



Statens vegvesen

Geologi

Fv. 654 Røyra - Mjølstadneset
Kommunedelplan

Oppdrag

Ressursavdelinga

Nr. 2010068794-001



Region midt
Ressursavdelinga
Berg- og geoteknikkseksjonen
2010-03-25



Statens vegvesen

Region midt
Ressursavdelinga
Berg- og geoteknikkseksjonen

www.vegvesen.no

Oppdragsrapport

Nr. 2010068794-001

Labsysnr.

Geologi

Fv. 654 Røyra - Mjølstadneset
Kommunedelplan

Fv. 654 Røyra - Mjølstadneset
Kommunedelplan
Ingeniørgeologisk rapport

UTM-sone	Euref89 Ø-N	Oppdragsgiver:	Antall sider:
33	19445 - 6944672	Rm v/Siv Sundgot	11
		Dato:	Antall vedlegg:
		2010-03-25	1
Kommune nr.	Kommune	Utarbeidet av (navn, sign.)	Antall tegninger:
1515	HERØY	Finn Sverre Karlsen	
Papirarkivnummer		Seksjonsleder (navn, sign.)	Kontrollert
		Per Olav Berg	Stig Lillevik
Sammendrag			

På oppdrag fra plan- og prosjekteringsseksjonen har berg- og geoteknikkseksjonen utført ingeniørgeologisk kartlegging for kommunedelplan mellom Røyra og Mjølstadneset

Det er lansert to alternativer; ett nordre og ett søndre. Det nordre alternativ innebærer blant annet to tunneler, mens det søndre innebærer en tunnel og ei bru. Formålet med feltundersøkelsene har vært å vurdere geologi i forhold til en mulig gjennomføring av disse alternativene.

Berggrunnen i området består ifølge Norges geologiske undersøkelses berggrunnskart av gneiser, amfibolitter og stedvis eklogitter. Bergartene er tydelig preget av deformasjon og viser gjennomgående fire sett med strukturer hvor folder og skjærsoner inngår.

Hele området som innbefatter begge alternativene er undersøkt feltgeologisk. I tillegg har man utført totalsonderinger ved ett av påhuggsområdene. Disse indikerer 1-3 meters dybde ned til fjell.

På bakgrunn av undersøkelsene er det funnet gunstige forhold for tunnelpåhugg og tunneldriving. Det er moderat til god overdekning for alle tre tunnelene. Det er ikke registrert sårbar vegetasjon og terreng over tunneltraseen.

Med tanke på ingeniørgeologiske forhold ved tunnelbygging vurderes begge trasealternativene som gjennomførbare.

Emneord:

Geologi, kommunedelplan, grunnundersøkelser, tunnel

Distribusjonsliste	Antall	Distribusjonsliste	Antall
Siv Sundgot, Rm		Per Olav Berg, Rm Res Stig Lillevik, Rm Res Ove Strømme, Rm Res	

GEOTEKNISK PROSJEKTKLASSE

Vurdering av		Prosjekt klasse
Vanskelig-hetsgrad	Skade-konsekvens	
Lav	Mindre alvorlig	
Middels	Alvorlig	
Høy	Meget alvorlig	

Skade-konsekvens	Vanskelighetsgrad		
	Lav	Middels	Høy
Mindre alvorlig	1	1	2
Alvorlig	1	2	2
Meget alvorlig	2	2	3

Prosjektklassen er fastsatt av			
	Enhet/Navn	Sign.	Dato
Geoteknisk prosjekterende			
Oppdragsgiver			

Kommentarer til valg av geoteknisk prosjektklasse

PROSJEKTKONTROLL

Prosjektkontroll i henhold til NS 3480			
	Enhet/Navn	Sign.	Dato
Gjennomlesning/Helhetsvurdering			
Teknisk prosjektkontroll etter prosjektklasse 2			
Teknisk prosjektkontroll etter prosjektklasse 3			

Geoteknisk prosjektklasse	Kontroll av prosjekteringen
1	<u>Enkel kontroll.</u> Kontrollen utføres av den person som har utført prosjekteringen.
2	<u>Vanlig kontroll.</u> Kontrollen utføres av en annen geoteknisk kyndig person enn den som har utført prosjekteringen.
3	<u>Skjerpet kontroll.</u> I tillegg til <u>vanlig kontroll</u> også kontroll av en person eller organisasjon som er uavhengig av den geotekniske prosjekterende.

