



E6 Gyllan – Kvål

Fagrappport ingeniørgeologi høye bergskjæringar

Detaljreguleringsplan

31.08 | **23**

Oppdragsnummer:	5207617
Oppdragsnavn:	E6 Gyllan – Kvål
Dokumentnummer:	NV50E6GK-GEO-RAP-0002
Dokumentnavn:	Fagrapport ingeniørgeologi høye bergskjæringer

Versjonsoversikt

Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
01	20.03.2023	Til høring av reguleringsplan	KTLOF	INT	JHSVE
02	31.08.2023	Revisjon etter 3.partskontroll	KTLOF	INT	JHSVE

SAMMENDRAG

Fagrapporten beskriver de geologiske forhold og inneholder ingeniørgeologiske vurderinger for strekninger med høye bergskjæringer i reguleringsområdet for ny E6 mellom Gyllan og Kvål i Melhus kommune. Området med høye bergskjæringer langs vei i dagen er avgrenset til en delstrekning langs lokalvei ved Gyllan, der eksisterende bergskjæring skal utvides. Ny bergskjæring vil ha lengde 90 m og høyder inntil 17 m. Skjæringen er klassifisert i geoteknisk kategori 3 og pålitelighetsklasse (CC/RC) 3. Forskjæringer til Homyrkamtunnelen er presentert i egen fagrapport for tunnel.

Bergskjæringen går i sand/siltstein der lagdelingen har orientering nær parallelt skjæringen med fallvinkel inn i fremtidig skjæring. Bergmassen i fremtidig skjæring ventes gjennomgående kompetent og massiv, men med mulighet for skifrige partier med tettere oppsprekingsgrad og redusert kvalitet. Berget er gjennomført av mange sprekkesett med varierende orientering og dette kan medføre en «kaotisk» kontur og dannelse av kiler og blokker med behov for sikring.

Skjæringen er anbefalt utformet med helning 10:1 og uten hylle. Det er prosjektert med 6 m fanggrøft.

Stabilitetssikring ventes å bestå av rensk, sikringsbolter og steinsprangnett. Risiko for geologisk utfall ved sprengning medfører at en må vurdere behov for seksjonsvis uttak og fortløpende sikring både før og underveis i berguttaket.

Over skjæringen er terrenget dekket av løsmasser med antatt mektighet på et par meter. Løsmasser må avgraves eller stabilitetssikres på annen måte, og en må hensynta mulighet for geologisk utfall ved sprengning. Adkomsten er bratt og utfordrende.

Sprengningsarbeidene vil foregå tett på eksisterende E6, som samtidig skal være i drift. Det er ikke bebyggelse i umiddelbar nærhet til skjæringen. Det er ikke påvist kvikkleire i direkte kontakt med skjæringen, men en kvikkleiresone ca. 45 m sør for skjæringen ventes å medføre restriksjoner i sprengningsopplegget.

INNHold

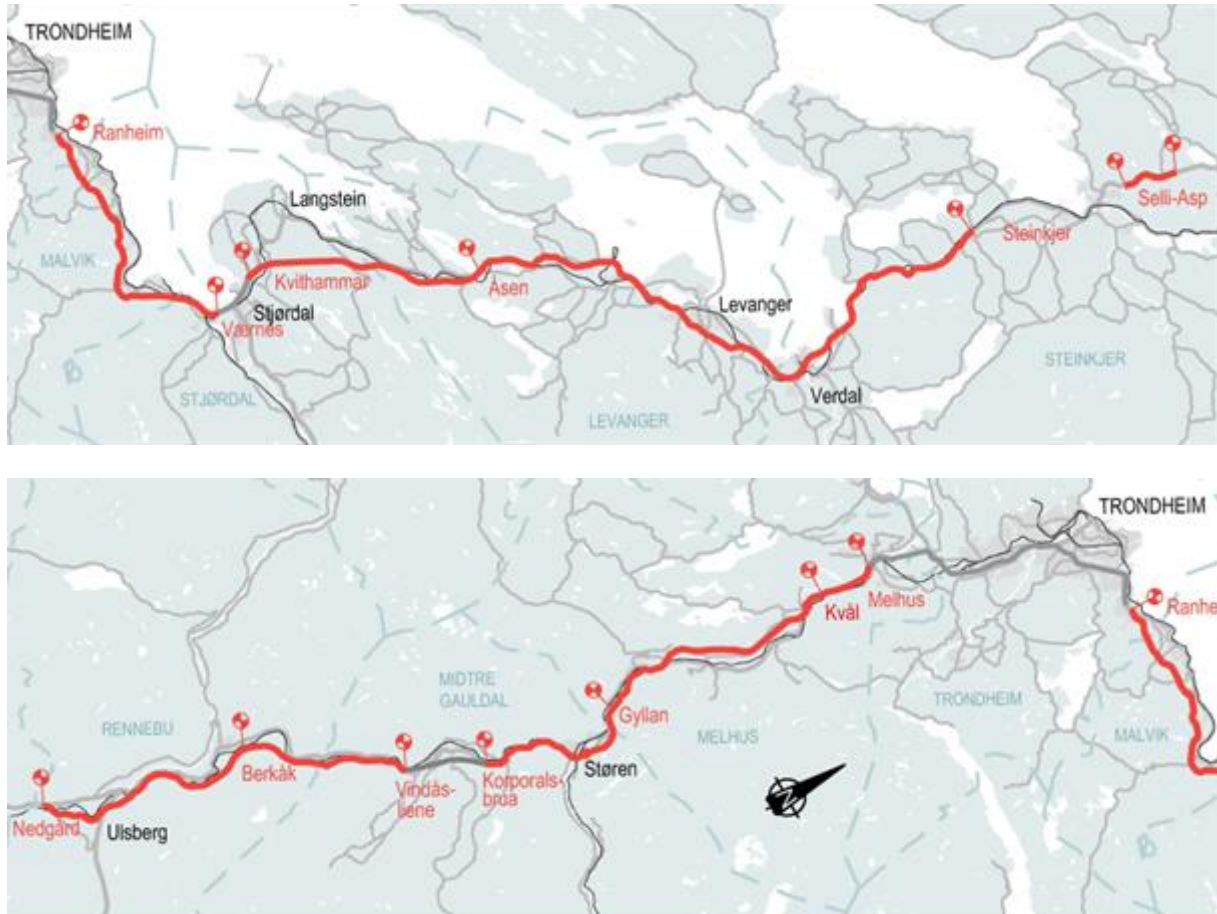
1	INNLEDNING.....	6
1.1	Bakgrunn	6
1.2	Prosjektets formål og mål	7
1.3	Planprosess for detaljregulering med konsekvensutredning for E6 Gyllan – Kvål.....	7
1.4	Rapportens innhold og oppbygning.....	8
1.5	Regelverk og styringsdokumenter	8
1.6	Grunnlagsmateriale	9
1.7	Oversikt bergskjæring.....	9
1.8	Utførte undersøkelser	10
1.9	Normalprofil for bergskjæring	11
1.10	Geoteknisk kategori og krav til prosjektering og kontroll	12
1.11	Skredfare.....	14
2	GRUNNFORHOLD (FAKTADEL)	15
2.1	Topografi.....	16
2.2	Kvartærgeologi og løsmasser.....	16
2.3	Berggrunn, strukturgeologi og svakhetssoner	18
2.4	Hydrologiske og hydrogeologiske forhold	22
2.5	Spesielle lokale hensyn	22
3	INGENIØRGEOLOGISKE VURDERINGER (TOLKNINGSDEL)	23
3.1	Stabilitet og utforming av bergskjæring	23
3.2	Uttaksmetode.....	26
3.3	Bergsikring.....	26
3.4	Stabilisering av løsmasser.....	27
3.5	Steinmaterialets egnethet til bruk i veioppbygning	28
3.6	Boring og sprengning.....	31
3.7	Hydrogeologiske forhold	32
3.8	Omgivelser og ytre miljø	32
3.9	Usikkerheter og spesielle risikoer	33
4	ANBEFALINGER	35
4.1	Ingeniørgeologisk bemanning i oppfølgingsfasen	35
4.2	Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA).....	35
5	REFERANSER.....	37

Vedlegg:

1. Tegning V900. Plantegning P550–700. Bergskjæring Gyllan. Ingeniørgeologi. Reguleringsplan.
2. Tverrprofiler bergskjæring Gyllan P560–700.
3. Rapport fra test av mekaniske egenskaper.
4. Strukturgeologiske målinger.
5. Bilder.

1 INNLEDNING

Nye Veier har ca. 175 km ny E6 i sin portefølje i Trøndelag. Målet til Nye Veier er å bedre trafiksikkerheten, forkorte reisetiden og styrke vekst og utvikling i landsdelen. E6 Gyllan – Kvål inngår som en del av denne store oppgraderingen av E6 gjennom Trøndelag fra Nedgård i sør (Rennebu kommune) til Asp i nord (Steinkjer kommune), som vist i figur 1-1.



Figur 1-1: Nye Veiers portefølje i Trøndelag (Illustrasjon: Nye Veier).

1.1 Bakgrunn

E6 er hovedveien i Norge mellom nord og sør. Veien er hovedtransportåren for godstrafikk til og fra, samt gjennom Trøndelag. E6 er dessuten den viktigste persontrafikkåren for regionen. E6 Gyllan – Kvål er ca. 17 km lang og ligger i sin helhet i Melhus kommune. På strekningen er det tofelts vei med randbebyggelse gjennom tettstedene Ler og Lundamo. Årsdøgntrafikken (ÅDT) for strekningen i 2020 var mellom 8 600 og 11 400 kjøretøy. Strekninger med redusert hastighet og blandet trafikk kombinert med begrensa muligheter for forbikjøring reduserer fremkommeligheten. I perioden 2011–2020 er det registrert 34 ulykker på strekningen, hvorav åtte er påkjøring bakfra, ti er møteulykker og 12 er utforkjøringer. To personer har mistet livet og tre personer har blitt hardt skadde.

1.2 Prosjektets formål og mål

Formålet med planarbeidet er å skaffe et formelt grunnlag for erverv av grunn og bygging av ny E6 som en firefelts motorvei. Løsningene skal bidra til å oppnå målene i Nasjonal transportplan 2022–2030 [1], gjengitt i figur 1-2.



Figur 1-2: Målene for transportsektoren fra Nasjonal transportplan (Illustrasjon: Nasjonal transportplan [1]).

1.3 Planprosess for detaljregulering med konsekvensutredning for E6 Gyllan – Kvål

Nye Veier startet en ny planprosess i 2020 med bakgrunn i et ønske om å øke den samfunnsøkonomiske lønnsomheten, redusere kostnader, minimere jordbruksbeslag og redusere belastning på ytre miljø sammenlignet med gjeldende plan.

Det er i perioden 2021–2022 utarbeidet konsekvensutredning for flere alternativer på strekningen. Dimensjoneringsklasse H3, og fartsgrense 110 km/t lå til grunn for utredningen. En mulighetsstudie for fartsgrense 100 km/t inngikk også i beslutningsgrunnlaget for valg av trasé. Melhus kommune vedtok 25. oktober 2022 at alternativ 1.1A og 2.1 skulle legges til grunn for utarbeidelse av reguleringsplan på strekningen, se figur 1-3.



Figur 1-3: Oversiktskart der alternativ som er lagt til grunn for planforslaget er vist med rød linje. Andre utredede alternativer er vist med lysere farge (Illustrasjon: Nye Veier).

Planforslaget ligger i hovedsak i samme trasé som i gjeldende plan. De største endringene er følgende:

- Løsning og plassering av Fosskrysset.
- Løsningen på Røskaft der man unngår omlegging av jernbane og brusøyler i elv.
- Kryss på Losen/Ler er tatt ut.
- Løsningen ivaretar sikkerhet mot skred og flom bedre enn gjeldende plan.
- På deler av strekningen har E6 en høyere standard og høyere dimensjonerende hastighet.

1.4 Rapportens innhold og oppbygning

Rapporten beskriver de ingeniørgeologiske forholdene ved de planlagte høye bergskjæringene i reguleringsområdet, og er utarbeidet etter krav i Statens vegvesens Håndbok N200 Vegbygging [2].

Det er kun én strekning langs ny vei i dagen ved Gyllan som vil få høye bergskjæringene langs parsellen og som er omtalt i denne rapporten. Forskjæringene til Homyrkamtunnelen er omtalt i fagrapport for tunnel [3].

Innholdet i rapporten er delt i en faktadel og en tolkningsdel. Det vil også bli vist til følgende vedlegg i rapporten:

- Vedlegg 1: Ingeniørgeologisk plantegning.
- Vedlegg 2: Tverrprofiler for bergskjæringen.
- Vedlegg 3: Resultater fra mekaniske styrketester [4].
- Vedlegg 4: Strukturgeologiske målinger.
- Vedlegg 5: Bilder.

I tillegg til denne rapporten er det utarbeidet følgende ingeniørgeologiske fagrapporter for parsellen:

- Fagrapport ingeniør- og hydrogeologi Homyrkamtunnelen [3].
- Fagrapport skredfarevurdering [5].

1.5 Regelverk og styringsdokumenter

Gjeldende regelverk legges til grunn for prosjekteringen. For ingeniørgeologisk prosjektering gjelder:

- Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 [6].
- Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 1 Allmenne regler NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 [7].
- Norsk Standard NS 8141:2001: Vibrasjoner og støt. Måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk [8].

- NS 8141-3:2014 Vibrasjoner og støt – Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk – Del 3: Virkning av vibrasjoner fra sprengning på utløsning av skred i kvikkleire [9].

I tillegg benyttes følgende håndbøker og veiledninger:

- Statens vegvesen, Håndbok N200 Vegbygging, 2021 [2].
- Statens vegvesen, Håndbok V225 Bergskjæringer, 2020 [10].
- Statens vegvesen, Håndbok R760 Styring av vegprosjekter, 2021 [11].
- Statens vegvesen, Håndbok R761 Prosesskode 1 Standard beskrivelse for vegkontrakter, 2018 [12].
- NGI, Bruk av Q-systemet, Bergmasseklassifisering og bergforsterkning, 2015 [13].

1.6 Grunnlagsmateriale

Følgende grunnlagsmateriale er benyttet til forberedelse av feltarbeid og utforming av ingeniørgeologisk rapport:

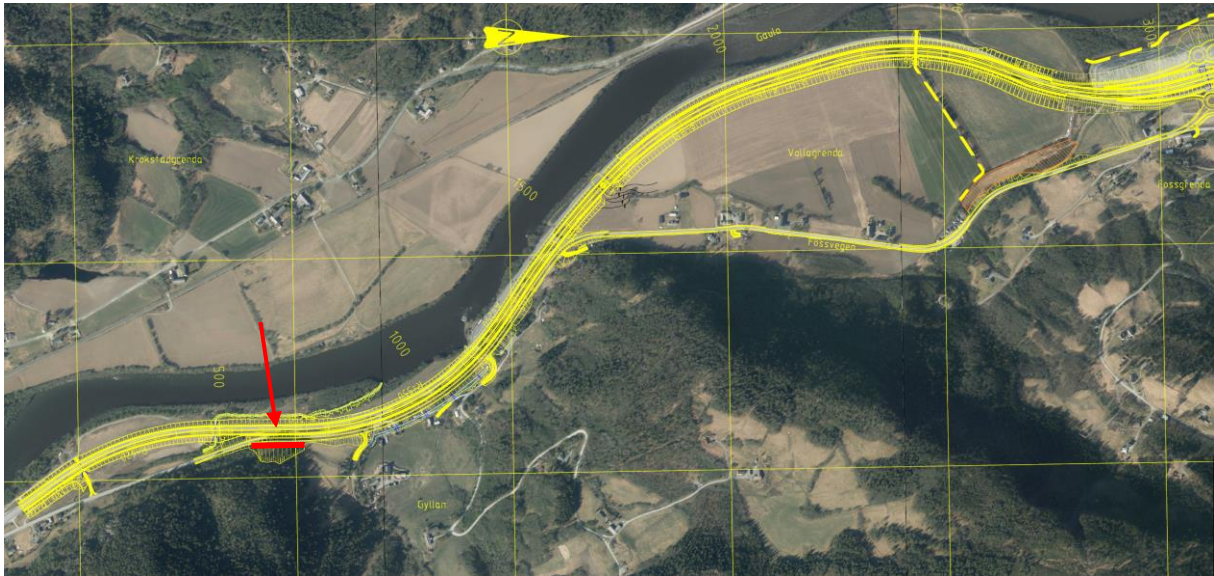
- Digitalt kartgrunnlag og veilinje.
- Prosjektets samordningsmodell (ISY).
- Topografiske kart fra Kartverket (www.norgeskart.no).
- Helningskart og skyggekart basert på digital terrengmodell (www.hoydedata.no).
- Harmonisert berggrunnskart 1:50 000 langs Nye Veiers planlagte utbyggingstrasé mellom Ulsberg og Åsen [14].
- Løsmassekart (1:250 000) fra NGU [15].
- Ortofoto fra Kartverket (www.norgebilder.no).
- Aktsomhetskart for radon fra NGU [16].
- Aktsomhetskart fra NVE [17].
- Grunnvannsdatabasen GRANADA fra NGU [18].
- Registrerte kvikkleireområder fra NVE [17].

I tillegg er følgende rapporter fra tidligere planfaser er benyttet:

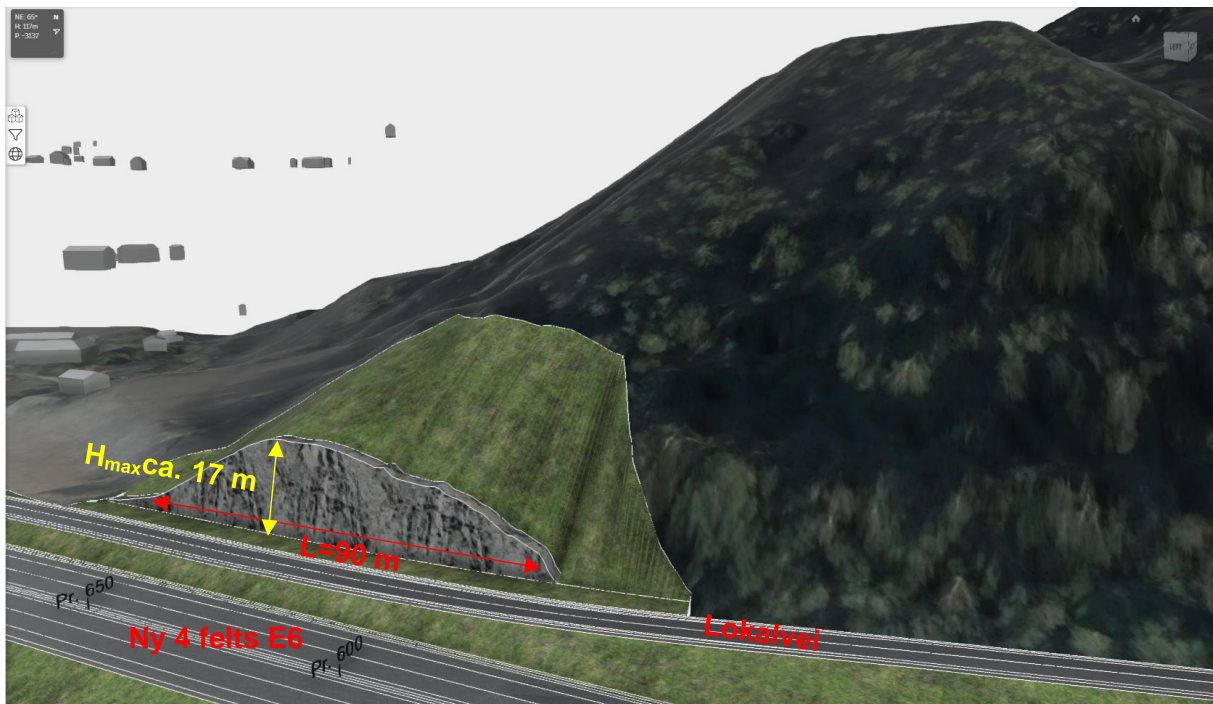
- Ingeniørgeologisk rapport fra reguleringsplan vedtatt i 2016 [4].
- Ingeniørgeologisk rapport fra byggeplan for eksisterende bergskjæring [19].

1.7 Oversikt bergskjæring

Ved Gyllteigen skal eksisterende bergskjæring øst for lokalveien utvides. Ny bergskjæring vil gå ved P590–680 med lengde ca. 90 m og høyder inntil ca. 17 m. En strekning på ca. 40 m (P620–660) vil ha skjæringshøyde > 10 m. I rapporten er det henvist til profilnummer langs E6. Oversiktstegning og utsnitt fra modell er vist i figur 1-4 og figur 1-5.



Figur 1-4: Oversiktskart for strekningen mellom Gyllan og Fosskrysset ved Hovin. Planlagt bergskjæring ved Gyllan er vist med rød strek. Utsnitt fra tegning B101. Hele skjæring er plassert i geoteknisk kategori 3. (Kilde: Norconsult)



Figur 1-5: Utsnitt fra 3D-modell som viser bergskjæringen ved Gyllan. (Kilde: Norconsult)

1.8 Utførte undersøkelser

Det er gjort totalsonderinger for veilinja i det aktuelle området. Resultatene er presentert i geoteknisk datarapport [20]. Relevante boringer er vist på ingeniørgeologisk tegning (vedlegg 1).

Det ble gjort laboratorietest av mekaniske egenskaper av berget i område for eksisterende skjæring i forbindelse med utbygging av E6 på strekningen Hage – Gyllan [21]. Resultatene er presentert i tabell 1-1. Eksakt prøvelokalitet er ikke kjent.

Tabell 1-1: Analyseresultater fra prøver tatt ved uttak av eksisterende skjæring. Analyserapport er vist i vedlegg. Kilde: Multiconsult [4].

Mølleverdi	Micro-Deval-koeffisient	Flisighetsindeks
21	20,4	20

Ut over dette er det ikke utført spesifikke grunnundersøkelser for strekningen med høye bergskjæringer.

