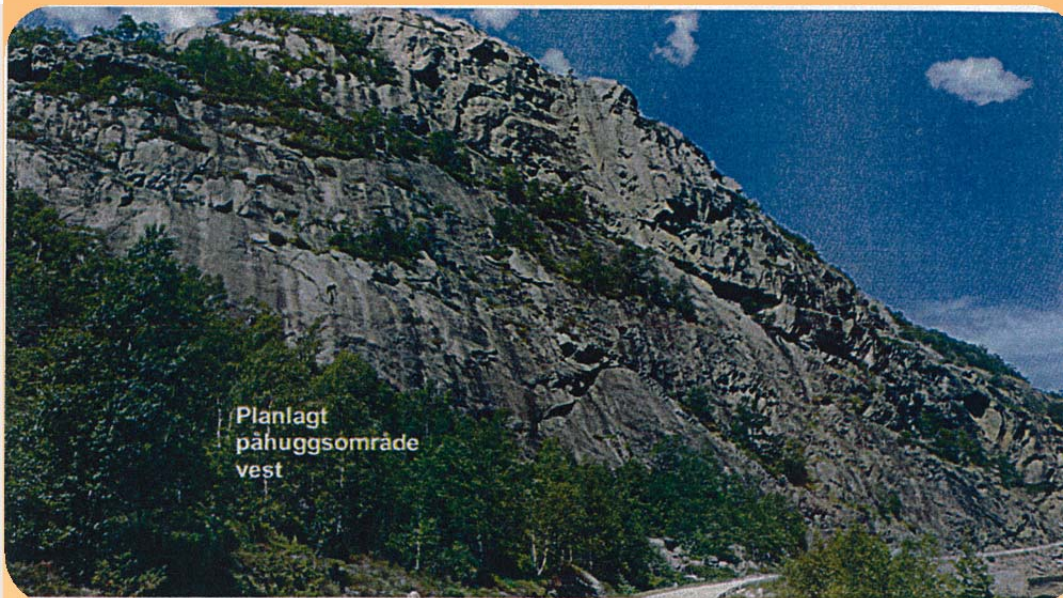


## Rassikring Fv42 Gyadalen Ingeniørgeologisk rapport

**Oppdragsgiver:**  
Rogaland Fylkeskommune

Rapportnr. 215200-1

**Dato:**  
21. oktober 2011

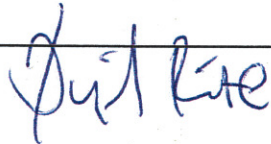


**Geologiske forhold. Anleggstekniske vurderinger. Sikringsprognoser**

Grønde for  
prosjektet,  
eventuelt rik til  
prosjektsider  
på ankonova,  
vegvesen....



# Rapport

Oppdragsgiver:	<b>AnkoNova AS</b>	
Oppdrag:	<b>Fv 42 Gyadalen Tunnel. Veiskjæringer. Rassikring</b>	
Emne:	<b>Ingeniørgeologisk rapport Geologiske forhold. Anleggstekniske vurderinger. Sikringsprognoser</b>	
Dato:	<b>8. juli 2011</b>	
Rev. - Dato	<b>Rev. 1 - 18. oktober 2011</b>	
Oppdrag- / Rapportnr.	<b>215200 - 1</b>	
Oppdragsleder:	<b>Øyvind Riste</b>	Sign.: 
Saksbehandler:		Sign.:
Kontaktperson hos Oppdragsgiver:	<b>Svein Assersen</b>	
Sammendrag:	<p>Prosjektet <i>Rassikring Fv 42 Gyadalen</i> omfatter utbedring av deler av en strekning på 3.350 m langs Gyavatnet. På et parti planlegges veien lagt i tunnel. Deler av veistrekingen er rasutsatt.</p> <p>Berggrunnen i området består av kvarts- og feltspatrike gneiser. I henhold til tabell 7.1 i Statens vegvesen Håndbok 021 - Vegtunneler - vurderes størstedelen av tunnelen å ligge i nedre del av bergmasseklasse A/B og C med typiske Q-verdier i området 12-4 (god til middels bergmassekvalitet). I henhold til denne tabellen tilsvarer dette at stabilitetssikringen består av spredt til systematisk bolting (c/c 2.0 m) og 8 cm fiberarmert sprøytebetong. Lokalt i tilnytning til sleppe- og svakhetssoner klassifiseres berget i bergmasseklasse D til E med Q-verdier i området 4-0.1 (dårlig til meget dårlig) der stabilitetssikringen må påregnes å bestå av systematisk bolting c/c 1.5 m og fiberarmert sprøytebetong, tykkelse 10-15 cm, og armerte sprøytebetongbuer på noen partier.</p> <p>Tunnelpåhugg vest (profil 1050) er planlagt ved foten av en steil bergvegg. Det må utføres sikring i denne bergveggen før etablering av påhugget. Permanent må det etableres en betongportal med lengde minimum 10 m. Det er liten overdekning både vertikalt og sideveis langs tunnelen de siste ca. 70 meterne før påhugg øst (profil 1980-2050). Det kan ikke utelukkes at plasseringen av påhugget vil bli forskjøvet mot vest i forhold til det som er vist på planene. Dette må ses nærmere på under detaljprosjekteringen. Videreføring av veien fra påhugg øst og østover betinger at det må foretas graving i en urskråning mellom profil 2130 og profil 2200. Dette vurderes å være forsvarlig fordi den nedre delen av urskråningen ligger med en skråningsvinkel som er vesentlig mindre enn rasvinkelen i urmasser. På denne strekingen må det under detaljprosjekteringen foretas vurderinger før valg av rassikringstiltak (rasvoll, rassikringsgjerde eller betongkultvert/rasoverbygg).</p> <p>For øvrig vil utbedringen av Fv 42 medføre etablering av tildels høye, utsprengte skjæringer hvor det må forutsettes utført sikring med bolter og steinsprangnett/isnett. På strekingen fra eksisterende tunnel og østover (profil 2820-3200) må det også foretas inspeksjon av naturlige fjellsider over de utsprengte skjæringsveggene for å vurdere om det må utføres rassikringstiltak (bolter, nett, eventuelt rassikringsgjerde).</p>	



## Innholdsfortegnelse

1.	Innledning.....	4
2.	Grunnlagsmateriale .....	5
3.	Utførte arbeider .....	5
4.	Geologiske forhold.....	5
4.1	Topografi og løsmasser.....	5
4.2	Bergartsfordeling .....	6
4.3	Kvalitet på sprengstein.....	6
4.4	Detaljoppsprekning .....	7
4.5	Svakhetssoner .....	8
4.6	Spenningsforhold .....	8
5.	Hydrogeologiske forhold.....	8
5.1	Grunnvann.....	8
5.2	Sensitive naturområder .....	8
6.	Anleggstekniske vurderinger.....	9
6.1	Påhuggsområder.....	9
6.2	Tunneltrasé/tunnellengde.....	13
6.3	Innlekkasjer.....	13
6.4	Bebyggelse.....	13
6.5	Sprengningsrystelsenes betydning for utløsning av steinsprang.....	14
6.6	Fremføring av vei i dagen .....	14
6.6.1	Strekningen mellom profil 500 og profil 1040 .....	14
6.6.2	Strekningen fra profil 2050 til 2200.....	16
6.6.3	Strekningen mellom profil 2815 og profil 3380 .....	19
7.	Sammenstilling rassikringstiltak .....	21
8.	Bergmasseklasse og sikringsklasse i tunnel .....	22
9.	Sikringsprognose tunnel .....	22
9.1	Arbeider foran stuff.....	22
9.1.1	Sonderboring.....	22
9.1.2	Injeksjonsarbeider .....	22
9.2	Sprengningsarbeider .....	22
9.2.1	Sprengning med reduserte salvelengder .....	22
9.2.2	Sprengning med oppdelt salvetverrsnitt.....	22
9.3	Stabilitetssikring .....	23
9.3.1	Forbolter.....	23
9.3.2	Spettrensk.....	23



---

9.3.3	Bolter.....	23
9.3.4	Sprøytebetong.....	23
9.3.5	Sprøytebetongbuer.....	23
9.3.6	Full utstøpning.....	23
9.3.7	Utsøpning av såle.....	23
9.4	Vann- og frostsikring.....	23
9.5	Sammenstilling.....	24
10.	Prognose stabilitetssikring/rassikring i dagen.....	25
10.1	Profil 0-1050.....	25
10.2	Sikring over påhugg vest.....	25
10.3	Profil 2050-2130.....	25
10.4	Profil 2130-2200.....	25
10.5	Profil 2850-3200.....	25
10.6	Sammenstilling.....	26
11.	Grunnundersøkelser.....	27

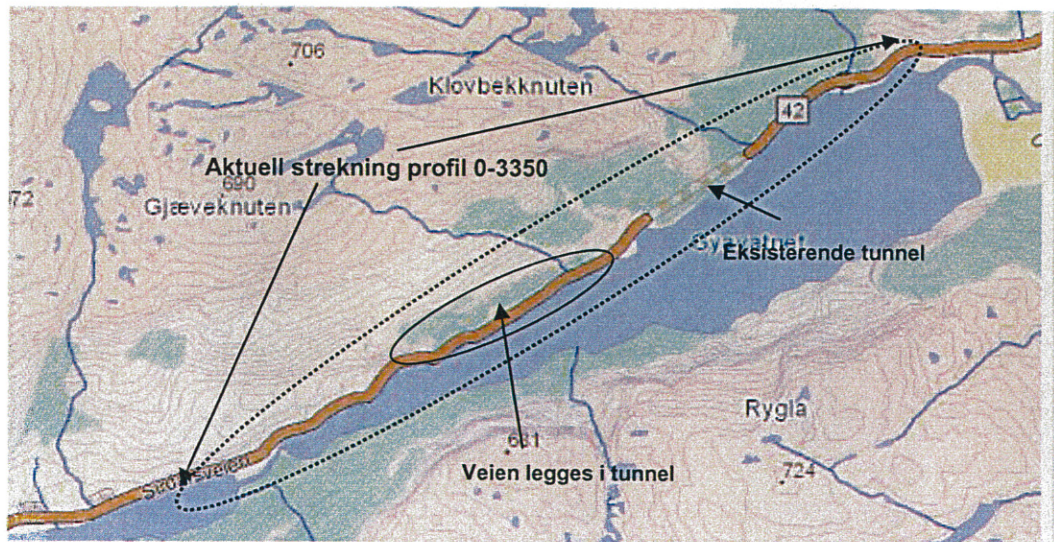
## 1. Innledning

Prosjektet *Rassikring Fv 42 Gyadalen* omfatter utbedring av en strekning på 3.350 m langs Gyavatnet. På et parti skal veien legges i tunnel. Deler av veistrekningen er rasutsatt.