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	INNLEDNING.....	2
2	UTFØRTE UNDERSØKELSER.....	3
3	GRUNNFORHOLD	3
3.1	Topografi og løsmasser.....	3
3.1.1	Topografi.....	3
3.1.2	Blotningsgrad.....	4
3.1.3	Kvartærgeologi, løsmasser og mektighet.....	4
3.2	Berggrunnsgeologi.....	4
3.3	Strukturgeologi	7
3.4	Hydrogeologi	9
4	INGENIØRGEOLOGISK VURDERING OG KONKLUSJON.....	9
4.1	Nordre alternativ	9
4.1.1	Tunnel A	9
4.1.2	Tunnel B.....	9
4.2	Søndre alternativ	9
4.2.1	Tunnel C.....	9
4.3	Tunneldriving.....	10
4.4	Hydrogeologi, natur og miljø.....	10
4.5	Bygningsbesiktigelse og ryster.....	10
4.6	Konklusjon.....	10
5	VIDERE ARBEID OG UNDERSØKELSER	11
	REFERANSER	11

1 INNLEDNING

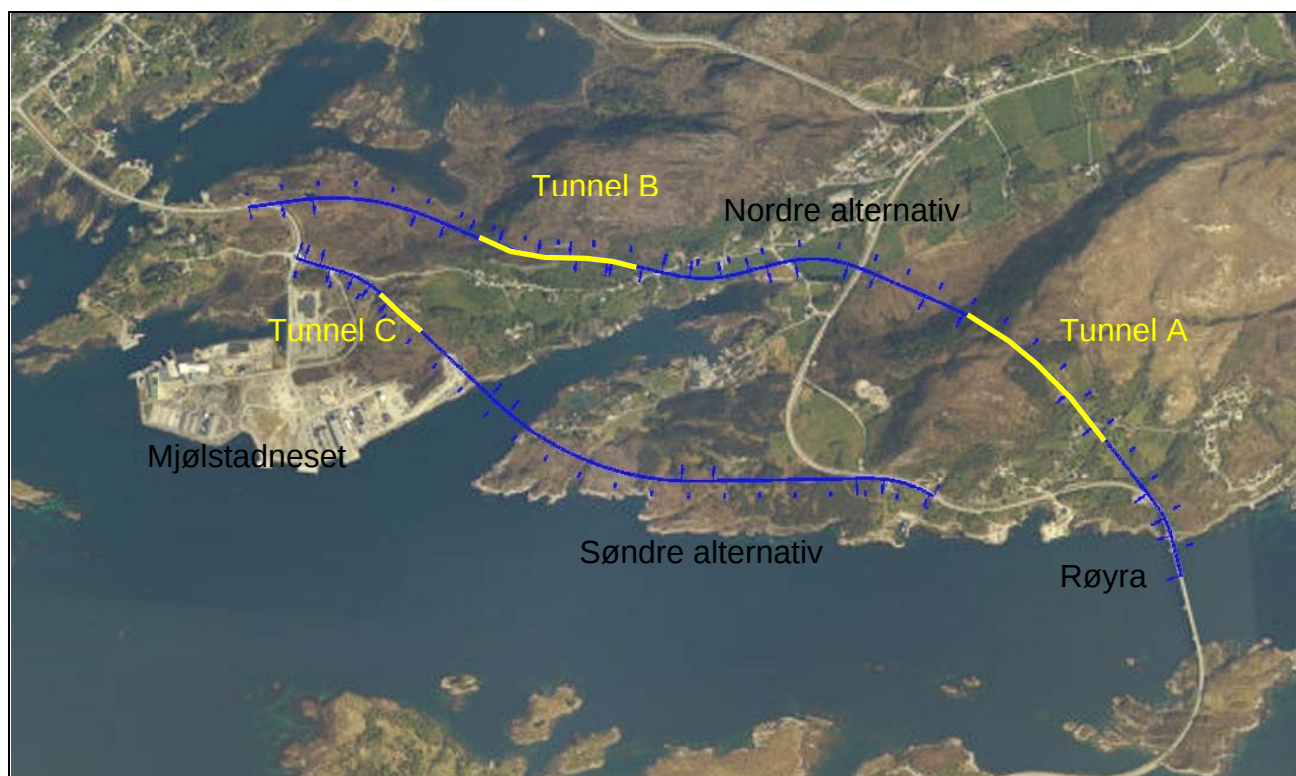
På oppdrag fra plan- og prosjekteringsseksjonen i Region midt har berg- og geoteknikkseksjonen utført geologisk kartlegging og undersøkelser for planlagte tunneltraseer i områder Røyra – Mjølstadneset på fv. 654 i Herøy kommune, se figur 1.