1.8.1 Ingeniørgeologisk feltkartlegging

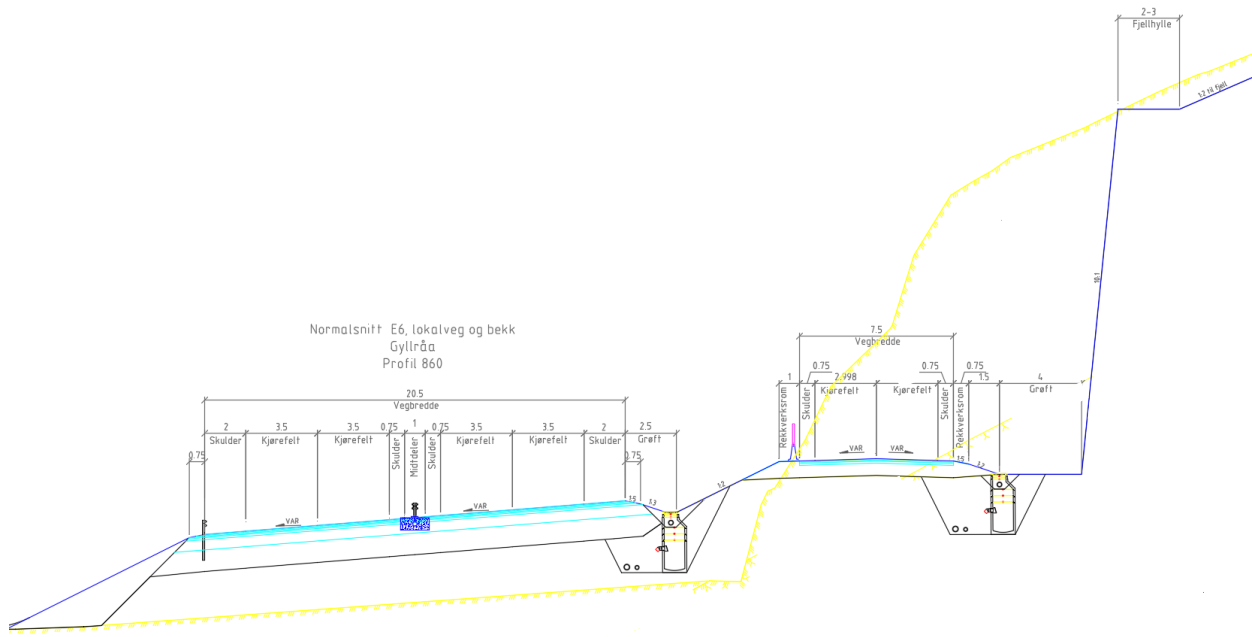
Det er utført ingeniørgeologisk feltkartlegging av de bergtekniske forholdene. Befaringen ble utført 17.06.2021 av ingeniørgeologene Maria Raastad og Kristian Loftesnes. Det ble foretatt kartlegging av bergmassen i eksisterende skjæring, samt at skråningen over bergskjæringen ble kartlagt for å kartlegge berg/løsmasseforhold og fare for skred fra bratt terreng. Vedlegg 5 inneholder bilder fra kartleggingen.

1.8.2 Tidligere utførte feltkartlegginger

I forbindelse med bygging av eksisterende skjæringer [21] og reguleringsplanarbeidet som ble gjort i 2015 [4] er det gjort feltkartlegging. Relevante resultater fra disse utredningene er benyttet som grunnlag i denne rapporten.

1.9 Normalprofil for bergskjæring

Figur 1-6 viser profil for E6, lokalvei og utforming av bergskjæring ved Gyllan. Skjæring er planlagt utformet med helning 10:1. Det er planlagt fanggrøft med bredde 6 m langs bergskjæringen.



Figur 1-6: Viser normalprofil for bergskjæring ved Gyllan. (Kilde: Norconsult)

1.10 Geoteknisk kategori og krav til prosjektering og kontroll

1.10.1 Geoteknisk kategori

I henhold til N200 [2] skal prosjekter klassifiseres i geotekniske kategorier (1, 2 og 3) avhengig av prosjektets kompleksitet og risiko. Geotekniske kategorier for veiprosjekter bestemmes i henhold til Eurokode 7 [7]. Ulike deler av prosjektet kan plasseres i ulike geotekniske kategorier.

Geoteknisk kategori (GK) har betydning for utførelse og kontroll under planlegging, bygging og drift av prosjektet.

Håndbok N200 setter krav til hvilke bergskjæring som skal plasseres i geoteknisk kategori 3:

- Bergskjæring høyere enn 10 m (målt fra ferdig vei).
- Bergskjæring der svakhetssoner/slepper vil kunne føre til større utglidninger.
- Bergskjæring i foten av høye skråninger/fjellsider der inngrep vil kunne føre til stabilitetsproblemer.
- Bergskjæring med skrånende terreng over skjæring, hvor det er nødvendig å ivareta skredfare og stabilitet.
- Bergskjæring der det er nødvendig å ta hensyn til bygninger, konstruksjoner, infrastruktur, o.l. i umiddelbar nærhet.
- Bergskjæring i bergarter som vil kunne gi forurensende avrenning.

Følgende bergskjæringer kan plasseres i geoteknisk kategori 2:

- Middels høye bergskjæringer uten spesiell risiko eller vanskelige grunnforhold mht. sprengning og stabilitet.

Følgende skjæringer kan plasseres i geoteknisk kategori 1:

- Lave skjæringer < 5 m.

Ny skjæring ved Gyllan har høyder over 10 m langs en betydelig del av strekningen. I tillegg er det skrånende terreng med løsmassedekke over toppkant som må håndteres. Sprengningsarbeider vil foregå tett på eksisterende lokalvei og ny E6 som skal ha trafikk gjennom anleggsperioden. Det er kartlagt en kvikkleiresone ca. 45 m sør for skjæringen. Ut fra dette vurderes skjæringen som helhet å ligge i geoteknisk kategori 3 (GK3).

1.10.2 Konsekvensklasse og pålitelighetsklasse

For bergskjæringer skal en i henhold til N200 sette konsekvensklasse og pålitelighetsklasse ut fra valgt geoteknisk kategori (GK). Skjæringer i GK3 vil havne i konsekvensklasse CC3 og pålitelighetsklasse RC3. Geoteknisk kategori 2 gir CC2 og RC2.

Følgelig vil bergskjæringen ved Gyllan havne i konsekvensklasse CC3 og pålitelighetsklasse RC3.

1.10.3 Kontroll av prosjektering

Eurokode 0 angir krav til prosjekteringskontroll basert på valgt prosjekteringskontrollklasse (PKK). For veiprosjekter skal prosjekteringskontrollklassen velges på bakgrunn av geoteknisk kategori og pålitelighetsklasse (RC) i henhold til tabell 1-2 vist nedenfor.

Tabell 1-2: Viser sammenheng mellom geoteknisk kategori, pålitelighetsklasse og prosjekteringskontrollklasse. Tabell 1.4 hentet fra N200 [2].

 Tabell 1.4 — Valg av prosjekteringskontrollklasse - bergskjæringer

	Pålitelighetsklasse	Prosjekteringskontrollklasse
Geoteknisk kategori 1	RC1	PKK1
Geoteknisk kategori 2	RC2	PKK2
Geoteknisk kategori 3	RC3	PKK3

Videre angir Eurokode 0 [22] hvilken prosjekteringskontrollklasse (PKK) som skal anvendes og hvem som skal utføre kontrollen (tabell 1-3). For pålitelighetsklasse CC/RC 3 stiller PKK 3 krav til egenkontroll, intern systematisk kontroll og utvidet kontroll. Den utvidede kontrollen skal gjennomføres som en faglig kontroll. Ved PKK3 skal det kontrolleres at planlegging og prosjektering følger krav til de geologiske forundersøkelsene og rapporter i kapittel 1.1.7 i N200.

Tabell 1-3: Viser krav til kontrollform ved ulike prosjekteringskontrollklasser. (Kilde: Eurokode 0 [6])

Valg av prosjekteringskontrollklasse		Krav til kontrollform		
Pålitelighetsklasse	Minste prosjekteringskontrollklasse	Egenkontroll	Intern systematisk kontroll	Utvidet kontroll
CC/RC 1	PKK 1	Kreves	Kreves ikke	Kreves ikke
CC/RC 2	PKK 2	Kreves	Kreves	Kreves
CC/RC 3	PKK 3	Kreves	Kreves	Kreves
CC/RC 4	Skal spesifiseres	Kreves	Kreves	Kreves

Ifølge Norconsults interne kvalitetssystem skal det alltid utføres egenkontroll og intern systematisk kontroll. Dette er følgelig utført for denne rapporten.

1.11 Skredfare

Det er utarbeidet en egen rapport for skredfare for strekningen, det vises til denne for omtale og vurdering av skredfare fra bratt, naturlig terreng [5]. Rapportens vurdering er at ny lokalvei og E6 langs bergskjæringen ved Gyllan har tilstrekkelig sikkerhet mot skred fra naturlig terreng.

2 GRUNNFORHOLD (FAKTADEL)

Eksisterende bergskjæring langs lokalveien ved Gyllan skal utvides. Ny linje for lokalvei medfører at skjæringskontur skal trekkes 15–20 m inn i terrenget fra dagens situasjon. Samtidig vil veilinje for lokalveien heves 5–6 m slik at største bergskjæringshøyde ventes å være rundt 17 m. Eksisterende bergskjæring er mellom 5–19 m høy og har ujevn kontur med antydning til en berghylle 8–10 m over veibanen (figur 2-1). Eksisterende skjæring er sikret med bolter, samt steinsprangnett i øvre del. Over eksisterende skjæring stiger terrenget på og er dekket av løsmasser og skog.

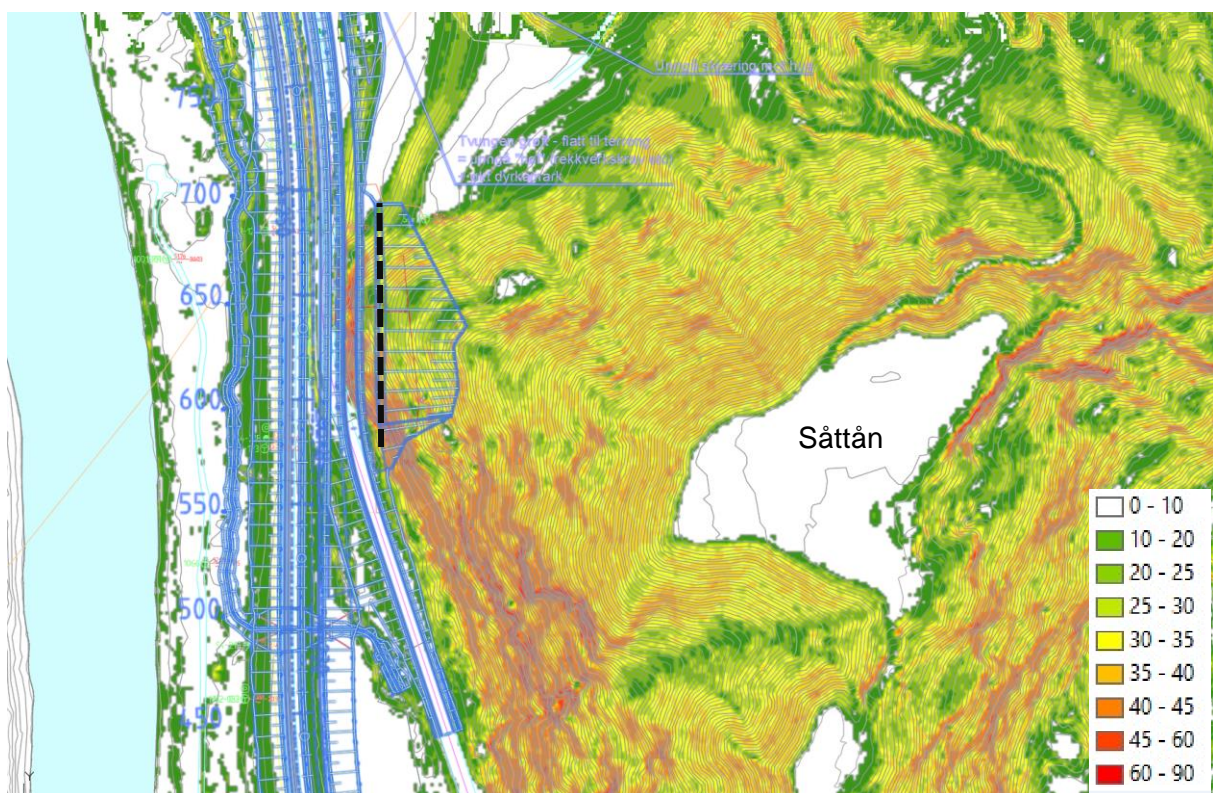


Figur 2-1: Viser bilder av eksisterende bergskjæring ved Gyllan. Bilde hentet fra <https://www.google.com/maps/@63.4249306,10.4301998,14z>.

2.1 Topografi

Terrenget over eksisterende bergskjæring består av en skråning med helning mellom 10–45° (figur 2-2). Skråningen utgjør nordvestre flanke til en løsmasseavsetning med et platå ved Såttån (marin grense), som ligger ca. 110 m over fremtidig lokalvei. Terrenget nærmest skjæringen er noe ujevnt med noen spredte bergblotninger og skrenter med 1–2 m høyde. Oppover mot terrasseplatået ved Såttån er terrenget tydeligere løsmassepreget, med jevn helning ca. 30–45°. Skråningen er vegetert med løv- og barskog.

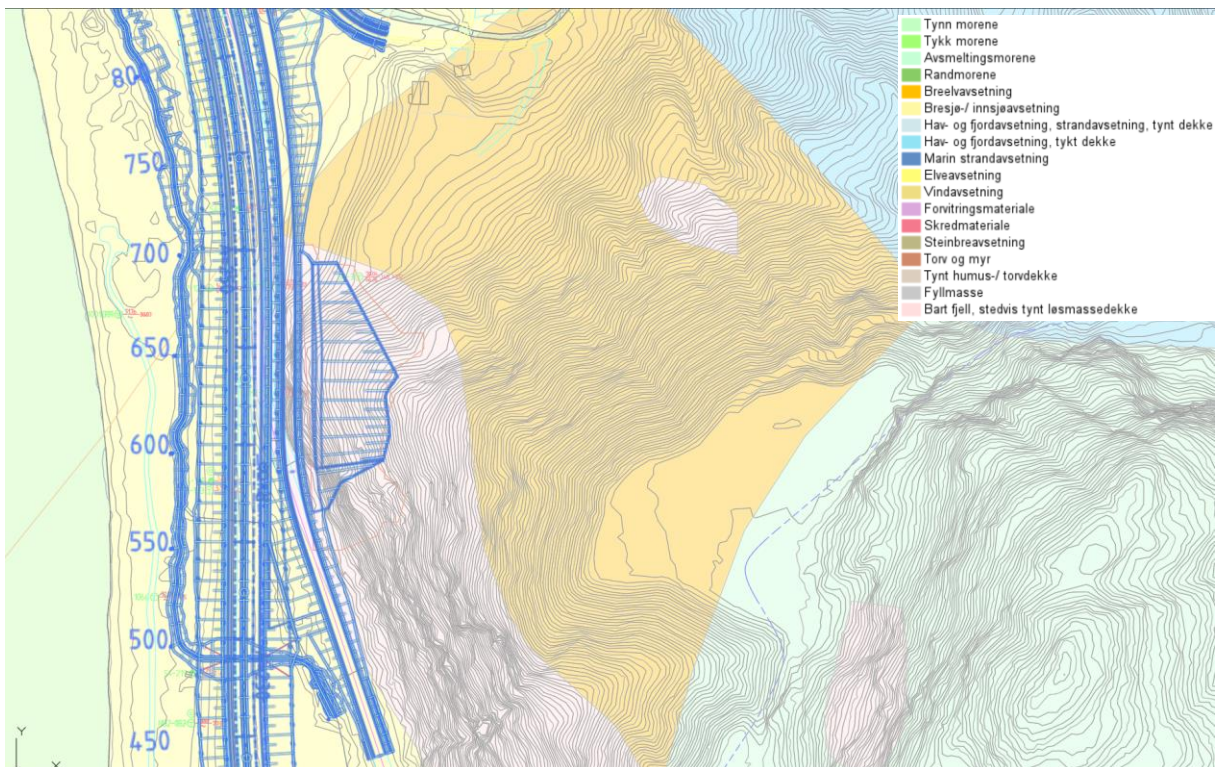
Sør for fremtidig bergskjæring bratner terrenget og det er mindre løsmassedekke og hyppig innslag av bergskrenter. Nord for skjæringen er området bestående av slakere jordbruksareal.



Figur 2-2: Helningskart ved fremtidig bergskjæring (vist med sort, stiple linje). (Kilde: Norconsult)

2.2 Kvartærgeologi og løsmasser

I henhold til NGU sitt løsmassekart består området av bart fjell over skjæringen og breelavsetninger lenger opp i dalsiden (figur 2-3). Dette samsvarer bare dels med observasjoner fra stedet.



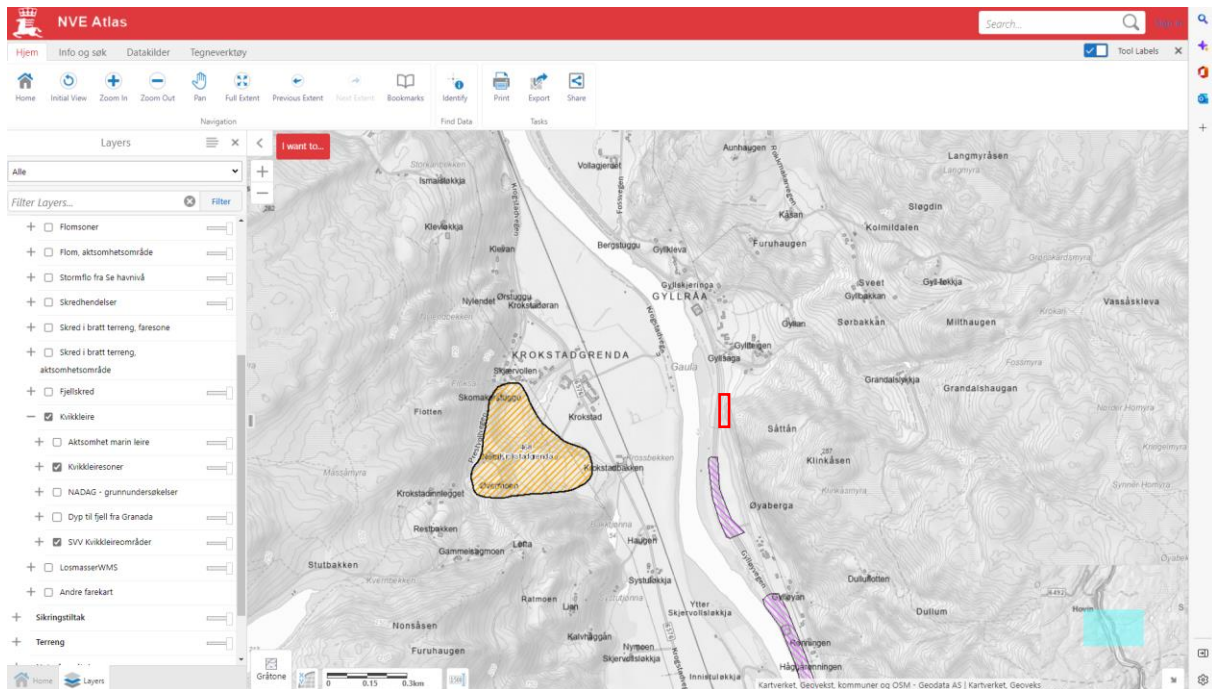
Figur 2-3: Viser løsmassekart fra NGU for området ved bergskjæringen ved Gyllan. (Kilde: Norconsult)

Feltobservasjoner indikerer at løsmassemektigheten umiddelbart over eksisterende skjæring hovedsakelig er liten, men at den kan variere som følge av lokale ujevnheter i bergoverflaten. Det er kartlagt sporadiske bergblotninger langs et belte i skråningen ca. 20 m over fremtidig bergskjæringstopp (se tegning i vedlegg 1). Blotningene er ikke sammenhengende slik at det kan være forsenkninger i bergflaten mellom blotningene. Over dette beltet er terrenget jevnere, noe som indikerer økende løsmassetykkelse mot sørøst opp mot topp av terrasse ved Sattån.

Data fra boring S3-6 som er tatt ovenfor nordre ende av fremtidig bergskjæring viser 3 m løsmasser over berg. Boring indikerer sandige/grusige masser med mulig andel av leire i øvre del.

Geotekniske boringer utført i nærområdet ved skjæringen vist på tegning V900 (se vedlegg 1) viser ikke indikasjoner på kvikkleire. Boring M2-156 og M2-157 er imidlertid grunne boringer og har derfor begrenset relevans. Norconsult har utarbeidet fagrapporter for områdestabilitet langs parsellen. Kvikkleiresone *Gyllan* er tolket å ligge ca. 45 m sør for bergskjæringen. Sonen er vist på tegning V900 i vedlegg, samt nærmere omtalt i geoteknisk rapport [23]. Utførte grunnundersøkelser lengre sør antyder sammenhengende leiravsetning i flatt terreng, som i punkt M2-115 og M2-117. Avgrensningen i nord (opp mot bergskjæringen) er imidlertid usikker, da den mot nord og vest er satt mot borepunkter uten påvist kvikkleire og mot øst er avgrenset av berg. NVE atlas viser også en kvikkleiresone

omtrent 160 m sør for planlagt bergskjæring (figur 2-4), denne sammenfaller dels med sonen tolket av Norconsult, men har mindre utstrekning i nord.



Figur 2-4: Viser kartlagte kvikkleiresoner i NVE-atlas [17]. Lilla skravour viser kvikkleiresoner kartlagt av Statens vegvesen. Oransje skravour viser kvikkleiresone Krokstadgrenda som har middels faregrad (risikoklasse 2). Planlagt bergskjæring ved Gyllan er markert med rødt rektangel. (Kilde: Norconsult)

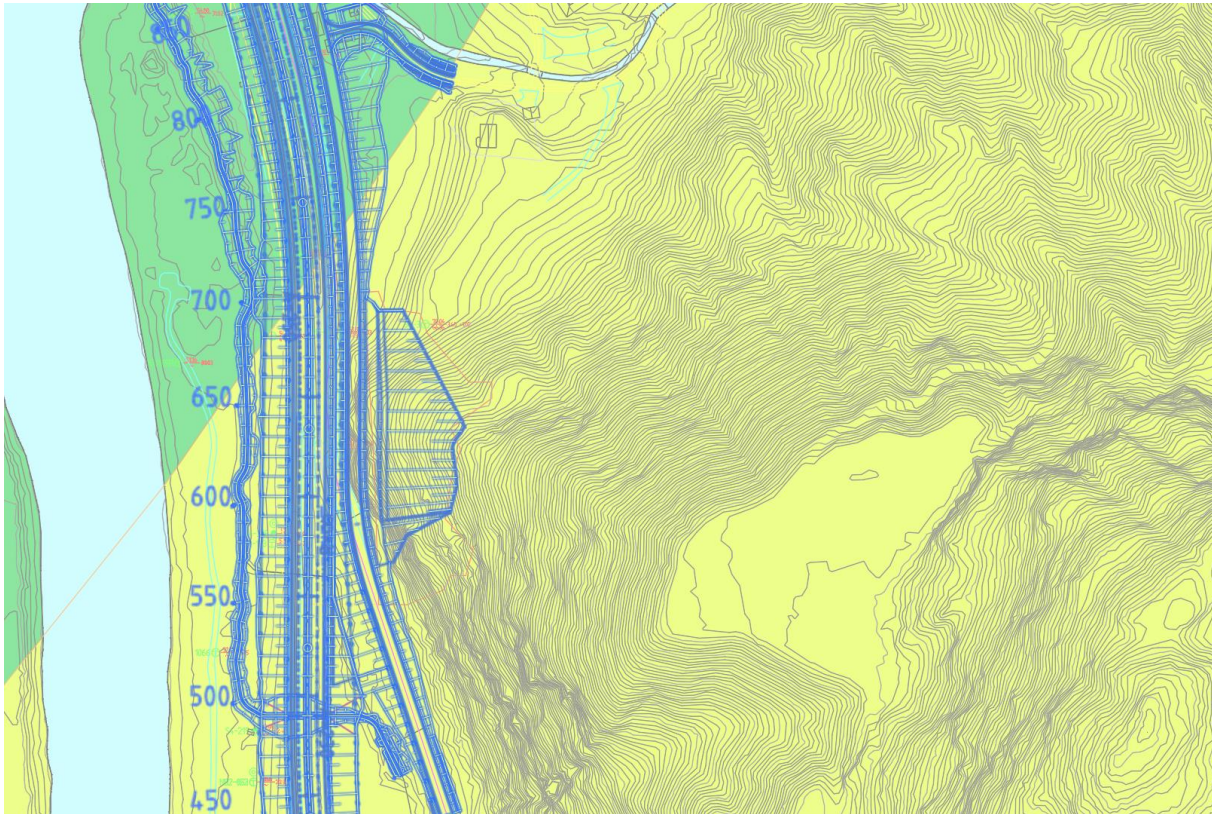
2.3 Berggrunn, strukturgeologi og svakhetssoner

Harmonisert berggrunnskart fra NGU viser at bergarten i området er en grønn sandstein-siltstein med enkelte konglomeratlag, se figur 2-5 [14]. Dette stemmer godt overens med bergarten kartlagt i felt. Det ble observert en grå-grønn, finkornet sedimentær bergart, trolig en sandstein eller siltstein. Stedvis er det observert en tydelig skifrihet. Det er ikke observert konglomerat eller bergartsgrenser i eksisterende skjæring.

