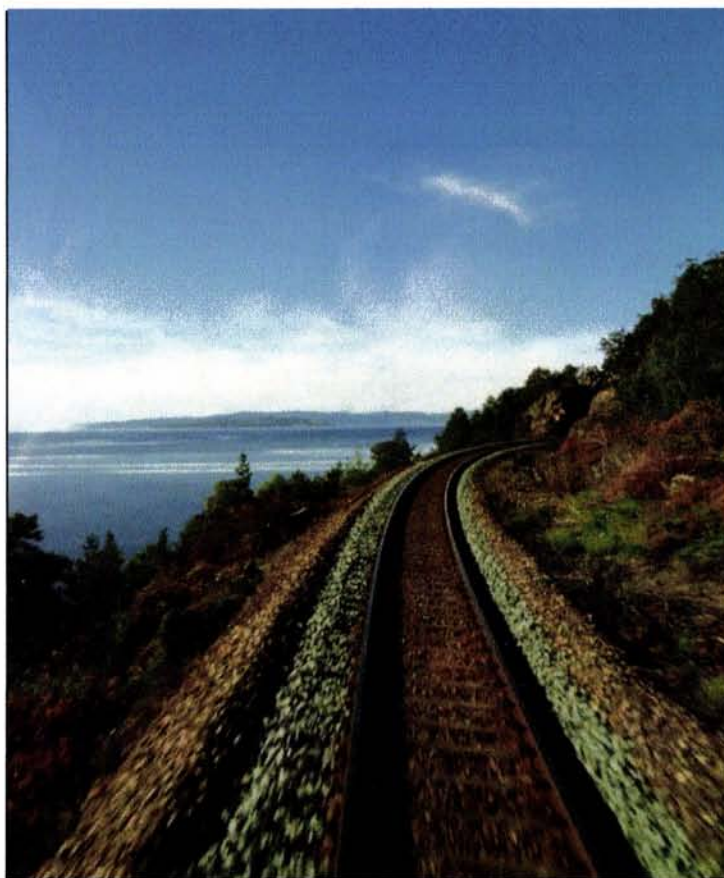


Marius Fossum Normann

# Linjeomlegging av jernbanen mellom Fleskhus og Røra stasjon

Trondheim, 25.11.2011

NTNU  
Norges teknisk-naturvitenskapelige  
universitet  
Fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi  
Institutt for bygg, anlegg og transport



625.11 (481) 4BV Nor



Oppgavens tittel: Linjeomlegging av jernbanen mellom Fleskhus og Røra stasjon.	Dato: 25/11-2011		
	Antall sider (inkl. bilag): 99		
	Masteroppgave	Prosjektoppgave	x
Navn: Stud.techn. Marius Fossum Normann			
Faglærer/veileder: førsteamanuensis II, dr. ing. Alf Helge Løhren (NTNU/Jernbaneverket)			
Eventuelle eksterne faglige kontakter/veiledere: siv. ing. Kjell Enoksen (JBV), siv. ing. Heidi Meyer Midtun (JBV)			

<p>Ekstrakt:</p> <p>Denne oppgaven tar sikte på å se på muligheter for ulike jernbanetraseer mellom Fleskhus og Røra stasjon med bakgrunn i et ønske om høyere hastighet mellom de to stedene.</p> <p>Rapporten kan grovt sett deles inn i fire deler.</p> <p>I den første delen beskrives dagens situasjon og problematiske områder. I tillegg blir geologiske og geotekniske forhold belyst.</p> <p>I den andre delen diskuteres forutsetningene og føringene for utredningsarbeidet, det vil si Jernbaneverkets Teknisk regelverk.</p> <p>I den tredje delen blir totalt åtte alternative traseer lansert på bakgrunn av linjesøk i området. Disse ledsages av en enkel kjøretidsberegning, samt grove kostnadsoverslag for anleggsarbeidene.</p> <p>I den fjerde og siste delen anbefales en av traseene og det blir også forsøkt å gi noen råd for eventuelt videre arbeid.</p>
--

## Stikkord:

1. Trønderbanen
2. Jernbane
3. Mulighetsstudie
4. Linjesøk

---

(sign.)

## Innholdsfortegnelse

Figurliste .....	6
Tabelliste .....	7
Forord.....	9
Sammendrag.....	11
Definisjoner.....	13
Del 1: Bakgrunn/dagens situasjon.....	15
Utfordringer og problematiske områder .....	18
Befaring .....	22
Geologi/geoteknikk.....	23
Del 2: Utredningsarbeidet .....	29
Forutsetninger og føringer.....	29
Linjeføring .....	30
Elektrifisering .....	34
Tverrsnitt .....	35
Tunneler .....	35
Planleggingsverktøy og tegningshefte .....	37
Del 3: Detaljert beskrivelse av de forskjellige alternativene .....	39
Kostnader .....	49
Kjøretidsberegninger.....	50
Del 4: Konklusjon og videre arbeid .....	53
Kilder .....	55
Bilag .....	59
B1: Oppgavetekst.....	59
B2: Kostnadsestimat for hvert alternativ .....	60
B3: Tegningshefte (13 sider).....	68
B4: Løfteskjema for strekningen (14 sider) .....	69
Vedlegg.....	84
V1: Retningslinjer for bruk av kartdata i Jernbaneverket .....	84

## Figurliste

Figur 1: Prosjektområdet i Nord-Trøndelag (NGU, 2011).....	15
Figur 2: Prosjektområdet i Inderøy- og Verdal Kommune (NGU, 2011).....	16
Figur 3: Problematisk område ved Fleskhus i sør (Norge digitalt) .....	18
Figur 4: Område (2) sett mot nord. ....	19
Figur 5: Problematisk område ved Røra i nord (Norge digitalt) .....	20
Figur 6: Kirkegården (3) til venstre og boligfeltet (4) til høyre i bildet. ....	21
Figur 7: Dette bildet viser boligfeltet (4) .....	21
Figur 8: Berggrunnen i området (NGU, 2011) .....	23
Figur 9: Oversikt over løsmasser (NGU, 2011) .....	25
Figur 10: Forekomster av kvikkleire og dens farlighetsgrad (NGU, 2011).....	26
Figur 11: Registrerte skred i området (NGU, 2011) .....	27
Figur 12: Konsekvens av skredene (NGU, 2011) .....	28
Figur 13: Minste horisontalkurve radius som funksjon av hastighet .....	31
Figur 14: Illustrasjon av radiens betydning, kart fra (Google Maps, 2011).....	31
Figur 15: Minste vertikalkurve radius som funksjon av hastighet.....	33
Figur 16 Tunnelklasse som funksjon av togtetthet og tog/time i maksimaltrafikktimen (Jernbaneverket, 2010f) .....	35
Figur 17: Forsiden på tegningsheftet som ligger vedlagt .....	68

## Tabelliste

Tabell 1: Liste over symboler og definisjoner (Jernbaneverket, 2010d, Jernbaneverket, 2010c) .....	13
Tabell 2: Krav til minste horisontalkurveradius, overgangskurvens lengde (L) og overhøyde (h), (Jernbaneverket, 2010h) .....	30
Tabell 3: Krav til minste vertikalkurveradius, (Jernbaneverket, 2010g) .....	32
Tabell 4: Normale krav til vertikalkurveradius for en gitt hastighet .....	32
Tabell 5: Stigning/helning for nye baner, (Jernbaneverket, 2010g) .....	33
Tabell 6: Oppsummering av de viktigste parameterne for alternativ 0 .....	40
Tabell 7: Oppsummering av de viktigste parameterne for alternativ 1 .....	41
Tabell 8: Oppsummering av de viktigste parameterne for alternativ 2 .....	42
Tabell 9: Oppsummering av de viktigste parameterne for alternativ 3 .....	43
Tabell 10: Oppsummering av de viktigste parameterne for alternativ 4 .....	44
Tabell 11: Oppsummering av de viktigste parameterne for alternativ 5 .....	45
Tabell 12: Oppsummering av de viktigste parameterne for alternativ 6 .....	46
Tabell 13: Oppsummering av de viktigste parameterne for alternativ 7 .....	47
Tabell 14: Oppsummering av de viktigste parameterne for alternativ 8 .....	48
Tabell 15: Enhetspriser for de forskjellige elementene.....	49
Tabell 16: Oppsummering av alle de åtte alternativene .....	51
Tabell 17: Oppsummering av kostnadsestimatene for alternativene .....	51
Tabell 18: Oppsummering av kjøretid og tidsbesparelse for alternativene.....	51

## Forord

Jeg vil benytte denne muligheten til å takke mine tre veiledere fra Jernbaneverket; Alf Helge Løhren, Kjell Enoksen og Heidi Meyer Midtun. De stilte tidlig opp på et oppstartsmøte og skaffet tidlig kartdata og andre grunnlagsdata som var nødvendig for å komme raskt i gang med oppgaven etter sommerferien. De har også velvillig svart på spørsmål underveis i oppgaveskrivingen og arrangert en befaring.

En spesiell takk går til Kristin Enger i Rambøll for å ha skaffet til veie brukerveiledningen til Novapoint Jernbane. Uten den ville ikke DAK-arbeidene gått like smertefritt.

Samtidig vil jeg også takke Stian Kristoffersen for kyndig korrekturlesing og sine kritiske kommentarer.

Avslutningsvis vil jeg takke Jernbaneverket for hjelp til utskrift og innbinding av oppgaven.

Trondheim, 25.11.2011

Marius Fossum Normann

## Sammendrag

### Bakgrunn for oppgaven

Jernbanelinjen ønsker å se på en eventuell linjeomlegging mellom Fleskhus og Røra på Nordlandsbanen. Det er mange utfordringer i området som gjør dette til en vanskelig bane å drifte og utvide i fremtiden.

Jernbanetraseen og dagens E6 går langsmed sjøen ved Koabjørnga mellom Verdal og Inderøy kommune. Dagens områder langs sjøen og det bratte fjellpartiet er rasutsatt og det finnes ingen mulighet for utvidelse av verken E6 eller jernbanen uten at de kommer i konflikt med hverandre.

Områdene rundt Røra stasjon vanskeliggjør arbeidet med linjesøk. Vi finner en kirke, kirkegård og et boligfelt nært traseen og stasjonen. Dette vil legge føringer for arbeidet med alternative traseer.

### Beskrivelse av resultat og konklusjoner

Det presenteres totalt åtte fullgode alternativer som oppfyller dagens krav til standard. Disse alternativene blir diskutert med bakgrunn i geologiske og geotekniske forhold, anleggskostnader og kjøretidsberegninger. Det diskuteres også enkelte elementer fra Teknisk regelverk, som linjeføring, elektrifisering og utforming av tunneler.

Det viser seg at det er fullt mulig å få til en god jernbanestrekning mellom Fleskhus og Røra – hvis man er villig til å betale for det. En grunn til dette er andelen av traseen som vil gå i tunnel grunnet den forholds stive linjeføringen.

Den anbefalte traseen oppfyller kravene til en hastighet på 250 km/t uten å komme i konflikt med de sårbare områdene rundt Røra stasjon. På samme tid gir den en reisetidsbesparelse på 71 % og muliggjør både dobbeltspor og elektrifisering.



## Definisjoner

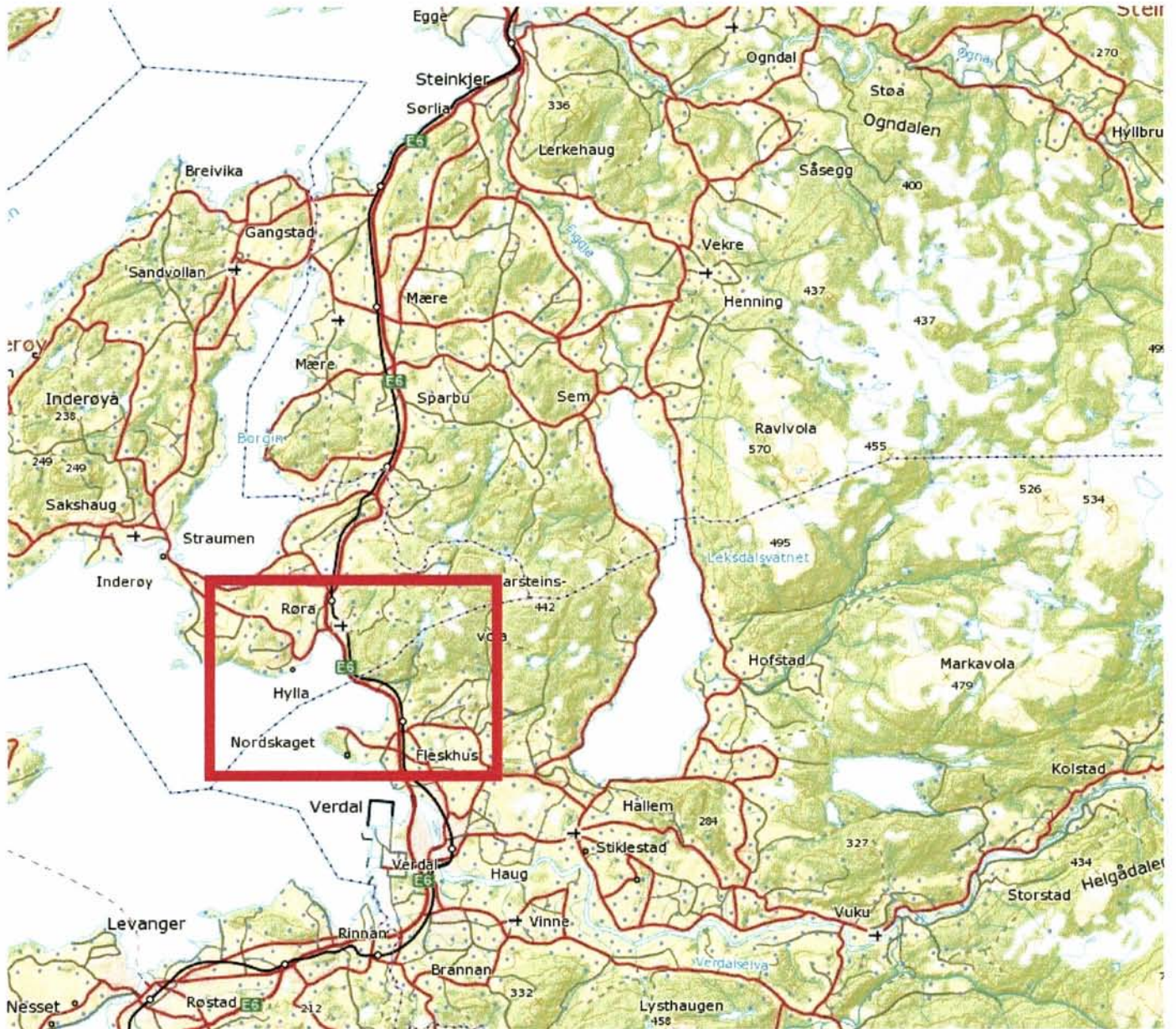
Tabell 1 oppsummerer forkortelsene som er brukt i tegningsheftet og oppgaven generelt.

Tabell 1: Liste over symboler og definisjoner (Jernbaneverket, 2010d, Jernbaneverket, 2010c)

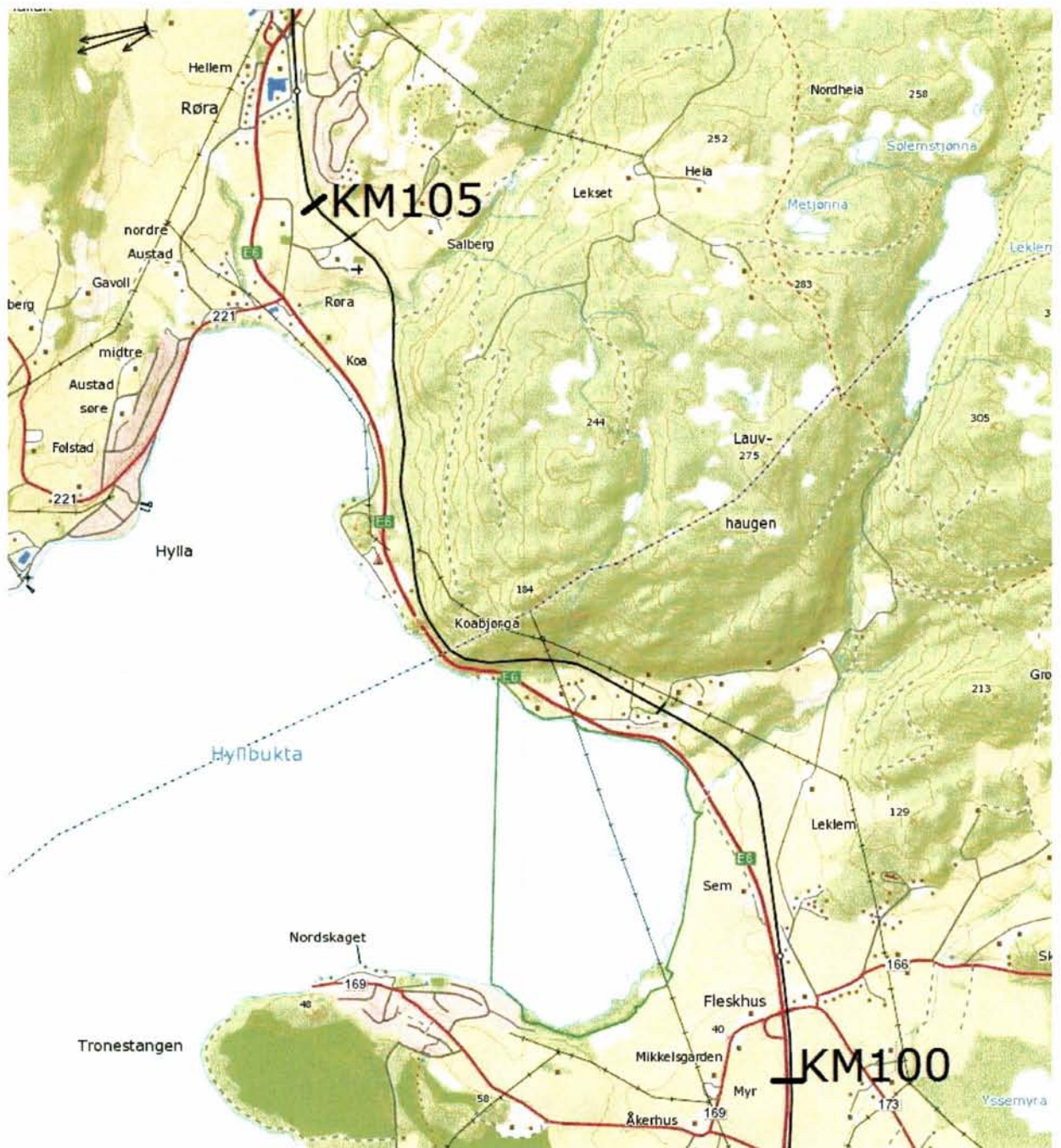
<b>Forkortelse</b>	<b>Forklaring</b>
RL	Rettlinje
FKP	Felles kurvepunkt
FOB	Felles overgangskurve begynnelsespunkt
KP	Kurvepunkt
OB	Overgangskurvens begynnelsespunkt
OE	Overgangskurvens endepunkt
RE	Overhøyderampens endepunkt
SE	Stigningskurvens endepunkt
h	Overhøyde
L	Overgangskurvens lengde
$R_v$	Vertikalradius
$R_h$	Horisontalradius
V	Hastighet
Pr.	Profil

## Del 1: Bakgrunn/dagens situasjon

Jernbaneverket har uttrykt et ønske (Enoksen et al., 2011 og bilag B1) om å se nærmere på en eventuell linjeomlegging av en strekning på Nordlandsbanen. Strekningen Jernbaneverket vil se nærmere på ligger mellom Verdal og Steinkjer i Nord-Trøndelag (Figur 1), nærmere bestemt Fleskhus – Røra stasjon i henholdsvis Verdal og Inderøy kommune (Figur 2).