Bakgrunnen for oppdraget er den dårlige linjeføringa på eksisterende vegstrekning mellom Herøybrua og Mjølstanaset, se figur 1 og 2. I gjeldende kommuneplan er det tegnet inn to alternative traseer for ny fv. 654 mellom disse stedene, en nordre og en søndre. Det er ønskelig at Statens vegvesen avklarer hvilken som er aktuell å gå videre med. De to alternativene er som følger:

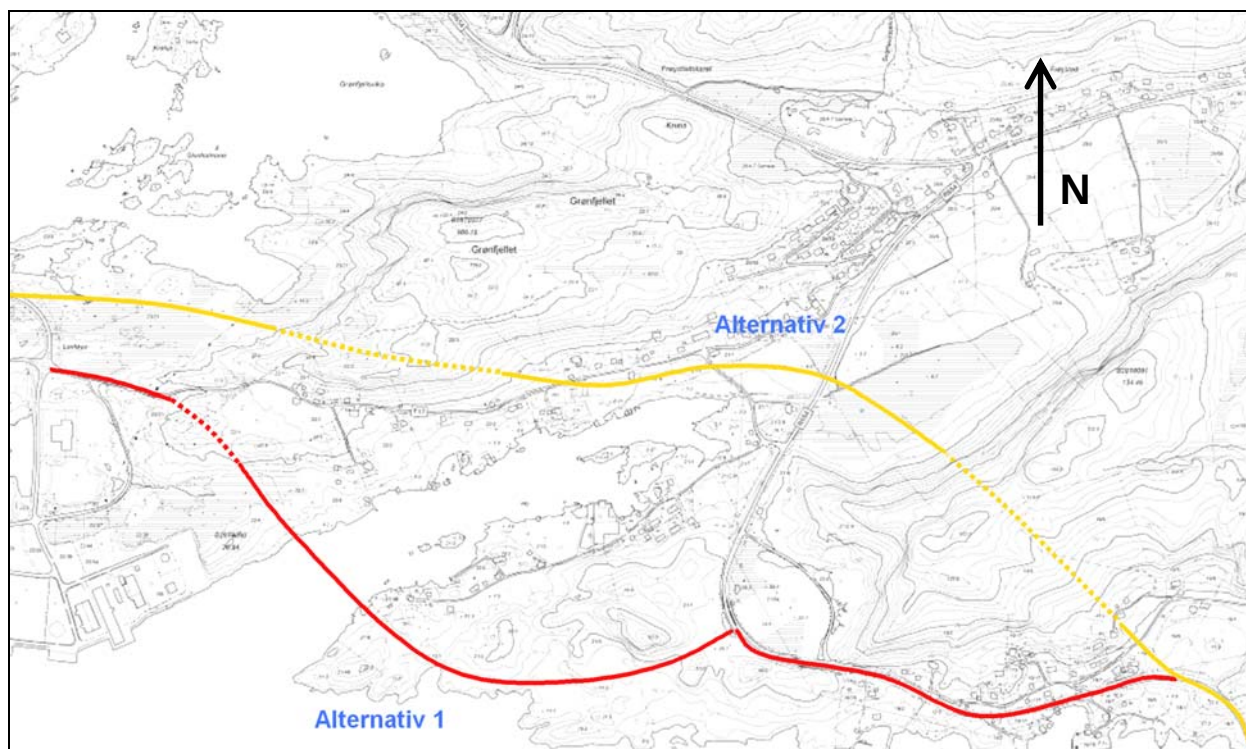
Søndre alternativ: En søndre trase som starter i kurve vest for Røyra og krysser Frøystadvågen med bro og går inn i en tunnel på om lag 110 meter. Seilingshøyde må avklares.

Nordre alternativ: En nordre trase som starter rett nord for Herøybrua og går til Mjølstadneset via to tunneler på 600 og 550 meters lengde. Alternativet kan bygges ut i to byggetrinn.

På grunnlag av utført kartlegging og undersøkelse i området har berg- og geoteknikkseksjonen utarbeidet en rapport for kommunedelplan. Rapporten oppsummerer de registrerte forholdene vedrørende generell geologi, bergarter, strukturgeologi, ingeniørgeologi og kvartærgeologi.



Figur 1: Flyfoto av det undersøkte området som viser de to alternativene.



Figur 2: Topografisk kart som viser de to alternativene.

2 UTFØRTE UNDERSØKELSER

Vinteren 2010 er det utført generell geologisk feltkartlegging i området. Videre er det utført studier av kart [ref. 1 og 2] og flyfoto [ref. 3].

Det er gjennomført totalsonderinger for begge alternativene. Disse vil bli presentert i en egen geoteknisk rapport.