På harmonisert berggrunnskart fra NGU er det vist en bergart bestående av svartskifer, svartsiltstein med enkelte sandsteinslag med grense ca. 50 m nord for fremtidig bergskjæring [14]. Det er ikke observert svartskifer i eksisterende skjæring.

Bergarten i nedre del av skjæringen er storblokkig og massiv, med klink lyd og skarpkantede blokker. I øvre del er berget mer skifrig og oppsprukket. Bergmassen er gjennomsett av mange sprekkesett, slik at oppsprekkingsmønsteret er relativt kaotisk. Eksisterende bergskjæring er ujevn i konturen, med eksponerte sprekkelflater med fall både inn og ut av skjæringen.

Foliasjonen (S1) har orientering N015–035° og krysser skjæringsretningen med 20–35° og har moderat til steilt fall mot øst. Foliasjonssprekkene er plane og glatte, og stedvis er de svært gjennomsettende og utgjør store flater i skjæringen. Det er observert rustbelegg på en del av de gjennomsettende sprekkeplanene.



Figur 2-5: Viser berggrunnskart fra NGU med inntegnet veilinje [14]. Gul farge representerer grønn sandstein-siltstein med noen få konglomeratlag. Grønn farge representerer svartskifer og svartsiltstein. (Kilde: Norconsult)

Helt sør i eksisterende skjæring opptrer en ca. 5 m bred svakere sone, der bergmassen generelt er mer skifrig og oppsprukket (figur 2-6). Sonen har en kjerne på ca. 0,5 m bredde som lokalt har svært høy oppsprekingsgrad med tidvis sprekkeavstand ned til 2–3 cm. Sonen følger omtrent orienteringen til skifriheten (S1), men har noe slakere fallvinkel på 45–55° mot øst, inn i skjæringen (se tabell 2-1). Det er observert sprekke materiale på inntil et par cm mektighet i kjernen av sonen. Hovedsakelig er det observert om knuste bergfragmenter, men enkelte av sprekkeplanene har begynnende leiromvandling. Sannsynligvis er sonen sammenfallende med det partiet som er sikret med steinsprangnett i øvre del av dagens skjæring.



Figur 2-6: Viser parti i sørlige ende av dagens bergskjæring med en lagpakke bestående av tettere oppsprukket og skifrig bergmasse. Bredde på «sonen» er ca. 5 m. Utfelt bilde nede i venstre hjørne viser område med tettest oppsprekking. Sonen følger i hovedsak sprekkesett S1 og har fallvinkel ca. 50° inn i eksisterende skjæring. (Kilde: Norconsult)

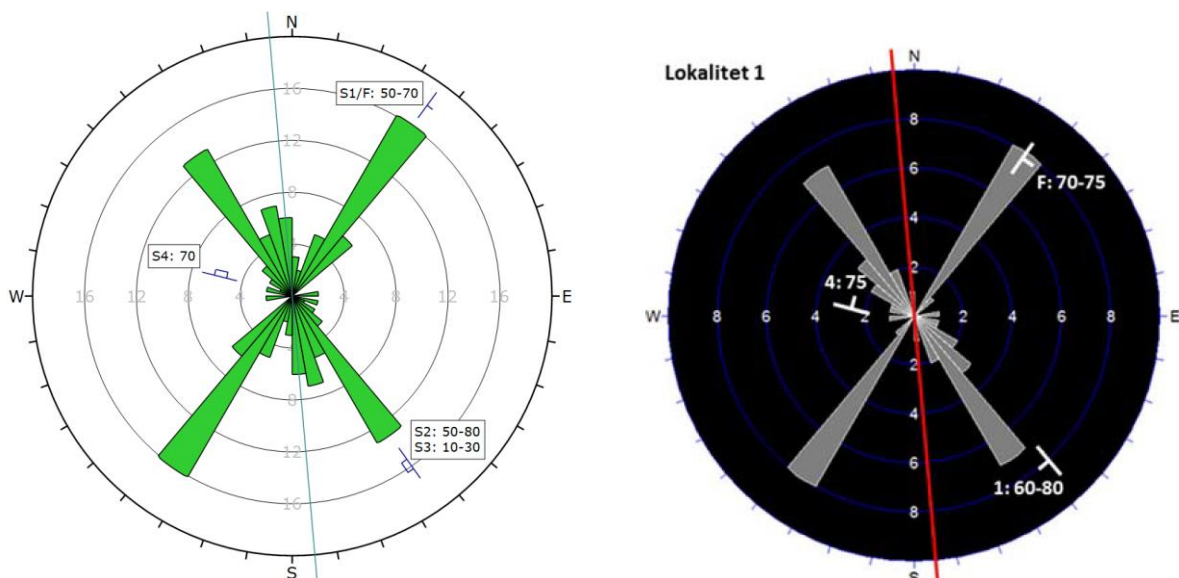
2.3.1 Sprekkeanalyse

Det er gjort målinger av sprekke-data i eksisterende bergskjæring. Kartlagte sprekkesett og trender er oppsummert i tabell 2-1 og vist i sprekkerose i figur 2-7. Kartleggingen viser at det opptrer tre til fire sprekkesett i skjæringen. Stereoplott med strukturmålingene er vist i vedlegg.

Det er kartlagt oppsprekkingsfaktor (RQD) ut fra sprekketall per m^3 i henhold til Q-systemet [13]. Kartlagt bergmasse i eksisterende bergskjæring viser gjennomgående sprekketall på < 10 sprekker per m^3 , dette gir oppsprekkingsfaktor *god* til *utmerket*. Den skifrige sonen sør i skjæringen vist i figur 2-6 har sprekketall på 10–15 sprekker per m^3 , noe som gir oppsprekkingsfaktor *middels*. Den sentrale delen av sonen har RQD på 10, noe som gir oppsprekkingsfaktor *svært dårlig*.

Tabell 2-1: Kartlagte sprekkeedata i eksisterende bergskjæring ved Gyllan. Høyrehåndsregelen er benyttet. (Kilde: Norconsult)

Sett	Strøk [°]	Fall [°]	Sprekkeavstand [m]	Kommentar
S1	015–035	70 (45–55)	0,5–2 m, med unntak av sonen i figur 2-6 hvor den stedvis er 3–5 cm.	Foliasjon/lagdeling. Plane og glatte sprekkeflater. JRC (joint roughness coefficient) er rundt 4 [4]. 10–15 m sprekkeutholdenhet. Rustbelegg og stedvis tegn til hardt, tynt mineralbelegg. I «sonen» vist i figur 2-6 er fallvinkelen til S1 45–55°.
S2	140–160	50–80	0,3–2	Plane og ru sprekkeflater. Rustbelegg og stedvis tegn til hardt, tynt mineralbelegg. JRC ligger mellom 3–7 [4].
S3	140–180	10–30	0,5–2,5	Subhorisontale sprekkeplan med fall mot vest. Utgjør små hyller i eksisterende skjæring. Enkelte gjennomsettende sprekker.
S4	280	70		Lite utholdende og lite gjennomsettende. Plane og ru/glatte sprekkeflater. JRC er 3–6 [4]. Opptrer stedvis, men ikke observert helt sør i eksisterende skjæring.



Figur 2-7: Venstre: Sprekkerose med sammenstilling av kartlegging utført av både Norconsult og Multiconsult [4]. Skjæringsorientering vist med blå strek. Høyre: Sprekkerose fra kartlegging utført av Multiconsult i 2015 [4]. (Kilde: Norconsult og Multiconsult)

2.4 Hydrologiske og hydrogeologiske forhold

Det er ikke observert bekker eller rennende vann i eksisterende bergskjæring eller i skråningen ovenfor.

Det er ikke registrert grunnvannsbrønner i området det skal etableres bergskjæringer i NGUs grunnvannsdatabase GRANADA.

2.5 Spesielle lokale hensyn

Sprengning vil foregå nær trafikkerte veier som skal være i drift under bygging. Dette krever god planlegging og behov for tiltak både for arbeidene og for trafikkavvikling.

Det vil være et løsmassedekke langs toppkant av skjæringen. Tiltak for å ivareta stabilitet til løsmasser i skråning over bergskjæring må prosjekteres av geotekniker. Det er viktig å begrense risiko for geologisk utfall for å bevare fot under løsmassene.

Kvikkleiresonen sør for bergskjæringen må hensyntas ved sprengningsarbeidene.

Det går en høyspentledning ovenfor eksisterende skjæring som ventelig må legges om før arbeidene. Avhengig av ny plassering må en påregne tiltak for å ivareta denne.

3 INGENIØRGEOLOGISKE VURDERINGER (TOLKNINGSDEL)

3.1 Stabilitet og utforming av bergskjæringer

Skjæringen anbefales utformet uten hylle for å redusere terrenginngrepet i den skrå dalsiden. Anbefalt skjæringshelning er 10:1 og det anbefales at konturen utformes slett uten kant eller hylle, da den kan fungere som sprettkant for eventuelle steinfall. Eksisterende skjæring har ujevn kontur, og «hyllen» i skjæringen har ikke form og funksjon som tiltenkt.

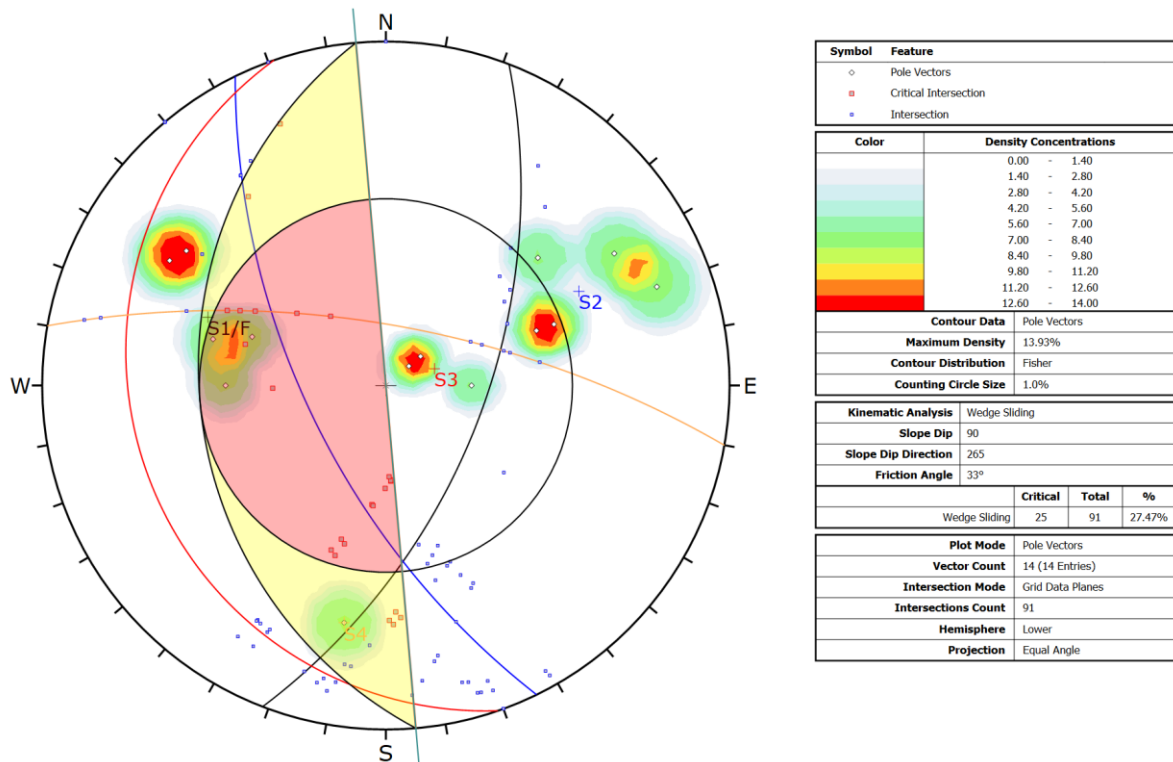
Utforming bestemmes endelig ved ingeniørgeologisk kartlegging etter avgraving, men før berguttaket starter. Det kan bli aktuelt å tilpasse skjæringsutformingen til geologiske strukturer som avdekkes ved detaljkartlegging, men dette må vurderes opp mot følgene av et større berguttak med tanke på ovenforliggende terreng og løsmasser.

Prosjektert fanggrøft med minimum 6 m bredde tilfredsstillende krav i N200 (figur 1.4).

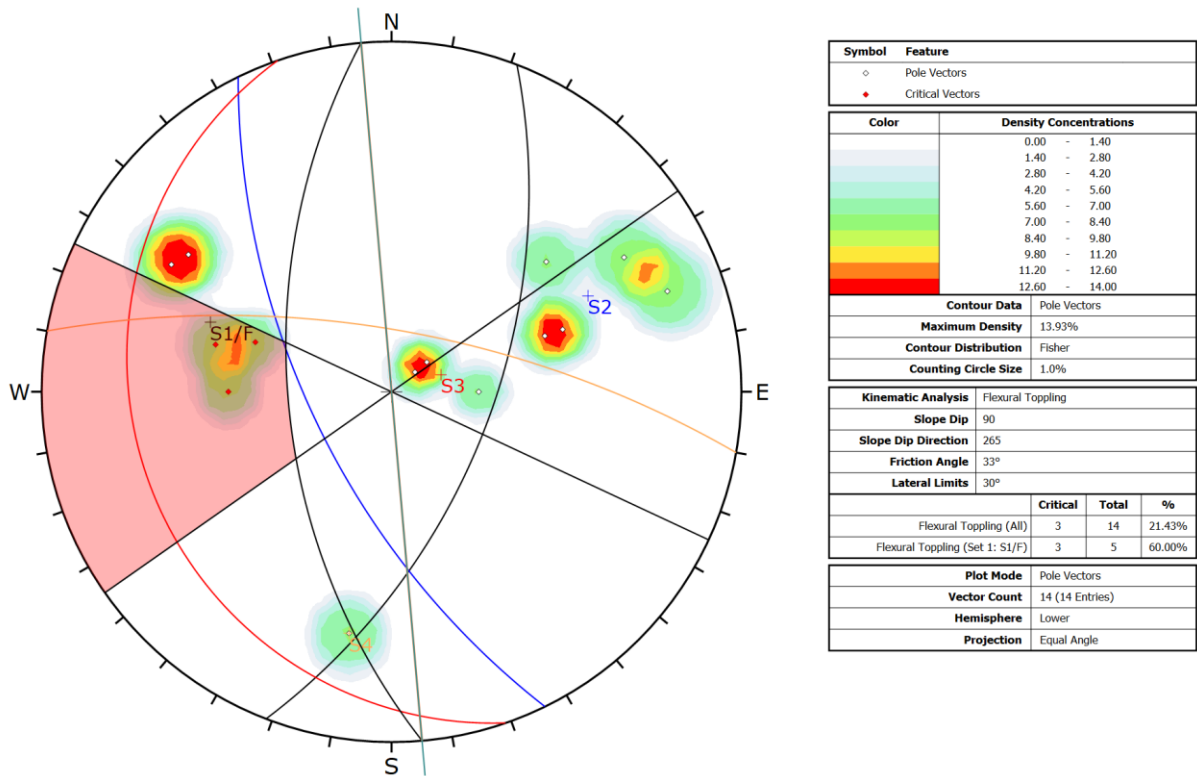
I eksisterende skjæring er det flere eksempler på toppling der blokker har «veltet» ut langs sprekkesett S1 ved at de underkuttet av S3-sprekker. Videre har det flere steder også glidd ut bergkiler langs gjennomsettende sprekkplan som følger S2. Lengden langs skjæring på kilene som har glidd ut er gjennomgående inntil 2–5 m, og de geologiske utfallene avgrenses som oftest mot foliasjonssprekker med steilt fall inn i skjæring. Sprekkeplan S3 har gjennomgående slakt fall og dette gir liten sannsynligheten for større utglidninger. Kinematisk analyse som viser teoretisk mulighet for ulike bruddmekanismer, er vist i figur 3-1–figur 3-3. Ut fra observasjoner i eksisterende skjæring og tolkning av kartlagte sprekker må både toppling, mindre kileutglidninger og plane utglidninger forventes å opptre i fremtidig skjæring.

Det dominerende sprekkesettet langs lagdelingen (S1/F) står med fall inn i skjæringen, noe som er gunstig for totalstabiliteten. Sprekkesett S2 vil kunne medføre plan utglidning i fremtidig skjæring. Kartlagte S2-sprekker krysser imidlertid skjæring med 25–30° og dette reduserer sannsynligheten for lengre og større utglidninger. Observerte geologiske utfall i eksisterende skjæring har typisk størrelse på 1–5 m³. Det er imidlertid kartlagte utfall med lengder på inntil 4–5 m, høyde på inntil ca. 4 m, og anslagsvis inntil 3–4 m dybde (bakbrytning). Dette gir mulige utfallsvolum på noen titalls kubikkmeter. Større utglidninger langs S2 betinger at berg avløses av et tværrstilt sprekkesett i tillegg til S2 og danner en kile. Sprekkesett S4 kan utgjøre et slikt sett (som indikert i figur 3-1), men disse sprekkeene er få og lite gjennomsettende i eksisterende skjæring. Toppling langs sprekkesett S1 vil stedvis kunne gi utfall sammen med sett S2 og danne mindre overheng med behov for bergsikring, men dette ventes ikke å være kritisk for totalstabiliteten.

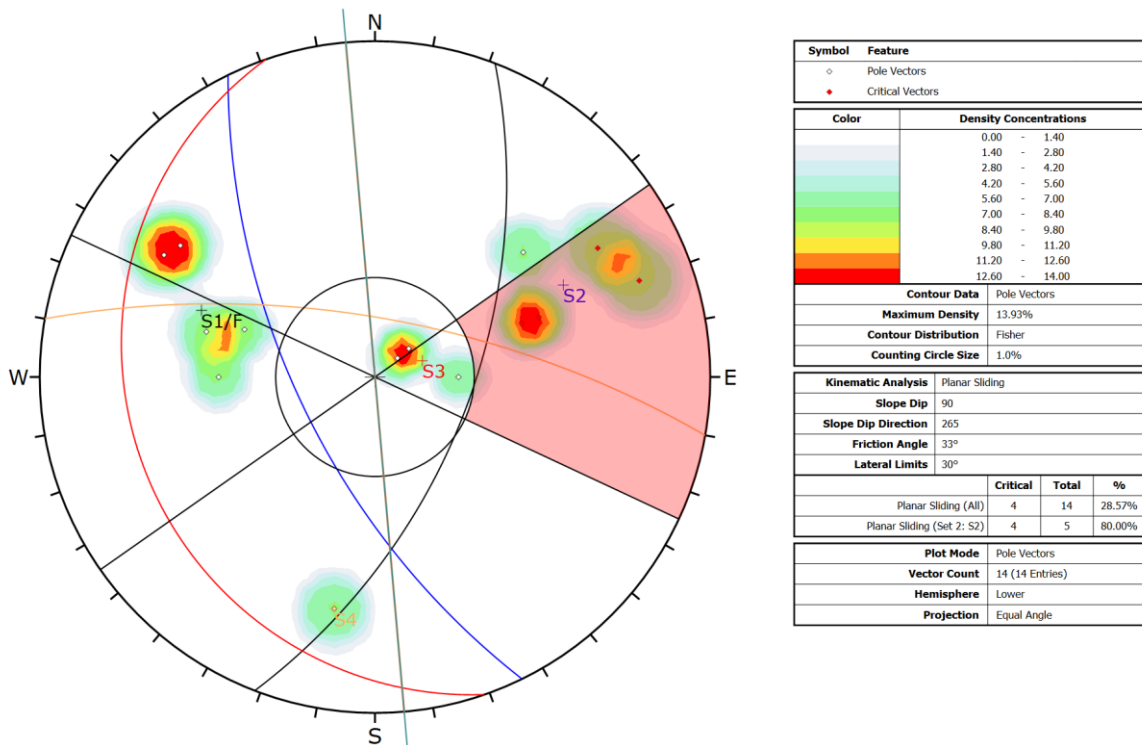
Stedlig oppsprekking vil kunne medføre geologiske utfall og gjenstående bergkiler med behov for systematisk sikring både langs toppkant og ellers i skjæring. Dette vil kunne gi et «hakkete» skjæringsprofil med utfall og gjenstående kanter og kiler med ventede størrelser som i eksisterende skjæring. Det vurderes, ut fra observasjoner i eksisterende skjæring, som mindre sannsynlig at en vil kunne få store, avløste bergpartier som påvirker totalstabiliteten til fremtidig skjæring. En må likevel være oppmerksom på risiko for opptreden av sprekker med mer ugunstig orientering enn det som er kartlagt, som kan danne større bergkiler med behov for sikring.



Figur 3-1: Kinematisk analyse for kileutglidning. I figuren skiller det mellom hvite prikker (poler), røde prikker (kritiske krysningspunkter) og blå prikker (ikke-kritiske krysningspunkter). Krysningspunktene representerer linjen der to ulike sprekkeplan skjærer inn i hverandre. Krysningspunkter som faller innenfor rødt område, indikerer at kilen som oppstår mellom to sprekkeplan har potensial for utglidning langs begge planene. Krysningspunkter som faller innenfor gult område vil kun ha potensial for utglidning langs ett av planene. Friksjonsvinkel er satt til 33°. (Kilde: Norconsult)



Figur 3-2: Kinematisk analyse for toppling (utvelting). Poler (vist som røde eller hvite prikker) som faller innenfor rødt område indikerer at sprekkeplanet de representerer har potensial for toppling. (Kilde: Norconsult)



Figur 3-3: Kinematisk analyse for plan utglidning. Poler (vist som røde eller hvite prikker) som faller innenfor rødt område indikerer at sprekkeplanet de representerer har potensial for plan utglidning. Friksjonsvinkel er satt til 33°. (Kilde: Norconsult)

Den skifrige sonen vist i figur 2-6 vil kunne opptre i deler av fremtidig skjæring. Mulig forløp er vist i vedlagte tverrprofiler. Sonen står med fall inn i skjæring, dette er i utgangspunktet gunstig, men det vil kunne forekomme utfall under sprengning, og/eller småblokkig berg som krever sikring. Ut over dette er det ikke indikasjoner på at større svakhetssoner vil opptre i fremtidig skjæring.

