving. En kulvert på denne størrelsen vil grovt anslått veie 5000-7000 tonn, noe som gjør hele konseptet med innskyving svært risikabelt. Risikoen er for eksempel at man ikke klarer å skyve den inn, eller at man ikke får den i riktig posisjon. Selv om tilstrekkelig kraft til å flytte konstruksjonen teoretisk sett er oppnåelig, kan man risikere å ikke få mobilisert nok motkraft for jekkene som brukes. Og kanskje heller vil skyve seg selv vekk fra kulverten. Når man så bare har 36 timer til å gjennomføre dette på, kan man stille spørsmål til om dette er en løsning som bør vurderes nærmere. Et alternativ kan være å dele kulverten opp i flere deler som man skyver inn, men da er utfordringen knyttet til at alle skjøter må være helt vanntette.

#### Lengde omlegging:

Alternativet gir ingen omlegging, men sporet og annen jernbaneinfrastruktur må kuttes ved utgraving av traséen.

#### Innløste boliger:

Dette alternativet vil ikke medføre rivning av boliger.

#### Togframføring:

Farten etter innskyving og oppbygning av traséen vil måtte være midlertidig nedsatt. Når banelegemet har satt seg vil hastigheten kunne settes opp til slik det var.

#### Sikkerhet arbeidsplass:

Ingen spesielle sikkerhetsutfordringer hverken under bygging eller innskyving av kulvert. Jernbanen vil under innskyvingsperioden være stengt for trafikk, og strømførende anlegg tilhørende dette vil være avslått. For å opprettholde arbeidsmiljølovens bestemmelser om arbeidstid, er det viktig å ha til rådighet nok arbeidskraft gjennom perioden.

Logistikk og sikkerhet for nærmiljøet:

Geografien i området er homogen, og er ikke avgjørende for hvilken side man bør bygge/skyve fra. Derimot er det bebyggelse på sørsiden, og man kan forvente at bygging av kulverten vil kreve en del plass. Vi anser derfor i utgangspunktet nordsiden som det beste stedet å bygge kulverten fra.

Vestsidivegen og Laugvegens forlengelse vil legges om eller stenges under anleggsperioden.

## 7.4 Vurdering

Vi har valgt å summere opp vår analyse ved å sette opp en tabell, der vi sammenstiller alternativene etter tre farger. Rød symboliserer «dårlig». Gul er «middels», mens grønn er «bra».

| Alternativ                   | Alt. 1 | Alt. 2 | Alt. 3 | Alt. 4 | Alt. 5 |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Innløsning av boliger        | Grønn  | Rød    | Grønn  | Rød    | Grønn  |
| Togframføring                | Gul    | Gul    | Grønn  | Grønn  | Grønn  |
| Lengde omlegging             | Grønn  | Grønn  | Gul    | Gul    | Grønn  |
| Sikkerhet arbeidsplass       | Rød    | Rød    | Gul    | Gul    | Grønn  |
| Logistikk/sikkerhet nærmiljø | Gul    | Gul    | Gul    | Gul    | Gul    |
| Gjennomførbarhet*            | Gul    | Gul    | Grønn  | Grønn  | Rød    |

\*Anleggsteknisk gjennomførbarhet er avgjørende for realismen i alternativet.

## 8 Konklusjon

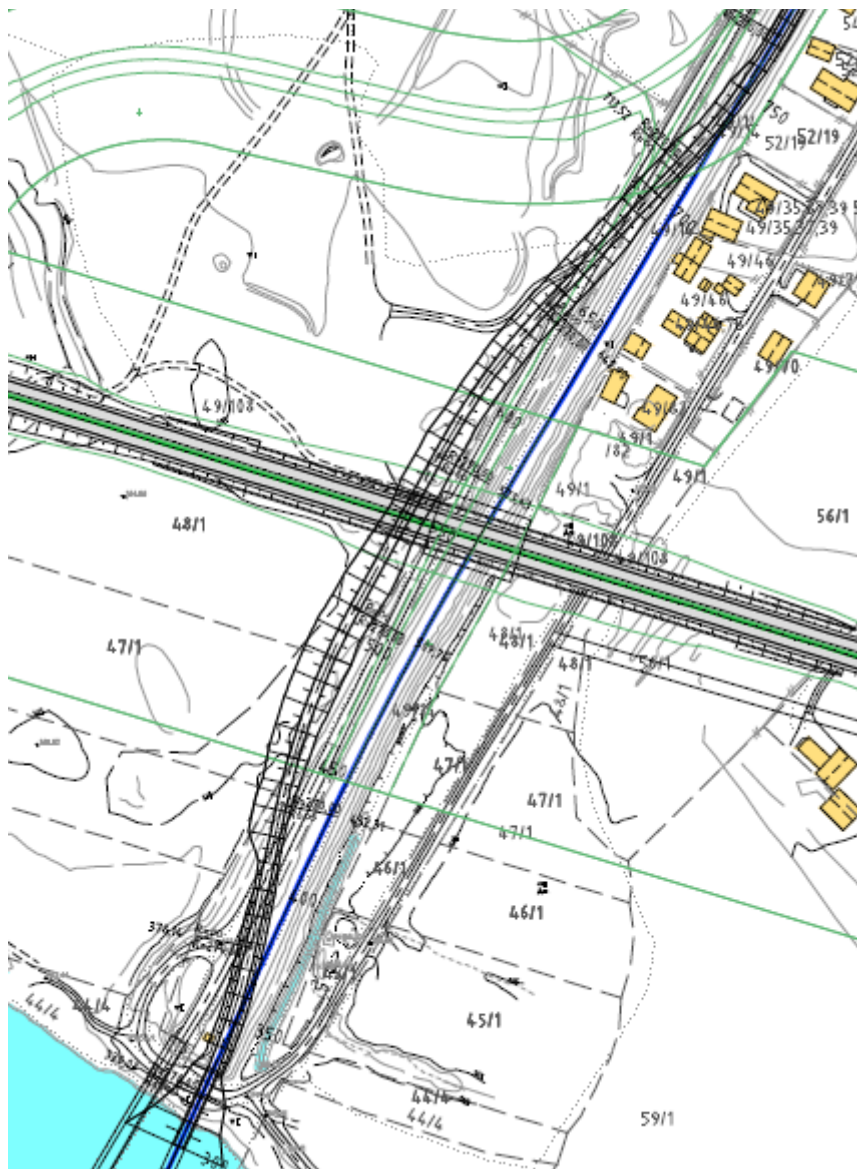
I vårt analysekapittel ser vi at forslaget om innskyving av kulverten kommer bra ut på de fleste av våre vurderingskriterier. Samtidig innebærer dette alternativet for store utfordringer i forhold til gjennomførbarheten. Vi har derfor i samråd med entreprenør og byggherre kommet frem til at dette forslaget vil være for anleggsteknisk risikofylt.

Av hensyn til byggherres ønske om å unngå innløsning av boliger, har vi ansett alternativene på sør-øst-siden som lite realistiske. Når alternativene på nordsiden av jernbanen ikke vil føre til inngrep i boliger, anser vi alternativ 2 og 4 som helt utelukket. Alternativ 1 og 3 kommer sterkt ut med tanke på midlertidige inngrep. Deler av området som blir beslaglagt til midlertidig jernbanetrasé vil med enkelhet kunne tilbakeføres til opprinnelig arealdisponering, i motsetning til midlertidig beslagleggelse av boligområde.

Vi skulle i denne oppgaven besvare følgende problemstilling;

*“Hvordan utforme og gjennomføre omlegging av jernbanen i forbindelse med utbygging av ny E6 i Ringebu?”*

Vi anbefaler dermed at omleggingen utformes i henhold til alternativ 3, som gir små inngrep i nærmiljøet, og muligheten for en kontinuerlig utbygging av kulvertdelen. I motsetning til alternativ 1 vil dette gi en bedre og mer forutsigbar fremdrift for gjennomføringen, da dette alternativet byr på mindre teknisk krevende utfordringer, i samband med byggingen av kulverten. Dette senker igjen risikoen for uforutsette hendelser, som igjen kan gå utover togtrafikken. I tillegg gir kurvaturen til denne traséen mulighet for at togene kan holde en hastighet tett opp mot dagens hastighetsstandard, noe som fører til best mulig regularitet for togene i forhold til rutetabellen. Kurvaturen gir også større avstand mellom kulvert og jernbane, som gir økt sikkerhet både under bygging av interimsporet, og selve kulverten.