3 GRUNNFORHOLD

3.1 Topografi og løsmasser

3.1.1 Topografi

Terrenget i det undersøkte området har et lavt relieff som varierer mellom daler, heier og 200 – 500 meter høye knauser og fjell. Mye av blotningene er forvitret og synes bære preg av kystklimaet. Fjellene er avrundet. Berggrunnen er stort sett bar, men er noen steder dekket av et 0,5 – 1 meters lag bestående av myr og torv i høydeområdene mens det i lavlandet domineres av marine avsetninger, se figur 3.



Figur 3: Løsmassekart over det undersøkte området. Kilde: NGU [ref. 3].

3.1.2 Blotningsgrad

Generelt er området rikt på gode fjellblotninger i terrenget, med unntak av lavlandet. De mange vegskjæringer langs eksisterende veg gjør det relativt lett å kartlegge slik at man greier å få et bra bilde av berggrunnsgeologien for hele området.

3.1.3 Kvartærgeologi, løsmasser og mektighet

Det undersøkte området er et kystlandskap som bærer preg av isens gjentatte erosjon de siste 2 millioner årene. I tillegg er området preget av kystklimaet. Nede ved sjøen finnes godt bevarte skuringsstriper, rundsva og andre former for erosjonsmerker. Da innlandsisen under siste istid var på sitt mektigste for 22 000 – 18 000 år siden, var den dominerende brebevegelsesretningen fra sørøst mot nordvest.

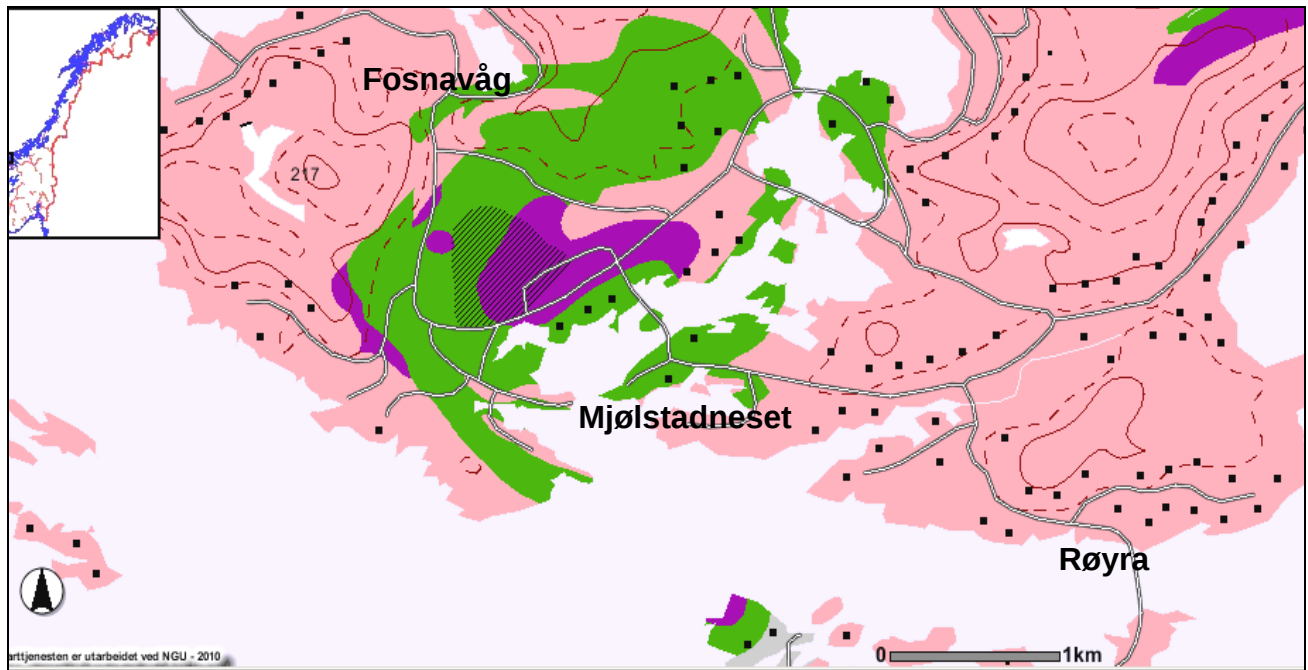
Store deler av det undersøkte området er bart fjell slik figur 3 viser. I tillegg er det marine avsetninger som dominerer som sedimenttype innenfor området. Disse finnes særlig i området ved Herøybrua i øst og ved Mjølstadneset i vest. For øvrig finnes det spredte forekomster av torv- og myravsetninger, se figur 3. I øst viser boringer at løsmassemektighetene varierer fra 1 til 3 meter. Marin grense (MG) ligger på 7 meter over havnivå [ref. 4].

Løsmassene består av myr, fast morene og grusig sand med lite steininnhold. Det pågår videre boringer for brufundamenter.

