



Statens vegvesen

Geologi

Fv. 709 Ribakken

Ingeniørgeologisk vurdering av planlagt bergskjæring

Oppdrag

Ressursavdelinga

Nr. 2012023219-001



Region midt
Ressursavdelinga
Berg- og geoteknikkseksjonen
2012-03-12



Statens vegvesen

Oppdragsrapport

Nr. 2012023219-001

Labsysnr.

Region midt
Ressursavdelinga
Berg- og geoteknikkseksjonen

www.vegvesen.no

Geologi

Fv. 709 Ribakken
Ingeniørgeologisk vurdering av planlagt bergskjæring

Byggeplan

UTM-sone	Euref89 Ø-N	Oppdragsgiver:	Antall sider:
33	252249 - 7027739	Utbyggingsseksj. Sør-Tr.lag v/Trond Are Langseth	12
		Dato:	Antall vedlegg:
		2012-03-12	1
Kommune nr.	Kommune	Utarbeidet av (navn, sign.)	Antall tegninger:
1657	SKAUN	Stig Lillevik	0
Papirarkivnummer		Seksjonsleder (navn, sign.)	Kontrollert
Ud 922B		Per Olav Berg	IneGre
Sammendrag			

Statens vegvesen har satt i gang arbeidet med byggeplan for omlegging av Fv. 709 ved Ribakken i Skaun kommune (profil 3 965 - 4 220). Utbedringa vil i stor grad dreie seg om å gå inn i skjæring, eller å bygge ut på fylling.

Det er gjort vurderinger av bergskjæringene på grunnlag av gjennomført kartlegging i eksisterende skjæringer, der disse skal utvides til nye og høyere bergskjæringer, og det er anbefalt tiltak.

I den høyeste delen av bergskjæringa står ei høgspennmast noen få meter fra planlagt skjæringskant. Sprengningsarbeidene i bergskjæringa må derfor gjøres på en slik måte at en ikke risikerer utfall av berg under masta. Det må blant annet tas spesielle hensyn ved anleggsarbeidene, spesielt med hensyn på salvestørrelser, rekkefølge, sikring og muligheter/tid for stenging av vegen og trafikkavvikling.

Sprengningsarbeidet bør gjennomføres fra begge sider inn mot høyspentlinja til det gjenstår en ca. 15 m bred bergstappe under linja. Før videre uttak av gjenstående berg utføres bergsikring av skjæringsveggen helt inntil stabben samt forbolting med Ø32 mm bolter på strekningen under linja. Det anbefales sømboring i endelig kontur med hullavstand c/c 0,2 m.

Den gjenstående pallen under høgspennlinja sprenges i to høyder for å begrense faren for utfall av berg utenfor kontur. Etter utlasting av øvre pall utføres evt. pigging og deretter bergsikring i øvre del av konturen før nedre pall bores og sprenges.

Ved uttak av skjæringene forventes generelt sett ingen store stabilitetsproblemer. Det er generelt gunstig foliasjon og sprekeretning i forhold til skjæringsretningene, slik at større utglidninger er lite sannsynlig. Bergmassen er imidlertid oppsprukket gjennom steile sprekker parallelt vegen. Det kan derfor være fordelaktig å sprengne ut skjæringa langs disse sprekeflatene for å redusere sikringsbehovet.

Emneord:

Ingeniørgeologi, bergskjæring, byggeplan

Distribusjonsliste	Antall	Distribusjonsliste	Antall
Utbyggingsseksjonen Sør-Trøndelag Berg- og geoteknikkseksjonen			

GEOTEKNISK KATEGORI/KONSEKVENS-/PÅLITELIGHETSKLASSE

Geoteknisk kategori	Konsekvens-/pålitelighetsklasse	Konsekvens-klasse	Beskrivelse
Geoteknisk kategori 1 ←	CC1/RC1 <input type="checkbox"/>	CC1	Liten konsekvens i form av tap av menneskeliv, og små eller uvesentlige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser
Geoteknisk kategori 2 ←	CC2/RC2 <input checked="" type="checkbox"/>	CC2	Middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser
Geoteknisk kategori 3 ←	CC3/RC3 ev RC4 <input type="checkbox"/>	CC3	Stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, eller svært store økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser

Kategori/konsekvensklasse er fastsatt av			
	Enhet/navn	Signatur	Dato
Geoteknisk prosjekterende	Berg- og geoteknikkseksjonen v/Stig Lillevik	<i>Stig Lillevik</i>	2012.03.12
Oppdragsgiver	Utbyggingsseksjonen ST v/Trond A. Langseth		2012.03.12