Området ligger i Eigersund kommune og er vist på figur 1 og figur 2. På strekningen mellom profil 0 og profil 1050 skal utbedringsarbeidene utføres dels ved at ny vei følger dagens trasé, dels ved at ny vei legges på utfyllinger i Gyavatnet og dels ved at ny vei etableres ved utsprenget av skjæring. På strekningen mellom profil 1050 og profil 2050 skal veien legges i en ny tunnel. Mellom profil 2050 og 2200, fra påhugg øst ny tunnel, forskyves traseen mot nord. Mellom profil 2320 og profil 2820 ligger Fv 42 i tunnel, og på denne delen er det ikke behov for utbedringstiltak. Mellom profil 2820 og profil 3220 skal utbedringsarbeidene utføres ved å gå inn i skråningen/fjellsida mot nord. Mellom profil 3220 og 3350 følger ny vei dagens trasé.



Figur 1



Figur 2



Rapporten inneholder:

- beskrivelser av de geologiske forholdene i prosjektområdet
- beskrivelse av nye veitrasé i dagen med vurderinger av rassikringstiltak og sikringstiltak i utsprengte skjæringer, samt prognoser for disse sikringstiltakene
- vurderinger av påhuggsområder for ny tunnel, samt beskrivelse av sikringstiltak i påhuggsområdene
- beskrivelse av tunneltrasé og prognoser for stabilitetssikring og vann- og frostsikring

Rapporten er utarbeidet i forbindelse med reguleringsplanarbeidet. Når det gjelder den planlagte veitunnelen, har rapporten tatt utgangspunkt i kapittel 2.4 i Statens vegvesen Håndbok 021 - vegtunneler, utgave mars 2010 - m.h.t. hvilke momenter som bør inngå i en geologisk rapport på reguleringsplannivå.

Rapporten er en revidert utgave av rapporten utarbeidet i juli 2010. Revisjonen skyldes at planlagt, ny tunnel er forlenget mot øst. Påhugg vest er lokalisert på samme plass som i planene som lå til grunn for rapporten i juli 2010, mens påhugg øst er forskjøvet 500 m mot øst.

## 2. Grunnlagsmateriale

Følgende grunnlagsmateriale er benyttet:

- Berggrunnsgeologisk kart Mandal, målestokk 1:250.000, Norges Geologiske Undersøkelser
- Tegninger B01, C01-C05 (plan og profil), U01-U017 (tverrprofiler), Fv 42 Gyadalen, AnkoNova AS

## 3. Utførte arbeider

Geologisk feltkartlegging i området er utført i mai og juni 2010, og i august 2011 i forbindelse med at planene er justert.

## 4. Geologiske forhold

### 4.1 Topografi og løsmasser

Gyavatnet ligger på kote 165. Fjellområdene både nord og sør for vannet når høyder på kote 6-700.

Eksisterende Fv 42 ligger på nordsida av vannet, og på flere partier langs Gyavatnet på den aktuelle strekningen ligger det urmasser i skråningen mellom veien og overliggende, steilere fjellsider. Urskråningen ligger med helningsvinkel rett i overkant av 30° som er litt slakere enn normal rasvinkel i urmasser (36°). På partier fortsetter også urmassene ut i Gyavatnet. Det er foretatt lodding i Gyavatnet i de områdene der utfylling i vannet er vurdert som mulig løsning for utbedring av veistrekningen (kfr. kapittel 6.6).



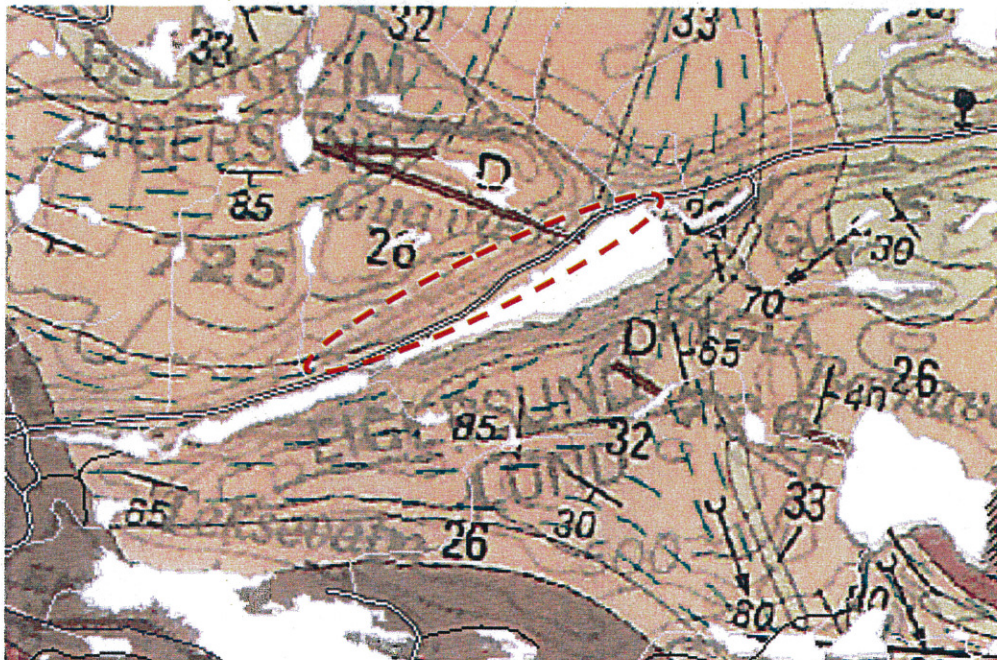
#### 4.2 Bergartsfordeling

Berggrunnen i prosjektområdet består av kvarts- og feltspatrike gneiser. Utsnitt av berggrunnsgeologisk kart er vist på figur 3. Foliajonen stryker N20°Ø med middels fall (40-50°) mot SØ. Foto 1 viser en typisk bergartsblotning i en skjæring langs eksisterende vei.

Berggrunnen nord og sør for området består av båndgneiser (feltene med grønne, stiplede streker på figur 3).



Foto 1



Figur 3

#### 4.3 Kvalitet på sprengstein

Sprengsteinsmasser av kvarts- og feltspatrike gneiser må forventes å kunne benyttes i forsterkningslaget i veien. Sprengsteinsmasser av kvarts- og feltspatrike gneiser klassifiseres normalt m.h.t. telefarlighet som T1 masser (ikke telefarlige), og en sprengsteinsfylling av disse bergartene klassifiseres normalt i bæreevnegruppe 1.



Det er ikke utført laboratorietesting av bergarten, og slik prøvetaking og testing må utføres før øvrige bruksområder i vegbygging kan vurderes.

Ut fra registreringer i veiskjæringer er bergarten på partier tett oppsprukket og forvitret slik at kvaliteten av den grunn kan være noe dårligere i den øverste dagfjellssona.

Ved tunneldriving vil sprengsteinsmasser av kvarts- og feltspatrike gneiser kunne benyttes i anleggskjørebane. Dette medfører at tilkjøring av eksterne sprengsteins-/pukkmasser i utgangspunktet ikke er nødvendig.

#### 4.4 Detaljoppsprekning

Registreringer langs veiskjæringer viser at berggrunnen gjennomsettes av følgende hovedsprekkeretninger:

- Sprekker med strøk N60-70°Ø og fall 55-70°SØ, sprekkeavstander typisk 0.5-1 m
- Sprekker med strøk N155-170°Ø og fall 80-90°V, sprekkeavstander typisk 0.3-1 m
- Sprekker med strøk N90-110°Ø og fall 20-30°N, sprekkeavstander typisk 0.5-1.5 m

Oppsprekningsgraden varierer fra liten (volumetrisk sprekketall  $J_v$  på 2-3) til moderat til stor (volumetrisk sprekketall  $J_v$  på 5-12). Områdene med moderat/stor oppsprekningsgrad er lokalisert til partiet langs eksisterende vei som ligger på det utstikkende neset sørøst for profil 1250 (kfr. foto 2). Det antas at den relativt sett høyere oppsprekningsgraden i dette området kan være en kombinasjon mellom dagfjellspåvirket bergmasse og sekundær oppsprekning som følge av lite skånsom utsprengning av skjæringene på dette partiet.



Foto 2

Oppsprekningsgraden i berggrunnen i den utsprengte skjæringen ved ca. profil 1530 (kfr. foto 3) antas å være mer representativ for den oppsprekningsgraden som kan forventes i en tunnel. Oppsprekningsgraden er her liten til moderat med et volumetrisk sprekketall på 2-7.





Foto 3

#### 4.5 Svakhetssoner

På figur 8 er utgående av antatte svakhetssoner som tunnelen vil krysse, vist. Sonene antas å ha mektighet på 5-15 m.

#### 4.6 Spenningsforhold

Det er ikke utført spenningsmålinger i bergmassivet langs tunneltraseen.

### 5. Hydrogeologiske forhold

#### 5.1 Grunnvann

Terrenget langs tunnelen består av blottlagt berg og ubetydelig med løsmasser.