3.2 Berggrunnsgeologi

Bergarten i området består for det meste av gneiser av ulike slag, se figur 4 og 5. En finner også amfibolitter, og i spredte forekomster eklogitter. Bergartsgrensene går stort sett i nordvest – sørøstlig retning. Bergartene er opprinnelig prekambriske, men har gjennomgått sannsynligvis flere faser av deformasjon og metamorfose, hvor den mest markante av dem skjedde i samband med den kaledonske fjellkjededannelsen. Gneisens tekstur varierer en del, men i hovedsak opptrer den som

båndgneis med varierende båndtykkelse. Båndene er vekslende lyse eller mørke som kan være både rette og foldete som vist på figur 5.



Figur 4: Kart over det undersøkte området. Gneiser av ulike slag dominerer berggrunnen. Kilde: NGU.

Det undersøkte området består gjennomgående av gneis. I den vestre delen av området inngår mer basiske bergarter som amfibolitter og enkelte steder kan det også være linser av den høymetamorfe bergarten eklogitt.

Gneisen består av mineralene plagioklas, kalifeltspat, kvarts, biotitt, amfibolitt, pyroxen og sporadiske forekomster (1 %) av pyritt.



Figur 5: Nærbilde av duktilt folda båndgneis i det undersøkte området.

Bergarten har vært gjenstand for både duktil (myk) og sprø deformasjon. Myke folder og dragfolding tyder på én eller flere generasjoner av deformasjon/metamorfose på store dyp, noe tilstedeværelsen av amfibolitt og eklogitt underbygger. Metamorfosegraden har da nødvendigvis vært så høy som eklogittfacies, noe som betyr omvandling av bergartene under ekstreme trykkforhold. Metamorfosen og deformasjonen har følgelig resultert i en svært gjennomsettende tektonisk foliasjon av bergarten. Foruten foliasjonen har bergarten vært gjenstand for minst to yngre, sprø deformasjonsepisoder. Disse strukturene har betydd mye for landskapsutforming, da de fleste fjorder og daler følger disse.

Bergartene er i geologisk berggrunnskart [ref. 2] benevnt som:

- Gneis, for det meste kvartsdiorittisk til granittisk, mange steder migmatittisk, øyegneis.
- Glimmerskifer, granatglimmerskifer, glimmergneis, granatamfibolitt.
- Eklogitt.

3.3 Strukturgeologi

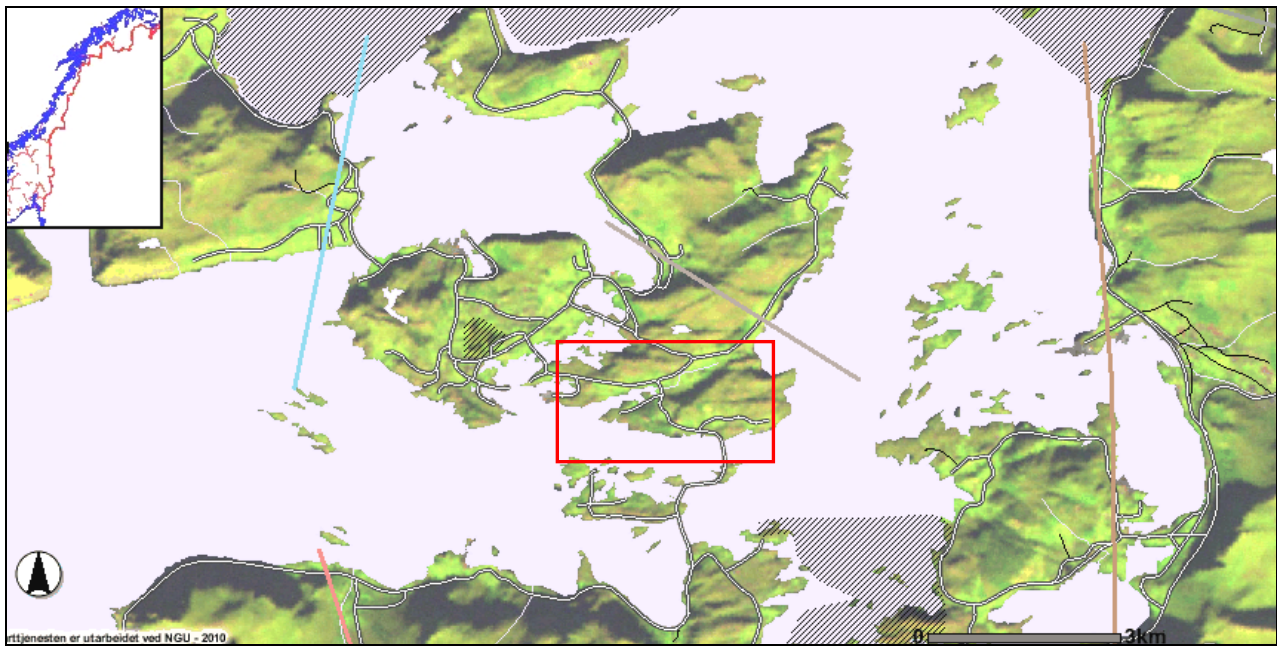
Bergartene i det undersøkte området har eruptiv opprinnelse. Disse var ikke opprinnelig lagdelte slik de er nå, men har i samband med påfølgende deformasjoner og metamorfose dannet en tektonisk (sekundær) foliasjon. Foliasjonen F1 til bergartene varierer en del i orientering i og med at den er stedvis kraftig, duktilt folda, men hovedsakelig er den orientert $340^{\circ}/70^{\circ}$.