Kommentarer til valg av geoteknisk kategori/konsekvensklasse/pålitelighetsklasse
<p>Arbeidet klassifiseres i hht. Eurocode 07. Geoteknisk kategori er fastsatt utefra vanskelighetsgrad og pålitelighetsklasse. For dette prosjekt angis vanskelighetsgraden som "middels", begrunnet liten løsmassemekktighet og lite kompliserte terrengforhold. Pålitelighetsklassen (CC/RC) settes til 2 da faren for personskafer generelt er meget høy ved sprengning. Med denne klassifisering havner prosjektet i kategori 2. Begrunnelse hvorfor prosjektet ikke plasseres i kategori 3 er en forholdsvis lite trafikkert veg og lite bebyggelse samt oversiktlig geologiske forhold.</p> <p>Kontroll av prosjekteringen for geoteknisk kategori 2 er "Normal kontroll", dvs. at kontrollen utføres av annen geoteknisk kyndig person enn den som har utført prosjekteringen.</p>

PROSJEKTERINGSKONTROLL

	Enhet/Navn	Signatur	Dato
Grunnleggende kontroll (B)	Berg- og geoteknikkseksjonen v/Stig Lillevik	<i>Stig Lillevik</i>	2012.03.12
Kollegakontroll (N)	Berg- og geoteknikkseksjonen v/Ine Gressetvold	<i>Ine Gressetvold</i>	2012.03.12
Utvidet kollega-kontroll (U)			
Uavhengig kontroll (U)			

Kontrollklasse	Kontrollform					
	Prosjektering			Utførelse		
	Grunnleggende kontroll	Kollega-kontroll	Uavh. eller utvidet kontroll	Basis kontroll	Intern systematisk kontroll	Uavhengig kontroll
B (begrenset)	kreves	kreves ikke	kreves ikke	kreves	kreves ikke	kreves ikke
N (normal)	kreves	kreves	kreves ikke	kreves	kreves	kreves ikke
U (utvidet)	kreves	kreves	kreves	kreves	kreves	kreves

INNHALDSFORTEGNELSE

1	INNLEDNING.....	4
1.1	Geoteknisk kategori.....	4
2	OBSERVASJONER	5
2.1	Løsmasser.....	5
2.2	Berggrunnsgeologi/strukturgeologi.....	5
3	VURDERINGER.....	8
3.1	Bergskjæringer	8
3.1.1	Bergteknikk/sprengningsopplegg	8
3.1.2	Bergsikring.....	9
3.2	Sprengningsinduserte rystelser.....	10
3.3	Bergartens mekaniske egenskaper	11
3.4	Skred.....	11
4	ANBEFALINGER.....	11
4.1	Anleggsteknikk, konkurransegrunnlag, bergsikring, mengder	11
4.2	Ingeniørgeologisk kartlegging og dokumentasjon	11
4.3	Kontroll i byggefase/kontrollplan	11
4.4	Dokumentasjon av utført sikring.....	12
5	REFERANSER.....	13

VEDLEGG

1. Plan og profiltegning med sprekkeroser

M=1:2000

Skjema for valg av geoteknisk kategori samt kommentar/begrunnelse er vist på side 2 i rapporten.

Kontroll av prosjekteringen for geoteknisk kategori 2 er ”Normal kontroll”, dvs. at kontrollen utføres av annen geoteknisk kyndig person enn den som har utført prosjekteringen. Omfang av kontroll i de ulike fasene er i utgangspunktet definert etter valgt geoteknisk kategori og følgende tabell fra handbok 016:

Tabell 1: fra Hb016, fig. 0.12.

Kontroll av	Geoteknisk kategori		
	1	2	3
Utførelse	Inspeksjon, enkle kvalitetskontroller, kvalitativ bedømmelse	Grunnens egenskaper, arbeidsrekkefølge, konstruksjonens oppførsel	Tilleggsmålinger der det er aktuelt: - av grunn og grunnvann, - arbeidsrekkefølgen, - materialenes kvalitet, - tegninger, - avvik fra prosjektering - resultat av målinger, - observasj. av miljøforh. - uforutsette hendelser
Grunnforhold	Befaring, registrering av jord og berg som avdekkes ved graving	Kontroll av egenskap til jord og berg i fundamentnivå	Ekstra undersøkelser av jord og berg som kan være viktige for konstruksjonen
Grunnvann	Dokumentert erfaring	Observasjoner/målinger	
Byggeplass	Ikke krav til tidsplan	Utførelsesrekkefølge angis i prosjekteringsrapport	
Overvaking	Enkel, kvalitativ kontroll	Måling av bevegelser på utvalgte punkt	Måling av bevegelser og analyser av konstruksjon

2 OBSERVASJONER

Befaring og kartlegging i området ble foretatt 24. februar 2012 av Stig Lillevik.

2.1 Løsmasser

Det er tidligere utført grunnboringer inkl. laboratorieundersøkelser av løsmasser. Resultater av undersøkelsene inkl. geoteknisk vurdering av prosjektet foreligger i egen geoteknisk rapport (ref. 1).

Vegstrekningen går langs Børselva inntil foten av skråningen på vestsiden i dalføret mellom Børse og Laugen. På innsiden av vegen er det fjell i dagen mange steder. På andre siden av elva er det mer løsmasser.

Løsmassene i området består av marine hav- og fjordavsetninger. Sammensetningen av massene varierer forholdsvis mye over et lite område, både i vegens lengderetning og i dybden. Det forekommer alle graderinger fra leir til siltig, leirig sand. Rene leiravsetninger forekommer stedvis, men det er ofte sand- og siltlag mellom leirlagene.

Oppå bergskjæringene er det et tynt vegetasjonsdekke som kan inneholde noe forvittringsmateriale.

2.2 Berggrunnsgeologi/strukturgeologi

Berggrunnen består av en skifrig bergart beskrevet i NGUs berggrunnsgeologiske kart (ref. 2) som grønnstein og grønnskifer med lag av kvartskaratofyr. Skifriheten/foliasjonen er karakteristisk for bergarten.

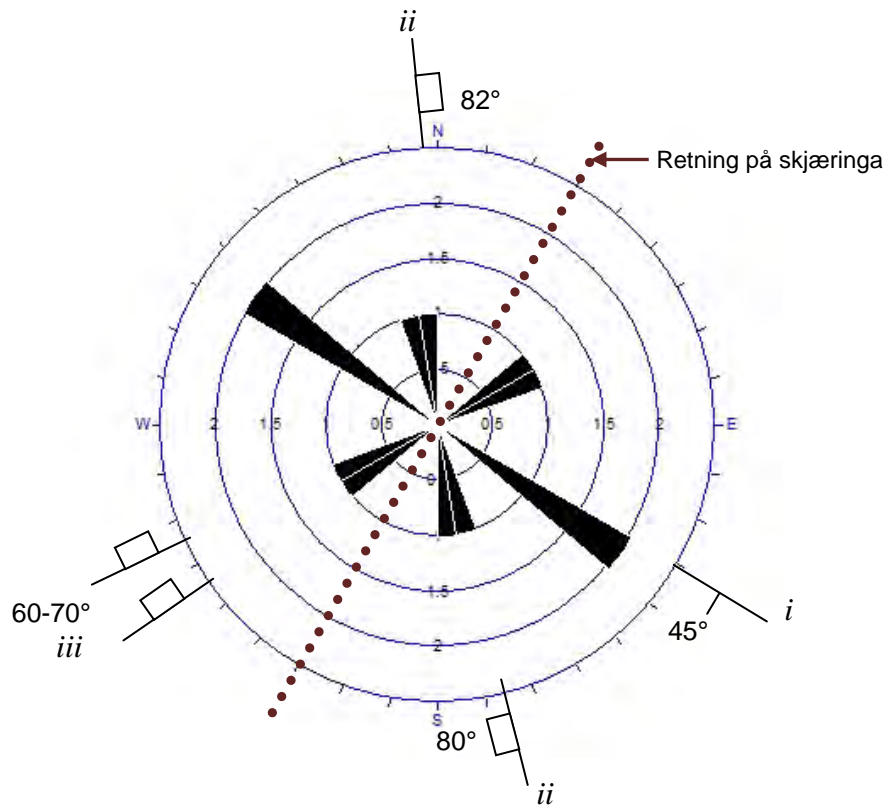
De registrerte sprekkesettene er vist i sprekkeroser i figur 2 - 3 og i vedlegg 1. Se også bilde 1 og 2. Orientering av strukturer i berget er beskrevet etter høyrearmsregelen, dvs. at når man ser i strøkretningen er fallet *ned mot høyre*.

Profil 3970-4000:

Sprekkesett *i*, foliasjonssprekker med strøk/fall omkring $120^{\circ}/45^{\circ}$.

Sprekkesett *ii*, tverrsprekker med strøk/fall ca. $165^{\circ}/80^{\circ}$ og ca. $355^{\circ}/82^{\circ}$ (motsatt fallretning).

Sprekkesett *iii*, tverrsprekker med strøk/fall omkring $240^{\circ}/60-70^{\circ}$.



Figur 2: Sprekkerose nordre skjæring, kun 6 plan.



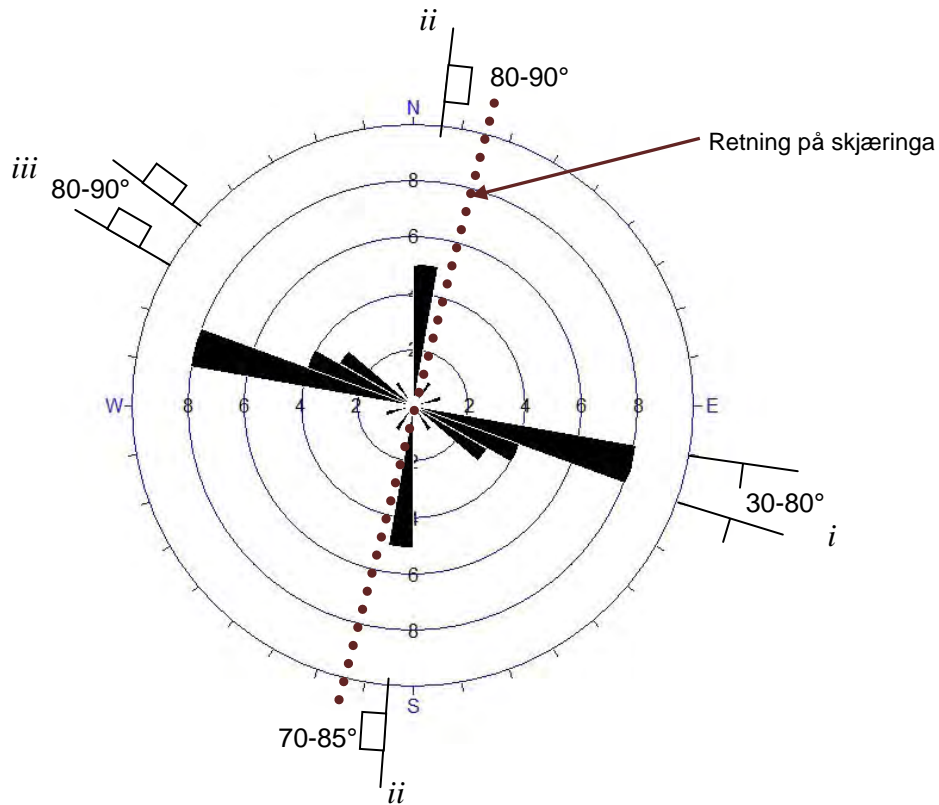
Bilde 1: ca. profil 3980.

Profil 4100-4200:

Sprekkesett *i*, foliasjonssprekker med strøk/fall omkring 100-110°/30-80°.

Sprekkesett *ii*, langsgående sprekker med strøk/fall 0-10°/80-90° og ca. 185°/70-85° (motsatt fallretning).

Sprekkesett *iii*, tverrsprekker med strøk/fall omkring 300-310°/80-90°.



Figur 3: Sprekkerose søndre skjæring.



Bilde 2: Sett mot nord fra profil ca. 4150.

Det er foliasjonssprekkene som er mest utpreget, og disse gjentar seg både på nordsida og sørsida av vegkrysset og busslomma. Elva følger sannsynligvis en svakhetszone i området, og denne har samme retning som sprekkesett ii.

3 VURDERINGER

3.1 Bergskjæringer

3.1.1 Bergteknikk/sprengningsopplegg

Nordre skjæring – profil 3 970 – 4 000

Denne korte strekningen vil en så vidt gå litt inn i eksisterende lave bergskjæring. Skjæringshøyden vil maksimalt bli 5 m. Terrenget er skogbevokst og skrår med jevn heling omtrent 1:2 fra skjæringskanten og oppover. Det er hovedsakelig tynt vegetasjonsdekke og noe forvitret bergmasse berg i denne skråningen.

Søndre skjæring – profil 4 100 – 4 200

Den største bergskjæringa blir omtrent 80 meter lang og opptil 11 meter høg. Skjæringsveggen er planlagt med helning 10:1. Vegen følger omtrent parallelt et utpreget sprekkesystem med tilnærmet steile sprekker (N0-10°Ø). Det er viktig å ikke ”skade” gjenstående berg inntil disse sprekkene. Det beste alternativet kan være å bore langs et av sprekkoplanene der det er mulig å identifisere et slikt. Dette må vurderes nærmere etter at vegetasjonslaget er avdekket. Fallretningen på disse sprekkene er begge veger i forhold til skjæringa slik at det vil kunne oppstå litt overheng på noen partier dersom salva slår inn til et av disse sprekkoplanene.

Skjæringene kan enten bygges med pilotveg på toppen av planlagt skjæring, ordinær pallboring, eller i de bratteste områdene bruke en bormaskin med lang rekkevidde fra vegen. Dette avgjøres i de enkelte tilfellene.

I den høyeste delen bergskjæringa går det ei høgspenningelinje som krysser vinkelrett på vegen, og det står ei mast noen få meter fra planlagt skjæringskant. Uttak av bergskjæringa må derfor gjøres på en slik måte en ikke risikerer utfall av berg inn til masta. Det må blant annet derfor tas spesielle hensyn ved anleggsarbeidene, spesielt med henblikk på salvestørrelser, rekkefølge, sikringsomfang og muligheter/tid for stenging av vegen og trafikkavvikling.

Sprengningsarbeidet bør gjennomføres fra begge sider inn mot høyspenninglinja til det gjenstår en ca. 15 m bred bergstamme under linja. Før videre uttak av gjenstående berg utføres bergsikring av skjæringsveggen helt inntil stabben samt forbolting med Ø32 mm bolter på strekningen under linja. Det anbefales sømboring i endelig kontur med hullavstand c/c 0,2 m. Sømboret kontur skal ikke lades.

Den gjenstående pallen under høyspenninglinja sprenges i to høyder for å begrense faren for utfall av berg utenfor kontur. Etter utlasting av øvre pall utføres evt. pigging og deretter bergsikring i øvre del av konturen før nedre pall bores og sprenges. Avstand fra sømboret kontur til nærmeste ladede kontur, som bores med hullavstand c/c 0,7 m, skal være 0,5 meter. Videre til neste rad (hjelperasta) utenfor den ladede konturen skal maksimal avstand være 1,0 m.

Kontursprengning blir noe spesiell i områder hvor pallen av sikkerhetsmessige årsaker er delt i to. For å unngå sprang i skjæringsveggen bores og lades konturen i hele skjæringshøyden, slik at den i praksis er som en slettsprengning sammen med den øvre pallen, og som en presplitting for nedre

pall. Det bør kun benyttes patronert sprengstoff i salvehullene på dette partiet. Den ladede konturen utføres i utgangspunktet med hullavstand på 70 cm, med mulighet for å endre denne avhengig av resultat fra nabofeltene. Ved mindre senteravstand må konturladningen og avstand samt lading i hjelpekonturen reduseres tilsvarende.

3.1.2 Bergsikring

Nordre skjæring – profil 3 970 – 4 000

De registrerte sprekkeene danner gunstig vinkel på skjæringa. Det er ikke observert sprekker parallelt skjæringa slik som i den største skjæringa. Likevel kan man ikke se bort i fra at kombinasjon av flere markerte sprekker kan avløse blokker slik at det kan bli behov for noe boltesikring.

Søndre skjæring – profil 4 100 – 4 200

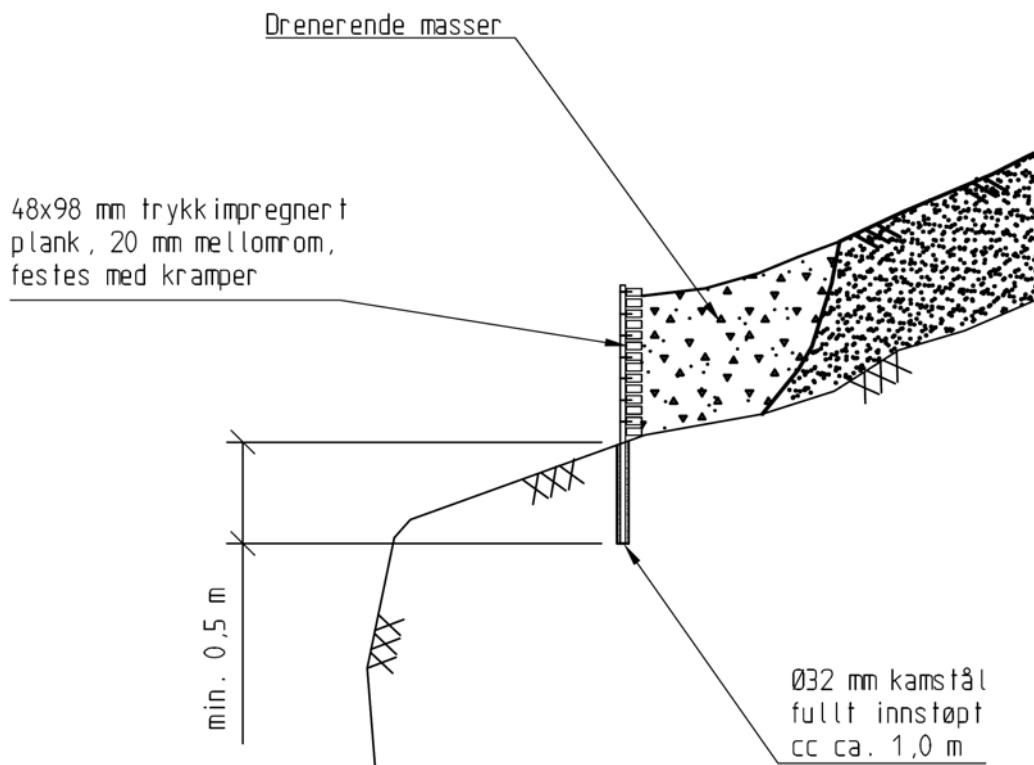
Sprekkesystemet parallelt skjæringa vil stedvis utgjøre glideplan for denne skjæringa og stedvis forårsake utvelting av berg utenfor, slik at det kan være fordelaktig å sprengte ut skjæringa langs disse sprekkflatene, noe som minsker sikringsbehovet.

Det anbefales å sikre skjæringa før sprenging av den siste delen under høyspentlinja. Hoveddelen av sikringa forventes å kunne gjennomføres ved bolting. Dette anslås i størrelsesorden 1 bolt per 20 m² skjæringsvegg. Dette kan være endeforankra eller fullt innstøpte bolter, med lengde 3-4 meter.

Toppen av skjæringa under høyspentlinja bør forboltes før sprenging, da med fullt innstøpte bolter. Disse settes omtrent 1,0 meter fra planlagt skjæringstopp. Det bør brukes 32 mm kamstål i lengder 6–8 m som settes med en avstand på omtrent 1,5 meter. Antall og plassering må bestemmes under veis.

For å sikre mot utglidning i vegetasjonslaget og eventuelle tynne løsmasse-/forvittringslag over bergskjæringa bør det tas høyde for at det kan bli behov for å stabilisere av jordkanten med en ca. 0,5 m høy ”sognemur” som vist i figur 3. Boltene settes ca. 0,5 m ned i berg og med senteravstand ca. 1 m.

Skjæringa vil stedvis få et rufsete uttrykk på grunn av foliasjonssprekkes retning. Det kan bli enkelte løse blokker i tillegg til en del tett oppsprukne partier. På slike steder kan det være vanskelig å bolte enkeltblokker. Steinsprangnett eller sprøytebetong kan være alternativ sikring. Isnett kan også bli nødvendig da det ble registrert is på et parti i eksisterende skjæringsvegg.



Figur 2: Sognemur.

3.2 Sprengningsinduserte rystelser

Sprengningsinduserte rystelser er viktig å ta hensyn til i nærheten av eksisterende bygg. Det samme gjelder også rystelser på grunn av pigging i berg.

Ved beregninger i h.h.t. NS8141 (ref. 4), gis krav til maksimalt tillatte rystelser for de eksisterende byggene i nærheten. Rystelseskravene er avhengig av bl.a. fundamenteringsforhold og avstand til sprengningsstedet. Eksempel på beregnede rystelseskrav for bolighus på leirgrunn og på berg er vist i tabell 1 nedenfor.

Tabell 2: Krav til maksimale sprengningsinduserte rystelser.

$v=v_0 \cdot F_a \cdot F_b \cdot F_d \cdot F_k$	Typisk bolighus på berg			Typisk bolighus på silt/leire		
avstand (m)	10	50	100	10	50	100
v sprenging (mm/s)	50,0	50,0	50,0	9,8	7,2	6,3
v pigging (mm/s)	40,0	40,0	40,0	7,8	5,8	5,0

Det er noen boliger i nærheten av skjæringene. Fundamenteringsforholdene må kartlegges for bygninger nærmere sprengningsstedene enn 100 meter. Det bør settes rystelseskrav og utføres bygningsbesiktigelse for bygninger på løsmasser nærmere enn 100 meter, og for bygninger på berg nærmere enn 50 meter (ref. 5). Bygningsbesiktigelsene gjennomføres så nært opptil anleggsstart som mulig.

3.3 Bergartens mekaniske egenskaper

Bergarten bedømmes å ha dårlig mekanisk styrke, og skifriheten vil føre til høy flisighet ved knusing. Dersom det blir aktuelt å benytte sprengsteinsmassene til forsterkningslag i veggen, må de mekaniske styrkeegenskapene undersøkes nærmere ved hjelp av laboratorieanalyser.

3.4 Skred

Området for den planlagte vegstrekningen er kontrollert i forhold til aktsomhetskartene for steinsprang og snøskred som ligger på www.skrednett.no (ref. 3). Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) er ansvarlig for Skrednett, og Norges geologiske undersøkelse (NGU) forvalter databasen. Datagrunnlaget kommer fra ulike kilder. Aktsomhetskartene viser ingen steinsprangfare eller snøskredfare.

4 ANBEFALINGER

4.1 Anleggsteknikk, konkurransegrunnlag, bergsikring, mengder

For å oppnå best mulig kontroll med den permanente skjæringsveggen anbefales i størst mulig grad å bore konturhull langs dominerende sprekker som har retning parallelt med veggen. Det bør bores med avstand maks 0,7 meter avstand mellom konturhullene. Ei 15 m lang strekning under høyspentlinja settes igjen til slutt. Her sprenges det i to paller etter at all bergsikring inntil dette området er utført. På denne delen benyttes sømboret kontur med 20 cm avstand mellom hullene.

Følgende sikringsmengder anbefales å ta med i konkurransegrunnlaget:

Tabell 3: Anbefalte sikringsmengder til konkurransegrunnlaget.

Sikringsmetode	Mengde	Merknad
Bolter	45 stk.	35 stk. med 3 m lengde + 10 stk. 4m
Steinsprangnett, isnett	150 m ² + 100 m ²	
Fjellband	30 m	
Sprøytebetong	25 m ³	Horisontale drenasjehull til ca. 3 m dybde må bores etter sprøyting
Sognemur	10 m	

4.2 Ingeniørgeologisk kartlegging og dokumentasjon

Ved sprenging av bergskjæringene skal ingeniørgeolog anviser den permanente sikringa på bakgrunn av kartlegging. Kartlegging kan gjøres i form av bilder. Det må settes av tid og mulighet for ingeniørgeolog til anvisning fra personellkorg montert på lift eller mobilkran. Det må påregnes å sette bolter etter hvert som skjæringa sprenges. Dette er et viktig aspekt i forhold til arbeidssikring, men også i forhold til at veggen skal trafikkeres under arbeidets gang.

4.3 Kontroll i byggefase/kontrollplan

Det må utføres rystelsesmålinger undervegs i arbeidet. Dette kan utføres av byggherren eller inngå i kontrakten med entreprenør. Rystelsesmålerne må plasseres for å måle de riktige stedene, litt avhengig av hvordan entreprenøren velger framdrifta si. Det anbefales å sette opp 1-2 geofoner på bygninger som ligger nærmest salvene. Geofonen(e) må flyttes innimellom.

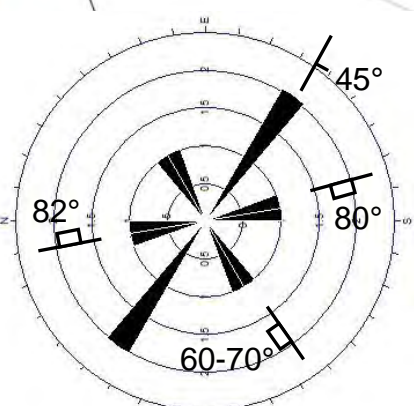
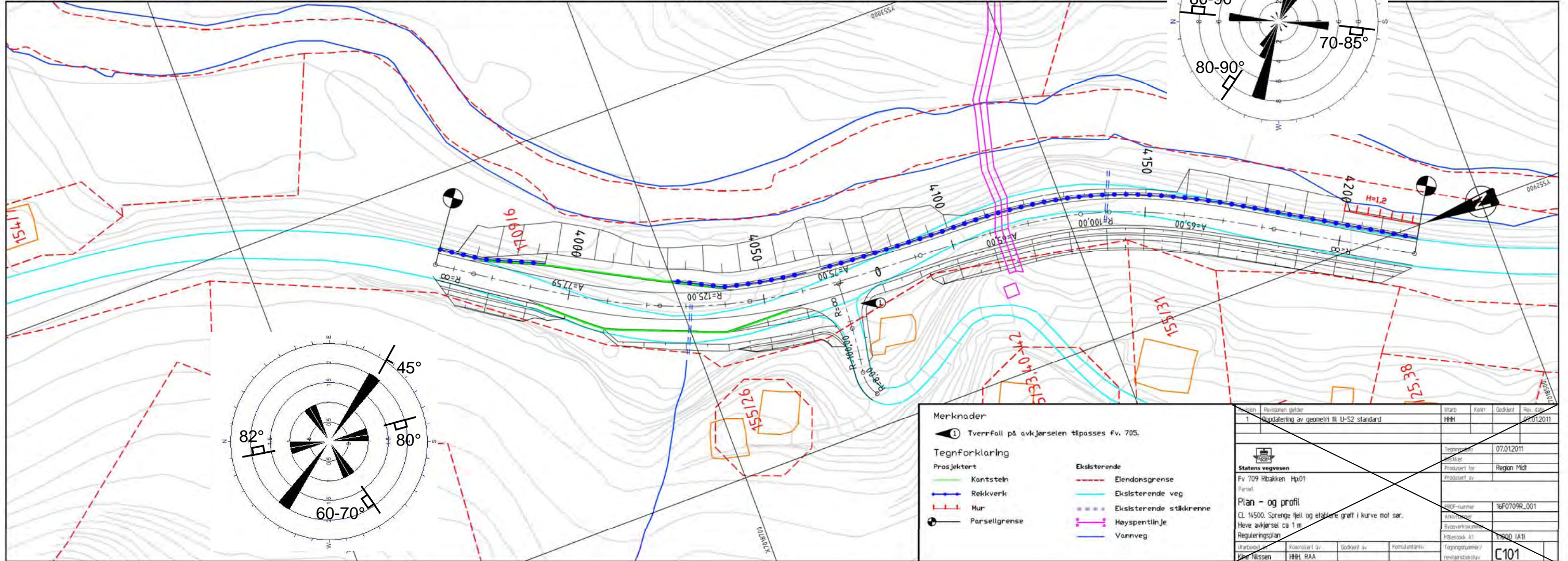
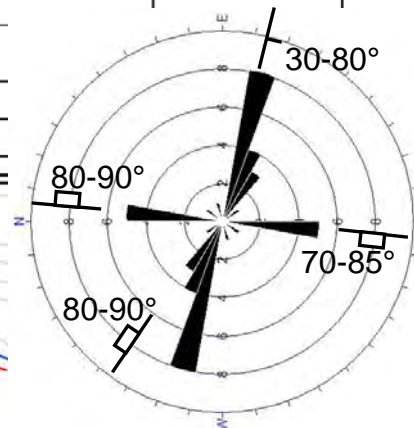
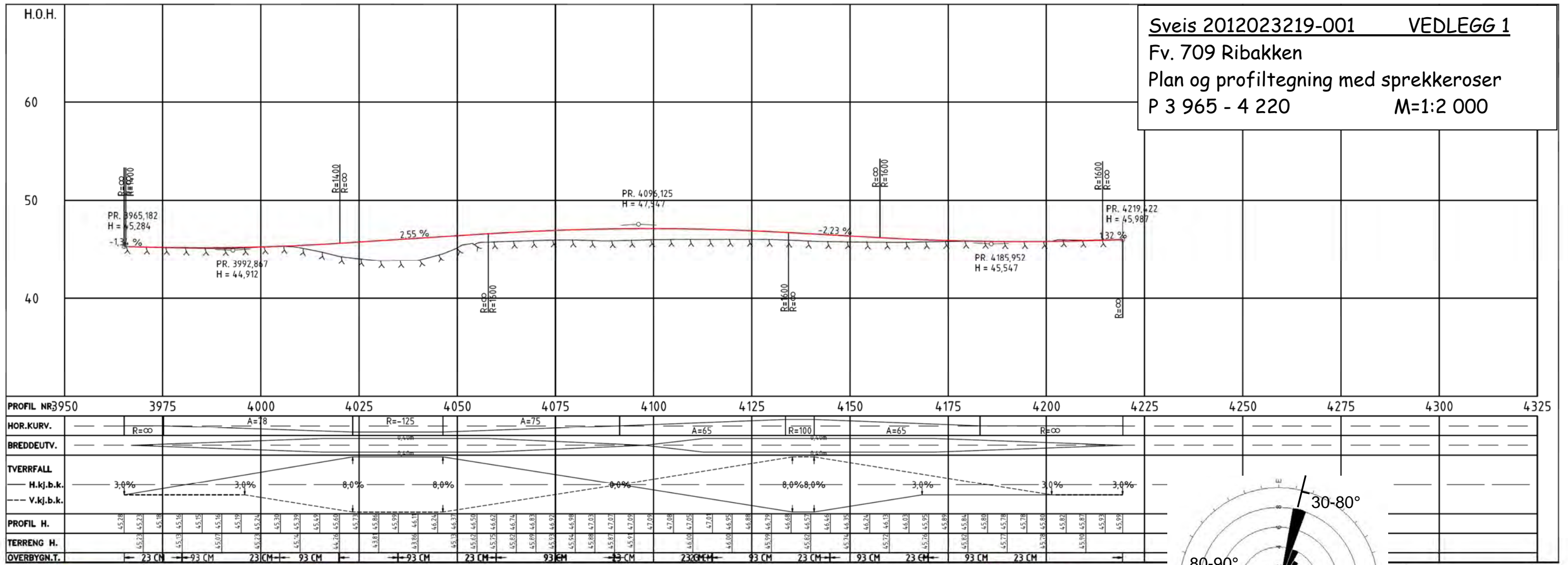
For god kvalitet av bergskjæringer er det viktig å kontrollere sprengningsplan, da med fokus på hullavstand og ladningsmengde.

4.4 Dokumentasjon av utført sikring

Utført sikring skal dokumenteres med bilder, der sikringsmidler og kvalitet vises tydelig. For bolter skal det angis boltelengde og forankringstype.

5 REFERANSER

1. Norges geologiske undersøkelse (NGU): Berggrunnsgeologisk kart på internett, NGU.
2. www.skrednett.no
3. Statens vegvesen (2011): Region midt. Geoteknikk Fv. 709 Ribakken. Datarapport og vurderingsrapport. Rapport Ud 922A, nr.1.
4. Statens vegvesen (2011): Håndbok 018. Vegbygging.
5. Norsk Standard (2001): NS8141 Vibrasjoner og støt. Måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk.



- Merknader**
- Tverrfall på avkjørselen tilpasses fv. 705.
- Tegnforklaring**
- | | | | |
|---------------|---|-------------------------|-------|
| Prosjektert | — | Eksisterende | - - - |
| Kantstein | — | Elendonsgrense | - - - |
| Rekkverk | — | Eksisterende veg | — |
| Mur | — | Eksisterende stikkrenne | - - - |
| Parsellgrense | — | Høyspentilje | — |
| | | Vornveg | — |

Rev. nr	Revisjonen gjelder	Utarb.	Kont.	Godkjent	Rev. dato
1	Oppdatering av geometri til U-S2 standard	HHH			07.01.2011

Statens vegvesen
 Fv 709 Ribakken Hp01
 Plan - og profil
 CL 14500: Sprengte fjell og etablere grunn i kurve mot sør.
 Heve avkjørsel ca 1 m
 Reguleringsplan

Uttarbeid	Kontr. av	Godkjent av	Forsjettlig
Kåre Nilssen	HHH RAA		

Tegningsnummer / Tegningsstiltav: C101