Det foreligger ikke data på dybden til grunnvannsstanden, men langs traseen vil denne styres av topografien og ligge dypt.

Vurderinger av risikoen for innlekkasjer i tunnelen er gitt i kapittel 6.3.

#### 5.2 Sensitive naturområder

Det er ikke naturområder langs traseen som er spesielt sensitive for grunnvannspåvirkning.



## 6. Anleggstekniske vurderinger

### 6.1 Påhuggsområder

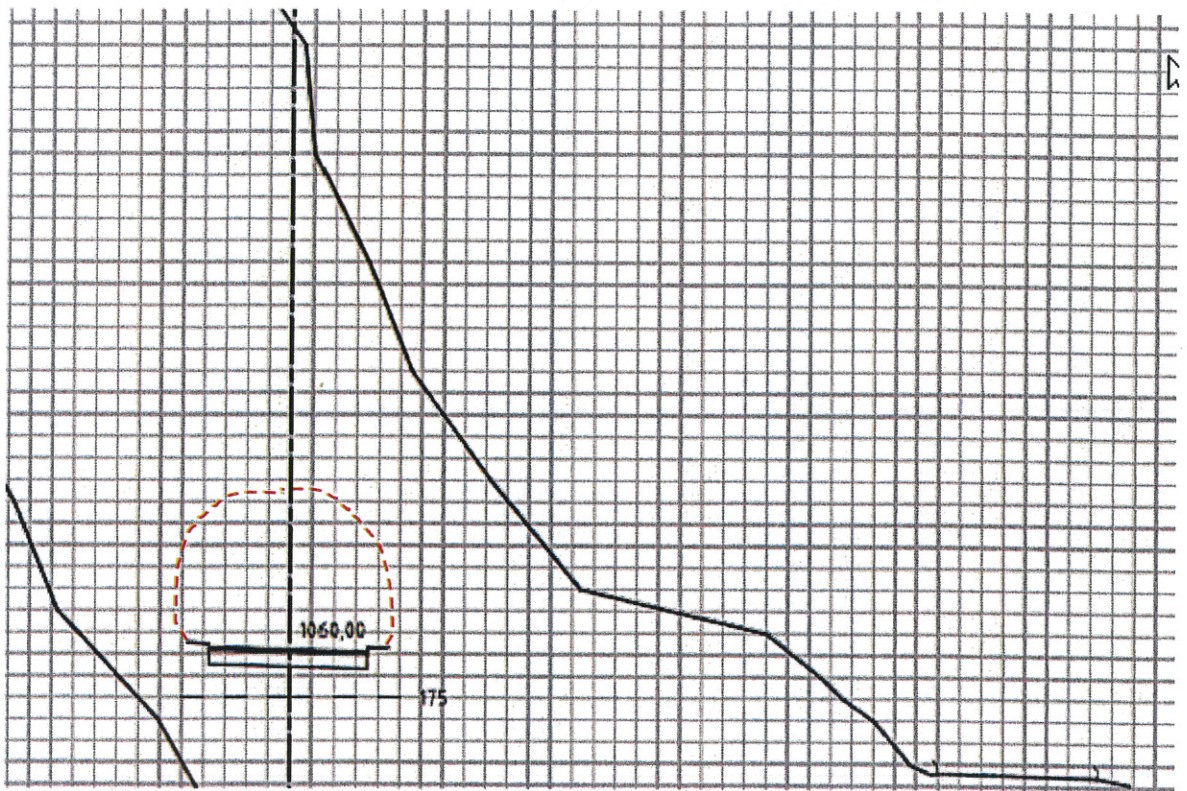
Påhuggsområde vest er vist på foto 4.



Foto 4 Opprinnelig tunnelpåhugg lå i høyre billedkant. Påhugget er forskjøvet mot venstre på bildet, fortsatt under en steilere bergvegg, men stabilitetsforholdene er bedre i denne delen av fjellveggen. Det må likevel utføres rassikring i denne fjellveggen med bolter og eventuelt nett av hensyn til sikkerheten i anleggsfasen, samt at det permanent vil være behov for en betongportal som strekker seg minimum 10 m ut forbi bergveggen

Påhuggsområdet grenser til en fjellvegg som når høyde på 100-120 m over planlagt veinivå. Det må foretas rassikring i fjellveggen over påhuggsområdet samt at det vil være nødvendig med en betongportal med minimum 10 m lengde på utsiden av påhugget. Selve tunnelpåhugget etableres med minimalt med sprengning. Det vil derfor bli et "skjevt", utsprengt påhugg på grunn av at veilinja går skrått inn mot fjellveggen





Figur 4 Tverrprofil påhugg vest (én rute = 1 m)

**Påhuggsområde øst** ligger i en skråning uten urmasser. Det er registrert fast fjell langs eksisterende vei i dette området, kfr. foto 5. Området vises også på foto 8. Nord for påhuggsområdet stiger imidlertid terrenget brattere med urmasser langs foten av skråningen. Dette er nærmere beskrevet i kapittel 6.6.2.

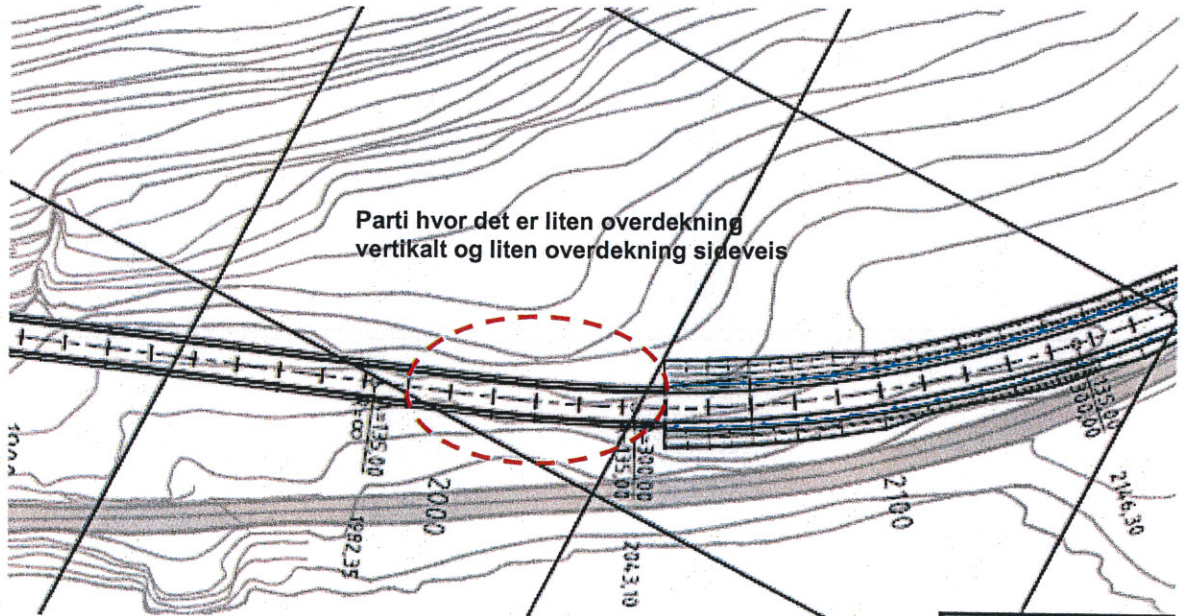


Foto 5 Ny veilinje ligger inne i skråningen til høyre på bildet

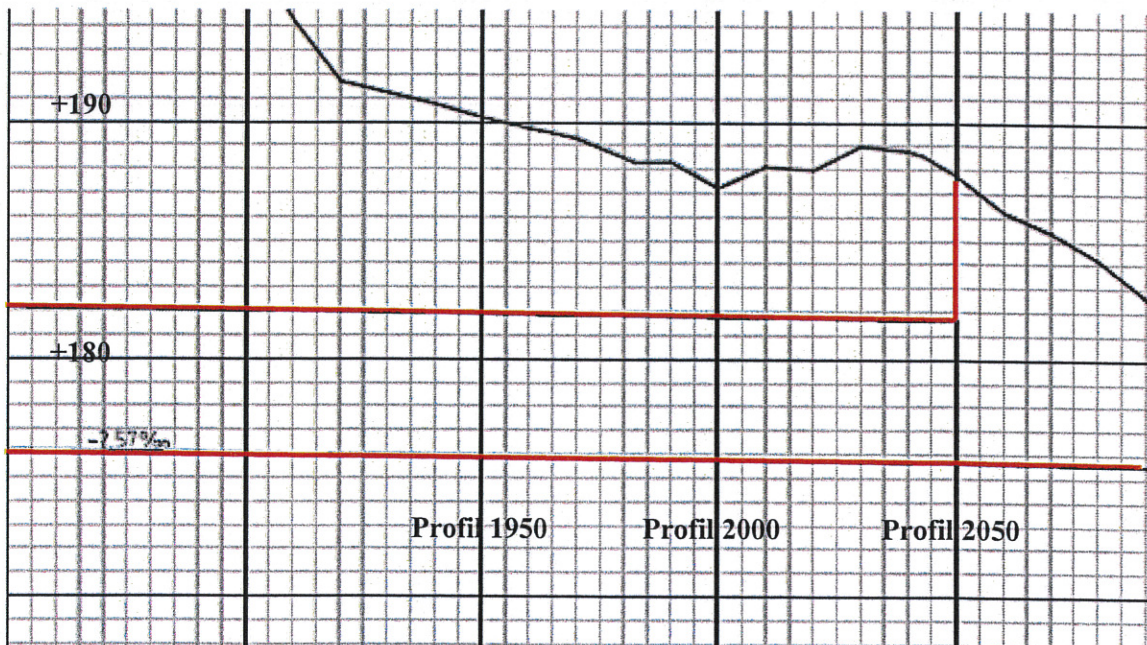
Langs tunnelen på strekningen fra profil 1980 til planlagt påhugg, profil 2050, vil det være liten bergoverdekning både vertikalt og sideveis. Spesielt den sideveise overdekningen vil



være liten. Det er derfor en viss usikkerhet knyttet til eksakt påhuggsplassering, og det kan ikke utelukkes at dette kan bli liggende lenger vest enn skissert på planen.

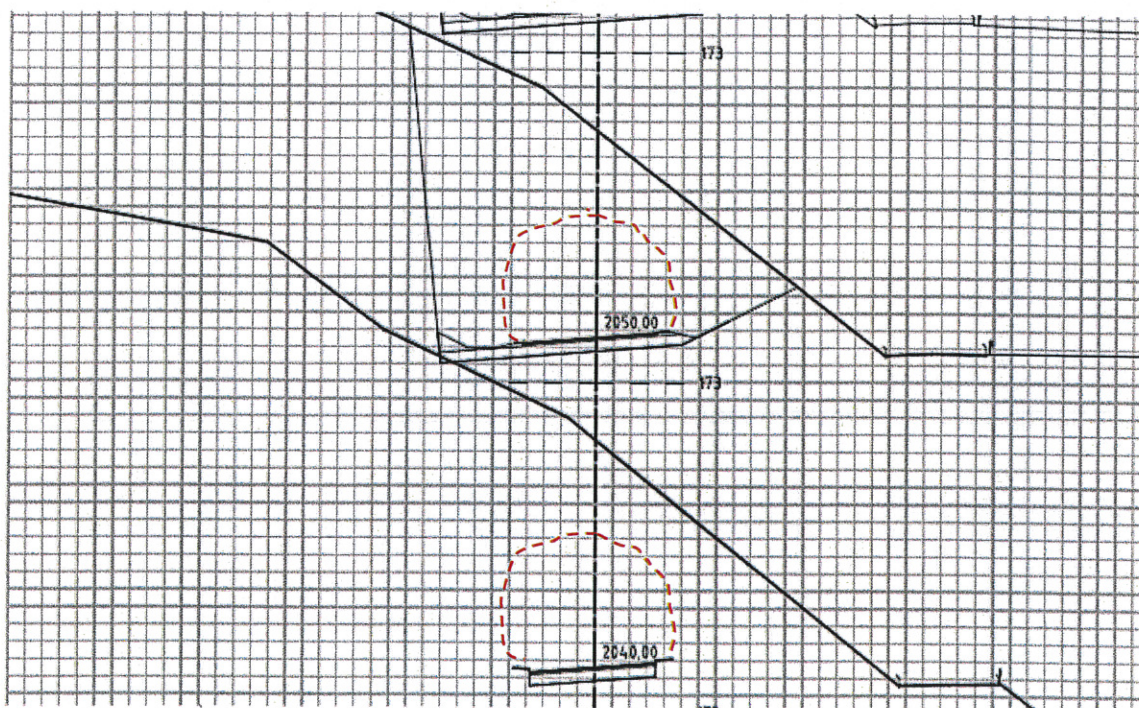


Figur 5 Plan, profil 1900-2170 (tunnelpåhugg profil 2050)



Figur 6 Lengdeprofil i påhuggsområde (én rute = 1 m)





Figur 7 Tverrprofil i påhuggsområde øst (én rute = 1 m)

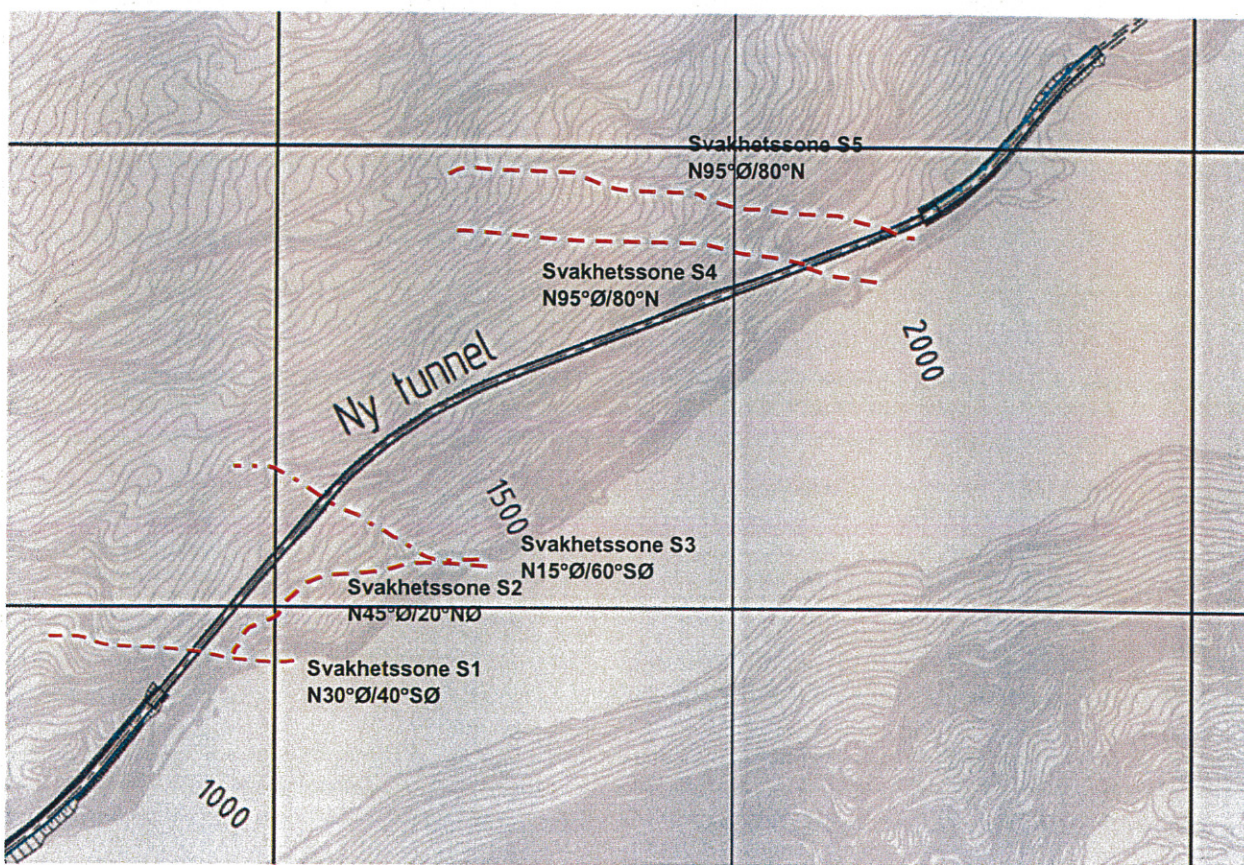


## 6.2 Tunneltrasé/tunnellengde

Foreslått tunneltrasé er vist på figur 8.

Overdekningen vil bli typisk 50-120 m bortsett fra langs de siste 100-150 m før påhugg øst hvor bergoverdekningen vil bli 5-10 m. Som nevnt i kapittel 6.1, vil bergoverdekningen sideveis på strekningen fra profil 1980 til planlagt påhugg, profil 2050, bli liten.

Tunneltraseen må som nevnt i kapittel 4.5, krysse 4-5 svakhetssoner, men ingen av disse vurderes å medføre særlig store anleggstekniske problemer utover tyngre sikring med sprøytebetong og eventuelt armerte sprøytebetongbuer.



Figur 8 Foreslått tunneltrasé. Antatte svakhetssoner er vist med rød, stiplet strek

## 6.3 Innlekkasjer

I tunnelen må det påregnes drypplekkasjer. Det vurderes som lite sannsynlig at det under driving av tunnelen påtreffes lekkasjesoner som vil kreve injeksjon. Det anbefales likevel at det utføres systematisk sonderboring under driving for å lokalisere eventuelle lekkasjesoner. Spesielt nevnes at tunnelen må passere et bekkeløp ved profil 1900 hvor bergoverdekningen er ca. 15 m.

## 6.4 Bebyggelse

Det er ikke bebyggelse i nærheten av tunnelpåhuggene eller langs traseen.



## 6.5 Sprengningsrystelsenes betydning for utløsning av steinsprang

Avstanden fra den planlagte tunnelen til fjellpartiene langs Gyavatnet er i hovedsak 100-200 m bortsett fra ved begge påhuggsområdene hvor avstanden kun vil være noen få meter.

I eksisterende veiskjæringer og i naturlige bergvegger er det flere partier med dårlig og ustabil berg.

Disse skjæringene må holdes under oppsikt under utspregning. Spesielt nevnes strekningen langs dagens vei som ligger sideveis sør for tunnelen mellom profil 1000 og profil 1200. Bergmassen her er tett oppsprukket, og eksisterende vei går delvis i en skjæring med overheng.

## 6.6 Fremføring av vei i dagen

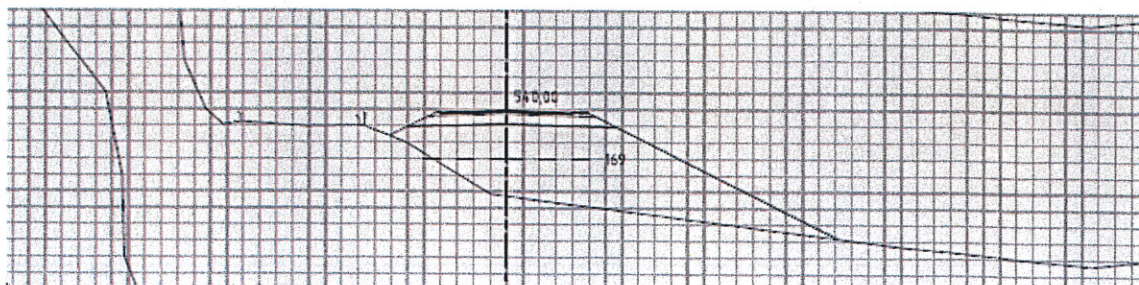
I det etterfølgende er utvalgte veistrekkninger i dagen beskrevet.

### 6.6.1 Strekningen mellom profil 500 og profil 1040

Mellom profil 500 og profil 600 er traseen i forhold til tidligere planer justert mot sør som medfører utfylling i Gyavatnet. Vandybdene medfører moderate utfyllinger, men det må foretas grunnboringer i vannet for å dokumentere stabilitetsforholdene for en utfylling. Tilsvarende gjelder mellom profil 760 og profil 850.



Foto 6 Veilinja flyttes mot sør som medfører utfylling i Gyavatnet



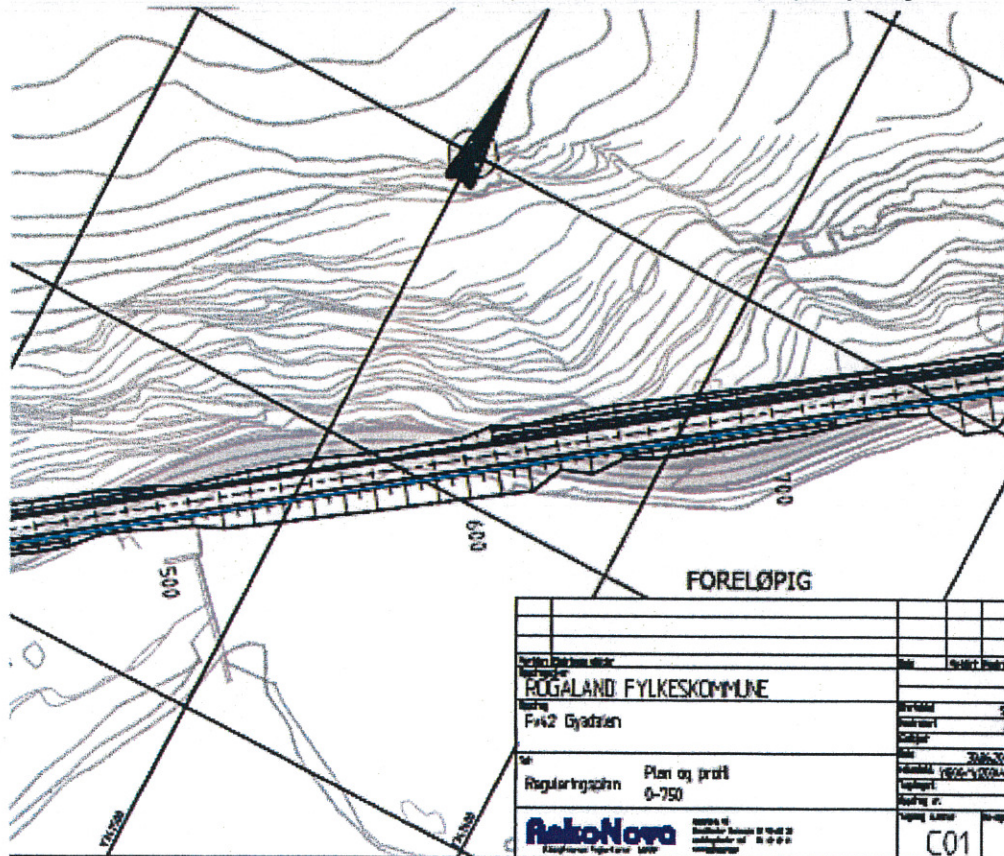
Figur 9 Tverrprofil, profil 540



Fra profil 600 til profil 1050 må det foretas utspregning av skjæringer som lokalt vil bli oppimot 18-24 m høye. Mellom profil 900 og profil 970 vil veien bli anlagt i en tosidig skjæring hvor skjæringshøyden vil komme opp i 18 m.

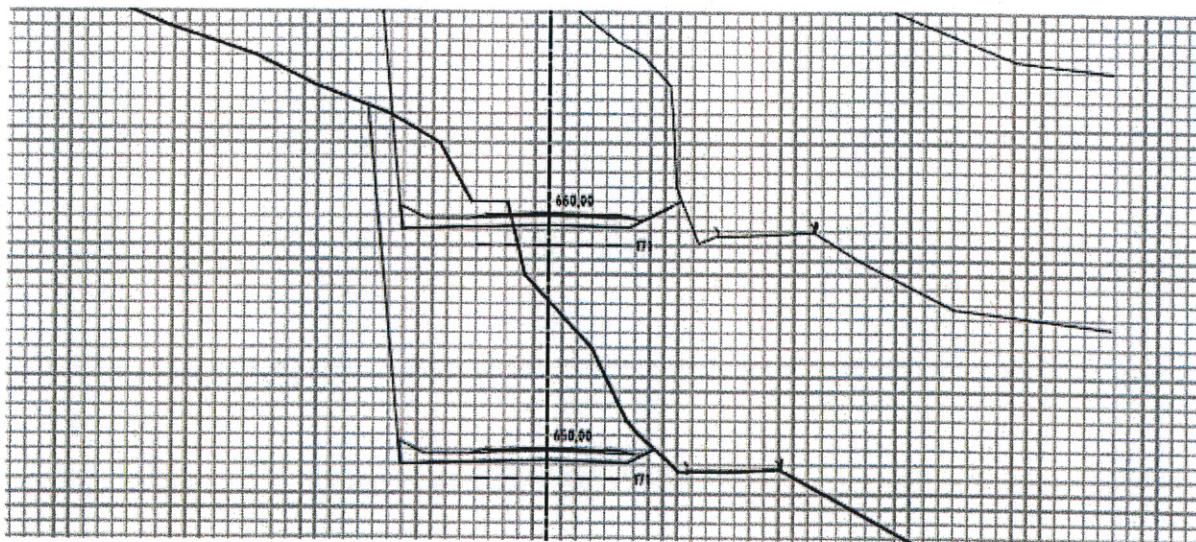


Foto 7 Ca. profil 500-600. Ny veillinje i området midt på bildet er flyttet ut i vannet. Videre mot høyre på bildet ligger ny veillinje inni bergmassivet som medfører utspregning av høye fjellskjæringer.

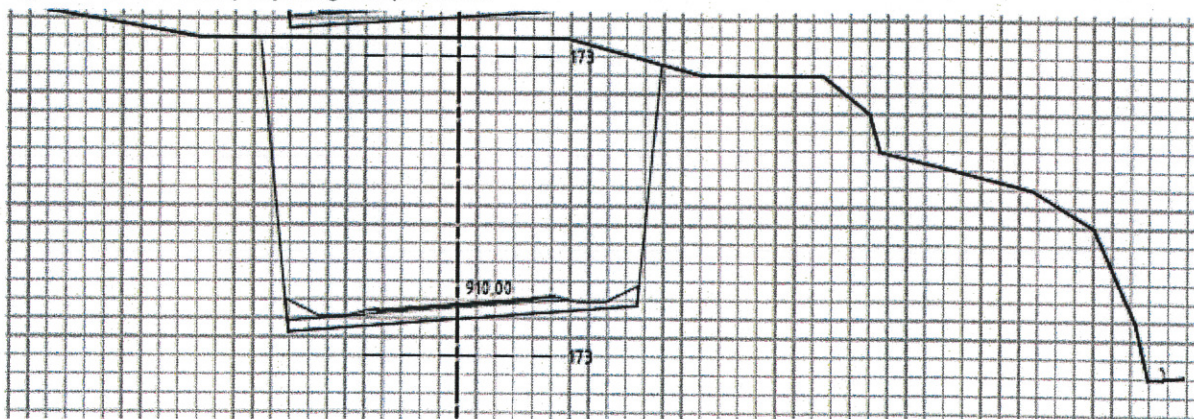


Figur 10 Plan, profil 450-750





Figur 11 Ca. 24 m høy skjæring ved profil 650



Figur 12 Dobbelttidig skjæring ved profil 910

### 6.6.2 Strekningen fra profil 2050 til profil 2200

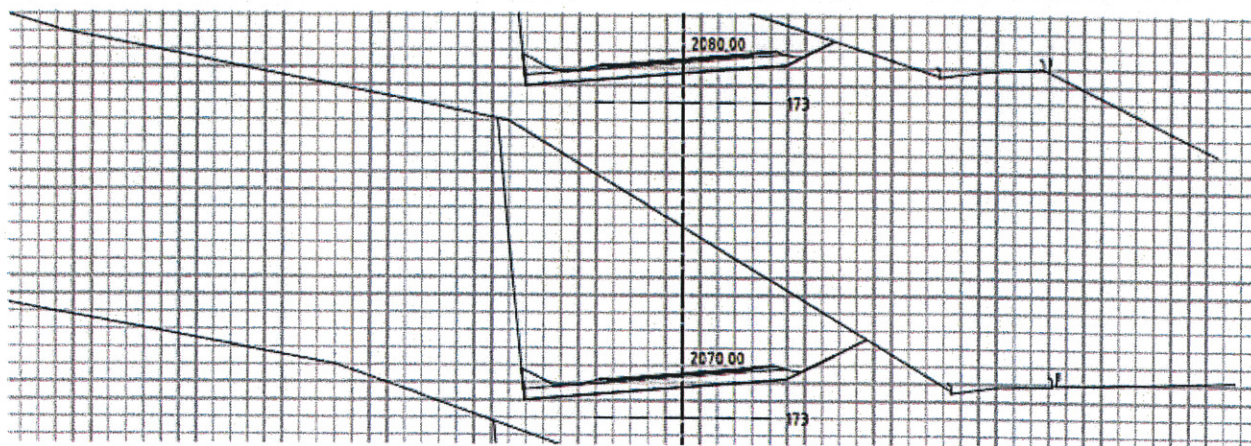
Denne strekningen omfatter partiet fra tunnelpåhugg øst ny tunnel til påhugg vest eksisterende tunnel. Anleggstekniske forhold i selve tunnelpåhugg øst er omtalt i kapittel 6.1.

I tunnelpåhugget, som antas å la seg etablere ved profil 2050, må det påregnes at det minimum må etableres en tunnelportal i betong som strekker seg 10 m utenfor påhugget. Videre rassikringstiltak utenfor påhugget (fra ca. profil 2060 til ca. profil 2130) vil kunne bestå av rasgjerde/rasvoll på toppen av utsprengt skjæring mot nord (terrenget er relativt flatt på toppen av utsprengt skjæring før den brattere delen som fortsetter videre oppover/mot nord, kfr. figur 13), eller en forlengelse av betongportalen.





Foto 8 Oversiktsfoto av området ved og øst for påhugg øst. Med rødt stippet strek er vist senterlinje ny vei. Tunnelpåhugget er planlagt ved profil 2050.



Figur 13 Skjæring ved profil 2070, ca. 16 m høy, like øst for planlagt tunnelpåhugg. Terrengnet innenfor toppen av skjæringen er relativt flatt som muliggjør etablering av rasvøll og rassikringssjerde.

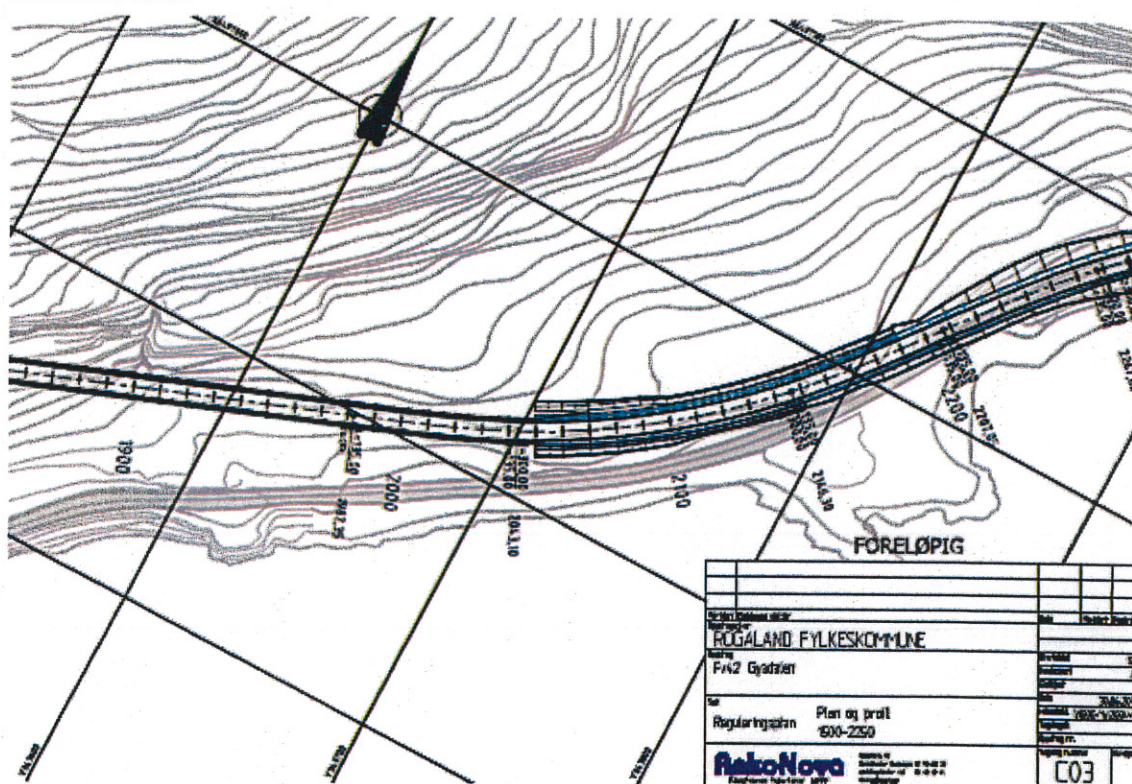
I området mellom profil 2130 og profil 2200 vil veiutbedringen medføre at det må foretas gravearbeider i eksisterende skråning. Denne skråningen består av urblokker øverst, og det antas, ut fra registreringer langs eksisterende vei, at det ligger morenemasser under dette øvre laget av urmasser av begrenset mektighet.

Det vurderes som forsvarlig å foreta graving i eksisterende skråning med urmasser. Dette skyldes at den nedre delen av ura ikke ligger på rasvinkel (flatt nederst mot veien før skråningen fortsetter med helning 20-25° for deretter å bli brattere med helning 30-35°). Partiet vises på foto 8 og foto 9.

Etter at gravearbeidene for veiutbedringen er utført, vil skråningen fremstå som en urskråning med jevn helning (30-35°). Rassikringstiltak i forhold til urskråningen vil være enten



etablering av en betongkulvert eller etablering av en rasvoll. Etablering av en betongkulvert må ses i sammenheng med etablering av den betongkulverten som er skissert fra påhugg øst og østover (profil 2050 og østover - se beskrivelsen over) slik at det mest omfattende tiltaket i dette området vil være etablering av en betongkulvert på hele strekningen fra profil 2050 til profil 2200. Etablering av en fangvoll betinger at det er tilstrekkelig plass på innsiden av veien etter at gravearbeidene i urskråningen mellom profil 2130 og profil 2200 er utført. Figur 15 illustrerer dette.

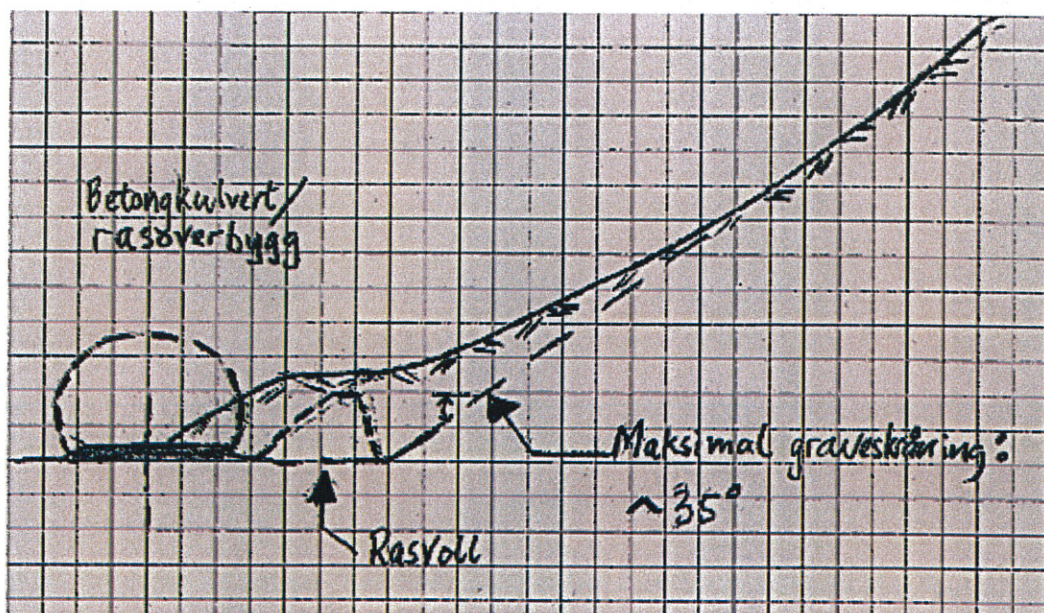


Figur 14 Plan, profil 1900-2200



Foto 9 Bildet viser området hvor det må foretas graving i urskråningen for etablering av ny veillinje





Figur 15 Prinsippskisse som illustrerer forholdene vist på foto 9. Under detaljprosjektering foretas detaljert oppmåling av urskråningen og utarbeidelse av terrengsnitt for å se nærmere på de alternative løsningene betongkullvert/rasoverbygg og rasvoll. Det avgjørende spørsmålet som må avklares, er om det er plass til en rasvoll på innsiden av veien når det settes krav om at maksimal skråningsvinkel i urskråningen ikke skal overskride 35°. Det kan være at veilinja ligger så langt mot høyre på figuren at det ikke er plass til en rasvoll som illustrert.

### 6.6.3 Strekningen mellom profil 2815 og profil 3380

Denne strekningen omfatter partiet fra tunnelpåhugg øst eksisterende tunnel og videre østover langs Gyavatnet.

To alternativer for utbedring av veien er vurdert:

- Utfylling i Gyavatnet
- Utsprengning av skjæringer i innerkant

Utfylling i Gyavatnet frarådes. Eksempel på et typisk tverrprofil ved utfylling, basert på utførte loddinger i vannet, er vist på figur 16. Dybdene i vannet i utfyllingsområdet er 35-40 m. Det lar seg ikke gjøre å etablere en stabil utfylling på en så bratt sjøbunnskråning til slike dybder bare ved å fylle fra land. Det må derfor først og fremst etableres en tilstrekkelig bred og stabil fyllingsfot ned på den flatere delen av sjøbunnen.

Detaljerte grunnundersøkelser av massene på sjøbunnen/i skråningen og etterfølgende stabilitetsberegninger må utføres for eventuelt å kunne dokumentere at det lar seg gjøre å etablere en slik fyllingsfot.

Selve fyllingsfoten må i så fall etableres ved fylling fra lekter, som muliggjør nøyaktig plassering av utfyllingsmassene. Ved lekterfylling kan også ønsket gjennomsnittlig skråningshelning videre oppover i stor grad oppnås. Den siste delen av utfyllingen kan eventuelt utføres fra land.

Både lekterfyllinger og dels også grunnboringer er vanskelige å gjennomføre på slike vanndybder og i slike områder.

Etablering av skjæringer i innerkant lar seg gjennomføre. Eksempel på tverrprofil er vist på figur 17.

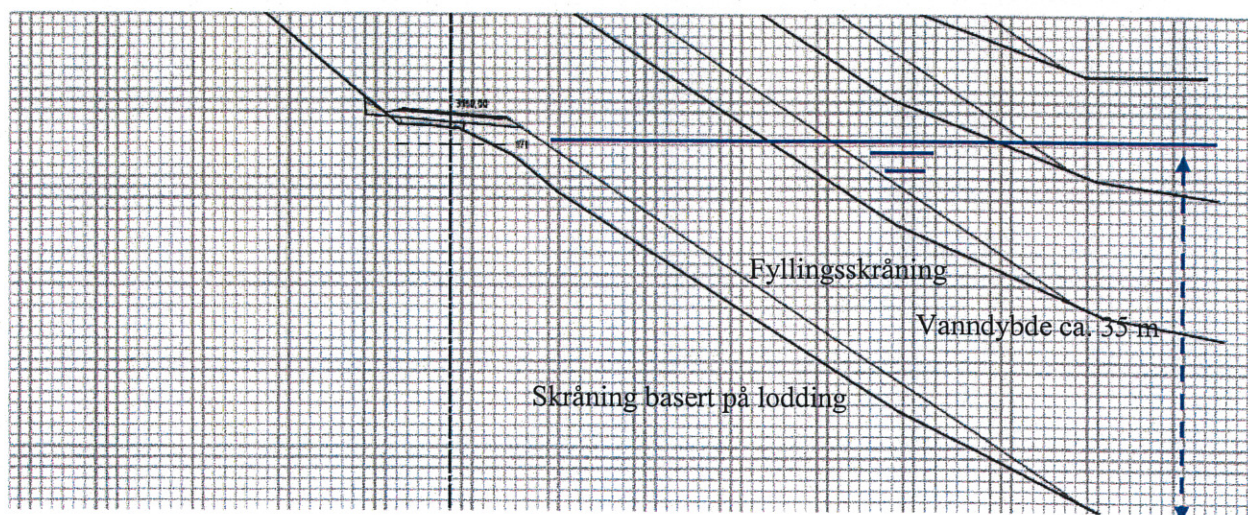


Rassikring må i ivaretas med fysiske sikringsarbeider i utsprengte skjæringer. Videre må ovenforliggende, naturlige fjellvegger inspiseres av sikringsentreprenør (deler av området må inspiseres med tau og sele/rappellering).

Mellom ca. profil 3170 og ca. profil 3220 er naturlig skråning langs veien dekket av ur. Ura strekker seg fra veien, som ligger på ca. kote 175, opp til kote 210. I ura er det lite grov blokker. Ovenfor topp ur er det blottlagt, fast fjell som indikerer at ura er av relativt liten mektighet. Utbedring av veien på denne strekningen ved å gå inn i skråningen medfører at ura må fjernes. Dette er gjennomførbart og forsvarlig på grunn av uras begrensede mektighet. Etter at ura er fjernet og skjæringen sprengt, må det foretas sikringsarbeider i den fjellveggen som vil bli liggende ovenfor topp skjæring.

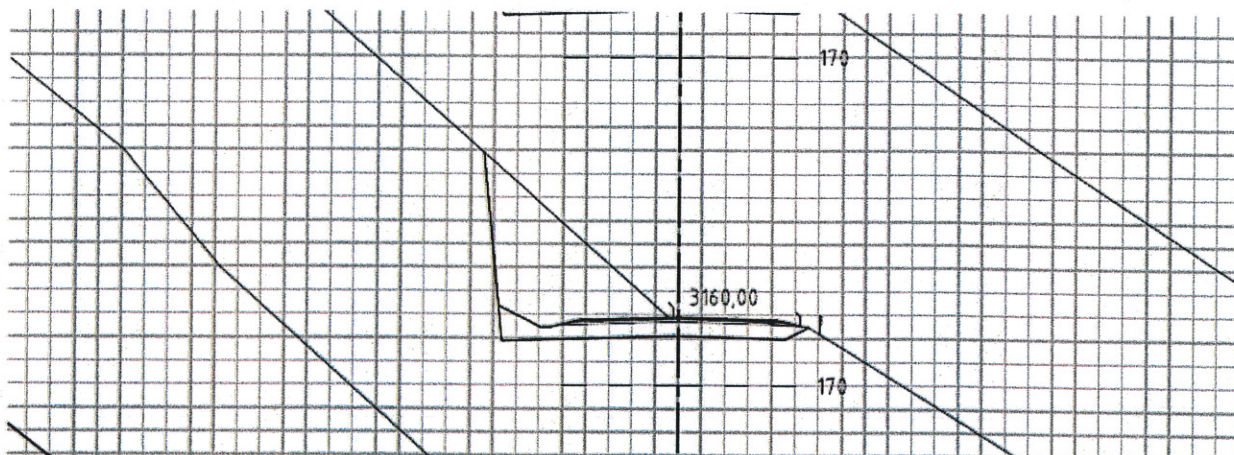


Foto 10



Figur 16 Profil 3150, tverrprofil dersom veitbedring utføres ved utfylling i Gyavatnet





Figur 17 Tverrprofil, profil 3160, som viser utsprengning i eksisterende skråning når veitubedringen utføres ved å gå inn i skråningen mot nord

## 7. Sammenstilling rassikringstiltak

Detaljert gjennomgang av rassikringstiltakene er presentert i kapittel 6 og i kapitlene 9-12.

Oppsummering:

- Profil 0-1050: Boltesikring og sikring med steinsprangnett/isnett i deler av utsprengte skjæringer
- Profil 1050-2050: Ny tunnel samt sikring av bergveggen over påhugg vest og minimum 10 m lang betongportal ved begge påhuggene
- Profil 2050-2200: Boltesikring og sikring med steinsprangnett og isnett i utsprengte skjæringer. Alternative sikringstiltak mot fjellsidene nord for partiet på utsiden av påhugg øst er etablering av rasvoll, rassikringsgjerde eller forlengelse av betongportalen i påhugget. Ved passering av den mektige ura mellom profil 2150 og profil 2200 etableres enten en rasvoll (dersom det er plass mellom vei og graveskråning) eller et rasoverbygg/betongportal.
- Profil 2850-3220: Sikring av utsprengte skjæringer med bolter og steinsprangnett/isnett på deler av strekningen. Sikring i naturlige fjellskråninger over utsprengte skjæringer etter nærmere inspeksjon. Rassikringsgjerde vurderes.



## 8. Bergmasseklasse og sikringsklasse i tunnel

I henhold til tabell 7.1 i Statens vegvesen Håndbok 021, vurderes størstedelen av tunnelen å ligge i nedre del av bergmasseklasse A/B og C med typiske Q-verdier i området 12-4 (god til middels bergmassekvalitet). I henhold til denne tabellen tilsvarer dette at stabilitetssikringen består av spredt til systematisk bolting (c/c 2.0 m) og 8 cm fiberarmert sprøytebetong. Lokalt i tilnytning til sleppe- og svakhetssoner kan berget klassifiseres i bergmasseklasse D til E med Q-verdier i området 4-0.1 (dårlig til meget dårlig bergmassekvalitet) der stabilitetssikringen må påregnes å bestå av systematisk bolting c/c 1.5 m og fiberarmert sprøytebetong, tykkelse 10-15 cm. På enkelte partier kan det bli aktuelt med armerte sprøytebetongbuer.

## 9. Sikringsprognose tunnel

I det etterfølgende er bakgrunnen for sikringsprognosen som er sammenstilt i tabell 1 i kapittel 9.5, presentert. Det er sannsynlig verdi som er presentert.

Det er forutsatt tunneltverrsnitt T8.5.

### 9.1 Arbeider foran stoff

#### 9.1.1 Sonderboring

Det forventes ikke behov for injeksjon under driving av tunnelen. Det anbefales likevel at det utføres systematisk sonderboring for lokalisering av eventuelle lekkasjesoner med minimum ett hull med lengde 20-24 m. Antall hull økes hvis det påtreffes lekkasjer.

I prognosen for omfang av arbeider foran stoff er det lagt til grunn at det utføres 2 bormeter sonderboring pr. meter tunnel.

#### 9.1.2 Injeksjonsarbeider

Det vurderes som sannsynlig at det ikke må utføres injeksjon under driving av tunnelen.

I prognosen er derfor sannsynlig omfang null injeksjonsrunder, men i kolonnen høy tas det med 5 injeksjonsrunder med i gjennomsnitt 25 tonn injeksjonsmasse pr. runde.

### 9.2 Sprengningsarbeider

#### 9.2.1 Sprengning med reduserte salvelengder

Det er lagt til grunn at de første 10 m ved begge tunnelpåhuggene må sprenges med reduserte salvelengder, totalt 20 m. Videre er det lagt til grunn at det må sprenges med reduserte salvelengder ved passering av de fire svakhetssonene som tunnelen antas å krysse, totalt 15 m ved passering av hver av sonene (sonene antas å ha en gjennomsnittlig mektighet på 10 m - noen meter før og etter sonene må også sprenges med oppdelt salvetverrsnitt).

#### 9.2.2 Sprengning med oppdelt salvetverrsnitt

Det er lagt til grunn at de første ca. 10 m ved begge tunnelpåhuggene må sprenges med delt salvetverrsnitt. Videre er det lagt til grunn at det må sprenges med reduserte salvelengder ved passering av de fire svakhetssonene som tunnelen antas å krysse, totalt 15 m ved passering av hver av sonene (sonene antas å ha en gjennomsnittlig mektighet på 10 m - noen meter før og etter sonene må også sprenges med oppdelt salvetverrsnitt).



### 9.3 Stabilitetssikring

#### 9.3.1 Forbolter

Ved begge tunnelpåhuggene er det forutsatt dobbelt forbolting - 60 forbolter pr. påhugg - totalt 120 forbolter. Videre er det lagt til grunn at det i gjennomsnitt må utføres fire forboltingsrunder ved passering av de fire sonene som tunnelen antas å passere, totalt 160 forbolter ved hver av sonene. Totalt er det derfor lagt til grunn 760 forbolter som sannsynlig verdi.

#### 9.3.2 Spettrensk

Det er prognosert 1 time spettrensk pr. salve.

#### 9.3.3 Bolter

Boltesikring utføres med i hovedsak 2.4-3 m lange, polyesterforankrede bolter. I nisjer benyttes 4 m lange bolter.

Kombinasjonsbolter (CT bolter) og fullgyste kamstålbolter benyttes i partier med dårlig berg. Sannsynlig bolteforbruk er anslått til 5 bolter pr. tunnelmeter.

#### 9.3.4 Sprøytebetong

Minimum sprøytebetongtykkelse er 8 cm.

Sannsynlig sprøytebetongforbruk er anslått til 2.7 m<sup>3</sup> pr. meter tunnel.

#### 9.3.5 Sprøytebetongbuer

Det er lagt til grunn at det må utføres sikring med sprøytebetongbuer i de fire sonene som tunnelen antas å passere med i snitt 2 m mellom buene, totalt 20 sprøytebetongbuer (6 buer pr. sone).

#### 9.3.6 Full utstøpning

Det er antatt at tunnelen kan sikres uten full utstøpning.

Det presiseres at betongportaler ikke er medtatt her. Det bør legges opp til portallengde utenfor påhugget på minimum 10 m ved begge påhuggene, dvs. totalt 12 m (2 m i tunnel) pr. påhugg. Eventuell forlengelse av betongportalene ved påhugg øst på grunn av rassikring kommer i tillegg.

#### 9.3.7 Utstøpning av såle

Det er prognosert at det vil være nødvendig med utstøpning av sålen ved passering av halvparten av antatt total sonelengde på 40 m, dvs. 20 m.

### 9.4 Vann- og frostsikring

Tunnelen er kort, og det må påregnes at det er nødvendig med vann- og frostsikring i hele tunnallengden. Den mest aktuelle metoden er PE-skum som brannsikres med sprøytebetong.



## 9.5 Sammenstilling

I tabell 1 er sikringsprognosene sammenstilt. Sannsynlig verdi, lav verdi og høy verdi er satt opp, og det er foretatt beregninger av veiet middel etter formelen som benyttes i Statens vegvesens ANSLAG-metode: Veiet middelvei = (lav verdi + 0.41 x sannsynlig verdi + høy verdi) / 2.41.

Tabell 1 Sikringsprognose

Element	Enhet	Lav	Sannsynlig	Høy	Veiet middel
<b>Arbeider foran stuff</b>					
Sonderboring	bm/m	1	2	3	2
Injeksjonsboring	bm	0	0	3600	1493
Injeksjonstid	timer	0	0	120	49.8
Injeksjonsmengde	tonn	0	0	125	51.9
<b>Sprengning</b>					
Sprengning med oppdeling av salvetverrsnittet	m	40	80	120	80
Sprengning med reduserte salvelengder	m	40	80	120	80
<b>Stabilitetssikring</b>					
Spettrensk	tv/salve	0,5	1,0	1,5	1
Bolter	stk./m	4,0	5,0	6,5	5,2
Sprøytebetong	m <sup>3</sup> /m	2,4	2,7	3,1	2,7
Forbolting	stk.	400	760	1060	735
Sprøytebetongbuer	stk.	12	24	36	24
Full utstøpning	m	0	0	20	8,3
Utsøpning av såle	m	0	20	30	15,9
<b>Vann- og frostsikring</b>					
Omfang vann- og frostsikring	%	80	100	100	91,7



## 10. Prognose stabilitetssikring/rassikring i dagen

### 10.1 Profil 0-1050

- Utsprengte skjæringer med høyder på oppmot 24 m, tosidige skjæringer på deler av strekningen, totalt skjæringsareal ca. 5.500 m<sup>2</sup>.  
Boltesikring: 350 stk.  
Sikring med steinsprangnett/isnett: 2.500 m<sup>2</sup>

### 10.2 Sikring over påhugg vest

- Sikring av bergvegg over påhugg, høyde oppmot 120 m over veinivå, antar behov for sikring i bredde 20 m på begge sider av senterlinje vei.
- Sikring utføres ved rappellering, eventuelt med mobilkran til høyde maksimalt 50-60 m.  
Boltesikring: 250 stk.  
Sikring med steinsprangnett: 1.000 m<sup>2</sup>  
Sikring med wirenett: 400 m<sup>2</sup>

### 10.3 Profil 2050-2130

- Utsprengt skjæring med høyde på oppmot 15 m, totalt skjæringsareal 500 m<sup>2</sup>  
Boltesikring: 50 stk.  
Sikring med steinsprangnett/isnett: 300 m<sup>2</sup>  
Sikring mot ras fra ovenforliggende, naturlige fjellvegger  
Alternativ A: Rasvoll innenfor topp utsprengt skjæring, lengde 80 m  
Alternativ B: Rasgjerde: 80 m  
Alternativ C: Betongportalen forlenges, lengde 80 m

### 10.4 Profil 2130-2200

- Sikring mot utgravd graveskråning i ur  
Alternativ A: Rasvoll med høyde 3 m, lengde 70 m  
Alternativ B: Rasoverbygg/betongkulvert, lengde 70 m

### 10.5 Profil 2850-3200

- Utsprengte skjæringer med høyde på 6-8 m, totalt skjæringsareal ca. 3.000 m<sup>2</sup>  
Boltesikring: 200 stk.  
Sikring med steinsprangnett: 1.500 m<sup>2</sup>
- Naturlige fjellskråninger videre oppover må inspiseres ved rappellering  
Rassikringsgjerde: 100 m  
Boltesikring: 100 stk.  
Sikring med steinsprangnett: 1.000 m<sup>2</sup>



## 10.6 Sammenstilling

I tabell 2 er prognosen for stabilitetssikring/rassikring i dagen presentert bortsett fra mellom profil 2050 og profil 2200 der valg av alternativ må avventes til detaljprosjekteringen.

Sannsynlig verdi, lav verdi og høy verdi er satt opp, og det er foretatt beregninger av veiet middel etter formelen som benyttes i Statens vegvesen's ANSLAG-metode: Veiet middelverdi = (lav verdi + 0.41 x sannsynlig verdi + høy verdi) / 2.41.

Tabell 2 Prognose stabilitetssikring/rassikring i dagen

Element	Enhet	Lav	Sannsynlig	Høy	Veiet middel
Boltesikring – utføres under utsprengning med bruk av pallrigg eller mobilkran/lift					
l = 2 m	stk.	60	100	200	110
l = 3 m	stk.	120	200	300	208
l = 4 m	stk.	120	200	300	208
l = 6 m	stk.	60	100	200	110
Boltesikring påhugg vest og i naturlige fjellskråninger mellom profil 2820 og profil 3220 – utføres ved rappellering					
l = 2 m	stk.	60	150	200	133
l = 3 m	stk.	60	150	200	133
l = 4 m	stk.	30	50	100	62
Sikring med steinsprangnett utføres under utsprengning med bruk av pallrigg eller mobilkran/lift	m <sup>2</sup>	3000	4300	6000	4466
Sikring med steinsprangnett påhugg vest og i naturlige fjellskråninger mellom profil 2820 og profil 3220 – utføres ved rappellering	m <sup>2</sup>	1500	2000	3000	2207
Wirenett påhugg vest og i naturlige fjellskråninger mellom profil 2820 og profil 3220 – utføres ved rappellering	m <sup>2</sup>	200	400	500	359
Betongportal ved begge tunnelpåhugg	m	20	24	34	26
<i>Valg av alternativ må avklares under detaljprosjekteringen:</i>					
Forlengelse av betongportal, profil 2060-2130	m		70		
Rasvoll, profil 2050-2130	m		80		
Rassikringsgjerde, profil 2050-2130	m		80		
Rasvoll, profil 2130-2200	m		70		
Betongportal/rasoverbygg, profil 2130-2200	m		70		



## 11. Grunnundersøkelser

Det må utføres grunnundersøkelser i følgende områder i forbindelse med oppstart av detaljprosjekteringen.

- Grunnboringer i de områdene mellom profil 0 og profil 1050 der det planlegges utfylling i Gyavatnet
- Seismiske undersøkelser i påhuggsområde øst, både de siste meterne av tunnelen frem mot påhugget og fra påhugget og østover, i forskjæringsområdet og videre i den mektige ura mellom profil 2130 og profil 2200.



**Arkivreferanser:**

Fagområde:	Bergteknikk		
Stikkord:	Veitunnel, veiskjæringer, rassikring		
Land/Fylke:	Rogaland	Kartblad:	1312 III
Kommune:	Eigersund	UTM koordinater, Sone:	32 V
Sted:	Gya	Øst: 3428	Nord: 64962

**Distribusjon:**

- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)  
 Intern  
 Fri

**Dokumentkontroll:**

		Dokument 8. juli 2010		Revisjon 1 18. oktober 2011		Revisjon 2		Revisjon 3	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet	25.05.10	or	10.10.11	or				
	Kontrollert	08.07.10	of	18.10.11	of				
Grunnlagsdata	Utarbeidet	25.05.10	or	10.10.11	or				
	Kontrollert	08.07.10	of	18.10.11	of				
Teknisk innhold	Utarbeidet	05.07.10	or	10.10.11	or				
	Kontrollert	08.07.10	of	18.10.11	of				
Format	Utarbeidet	05.07.10	or	10.10.11	or				
	Kontrollert	08.07.10	of	18.10.11	of				
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse (Oppdragsansvarlig)						Dato:	Sign.:		
						18.10.11	Orv Engqvist		







## **AnkoNova AS**

Auglendsmyrå 13  
Postboks 1029 Hillevåg  
4095 Stavanger  
51 90 62 20

## **Avdeling Moi**

Stasjonsveien 7  
4460 Moi  
51 40 10 41

Foretaksregisteret:  
NO 881 352 842 MVA