Figur 6 og 7 illustrerer den generelle strukturgeologien for området. Som man ser her er det foruten F1 ytterligere tre strukturer, hvorav to svakhetssoner, se figur 6. Den største sonen, Sz2, en bred skjærsone, er orientert 60° og utgjør deler av Frøystadvågen og fortsetter dalen videre opp mot nordøst. Den ser ut til å være uten betydning for noen av alternativene. Det andre settet av svakhetssoner, Sz1, har orientering øst-vest og ser ut til å komme i berøring med foreslått nordre trase, og må derfor tas med i vurderingen for den endelige plasseringen av traseen. Det fjerde settet av strukturer, S1, har orientering om lag $180^{\circ}/80^{\circ}$. Disse er sprø strukturer som kan komme i berøring med det nordre alternativet.

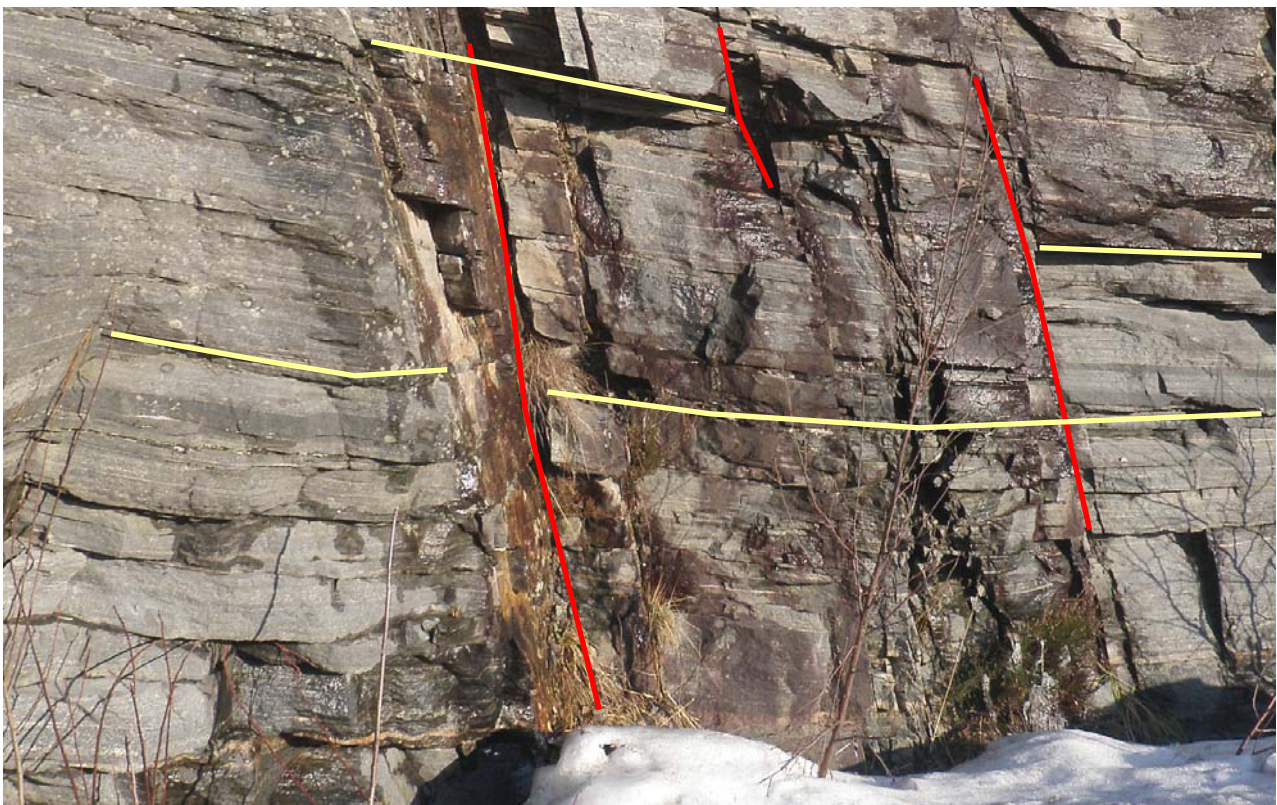
Generelt ser man stort sett to sett med strukturer ute i felt, F1 og S2. Disse former sprekkemønster slik det kommer fram på figur 8.