Figur 59: Forslag til hvordan alternativ 3 kan legges, med kulvert markert som firkant i veglinja, Svv, Dahl, Ballovara, Stadheim

Som vedlegg 3 finnes forslag til fasegjennomføring, i form av overordnet faseplan for de kritiske tidspunktene.

### Vurdering av konklusjonen

Jernbaneomleggingen i denne oppgaven gjelder for det aktuelle området på Åmillom i Ringebu. Men på bakgrunn av de hensyn vi har lagt til grunn, anser vi allikevel vår oppgave som relevant for flere liknende problemstillinger andre steder. Dette er fordi midlertidige omlegginger som regel kun berører et lite geografisk område.

Ut ifra denne oppgaven har vi fått en konklusjon vi mener gir et tydelig svar på hvilken løsning på utforming og gjennomføring av omleggingen som bør velges. Med tanke på de kriteriene vi har lagt til grunn, er det knyttet færrest utfordringer til det alternativet vi har anbefalt.

Med tanke på at våre vurderinger er behandlet på et overordnet nivå, kan det finnes svakheter i oppgaven vår i forhold til enkelte av punktene i teorien. Spesielt knyttet opp mot de kriteriene det ikke er noen nevneverdig forskjeller på, mellom alternativene. Analyser av boreprøver fra stedet kan for eksempel vise dårligere grunnforhold under deler av området, som igjen vil kunne svekke vår anbefaling. Svaret på dette vil man få når grunnboringer er gjennomført, og resultatene der er analysert.

## 9 Takk til

### Veiledere fra HiG

- Fred Johansen
- Anders Björnfort

### Hos Statens Vegvesen

- Øyvind Moshagen
- Lars Kristian Dahl
- Tomas Moen
- Morten Berg
- Stig Kjetil Methi
- Ole Turvoll

### Hos Veidekke

- Jarle Røe
- Svein Erik Nygårdseter

## 10 Referanser

1. HR-avdelingen. Ingeniør i Statens vegvesen. 2012 [updated 27.09.2012; cited 27.09.2012 27.09.2012]; Available from: <http://www.facebook.com/RekrutteringSVV?fref=ts>.
2. Samferdselsdepartementet. Nasjonal transportplan 2014-2023 02.05.2013 Available from: <http://www.regjeringen.no/pages/38293551/PDFS/STM201220130026000DDDPDFS.pdf>
3. Statens-vegvesen. Planbeskrivelse med konsekvensutredning 2010 30.04.2013 Available from: [http://www.vegvesen.no/attachment/178702/binary/341452?fast\\_title=Planbeskrivelse+med+konsekvensutredning+august+2010+%28NB%21+16+MB%29.pdf](http://www.vegvesen.no/attachment/178702/binary/341452?fast_title=Planbeskrivelse+med+konsekvensutredning+august+2010+%28NB%21+16+MB%29.pdf).
4. Artsdatabanken. Cinna latifolia 03.05.2013. Available from: <http://www.artsportalen.artsdatabanken.no/Rodliste2010/Vurdering/Cinna+latifolia/44930>.
5. Ringeby-kommune, cartographer Reguleringsplan Åmillom: Ringeby Kommune; 2013.
6. Statens-vegvesen. Planprogram for kommunedelplan 2007 03.05.2013. Available from: [http://www.vegvesen.no/attachment/60075/binary/10160?fast\\_title=E6+Ringeby++Otta%3A+Planprogram.pdf](http://www.vegvesen.no/attachment/60075/binary/10160?fast_title=E6+Ringeby++Otta%3A+Planprogram.pdf)
7. Statens-vegvesen. Silingsrapport 2008 02.05.2013. Available from: [http://www.vegvesen.no/attachment/59644/binary/8188?fast\\_title=E6+Ringeby++Frya%3A+Silingsrapport.pdf](http://www.vegvesen.no/attachment/59644/binary/8188?fast_title=E6+Ringeby++Frya%3A+Silingsrapport.pdf).
8. Statens-vegvesen. Norconsult skal planlegge E6 Elstad-Frya 2013 01.05.2013. Available from: <http://www.vegvesen.no/Europaveg/e6biriotta/Nyhetsarkiv/Norconsult+skal+planlegge+E6+Elstad-Frya.448269.cms>.
9. Statens-vegvesen. Forslag til planprogram for reguleringsplaner i Ringeby og Sør-Fron kommuner, Statens vegvesen 2013 01.05.2013. Available from: [http://www.vegvesen.no/attachment/434797/binary/730790?fast\\_title=Planprogram+E6+Elstad%2E%80%93Fryasletta+%289+MB%29.pdf](http://www.vegvesen.no/attachment/434797/binary/730790?fast_title=Planprogram+E6+Elstad%2E%80%93Fryasletta+%289+MB%29.pdf).
10. konsekvensutredning Fo. Forskrift om konsekvensutredning. Regjeringen; 2009 [updated 01.04.2013]; Available from: <http://www.lovdata.no/for/sf/md/td-20090626-0855-002.html#4>.
11. Regjeringen. Varig vern av matjord 2005 03.05.2013. Available from: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/lmd/aktuelt/nyheter/2009/sept-09/jordvern-varig-vern-av-matjord.html?id=576769>.
12. Statens-vegvesen. Hvordan erverves grunn? 2011 30.04.2013. Available from: <http://www.vegvesen.no/Vegprosjekter/Om+vegprosjekter/Avstaelse+av+eiendom/Hvordan+erverves+grunn>.
13. Regjeringen. T-1442 Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging 2005 14.02.2013. Available from: <http://www.regjeringen.no/nb/dokumentarkiv/Regjeringen-Bondevik-II/md/Lover-og-regler/retningslinjer/2005/t-1442-stoy-i-arealplanlegging/4.html?id=278745>.
14. Artsdatabanken. Røddlistede arter. Artsdatabanken; 2010 [10.05.2013]; Available from: <http://artsdatabanken.no/ThemePage.aspx?m=29&amid=22>.
15. Naturmangfoldloven. Lov om forvaltning av naturens mangfold. 2009 [11.05.2013]; Available from: <http://www.lovdata.no/all/hl-20090619-100.html#8>



16. Statens-vegvesen. Avrenning av vann fra sprengningsarbeid2005/06 02.05.2013. Available from: [https://www.google.no/url?sa=t&ret=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0CEIQFjAD&url=http%3A%2F%2Fwww.vannportalen.no%2FRapportkatalog\\_anleggsavrenning\\_P86YF.p df.file&ei=eGqCUeffLuGK4ASntoGOBQ&usq=AFQjCNEFDVwJ8L-2WICfCIn7qzl4Rr5Z-w&sig2=aGz1iWT-fuTcuUGN1nte4Q](https://www.google.no/url?sa=t&ret=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0CEIQFjAD&url=http%3A%2F%2Fwww.vannportalen.no%2FRapportkatalog_anleggsavrenning_P86YF.p df.file&ei=eGqCUeffLuGK4ASntoGOBQ&usq=AFQjCNEFDVwJ8L-2WICfCIn7qzl4Rr5Z-w&sig2=aGz1iWT-fuTcuUGN1nte4Q).
17. Forurensingsforskriften. Forskrift om begrensning av forurensning2004 02.05.2013. Available from: <http://www.lovdatab.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20040601-0931.html#2-4>.
18. konsekvensutredninger Fo. Forskrift om konsekvensutredninger. Miljøverndepartementet; 2009 [15.03.2013]; Available from: <http://www.lovdatab.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20090626-0855.html>.
19. Statens-vegvesen. Hb-140 Konsekvensanalyse2006 14.02.2013. Available from: [http://www.vegvesen.no/\\_attachment/61437/binary/14144](http://www.vegvesen.no/_attachment/61437/binary/14144).
20. leksikon Sn. Kulvert. 2007 [10.05.2013]; Available from: <http://snl.no/kulvert>.
21. Aker-Solutions. Drilling rigs for ultra deep waters. Aker-Solutions; 2013 [26.04.2013]; Available from: <http://www.akersolutions.com/en/Global-menu/Projects/technology-segment/Engineering/Floater-designs/Aker-H-6e-for-ultra-deep-waters-and-hars-henvironments/>
22. Adressa. Se 600 tonn bli dratt på plass2012 03.05.2013. Available from: <http://www.adressa.no/tv/?id=16634&style=null>.
23. Seehusen J. Senketunnel - norsk tunnelhistorie2005 26.04.13. Available from: <http://www.tu.no/innsikt/bygg/2005/09/21/senketunnel---norsk-tunnelhistorie>.
24. Forskrift om nasjonale tekniske krav m.m. for jernbaneinfrastruktur på det nasjonale jernbanenettet, (2011).
25. Teknisk-regelverk. Underbygning/Prosjektering og bygging/Banelegeme Jernbaneverket; 2013; Available from: [https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering\\_og\\_bygging/Banelegeme#Utf.C3.B8relse\\_2](https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering_og_bygging/Banelegeme#Utf.C3.B8relse_2).
26. Teknisk-regelverk. Frostsikringslagets funksjoner Jernbaneverket; 2013; Available from: [https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering\\_og\\_bygging/Frost#Frostsikringslagets\\_funksjoner](https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering_og_bygging/Frost#Frostsikringslagets_funksjoner).
27. Teknisk-regelverk. Underbygning/Prosjektering og bygging. Jernbaneverket; 2013; Available from: [https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering\\_og\\_bygging](https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering_og_bygging).
28. Teknisk-regelverk. Hastighet-kurvatur eksisterende baner Jernbaneverket; 2013; Available from: <https://trv.jbv.no/PDF/Overbygning/530/Vedlegg/T3005b01.pdf>.
29. Teknisk-regelverk. Underbygning/Prosjektering og bygging/Profiler og minste tverrsnitt. Jernbaneverket; 2013; Available from: [https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering\\_og\\_bygging/Profiler\\_og\\_minste\\_tverrsnitt#Kurveutslag](https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering_og_bygging/Profiler_og_minste_tverrsnitt#Kurveutslag).
30. Teknisk-regelverk. Undebygning/Prosjektering og bygging/Profiler og minste tverrsnitt/Master og andre gjenstander ved siden av sporet. Jernbaneverket; 2013; Available from: [https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering\\_og\\_bygging/Profiler\\_og\\_minste\\_tverrsnitt#Master\\_og\\_andre\\_gjenstander\\_ved\\_siden\\_av\\_spoet](https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering_og_bygging/Profiler_og_minste_tverrsnitt#Master_og_andre_gjenstander_ved_siden_av_spoet).
31. Jernbaneverket. Bytter ut 55 år gammelt anlegg2011 01.05.2013. Available from: <http://www.jernbaneverket.no/no/Nyheter/Nyhetsarkiv/2011/Byter-ut-55-ar-gammelt-anlegg/>.

32. Teknisk-regelverk. Kontaktledning/Prosjektering/Konstruksjoner Jernbaneverket; 2012; Available from: <http://trv.jbv.no/wiki/Kontaktledning/Prosjektering/Konstruksjoner#Master>.
33. Jernbaneverket. Krav til sikkert arbeid i og ved Jernbaneverkets infrastruktur. Jernbaneverket; 2013; Available from: <http://www.jernbaneverket.no/no/Marked/Leverandorinfo/Krav-til-Sikkert-arbeid-i-og-ved-Jernbaneverkets-infrastruktur/>.
34. Internkontrollforskriften. Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter. Lovdata; 1996 [06.05.13]; Available from: <http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-19961206-1127.html>.
35. sikkerhetsforskriften. Forskrift om krav til jernbanevirksomhet på det nasjonale jernbanenettet. 2005 [06.05.13]; Available from: <http://www.lovdata.no/ltavd1/filer/sf-20051219-1621.html>
36. Togframføringsforskriften. Forskrift om togframføring på det nasjonale jernbanenettet. 2008; Available from: <http://www.lovdata.no/for/sf/sd/xd-20080229-0240.html>
37. Jernbaneverket. Sikkert arbeid i og ved Jernbaneverkets Infrastruktur. 2013.
38. Jernbaneverket. FØRERENS REGELBOK FØRERENS ANSVAR. 2013.
39. Togframføringsforskriften. Forskrift om togframføring på det nasjonale jernbanenettet. 2008 [06.05.13]; Available from: <http://www.lovdata.no/for/sf/sd/td-20080229-0240-034.html#8-8>.
40. Statens-vegvesen. Arbeid på og ved veg. 2011 [06.05.13]; Available from: [http://www.vegvesen.no/\\_attachment/61423](http://www.vegvesen.no/_attachment/61423)
41. Jernbaneloven. Lov om anlegg og drift av jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m.m. . 1993; Available from: <http://www.lovdata.no/all/tl-19930611-100-005.html#10>
42. Jernbaneverket. HMS på byggeplassen / Jernbaneverket2009.
43. Helsekravforskriften. Forskrift om krav til helse for personell med arbeidsoppgaver av betydning for trafikksikkerheten ved jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m.m.: Samferdselsdepartementet; 2003 [06.05.2013]; Available from: <http://www.lovdata.no/for/sf/sd/xd-20021218-1678.html#map002>.
44. Opplæringsforskriften. Forskrift om opplæring av personell med arbeidsoppgaver av betydning for trafikksikkerheten ved jernbane, herunder sporvei, tunnelbane og forstadsbane m.m. 2003 [06.05.2013]; Available from: <http://www.lovdata.no/for/sf/sd/xd-20021218-1679.html>.
45. Byggherreforskriften. Forskrift om sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplasser. 2009 [06.05.2013]; Available from: <http://www.lovdata.no/for/sf/ad/xd-20090803-1028.html>.
46. Arbeidsmiljøloven|§4-4. Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv.: Arbeidsdepartementet; 2005 [06.05.2013]; Available from: <http://www.lovdata.no/all/tl-20050617-062-004.html#4-4>.
47. Arbeidstid. Hvor mye overtid kan en arbeidsgiver pålegge? : *Arbeidstilsynet*; 2013 [cited 2013 06.05.2013]; Available from: [http://www.arbeidstilsynet.no/fakta.html?tid=78157#Hvor\\_mye\\_overtid\\_kan\\_arbeidsgiver\\_paa\\_legge](http://www.arbeidstilsynet.no/fakta.html?tid=78157#Hvor_mye_overtid_kan_arbeidsgiver_paa_legge).
48. Arbeidsmiljøloven|§10-6. Lov om arbeidsmiljø, arbeidstid og stillingsvern mv.: Arbeidsdepartementet; 2005 [06.05.2013]; Available from: <http://www.lovdata.no/all/tl-20050617-062-010.html#10-6>.

49. Shorflo. Well point dewatering. 2013 [10.05.2013]; Available from: <http://www.groundforce.uk.com/Pump+Hire/Products/Well+Point+Dewatering>.
50. Byggesakforskriften. Forskrift om byggesak. Lovdata; 2010 [01.05.2013]; Available from: <http://www.lovdata.no/for/sf/kr/xr-20100326-0488.html#4-3>.
51. PBL|§30-5. Lov om planlegging og byggesaksbehandling. 2010 [06.05.2013]; Available from: <http://www.lovdata.no/all/tl-20080627-071-039.html#30-5>.
52. PBL|§11-9. Lov om planlegging og byggesaksbehandling. Lovdata; 2008 [01.05.2013]; Available from: <http://www.lovdata.no/all/hl-20080627-071.html#11-9>.
53. Kvitle. Tror ikke bøndene vil boikotte E18. Østlandets Blad; 2013 [06.05.2013]; Available from: <http://www.oblad.no/nyheter/tror-ikke-bondene-vil-boikotte-e18-1.7817033>.
54. Jernbaneverket. Grunneier møter jernbaneverket. Jernbanevetket; 2010 [06.05.2013]; Available from: <http://www.jernbaneverket.no/PageFiles/9938/Grunneier%20m%C3%B8ter%20Jernbaneverket.pdf>.
55. Jernbaneverket. Trafikkregler for jernbaneverkets nett. 2012; Available from: <http://www.jernbaneverket.no/no/Marked/Leverandorinfo/Trafikkregler-for-Jernbaneverkets-nett/>
56. Jernbaneverket. Krav til sikkert arbeid i og ved Jernbaneverkets infrastruktur. Njål Svingheim, Jernbaneverket; 2013 [06.05.2013]; Available from: <http://www.jernbaneverket.no/no/Marked/Leverandorinfo/Krav-til-Sikkert-arbeid-i-og-ved-Jernbaneverkets-infrastruktur/>.
57. Gravdal F. Hit, men ikke lenger etter jernbanetabbe. NRK; 2013 [06.05.2013].
58. Teknisk-regelverk. Underbygning/Prosjektering og bygging/Generelle tekniske krav pkt. 10.: Jernbaneverket; 2013 [02.05.2013]; Available from: [https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering\\_og\\_bygging/Generelle\\_tekniske\\_krav](https://trv.jbv.no/wiki/Underbygning/Prosjektering_og_bygging/Generelle_tekniske_krav).

«Statens kartverk gir fri bruk til distribusjon og endring i hht. Creative Commons-lisens: Navngivelse-DelPåSammeVilkår 3.0 Norge»

URL: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/no/> ( 19.03.13)

## 11 Figurliste

|  |    |
|--|----|
| Figur 1: Skisse over kulvertdelen, Aas Jakobsen for Statens vegvesen.....  | 11 |
| Figur 2 Kart over E6 Ringeby-Otta, <a href="http://www.vegvesen.no">www.vegvesen.no</a> .....  | 15 |
| Figur 3 Norge i bilder, <a href="http://www.norgebilder.no">www.norgebilder.no</a> .....   | 15 |
| Figur 4 Kart over Åmillom, <a href="http://www.norgeskart.no">www.norgeskart.no</a> .....  | 15 |
| Figur 5: Åmillom med fylkesveg 319 og Dovrebanen sett fra sør-vest. Foto: Statens vegvesen<br>.....  | 16 |
| Figur 6: Flyfoto fra nord. Foto: Statens Vegvesen.....   | 16 |
| Figur 7: <i>Løsmassekart, Ringeby, <a href="http://geo.ngu.no/kart/losmasse/">http://geo.ngu.no/kart/losmasse/</a> 19.02.13</i> .....                | 17 |
| Figur 8: Bergrunnskart, Ringeby. Hentet fra kommunedelplanen for E6 Ringeby sør-Frya<br>(2010) .....   | 18 |
| Figur 9: Forurensing i grunnen, <a href="http://www.klif.no/grunn">www.klif.no/grunn</a> 14.02.2013.....   | 19 |
| Figur 10: <i>Utklipp fra <a href="http://www.artskart.artsdatabanken.no">www.artskart.artsdatabanken.no</a></i> .....                                | 20 |
| Figur 11: Flomsonekart, 200 års flom Åmillom, temakart Ringeby kommune<br><a href="http://www.mgd.no/mgd/">http://www.mgd.no/mgd/</a> 19.03.13 ..... | 21 |
| Figur 12: Utsnitt av kommunedelplan E6 Ringeby sør - Otta, august 2010 .....   | 25 |
| Figur 13: <i>Reguleringsplan for Åmillom (1)</i> .....   | 23 |
| Figur 14 Alternativer utredet i kommunedelplanen .....   | 23 |
| Figur 15: <i>Anbefalte verdier for arbeid mindre enn 6 dager, utendørs fasade. (14)</i> .....  | 31 |
| Figur 16: <i>Anbefalte verdier for arbeid mindre enn 6 dager, innendørs. (14)</i> .....  | 31 |
| Figur 17: Reduksjonsverdier for arbeid utover 6 dager (14).....  | 31 |
| Figur 18: Eksempel på kulvertkonstruksjon under Gjøvikbanen ved Kallerud, Gjøvik. Foto:<br>Gard Stadheim.....  | 34 |
| Figur 19: Skinner brukt i Sverige, kilde: Statens vegvesen, foto Morten Wangen.....  | 35 |
| Figur 20: <i>Hydrauliske jekker brukt i Sverige, kilde: Statens vegvesen, foto Morten Wangen</i> .   | 36 |
| Figur 21: Utklipp fra teknisk regelverk Underbygning/Prosjektering og bygging/Frost → 3.1<br>.....   | 38 |
| Figur 22: Formler hentet fra teknisk regelverk .....   | 39 |
| Figur 23: Formler hentet fra Teknisk regelverk .....   | 40 |
| Figur 24: Oversikt kapittel, kilde: T40-0102 anno 01.01.00.....  | 40 |
| Figur 25: Overtidsarbeid, Daniel Ballovara .....   | 45 |
| Figur 26: Overtidsarbeid, Daniel Ballovara .....   | 46 |

|  |    |
|--|----|
| Figur 27: Prinsipp for Wellpoint, Gard Stadheim .....  | 47 |
| Figur 28: Alle forslagene for omlegging skissert, selvlaget.....   | 50 |
| Figur 29: Inntegnet alternativ 1, kilde: www.norgeskart.no .....   | 53 |
| Figur 30, selvlaget .....  | 54 |
| Figur 31 .....   | 54 |
| Figur 32 .....   | 54 |
| Figur 33 .....   | 55 |
| Figur 34 .....   | 55 |
| Figur 35 .....   | 56 |
| Figur 36 .....   | 56 |
| Figur 37: Inntegnet alternativ 2, selvlaget.....   | 59 |
| Figur 38 .....   | 59 |
| Figur 39 .....   | 60 |
| Figur 40 .....   | 60 |
| Figur 41 .....   | 61 |
| Figur 42 .....   | 61 |
| Figur 43 .....   | 61 |
| Figur 44: Alternativ 3, selvlaget.....   | 64 |
| Figur 45 .....   | 65 |
| Figur 46 .....   | 65 |
| Figur 47 .....   | 65 |
| Figur 48: Alternativ 4, selvlaget.....   | 68 |
| Figur 49 .....   | 68 |
| Figur 50 .....   | 69 |
| Figur 51: Alternativ 5, selvlaget.....   | 71 |
| Figur 52: Utgravingen for kulvert. Referanseprosjekt fra Sverige, Statens vegvesen, foto<br>Morten Wangen.....                 | 72 |
| Figur 53: Selvlaget .....  | 73 |
| Figur 54: Smal og lav undergang under jernbanen øst for Åmillom (Fra Google streetview)  | 79 |
| Figur 55: Smal og lav fagverksbru i stål vest for Åmillom (Fra Google streetview).....   | 80 |
| Figur 56: Utfordringer knyttet til anleggstrafikk (norgeskart.no) CC-lisens .....  | 80 |
| Figur 57: Et naturlig alternativ for anleggstrafikk ved bygging av interimsporet på Åmillom.<br>(Norgeskart.no) CC-lisens..... | 81 |

Figur 58: Forslag til hvordan alternativ 3 kan legges, med kulvert markert som firkant i  
veglinja, Sv, Dahl, Ballovara, Stadheim ..... 93

# 12 Vedlegg

## Vedlegg 1 – Forprosjekt med skissert løsning for Jernbane/E6 kryssing., (Aas-jakobsen)



NOTAT

Side 2

| K045   | Alt 2.1: Jernbane /E6 kryssing |
|--|--------------------------------|
|  |                                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vanntett trau. Opprinnelig skissert to løsninger: i) Lokk med bredde 34.5m, ii) Separate bruplatter for lokalveg, jernbane og turveg</li> <li>• Kostnader avviker lite mellom alternativene, og lokk er dermed å foretrekke av estetiske årsaker</li> <li>• Antatt direktefundamentert på løsmasser</li> <li>• Antatt total lengde 330m og føringsbredde 15.5m gir et areal på 5115m<sup>2</sup></li> </ul> |                                |

### Vedlea 2 - Radius og hastighet på daaens iernbane ved Rinaebu

#### Løfteskjema

| STEDREFERANSE            |          | VUL-DATA           |        | TRASEDATA          |    |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
|--------------------------|----------|--------------------|--------|--------------------|----|----|---|----------|------------------|----------|-----------------|-----------------------|--------------|----------------|--|--|--|
| Faste pkt. eller Vul-nr. | Km       | Avst. m/rk -skinne |        | Horisontalkurvatur |    |    |   |          | Vertikalkurvatur |          |                 | Hastighets/tvangspkt. |              |                |  |  |  |
|                          |          | Hor.               | Vert.  | R                  | h  | L  | v | Krumming | H                | Høyde    | Radius/Stigning | Tgl                   | I/Km-retning | Mot Km-retning |  |  |  |
| VUL-2589                 | 240,5200 | 2,289              | 0,0000 |                    |    |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| OE                       | 5430     |                    |        | 550                | 90 | 76 |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| VUL-2590                 | 5700     | 2,282              | 0,0000 |                    |    |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| VUL-2591                 | 6200     | 2,104              | 0,0000 |                    |    |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| VUL-2592                 | 6700     | 2,361              | 0,0000 |                    |    |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| TUN                      | 7150     |                    |        |                    |    |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| VUL-2593                 | 7200     | 2,144              | 0,0000 |                    |    |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| SE 1                     | 7570     |                    |        |                    |    |    |   |          |                  |          | 2,50            |                       |              |                |  |  |  |
| VUL-2594                 | 7600     | 2,093              | 0,0000 |                    |    |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| HBP                      | 7700     |                    |        |                    |    |    |   |          |                  | 189,8930 | 10000           | 13                    |              |                |  |  |  |
| SE 2                     | 7830     |                    |        |                    |    |    |   |          |                  |          | 0               |                       |              |                |  |  |  |
| OE                       | 7950     |                    |        | 550                | 90 | 75 |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| TUN                      | 8050     |                    |        |                    |    |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| OB                       | 8700     |                    |        | 0                  | 0  |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| BRU                      | 8917     |                    |        |                    |    |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| BRU                      | 241,0642 |                    |        |                    |    |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| VUL-2604                 | 0800     | 2,049              | 0,0000 |                    |    |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| Hastsign.                | 0850     |                    |        |                    |    |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| OB                       | 1160     |                    |        | 0                  | 0  |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| VUL-2605                 | 1400     | 2,179              | 0,0000 |                    |    |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| OE                       | 1790     |                    |        | 1220               | 45 | 63 |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| VUL-2606                 | 2000     | 2,350              | 0,0000 |                    |    |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| OE                       | 2280     |                    |        | 1220               | 45 | 75 |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| VUL-2607                 | 2600     | 2,299              | 0,0000 |                    |    |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| OB                       | 3010     |                    |        | 0                  | 0  |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| VUL-2608                 | 3200     | 2,140              | 0,0000 |                    |    |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| VUL-2609                 | 3800     | 2,051              | 0,0000 |                    |    |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| VUL-2610                 | 4400     | 1,995              | 0,0000 |                    |    |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| SE 1                     | 4520     |                    |        |                    |    |    |   |          |                  |          | 0               |                       |              |                |  |  |  |
| LBP                      | 4970     |                    |        |                    |    |    |   |          |                  | 189,8930 | 10000           | 46                    |              |                |  |  |  |
| VUL-2611                 | 5000     | 2,039              | 0,0000 |                    |    |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| SE 2                     | 5420     |                    |        |                    |    |    |   |          |                  |          | 9,10            |                       |              |                |  |  |  |
| VUL-2612                 | 5600     | 2,367              | 0,0000 |                    |    |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| OB                       | 6130     |                    |        | 0                  | 0  |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| Hastsign.                | 6400     |                    |        |                    |    |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |
| VUL-2614                 | 6600     | 2,086              | 0,0000 |                    |    |    |   |          |                  |          |                 |                       |              |                |  |  |  |

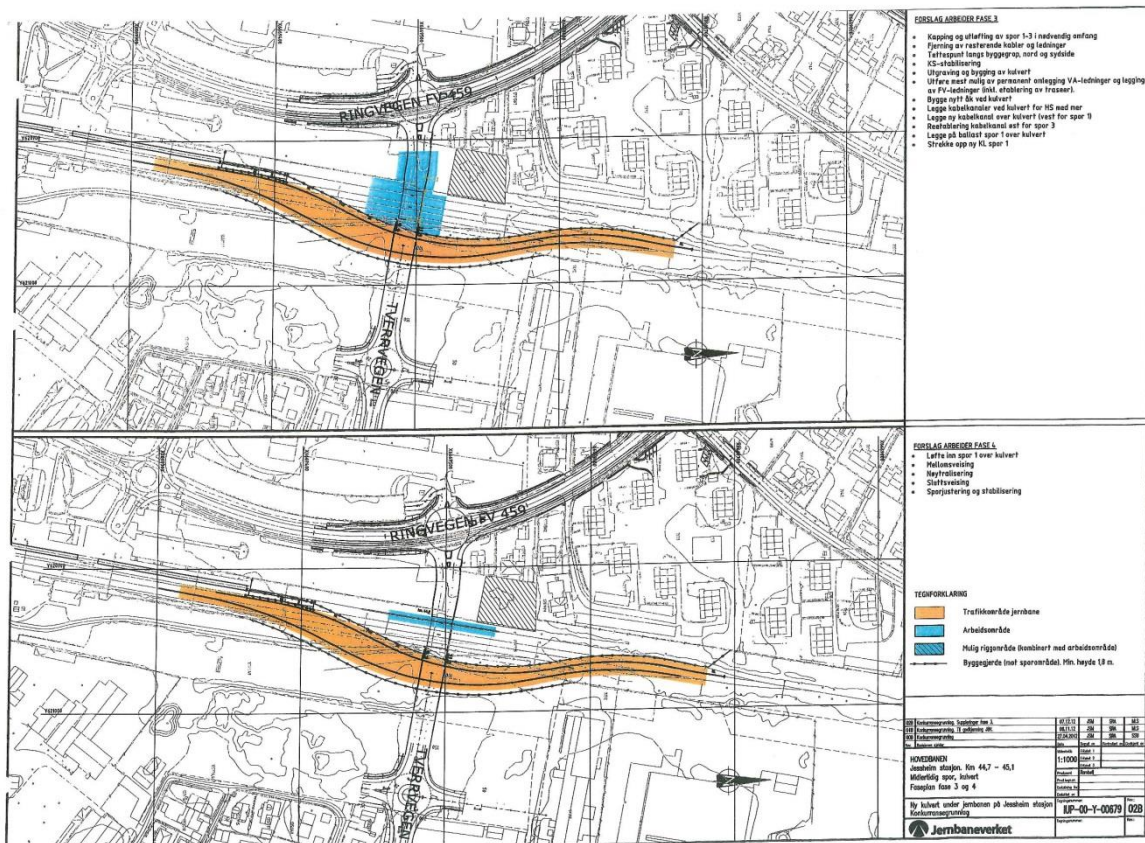
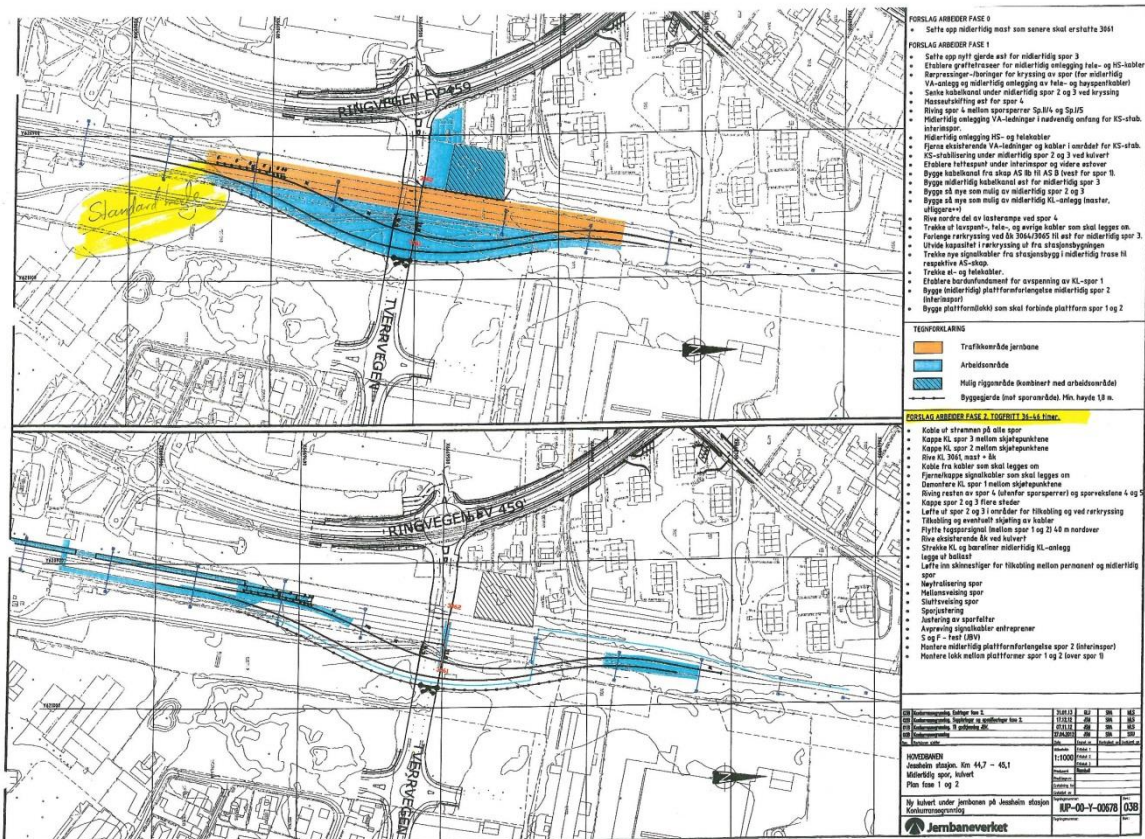


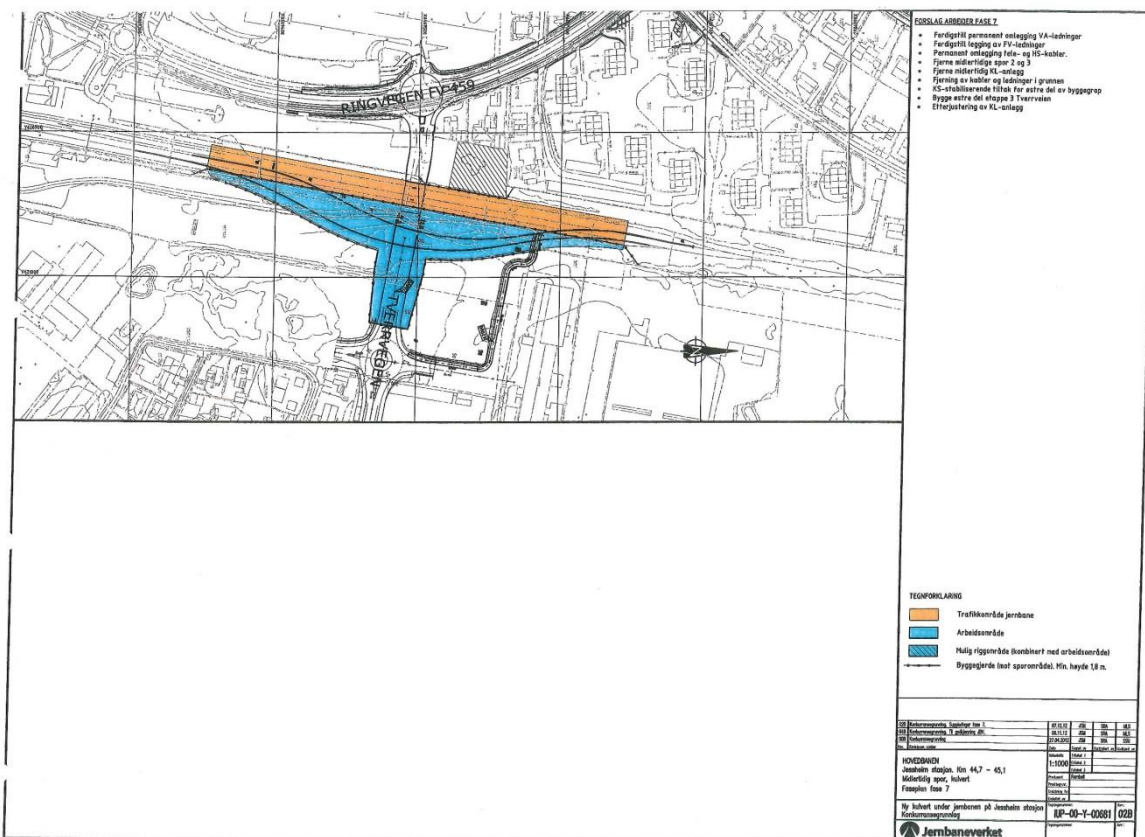
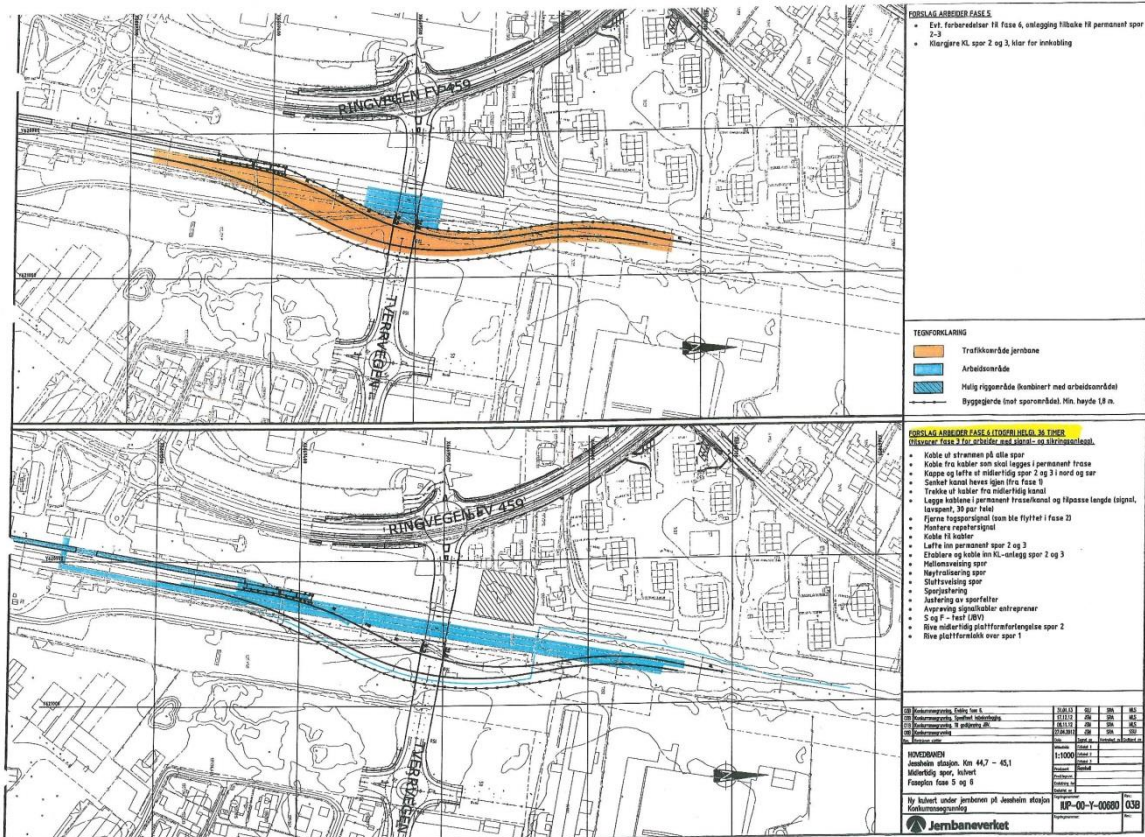
### Løfteskjema

| STEDREFERANSE            |          | VUL-DATA         |        | TRASEDATA          |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
|--------------------------|----------|------------------|--------|--------------------|-----|----|---|----------|------------------|----------|-----------------|----------------------|--------------|----------------|--|
| Faste pkt. eller Vul-nr. | Km       | Avst. mtk-skinne |        | Horisontalkurvatur |     |    |   |          | Vertikalkurvatur |          |                 | Hastighets/vangspkt. |              |                |  |
|                          |          | Hor.             | Vert.  | R                  | h   | L  | v | Krumming | H                | Hayde    | Radius/Stigning | Tgl                  | I Km-retning | Mot Km-retning |  |
| OE                       | 241,6850 |                  |        | -317               | 115 | 72 |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| VUL-2615                 | 7000     | 2,024            | 0,0000 |                    |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| M.merke 241.0850         | 7400     |                  |        |                    |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| VUL-2616                 | 7400     | 2,008            | 0,0000 |                    |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| VUL-2617                 | 7800     | 2,228            | 0,0000 |                    |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| VUL-2618                 | 8200     | 2,121            | 0,0000 |                    |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| VUL-2619                 | 8600     | 2,115            | 0,0000 |                    |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| VUL-2620                 | 9000     | 2,039            | 0,0000 |                    |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| VUL-2621                 | 9400     | 2,304            | 0,0000 |                    |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| VUL-2622                 | 9760     | 2,284            | 0,0000 |                    |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| VUL-2623                 | 242,0150 | 2,208            | 0,0000 |                    |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| VUL-2624                 | 0360     | 2,077            | 0,0000 |                    |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| VUL-2625                 | 0600     | 2,272            | 0,0000 |                    |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| VUL-2626                 | 1000     | 2,315            | 0,0000 |                    |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| OE                       | 1160     |                  |        | -317               | 115 | 87 |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| BRU                      | 1352     |                  |        |                    |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| VUL-2627                 | 1400     | 1,890            | 0,0000 |                    |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| BRU                      | 1448     |                  |        |                    |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| VUL-2628                 | 1800     | 1,789            | 0,0000 |                    |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| SE 1                     | 1970     |                  |        |                    |     |    |   |          |                  |          | 9,10            |                      |              |                |  |
| OB                       | 2030     |                  |        | -2000              | 20  |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| Hastsign.                | 2050     |                  |        |                    |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| Hastsign.                | 2100     |                  |        |                    |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| M.merke 243.0100         | 2100     |                  |        |                    |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| HBP                      | 2200     |                  |        |                    |     |    |   |          |                  | 196,4660 | 5000            | 23                   |              |                |  |
| VUL-2629                 | 2200     | 1,961            | 0,0000 |                    |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| SE 2                     | 2430     |                  |        |                    |     |    |   |          |                  |          | 0               |                      |              |                |  |
| BRU                      | 2483     |                  |        |                    |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| SE 1                     | 2650     |                  |        |                    |     |    |   |          |                  |          | 0               |                      |              |                |  |
| BRU                      | 2797     |                  |        |                    |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| HBP                      | 3000     |                  |        |                    |     |    |   |          |                  | 196,4660 | 20000           | 35                   |              |                |  |
| PLO                      | 3000     |                  |        |                    |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| SPV-3 Ringebu            | 3090     |                  |        |                    |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |
| SE 2                     | 3350     |                  |        |                    |     |    |   |          |                  |          | -3,50           |                      |              |                |  |
| SE 1                     | 3410     |                  |        |                    |     |    |   |          |                  |          | -3,50           |                      |              |                |  |
| SPV-5 Ringebu            | 3690     |                  |        |                    |     |    |   |          |                  |          |                 |                      |              |                |  |



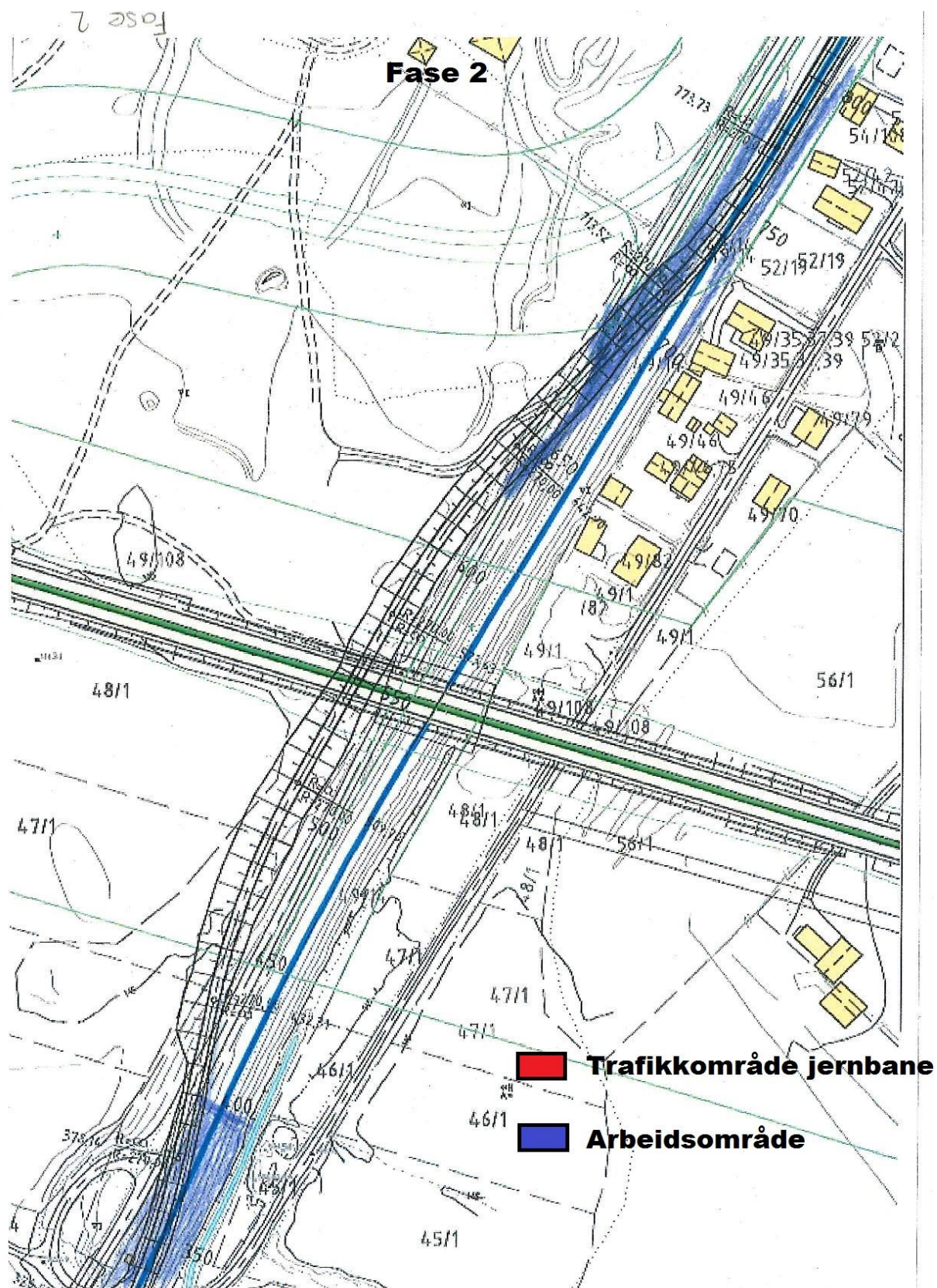
### Vedlegg 3 – Fremdriftsplan for Jessheim stasjon (Veidekke)



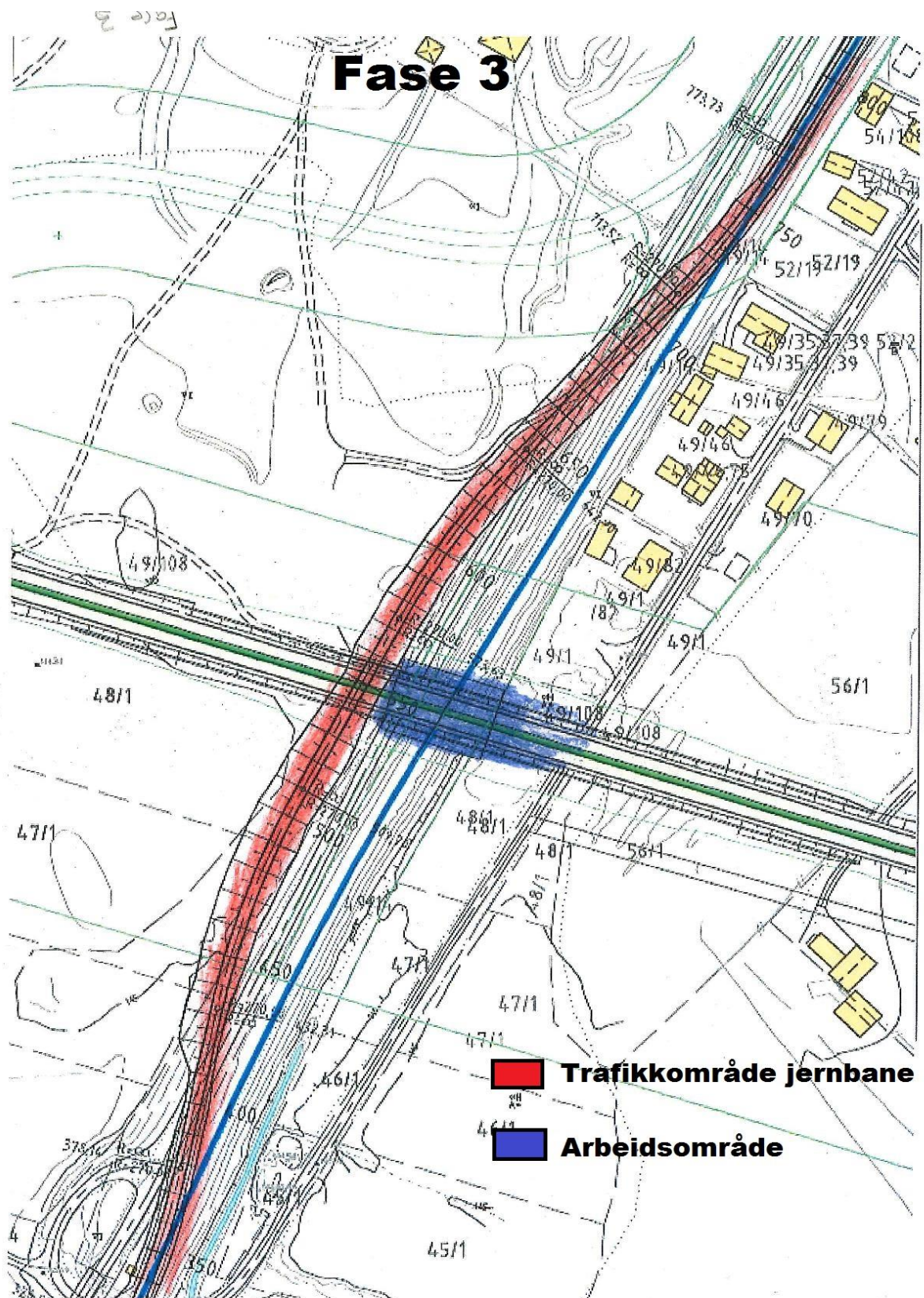






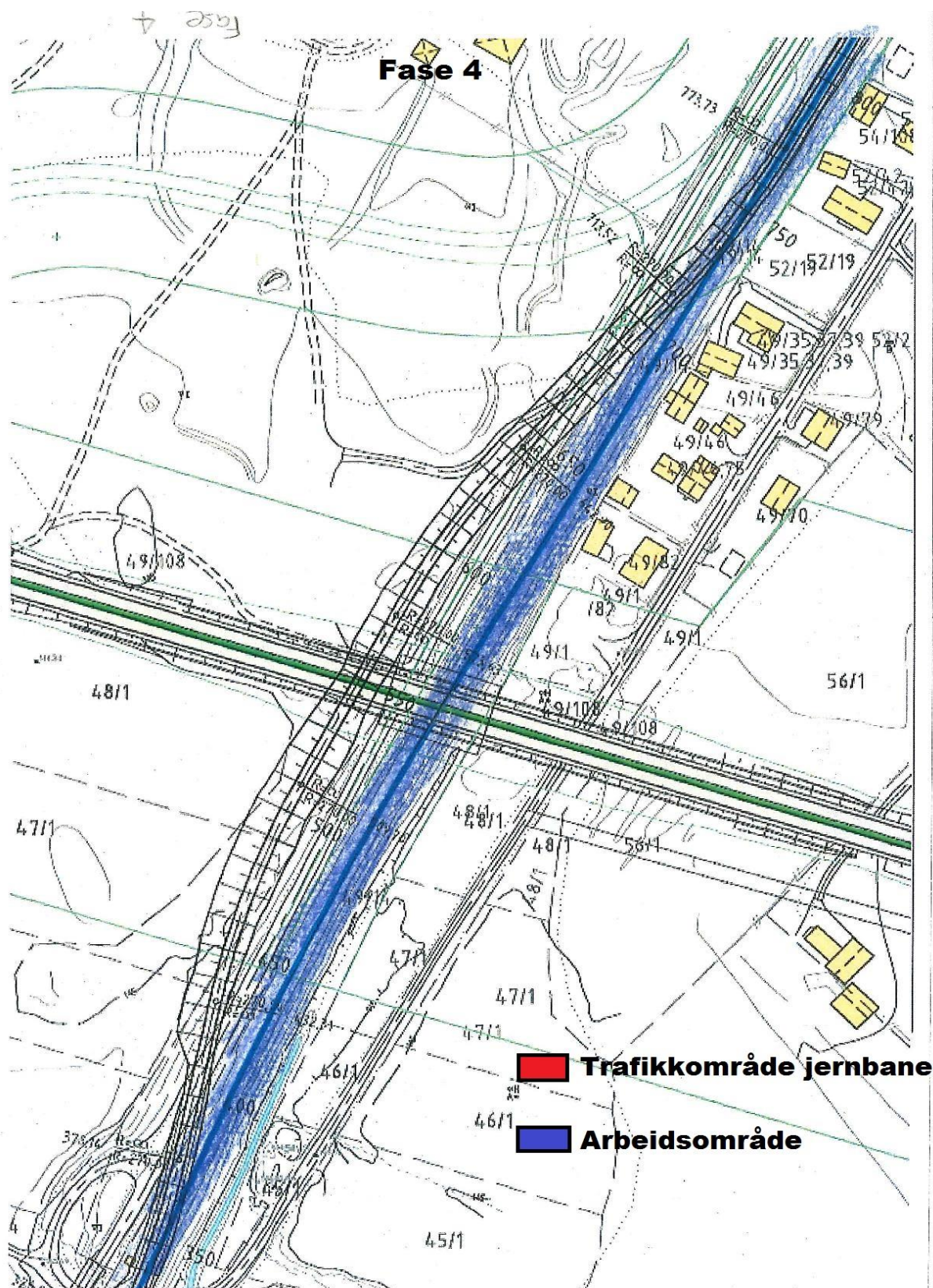


Fase 2: Interimsporet kobles til eksisterende bane i begge ender.

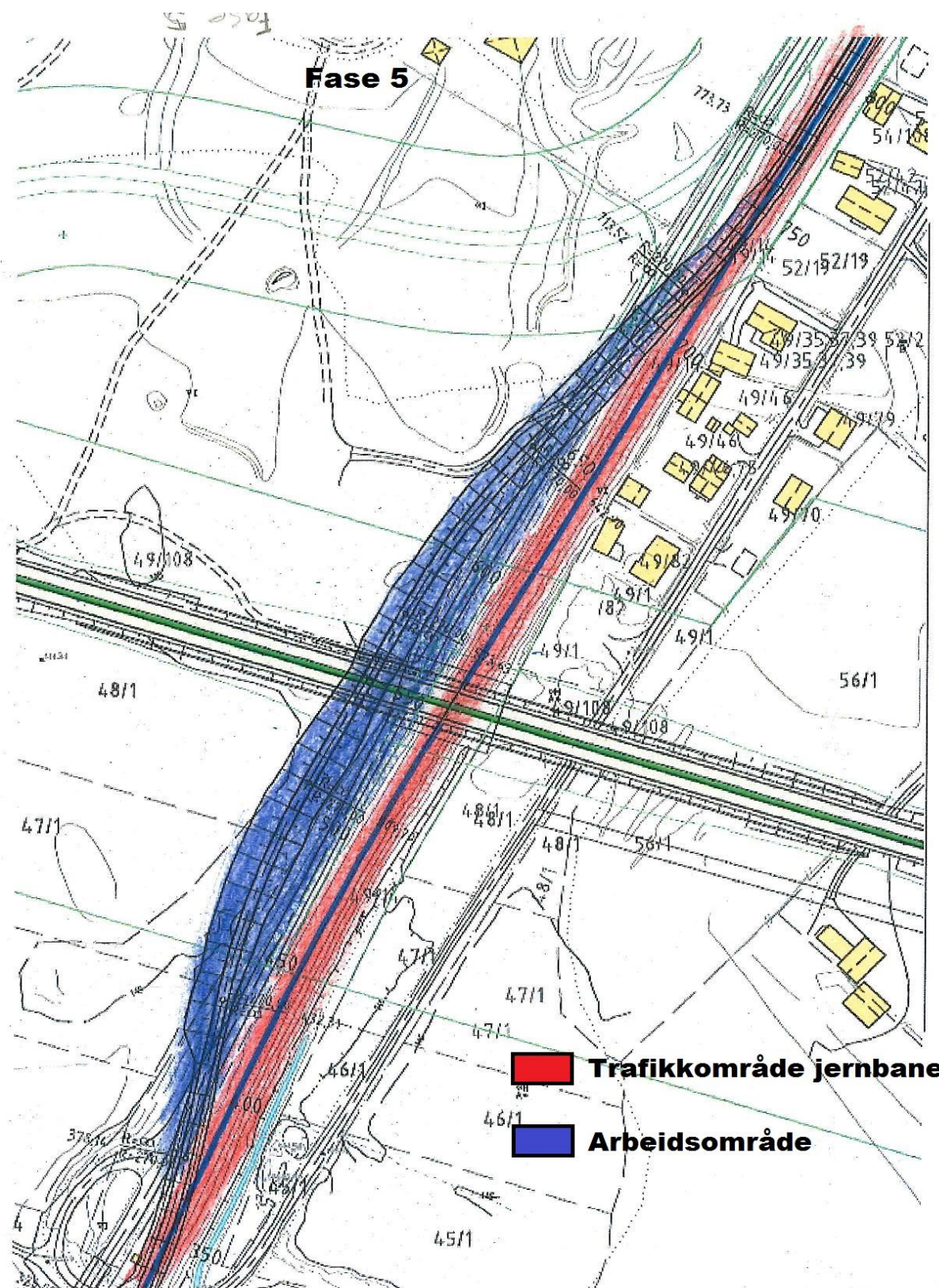


Fase 3: Togtrafikken går på interimspreet, kulverten bygges.





Fase 4: Jernbanen legges tilbake i opprinnelig trasé, over kulverten.



Fase 5: Interimsporet med fylling fjernes.