Ut fra kartlegging i eksisterende skjæring kan bergmassen i fremtidig skjæring ventes gjennomgående kompetent og massiv, men med mulighet for skifrige partier med tettere oppsprekkingsgrad.

3.2 Uttaksmetode

Berget anbefales tatt ut ved sprengning. Høyden gjør at det ventes behov for å ta ut berget i minimum to pallhøyder. Dersom det er nødvendig å bore konturen i flere omganger, anbefales det at en i etterkant pigger ned gjenstående ansetthylle for borerigg for å hindre at disse utgjør spretthyller for steinfall.

Det relativt kaotiske oppsprekkingsmønsteret i skjæringen gjør at berguttaket må skje på en skånsom måte. Det må derfor vurderes behov for tiltak ut over normal kontursprengning for å oppnå en mest mulig jevn skjæringsflate. Aktuelle tiltak kan eksempelvis være redusert konturhullavstand og sømboring/ bruk av uladete hull.

Bratt terreng med løsmassedekke over skjæring gjør at det er viktig å ivareta teoretisk skjæringskontur i størst mulig grad. Som et risikoreduserende tiltak for å ivareta teoretisk skjæringskontur og redusere sannsynlighet for større avløste bergblokker, må en vurdere behov for seksjonsvis berguttak med fortløpende bergsikring underveis. Det vil være aktuelt med begrensning i pallhøyde og lengde på frisprenget skjæring. Endelig metodikk velges ut fra kartlegging etter avgraving, og det er derfor å anbefale at kontrakt åpner for at opplegget kan tilpasses underveis.

Nærhet til E6 vil ventelig medføre restriksjoner på salvestørrelser og sprengningsopplegg, eksempelvis kasteretning på salve. Avhengig av valgt løsning for eksisterende høyspent må en muligens også hensynta denne.

3.3 Bergsikring

Eksisterende bergskjæring har relativt høy boltetetthet med mellom 50 og 60 sikringsbolter. Det er hovedsakelig snakk om sikring av enkeltblokker/bergflak. I tillegg er det montert anslagsvis 200–250 m² med steinsprangnett i et skifrigt parti i øvre del som ligger med fall inn i skjæring.

Alle permanente skjæringsflater må gås over med rensk etter sprengning. Som følge av mange opptredende sprekkesett med ulike orienteringer ventes det behov for å sikre blokker og bergkiler med bolter. Sprekkeplan S2 vil stedvis kunne gi bergkiler med behov for

systematisk sikring med lange bolter (5–6 m). Som permanent sikring skal det benyttes fullt innstøpt bolt.

Ved å etablere skjæring med et jevnt profil med helning 10:1 uten mindre hyller eller sprettkanter, ventes prosjektert fanggrøft å ivareta sikkerhet mot at mindre nedfall når vei. Ved opptreden av større partier med skifrig bergmasse, der gjentakende utfall vil kunne destabilisere større deler av skjæring, kan det likevel bli behov for sprøytebetong eller steinsprangnett og systematisk bolting for å ivareta totalstabilitet.

For å ivareta prosjektert kontur og redusere sannsynlighet for bakkbryting, vil det trolig være aktuelt å sette forbolter langs toppkant før sprengning.

Endelig sikringsbehov vurderes etter ingeniørgeologisk kartlegging før, under og etter sprengning. Det er gjort et overordnet anslag på forventet bergsikringsomfang i tabell 3-1.

Tabell 3-1: Anslag for sikringsmengder fordelt på aktuelle prosesser etter prosesskoden [24]. (Kilde: Norconsult)

Prosessnavn	Mengde
23 Rensk og sikring i dagen	
23.1 Rensk av skjæringer i berg, fjerning av renskemasse	900 m ²
23.2 Bolter	
23.21 Fullt innstøpte bolter	
23.213 Bolter, fullt innstøpt, lengde 3,00 m	50 stk
23.214 Bolter, fullt innstøpt, lengde 4,00 m	50 stk
23.214 Bolter, fullt innstøpt, lengde 5,00 m	50 stk
23.214 Bolter, fullt innstøpt, lengde 6,00 m	25 stk
23.24 Forbolter til topp skjæring	
23.244 Forbolter, lengde 6 m, diameter 32 mm	70 stk
23.3 Sikring med bånd og nett	
23.31 Bånd	100 m
23.32 Nett	250 m ²
23.33 Ekstra festebolter for bånd og nett	75 stk

3.4 Stabilisering av løsmasser

Det ventes et løsmassedekke langs toppkant av bergskjæringen som må avgraves eller stabilitetssikres. Det anbefales at berget graves av i en bredde på 3 m inn fra toppkant av bergskjæring. Observasjon av sporadiske bergblotninger i området over skjæringen sør for P640 indikerer begrenset løsmassedekke på inntil et par meter i dette området, men det må regnes med lokale variasjoner. Stedvis kan det være mulig å grave av til berg. Muligens er

løsmassemektighet økende mot nord, men her er også avgraving enklere å få til som følge av slakere terreng. Stabilitet til fot av løsmasseskjæring må ivaretas, og det kan bli nødvendig å etablere støttekonstruksjon (eksempelvis mur) for å ivareta dette. Nødvendige tiltak må detaljprosjekteres av geotekniker. Risiko for geologiske utfall i skjæring må hensyntas ved geoteknisk detaljprosjektering av løsmasseskråningen. Samtidig må berguttak og sikring planlegges slik at en reduserer risiko for bakbrytning. Følgende prinsipper for å sikre løsmasser over skjæringstopp er aktuelle:

- Graveskråning over bergskjæring. Mest aktuelt i nordre del av skjæring. Plassering av skråningsfot må tilpasses risiko for geologiske utfall. Dette kan gi økt skråningsutslag i forhold til det som er vist på tegning V900.
- Avgraving til berg. Dette er mest aktuelt sør for P630–640 der terrenget er brattest, og det er observert bergblotninger i skråningen over skjæring. Avhengig av lokal topografi og bergets beskaffenhet kan det bli nødvendig å etablere et mindre fanggjerd eller støttemur for å fange opp mindre blokkutfall fra den renskede skråningen over bergskjæring. Behov for boltesikring av avdekket berg kan ikke utelukkes.
- Etablere støttekonstruksjon langs fot av løsmasseskråning. Plassering må vurderes opp mot risiko for geologisk utfall. En slik konstruksjon vil også bidra til innspenning/låsing av bergmassen på toppkant av skjæring.

Det vises også til geoteknisk fagrapport for vurderinger og mulige sikringstiltak [25].

Adkomsten til skråningen over bergskjæring er bratt og utfordrende, dette er nærmere omtalt i kapittel 3.9.3.

3.5 Steinmaterialets egnethet til bruk i veioppbygning

Krav til materialer og utførelse av veioppbygging er angitt i håndbok N200 [2]. For alle materialer i veioverbygning er det satt kvalitetskrav for bruk av steinmaterialer som mekaniske egenskaper, kornform, korngradering, finstoffinnhold og andel knuste korn.

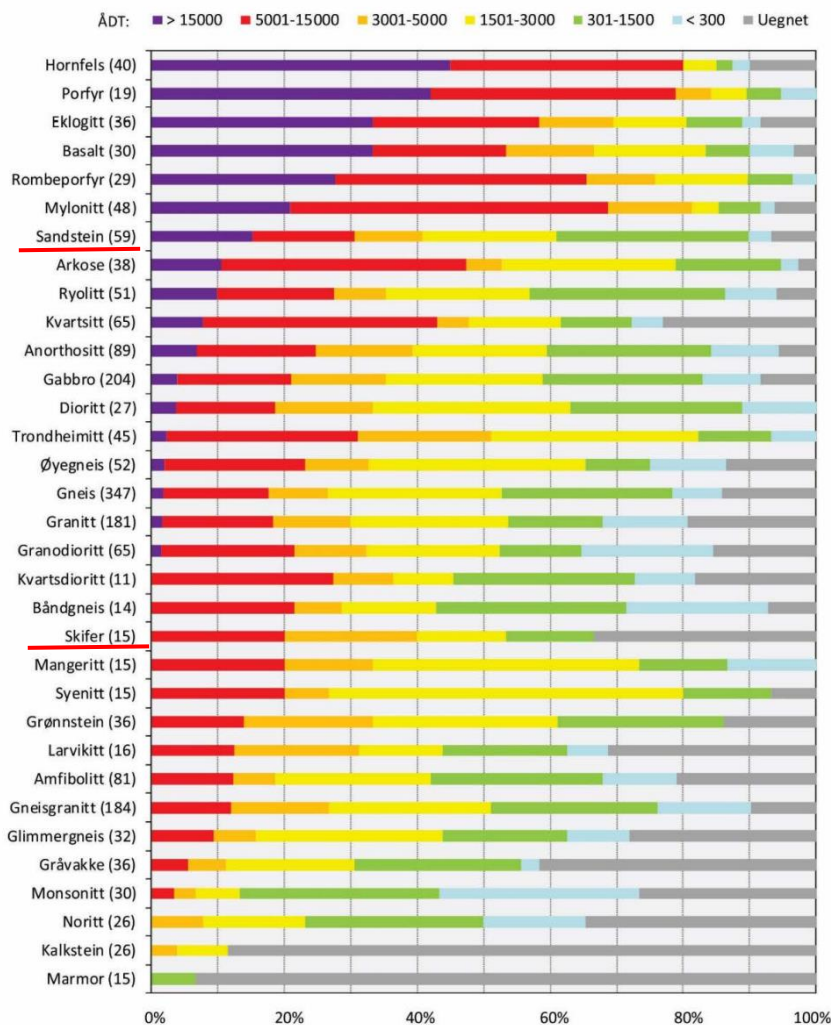
Krav til tilslagsmaterialer for veibygging er blant annet basert på Los Angeles verdi (LA) og micro-Deval (MD) analyser, samt test av flisighetsindeks. Kravene er styrt av hvilken trafikkgruppe prosjektet bygges for, og hva materialene skal benyttes til. Krav til forsterkningslag for E6 og lokalvei gjennom området er $LA \leq 35$ og $MD \leq 20$. Krav til bærelag er $LA \leq 30$ og $MD \leq 15$. For bærelag skal flisighetsindeks være < 25 .

Tidligere utført test vist i tabell 1-1 tilfredsstillende ikke krav til Micro-Deval for bærelag, og ligger også så vidt utenfor kravet for forsterkningslag. Mølleverdi er i dag ikke en parameter som inngår i krav til mekaniske egenskaper for forsterknings- og bærelag, men prøven viste for høye verdier etter de kravene som var gjeldende for bærelag i 2015 [4]. Prøven viste også

for høy mølleverdi for bruk i dekke (asfalttilslag). Prøven tilfredsstillende krav til flisighetsindeks for bruk i bærelag.

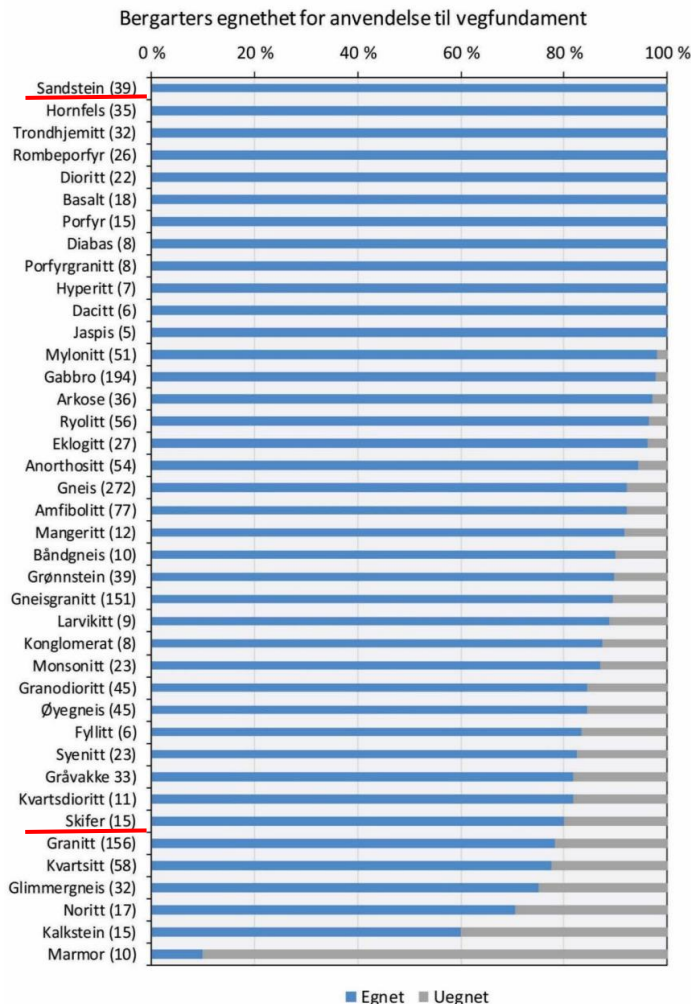
Norconsult har tatt steinprøver fra flere av bergartene på parsellen, men ikke fra bergskjæringen fra Gyllan da denne utgjør en liten andel av totalt sprengningsvolum. Erfaringsdata fra lignende bergarter, samt vurdering av bergmassestyrke fra feltkartlegging er derfor benyttet som supplement til tidligere tester for å evaluere forventede bruksområder for sprengstein.

Erfaringsdata på egnethet av stedlig steinmateriale til bruk som bærelag og toppdekke i vei er vist i figur 3-4. Lokalvei forbi skjæringen er dimensjonert for ÅDT 400, mens E6 har dimensjonerende ÅDT på 14 200. Figuren indikerer at 30 % av prøver tatt av sandstein kan benyttes som bærelag og toppdekke for E6, mens tilsvarende for lokalvei er 90 %. Ved opptreden av skifrig bergmasse reduseres andelen til henholdsvis 20 % og 67 %.



Figur 3-4: Ulike bergarters variasjon og egnethet til bærelag og toppdekke i vei, ut fra gjennomsnittlig årsdøgnetrafikk (ÅDT). Tallene i parentes viser hvor mange prøver resultatene er basert på. Bergartene øverst i diagrammet er de som er best egnede til veidekker. Figur hentet fra SINTEF [26].

Erfaringsdata fra SINTEF og NGUs erfaringsdatabase [26] viser at en høy andel av testede sandsteiner kan benyttes til øvrig veifundament, men at andelen reduseres ved opptreden av skifrig bergmasse (figur 3-5).



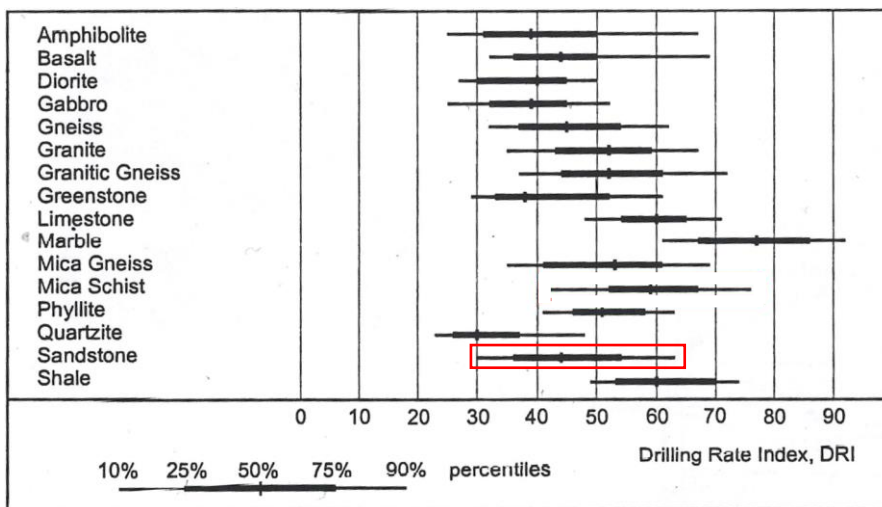
Figur 3-5: Ulike bergarters egnethet til veifundament, angitt i prosent. Tallene i parentes viser hvor mange prøver resultatet er basert på. Diagrammet viser at mange bergarter og varianter av disse kan brukes i veifundament, med noen unntak. Figur er hentet fra SINTEF [26].

Observasjoner i eksisterende skjæring viser at bergmassekvaliteten varierer. Det aller meste av massene ventas å kunne benyttes i veifyllinger. Utført test fra området viser for svake MD-verdier både for forsterknings- og bærelag, men for forsterkningslag er verdien nær kravet. Dette kan bety at det finnes berg med tilstrekkelig styrke. De mer skifrige delene av skjæringen ventas imidlertid ikke å tilfredsstillte krav til mekaniske egenskaper for forsterkningslag og bærelag. Dermed må det påregnes behov for sortering av dårlige masser og videre testing i anleggsfasen for å dokumentere hvorvidt deler av sprengsteinen i området er egnet til bruk i ulike deler av veioppbygningen.

3.6 Boring og sprengning

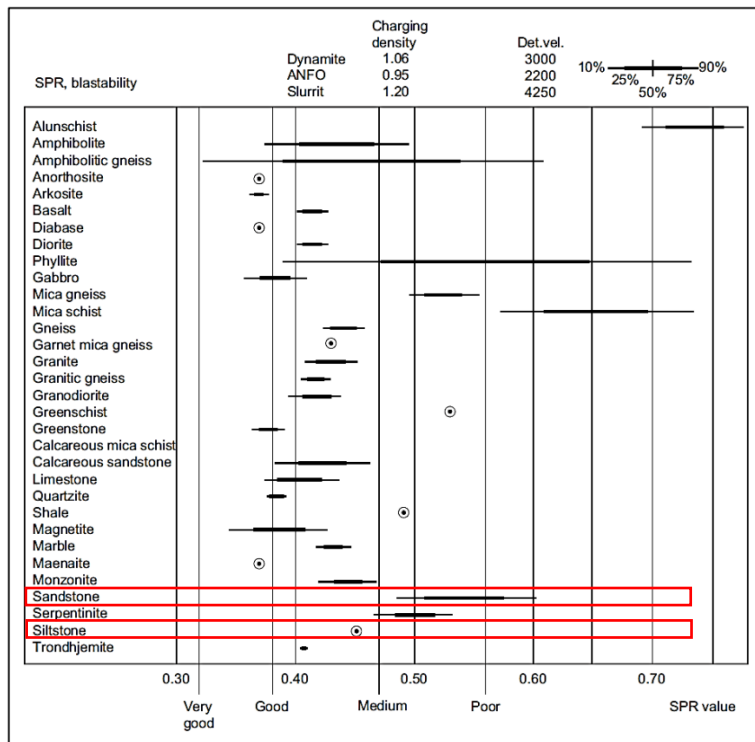
Bergets borbarhet kan estimeres ved hjelp av laboratorietester – slike tester er ikke utført i forbindelse med denne rapporten. Det er derfor presentert erfaringsdata fra norske anlegg i ulike bergarter for å indikere borbarhet i bergmassen i det aktuelle området [27].

Sand- og siltsteinen er fin- til middelskornet, noe som ofte gir høyere bormotstand enn grovkornede bergarter. Ut fra erfaringstallene i figur 3-6 har sandsteiner ofte lav til middels borsynk (Drilling Rate Index, DRI). Ifølge Nilsen og Palmstrøm [28] kan det for middels sterke, sprø bergarter med et kvartsinnhold på 30 % forventes middels borslitasje (Bit Wear Index, BWI).



Figur 3-6: Borsynkindeks (DRI) for ulike bergarter. Erfaringstall for sandstein er markert med rødt. Hentet fra NTNU [27].

Kartlagt oppsprekking i mange ulike retninger, samt eventuelle skifrige partier medfører at en vil kunne oppleve bore- og ladevansker. Steiltstående lagdeling og foliasjon med liten vinkel til boreretning vil sammen med høyden på fremtidig skjæring kunne medføre boreavvik ved at borkronen søker en retning parallelt lagdelingssprekkene. Dette gir risiko for overheng i skjæring, og tiltak mot boreavvik må vurderes nærmere. Eksempelvis kan sannsynlighet for avvik reduseres ved tekniske tiltak på borerigg, eller ved å begrense pallhøyden.



Figur 3-7: Figur som viser sprengbarhetsindeks for ulike bergarter, hentet fra [29]. Sandstein og siltstein er vist med rødt. (Kilde: NTNU [29])

Bergarter med tydelig foliasjon og lagdeling kan gi utfordringer med tanke på sprengbarhet [28]. Både sandstein og siltstein kan være tungsprengt, og har som vist i figur 3-7 normalt middels til dårlig sprengbarhetsindeks (SPR-verdi).

3.7 Hydrogeologiske forhold

Ny bergskjæring vil gå i samme området som eksisterende bergskjæring. Utvidelse av denne ventes ikke å medføre endring av hydrogeologiske forhold av betydning.

Det er ikke observert vann av betydning i skjæringen og nedbørsfeltet som drenerer ned til skjæring har begrenset størrelse. Det er ikke kjent at det er problemer med isdannelse i skjæring, men dette bør observeres over noe tid for å vurdere om det er behov for tiltak.

3.8 Omgivelser og ytre miljø

Enkelte bergarter kan ha syredannende potensiale der avrenning vil kunne skade naturmiljøet. Kjente bergarter som kan ha syredannende potensiale er først og fremst knyttet til svartskifre og leirskifere i Oslofeltet samt enkelte gneisbergarter i Agder. Bergartene i prosjektområdet tilhører det kaledonske skyvedekket som ble dannet i samme tidsperiode som svartskiferen i Oslofeltet [30]. Mange av bergartene i Trøndelagsområdet har senere blitt omdannet, noe som gjerne fører til at egenskapene endres. Erfaringsmessig er

svartskiferen i Oslofeltet mer reaktiv enn i andre deler av landet [30]. Viktige egenskaper for svartskiferens syredannende egenskaper er innholdet av sulfider. Gjennom feltkartlegging og gjennomgang av øvrig geologisk grunnlagsmateriale er det ikke indikasjoner på at det opptrer svartskifer (opprinnelig eller senere omdannet), eller bergmasse med høyt kisinhold i skjæringen ved Gyllan. Vi er ikke kjent med at det har vært knyttet problemer knyttet til massene som allerede er tatt ut i området. Ut fra tilgjengelig grunnlag er det derfor ikke noe som tilsier at berggrunnen som skal tas ut har større syredannende potensiale. Bergarten som ifølge berggrunnskartet ligger nord for skjæringen [14] kan inneholde svartskifer som er en risikobergart med tanke på sur avrenning. Det anbefales derfor at det syredannende potensialet dokumenteres ved kartlegging av bergart i byggefase. Dersom svartskifer avdekkes, må det da vurderes undersøkt videre.

Bergskjæringen er ikke markert som aktsomhetsområde for radon [16].

Nærliggende bebyggelse må ivaretas ved sprengningsarbeidene. Det er ikke bebyggelse i umiddelbar nærhet til sprengningsområdet, da nærmeste bolighus ligger ca. 100 m nordøst for fremtidig skjæring. Det må vurderes behov for bygningsbesiktigelse og fastsettes grenseverdier for vibrasjoner for eksisterende byggverk i området.