Figur 6: Gul er foliasjon, rød er sprø struktur S1, mørkeblå er skjærsone Sz1 mens svart er skjærsone Sz2. Nordre og søndre trase i blått



Figur 7: Kart som viser noen av de mest fremtredende lineamentene i regionen. Kilde: NGU [ref. 3].



Figur 8: Her ser vi to av struktursettene i området, F1 og S1. Disse dominerer hele området. Samme symbolikk som i figur 6.

3.4 Hydrogeologi

Det nordre alternativets østre tunnel (tunnel A) på om lag 600 meters lengde begynner litt vest for og mellom to hus hvor påhugg er planlagt. Påhugg og tunnel ligger en del høyere enn husene, slik at man kan se bort fra mulige problemer med drenering under disse. Lenger vest er det i dette alternativet en 550 meter lang tunnel (tunnel B) som går under en åsrygg. Ved denne tunnelens østre påhugg, i Frøystadvågen, går man inn i fjellet ved bebyggelse. Her bør det kartlegges mer hva angår både grunnvann og setningspotensialet. For det søndre alternativet (tunnel C) er det liten overdekning og lite influensområde med tanke på grunnvannsdrenering.

Relativt liten overdekning med en stor sannsynlighet for åpne sprekker i berget for alle tre tunnelene gjør at det må forventes drypplekkasje hele tunnellengden.

4 INGENIØRGEOLOGISK VURDERING OG KONKLUSJON

4.1 Nordre alternativ

4.1.1 Tunnel A

Tunnelen skal gå gjennom fjellet Frøystadtvas vestre del, mellom Herøybrua og Frøystadvågen, se figur 1. Østre påhugg går inn i ei slak skråning av sedimenter. Tunnelen vil få god overdekning etter ca. 30 meter. Det vestre påhugget er lagt til Frøystaddalen og går inn i en bratt ås hvor det oppnås god overdekning for tunnelen etter ca. 10 meter. Lengde på tunnelen vil bli ca. 600 meter. Overdekning øker jevnt fra øst til vest og er maksimalt ca. 100 meter før den avtar mot vestre påhugg. Tunnelen kommer til å krysse ei svakhetssone, se figur 1 og 6. Ingen sårbar flora eller og fauna er registrert på dette stadium i planleggingen.

4.1.2 Tunnel B

Tunnelen skal gå gjennom åsen Grønfjellet mellom Frøystadvågen og Straumane, se figur 1 og 6. Østre påhugg går inn i ei slak skråning av sedimenter. Tunnelen vil få god overdekning etter ca. 50 meter. Det vestre påhugget vil gå inn i Grønfjellet hvor tunnelen oppnår god overdekning etter ca. 30 meter. Lengde på tunnelen vil bli ca. 550 meter. Overdekningen øker jevnt fra både østsiden og vestsiden og vil maksimalt bli ca. 45 meter midt mellom påhuggene. Så langt en kan se kommer ikke tunnelen til å krysse svakhetssoner. Ingen sårbar flora eller og fauna er registrert på dette stadium i planleggingen.

4.2 Søndre alternativ

4.2.1 Tunnel C

Tunnelen skal gå gjennom en liten ås ved siden av gården Espeset, se figur 1 og 6. Lengde på tunnelen vil bli ca. 110 meter. Forskjæringene går begge direkte inn i fjell. Tunnelen får en maksimal overdekning på ca. 15 meter, midt mellom påhuggene. Så langt en kan se kommer ikke tunnelen til å krysse svakhetssoner. Ingen sårbar flora eller og fauna er registrert på dette stadium i planleggingen.

4.3 Tunneldriving

Det er gode påhuggsmuligheter for begge alternativer. Forskjæringer kan legges der disse er skissert på figur 2. Som før nevnt kommer det nordre alternativet til å krysse to svakhetssoner ved den østre tunnelen. Sonen som går øst – vest, se figur 6, er den som vil ha størst innvirkning på tunnelen. Det andre settet anses som mindre viktig. Ingen av de skisserte påhuggene vil innebære skredfare, bortsett fra det vestre påhugget til tunnel A hvor det vil være behov for en forlenget portal pga den bratte åssiden og muligheter for små snøskred.