Figur 1: Prosjektområdet i Nord-Trøndelag (NGU, 2011)



**Figur 2: Prosjektområdet i Inderøy- og Verdal Kommune (NGU, 2011)**

Opgavens omfang er definert slik at startpunktet ved KM 100 ligger fast i sør, det samme gjelder for Røra stasjon i nord ved ca. KM 105,47.

Både E6 og jernbanen går i dag tilnærmet parallelt, med Hyllbukta i vest og et bratt fjellterreng i øst (Koabjørge). Avstanden mellom veg og jernbane er på det minste 20 m og det er derfor vanskelig å se for seg en fremtidig utvidelse av E6 eller jernbanen uten at de kommer i konflikt med hverandre. Fra løfteskjemaet (Jernbaneverket, 2011 og bilag B4) ser man at minste horisontalkurveradius på strekningen er 309 m og største hastighet er 80 + 5 km/t. Minste vertikalkurveradius er 7 000 m og største stigning er 17 ‰.

Jernbaneverket er i første omgang på jakt etter en ny trasé som kan muliggjøre en høyere hastighet på strekningen.

Hovedtrekkene i utredningen vil være disse:

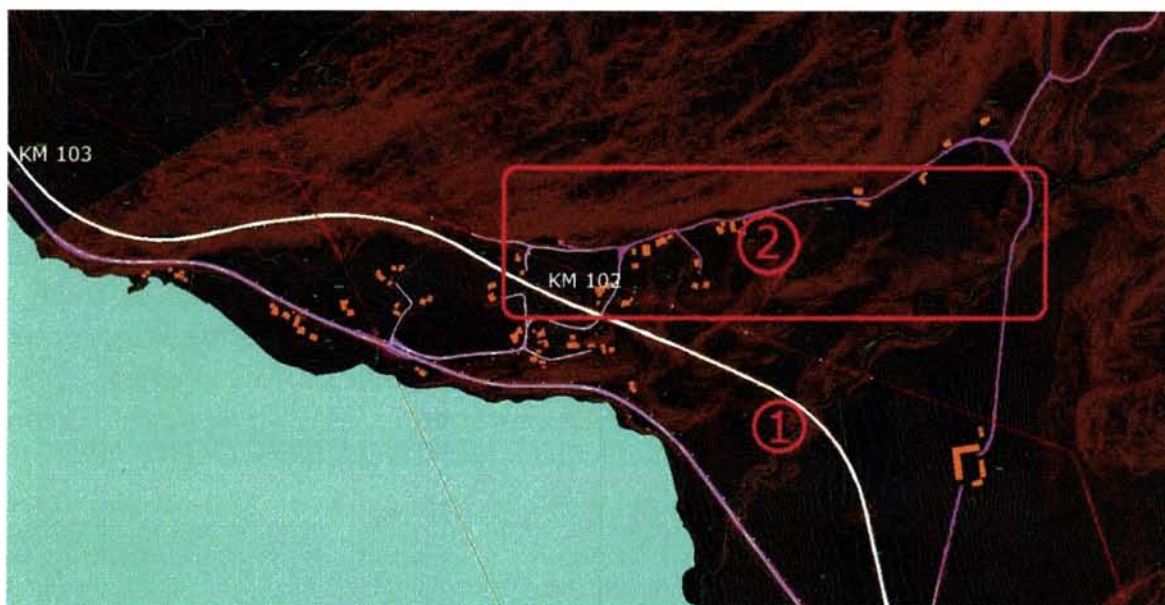
- Utrede for hastigheter på 160, 200 og 250 km/t i henhold til Teknisk Regelverk (kilde: møte 31/5).
- Ta hensyn til evt. fremtidig dobbeltspor
- Ta hensyn til evt. fremtidig elektrifisering
- Beskrive geologi og geotekniske forhold i området
- Utarbeide grove kostnadsestimater
- Enkel kjøretidsberegning
- Anbefale trasé

Dagens linje smyger seg rundt Koabjørga med en radius på 309 m. Det er derfor ikke mulig å rette ut kurvene på strekingen for å tilfredsstille en høyere fart uten å øke kurveradiene betraktelig. Dette vil medføre at store deler av traseen vil gå i tunnel under Koabjørga. Dette gir også noen utfordringer med tanke på trasé inn mot Røra stasjon. Sørøst for Røra stasjon ligger Salberg kirke med tilhørende kirkegård og øst for stasjonen ligger det et boligfelt. Dette drøftes videre i kapittelet om utfordringer og problematiske områder.

## Utfordringer og problematiske områder

### Områdene ved Fleskhus i sør

Nederst til høyre (1) i Figur 3 ved Fleskhus ser vi at jernbanen tar en krapp sving ut mot kysten i vest. Med et låst begynnelsessted på KM 100 og store kurveradier for høye hastigheter vil dette medføre at traséer trenger større plass for å gjennomføre retningsendringer. Dette betyr at områdene i nord mot foten av Koabjörga (2) vil være aktuelle som påhuggsted for jernbanen på veg mot Røra stasjon.



Figur 3: Problematiske områder ved Fleskhus i sør (Norge digitalt)

Figur 4 viser et bilde som er tatt ved ca. KM 101 og viser område (2) sett mot nord.



Figur 4: Område (2) sett mot nord. Foto: Marius F. Normann

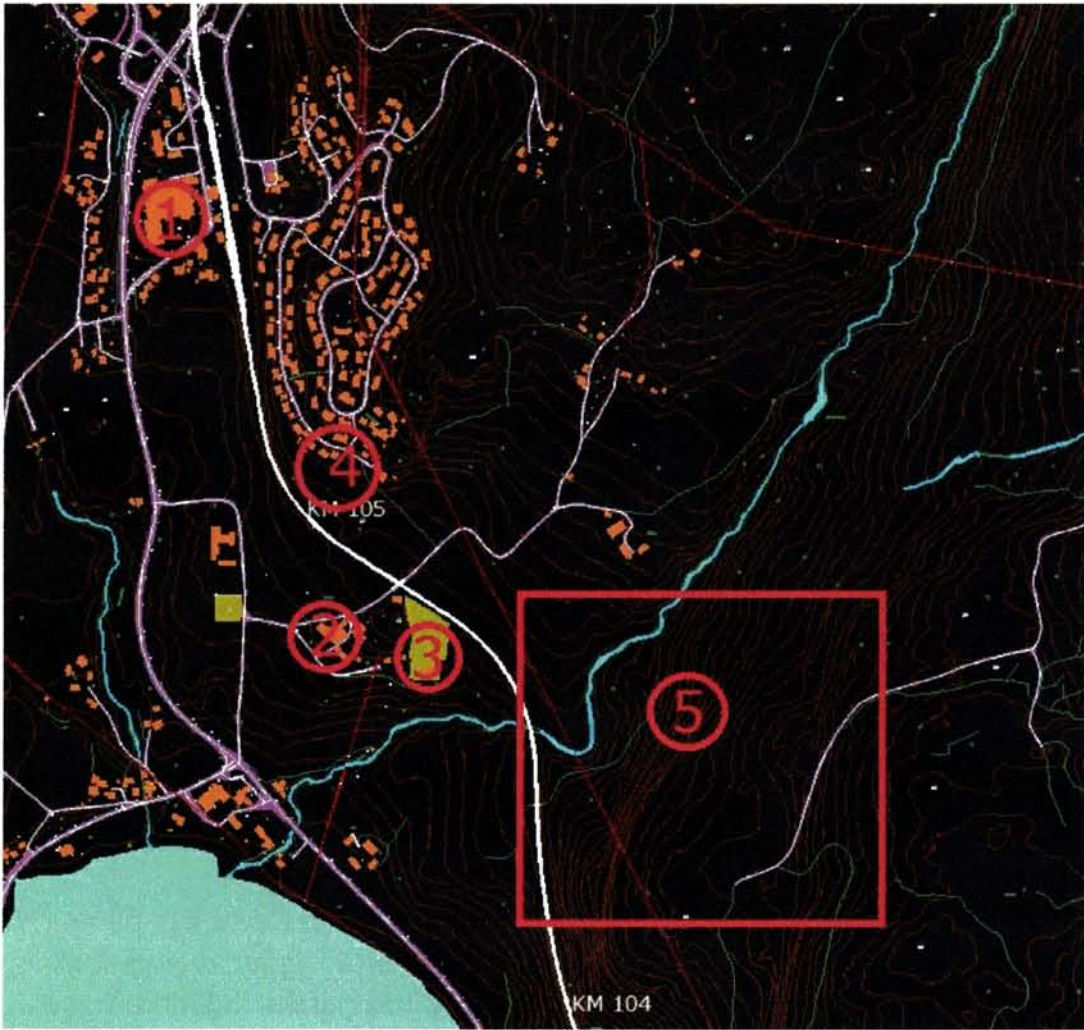
### **Områdene ved Røra stasjon i nord**

Ved Røra stasjon (1) i nord (Figur 5) har vi også noen utfordringer. En forutsetning for oppgaven er at Røra stasjon ikke skal flyttes. Dette byr på noen utfordringer ved innkjøringen til stasjonen. Salberg gård (2) ligger rett vest for kirken og den tilhørende kirken og kirkegården (3). Både gården og kirken er fredet (NGU, 2011). Et boligområde (4) ligger øst for den eksisterende traseen.

I Figur 6 vises kirkegården. Boligfeltet kan skimtes til høyre for overgangsbroen. Her ligger det en hel husrekke langs traseen med minste avstand ca. 20 m fra sporkant. Figur 7 viser boligområdet noe bedre.

Som en konsekvens av dette vil en ny trasé inn mot Røra ikke være forenelig med kravet om at stasjonen skal ligge der den ligger i dag. En ny trasé med radier som muliggjør høyere hastighet vil gi store inngrep i fredede bygninger og etablerte boligområder.

Dette innebærer at det anbefales å bruke dagens innkjøring til Røra stasjon. Området sørøst for stasjonen (5) utpeker seg som et mulig påhuggsted.



Figur 5: Problematiske områder ved Røra i nord (Norge digitalt)



Figur 6: Kirkegården (3) til venstre og boligfeltet (4) til høyre i bildet. Foto: Marius F. Normann



Figur 7: Dette bildet viser boligfeltet (4) Foto: Marius F. Normann



## Befaring

Oppgaveteksten belyser noen av utfordringene i området. Strekningen ble i tillegg befart for å ta problemene i nærmere øyesyn. Oppsynsmann for strekningen Hell - Steinkjer var med på befaringen og han hadde også noen bemerkninger på strekningen Fleskhus - Røra:

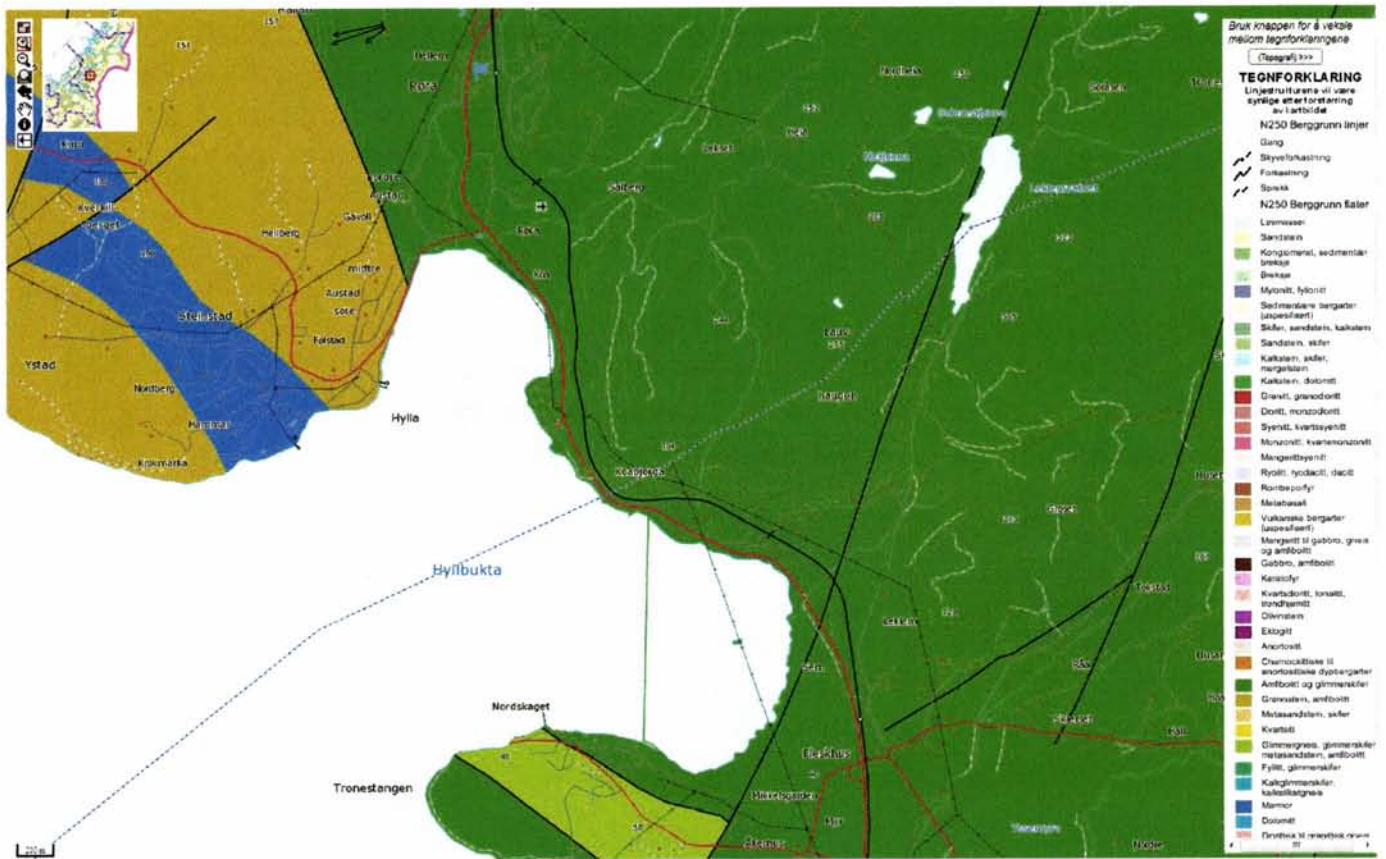
- En kurverik strekning
- Små radier i horisontalplanet
- Mange små kurver med lav radius gir store krefter i sporet over en lang strekning
- Dette gir stor skinnelitasje og oppsynsmannen påpeker at det ofte byttes ut skinner og sviller på strekningen for å opprettholde sporvidde og sporets plassering i horisontalplanet
- Nærhet til E6 er lite ønskelig for Jernbanelinjen og Statens Vegvesen
- E6 er låst til dagens trasé med hensyn til fremtidig kurveutretting
- Endringer på E6 vil de fleste steder påvirke jernbanens fyllingsfot
- Gamle stikkrenner byttes ut kontinuerlig på strekningen grunnet sprekker og lave dimensjoner
- Stikkrennenes innløp er gamle betongkasser med tverrsnitt på 60 cm. Disse byttes ut med rør med diameter 100 cm.

Det påpekes også at det ikke er noen særlige teleproblemer på strekningen, men at det er én av oppsynsmannens verste strekninger å drifte, med bakgrunn i punktene ovenfor.

# Geologi/geoteknikk

## Berg

Hva som skjuler seg under løsmassene er spesielt interessant med hensyn på konstruksjonselementer i linjen. I denne situasjonen er det spesielt viktig når store deler av traseen kommer til å gå i tunnel. Figur 8 viser berggrunnen i området. Vi ser at amfibolitt og glimmerskifer dominerer dagens trasé og omkringliggende områder i øst (NGU, 2011).



Figur 8: Berggrunnen i området (NGU, 2011)

Både amfibolitt og glimmerskifer er såkalte metamorfe (omdannede) bergarter som har fått sin struktur og mineralinnhold forandret etter å ha blitt utsatt for høye temperaturer og trykk (Nilsen & Broch, 2009). I glimmerskifer vil man ha parallellorientering av lag og stor skiffrighet/foliasjon. Dette betyr at mineralet er anisotrop og vil derfor ha en utpreget svakhetsretning og gode kløyvegenskaper. Dette er det svært viktig å ha kartlagt før man konstruerer en tunnel (Tarbuck & Lutgens, 2005).

Teknisk regelverk (kilde) påpeker at bergartenes brukbarhet avhenger av hvor i konstruksjonen de skal brukes. Der står det også at glimmerskifer må vurderes

spesielt før det eventuelt brukes i forsterknings- og frostsikringslaget. Det samme gjelder bergarter som er sterkt skifrige, forvitret og/eller har høyt glimmerinnhold i forbindelse med fylling under traubunn.

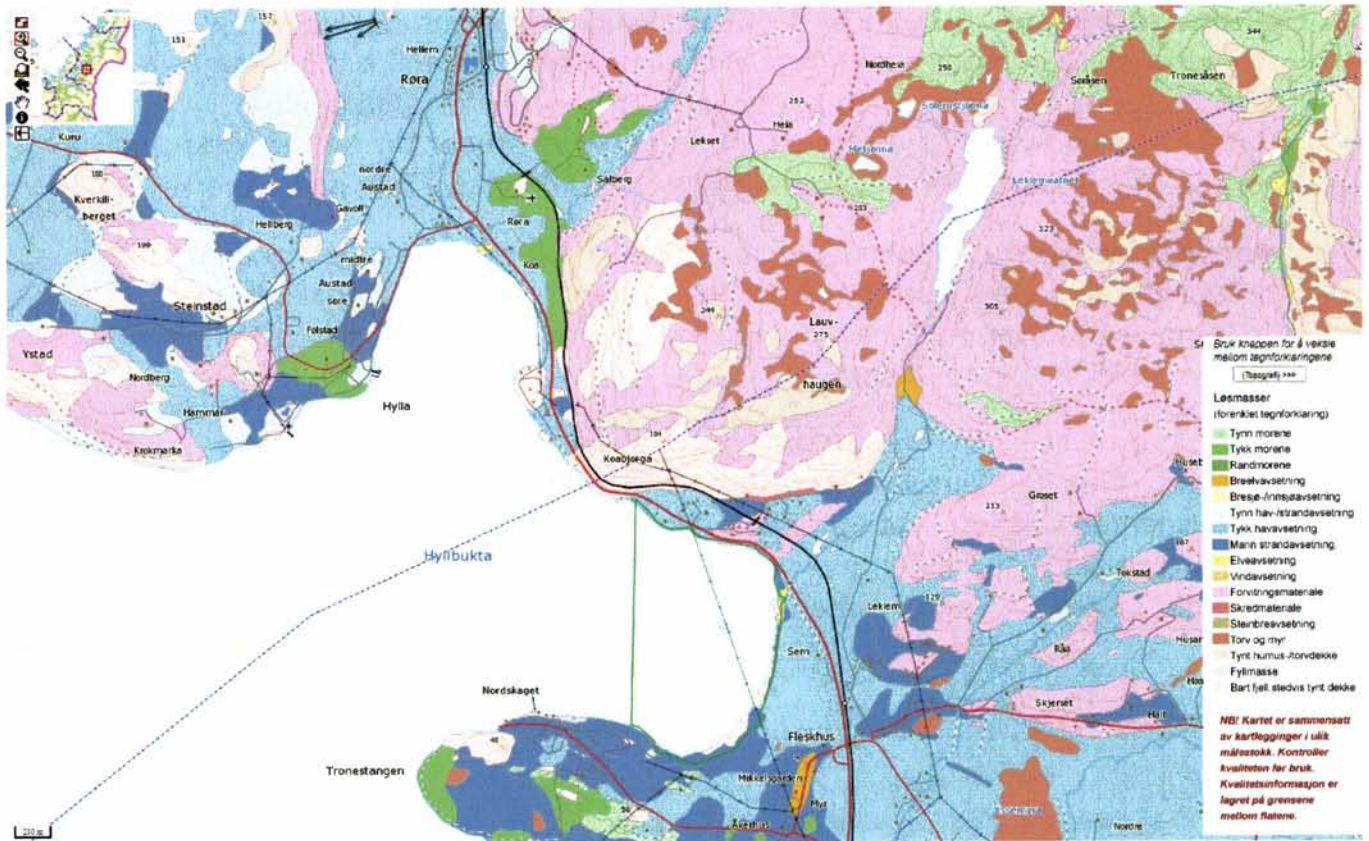
Det er også verdt å merke seg de tre forkastningene i området. To av dem strekker seg parallelt nord-nordøst fra Verdal og en nordøst. En forkastning er en bruddflate eller bruddsone der to blokker beveger seg relativt i forhold til hverandre. Man kan ofte oppleve oppknusning av bergartene langs en forkastning. Det er derfor svært viktig for tunnelens stabilitet at man tilstreber færrest og kortest mulig krysning av disse forkastningene/svakhetssonene (Bryhni, 2000).

For tunneler gir også Teknisk regelverk krav til ingeniørgeologiske forundersøkelser. Der påpekes det er spesielt viktig med kartlegging av tunge og kostnadskrevene elementer som områder med liten overdekning, markerte svakhetssoner og påhugg. (Jernbaneverket, 2010f, Jernbaneverket, 2006)

### **Løsmasser**

En oversikt over de stedlige løsmasser (Figur 9) viser hvilke muligheter og utfordringer vi har i området. Ved planleggingsstrekningens start og slutt, det vil si Fleskhus og Røra, dekker en tykk havavsetning store områder. Ved planlagt påhugg sør for Koabjørga er det forekomster av forvittringsmateriale, skredmateriale, marine strandavsetninger og store områder med bart fjell som stedvis har tynt dekke.

Ved påhugg nordvest for Koabjørga finner vi også forvittringsmateriale, i tillegg til et tynt humus-/torvdekke og tykk morene. Denne morenen finner vi også igjen ved Salberg kirke og kirkegård, samt et felt nordøst for kirken, like ved boligfeltet. Boligfeltet ligger delvis på den nevnte morenen og delvis på forvittringsmateriale.



Figur 9: Oversikt over løsmasser (NGU, 2011)

Nedenfor følger en kortfattet beskrivelse av løsmassetypene som opptrer i området (NGU, 1990 og NGU, 2009):

Med **humusdekke/tynt torvdekke** over berggrunnen menes områder hvor humus og et tynt torvdekke har en tykkelse på 0,1 – 0,3 m, selv om større tykkelser også forekommer.

**Skredmateriale** er løsmasser avsatt av snøskred, løsmasseskred, fjellskred og steinsprang. Disse opptrer naturlig nok oftest ved foten av fjellskrenter. Ofte har disse så liten utbredelse at de ikke kommer med på NGUs løsmassekart.

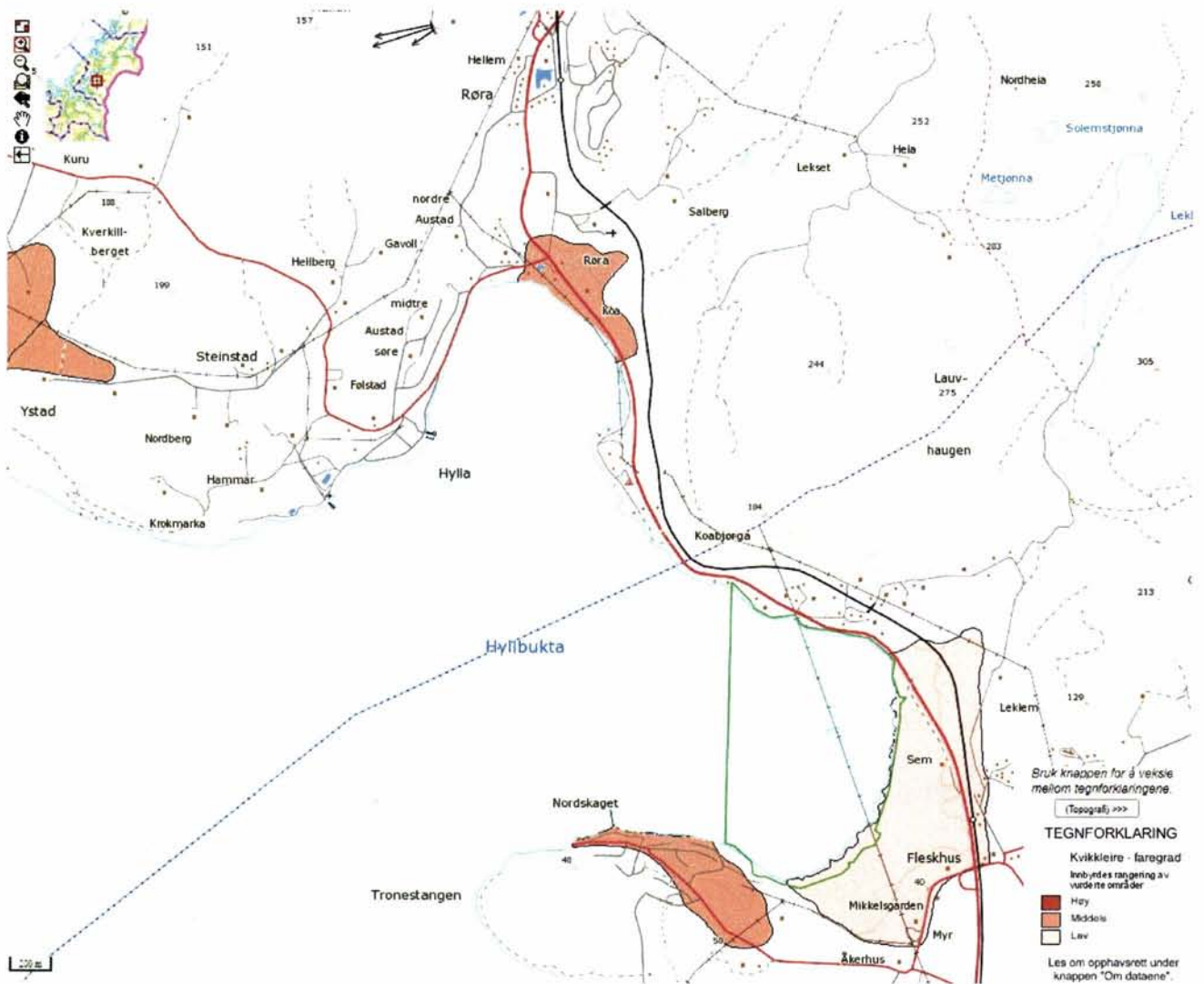
**Forvittringsmateriale** er dannet ved kjemisk eller mekanisk nedbrytning av berggrunnen. I vårt område, som består av glimmerskifer jf. kapittel om berg, vil berggrunnen være så forvitret at det er en gradvis overgang mellom berggrunn og løsmasser. Som oftest består forvittringsmateriale av flislige korn i grus- og sandfraksjonen.

**Havavsetninger** er finkornige sedimenter av silt og leire som er avsatt på sjøbunnen i fjorder og havområder. Disse avsetningene ligger ofte som et teppe over andre avsetninger på havbunnen og kan være svært mektig – opptil flere hundre meter. Avsetningene er ofte tette og kompakte grunnet det store innholdet av finstoff. En fare ved denne avsetningen er leirras. På overflaten vil man ha avrenning hvor vannet raskt graver seg ned og danner raviner og bekkedaler som ofte er en utløsning faktor til leirras.

**Marine strandavsetninger** er dannet av bølge- og strømaktivitet i strandsonen. Den ligger som oftest som et tynt lag over andre type løsmasser. Grus og sand er vanligst, men kornstørrelsen varierer fra sand til blokk. Materialene kan være flere meter tykke og enkelte steder har bølgene vasket bort de fineste partiklene slik at overflaten består kun av stein og blokker.

**Morenemateriale** er oppkust og malt mellom breens såle og underlaget. Det er dannet ved breens løsriving, transport og avsetning av materiale fra fast fjell og løsmasser. Kornfordelingen inneholder alle fraksjoner fra leir til blokk, men varierer veldig fra sted til sted.

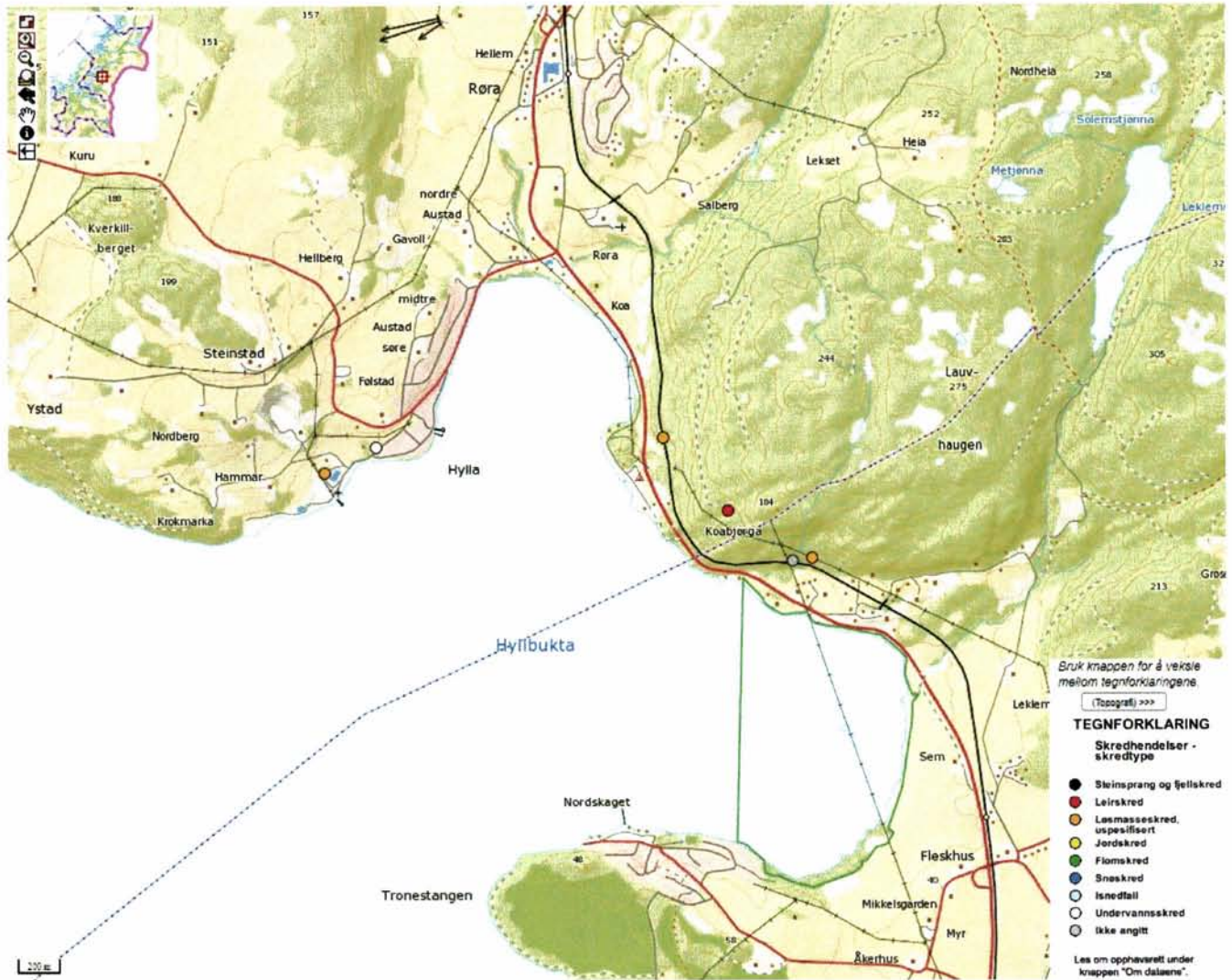
NGU har også et kart (Figur 10) som viser av kvikkleirens forekomst og faregrad. Vi ser av kartet at store deler av Fleskhus, fra tenkt påhugg i nord til Mikkelsgården i sør og kystområdene ved Hyllbukta i vest til gamle Fleskhus stasjon i øst ligger på et felt av kvikkleire med faregrad "lav". Noe mer alvorlig er forekomsten like sør for kirken som har farlighetsgrad "middels".



Figur 10: Forekomster av kvikkleire og dens farlighetsgrad (NGU, 2011)

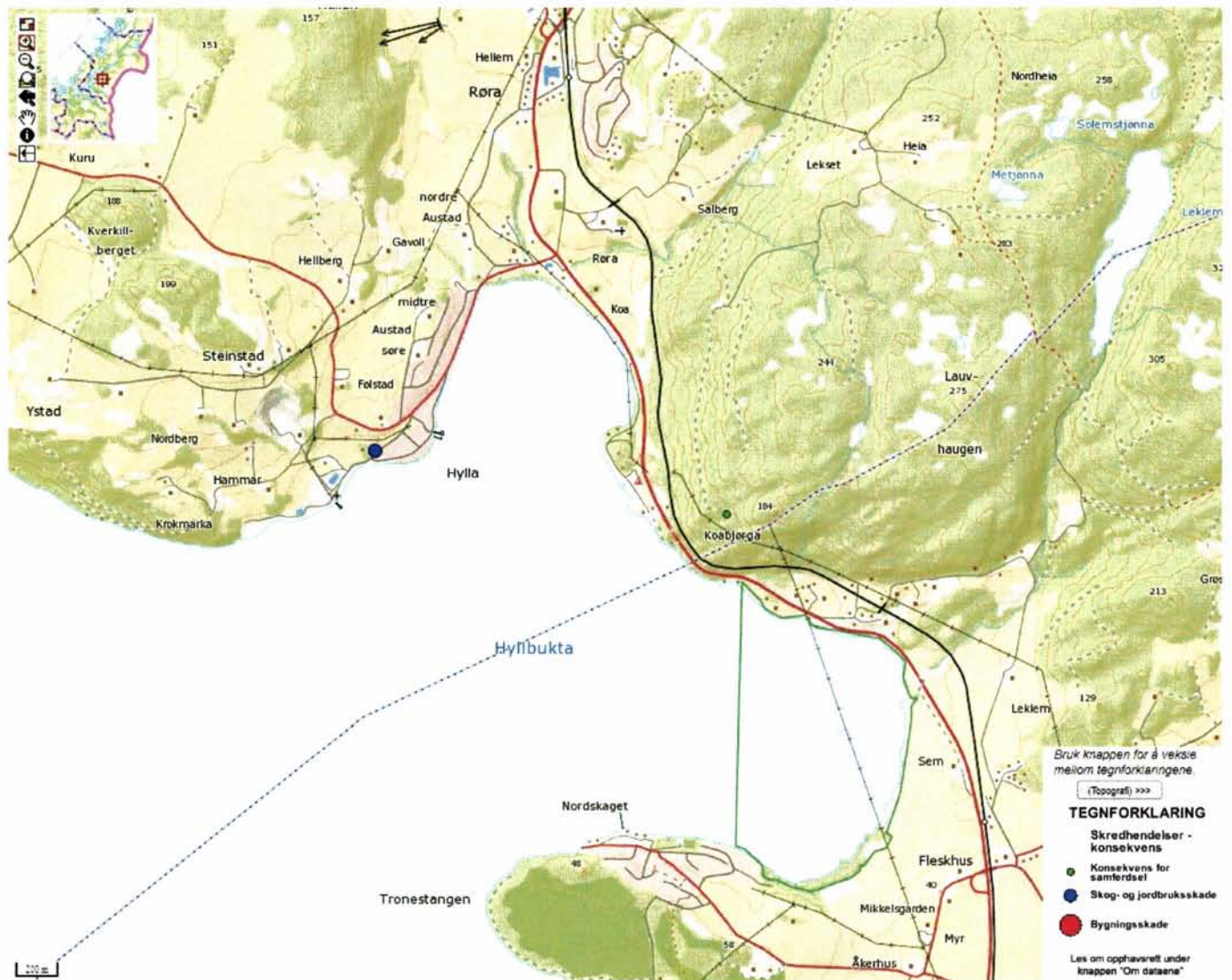
## Skred

Figur 11 viser steder for skredhendelser og -type. I områdene rundt dagens jernbanetrasé har det gått fire skred som er registrert. Det er ukjent hvilket år disse har gått og hvor lang periode som ligger til grunn for kartet. Kartet viser to løsmasseskred, et leirskred og et skred uten angitt type.



Figur 11: Registrerte skred i området (NGU, 2011)

Konsekvensen av skredene er også interessant. I Figur 12 vises konsekvensen av de forskjellige skredhendelsene. Vi ser at leirskredet vårt har hatt konsekvens for samferdsel. Dette kan omfatte jernbanen, E6 eller begge.



Figur 12: Konsekvens av skredene (NGU, 2011)

## Del 2: Utredningsarbeidet

### Forutsetninger og føringer

For å møte kravene i oppgaveteksten og samtidig gjøre utredningen presis, er det nedenfor diskutert noen forutsetninger og føringer for gjennomføringen av utredningen.

- Jernbaneløst utredning om utviklingsplan for Trønderbanen definerer en strategi mot 2040. Et effektmål er en reisetid på 1 time og 10 minutter innen 2040 mellom Trondheim (Lerkendal) og Steinkjer. I dagens ruteplan tar denne strekningen ca. 2 timer og 6 minutter (Siiri, 2008).
- Dette betyr at man vil ha en så stor hastighet som mulig på strekningen.
- Hvis det viser seg at alternativene med ulik hastighet skiller seg lite ut med hensyn på pris og andre parametere, vil alternativene med høyest dimensjonerende hastighet favoriseres.
- I denne oppgaven skal Røra stasjon ikke flyttes.
- For å få en felles vurderingsplattform for alle alternativene, vil alle planlegges med dobbeltspor i dagen og i tunnel.
- Av samme grunn planlegges alle alternativene for elektrifisering

Selv om det viker lite hensiktsmessig å prosjektere for elektrifisering og dobbeltspor, er dette gjort for enkelhetens skyld. Som oppgaveteksten sier, så skal det tas hensyn til fremtidig dobbeltspor og elektrifisering. Dette løses ved å prosjektere alle alternativene med disse premissene. Resultatet vil deretter kunne skaleres ned hvis det er mer hensiktsmessig.



## Linjeføring

I arbeidet med jernbanetraseene vil det legges vekt på en balansert linjeføring. Horisontal- og vertikalgeometrien skal planlegges slik at de danner en romkurve med jevn og rytmisk form (Lundebrekke).

Jernbaneverket skiller mellom "normale krav" og "minste krav". Normale krav gjenspeiler en trasé med lavt vedlikeholdsbehov og høy komfort - samtidig som man takler de topografiske situasjonene på en god måte. Hvis man derimot unntaksvis tillater noe lavere traséstandard for å unngå uforholdsmessige store investeringer vil man kalle dette for minstekrav. Vi vil i denne oppgaven holde oss til de normale kravene.

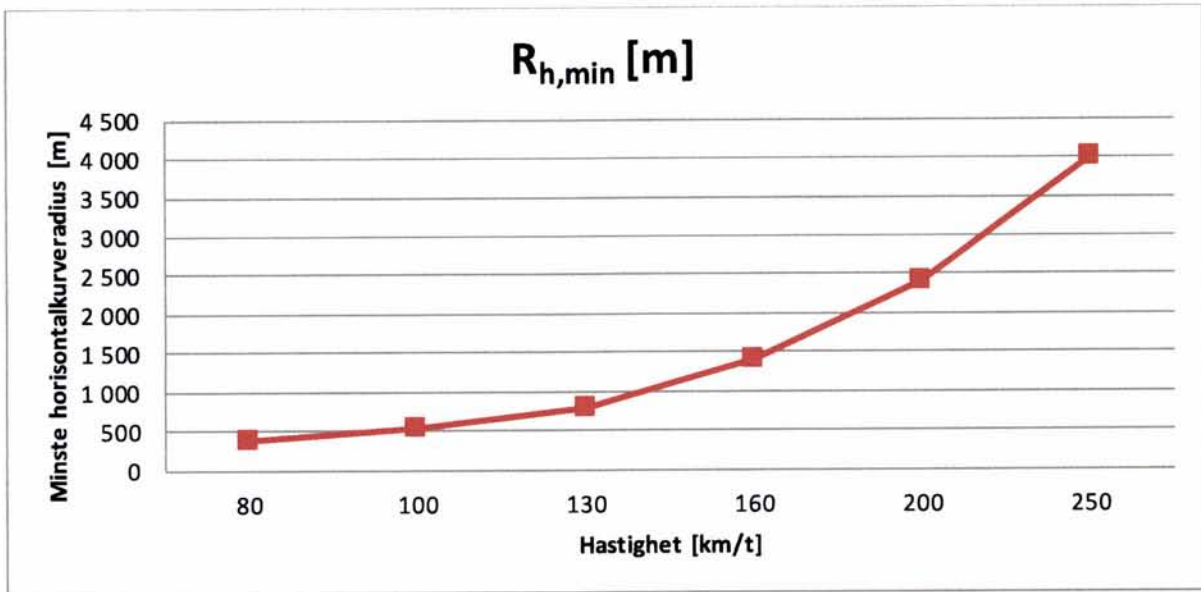
## Horisontalkurvatur

Horisontalkurvaturen består av de tre elementene rettlinje, klotoid og sirkelkurve. Klotoidene kalles gjerne overgangskurver fordi de er en overgang mellom rettlinje/sirkel eller sirkel/sirkel som bygger krumningen lineært over sin lengde. Tabell 2 viser minste horisontalradius, overhøyde og lengde på overgangskurver som funksjon av hastighet.

Tabell 2: Krav til minste horisontalkurveradius, overgangskurvens lengde (L) og overhøyde (h), (Jernbaneverket, 2010h)

Hastighet (km/t)	$R_{h,min}$ (m)	Normale krav		Minste krav	
		L [m]	h [mm]	L [m]	h [mm]
80	375	99	125	51	105
100	525	144	145	75	125
130	800	193	150	124	120
160	1 400	190	120	114	90
200	2 400	208	105	111	70
250	4 000	262	90	129	65

I Figur 13 er minste horisontalkurveradius plottet som en funksjon av hastigheten. For planleggingshastighetene 160, 200 og 250 km/t har vi henholdsvis krav om  $R_{h,min} = 1400, 2400$  og  $4000$  m.



Figur 13: Minste horisontalkurve radius som funksjon av hastighet

For å illustrere de store radiene ved høy hastighet er det i Figur 14 tegnet inn sirkelbuer med de forskjellige radii på et kart over Trondheim sentrum. Radien på 700 m er ment som en sammenligning til en 4-felts motorveg i vegklasse S8/S9 (Statens Vegvesen, 2008)



Figur 14: Illustrasjon av radiens betydning, kart fra (Google Maps, 2011)

Novapoint navngir automatisk de forskjellige elementene i horisontalgeometrien. Tabell 1 viser hva forkortelsene står for. Disse forkortelsene er i all hovedsak brukt i C-tegningene i tegningsheftet (bilag B3).

### Vertikalkurvatur

Vertikalkurvaturen består av rettlinjer og sirkelkurver. Teknisk regelverk stiller krav til dem begge. For sirkelkurvene er kravet gitt i Tabell 3.

Tabell 3: Krav til minste vertikalkurveradius, (Jernbaneloverket, 2010g)

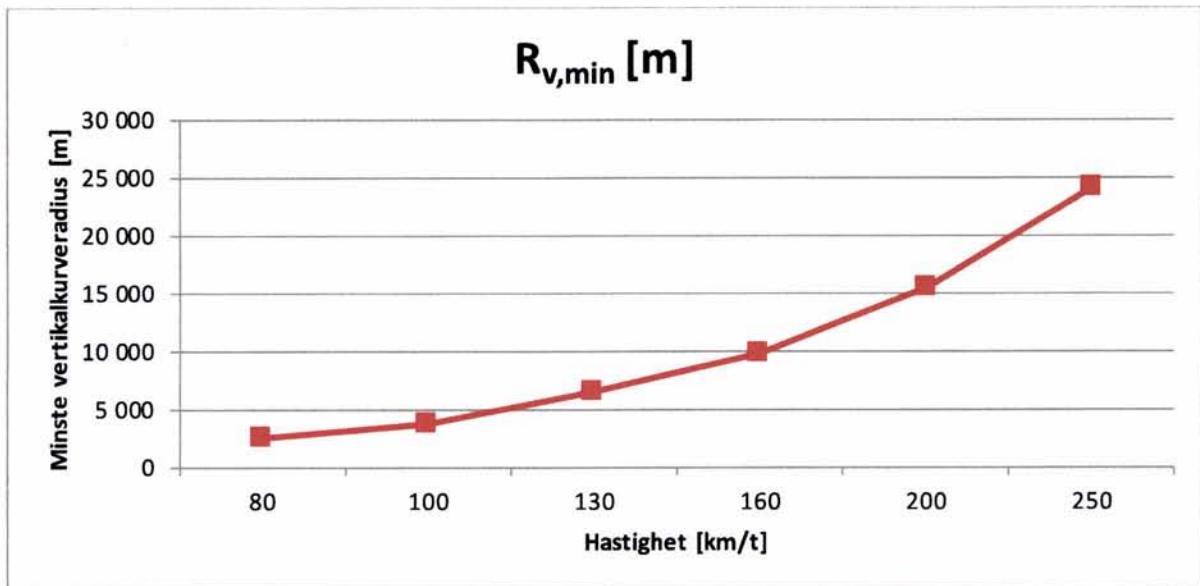
Normale krav	Minste krav
$R_v = \frac{v^2}{2,6} \text{ [m]}$	$R_v = \frac{v^2}{3,9}$
Minste Rv = 4000 m	Minste Rv = 2500 m

Utregnet gir dette for de normale kravene, oppsummert i Tabell 4:

Tabell 4: Normale krav til vertikalkurveradius for en gitt hastighet

Hastighet (km/t)	$R_{v,min}$ (m)
80	2 500
100	3 800
130	6 500
160	9 800
200	15 400
250	24 000

Dette er også vist grafisk i Figur 15.



Figur 15: Minste vertikalkurveradius som funksjon av hastighet

For rettlinjene er kravene til stigning presentert i Tabell 5. Det er usikkert om den nye linjen vil ha blandet trafikk, men det er valgt å prosjektere ut i fra de strengeste kravene.

Tabell 5: Stigning/helning for nye baner, (Jernbaneverket, 2010g)

	Største bestemmende stigning/fall [‰]		
	Baner med blandet trafikk	Persontrafikkbaner	Sidespor
Normale krav	12,5	20	12,5
Minste krav	20*	25	30

\*(tillates i en lengde opp til 3 km)

Det er viktig å legge merke til at vertikalkurver ikke skal falle sammen med overgangskurver når man prosjekterer jernbanetraseer. Det må også tas hensyn til at vertikalkurvene skal avsluttes minst 15 m foran nærmeste OB og OE.

## Elektrifisering

Det er ønskelig å prosjektere jernbanestrekningen med tanke på fremtidig elektrifisering. For å gjøre dette trenger man:

- Kontaktledningsanlegg
- Omformerstasjoner
- Autotransformatorer og fjernkontroll
- Profilutvidelse av tunneler og skjæringer
- Nytt elektrisk togmateriell

Alle alternativene er derfor prosjektert med elektrifisering i denne oppgaven, delvis for å skape et felles sammenligningsgrunnlag og delvis fordi man gjerne planlegger den beste løsningen, selv om den kanskje ikke blir valgt.

Ved elektrifisering ser man for seg følgende gevinster (Jernbaneverket, 2009b):

- Redusert dieselforbruk
- Redusert klimagassutslipp
- Reduserte energikostnader
- Reduserte vedlikeholdskostnader
- Større fleksibilitet i bruk av vognmateriell
- Komfort
- Mindre støy og andre luftforurensninger

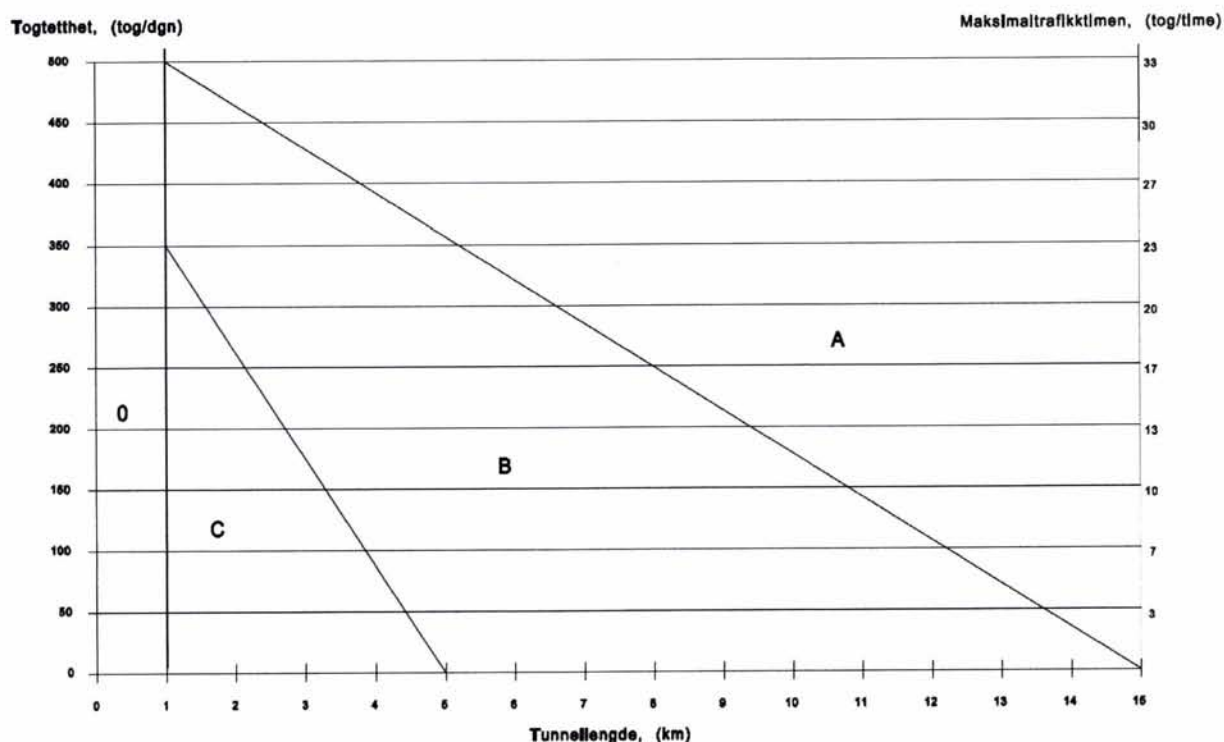
## Tverrsnitt

Minste tverrsnitt for nye baner er tegnet og målsatt i tegning F01 i tegningsheftet. (Jernbaneverket, 2009a)

Normalprofil for dobbeltspor på rettlinje i dagen (Jernbaneverket, 2010e) er også vist og målsatt i tegning F01 (Jernbaneverket, 2010i).

## Tunneler

Figur 16 angir hvilken klasse tunnelen klassifiseres i. Langs den horisontale akse leser man av tunnel lengden i km. På den vertikale akse til venstre leser man av togtettheten i tog/døgn, mens den vertikale akse til høyre viser antall tog per time i maksimaltrafikktimen. Tunnelklassen bestemmer hvor omfattende sikkerhetskrav man krever for tunnelen.



Figur 16 Tunnelklasse som funksjon av togtetthet og tog/time i maksimaltrafikktimen (Jernbaneverket, 2010f)

Man står foran mange beslutninger ved utforming av tunnelen. For det første må man tenke på en eventuell elektrifisering. Fra befaringen ble det påpekt at man som regel bygger tunnelen som om man skal elektrifisere. Dette er simpelthen for å være føre var, siden klargjøringen i første omgang kun består i å tilpasse tverrsnittet for kjøreledning og strømvaktaker. Denne ekstrakostnaden er minimal i forhold til det å utvide tunneltverrsnittet i ettertid.

Det ble dog påpekt at man kunne se for seg en situasjon der man bygde en enkeltsporet tunnel som ikke var klargjort for elektrifisering. Hvis man en gang i fremtiden bestemmer seg for å utvide til dobbeltspor på strekningen, vil man bygge en tunnel som er klargjort for elektrifisering parallelt med den eksisterende tunnelen. Når den nye tunnelen er klar kan man stenge den gamle tunnelen for å oppgradere den for å muliggjøre elektrifisering.

For det andre vil det, som vi allerede har vært inne på, være en diskusjon om man skal to ettløpstunneler eller én dobbeltsporet tunnel, gitt at man skal ha dobbeltspor på strekningen. Dette er ikke behandlet i teknisk regelverk og det er vanlig at dette drøftes nærmere i en samfunnsøkonomisk analyse som også tar hensyn til sikkerhet, risiko og konsekvenser for togdriften ved eventuelle ulykker i tunnelen(e).

Det er blant annet krav om rømningsveier og atkomst til tunnelåpninger for tunneler som er lengre enn 1 000 m. Tunnellengden, som også inngår i klassifiseringen i henhold til Figur 16 er definert som den totale lengde målt mellom tunnelåpningene.

Når det gjelder kravet om rømningsvei for tunneler med lengde  $> 1\ 000$  m har man tre valgalternativer for løsning (Jernbaneverket, 2010f):

1. Rømningsveier til overflaten hver 1 000 m
2. Tverrpassasjer mellom tunnellop hver 500 m. Kun aktuelt der man bygger to enkeltsporede tunneler i stedet for en dobbeltsporet tunnel
3. Alternativ teknisk løsning som gir tilgang til sikkert område

Her er sikkert område definert som et sted inne i eller utenfor en tunnel hvor:

- Forholdene er overlevbare
- Man har adkomst med eller uten hjelp
- Man kan evakuere ut på egen hånd eller bli berget av redningstjeneste
- Det er lagt til rette for kommunikasjon, enten med mobiltelefon eller med fasttelefon til togledersentral

Siden vi i denne oppgaven antar dobbeltsporet tunnel vil det bli valgt alternativ 1.

Når det gjelder klassifisering av tunnelen har den mest å si for supplerende tiltak for sikkerheten. Krav til rømningsveier og atkomst til tunnelåpninger er allerede nevnt. I tillegg kommer det blant annet krav om brannslukkingsapparater, gangbane, nødlys og anvisningsskilt. Disse gjelder for alle tunneler, uansett klasse. De supplerende tiltakene er mer omfattende for de strengeste klassene (A og B) enn for den minst strenge klassen C. Her kan det for eksempel nevnes at ventilasjonsanlegg kun skal vurderes for klasse A og B.

For å lese av Figur 16 trenger vi lengden på tunnelen. Vi definerte at tunnellengden er definert som den totale lengde målt mellom tunnelåpningene.

Dette er en sannhet med noen modifikasjoner. Teknisk regelverk åpner nemlig for å definere tunnallengden som største lengde mellom tverrslagsåpning og en av tunnelåpningene hvis atkomst kan skje via tverrslag. Tverrslagene har man fra tunneldrivingen og de utrustes som oftest som rømningsveier.

Det vil altså bygges tverrslag for hver 1 000 m i tunnelen og vi kan derfor bruke en tunnallengde på 1 000 m ved avlesing av Figur 16. Dette betyr at vi havner i tunnelklasse C, så lenge togettettheten er mindre enn 360 tog i døgnet og 23 i makstimen. Det antas at dette ikke vil inntreffe i overskuelig fremtid.

## Planleggingsverktøy og tegningshefte

AutoCad med Novapoint Jernbane har blitt benyttet til linjesøk mellom Fleskhus og Røra. Som en veileder til det praktiske er det nyttet to introduksjonshefter fra Vianova Systems AS: Novapoint veg for skoler (Vianova Systems AS, 2008) og Novapoint Jernbane grunnkurs (Vianova Systems AS, 2009).

Det har blitt laget en fullstendig VIPS-beregning for alle alternativene. Resultatet av alle linjeberegningene kan sees i det vedlagte tegningsheftet (bilag B3). Dette er bygd opp på følgende måte:

- A-tegningene er forsiden og innholdsfortegnelsen.
- B01 gir en samlet oversikt over alle alternativene ( $M = 1:7000$ )
- B02 og B03 viser alle alternativene i horisontalplanet og et vertikalt snitt av den anbefalte traseen ( $M = 1:5000/1:1000$ )
- C01-C07 viser den anbefalte traseen i det horisontale- og vertikale planet ( $M = 1:1000/1:200$ )
- F01 viser en målsatt skisse av et tverrsnitt for en dobbeltsporet jernbane i dagen og minste tverrsnitt for nye baner.

En terrengmodell ble generert på bakgrunn av kartdata i sosi-format fra Kjell Enoksen i Jernbaneverket (kilde: Kjell Enoksen - CD med grunnlagsdata).

Når det gjelder selve tegningspresentasjonen har Statens Vegvesens håndbok 139 Tegningsgrunnlag (Statens Vegvesen, 2007) blitt benyttet. Både tittelfelt (Jernbaneverket, 2010a) og ctb-fil (Jernbaneverket, 2010b) er fra Teknisk regelverk.



### **Del 3: Detaljert beskrivelse av de forskjellige alternativene**

Over de neste sidene vil dagens situasjon og alle de åtte alternativene beskrives generelt. En tabell vil oppsummere den dimensjonerende hastigheten, lengden fordelt på elementene tunnel, linje i dagen og jernbanebro samt grunnleggende parametere for vertikal- og horisontalkurvaturen. Det gjøres oppmerksom på at de fleste alternativene har påhugg i de tiltenkte sonene, jf. kapittel om utfordringer og problematiske området og at det for enkelhets skyld bemerkes om man ikke er i den tiltenkte sonen.

Alle disse alternativene er presentert i B-tegningene i tegningsheftet og det anbefales å støtte seg til tegning B01 når man skal orientere seg om alternativene.

Etter de generelle bemerkningene om alternativene vil det bli fokus på kostnader og kjøretidsberegninger. Deretter anbefales en av traseene.

### Alternativ 0 (eksisterende jernbane)

Det er tidligere gitt noen eksempler på den eksisterende jernbanens forfatning, jf. kapittel om bakgrunn/dagens situasjon. I Tabell 6 er de viktigste parameterne sammenstilt. Lengden er målt fra KM 100 til Røra stasjon (KM 105,47). De andre parameterne er hentet fra løfteskjemaet (Jernbaneverket, 2011).

Tabell 6: Oppsummering av de viktigste parameterne for alternativ 0

Alternativ	0
Dim. hastighet [km/t]	80
Lengde [m]	5650
hvorav tunnel	100
hvorav linje i dagen	5530
hvorav bro	20
Minste fall [‰]	-16
Største fall [‰]	17
Minste Rh [m]	309
Største Rh [m]	4167
Minste Rv [m]	7000
Største Rv [m]	10000

## Alternativ 1

Det første alternativet er planlagt med en dimensjonerende hastighet på 160 km/t. Det betyr at de forholdsvis lave kravene til linjeføringen muliggjør en noe mer kurverik horisontalgeometri. I sør har den påhugg i den påtenkte påhuggsone, men i nord kommer den ut i dagen allerede ved KM 104, der den prøver å følge dagens trasé, dog med noe høyere radier. Dette gjør det mulig å kjøre fortere inn mot stasjonen, men det betyr også at den drar seg mot kirkegården og boligfeltet.

Tabell 7 viser de grunnleggende parameterne for traseen.

Tabell 7: Oppsummering av de viktigste parameterne for alternativ 1

Alternativ	1
Dim. hastighet [km/t]	160
Lengde [m]	5 250
hvorav tunnel	2100
hvorav linje i dagen	2450
hvorav bro	700
Minste fall [‰]	-2,00
Største fall [‰]	12,50
Minste Rh [m]	550*/1400
Største Rh [m]	4 000
Minste Rv [m]	15 000
Største Rv [m]	20 000

\* Denne radien oppfyller ikke kravet til minste horisontalradius, men opptrer kun ved innkjøringen til stasjonen.

## Alternativ 2

Også dette alternativet er planlagt for hastigheter opp mot 160 km/t. Dette er det eneste alternativet som ikke inngår noen kompromisser når det gjelder innkjøringen til Røra stasjon med tanke på redusert horisontalradius. Dette alternativet har begge påhuggene på samme sted som det foregående alternativet. Siden vi ikke reduserer radien inn mot stasjonen vil man ikke kunne smyge seg mellom kirkegården og boligfeltet. Konsekvensen av dette er at man jevner Salberg gård like vest for kirken med jorden.

Tabell 8 viser de grunnleggende parameterne for traseen

**Tabell 8: Oppsummering av de viktigste parameterne for alternativ 2**

<b>Alternativ</b>	<b>2</b>
Dim. hastighet [km/t]	160
Lengde [m]	5 200
hvorav tunnel	2 250
hvorav linje i dagen	2 350
hvorav bro	600
Minste fall [‰]	-2,38
Største fall [‰]	10,00
Minste Rh [m]	1 800
Største Rh [m]	3 200
Minste Rv [m]	20 000
Største Rv [m]	50 000

### Alternativ 3

Dette er det første alternativet som er planlagt for hastigheter opp mot 250 km/t. Det strenge kravet til horisontalkurven gjør at man går i kun én lang kurve fra KM 100 til Salberg kirkegård. Deretter bruker man dagens trasé inn mot stasjonen.

Tabell 9 viser de grunnleggende parameterne for traseen

**Tabell 9: Oppsummering av de viktigste parameterne for alternativ 3**

<b>Alternativ</b>	<b>3</b>
Dim. hastighet [km/t]	250
Lengde [m]	5 100
hvorav tunnel	2 700
hvorav linje i dagen	2 300
hvorav bro	100
Minste fall [‰]	-2,50
Største fall [‰]	10,00
Minste Rh [m]	310*/4 500
Største Rh [m]	4 500
Minste Rv [m]	30 000
Største Rv [m]	50 000

\* Denne radien oppfyller ikke kravet til minste horisontalradius, men opptrer kun ved innkjøringen til stasjonen.

#### Alternativ 4

Dette alternativet ligner veldig på alternativ 3. Vi legger oss mot vest fra start og når Salberg kikregård i en noe krappere kurve. Dette alternativet bruker også eksisterende innkjøring til stasjonen. Den dimensjonerende hastigheten er 160 km/t og den er noe kortere enn alternativ 3.

Tabell 10 viser de grunnleggende parameterne for traseen

Tabell 10: Oppsummering av de viktigste parameterne for alternativ 4

Alternativ	4
Dim. hastighet [km/t]	160
Lengde [m]	5 100
hvorav tunnel	2 600
hvorav linje i dagen	2 300
hvorav bro	200
Minste fall [‰]	-3,27
Største fall [‰]	9,50
Minste Rh [m]	310*/2 000
Største Rh [m]	4 000
Minste Rv [m]	40 000
Største Rv [m]	40 000

\* Denne radien oppfyller ikke kravet til minste horisontalradius, men opptrer kun ved innkjøringen til stasjonen.

## Alternativ 5

Alternativ 5 er også planlagt med en hastighet på 160 km/t. Det er også brukt noe lavere radier her slik at linjeføringen ikke blir så stiv. Dette alternativet får påhugg langt mot vest i den forespeilede påhuggsonen i sør. Deretter utformes traseen som en S-kurve inne i tunnelen før den kommer ut i dagen sørøst for Salberg kirkegård. Dette alternativet bruker også dagens innkjøring mot stasjonen.

Tabell 11 viser de grunnleggende parameterne for traseen

**Tabell 11: Oppsummering av de viktigste parameterne for alternativ 5**

<b>Alternativ</b>	<b>5</b>
Dim. hastighet [km/t]	160
Lengde [m]	5 200
hvorav tunnel	2 000
hvorav linje i dagen	2 300
hvorav bro	900
Minste fall [‰]	-4,31
Største fall [‰]	9,30
Minste Rh [m]	300*/1 400
Største Rh [m]	1 400
Minste Rv [m]	40 000
Største Rv [m]	40 000

\* Denne radien oppfyller ikke kravet til minste horisontalradius, men opptrer kun ved innkjøringen til stasjonen.

## Alternativ 6

Dette er ett av to alternativer som er planlagt med en hastighet på 200 km/t. Sett bort fra hastigheten og at den er planlagt med en noe mindre kurveradius, så er også dette alternativet veldig likt alternativ 3.

Tabell 12 viser de grunnleggende parameterne for traseen

Tabell 12: Oppsummering av de viktigste parameterne for alternativ 6

Alternativ	6
Dim. hastighet [km/t]	200
Lengde [m]	5 250
hvorav tunnel	2 900
hvorav linje i dagen	2 350
hvorav bro	0
Minste fall [‰]	-1,24
Største fall [‰]	12,50
Minste Rh [m]	300*/3 000
Største Rh [m]	3 400
Minste Rv [m]	40 000
Største Rv [m]	40 000

\* Denne radien oppfyller ikke kravet til minste horisontalradius, men opptrer kun ved innkjøringen til stasjonen.



## Alternativ 7

Som alternativ 6 er denne traseen også dimensjonert for 200 km/t. Denne traseen ble noe kurverik for å tilpasse seg innkjøringen til stasjonen og fikk en noe stygg eggkurve inne i tunnelen.

Tabell 13 viser de grunnleggende parameterne for traseen

Tabell 13: Oppsummering av de viktigste parameterne for alternativ 7

Alternativ	7
Dim. hastighet [km/t]	200
Lengde [m]	5 100
hvorav tunnel	2 600
hvorav linje i dagen	2 100
hvorav bro	400
Minste fall [‰]	-2,00
Største fall [‰]	10,00
Minste Rh [m]	250*/2 400
Største Rh [m]	3 700
Minste Rv [m]	20 000
Største Rv [m]	60 000

\* Denne radien oppfyller ikke kravet til minste horisontalradius, men opptrer kun ved innkjøringen til stasjonen.

## Alternativ 8

Dette er det siste alternativet til trasé. Alternativet er planlagt med en hastighet på 250 km/t og er sammen med alternativ 3 det korteste alternativet. Dette alternativet muliggjør en noe høyere fart inn mot stasjonen, men dette går på bekostning av enkelte boliger som får traseen kun noen få meter fra husveggen. Dette er også det eneste alternativet som kun oppfyller minimumsverdiene, med et fall på 12,5 ‰ og en minste vertikalkurve på 24 500 m.

Tabell 14 viser de grunnleggende parameterne for traseen

Tabell 14: Oppsummering av de viktigste parameterne for alternativ 8

Alternativ	8
Dim. hastighet [km/t]	250
Lengde [m]	5 100
hvorav tunnel	3 200
hvorav linje i dagen	1 700
hvorav bro	200
Minste fall [‰]	-5,83
Største fall [‰]	12,50
Minste Rh [m]	500*/4 000
Største Rh [m]	4 000
Minste Rv [m]	24 500
Største Rv [m]	24 500

\* Denne radien oppfyller ikke kravet til minste horisontalradius, men opptrer kun ved innkjøringen til stasjonen.

## Kostnader

Det er innhentet erfaringspriser fra Jernbaneverket for å gjennomføre en enkel kostnadsestimering av de forskjellige alternativene. For å forenkle beregningene er de foreslåtte traseene delt inn i tre elementer:

- Dobbeltspor i dagen
- Dobbeltsporet tunnel
- Jernbanebro (over 40 m)

Elementene vil deretter prises på bakgrunn av mengder fra prosjekteringen og en gitt enhetspris som er mottatt fra Jernbaneverket (alle tall i 2011-kroner). Dette vil gi oss entreprisekostnaden.

Enhetsprisene (e-post fra Alf Helge Løhren 29.08.11) er oppsummert i Tabell 15.

**Tabell 15: Enhetspriser for de forskjellige elementene.**

Element	Enhet	Enhetspris
Dobbeltspor i dagen	m	90 000
Dobbeltsporet tunnel	m	150 000
Jernbanebro	m	200 000

Deretter plusser vi på byggherrekostnader på 20 % for å dekke bl.a. prosjektering og byggherreadministrasjon. Til slutt legges det også på en usikkerhet på 40 % siden det planlegges på kommunedelplannivå.

Kostnadene er oppsummert i Tabell 17 og en detaljert oversikt for hvert alternativ kan finnes i Bilag B2: Kostnadsestimat for hvert alternativ.

Denne forenklingen bidrar til at vi ser bort fra en del kostnader som kan utgjøre store summer. Under følger en oversikt over hva vi ser bort fra:

- Grunnerverv (denne kostnaden kan være høy)
- Moms
- Rigg
- Trafikkavvikling i anleggsperioden (både jernbane og tilstøtende veger)
- Tverrslagstunneler/rømningsveier
- Eventuelle planfrie krysninger for gående/syklende og kjørende
- Vegbruer/kulverter
- Støytiltak
- Atkomstveg til tunnelåpninger og tverrslagstunnelene
- Geologiske/geotekniske undersøkelser
- Eventuell rivning/fjerning av eksisterende spor
- Eventuell omlegging av eksisterende vegnett, enten midlertidig eller permanent.

## Kjøretidsberegninger

Det er gjennomført enkle kjøretidsberegninger for alle alternativene. Hastigheten for den eksisterende linjen er satt til 80 km/t etter å ha sett på skiltingen langs traseen (Jernbaneverket, 2011), mens den dimensjonerende hastigheten for de forskjellige alternativene allerede er bestemt.

Det er ikke tatt hensyn til akselerasjon og retardasjon, slik at dette kun er en beregning for å se hvor raskt man tilbakelegger avstanden mellom Fleskhus og Røra, gitt at man holder konstant hastighet og kjører i den dimensjonerende hastigheten ved både start- og slutt punktet.

I Tabell 18 er resultatene sammenstilt. Alle kjøretidene er regnet ut og sammenlignet med 0-alternativet slik at vi får tidsbesparelsen i sekunder og prosent.

## Oversikt

Tabell 16: Oppsummering av alle de åtte alternativene

Alternativ	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Dim.hast. [km/t]	80	160	160	250	160	160	200	200	250
Lengde [m]	5650	5 250	5 200	5 100	5 100	5 200	5 250	5 100	5 100
hvorav tunnel	100	2100	2250	2700	2600	2000	2900	2600	3200
hvorav linje i dagen	5530	2450	2350	2300	2300	2300	2350	2100	1700
hvorav bro	20	700	600	100	200	900	0	400	200
Minste fall [‰]	-16	-2,00	-2,38	-2,50	-3,27	-4,31	-1,24	-2,00	-5,83
Største fall [‰]	17	12,50	10,00	10,00	9,50	9,30	12,50	10,00	12,50
Minste Rh [m]	309	550*/1400	1800	310*/4500	310*/2000	300*/1400	300*/3000	250*/2400	500*/4000
Største Rh [m]	4167	4 000	3 200	4 500	4 000	1 400	3 400	3 700	4 000
Minste Rv [m]	7000	15 000	20 000	30 000	40 000	40 000	40 000	20 000	24 500
Største Rv [m]	10000	20 000	50 000	50 000	40 000	40 000	40 000	60 000	24 500

Tabell 17: Oppsummering av kostnadsestimatene for alternativene

Alternativ	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Prosjekt-kostnad [MNOK]	-	1 081	1 070	1 011	1 019	1 099	1 034	1 054	1 077
Løpemetern-kostnad [kr/m]	-	205 867	205 846	198 275	199 843	211 385	197 029	206 745	211 137

Tabell 18: Oppsummering av kjøretid og tidsbesparelse for alternativene

Alternativ	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Dim. hastighet [km/t]	80	160	160	250	160	160	200	200	250
Strekningens lengde [m]	5650	5250	5200	5100	5100	5200	5250	5100	5100
Kjøretid [s]	254	118	117	73	115	117	95	92	73
Tidsbesparelse [s]	-	136	137	181	140	137	160	162	181
Tidsbesparelse [%]	-	54 %	54 %	71 %	55 %	54 %	63 %	64 %	71 %

## Del 4: Konklusjon og videre arbeid

Det er ikke laget et kvantitativt rammeverk for anbefaling av trasé. Utvelgelsen vil begrunnes ut fra tabellene 16 – 18 samt den generelle beskrivelsen. Den anbefalte traseen bør oppfylle følgende kriterier:

- Unngå konflikt med bebyggelse eller kirken/kirkegården
- Være betydelig kortere enn dagens alternativ
- Ha en lav prosjektkostnad, både total- og løpemeterkostnad
- Gi en god tidsbesparelse
- Muliggjøre en høy hastighet uten at det går ut over elementene ovenfor.

I kapittelet om forutsetninger og føringer ble det påpekt at det ønskes en høy hastighet på strekningen. Det er ikke lagt opp til en lang drøfting der man setter alternativene opp mot hverandre. Det vil derimot bli presentert et alternativ som oppfyller kravene i listen bedre enn de andre alternativene.

- Det anbefalte alternativet har en dimensjonerende hastighet på 250 km/t uten at det kommer i konflikt med bebyggelse eller andre elementer.
- Det er et av de korteste alternativene.
- Det er det alternativ som ikke har lagt seg på minimumskravene i til linjeføring.
- Alternativet har den nest laveste prosjekt- og løpemeterkostnaden.
- Det har også delt førsteplass når det gjelder tidsbesparelse.

Alternativet det argumenteres for er alternativ 3 og dette vil anbefales på bakgrunn av det ovenstående.

Ved en senere anledning hadde det vært interessant å se på strekningen Fleskhus – Røra stasjon i en noe større sammenheng. Ved å planlegge en forholdsvis kort jernbanestrekning med få frihetsgrader vil man naturlig nok få nokså like løsninger. Dette hadde også en direkte innvirkning på oppgaven. Det var i utgangspunktet tenkt at geologiske og geotekniske forhold i området skulle beskrives generelt og mer spesifikt for hvert alternativ. Det ble i samråd med Alf Helge Løhren (e-post 04.11.11) besluttet å fokusere kun på de generelle forholdene siden alle alternativene ble forholdsvis like med de føringene som lå til grunn for oppgaven.

En eventuell masteroppgave kunne sett nærmere på en noe større strekning hvor man også så på den overordnede stasjonsstrukturen. Ved en linjeomlegging for å øke hastigheten er det naturlig å vurdere en annen plassering av stasjonen i Røra.

Det kunne også vært interessant å gå mer i dybden når det gjelder kostnader. De samfunnsøkonomiske konsekvensene og grad av lønnsomhet kunne sammen med en markedsanalyse sagt noe om potensialet i denne strekningen.

## Kilder

- BRYHNI, I. 2000. *Forkastninger* [Online]. UiO / Naturhistorisk Museum. Tilgjengelig fra: <http://www.nhm.uio.no/geomus/leksi/f/forkastning.htm> [Hentet 09/09 2011].
- ENOKSEN, K., LØHREN, A. H. & MIDTUN, K. M. 2011. Forslag til prosjektoppgave for Marius Normann.
- GOOGLE MAPS. 2011. Tilgjengelig fra: <http://maps.google.com/> [Hentet 19/09 2011].
- JERNBANEVERKET. 2006. *JD520 Underbygning; kapittel 4: Generelle tekniske krav* [Online]. Oslo: Infrastruktur. Tilgjengelig fra: [http://www.jernbaneverket.no/Documents/Marked/Teknisk\\_Regelverk/Underbygning/520/t20-0404.pdf](http://www.jernbaneverket.no/Documents/Marked/Teknisk_Regelverk/Underbygning/520/t20-0404.pdf) [Hentet 15/09 2011].
- JERNBANEVERKET. 2009a. *JD520 Underbygning; kapittel 5: Profiler og minste tverrsnitt, vedlegg 5: minste tverrsnitt* [Online]. Oslo: Banedivisjonen. Tilgjengelig fra: [http://www.jernbaneverket.no/Documents/Marked/Teknisk\\_Regelverk/Underbygning/520/Vedlegg/T2005000.pdf](http://www.jernbaneverket.no/Documents/Marked/Teknisk_Regelverk/Underbygning/520/Vedlegg/T2005000.pdf) [Hentet 15/09 2011].
- JERNBANEVERKET. 2009b. *Klimakur 2020, Elektrifisering av jernbanestrekninger hvor det i dag kun er dieseldrift* [Online]. Oslo: Civitas. Tilgjengelig fra: [http://www.vegvesen.no/\\_attachment/125313/binary/240442](http://www.vegvesen.no/_attachment/125313/binary/240442) [Hentet 26/10 2011].
- JERNBANEVERKET. 2010a. *JD501 Felles bestemmelser; kapittel 2: Generelle bestemmelser, vedlegg 2.a Tittelfelt* [Online]. Oslo: Banedivisjonen. Tilgjengelig fra: [http://www.jernbaneverket.no/Documents/Marked/Teknisk\\_Regelverk/Felles%20Obestemmelser-PB/Vedlegg/T0102005.pdf](http://www.jernbaneverket.no/Documents/Marked/Teknisk_Regelverk/Felles%20Obestemmelser-PB/Vedlegg/T0102005.pdf) [Hentet 15/09 2011].
- JERNBANEVERKET. 2010b. *JD501 Felles bestemmelser; kapittel 2: Generelle bestemmelser, vedlegg 2.f Tegningsoppsett (.ctb-fil)* [Online]. Oslo: Banedivisjonen. Tilgjengelig fra: [http://www.jernbaneverket.no/Documents/Marked/Teknisk\\_Regelverk/Felles%20Obestemmelser-PB/Vedlegg/T0102005.pdf](http://www.jernbaneverket.no/Documents/Marked/Teknisk_Regelverk/Felles%20Obestemmelser-PB/Vedlegg/T0102005.pdf) [Hentet 15/09 2011].
- JERNBANEVERKET. 2010c. *JD501 Felles bestemmelser; kapittel 3: Definisjoner, forkortelser og symboler, del 3.1 Forkortelser for overbygning* [Online]. Oslo: Banedivisjonen. Tilgjengelig fra: [http://www.jernbaneverket.no/Documents/Marked/Teknisk\\_Regelverk/Felles%20Obestemmelser-PB/T01-0306.pdf](http://www.jernbaneverket.no/Documents/Marked/Teknisk_Regelverk/Felles%20Obestemmelser-PB/T01-0306.pdf) [Hentet 15/09 2011].

JERNBANEVERKET. 2010d. *JD501 Felles bestemmelser; kapittel 3: Definisjoner, forkortelser og symboler, del 4.1 Symboler for overbygning* [Online]. Oslo: Banedivisjonen. Tilgjengelig fra: [http://www.jernbaneverket.no/Documents/Marked/Teknisk\\_Regelverk/Felles%20Bestemmelser-PB/T01-0306.pdf](http://www.jernbaneverket.no/Documents/Marked/Teknisk_Regelverk/Felles%20Bestemmelser-PB/T01-0306.pdf) [Hentet 15/09 2011].

JERNBANEVERKET. 2010e. *JD520 Underbygning; kapittel 5: Profiler og minste tverrsnitt* [Online]. Oslo: Banedivisjonen. Tilgjengelig fra: [http://www.jernbaneverket.no/Documents/Marked/Teknisk\\_Regelverk/Underbygning/520/t20-0511.pdf](http://www.jernbaneverket.no/Documents/Marked/Teknisk_Regelverk/Underbygning/520/t20-0511.pdf) [Hentet 15/09 2011].

JERNBANEVERKET. 2010f. *JD520 Underbygning; kapittel 12: Tunneler* [Online]. Oslo: Banedivisjonen. Tilgjengelig fra: [http://www.jernbaneverket.no/Documents/Marked/Teknisk\\_Regelverk/Underbygning/520/t20-1211.pdf](http://www.jernbaneverket.no/Documents/Marked/Teknisk_Regelverk/Underbygning/520/t20-1211.pdf) [Hentet 15/09 2011].

JERNBANEVERKET. 2010g. *JD530 Overbygning; kapittel 5: Sporets trase* [Online]. Oslo: Banedivisjonen. Tilgjengelig fra: [http://www.jernbaneverket.no/Documents/Marked/Teknisk\\_Regelverk/Overbygning/530/T30-0511.pdf](http://www.jernbaneverket.no/Documents/Marked/Teknisk_Regelverk/Overbygning/530/T30-0511.pdf) [Hentet 15/09 2011].

JERNBANEVERKET. 2010h. *JD530 Overbygning; kapittel 5: Sporets trase, vedlegg 5.a Traseringstabeller for nye baner og linjeomlegginger* [Online]. Oslo: Banedivisjonen. Tilgjengelig fra: [http://www.jernbaneverket.no/Documents/Marked/Teknisk\\_Regelverk/Overbygning/530/Vedlegg/T3005003.pdf](http://www.jernbaneverket.no/Documents/Marked/Teknisk_Regelverk/Overbygning/530/Vedlegg/T3005003.pdf) [Hentet 15/09 2011].

JERNBANEVERKET. 2010i. *JD530 Overbygning; kapittel 10: Ballast* [Online]. Oslo: Banedivisjonen. Tilgjengelig fra: [http://www.jernbaneverket.no/Documents/Marked/Teknisk\\_Regelverk/Overbygning/530/T30-1005.pdf](http://www.jernbaneverket.no/Documents/Marked/Teknisk_Regelverk/Overbygning/530/T30-1005.pdf) [Hentet 09/11 2011].

JERNBANEVERKET 2011. Løfteskjema for banestrekningen Hell - Steinkjer (KM 90 - KM 110).

LUNDEBREKKE, E. Vegetetikk. Kompendium i emne TBA4201 Veg og miljø Høsten 2009. Trondheim, Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU.

NGU 1990. *Skrifter 96 Sør -Trøndelag fylke*, Trondheim.

NGU 2009. *Kvartærgeologisk kart over Norge, Tema: Jordarter*, Oslo.

NGU. 2011. *Arealisdata på nett* [Online]. Tilgjengelig fra: <http://www.ngu.no/kart/arealisNGU/> [Hentet 29/08 2011].

NILSEN, B. & BROCH, E. 2009. *Ingeniørgeologi berg - grunnkurskompendium*, Trondheim.

NORGE DIGITALT Kartdata fra Jernbaneverket.



SIIRI, R. 2008. *Jernbaneverket: Utredning - utviklingsplan for Trønderbanen* [Online]. Tilgjengelig fra:  
<http://www.stfk.no/upload/RegUt/jernbane/Tr%C3%B8nderbanen-Utviklingsplan-13mars2008.pdf> [Hentet 10/11 2011].

STATENS VEGVESEN 2007. *Håndbok 139 Tegningsgrunnlag* Oslo, Vegdirektoratet.

STATENS VEGVESEN 2008. *Håndbok 017 Veg- og gateutforming*, Oslo, Vegdirektoratet

TARBUCK, E. J. & LUTGENS, F. K. 2005. *Earth - An introduction to physical geology*, New Jersey.

VIANOVA SYSTEMS AS 2008. *Novapoint Veg for skoler*, Sandvika.

VIANOVA SYSTEMS AS 2009. *Novapoint Jernbane grunnkurs*, Sandvika.

## Bilag

### B1: Oppgavetekst

31.05.11 JBV/BTSB/Enkj/La

- revidert 04.11.11 (merket med gjennomstreking)

PROSJEKTOPPGAVE HØSTEN 2011 FOR MARIUS NORMANN

Tema: Jernbaneteknikk - Linjeomlegging

Sør for Røra stasjon på Nordlandsbanen, ved Koabjørga mellom tidligere Fleskhus holdeplass og Røra stasjon, går både E6 og jernbanetraseen langsmed sjøen i et bratt fjellterreng. I dette området finnes det ingen muligheter for utvidelser for hverken vei eller jernbane uten at de kommer i konflikt med hverandre. Dessuten er det en relativt kurverik strekning for jernbanen med radier ned i 309 m og største hastighet 80 + 5 km/t.

Strekningen Jernbaneverket ønsker å se nærmere på for en eventuell linjeomlegging går fra KM 100 på Nordlandsbanen til og med Røra stasjon KM 106. Sørøst for Røra stasjon ligger Salberg kirke med kirkegård, og øst for stasjonen ligger et boligfelt.

Prosjektoppgaven skal planlegge og belyse alternative linjeføringer mellom KM 100 og Røra stasjon uten å komme i konflikt med boligfeltet og kirkeområdet. Oppgaven vil bl.a. omfatte:

- Undersøkelse av aktuelle traséer med tilhørende linjeberegning for nevnte strekning. Det må tas hensyn til muligheter for eventuell elektrifisering og utbygging til dobbeltspor ved et senere tidspunkt.
- Beskrivelse av geologiske og geotekniske forhold i området generelt ~~og mer spesifikt for det enkelte linjealternativ.~~
- Utarbeide grove overslag for anleggskostnadene for de alternative traséer.
- Enkel kjøretidsberegning for hver trasé.
- Anbefaling av valgt trasé.

Detaljeringsnivå på oppgaven bør minst tilsvare kommunedelplannivå.

## B2: Kostnadsestimat for hvert alternativ

### B2.1: Alternativ 1

Total lengde [m]: 5 250

<b>Element</b>	<b>Enhet</b>	<b>Enhetspris</b>	<b>Mengde</b>	<b>Pris [MNOK]</b>	<b>Sum [MNOK]</b>
Dobbeltspor i dagen	m	90 000	2 450	221	
Dobbeltsporet tunnel	m	150 000	2 100	315	
Jernbanebro (over 40 m)	m	200 000	700	140	
<i>Entreprisekostnad</i>					676
Byggherrekostnader	% av entr.kost.	20		135	
Usikkerhet	% av entr.kost.	40		270	
<i>Sum</i>					405
<b>Prosjektkostnad</b>					<b>1 081</b>
<b>Løpemeterkostnad [kr/m]</b>		<b>205 867</b>			

B2.2: Alternativ 2

Total lengde [m]: 5 200

<b>Element</b>	<b>Enhet</b>	<b>Enhetspris</b>	<b>Mengde</b>	<b>Pris [MNOK]</b>	<b>Sum [MNOK]</b>
Dobbeltspor i dagen	m	90 000	2 350	212	
Dobbeltsporet tunnel	m	150 000	2 250	338	
Jernbanebro (over 40 m)	m	200 000	600	120	
<i>Entrepriisekostnad</i>					669
Byggherrekostnader	% av entr.kost.	20		134	
Usikkerhet	% av entr.kost.	40		268	
<i>Sum</i>					401
<b>Prosjektkostnad</b>					<b>1 070</b>
<b>Løpemeterkostnad [kr/m]</b>		<b>205 846</b>			

B2.3: Alternativ 3

Total lengde [m]: 5 100

<b>Element</b>	<b>Enhet</b>	<b>Enhetspris</b>	<b>Mengde</b>	<b>Pris [MNOK]</b>	<b>Sum [MNOK]</b>
Dobbeltspor i dagen	m	90 000	2 300	207	
Dobbeltsporet tunnel	m	150 000	2 700	405	
Jernbanebro (over 40 m)	m	200 000	100	20	
<i>Entreprisekostnad</i>					632
Byggherrekostnader	% av entr.kost.	20		126	
Usikkerhet	% av entr.kost.	40		253	
<i>Sum</i>					379
<b>Prosjektkostnad</b>					<b>1 011</b>
<b>Løpemeterkostnad [kr/m]</b>		<b>198 275</b>			

B2.4: Alternativ 4

Total lengde [m]: 5 100

<b>Element</b>	<b>Enhet</b>	<b>Enhetspris</b>	<b>Mengde</b>	<b>Pris [MNOK]</b>	<b>Sum [MNOK]</b>
Dobbeltspor i dagen	m	90 000	2 300	207	
Dobbeltsporet tunnel	m	150 000	2 600	390	
Jernbanebro (over 40 m)	m	200 000	200	40	
<i>Entreprisekostnad</i>					637
Byggherrekostnader	% av entr.kost.	20		127	
Usikkerhet	% av entr.kost.	40		255	
<i>Sum</i>					382
<b>Prosjektkostnad</b>					<b>1 019</b>
<b>Løpeterkostnad [kr/m]</b>		<b>199 843</b>			

## B2.5: Alternativ 5

Total lengde [m]: 5 200

<b>Element</b>	<b>Enhet</b>	<b>Enhetspris</b>	<b>Mengde</b>	<b>Pris [MNOK]</b>	<b>Sum [MNOK]</b>
Dobbeltspor i dagen	m	90 000	2 300	207	
Dobbeltsporet tunnel	m	150 000	2 000	300	
Jernbanebro (over 40 m)	m	200 000	900	180	
<i>Entreprisekostnad</i>					<i>687</i>
Byggherrekostnader	% av entr.kost.	20		137	
Usikkerhet	% av entr.kost.	40		275	
<i>Sum</i>					<i>412</i>
<b>Prosjektkostnad</b>					<b>1 099</b>
<b>Løpemeterkostnad [kr/m]</b>		<b>211 385</b>			

B2.6: Alternativ 6

Total lengde [m]: 5 250

<b>Element</b>	<b>Enhet</b>	<b>Enhetspris</b>	<b>Mengde</b>	<b>Pris [MNOK]</b>	<b>Sum [MNOK]</b>
Dobbeltspor i dagen	m	90 000	2 350	212	
Dobbeltsporet tunnel	m	150 000	2 900	435	
Jernbanebro (over 40 m)	m	200 000	0	0	
<i>Entreprisekostnad</i>					<i>647</i>
Byggherrekostnader	% av entr.kost.	20		129	
Usikkerhet	% av entr.kost.	40		259	
<i>Sum</i>					<i>388</i>
<b>Prosjektkostnad</b>					<b>1 034</b>
<b>Løpemeterkostnad [kr/m]</b>		<b>197 029</b>			



B2.7: Alternativ 7

Total lengde [m]: 5 100

<b>Element</b>	<b>Enhet</b>	<b>Enhetspris</b>	<b>Mengde</b>	<b>Pris [MNOK]</b>	<b>Sum [MNOK]</b>
Dobbeltspor i dagen	m	90 000	2 100	189	
Dobbeltsporet tunnel	m	150 000	2 600	390	
Jernbanebro (over 40 m)	m	200 000	400	80	
<i>Entrepriisekostnad</i>					659
Byggherrekostnader	% av entr.kost.	20		132	
Usikkerhet	% av entr.kost.	40		264	
<i>Sum</i>					395
<b>Prosjektkostnad</b>					<b>1 054</b>
<b>Løpometerkostnad [kr/m]</b>		<b>206 745</b>			

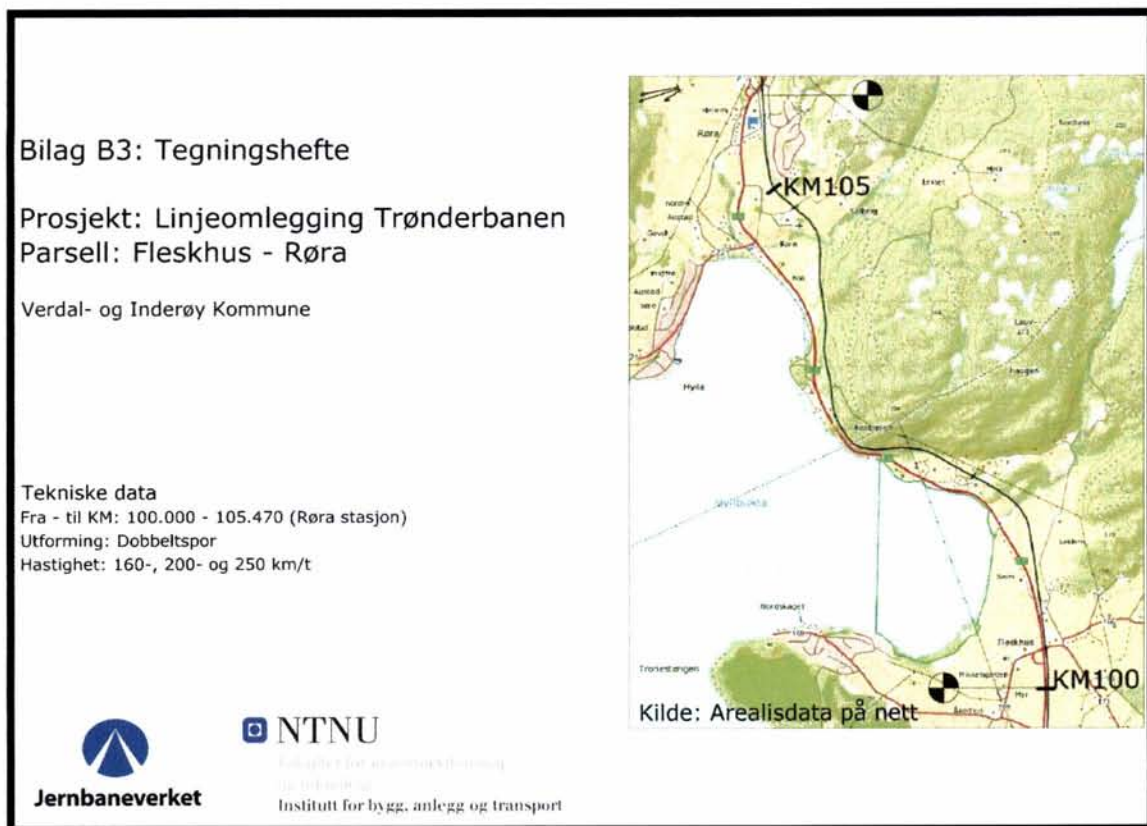
## B2.8: Alternativ 8

Total lengde [m]: 5 100

<b>Element</b>	<b>Enhet</b>	<b>Enhetspris</b>	<b>Mengde</b>	<b>Pris [MNOK]</b>	<b>Sum [MNOK]</b>
Dobbeltspor i dagen	m	90 000	1 700	153	
Dobbeltsporet tunnel	m	150 000	3 200	480	
Jernbanebro (over 40 m)	m	200 000	200	40	
<i>Entreprisekostnad</i>					673
Byggherrekostnader	% av entr.kost.	20		135	
Usikkerhet	% av entr.kost.	40		269	
<i>Sum</i>					404
<b>Prosjektkostnad</b>					<b>1 077</b>
<b>Løpemeterkostnad [kr/m]</b>		<b>211 137</b>			

## B3: Tegningshefte (13 sider)

Egen innholdsfortegnelse foreligger i tegning A02 i det vedlagte tegningsheftet. Figur 17 viser forsiden på tegningsheftet.



Figur 17: Forsiden på tegningsheftet som ligger vedlagt

#### **B4: Løfteskjema for strekningen (14 sider)**

Løfteskjemaet er i sin helhet gjengitt på de neste sidene.

## Løfteskjema

Banestrekning: 1300 (Hell) - Steinkjer										Dato: 31.05.11			Side 1 av 14		
Sportype:										Spornr.:					
Symbolforklaring: Tunnel begynner/ender:  /										Bru begynner/ender:  /		Planovergang:		Kjedebrudd:	Sporveksel:
STEDREFERANSE		VUL-DATA		TRASEDATA											
Faste pkt. eller Vul-nr	Km	Avst. mtk -skinne		Horisontalkurvatur					Vertikalkurvatur			Hastighets/vangspkt			
		Hor.	Vert	R	h	L	Krumming v H		Høyde	Radius/ Stigning	Tgr	I Km-retning	Mot Km-retning		
OE	90.0840			633	120	62									
M.merke 89.4810	1560													▼	
Hastsign.	1560														+5
FOB	1560			0	0										
OE	2280			-312	150	72									
SE 1	2350														
LBP	2400									31.78	10000	5			
SE 2	2450														
OE	4280			-312	150	64								==	
PLO	4400														
FOB	4920			0	0										
OE	5580			258	150	66									
SE 1	5960														
LBP	6000									26.02	10000	3			
SE 2	6040														
SE 1	8750														
HBP	8800									21.75	10000	5			
SE 2	8850														
OE	9340			258	150	79									
FOB	91.0130			0	0										
OE	0850			-309	150	72									
SE 1	1590														
LBP	2400									15.90	10000	81			
SE 2	3210														
OE	3630			-309	150	73									
OB	4360			0	0										
PLO	5400													==	
SE 1	7750														
HBP	8230									15.90	5000	47			
SE 2	8700														
SE 1	92.0650														
LBP	1130									10.39	5000	47			
OB	1570			0	0										
SE 2	1600														
BRU	1635														
BRU	1765														

## Løfteskjema

Banestrekning: 1300 (Hell) - Steinkjer										Dato: 31.05.11			Side 2 av 14				
Sporstype:										Spornr.:							
Symbolforklaring: Tunnel begynner/ender:  /										Bru begynner/ender:  /			Planovergang:		Kjedebrudd:	Spurveksel:	
STEDREFERANSE		VUL-DATA		TRASEDATA													
Faste pkt. eller Vul-nr	Km	Avst. mtk - skilne		Horisontalkurvatur						Vertikalkurvatur			Hastighets/vangspkt				
		Hor.	Vert.	R	h	L	v	Krumming	H	Høyde	Radius/ Stigning	Tgl	I Km-retnng	Mot Km-retnng			
OE	92.2230			-264	130	66											
SE 1	2760										0						
OE	2780			-264	130	64											
HBP	3000									10,39	10000	24					
Hastsign.	3170																
M.merke 93.4670	3170																
SE 2	3250										-4.90						
OB	3420			-4167	25												
SE 1	3910										-4.90						
LBP	4000									9.90	10000	9					
SE 2	4100										-3						
BRU	4200																
SE 1	4910										-3						
HBP	5100									9.57	10000	19					
SE 2	5290										-6.80						
SE 1	8660										-6.80						
LBP	9000									6.90	10000	34					
SE 2	9340										0						
OB	9720			-4167	25												
SPV-1	93.0030																
OE	0110			-2000	45	39											
SE 1	1070										0						
LBP	1250									6.90	10000	17					
SE 2	1430										3.50						
Hastsign.	4670															-5	
OE	4760			-2000	45	55											
SE 1	5120										3.50						
HBP	5300									8.32	10000	17					
OB	5310			-2500	35												
SE 2	5480										0						
SE 1	6550										0						
HBP	6800									8.32	10000	25					
SE 2	7050										-5.10						
SPV-2	7860																
BRU	8180																
Hastsign.	8520													+10			

## Løfteskjema

Banestrekning: 1300 (Hell) - Steinkjer										Dato: 31.05.11			Side 3 av 14						
Sporstype:										Sporrnr.:									
Symbolforklaring: Tunnel begynner/ender:  /  Bru begynner/ender:  /  Planovergang:  Kjedebrydd:  Sporveksel:																			
STEDREFERANSE		VUL-DATA		TRASEDATA															
Faste pkt. eller Vul-nr	Km	Avst. mtk -skinne		Horisontalkurvatur						Vertikalkurvatur			Hastighets/tvangspkt						
		Hor.	Vert.	R	h	L	V	Krumming	H	Høyde	Radius/ Stigning	Tgr	I Km-retning	Mot Km-retning					
SE 1	93.8720																		
HBP	8800																		
SE 2	8880																		
OB	94.1580				-2500	35													
OE	1950				-1269	70	37												
SE 1	3210																		
LBP	3550																		
SE 2	3890																		
SPV-109	4410																		
SPV-111	4410																		
SPV-103	4410																		
SPV-115	4410																		
SPV-113	4410																		
SPV-102	4410																		
SPV-105	4410																		
SPV-107	4410																		
SPV-117	4410																		
SPV-101	4430																		
SE 1	4770																		
LBP	5300																		
PLO	5560																		
OE	5590				-1269	70	46												
SE 2	5830																		
OB	6050				0	0													
SE 1	7870																		
HBP	8400																		
BRU	8450																		
BRU	8672																		
BRU	8728																		
SE 2	8930																		
SE 1	9850																		
HBP	95.0100																		
SE 2	0350																		
M merke 93.8520	0520																		
Hastsign.	0520																		
OB	0520				0	0													

## Løfteskjema

Banestrekning: 1300 (Hell) - Steinkjer										Dato: 31.05 11			Side 4 av 14				
Sportype:										Spornr.:							
Symbolforklaring: Tunnel begynner/ender:  /										Bru begynner/ender:  /			Planovergang:		Kjedebrudd:	Spørveksel:	
STEDREFERANSE		VUL-DATA		TRASEDATA													
Faste pkt. eller Vul-nr	Km	Avst. mtk - skinne		Horisontalkurvatur					Vertikalkurvatur			Hastighets/tvangspkt					
		Hor.	Vert.	R	h	L	V	Krumming	H	Høyde	Radius/ Stigning	Tgl	I Km-retning	Mot Km-retning			
OE	95.1240			262	100	72											
PLO	2010																
SE 1	3770											-5					
OE	3810			262	100	55											
LBP	4020									5.40	10000	25					
SE 2	4270											0					
OB	4360			0	0												
BRU	4950																
BRU	6000																
OB	6660			0	0												
OE	7210			-238	110	55											
SE 1	7370											0					
OE	7470			-238	110	24											
LBP	7670									5.40	10000	30					
OB	7710			-267	100												
PLO	7830																
SE 2	7970											6					
OB	8210			-267	100												
OE	8610			-256	100	40											
BRU	9500																
BRU	9542																
SE 1	9700											6					
BRU	9757																
OE	9800			-256	100	59											
HBP	96.0000									6.7980	10000	30					
SE 2	0300											0					
SPV-3	0350																
Hastsign.	0390																
OB	0390			0	0												
Hastsign.	0400																
SPV-1	0480																
SPV-5	0720																
SPV-7	1000																
SPV-6	1340																
SPV-11	2030																
SPV-8	3370																



## Løfteskjema

Banestrekning: 1300 (Hell) - Steinkjer										Dato: 31.05.11			Side 5 av 14								
Sportype:										Spornr.:											
Symbolforklaring: Tunnel begynner/ender:  /										Bru begynner/ender:  /			Planovergang:			Kjedebrudd:			Spørveksel:		
STEDREFERANSE		VUL-DATA			TRASEDATA																
Faste pkt. eller Vul-nr	Km	Avst merk .skinne		Horisontalkurvatur						Vertikalkurvatur			Hastighets/vangspkt								
		Hor.	Vert	R	h	L	V	Krumming	H	Høyde	Radius/ Stigning	Tgl	I Km-retning	Mot Km-retning							
SE 1	96.3570											0									
LBP	3600										6,7980	10000	3								
SE 2	3630											0.60									
SPV-4	4150																				
SPV-9	4190																				
SE 1	4690											0.60									
SPV-2	5060																				
PLO	5140																				
LBP	5200										6.90	6000	50								
OB	5250				0	0															
Hastsign.	5300																				
M. merke 97.8550	5300																				
SE 2	5710											17.50									
OE	5880				-1000	85	63														
OE	6470				-1000	85	16														
OB	6630				-1087	80															
BRU	7100																				
OE	8620				-1087	80	86														
SE 1	8650											17.50									
LBP	8700										13.0250	10000	5								
SE 2	8750											18.60									
OB	9480				0	0															
BRU	97.0450																				
SE 1	2670											18.60									
HBP	3100										21,1880	10000	43								
OB	3490				0	0															
SE 2	3530											10									
OE	3890				-2273	40	40														
SE 1	4700											10									
HBP	5200										23,2880	10000	50								
SE 2	5700											0									
SE 1	6100											0									
HBP	6500										23,2880	10000	40								
SE 2	6900											-8									
SE 1	7900											-8									
HBP	8300										21,8480	10000	40								

## Løfteskjema

Banestrekning: 1300 (Hell) - Steinkjer										Dato: 31.05.11			Side 6 av 14						
Sportype:										Spornr.:									
Symbolforklaring: Tunnel begynner/ender:  /										Bru begynner/ender:  /			Planovergang:		Kjedebrudd:		Sporveksel:		
STEDREFERANSE		VUL-DATA		TRASEDATA															
Faste pkt. eller Vul-nr	Km	Avst mtk -skinne		Horisontalkurvatur						Vertikalkurvatur			Hastighets/tvangsptk						
		Hor.	Vert	R	h	L	v	Krumming	H	Hayde	Radius/Stigning	Tg	I Km-retning	Mot Km-retning					
Hastsign.	97.8550																		-10
SE 2	8700																		
PLO	98.0420																		
Hastsign.	0600																		+20
SE 1	1940																		
LBP	2580										15	8000	64						
BRU	3085																		
BRU	3115																		
SE 2	3220																		
SE 1	3230																		
LBP	3830										15	8000	60						
PLO	4120																		
SE 2	4430																		
Hastsign.	4500																		
SE 1	6000																		
HBP	6200										18.5550	10000	20						
OE	6340					-2273	40	69											
SE 2	6400																		
FOB	7030					0	0												
SE 1	7870																		
OE	7960					704	135	93											
HBP	8420										20.9970	10000	55						
Hastsign.	8500																		
M.merke 99.5220	8500																		
PLO	8680																		
SE 2	8970																		
PLO	9110																		
SE 1	9880																		
HBP	99.0000										20.9970	10000	12						
OB	0040					704	135												
SE 2	0120																		
OE	0290					685	140	25											
SE 1	2380																		
LBP	2500										20.3970	10000	12						
SE 2	2620																		
SE 1	3010																		

## Løfteskjema

Banestrekning: 1300 (Hell) - Steinkjer										Dato: 31.05.11			Side 7 av 14					
Sportype:										Spornr.:								
Symbolforklaring: Tunnel begynner/ender:  /										Bru begynner/ender:  /			Planovergang:		Kjedebrudd:		Sporveksel:	
STEDREFERANSE		VUL-DATA		TRASEDATA														
Faste pkt. eller Vul-nr	Km	Avst. mtk. skinne		Horisontalkurvatur						Vertikalkurvatur			Hastighets/lvingspkt					
		Hor.	Vert.	R	h	L	Krumming		Hayde	Radius/Stigning	Tgj	I Km-retning	Mot Km-retning					
LBP	99.3700									20.3970	10000	69						
SE 2	4390										13.80							
OE	4510			685	140	96												
Hastsign.	5220													-20				
OB	5470			0	0													
BRU	5772																	
BRU	5822																	
SE 1	6030										13.80							
HBP	6100									23.7180	10000	6						
SE 2	6170										12.50							
OB	7040			0	0													
OE	7240			-4167	25	20												
SE 1	7450										12.50							
LBP	7600									25.5940	10000	14						
SE 2	7750										15.40							
SE 1	9310										15.40							
HBP	100.0200									29.60	10000	89						
SE 2	1090										-2.40							
Hastsign.	2400													+5				
M.merke 100.7930	2400																	
BRU	3420																	
SE 1	3580										-2.40							
LBP	3700									28.76	10000	12						
SE 2	3820										0							
OE	4100			-4167	25	30												
OB	4400			0	0													
BRU	7072																	
BRU	7127																	
SE 1	7150										0							
HBP	7350									28.76	10000	20						
SE 2	7550										-4							
Hastsign.	7930																	
SE 1	8900										-4							
LBP	9100									28.06	10000	20						
SE 2	9300										0							
SE 1	101.0800										0							

## Løfteskjema

Banestrekning: 1300 (Hell) - Steinkjer										Dato: 31.05.11		Side 8 av 14					
Sportype:										Spornr.:							
Symbolforklaring: Tunnel begynner/ender:  /										Bru begynner/ender:  /		Planovergang:		Kjedebrydd:		Spurveksel:	
STEDREFERANSE		VUL-DATA		TRASEDATA													
Faste pkt. eller Vul-nr.	Km	Avst. m/ k - skinne		Horisontalkurvatur						Vertikalkurvatur			Hastighets/tvangspkt				
		Hor.	Vert.	R	h	L	Krumming		Høyde	Radius/ Stigning	Tgl	I Km-retning	Mot Km-retning				
LBP	101.1000									28,06	10000	20					
SE 2	1200										4						
OB	2590			0	0												
M merke 100.2400	2900												▼				
Hastsign.	2900																
OE	3170			-309	125	58											
SE 1	3440										4						
LBP	3600									29,10	10000	15					
SE 2	3760										7,10						
OE	5140			-309	125	77											
OB	5910			-3333	10												
SE 1	7290										7,10						
HBP	7400									31,7980	10000	10					
SE 2	7500										5						
OE	8260			-3333	10	49											
OB	8750			0	0												
BRU	8900																
OB	9120			0	0												
OE	9520			1177	30	40											
SE 1	9930										5						
HBP	102.0200									33,1980	10000	27					
SE 2	0470										-0,50						
OE	0930			1177	30	36											
FOB	1290			0	0												
OE	1880			-463	70	59											
SE 1	3180										-0,50						
LBP	3200									33,06	10000	2					
SE 2	3220										0						
TUN	4100																
OE	4280			-463	70	54											
OB	4820			-1667	20												
TUN	5130																
SE 1	5370										0						
LBP	5400									33,06	10000	3					
SE 2	5430										0,60						
OE	5800			-1667	20	30											

### Løfteskjema

Banestrekning: 1300 (Hell) - Steinkjer							Dato: 31.05.11			Side 9 av 14					
Sportype:							Spornr.:								
Symbolforklaring: Tunnel begynner/ender:  /							Bru begynner/ender:  /			Planovergang:		Kjedebrudd:		Spurveksel:	
STEDREFERANSE		VUL-DATA		TRASEDATA											
Faste pkt. eller Vul-nr	Km	Avst. mtk -skinne		Horisontalkurvatur					Vertikalkurvatur			Hastighets/tvangspkt			
		Hor.	Vert.	R	h	L	V	Krumming	H	Høyde	Radius/ Stigning	Tgl	I Km-retning	Mot Km-retning	
FOB	102.6100			0	0										
OE	6750			315	120	65									
SE 1	8640										0.60				
OE	9220			315	120	70									
LBP	9400									33.3140	10000	76			
OB	9920			581	70										
SE 2	103.0160										15.80				
OB	0850			581	70										
OE	1070			521	80	22									
SE 1	2190										15.80				
LBP	2200									37.7380	10000	1			
SE 2	2210										16				
OE	2510			521	80	61									
FOB	3120			0	0										
OE	3720			-625	65	60									
OE	4540			-625	65	51									
FOB	5050			0	0										
OE	5700			410	110	65									
SE 1	5970										16				
LBP	6000									43.8180	10000	2			
SE 2	6030										16.50				
OE	6720			410	110	62									
FOB	7340			0	0										
OE	7820			-559	75	48									
OE	8940			-559	75	88									
FOB	9820			0	0										
OE	104.0270			1351	30	45									
SE 1	0370										16.50				
LBP	0400									51.0780	10000	2			
SE 2	0430										17				
SE 1	1140										17				
HBP	1890									53.6110	8000	74			
SE 2	2640										-1.70				
OE	3270			1351	30	40									
BRU	3410														
SE 1	3580										-1.70				

## Løfteskjema

Banestrekning: 1300 (Hell) - Steinkjer										Dato: 31.05.11		Side 10 av 14		
Sporstype:										Spornr.:				
Symbolforklaring: Tunnel begynner/ender:  Bru begynner/ender:  Planovergang:  Kjedebrudd:  Sporveksel:														
STEDREFERANSE		VUL-DATA		TRASEDATA										
Faste pkt. eller Vul-nr	Km	Avst. mtk. skinne		Horisontalkurvatur						Vertikalkurvatur			Hastighets/tvangspkt	
		Hor.	Vert.	R	h	L	Krumming		Høyde	Radius/Stigning	Tgj	I Km-retning	Mot Km-retning	
LBP	104.3660									53.3170	10000	8		
FOB	3670			0	0									
SE 2	3740										0			
OE	4440			-311	125	77								
SE 1	4820										0			
BRU	5000													
LBP	5510									53.3170	10000	69		
SE 2	6200										13.90			
OE	6650			-311	125	62								
BRU	7000													
SE 1	7170										13.90			
OB	7270			0	0									
HBP	7730									56.4020	8000	55		
SE 2	8290										0			
SE 1	8480										0			
OB	8770			0	0									
HBP	8980									56.4020	8000	50		
OE	9420			309	125	65								
SE 2	9480										-12.50			
OE	105.1130			309	125	79								
SE 1	1360										-12.50			
HBP	1500									53.26	8000	14		
SE 2	1640										-16			
OB	1920			0	0									
SE 1	1940										-16			
LBP	2500									51.66	7000	56		
Hastsign.	3000													-20
SPV-1	3000													
SE 2	3060										0			
SPV-2	7220													
OB	7230			0	0									
SE 1	7330										0			
BRU	7560													
OE	7720			571	60	49								
LBP	7850									51.66	10000	51		
SE 2	8370										10.30			

## Løfteskjema

Banestrekning: 1300 (Hell) - Steinkjer										Dato: 31.05.11			Side 11 av 14								
Spørtype:										Spørnr.:											
Symbolforklaring: Tunnel begynner/ender:  /										Bru begynner/ender:  /			Planovergang:			Kjedebrudd:			Spørveksel:		
STEDREFERANSE		VUL-DATA		TRASEDATA																	
Faste pkt. eller Vul-nr	Km	Avst. mtk -skinne		Horisontalkurvatur						Vertikalkurvatur			Hastighets/vangspkt								
		Hor	Vert	R	h	L	Krumming		Høyde	Radius/ Stgning	Tgl	I Km-retning	Mot Km-retning								
							V	H													
OE	105.8420			571	60	22															
Hastsign.	8640															+5					
M.merke 106.6390	8640																				
OB	8640			610	110																
BRU	8900																				
OE	9180			610	110	78															
FOB	9960			0	0																
SE 1	106.0470											10.30									
LBP	0500										54.40	10000	3								
OE	0510			-3333	20	55															
SE 2	0530											11									
SE 1	1920											11									
HBP	2100										56.16	10000	17								
SE 2	2280											7.50									
PLO	3770																				
SE 1	4270											7.50									
LBP	4500										57.96	10000	22								
SE 2	4720											12									
OE	4840			-3333	20	55															
OB	5390			0	0																
SE 1	5630											12									
HBP	6000										59.76	10000	36								
SE 2	6360											4.70									
Hastsign.	6390															-5					
SE 1	7770											4.70									
HBP	8000										60.70	10000	23								
SE 2	8240											0									
OB	8670			0	0																
SE 1	8860											0									
OE	8870			3333	20	20															
HBP	9000										60.70	10000	14								
SE 2	9140											-2.80									
PLO	9370																				
SE 1	107.2460											-2.80									
LBP	2600										59.6920	10000	14								
SE 2	2740											0									

## Løfteskjema

Banestrekning: 1300 (Hell) - Steinkjer										Dato: 31.05.11			Side 12 av 14				
Sportype:										Spornr.:							
Symbolforklaring: Tunnel begynner/ender:  /										Bru begynner/ender:  /			Planovergang:		Kjedebrudd:	Spurveksel:	
STEDREFERANSE		VUL-DATA		TRASEDATA													
Faste pkt. eller Vul-nr	Km	Avst. mikk-skinne		Horisontalkurvatur						Vertikalkurvatur			Hastighets/tvangspkt				
		Hor.	Vert	R	h	L	Krumming V H		Høyde	Radius/ Stigning	Tgl	I Km-retning	Mot Km-retning				
SE 1	107.3470										0						
LBP	4350									59.6920	10000	87					
PLO	4430																
SE 2	5220										17.50						
OB	5310			3333	20												
OE	5650			781	80	34											
BRU	5900																
BRU	5930																
PLO	7690																
Hastsign.	8980													+10			
OE	9880			781	80	51											
FOB	108.0390			0	0												
SE 1	0820										17.50						
OE	0960			-741	85	57											
HBP	1200									71.68	10000	38					
SE 2	1580										9.90						
OB	2540			-741	85												
OE	3090			-595	115	55											
TUN	3180																
OE	4410			-595	115	61											
OB	5020			0	0												
SE 1	6620										9.90						
M.merke 107.8980	6980																
Hastsign.	6980														+5		
OB	6980			0	0												
TUN	7030																
HBP	7140									77.5320	5000	54					
OE	7640			276	145	66											
SE 2	7660										-11.80						
SE 1	7740										-11.80						
HBP	7940									76.65	10000	20					
SE 2	8140										-15.80						
SE 1	8910										-15.80						
HBP	9720									73.8380	10000	2					
OE	9730			276	145	66											
FOB	109.0390			0	0												



## Løfteskjema

Banestrekning: 1300 (Hell) - Steinkjer										Dato: 31.05.11			Side 13 av 14								
Sportype:										Spornr.:											
Symbolforklaring: Tunnel begynner/ender:  /										Bru begynner/ender:  /			Planovergang:			Kjedebrudd:			Spurveksel:		
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	Høyde	Radius/ Stgning	Tgl	I Km-retning	Mot Km-retning							
SE 2	109,0530																				
SE 1	0910																				
LBP	0920																				
SE 2	0930																				
OE	0940																				
SE 1	1120																				
BRU	1170																				
HBP	1210																				
BRU	1230																				
SE 2	1300																				
OE	1400																				
SE 1	1470																				
OB	1600																				
LBP	1670																				
SE 2	1870																				
SE 1	2190																				
HBP	2230																				
SE 2	2270																				
OE	2300																				
Hastsign.	2810																				
M.merke 110.4310	2810																				
OB	2810																				
SE 1	3660																				
HBP	3680																				
SE 2	3700																				
OE	5560																				
SE 1	5600																				
HBP	5690																				
SE 2	5780																				
OB	5890																				
OB	6300																				
OE	6500																				
OE	8950																				
SE 1	9080																				
FOB	9210																				
LBP	9310																				



# Vedlegg

## V1: Retningslinjer for bruk av kartdata i Jernbaneverket



**Jernbaneverket**

### Retningslinjer for bruk av kartdata i Jernbaneverket

1. oktober 2008

#### Bruksrett

Jernbaneverket har ervervet bruksrett til kommunale, fylkeskommunale, regionale og nasjonale kartdata gjennom deltagelse i det nasjonale kartsamarbeidet Norge digitalt. Unntak fra dette er kommunale kartdata fra Oslo kommune (som pr dato ikke er deltager/part i Norge digitalt) og Jernbaneverket har derfor en egen avtale med Oslo kommune om erverv av bruksrett til disse kartdataene.

Bruksretten innebærer

- rett til alle former for intern bruk i Jernbaneverket (herunder konsulentfirma som utfører konkrete oppdrag for Jernbaneverket)
- rett til bruk i Jernbaneverkets utdrettede informasjons- og veiledningsvirksomhet (omfatter både lovregulert virksomhet og annen virksomhet som er direkte knyttet til Jernbaneverkets forvaltningsoppgaver)

Bruksretten innebærer ikke rett til privat eller kommersiell bruk.

#### Distribusjon

Kartdata kan distribueres fritt internt i Jernbaneverket innenfor hva som kan regnes som tjenestelige behov.

Kartdata kan distribueres til et eksternt konsulentfirma som utfører et konkret oppdrag for Jernbaneverket, men under følgende forutsetninger:

- retningslinjene for bruk av kartdata skal aksepteres av konsulentfirmaet
- kartdataene kan kun benyttes ved gjennomføring av det konkrete oppdraget og skal slettes fra alle lagringsmedier etter oppdragets slutt
- kartdataene kan ikke videredistribueres til et annet konsulentfirma (f.eks underleverandører) uten særskilt tillatelse fra Jernbaneverket

#### Kildehenvisning

Det skal alltid oppgis navn på kartdataenes eier/rettighetshaver (kildehenvisning). Dette gjelder for alle analoge og digitale kartbilder/-produkter som Jernbaneverket utarbeider selv eller som eksternt konsulentfirma utarbeider for Jernbaneverket.

Plassering:

- i tekstdokumenter skal kildehenvisningen oppgis rett under det enkelte kartbildet.
- på tegninger/illustrasjoner skal kildehenvisningen oppgis i tilknytning til tittelfeltet (eller tilsvarende).
- i digitale modeller skal kildehenvisningen helst være synlig hele tiden, men som minimum skal den vises ved oppstart av modellen (ved skjermdump/utskrift av modellen skal dette merkes på samme måte som tekstdokumenter dersom modellens opprinnelige kildehenvisning ikke er synlig/lesbar)

Utforming:

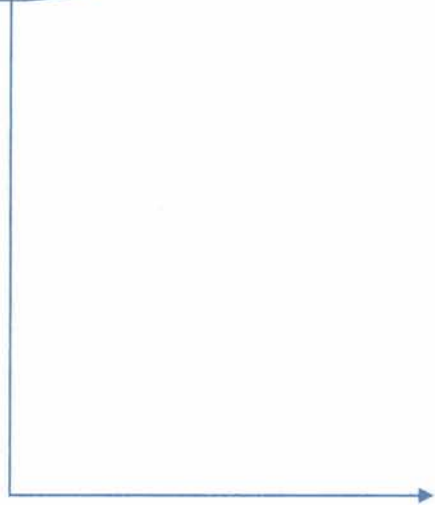
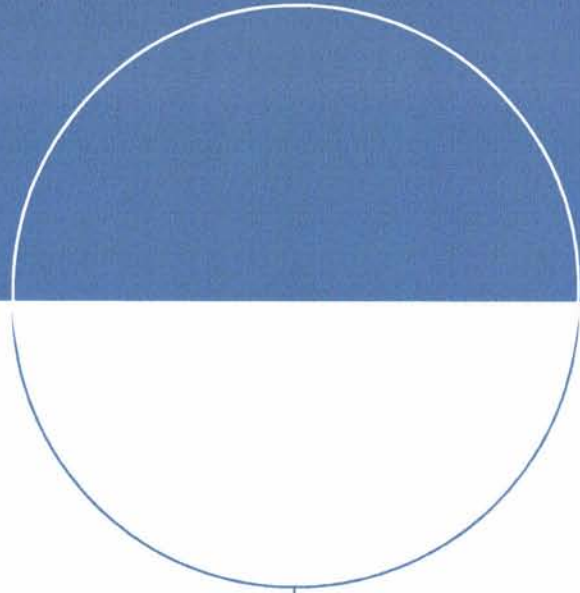
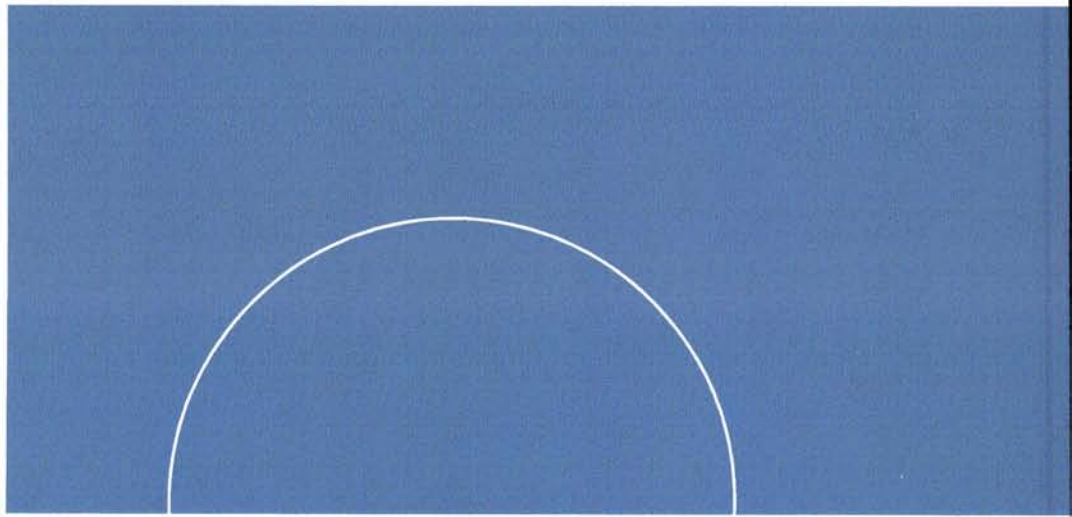
- dersom kartbilde-/produkt er utarbeidet med utgangspunkt i digitale kartdata fra Norge digitalt-samarbeidet skal kildehenvisningen oppgis på følgende måte: "Kilde: Norge digitalt" (dette gjelder også ved skjermdump/utskrift fra Jernbaneverkets kartdatabaser)
- dersom kartbilde-/produkt er utarbeidet med utgangspunkt i digitale kartdata fra Oslo kommune skal kildehenvisningen oppgis på følgende måte: "Kilde: Oslo kommune" (dette gjelder også ved skjermdump/utskrift fra Jernbaneverkets kartdatabaser)
- dersom kartbilde-/produkt er utarbeidet med utgangspunkt i skjermdump (eller tilsvarende) av kartdata fra kartvisningsløsninger på internetsider skal kildehenvisningen oppgis på følgende måte (eksempel): "Kilde: [www.nve.no](http://www.nve.no)"

#### Kontaktperson

Ved behov for ytterligere informasjon kan det tas kontakt med undertegnede.

Jon Haugland  
fagsjef geodata  
Jernbaneverket

telefon: 22 45 71 87 / 916 57 187  
e-post: [jon.haugland@jbnv.no](mailto:jon.haugland@jbnv.no)



Jernbaneverket  
Biblioteket



\*12TU00125\*

 **NTNU**  
Det skapende universitet