Sprengningsarbeidene vil utføres med kort avstand til eksisterende E6 og lokalvei som skal være i trafikk. Dette vil medføre behov for tiltak i byggefase og er omtalt i kapittel 4.2.

Høyspentledning som går langs toppen av eksisterende skjæring må ventelig legges om.

3.9 Usikkerheter og spesielle risikoer

3.9.1 Kvikkleire

Gauldalen har mange kjente kvikkleireforekomster og ved berguttak må en hensynta muligheten for kvikkleire i området. Sprengning nær kvikkleire må gjennomføres på en måte som gjør at en ikke destabiliserer leirmassene og utløser skred. Eksempel på mulige risikofaktorer er vibrasjoner fra sprengning, eller dynamiske laster fra berg som følge av utglidning eller fremkast av sprengstein. Boringer nærmest skjæring indikerer ikke kvikkleire, men det kan fremdeles ikke utelukkes at utbredelsen av kvikkleiresonen ved Gyllan er større enn det som er vist. Det er gjort sprengning av skjæring i området tidligere uten at vi er kjent med at det har vært problemer knyttet til kvikkleire. Ut fra eksisterende kunnskap vurderes det som lite sannsynlig med direkte nedfall på kvikkleire fra pallsprengning ved denne skjæringen, men med nåværende avgrensning kan det ikke utelukkes helt [23]. Som risikoreduserende tiltak skal sprengningsarbeider overholde grenseverdier for vibrasjoner fastsatt etter NS8141 [9]. I tillegg må det vurderes behov for ytterligere risikoreduserende tiltak. Behov for analyser av dynamiske påvirkninger på kvikkleiren bør vurderes i neste planfase, og det må vurderes etablert hensynssoner med krav til aktiviteter og dynamisk lastpåvirkning fra bergarbeidene, m.m.

3.9.2 Geologisk utfall ved sprengning og sikring av ovenforliggende løsmasser

Stedlig oppsprekking medfører en viss risiko for plan utglidning og moderat kileutglidning ved sprengning. Dette vil kunne medføre bakbrytning innenfor teoretisk skjæringskontur, mest sannsynlig langs kortere delstrekninger i skjæringen. Eventuelle utfall vil kunne påvirke løsning for stabilisering av ovenforliggende løsmasser ved at skjæringstopp kommer noe høyere i skråningen. Tiltak for å redusere dette, som forbolting og etappevis og/eller seksjonert berguttak og sikring, må vurderes. Per nå er det lagt inn fanggrøft med bredde som er ca. 2 m større enn kravet i N200, så her kan en vurdere optimaliseringer. Det er satt av areal i reguleringsplanen for å kunne håndtere et større skråningsutslag enn det som er vist på tegning V900. Stedlig oppsprekking vil også kunne medføre at gjenstående bergmasse har behov for systematisk boltesikring.

3.9.3 Adkomst til skråning over bergskjæring

Etablering av adkomst til det bratte terrenget over sørlige del skjæring vil kreve god planlegging for å kunne gjennomføres på en sikker måte. Det må etableres pilotveier, trolig fra nord mot sør i ett eller flere nivåer i skråningen over bergskjæring. Det må regnes med behov for sprengningsarbeider for å bygge pilotvei, og det kan også bli behov for støttekonstruksjoner for å sikre løsmasser over slike pilotveier. Det kan også bli nødvendig med bergsikring.

4 ANBEFALINGER

4.1 Ingeniørgeologisk bemanning i oppfølgingsfasen

I anleggsfasen skal uttak av bergskjæringer på anlegget følges opp av ingeniørgeolog. Person med bergteknisk/ingeniørgeologisk kompetanse skal ha det faglige ansvaret for permanent sikring, og skal også utarbeide et kvalitetsstyringssystem for geologisk kartlegging, sikring og dokumentasjon. Fagansvarlig ingeniørgeolog bør ha minimum 10 års relevant erfaring med slike problemstillinger. Før og under utsprengning av skjæringer skal geologisk kartlegging utføres og behov for stabilitets sikring vurderes fortløpende. Fagansvarlig skal delta i vurderinger *på stedet* knyttet til skjæringsstabilitet, opplegg for berguttak og sikringsbehov. Spesiell oppmerksomhet må knyttes til mulig opptreden av sprekkplan med ugunstig orientering. Eventuelle tilpasninger sprengningsopplegg slik som endring av skjæringshelning, salvestørrelser og pallhøyder vurderes fortløpende. Eventuelle avvik i sikringsomfang og sikringsmetoder i forhold til det som var forutsatt i konkurransegrunnlaget skal rapporteres og begrunnes. Det skal utarbeides en geologisk sluttrapport som også omtaler fremtidig inspeksjonsbehov.

Prosjekteringskontrollklasse 3 medfører at det skal gjennomføres utvidet kontroll av både detaljprosjektering og utførelse. Dette må utføres av faglig kvalifisert personell.

4.2 Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA)

Arbeider knyttet til uttak av høye bergskjæringer er forbundet med risiko. Det må vises særskilt aktsomhet og forsiktighet ved den anleggstekniske gjennomføringen i områder med høye bergskjæringer. I det aktuelle området vil det foregå arbeider nær eksisterende E6 som skal være i drift. Dermed må arbeidene planlegges for å sikre både utførende mannskap samt også 3. part. Før oppstart av arbeidene må det utføres nødvendig risikovurdering med hensyn til fare for steinfall fra skjæringer og utgliding av løsmasser fra terreng over skjæring.

Forhold som krever god planlegging og sikker gjennomføring er blant annet (listen er ikke uttømmende):

- Arbeid i høyden gir risiko for fall.
- Arbeid med stabilisering av løsmasser i skrått terreng ovenfor toppkant av bergskjæring krever god planlegging og fokus under utførelse.
- Ved boring for sprengning nær eksisterende skjæring må en vurdere risiko for påboring av gjenstående sprengstoff. Nødvendige risikoreduserende tiltak må iverksettes.
- Sprengning og øvrig anleggsvirksomhet nær eksisterende veier som skal være i drift under arbeidene krever god planlegging og det må gjennomføres risikoreduserende tiltak. Eksempelvis må veier stenges ved sprengning.
- Sprengning i område med kvikkleireforekomster.

Aktuelle risikoreduserende tiltak kan være:

- Entreprenør må etablere rutiner for arbeider i høyden og øvrige anleggsarbeider.
- Etablere plan for trafikkavvikling, varsling, stengning og gjenåpning av vei.

- Behov for arbeidssikring av løsmasser og bergskjæringer vurderes fortløpende og etter hver salve.
- Etablere og overholde grenseverdier for vibrasjoner for å unngå destabilisering av kvikkleire.

5 REFERANSER

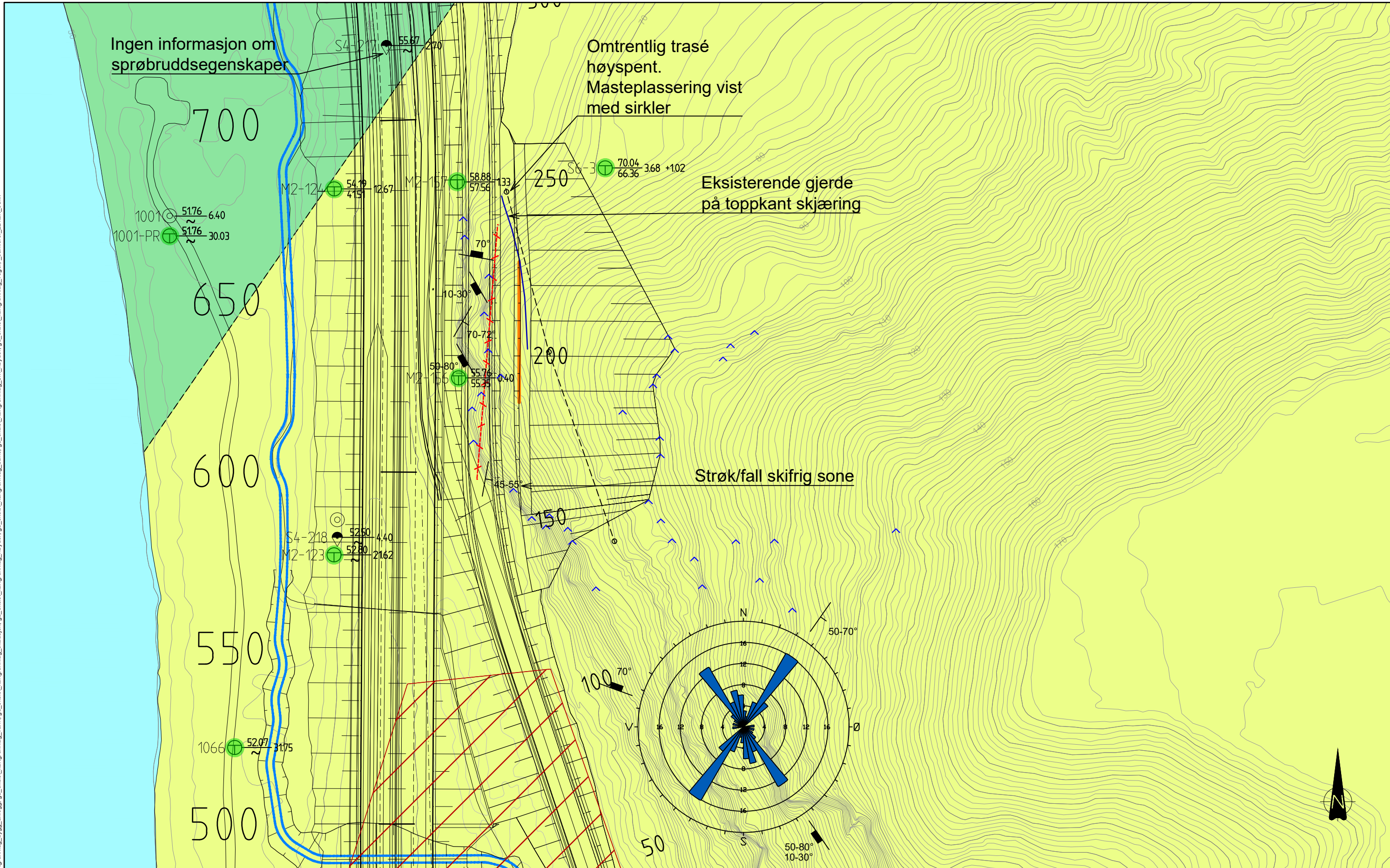
- [1] Regjeringen, «Nasjonal transportplan,» 2020-2021. [Internett]. Available: <https://www.regjeringen.no/contentassets/fab417af0b8e4b5694591450f7dc6969/no/pdfs/stm202020210020000dddpdfs.pdf>.
- [2] Statens vegvesen, «Vegnormal N200 Vegbygging,» Vegdirektoratet, 2021.
- [3] Norconsult, «E6 Gyllan – Kvål. Fagrapport ingeniør- og hydrogeologi Homyrkamtunnelen. Reguleringplan. NV50E6GK-GEO-RAP-0001,» 2023.
- [4] Multiconsult, «Ingeniørgeologisk rapport for reguleringsplan, E6 Gyllan – Røskaft. 416981-RIGberg-RAP-001,» 2015.
- [5] Norconsult, «E6 Gyllan – Kvål. Fagrapport skredfarevurdering. Reguleringplan. NV50E6GK-GEO-RAP-0003,» 2023.
- [6] Norsk Standard, «Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016».
- [7] Norsk Standard, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 1 Allmenne regler NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020».
- [8] Norsk standard, «NS 8141:2001. Vibrasjoner og støt. Måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk,» 2001.
- [9] Standard Norge, «NS 8141-3-2014 Vibrasjoner og støt – Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk – Del 3: Virkning av vibrasjoner fra sprengning på utløsning av skred i kvikkleire,» 2014.
- [10] Statens vegvesen, «V225 Bergskjæringer,» 2020.
- [11] Statens vegvesen, «Håndbok R760 Styring av vegprosjekter,» 2021.
- [12] Statens vegvesen, «Håndbok R761 Prosesskode 1 Standard beskrivelse for vegkontrakter,» 2018.
- [13] NGI, «Bruk av Q-systemet, Bergmasseklassifisering og bergforsterkning,» 2015.
- [14] NGU, «Forundersøkelser E6 trasé Åsen – Ulsberg - Coop3 for Nye Veier,» 2019.
- [15] A. Reite, «Sør-Trøndelag kvartær 1:250 000,» NGU, 1990.
- [16] NGU, «Radon aktsomhet,» tilgjengelig fra http://geo.ngu.no/kart/radon_mobil/, 2020.
- [17] NVE, «NVE Atlas,» 2020. [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/>. [Funnet 22. september 2020].
- [18] NGU, «GRANADA - Nasjonal grunnvannsdatabase,» tilgjengelig fra: http://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/, 2020.
- [19] Statens vegvesen, «E6 Hage Gylland - Ingeniørgeologisk rapport for byggeplan. Ud668B. 2011150006-3,» 2011.
- [20] Norconsult, «E6 Gyllan – Kvål. Datarapport geotekniske grunnundersøkelser Gyllan – Kvål. Reguleringplan. NV50E6GK-GTK-RAP-0002,» 2023.
- [21] Statens vegvesen, «E6 Hage – Gylland. Ingeniørgeologisk rapport for byggeplan. Ud668B-2011150006-3,» Ressursavdelingen, Region Midt, datert 2011-12-15.

- [22] Standard Norge, «NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016. Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.,» 2016.
- [23] Norconsult, «E6 Gyllan – Kvål. Fagrapport geoteknikk, områdestabilitet Gyllan – Hovin. Reguleringsplan. NV50E6GK-GTK-RAP-0006,» 2023.
- [24] Statens vegvesen, «Håndbok R761 Prosesskode 1, standard beskrivelsestekster for vegkontrakter, hovedprosess 1-7,» Vegdirektoratet, 2018.
- [25] Norconsult, «E6 Gyllan – Kvål. Fagrapport geoteknikk, Gyllan – Homyrkamtunnelen S. NV50E6GK-GTK-RAP-0005,» 2023.
- [26] SINTEF, «Forundersøkelser og bruk av kortreist stein. En geologisk veileder.,» 2019.
- [27] A. Bruland, «Anleggsteknikk,» Institutt for bygg- og anleggsteknikk, NTNU, Trondheim, 2000.
- [28] B. a. P. A. Nilsen, «Engineering geology and rock engineering. Handbook NO. 2. NBG,» 2000.
- [29] S. Zare, 2A-05 Drill and Blast tunnelling - Blast design., Trondheim: NTNU, 2007.
- [30] NGI, «M-2105. Håndtering av potensielt syredannende svartskifer. Fagrapport til Miljødirektoratet. Utarbeidet av NGI.,» Miljødirektoratet , 2021.

Vedlegg:

1. Tegning V900. Plantegning P550–700. Bergskjæring Gyllan. Ingeniørgeologi. Reguleringsplan.
2. Tverrprofiler bergskjæring Gyllan P560–700.
3. Rapport fra test av mekaniske egenskaper.
4. Strukturgeologiske målinger.
5. Bilder.

X:\noroppdrag\Trondheim\52076520761761\Ingeniørgeologi\kv\k\1\1-500 Gyllan skjæring.dwg - MarRaa - Plottet: 2023-08-27 12:52:52 - XREF = gd_ekst_kartgrunnlag_vannflater, Kvikkleire_1_C, p2_T_Cl_m_henviisning_hele_strøking, KOP1 IGEO, p2_T-geom_1_C, Berggrunnskart_N0_COOP3, 1-1000 Uførte grunnund.E6 KK - Samlet - KOP1 IGEO - Gyllan, Felkartlegging, Bergblotninger, gd_ekst_kartgrunnlag_bygg, anlegg, gd_ekst_kartgrunnlag_vann, gd_ekst_kartgrunnlag_situasjon, gd_ekst_kartgrunnlag_høyder, gd_ekst_kartgrunnlag_bene, gd_ekst_kartgrunnlag_5m_høyder, gd_ekst_kartgrunnlag_5m_høyder, gd_ekst_kartgrunnlag_veger, _samlet_2Dhart_66kk



Tegnforklaring

- Sandstein-siltstein med enkelte konglomerattlag
- Svartsfiker og svartsiltstein med enkelte sandsteinslag
- Strøk og fall, geologisk struktur
- Strøk og fall, geologisk lagdeling
- Bergblotning
- Skifrig sone i eksisterende bergskjæring, bredde 5 m
- Bergskjæringshøyde 10-17 m

Totalsondering

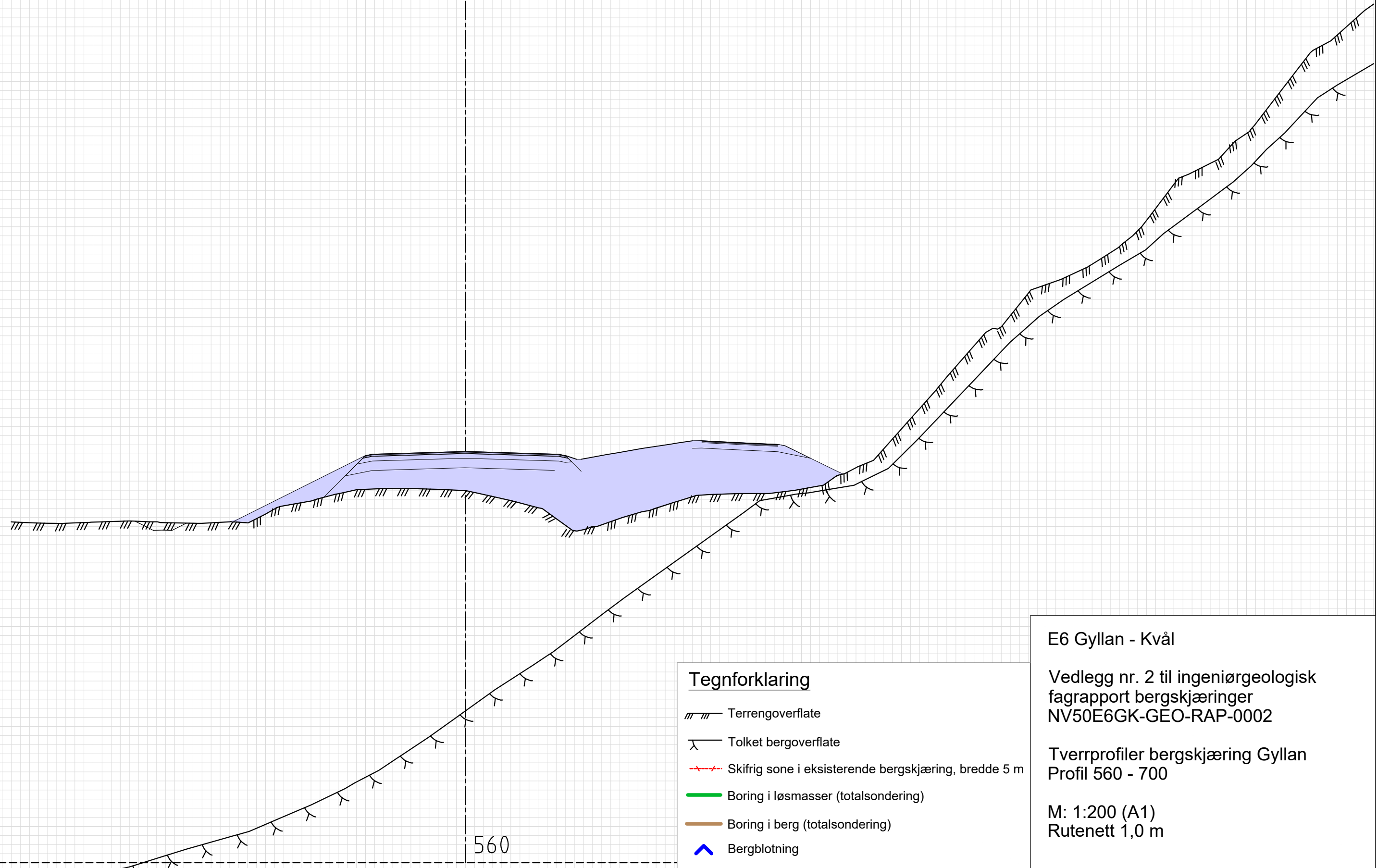
- Kote terreng
- Kote anført berg
- Boret i løsmasse + Boret i berg
- Faresone kvikkleire
- Ikke påvist sprøbruddsmateriale
- Antatt sprøbruddsmateriale
- Påvist sprøbruddsmateriale

02	Revisjon etter 3.parts kontroll	MarRaa	KTLOf	JHSve	31.08.2023
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent	Revisjonsdato
		Saknr.			
		Tegningsdato	31.08.2023		
		Bestiller	Jan Olav Svertsen		
		Produsert for	Nye Veier		
		Prosjektnummer	112100		
		Arkivreferanse	-		
		Byggverk nummer	-		
		Koordinatsystem	NTM 10		
		Haydesystem	NN2000		
		Målestokk A1	1:500		
		Halv målestokk A3	1:1000		
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/ revisjon	
MARRAA	KTLOF	JHSVE	5207617	V900 02	




1 : 200

15

560



Tegnforklaring

-  Terrengoverflate
-  Tolket bergoverflate
-  Skifrig sone i eksisterende bergskjæring, bredde 5 m
-  Boring i løsmasser (totalsondering)
-  Boring i berg (totalsondering)
-  Bergblotning

E6 Gyllan - Kvål

Vedlegg nr. 2 til ingeniørgeologisk fagrapport bergskjæringar NV50E6GK-GEO-RAP-0002

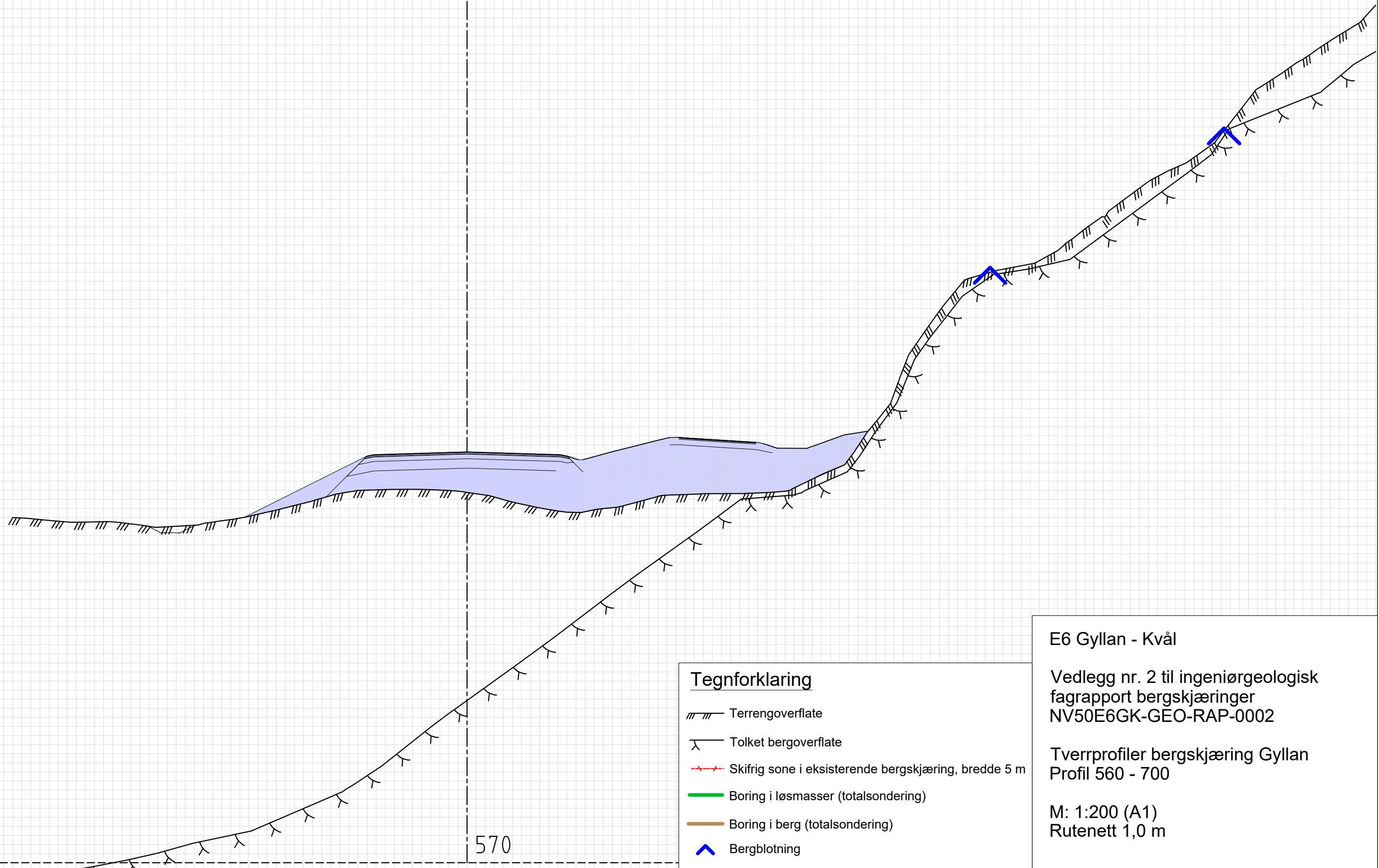
Tverrprofiler bergskjæring Gyllan Profil 560 - 700

M: 1:200 (A1)
Rutenett 1,0 m



1 : 200

15

570

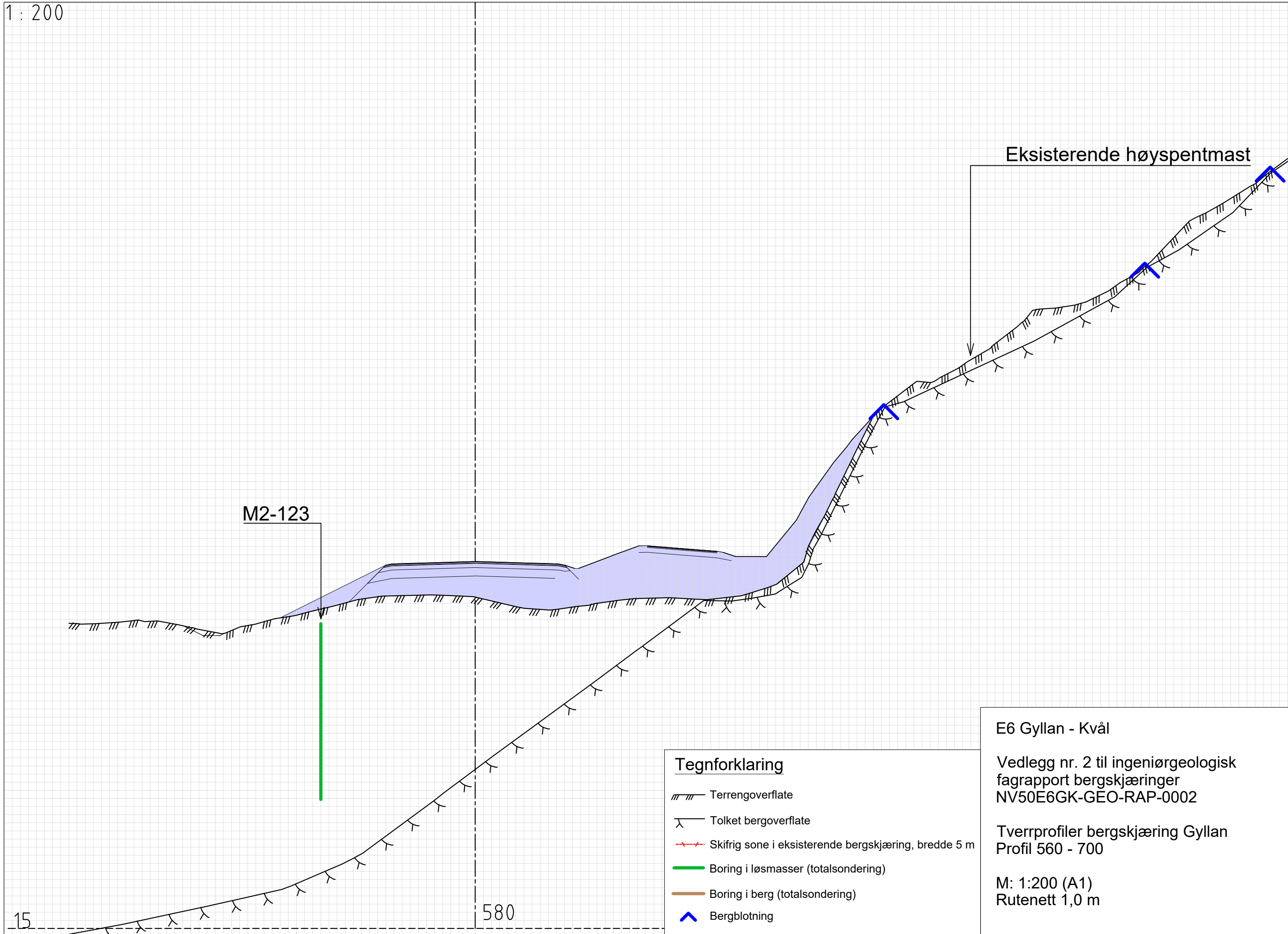


Tegnforklaring

-  Terrengoverflate
-  Tolket bergoverflate
-  Skifrig sone i eksisterende bergskjæring, bredde 5 m
-  Boring i løsmasser (totalsondering)
-  Boring i berg (totalsondering)
-  Bergblotning

E6 Gyllan - Kvål
Vedlegg nr. 2 til ingeniørgeologisk fagrapport bergskjæringer NV50E6GK-GEO-RAP-0002
Tverrprofiler bergskjæring Gyllan Profil 560 - 700
M: 1:200 (A1)
Rutenett 1,0 m

1 : 200



M2-123

Eksisterende høyspentmast

Tegnforklaring

- Terrengoverflate
- Tolket bergoverflate
- Skifrig sone i eksisterende bergskjæring, bredde 5 m
- Boring i løsmasser (totalsondering)
- Boring i berg (totalsondering)
- Bergblotning

E6 Gyllan - Kvål

Vedlegg nr. 2 til ingeniørgeologisk fagrapport bergskjæringer NV50E6GK-GEO-RAP-0002

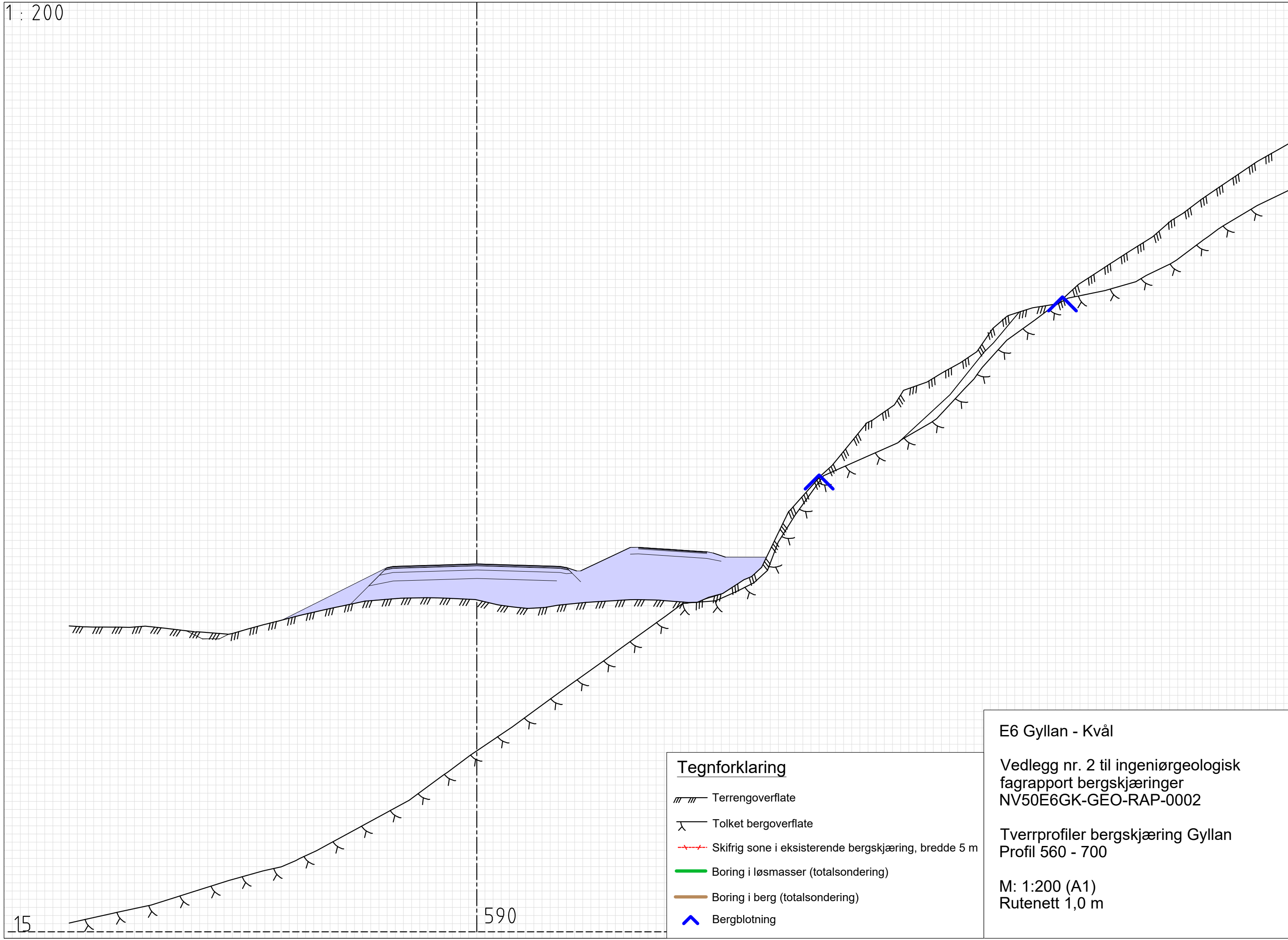
Tverrprofiler bergskjæring Gyllan Profil 560 - 700

M: 1:200 (A1)
Rutenett 1,0 m







15

580

1 : 200



Tegnforklaring

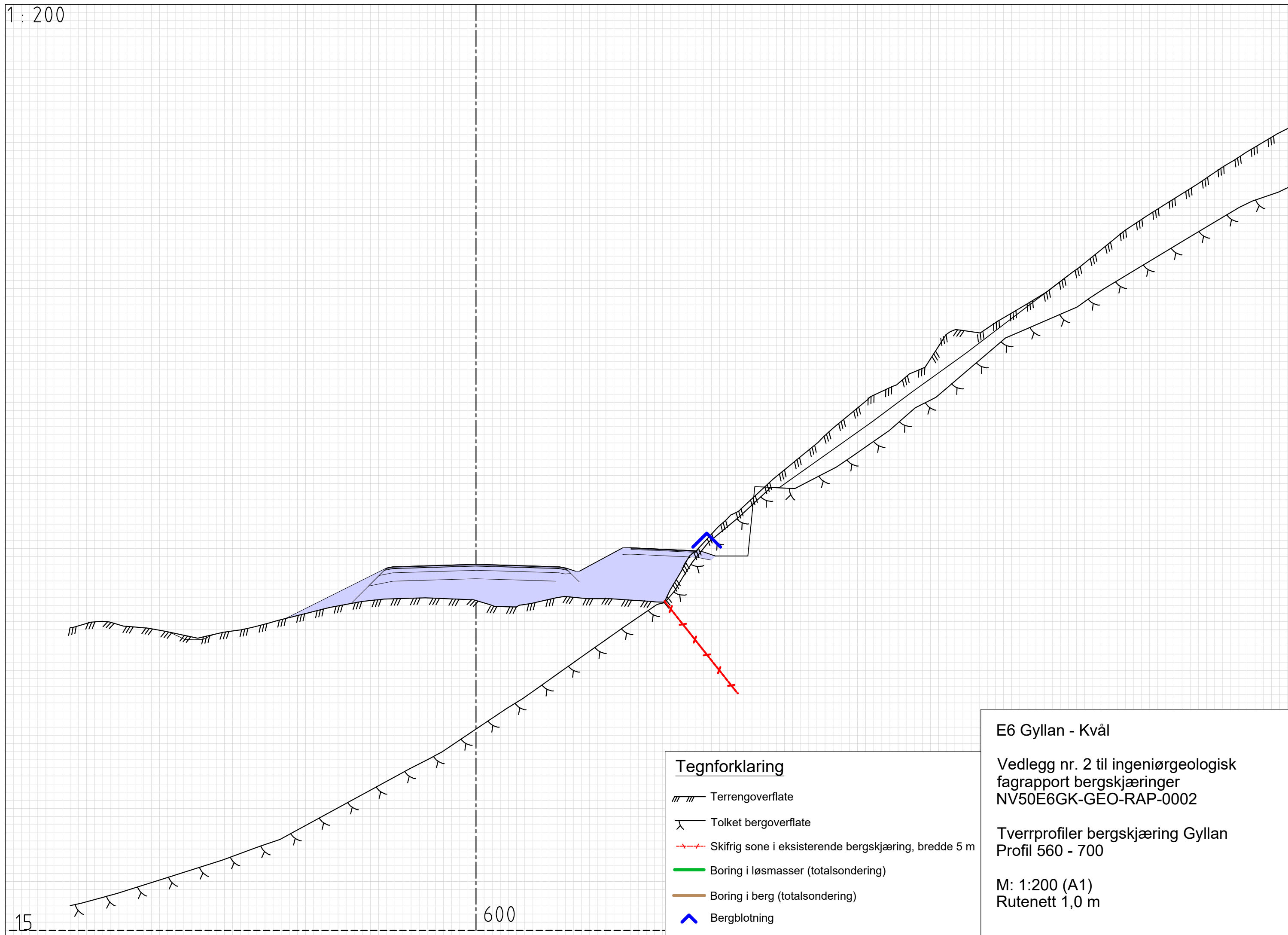
-  Terrengoverflate
-  Tolket bergoverflate
-  Skifrig sone i eksisterende bergskjæring, bredde 5 m
-  Boring i løsmasser (totalsondering)
-  Boring i berg (totalsondering)
-  Bergblotning

E6 Gyllan - Kvål
Vedlegg nr. 2 til ingeniørgeologisk fagrapport bergskjæringar NV50E6GK-GEO-RAP-0002
Tverrprofiler bergskjæring Gyllan Profil 560 - 700
M: 1:200 (A1)
Rutenett 1,0 m

15

590

1 : 200



E6 Gyllan - Kvål

Vedlegg nr. 2 til ingeniørgeologisk fagrapport bergskjæringer NV50E6GK-GEO-RAP-0002

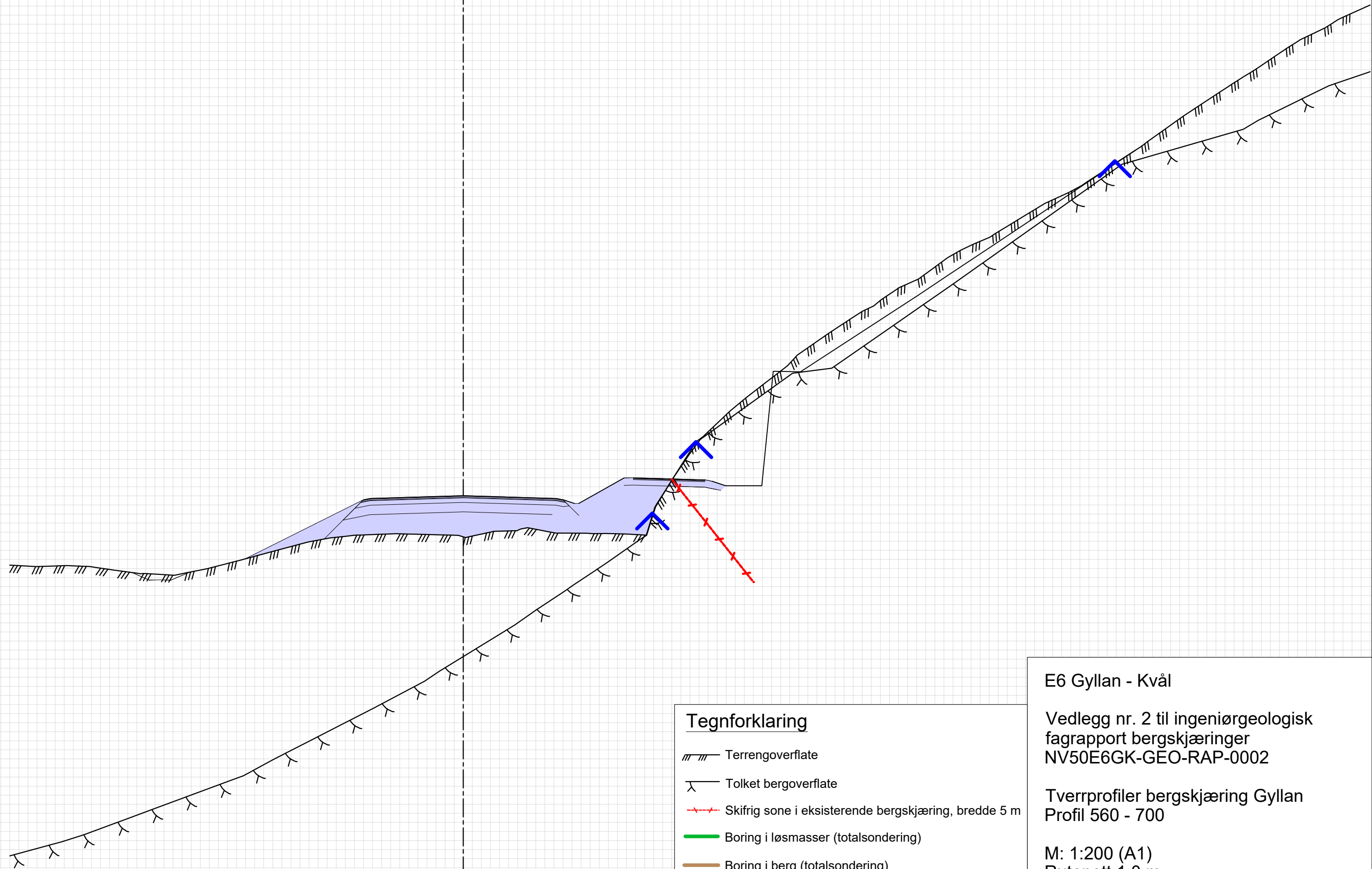
Tverrprofiler bergskjæring Gyllan Profil 560 - 700

M: 1:200 (A1)
Rutenett 1,0 m

15

600






1 : 200



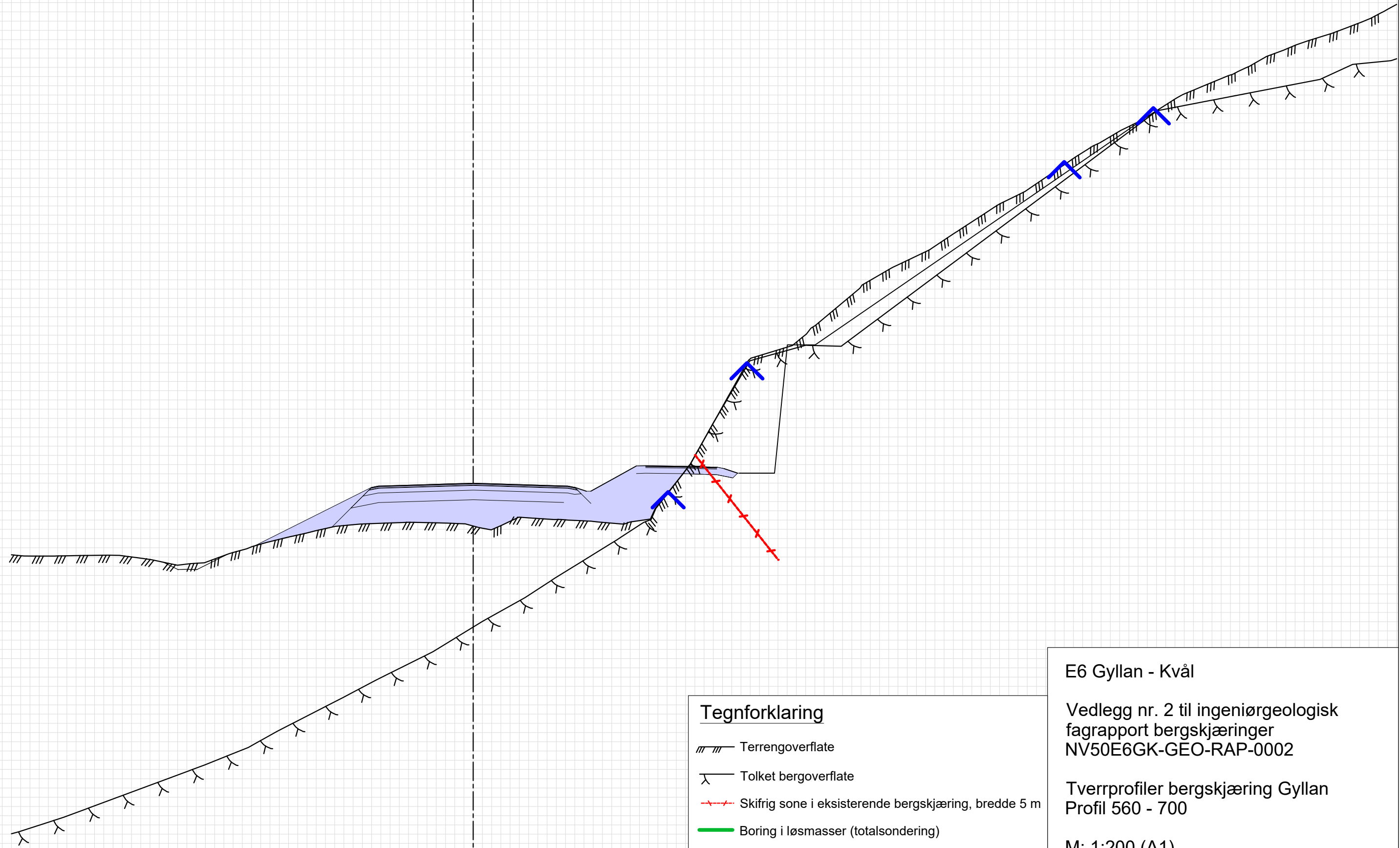
15

610

Tegnforklaring

-  Terrengoverflate
-  Tolket bergoverflate
-  Skifrig sone i eksisterende bergskjæring, bredde 5 m
-  Boring i løsmasser (totalsondering)
-  Boring i berg (totalsondering)
-  Bergblotning

E6 Gyllan - Kvål
Vedlegg nr. 2 til ingeniørgeologisk fagrapport bergskjæringer NV50E6GK-GEO-RAP-0002
Tverrprofiler bergskjæring Gyllan Profil 560 - 700
M: 1:200 (A1)
Rutenett 1,0 m



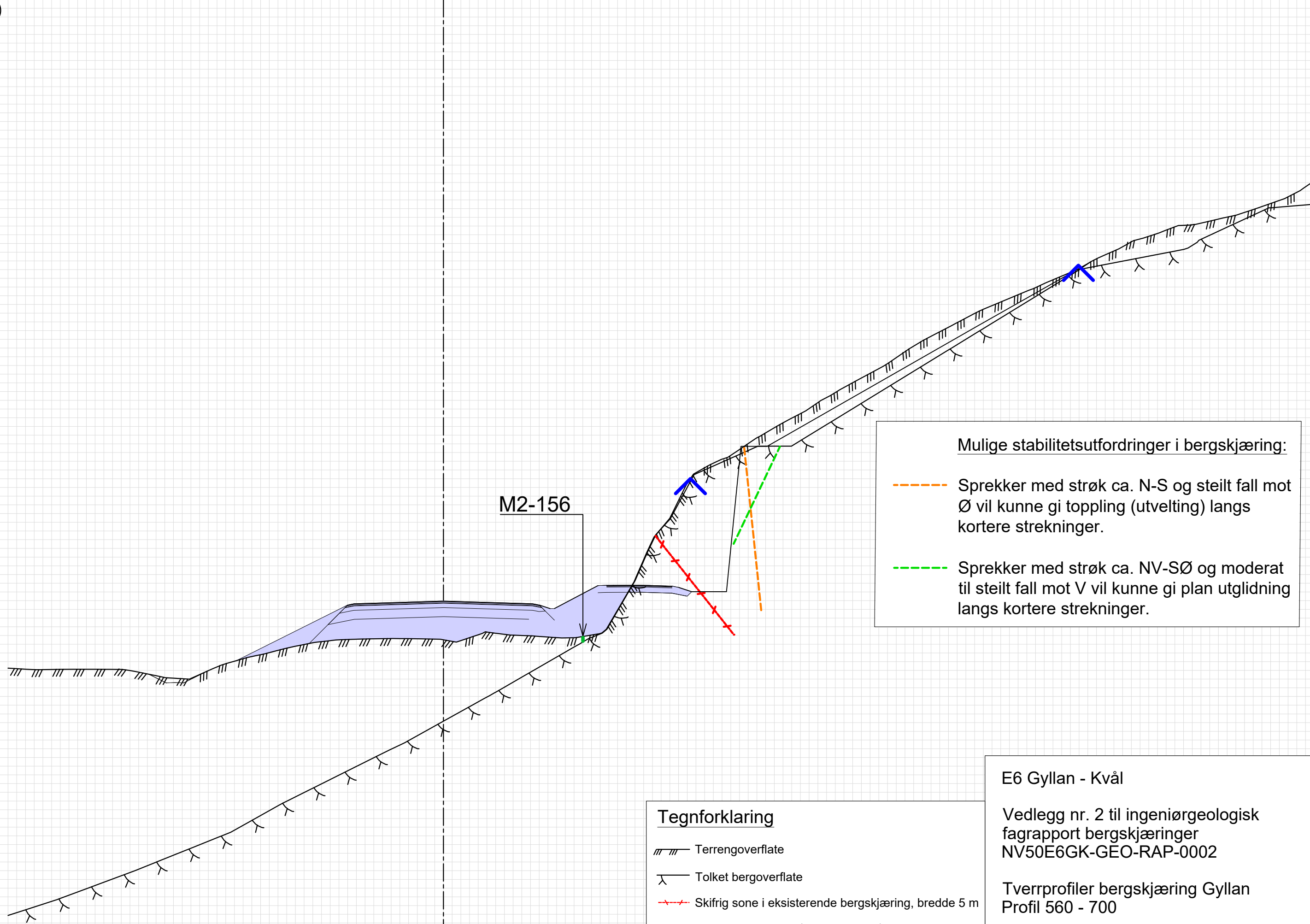
- Tegnforklaring**
- /// Terrengoverflate
 - x Tolket bergoverflate
 - - - Skifrig sone i eksisterende bergskjæring, bredde 5 m
 - Boring i løsmasser (totalsondering)
 - Boring i berg (totalsondering)
 - ^ Bergblotning

E6 Gyllan - Kvål

Vedlegg nr. 2 til ingeniørgeologisk fagrapport bergskjæring NV50E6GK-GEO-RAP-0002

Tverrprofiler bergskjæring Gyllan Profil 560 - 700

M: 1:200 (A1)
Rutenett 1,0 m



Mulige stabilitetsutfordringer i bergskjæring:

- - - - - Sprekker med strøk ca. N-S og steilt fall mot Ø vil kunne gi toppling (utvelting) langs kortere strekninger.
- - - - - Sprekker med strøk ca. NV-SØ og moderat til steilt fall mot V vil kunne gi plan utglidning langs kortere strekninger.

Tegnforklaring

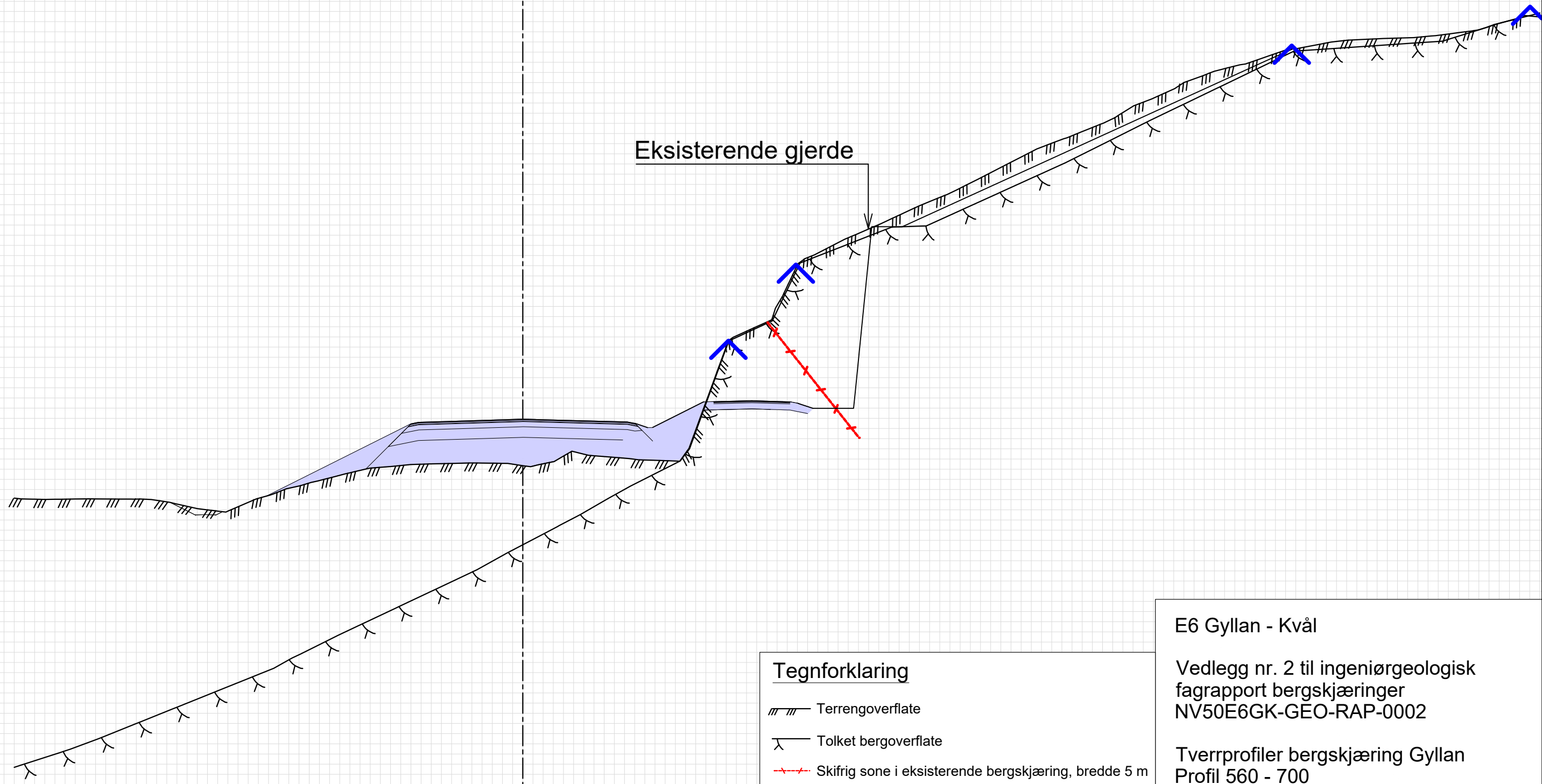
- /// Terrengoverflate
- x Tolket bergoverflate
- - - - - Skifrig sone i eksisterende bergskjæring, bredde 5 m
- Boring i løsmasser (totalsondering)
- Boring i berg (totalsondering)
- ^ Bergblotning

E6 Gyllan - Kvål

Vedlegg nr. 2 til ingeniørgeologisk fagrapport bergskjæring
 NV50E6GK-GEO-RAP-0002




Tverrprofiler bergskjæring Gyllan
 Profil 560 - 700

M: 1:200 (A1)
 Rutenett 1,0 m

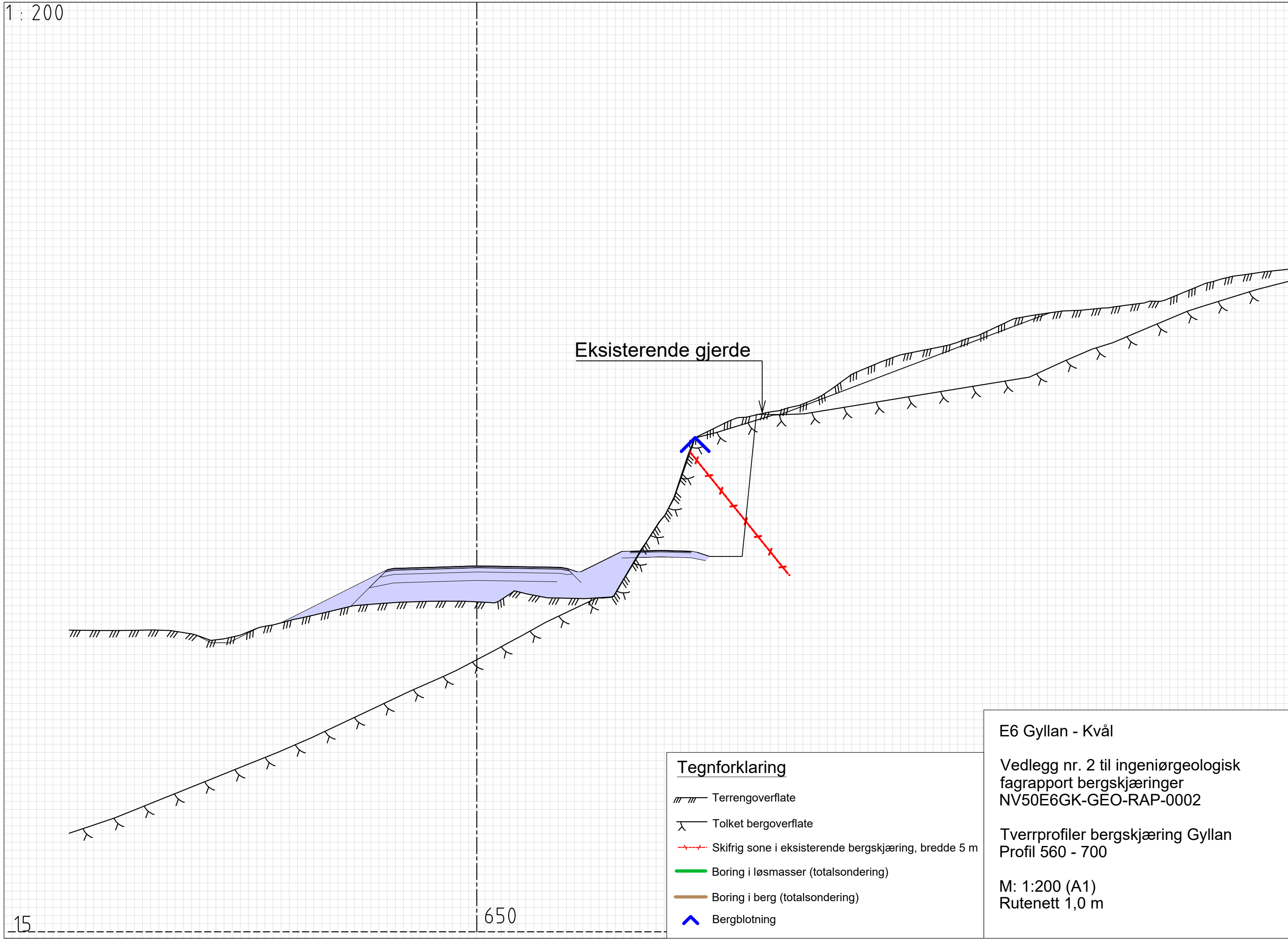


Eksisterende gjerde

Tegnforklaring







-  Terrengoverflate
-  Tolket bergoverflate
-  Skifrig sone i eksisterende bergskjæring, bredde 5 m
-  Boring i løsmasser (totalsondering)
-  Boring i berg (totalsondering)
-  Bergblotning

E6 Gyllan - Kvål
Vedlegg nr. 2 til ingeniørgeologisk fagrapport bergskjæring NV50E6GK-GEO-RAP-0002
Tverrprofiler bergskjæring Gyllan Profil 560 - 700
M: 1:200 (A1)
Rutenett 1,0 m



Eksisterende gjerde

Tegnforklaring

-  Terrengoverflate
-  Tolket bergoverflate
-  Skifrig sone i eksisterende bergskjæring, bredde 5 m
-  Boring i løsmasser (totalsondering)
-  Boring i berg (totalsondering)
-  Bergblotning

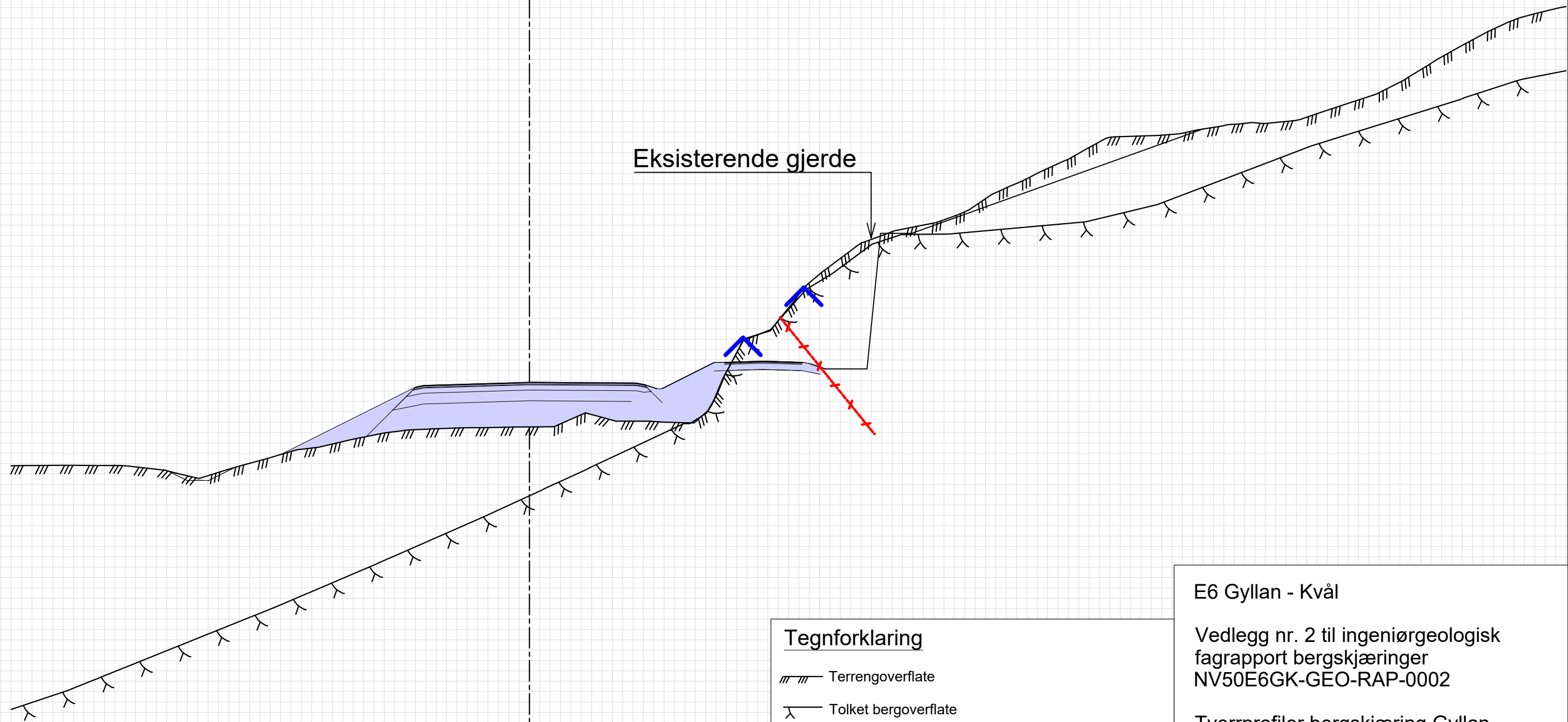
E6 Gyllan - Kvål

Vedlegg nr. 2 til ingeniørgeologisk fagrapport bergskjæring NV50E6GK-GEO-RAP-0002






Tverrprofiler bergskjæring Gyllan Profil 560 - 700

M: 1:200 (A1)
Rutenett 1,0 m

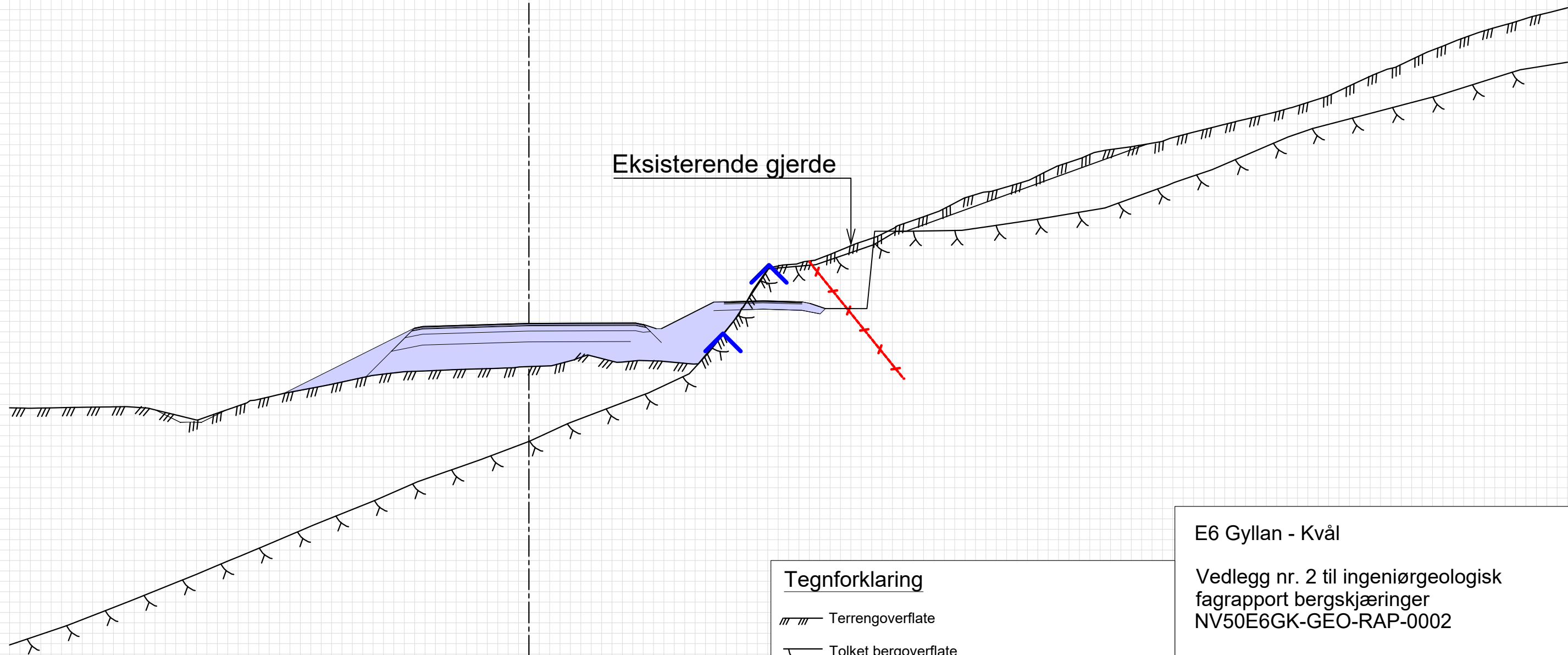
Eksisterende gjerde



Tegnforklaring

-  Terrengoverflate
-  Tolket bergoverflate
-  Skifrig sone i eksisterende bergskjæring, bredde 5 m
-  Boring i løsmasser (totalsondering)
-  Boring i berg (totalsondering)
-  Bergblotning

E6 Gyllan - Kvål
 Vedlegg nr. 2 til ingeniørgeologisk fagrapport bergskjæringar NV50E6GK-GEO-RAP-0002
 Tverrprofiler bergskjæring Gyllan Profil 560 - 700
 M: 1:200 (A1)
 Ruteneett 1,0 m



Eksisterende gjerde

Tegnforklaring

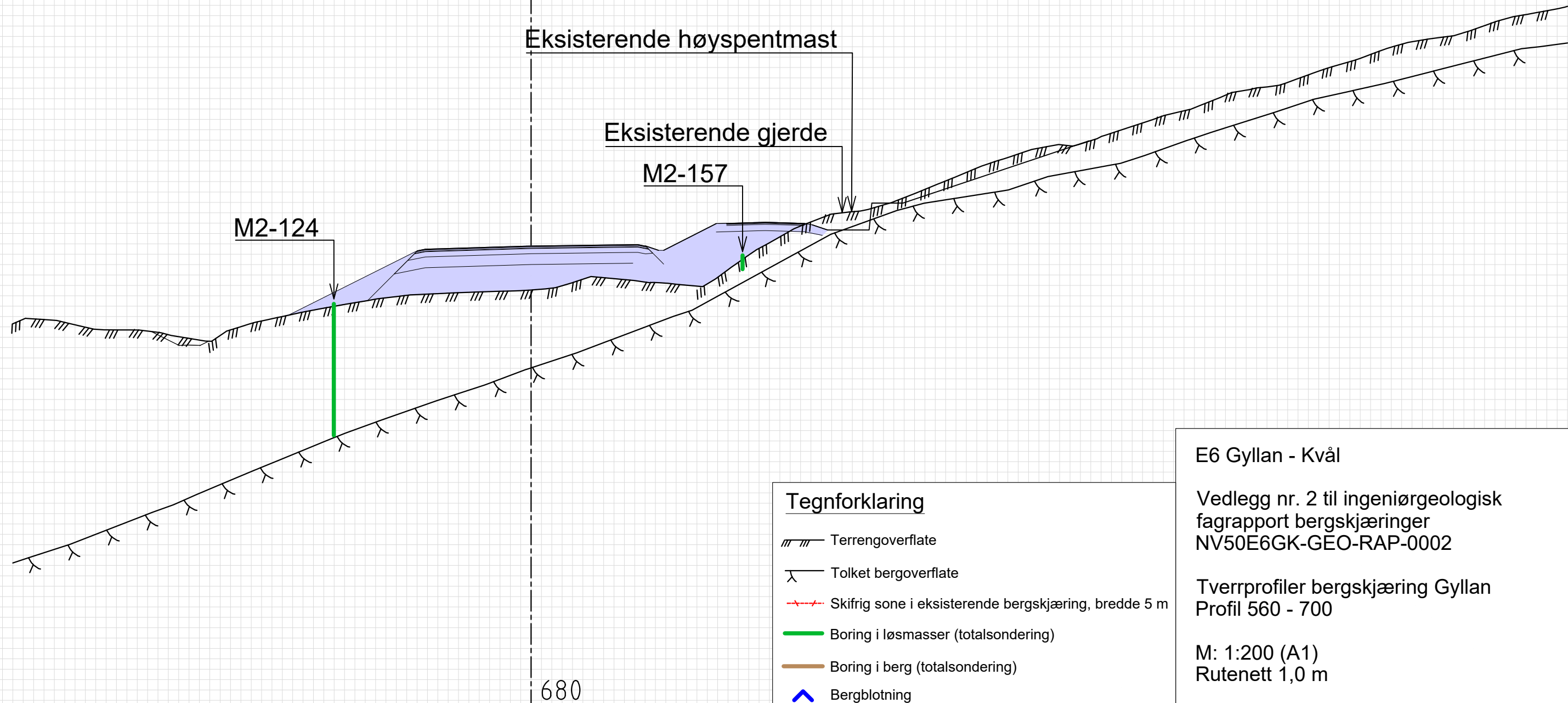
-  Terrengoverflate
-  Tolket bergoverflate
-  Skifrig sone i eksisterende bergskjæring, bredde 5 m
-  Boring i løsmasser (totalsondering)
-  Boring i berg (totalsondering)
-  Bergblotning

E6 Gyllan - Kvål

Vedlegg nr. 2 til ingeniørgeologisk fagrapport bergskjæringar NV50E6GK-GEO-RAP-0002

Tverrprofiler bergskjæring Gyllan Profil 560 - 700

M: 1:200 (A1)
Rutenett 1,0 m



Eksisterende høyspentmast




Eksisterende gjerde

M2-157

M2-124

680

Tegnforklaring

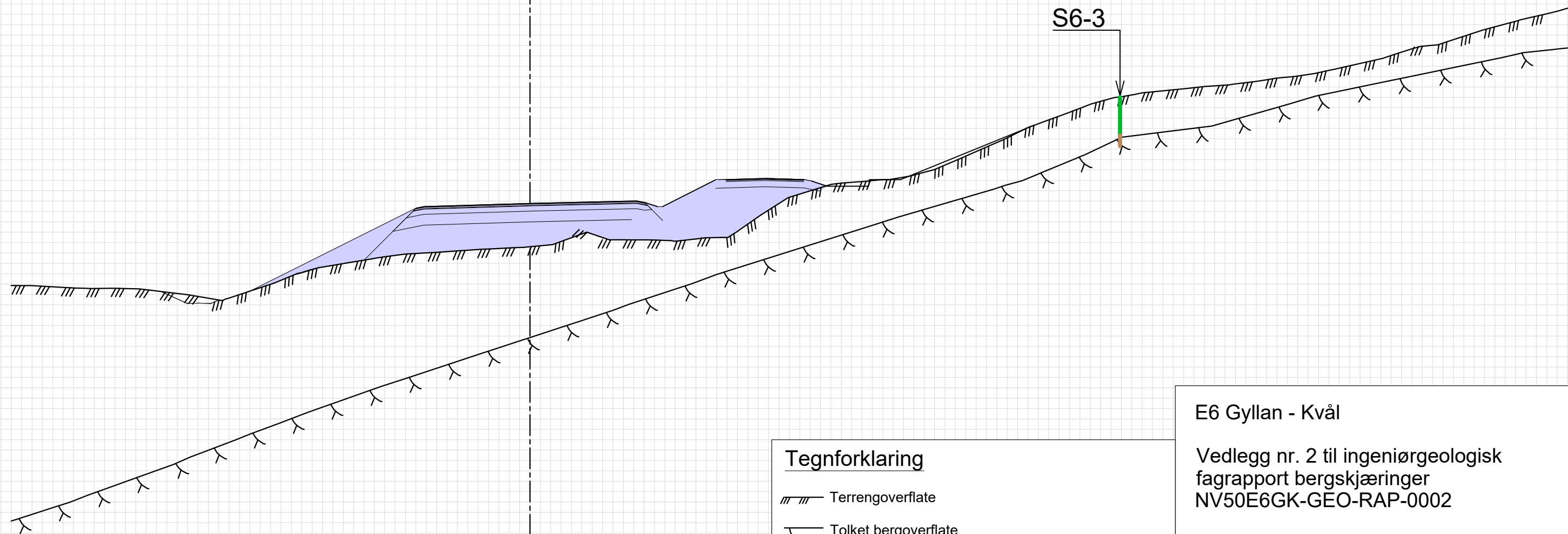
-  Terrengoverflate
-  Tolket bergoverflate
-  Skifrig sone i eksisterende bergskjæring, bredde 5 m
-  Boring i løsmasser (totalsondering)
-  Boring i berg (totalsondering)
-  Bergblotning

E6 Gyllan - Kvål



Vedlegg nr. 2 til ingeniørgeologisk fagrapport bergskjæring NV50E6GK-GEO-RAP-0002

Tverrprofiler bergskjæring Gyllan Profil 560 - 700

M: 1:200 (A1)
Rutenett 1,0 m



Tegnforklaring

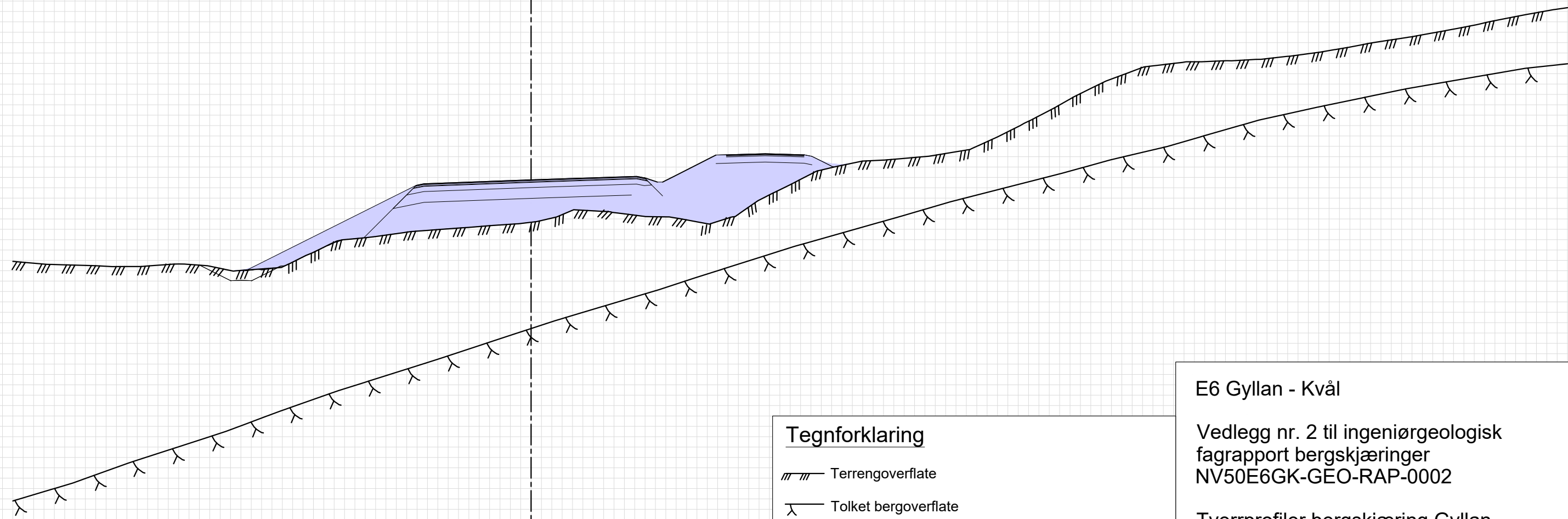
-  Terrengoverflate
-  Tolket bergoverflate
-  Skifrig sone i eksisterende bergskjæring, bredde 5 m
-  Boring i løsmasser (totalsondering)
-  Boring i berg (totalsondering)
-  Bergblotning

E6 Gyllan - Kvål







Vedlegg nr. 2 til ingeniørgeologisk fagrapport bergskjæringar NV50E6GK-GEO-RAP-0002

Tverrprofiler bergskjæring Gyllan Profil 560 - 700

M: 1:200 (A1)
Rutenett 1,0 m



Tegnforklaring

-  Terrengoverflate
-  Tolket bergoverflate
-  Skifrig sone i eksisterende bergskjæring, bredde 5 m
-  Boring i løsmasser (totalsondering)
-  Boring i berg (totalsondering)
-  Bergblotning

E6 Gyllan - Kvål

Vedlegg nr. 2 til ingeniørgeologisk fagrapport bergskjæringar NV50E6GK-GEO-RAP-0002

Tverrprofiler bergskjæring Gyllan Profil 560 - 700

M: 1:200 (A1)
Rutenett 1,0 m

VEDLEGG 3 – RESULTATER FRA MEKANISKE STYRKETESTER

Resultater fra følgende mekaniske styrketester utført i forbindelse med reguleringsplanarbeid i 2015 [4]:

- Mølleverdi
- Micro Deval-verdi
- Flakindeks

Oppdrag / 4110028 B Ev006-06/07 Hagen-Gylland / Provenr. 14 / 14.455 - Møllemetoden


Analyse				
Metode	14.455 - Møllemetoden			
Laboratorium	Sentrallaboratoriet Trondheim			
Utført dato	01.03.2012			
Signert av	Otto Helge Reitan			
Densitet	2.75			
Delanalyse	1	2	Middel	
11,2 - 14,0mm	672.0	672.0		
14,0 - 16,0mm	362.0	362.0		
Sum innveid	1034.0	1034.0		
14,0mm (g)	50.6	32.4		
14,0mm %	4.9	3.1		
8,0mm (g)	812.5	802.2		
8,0mm %	78.6	77.6		
2,0mm (g)	821.1	812.3		
2,0mm %	79.4	78.6		
< 2,0mm (g)	212.9	221.7		
< 2,0mm %	20.6	21.4		
Mølleverdi	20.6	21.4	21.0	

Figur 1. Mølleverdi

Oppdrag / 4110028 B Ev006-06/07 Hagen-Gylland / Provenr. 14 / 14.458 - micro-Deval

Analyse				
Metode	14.458 - micro-Deval			
Laboratorium	Sentrallaboratoriet Trondheim			
Utført dato	01.03.2012			
Signert av	Otto Helge Reitan			
Type	Våt			
Referansegradering	Fin 10/12,5 + 12,5/14			
Delanalyse	Innveid (g)	Masse > 1,6 mm	Masse < 1,6 mm	micro-Deval-verdi
1	500.0	398.0	102.0	20.4
2	500.0	398.0	102.0	20.4
Middel				20

Figur 2. Micro Devall-verdi

Vedlegg 3 - Analyseresultater		
E6 Gyllan-Røskaft.		
	Date: 26.08.2015	Constructed: AUA
		Page 1 of 2

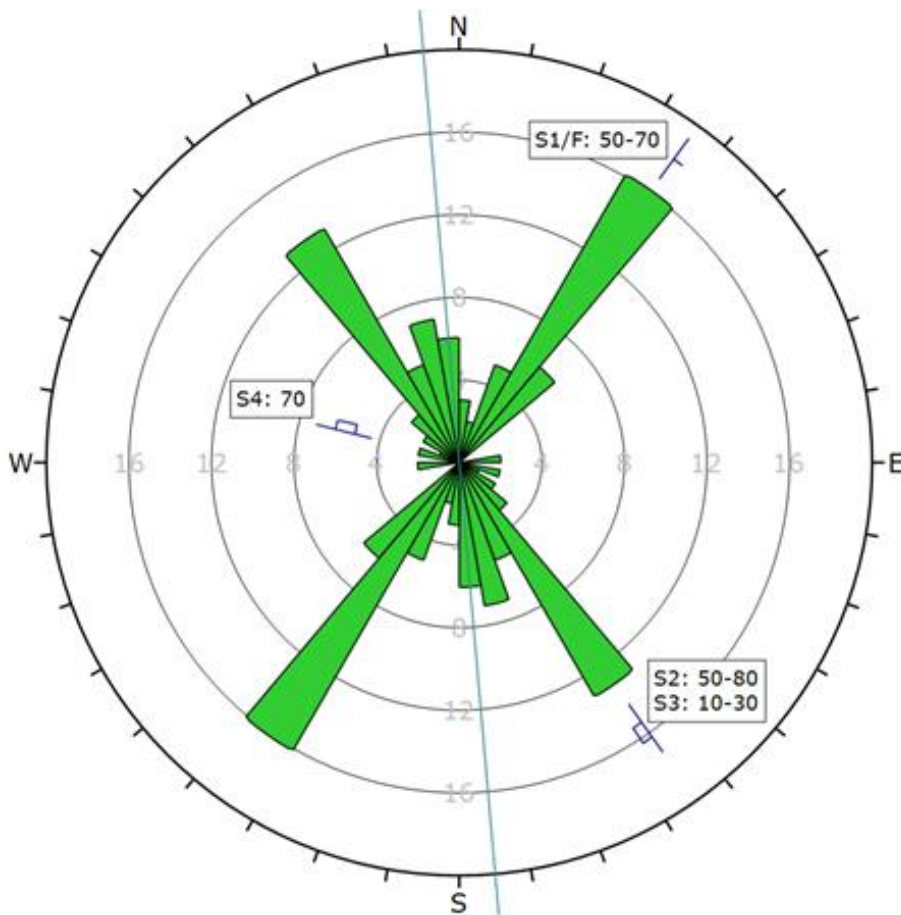
Oppdrag / 4110028 B Ev006-06/07 Hagen-Gylland / Prevnr. 14 / 14.4521 - Bestemmelse av flisighetsindeks (flakindeks)

Analyse				
Metode	14.4521 - Bestemmelse av flisighetsindeks (flakindeks) ↕			
Laboratorium	Sentrallaboratoriet Trondheim			
Utført dato	01.03.2012			
Signert av	Otto Helge Reitan			
Masse for analyse	2400			
Masse over 80mm	0			
Masse under 4mm	0			
Sum vraket materiale	0			
Flakindeks	20			
Fraksjon (mm)	Sikterest på platesikt (g)	Spalteåpning stavsikt (mm)	Gjennomgang på stavsikt (g)	Flakindeks
63.0 - 80.0		40.00		0
50.0 - 63.0		31.50		0
40.0 - 50.0		25.00		0
31.5 - 40.0		20.00		0
25.0 - 31.5		16.00		0
20.0 - 25.0		12.50		0
16.0 - 20.0	639.0	10.00	102.0	16
12.5 - 16.0	580.0	8.00	101.0	17
10.0 - 12.5	352.0	6.30	93.0	26
8.0 - 10.0	276.0	5.00	68.0	25
6.3 - 8.0		4.00		0
5.0 - 6.3		3.15		0
4.0 - 5.0		2.50		0

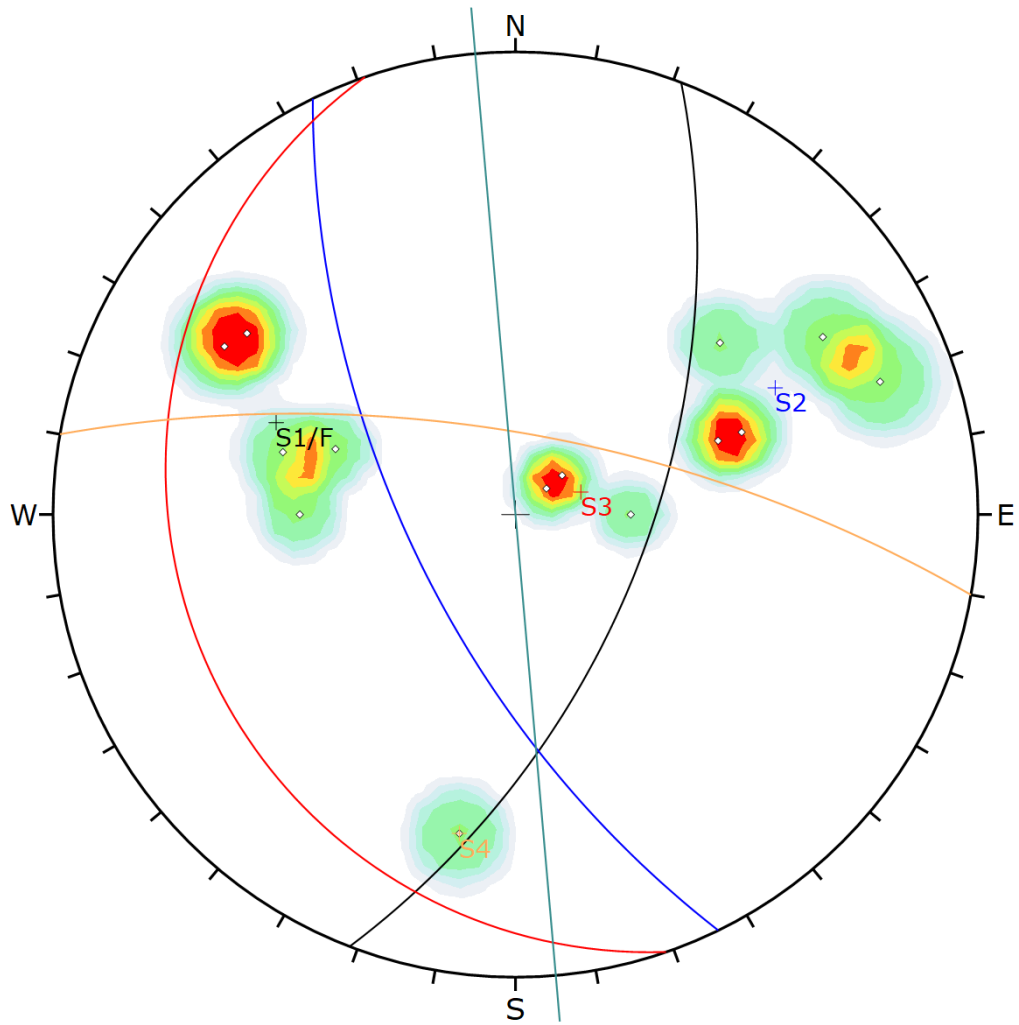
Figur 3. Flakindeks

Vedlegg 3 - Analyseresultater			
E6 Gyllan-Røskaft.			
Multiconsult	Date: 26.08.2015	Constructed: AUA	Page 2 of 2

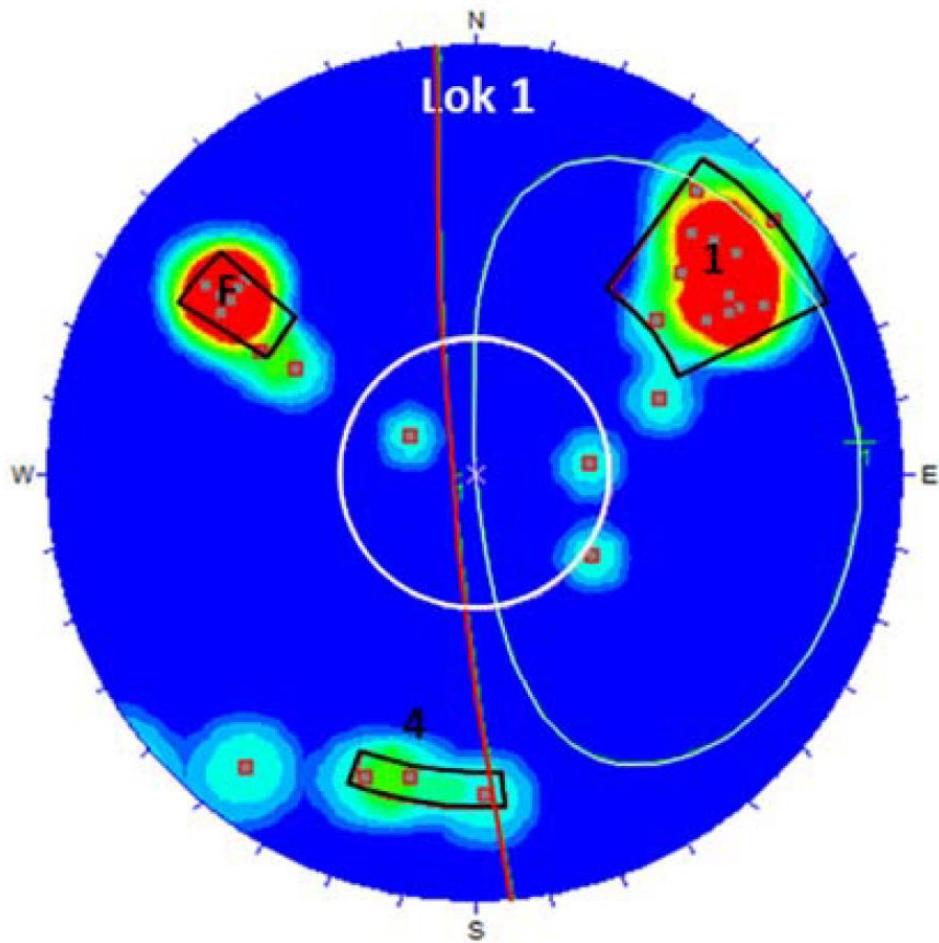
VEDLEGG 4 – STRUKTURGEOLOGISKE MÅLINGER



Vedlegg 4-1: Sprekkerose med sammenstilling av kartlegging utført av både Norconsult og Multiconsult [4]. Skjæringsorientering er vist med turkis strek.



Vedlegg 4-2: Stereoplott med data fra kartlegging utført av Norconsult. Skjæringsorientering er vist med turkis strek.



Vedlegg 4-3: Stereoplott med data fra kartlegging utført av Multiconsult [4]. Nummerering av sprekkesett avviker delvis fra nummerering i foreliggende rapport.

VEDLEGG 5 – BILDER



Vedlegg 5-1: Eksisterende skjæring sett fra nord mot sør.



Vedlegg 5-2: Nordre del av eksisterende skjæring, bilde tatt mot nord. Hentet fra Google street view.



Vedlegg 5-3: Skifrig sone i sørlige del av eksisterende skjæring.