Bergmassekvaliteten er vurdert som god, bortsett fra enkelte soner og sprekker som inneholder oppknust materiale, se eksempel i figur 8.

4.4 Hydrogeologi, natur og miljø

For de skisserte alternativene ser man at tunneltraseene ikke berører dreneringsmønsteret i noen av områdene.

Det er ikke registrert spesielt ømfintlige landskapsområder tilknyttet de to skisserte alternativene. Det er heller ikke registrert truede vegetasjonstyper i området som kan bli skadelidende. Tunnelene vil gå under terreng hvor vegetasjonen ikke er avhengig av grunnvann, hvis man ser bort fra et par små myrområder. Naturtypene ved og over tunnelene anses derfor ikke som truet.

Med bakgrunn i generelt tynne lag av løsmasser, topografi og lite sårbar vegetasjon over tunneltraseen er det lite sannsynlig at eventuell innlekkasje av vann vil føre til uheldige konsekvenser for det omkringliggende terrenget. Problemer knyttet til grunnvann vil i hovedsak derfor være vannlekkasjer som ulempe under tunneldrivingen, og senere behov for vann- og frostsikring av tunnelene. Det er ikke foretatt detaljert kartlegging av setningsømfintlige områder. Følgelig bør det utføres supplerende boringer i Frøystadvågen i samband med det nordre alternativet.

Utslipp av produksjonsvann fra tunnelen kan få konsekvenser for fauna og flora ved alle påhuggsområdene. For å skåne disse mot kommende naturinngrep må anleggsvannet håndteres på en miljømessig måte. Det samme gjelder fremtidig drensvann i forbindelse med tunnelvask.

For planlagte deponier på land og konsekvensene for ytre miljø i tilknytning til disse, må det gjøres vurdering for hvert deponi.

4.5 Rystelser og bygningsbesiktigelse

Som krav til bygningsbesiktigelse følges grenser for avstand til tunnelen/sprengning gitt i NS 8141 [ref. 6].

Som restriksjoner for sprengningsarbeidet for å unngå skade på byggverk anbefales det å benytte fastsatte grenseverdier for toppverdien av vibrasjoner angitt som vertikal svingehastighet i millimeter per sekund. Veiledende grenseverdier beregnes ut fra NS8141.

4.6 Konklusjon

Ut ifra de geologiske undersøkelsene som er gjort kan begge alternativ gjennomføres.

På bakgrunn av topografi, vegetasjon og geologiske forhold er det liten sannsynlighet for at eventuell innlekkasje vil kunne føre til uønskede konsekvenser for områdene omkring tunnelene i de skisserte alternativene.

5 VIDERE ARBEID OG UNDERSØKELSER

På grunnlag av resultater fra de undersøkelsene som er gjennomført hittil, vurderes behov for følgende tilleggsundersøkelser for reguleringsplan:

- Strukturmålinger og bestemmelse av Q-verdier i området.
- Geofysiske undersøkelser (seismikk og resistivitet) for nærmere kartlegging av svakhetssoner og lignende.
- Fullføre totalsonderingsboringer for begge alternativ.
- Det kan bli aktuelt å foreta poretryksmålinger for å få oversikt over eventuelle endringer i de hydrogeologiske forhold (sesongmessige variasjoner).
- Eventuell grunnvannsforsyning må kartlegges.
- Det må utføres laboratorieundersøkelser av nedknust stein for bestemmelse av mekaniske egenskaper mht. massenes egnethet til vegbyggingsformål.
- Det må påregnes systematisk sonderboring under tunneldriving i områder der det er lite overdekning, se kapittel 4. Spesielt gjelder det i alle påhuggsområdene.
- Det vil i deler av drivefasen være nødvendig med kontroll av rystelser i forhold til bebyggelse ved alle tunnelene.
- Det må foretas kartlegging av fundamenteringsforhold for byggverk ved alle tunnelene.

REFERANSER

1. **Norges Geologiske Undersøkelse (NGU)**, Tveten, E. et al (1998): Geologisk berggrunnskart over Norge, berggrunnskart Ulsteinvik (1:250 000).
2. **Norges Geologiske Undersøkelse (NGU)**, <http://www.ngu.no/kart/bg250/>
3. **Nettstedet "FINN 3D-kart"**. <http://kart.finn.no/3d/>
4. **Svendsen J. I. and Mangerud J.** "Late Weichselian and Holocene sea-level history for a cross-section of western Norway", Journal of Quaternary science, 1987, Longman Group UK Ltd
5. **Norsk Standard (2001):** NS8141 Vibrasjoner og støt. Måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk.