
Oppdragsgiver:	Midtre Gauldal Kommune
Oppdrag:	608141-03 – Utbedring av kryss, Støren Skissere lengdeprofil og skjæring
Dato:	11.04.2018
Skrevet av:	Ole Hartvik Skogstad
Kvalitetskontroll:	Anja Hammernes Pedersen

GEOLOGISK NOTAT GS-VEG FRØSET

INNHold

1	Innledning.....	1
2	Regelverk.....	2
2.1	Sprengning av skjæring.....	2
2.2	Sikkerhet mot skred.....	2
3	Grunnforhold.....	4
3.1	Berggrunn.....	4
3.2	Løsmasser.....	4
3.3	Oppsprekking.....	5
3.4	Mekaniske egenskaper.....	5
4	Geologiske vurderinger.....	6
4.1	Bergskjæring.....	6
4.2	Skred.....	7
5	Omgivelser.....	8
5.1	Rystelser.....	8
5.2	Hydrogeologi og influensområder.....	10
5.3	Gjenbruk av masser.....	10
6	Referanser.....	11
7	Vedlegg.....	12

1 INNLEDNING

Asplan Viak er engasjert av Midtre Gauldal kommune for planlegging av ny gang- og sykkelveg langs Frøsetvegen og fv. 632. Gang- og sykkelvegen skal bedre trafikksikkerheten for myke trafikanter som i dag må krysse vegen på et sted med dårlig sikt. Tiltaket vil også bedre sikten for bilistene som skal inn og ut av Frøsetvegen.

2 REGELVERK

2.1 Sprengning av skjæring

I henhold til Statens vegvesens håndbok N200 Vegbygging skal alle bergskjæringer med over 10 meters høyde i utgangspunktet plasseres i geoteknisk kategori 3 med tilhørende krav til uavhengig kontroll. Dersom grunnundersøkelser og vurderinger av bergstabilitet i skjæringene er tilfredsstillende kan geoteknisk kategori vurderes nedjustert til 2.

I henhold til Eurokode 7 (NS-EN 1997-1:2004 + A1:2013 + NA2016) skal konstruksjoner i berg defineres i en geoteknisk kategori ut fra en pålitelighetsklasse (CC/RC) og grunnforholdenes vanskelighetsgrad. Geoteknisk kategori blir vurdert ut fra prosjektets pålitelighetsklasse (konsekvens) og grunnforholdenes kompleksitet (Tabell 1).

Tabell 1. Klassifisering av geoteknisk kategori (NBG, 2011).

Pålitelighetsklasse	Vanskelighetsgrad		
	Lav	Middels	Høy
CC/RC 1	1	1	2
CC/RC 2	1	2	2/3
CC/RC 3	2	2/3	3
CC/RC 4*	*	*	*

* Vurderes særskilt

Vi vurderer at prosjektet ligger i pålitelighets/konsekvensklasse (CC/RC) 2, ettersom det er «grunn- og fundamenteringsarbeid og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfelle» (Eurokode 0, Nasjonalt tillegg tabell NA.A1). Det skal gjennomføres berguttak i form av skjæringer med høyde opp mot 10 meter og i middels til dårlig berggrunn. Under skjæringene vil det etableres gang- og sykkelveg.

Grunnforholdenes kompleksitet, vanskelighetsgrad, vurderer vi til middels (Norsk Bergmekanikkgruppe, 2011): «Noe uoversiktlige eller vanskelige grunnforhold og et prosjekt som er påvirket av grunnforholdene. Grunnforholdene kan fastlegges med rimelig grad av nøyaktighet. Tilfredsstillende erfaringer fra tilsvarende grunnforhold og konstruksjoner kan dokumenteres». Det er lite fjell i dagen, men eksisterende skjæring gir god oversikt over bergkvaliteten og det er forventet tynt løsmassedeck over topp skjæring

På bakgrunn av pålitelighets/konsekvensklasse og vanskelighetsgrad til de høye bergskjæringene plasseres skjæringene i geoteknisk kategori 2. For geoteknisk kategori 2 krever Eurokode 0 (2008) normal prosjekteringskontroll, det vil si grunnleggende egenkontroll og i tillegg kollegakontroll av annen bergteknisk fagkyndig.

Bergskjæringene skal prosjekteres etter Statens vegvesens (SVV, 2014) akseptkriterium for skred på veg. Akseptkriteriene er beskrevet i kapittel 2.2.

2.2 Sikkerhet mot skred

Vi har tatt utgangspunkt i Statens vegvesens "Retningslinjer for risikoakseptkriterier for skred på veg" (SVV, 2014) for klassifisering av risikoakseptkriterier for skred ned på fremtidig vegareal. Risiko er en kombinasjon av sannsynlighet og konsekvens av en skredhendelse.

Sannsynlighet

Sannsynlighet for skred vurderes over enhetsstrekninger på 1 km og vurderes som årlig nominell sannsynlighet for skredhendelser mot vegen.

Følgende skredtyper inngår i vurderingen av sannsynlighet:

- Snøskred
- Flomskred
- Jordskred
- Isskred
- Steinsprang
- Steinskred
- Fjellskred

For risikoaksept anvendes 7 sannsynlighetsklasser vist i Tabell 2. Strekninger med årlig sannsynlighet over 1/2 er ikke med i risikomatrisen, da det ikke anbefales å bygge veger med så stor sannsynlighet for skred.

Konsekvens

Konsekvens relateres her til trafikkmengde (ÅDT) per enhetsstrekning på 1 km. Trafikkmengde (ÅDT) på vegstrekningen er ifølge www.vegkart.no vurdert til ca. 150.

Risikoaksept

For å vurdere akseptabel risiko for alle tiltak på og langs veg som krever byggeplan/reguleringsplan, brukes risikomatrisen i Tabell 2 med ÅDT og årlig nominell sannsynlighet for skred per enhetsstrekning. Akseptkriteriene kan også veilede ved valg av sikringsnivå ved skredsikring langs eksisterende veg.

En ÅDT på 150 gjør at vegen legges i klasse A i risikomatrisen (Tabell 2). For klasse A innebærer akseptabel strekningsrisiko at årlig sannsynlighet for skred på veg ikke er større enn 1/10 per enhetsstrekning på 1 km.

Tabell 2: Risikomatrix for skred på veg. Grønn, gul og rød angir akseptnivået. Aktuelt prosjekt legger seg i konsekvensklasse A.

Årlig nominell sannsynlighet for skred på veg	I $1/2 \geq F > 1/5$						
	II $1/5 \geq F > 1/10$						
	III $1/10 \geq F > 1/20$						
	IV $1/20 \geq F > 1/50$						
	V $1/50 \geq F > 1/100$						
	VI $1/100 \geq F > 1/1000$						
	VII $1/1000 \geq F$						
	Trafikkmengde (ÅDT)	A <200	B 200-<500	C 500-<1500	D 1500-<4000	E 4000-<8000	F ≥8000
Akseptabel strekningsrisiko Tolererbar strekningsrisiko. Aksept avhenger av skredintensitet og kost-nytte-analyse. Akseptnivå besluttet av regionledelsen (vegeier hos fylkeskommunen). Uakseptabel strekningsrisiko							

3 GRUNNFORHOLD

3.1 Berggrunn

I følge NGUs berggrunnskart (1:250 000-kartet) er det grå og svart fyllitt og kvartsitt i området. Like sør for planlagt gang- og sykkelveg ligger Folstad steinbrudd som er kjent som et godt Trondhemitt-brudd. Trondhemitt er en tonalitt, men kan også sammenlignes med en lys granitt.

Befaringens observasjoner viser en omdannet bergart som stedvis er skifrig og sterkt forvitret. Berget fremstår uten sammenhengende struktur og med varierende sprekkeretninger og fall. Dette er typisk karakteristikk på fyllitt. I en bergskjæring ved profilnummer 30-40 observeres en lysere bergart som vurderes som kvartsitt.

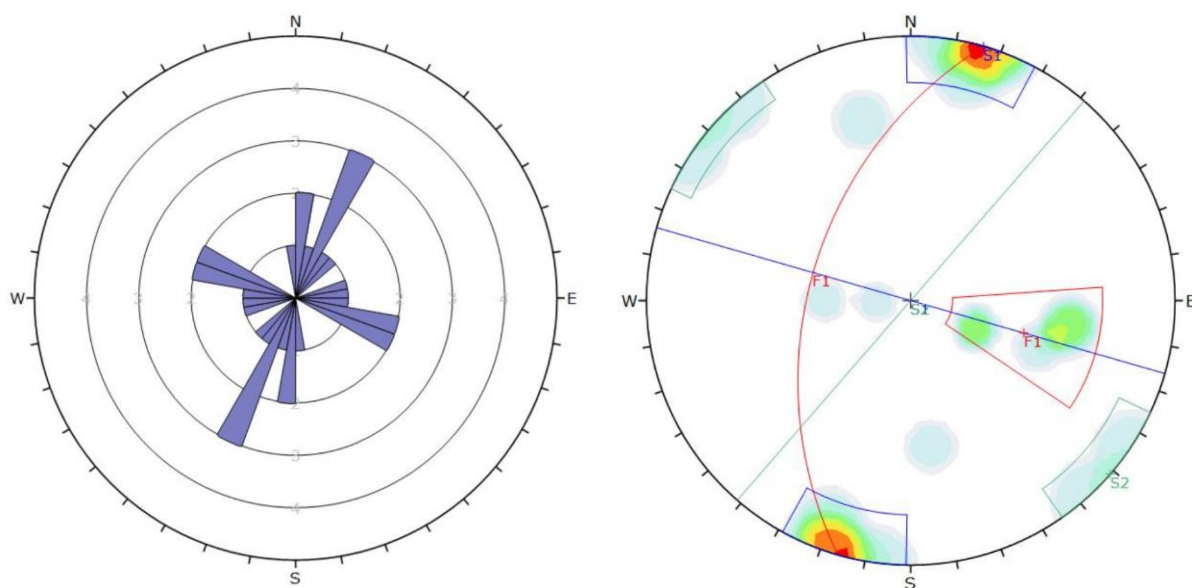
3.2 Løsmasser

I følge NGUs løsmassekart ligger det forvittringsmateriale, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen. Forvittringsmateriale er løsmasser dannet på stedet ved fysisk eller kjemisk nedbryting av berggrunnen. Det er ofte grunnlendt med flere fjellblotninger.

Observasjoner fra befaringen viser at det er lite løsmasser i områder, flere blotninger og trolig tynt løsmassedekke. Det er noe usikker løsmassedybde bak eksisterende støttemur (muren rives i forbindelse med ny gang- og sykkelveg).

3.3 Oppsprekking

På befaringen ble det utført sprekkekartlegging i eksisterende bergskjæringer og skrenter. Registreringene viser 3 sprekkesett (F1, S1 og S2) og målingene er gjort etter høyrehåndsregelen. Sprekkerose og stereoplott er vist i Figur 1 og en sammenstilling av registrerte sprekkesett er vist i Tabell 3.



Figur 1: Sprekkerose og stereoplott som viser registrerte sprekkesett.

Tabell 3: Registrerte sprekkesett.

Sprekkesett	Strøk	Fall
F1	196	48
S1	106	90
S2	221	90

3.4 Mekaniske egenskaper

Det er ikke utført test av mekaniske egenskaper til bergmassen. Det er ifølge berggrunnskartet til NGU fyllitt og kvartsitt der det er planlagt berguttak.

Fyllitt er erfaringsmessig en svak bergart som gir god borsynk og liten borslitasje. Boravvik kan være en utfordring for sedimentære bergarter på grunn av tett oppsprekking i lagdelingsplanet. Fyllitten kan også være tungsprengt på grunn av anisotropien i bergarten.

Kvartsitten er en bergart med en høy andel sterke mineral som kvarts, noe som gir lavere borsynk og høyere borslitasje. Sprengbarheten til kvartsitt er ofte god.

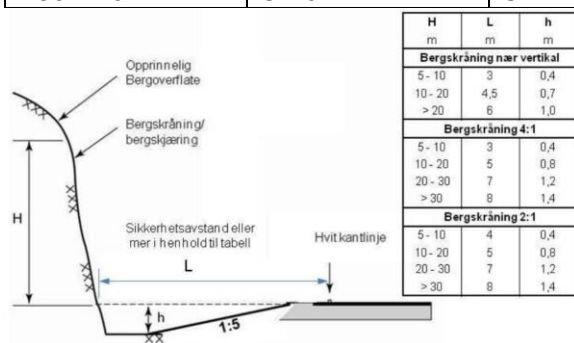
4 GEOLOGISKE VURDERINGER

4.1 Bergskjæring

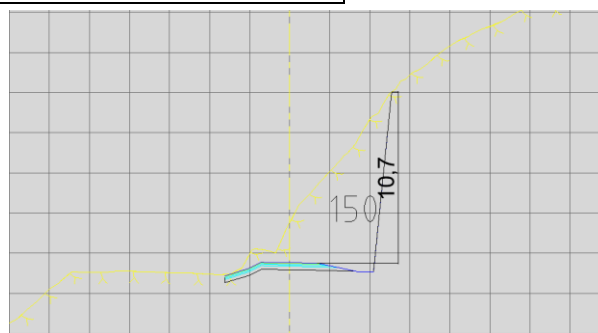
Statens vegvesens håndbok N200 anbefaler grøftebredder for veger avhengig av høyde på bergskjæringen (Figur 2 og Figur 3). Ved profil 150 er skjæringshøyden ca. 11 meter (Figur 2). Fra ca. profil 140 – 160 er skjæringen 9-11 meter og en grøftebredde på 3,75 meter kan anbefales.

Tabell 4: Planlagte skjæringshøyder og grøftebredder langs gang- og sykkelvegen.

Profil	Høyde	Anbefalt grøftebredde
0-60m	<5m	Andre forhold er bestemmende
60-80m	5-10m	3m
80-95m	<5m	Andre forhold er bestemmende
95-140m	5-10m	3m
140-160m	10-11m	3,75m
160-170m	5-10m	3m



Figur 2: Anbefalte grøftebredder i håndbok N200.



Figur 3: Profil 155 viser en skjæring på ca. 11 meter.

På grunn av dårlig bergkvalitet og nærliggende hus kan det være aktuelt med forsiktigere sprengningsmetoder for å unngå bakbryting av skjæringstoppen. Dette kan være tiltak som tettere konturhull, mindre salver/ladninger og sømboring. Forbolting for å ivareta skjæringstoppen kan også være aktuelt. Eksempelbilder av tradisjonell sprengning og sømboring er vist i Figur 4. Utseende etter sprengning er veldig avhengig av bergkvaliteten og oppsprekingsgrad, men man får finere skjæringsvegger ved bruk av mildere sprengningsmetoder. Valg av sprengningsmetode må avklares i byggeplanfasen.



Figur 4: Tradisjonell kontursprengning til venstre og sømboring til høyre.

Bergsikring

Bergkvaliteten ble på befaringen vurdert som dårlig. Berget er sterkt omdannet og stedvis tett oppsprukket. Sprekkesettene S1 og S2 er vertikale og har ingen glideplan ut mot veg. Foliasjonen F1 har fall mot vest og skjærer bergskjæringen med ca. 45 grader og medfører heller ingen fare for plane utglidninger. Stabilitetsproblem i bergskjæringen vurderes å være knyttet til nedfall av enkeltblokker og eventuelt småfallent berg.

Det må forventes installering av bergsikring for å hindre nedfall av stein på gang- og sykkelvegen. Det er aktuelt med rensk, bergbolter og steinsprangnett. Det skal benyttes fullt innstøpte bolter med korrosjonsbeskyttet materiale. Steinsprangnettet skal også installeres med korrosjonsbeskyttet materiale. Anslåtte sikringsmengder og kostnader er vist i Tabell 5.

Tabell 5: Sikringsmengder.

Metode	Mengde	Ca. kostnad
Bergbolter 2,4 meter	30 stk	40 000,-
Bergbolter 3,0 meter	30 stk	50 000,-
Steinsprangnett inkl. festemateriell	400 m ²	160 000,-
Manuell rensk	20 timer	50 000,-

4.2 Skred

Steinsprang

Planlagt gang- og sykkelveg ligger godt utenfor aktsomhetssoner for steinsprang. Dette skyldes at det er få og lave naturlige skrenter nært gang- og sykkelvegen.

Årlig, nominell sannsynlighet for steinsprang på veg fra naturlige skrenter vurderes til å være mindre enn 1/10 på bakgrunn av følgende:

- Ingen registrerte steinspranghendelser i området gang- og sykkelvegen er planlagt
- Ingen naturlige skrenter som er høye nok til å gi nedfall på gang- og sykkelveg

Snøskred

Planlagt gang- og sykkelveg ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for snøskred. Løsneområdene ligger høyere i åsen og gang- og sykkelvegen ligger i utkanten av utløpssonen til snøskredkartene. Mellom planlagt gang- og sykkelveg og løsneområdene for snøskred ligger det et boligfelt.

Årlig, nominell sannsynlighet for snøskred på veg vurderes til å være mindre enn 1/10 på bakgrunn av følgende:

- Ingen registrerte snøskredhendelser i området
- Stor avstand til løsneområdene for snøskred
- Bebyggelse mellom løsneområdene og planlagt gang- og sykkelveg vil stoppe eventuelt snøskred
- Løsneområdene for snøskred er tett vegetert som gjør at snøskred ikke vil ha potensial til å løsne under dagens situasjon

Isnedfall på gang- og sykkelvegen vurderes som lite sannsynlig på grunn av god grøftebredde og anbefalt bruk av nett i de høyeste skjæringene.

Jord- og flomskred

Planlagt gang- og sykkelveg ligger utenfor aktsomhetssoner for jord- og flomskred.

Årlig, nominell sannsynlighet for jord- og flomskred på veg vurderes til å være mindre enn 1/10 på bakgrunn av følgende:

- Det er ingen større, etablerte avrenningskanaler ned mot gang- og sykkelvegen
- Ingen registrerte jord- og flomskredhendelser i området gang- og sykkelvegen er planlagt

Samlet vurdering

Risikoakseptkriteriet vurderes oppfylt for gang- og sykkelvegen, hvor årlig sannsynlighet for skred på veg ikke må overskride 1/10.

5 OMGIVELSER

5.1 Rystelser

Ved alle sprengningsarbeider stilles det krav til at det gjøres vurderinger av konsekvenser av rystelser, støy og stabilitet i berggrunnen.

NS8141:2001 og NS8141-2:2013 - Vibrasjoner og støt - setter klare retningslinjer til tillatte rystelser for nærliggende bygg og infrastruktur.

I beregningene er det antatt at bygningene som påvirkes av sprengningen kan karakteriseres som vanlige boliger av armert betong, stål eller tre, og at de er fundamentert på bankett eller tilsvarende. Det forutsettes også at samtlige bygninger har en normal tilstand, og ikke er spesielt følsomme for vibrasjoner eller spesielt utsatt for setninger. Faktorene nevnt ovenfor må korrigeres dersom noen av de ikke stemmer og dette avdekkes under besiktigelsen som skal skje før sprengningsarbeidet starter. Grenseverdiene i Tabell 6 velges ut fra hvilke grunnforhold bygningene er fundamentert på. På grunn av mye bart berg i dagen antas byggene å være fundamentert på tynt avrettingslag over berg. Bygninger kan også utsettes for vibrasjoner fra annen anleggsvirksomhet enn sprengning, for eksempel anleggstrafikk, komprimering av løsmasser og pigging av berg.

Følgende grenseverdier er beregnet for sprengning avhengig av grunnforhold:

Tabell 6: Grenseverdier for rystelser fra sprengning avhengig av grunnforhold (NS8141:2001).

Grunnforhold fundamentering	Avstand 0-20m	Avstand 20-100m	Avstand 100m+
Tynt avrettingslag på berg	42-32mm/s	32-23mm/s	23mm/s
Løsmasser av fast lagret morene, fylling	30-22mm/s	22-17mm/s	17mm/s

med komprimert sprengstein			
Løsmasser av sand, grus og silt	16-13mm/s	13-9mm/s	9mm/s
Løsmasser av leire/vannrik silt	13-10mm/s	10-7mm/s	7mm/s

Følgende grenseverdier er beregnet for annet anleggsarbeid enn sprengning (NS8141-2:2013):

* Vibrasjoner fra anleggstrafikk: 25 mm/s

* Vibrasjoner fra pigging av berg og komprimering av løsmasser: 33 mm/s

Det anbefales å måle vibrasjoner på de bygninger som kommer nærmest sprengningsstedet. Vibrasjonsmålinger må gjennomføres iht. nevnte NS8141-standarder og det skal benyttes triaksielle målere. Monterte målere må kunne flyttes og tilpasses sprengningen. Entreprenør er ansvarlig for å overholde de oppgitte vibrasjonskrav. Entreprenør skal også være ansvarlig for levering, montering, drift og vedlikehold av vibrasjonsmålere, samt nedrigging av dette. Byggherre skal ha tilgang til vibrasjonsverdier umiddelbart etter sprengt salve.

Bygninger og konstruksjoner som antas å bli påvirket av sprengningsarbeidet skal besiktiges før arbeidet igangsettes og etter at arbeidet er utført. Der grunnen består av løsmasser anbefales det at byggverk som ligger nærmere sprengningsstedet enn 100 meter besiktiges. Dersom byggverk står på berg er avstanden 50 meter. På bakgrunn av beskrivelse av løsmassene (kapittel 3.2) og erfaring fra området antas de fleste bygninger å være fundamentert på tynt avrettingslag over berg, men dette må avklares under besiktigelse av eiendommer innenfor nevnte radiuser. Det anbefales som et minimum at følgende eiendommer (gnr/bnr) besiktiges og tilstandsregistreres, samt at et utvalg (2-3 eiendommer) benyttes som målesteder for vibrasjoner:

- 3/24 (avstand 12m)
- 3/13 (avstand 35m)
- 3/48 (avstand 40m)
- 3/17 (avstand 30m)
- 3/58 (avstand 30-40m)
- 3/20 (avstand 50m)
- 3/19 (avstand 20m)
- 3/174 (avstand 25m)
- 3/5 (avstand 25m)
- 3/62 (avstand 40-50m)

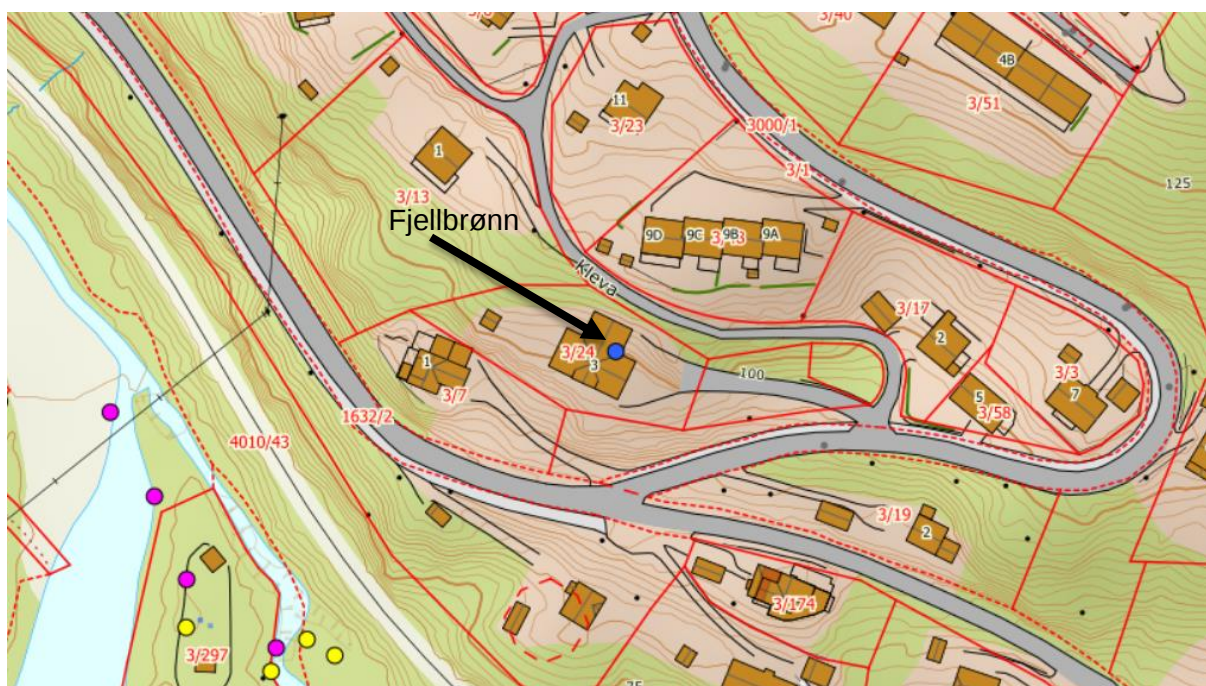
Listen overfor er ikke uttømmende og kommer an på hvilke grunnforhold man finner når man begynner å grave/spreng. Det må gjøres en kontinuerlig vurdering etter hvert som gravearbeidene utføres. Plassering av vibrasjonsmålere skjer i samråd med byggherre.

Salvesprut aksepteres ikke, og alle skader fra salvesprut er entreprenørens ansvar og skal utbedres uten kostnader for byggherre. Salvene må dekkes godt til med god overlapp og dekningsmaterieill bør legges godt utenfor ytterste hullrad.

For sprengningsarbeider er det, ifølge NS 8141-1:2012+A1:2013, en generell grenseverdi for toppverdi av refleksjonstrykk på 500 Pa. Grenseverdien gjelder for bygninger som ligger over 20 m fra sprengningsstedet. Entreprenør er ansvarlig for å følge opp dette der bebyggelse er tett på sprengningsstedet.

5.2 Hydrogeologi og influensområder

På grunn av liten løsmassedybde vurderes konsekvensene av noe økt drenasje som følge av sprengning av bergskjæringer som liten. I følge grunnvannsdatabasen GRANADA (Figur 5) er det en energibrønn ved gnr/bnr 3/24. Brønnen er 160 meter dyp med en diameter på 140 mm. Berget er beskrevet som «svart løst fjell» fra ned til 60 meters dyp. Før igangsetting av sprengningsarbeidet må brønnens funksjon og ømtålighet for senket grunnvannstand undersøkes.



Figur 5: Oversikt over registrerte brønner i grunnvannsdatabasen GRANADA.

5.3 Gjenbruk av masser

Fyllitt blir sett på som en bergart med liten gjenbruksnytte på grunn av høyt glimmerinnhold og finstoffinnhold. Dette gjør materialet lite drenerende og telefarlig.

Kvartsitt er av bedre kvalitet og kan trolig brukes i eksempelvis vegfyllinger.

6 REFERANSER

Lovdata, 2017. TEK17. Kapittel 7. Sikkerhet mot naturpåkjenninger.

NS 8141: 2001. Vibrasjoner og støt - Måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk.

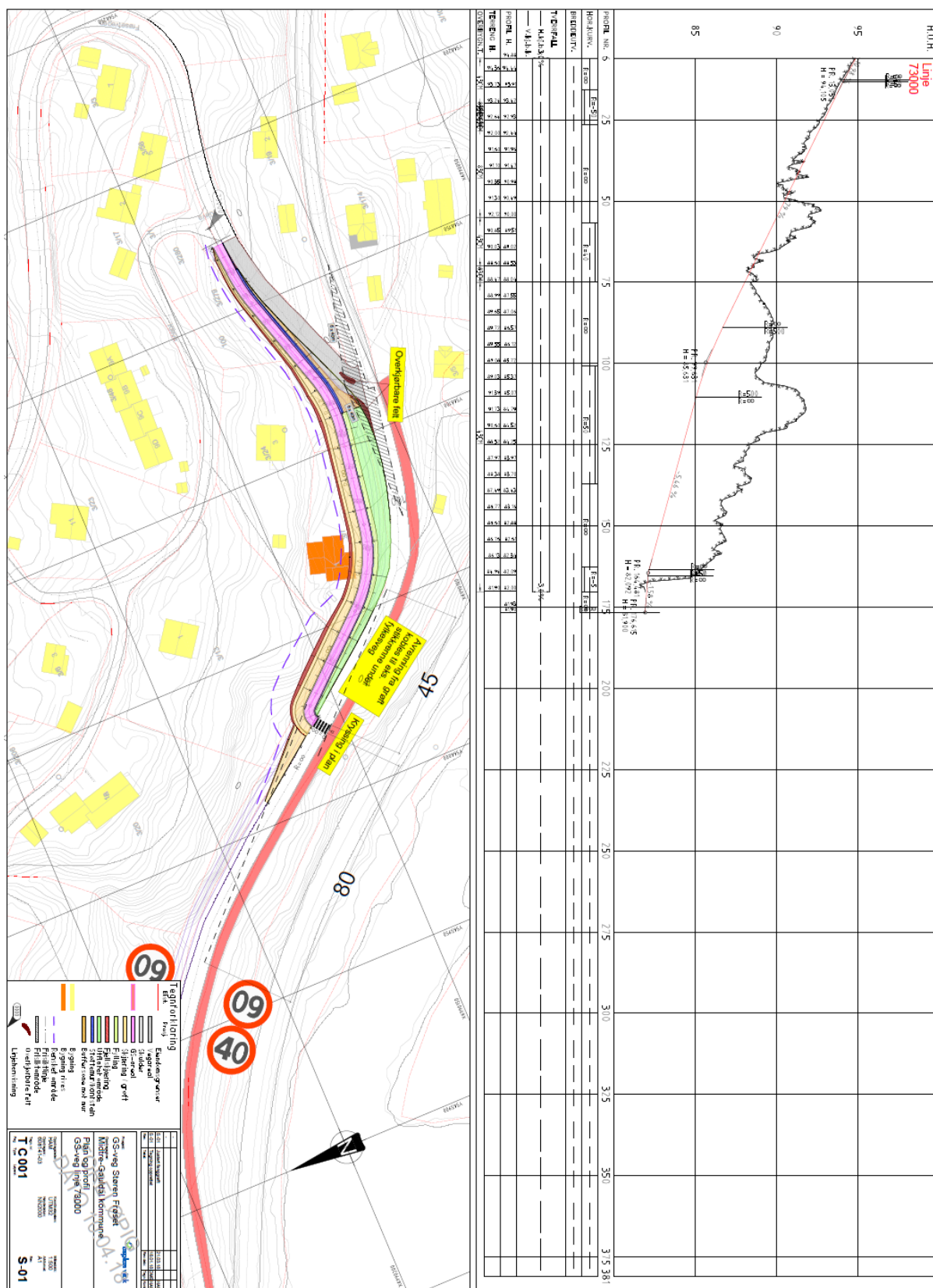
NS 8141-2:2014. Virkning av vibrasjoner på byggverk fra annen anleggsvirksomhet enn sprengning, og fra trafikk.

SVV, 2014. Håndbok N200 Vegbygging.

SVV, 2014. Retningslinjer for risikoakseptkriterier for skred på veg. NA-rundskriv 2014/08.

7 VEDLEGG

Vedlegg 1: Plan- og profiltegning



Vedlegg 2: Tverrprofiler

