



Fv. 3028 Haneholmveien

Fagrapport ingeniørgeologi

Reguleringsplan

Sandefjord kommune

30.08.2024

Innhold

1. Innledning	3
1.1. Bakgrunn.....	3
1.1.1 Planlagt bergarbeid	3
1.2. Forbehold og avgrensninger	5
1.3. Grunnlagsmateriale	6
1.4. Undersøkelser i denne fasen	6
1.4.1 Grunnundersøkelser	6
1.4.2 Ingeniørgeologisk feltkartlegging	7
1.5. Regelverk	7
1.5.1 Sikkerhet mot skred i bratt terreng	7
1.6. Geoteknisk kategori og krav til kontroll	7
2. Grunnforhold – faktadel	8
2.1. Områdebeskrivelse – topografi	8
2.2. Løsmasser	8
2.3. Berggrunn	10
2.3.1 Bergart	10
2.3.2 Strukturgeologi og svakhetssoner	10
2.4. Hydrologiske og hydrogeologiske forhold	14
2.5. Aktsomhetssoner og tidligere skredhendelser	14
3. Ingeniørgeologisk vurderinger	15
3.1. Geologiske forhold	15
3.1.1 Stabilitetsvurdering	15
3.2. Utforming av bergskjæring	16
3.3. Berguttak	17
3.3.1 Løsmassehåndtering	17
3.3.2 Uttaksmetode	17
3.3.3 Borbarhet og sprengbarhet	17
3.4. Vibrasjoner	18
3.4.1 Vibrasjoner mot byggverk	18
3.4.2 Vibrasjoner i kvikkleire	19
3.5. Sikringsmengder og stabiliseringstiltak	20
3.6. Bergmassens kvalitet og egnethet til vegbygging	21
3.7. Hydrologiske og hydrogeologiske forhold	23
3.8. Miljø	23
3.9. Skred	23
3.10. Usikkerheter og spesielle hensyn og risikoer	23
4. Vurdering av gjennomførbarhet og videre arbeid	23
4.1. Vurdering av gjennomførbarhet	23
4.2. Videre arbeid	24
5. Oppfølging og kontroll i byggefase	24
5.1. Bemanning	24
5.2. Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (HMS)	24

6. Vedlegg 1.....	26
--------------------------	-----------

1. Innledning

1.1. Bakgrunn

Asplan Viak er engasjert av Vestfold Fylkeskommune i forbindelse med detaljregulering av Fv. 3028 Haneholmveien i Sandefjord kommune. Prosjektet har som hensikt å bedre sikkerhet, fremkommelighet og attraktivitet for syklende og gående. Det skal blant annet etableres ny gang- og sykkelveg, i tillegg til utbedringer og delvis ny kjøreveg. Vegstrekningen er ca. 2,8 km lang, fra krysset ved Store Berganvei i sør, til Kjellbergveien i nord, se Figur 1. I tillegg inkluderer prosjektet en kort strekning langs Kjellbergveien, østover fra krysset med Haneholmveien.

Denne rapporten beskriver de geologiske forholdene på strekningen.

1.1.1 Planlagt bergarbeid

Det skal etableres en ny bergskjæring, B1, der det skal sprenges ca. 4-5 m inn fra eksisterende bergskjæring/terreng, se utsnitt fra modell i Figur 2. Bergskjæringen er planlagt ca. 80 m lang, og maksimalt ca. 6 m høy.

I tillegg er det antatt at det vil bli tre mindre bergskjæringer, B2-B4. Antatt maksimal høyde for disse er under over 2 m. Alle bergskjæringene ligger øst for Haneholmveien, med unntak av B4 som ligger sør for Kjellbergvegen.

Det vil i tillegg til uttak for bergskjæringene som er omtalt i rapporten også være behov for noe berguttak i områder hvor det ikke blir permanent synlig bergskjæring, eller hvor høyde på skjæring blir under 1 m. Dette gjelder for eksempel berguttak for grøft og uttak for breddeutvidelse av veien. Disse områdene er ikke omtalt spesifikt i denne rapporten, da de ikke anses som bergskjæringer.

Vest for Haneholmveien i nord (Viriklia) er det en eksisterende bergskjæring/naturlig bergskrent, og nord for Kjellbergveien er det en eksisterende bergskjæring. Det er ikke planlagt bergarbeid i disse områdene, men i forbindelse med utbedring av vegstrekningen kan det bli aktuelt å utføre enkel bergsikring i disse områdene.

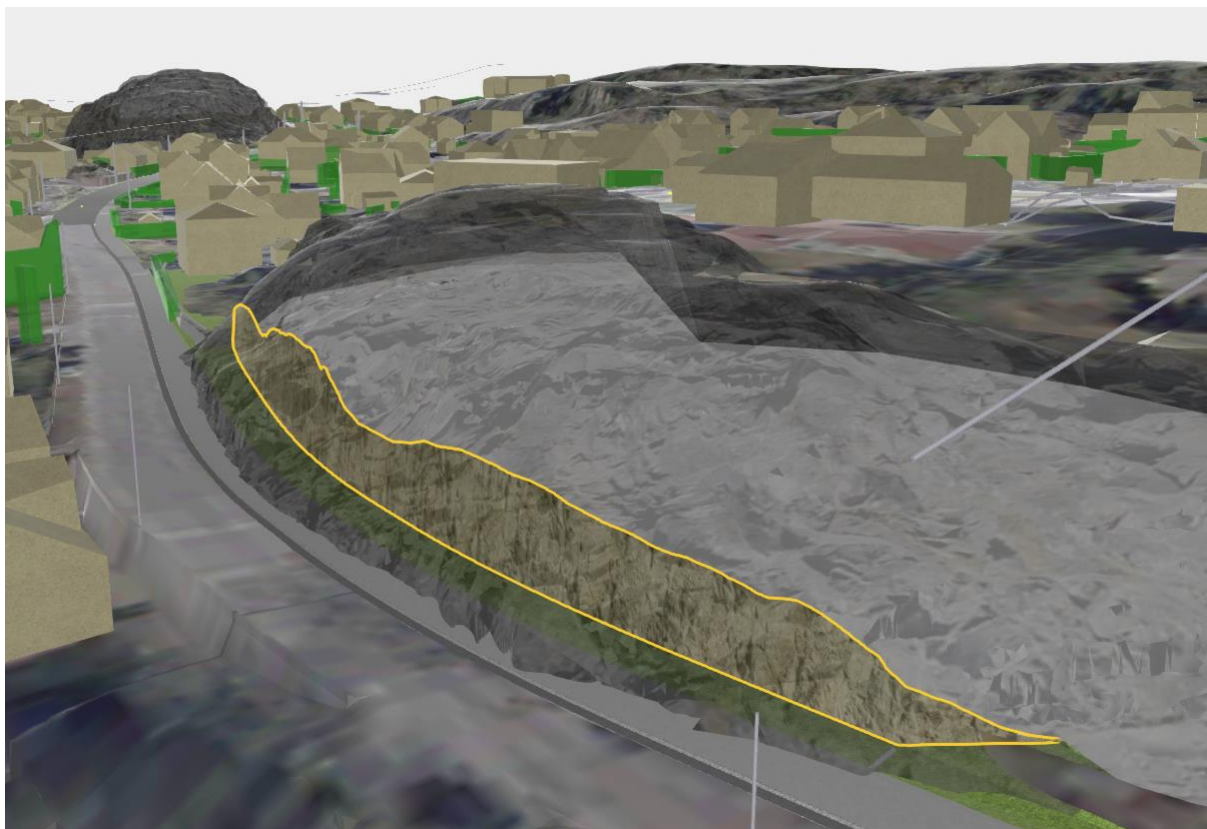
Tabell 1: Oversikt over planlagte bergskjæringer.

Bergskjæring	Lengde (m)	Maksimal høyde (m)	Geoteknisk kategori
B1	80	6	GK2
B2	25	<2	GK1
B3	15	<2	GK1
B4	18	<2	GK1



Figur 1: Oversiktskart over strekningen og eksisterende og planlagte bergskjæring.

Fv. 3028 Haneholmveien



Figur 2: Utsnitt fra modell av bergskjæring B1.

1.2. Forbehold og avgrensninger

Denne rapporten beskriver de geologiske forholdene i området. Håndbok N200 er lagt til grunn for rapportens innhold. Følgende punkter er utelatt i samråd med Vestfold fylkeskommune:

- Det er ikke utarbeidet geologisk kart og tverrprofiler langs traséen.
- Det er ikke utført testing av steinmateriale fra linja og dermed ikke vurderinger av kvalitet på steinmateriale mtp. bruk i veglinja
- Utførte grunnundersøkelser (grunnboringer o.l.) beskrives i geoteknisk datarapport, hovedfunn er oppsummert i ingeniørgeologisk rapport, for detaljer vises det til geotekniske rapporter.
- Det er ikke utført laboratorietester mtp. borbarhet, sprengbarhet osv.
- Da det er relativt få bergskjæring i prosjektet forutsettes det at andre fag (bl.a. VA) tar hovedansvar for beskrivelser av hydrologiske forhold, overvannshåndtering og behov for tiltak som drenering, avskjæringsgrøfter osv.

Oppgitte dimensjoner på bergskjæring er hentet fra veg- og bergmodell. Bergmodellen er konstruert ut fra områder med synlig berg i dagen og utførte grunnboringer. Fordi datagrunnlaget for etablering av bergmodell er begrenset, vil det mest sannsynlig være et avvik mellom faktisk bergoverflate og bergmodell. Dimensjoner på oppgitte bergskjæring kan derfor avvike fra virkeligheten. Det kan også være områder hvor man møter på berg, der dette ikke var forventet, og omvendt.

1.3. Grunnlagsmateriale

Følgende grunnlagsmateriale er lagt til grunn for rapporten:

- Geostrøm AS, 2024. Grunnundersøkelser Fv. 3028 Haneholmveien GS/TS, Sandefjord kommune Geoteknisk datarapport. [1]
- Asplan Viak AS, 2024. Haneholmveien – geoteknisk fagrapport. [2]

1.4. Undersøkelser i denne fasen

1.4.1 Grunnundersøkelser

Det er gjort grunnundersøkelser i to omganger i forbindelse med tiltaket. Resultater fra grunnundersøkelsene er presentert i geoteknisk fagrapport [2]. Vinteren 2023/2024 ble det utført totalsonderinger i 37 punkt, i tillegg er det tatt CPTU-sonderinger i 4 punkt og tatt opp til sammen 15 prøver i 5 punkt. Det ble generelt avdekket kvikkleire eller klare indikasjoner på kvikkleire i alle punkt dypere enn ca. 3 m.

Det ble identifisert tre områder der det var viktig med nye grunnundersøkelser for å avklare områdestabilitet. Virikveien, Marumveien og ved Store Bergen skole. Supplerende grunnundersøkelser inkluderer 2 totalsonderinger i Viriklia, 4 i Marumveien og 6 ved Store Bergen skole. Det ble totalt utført 15 totalsondering, 3 CPTU og 7 prøver i 3 punkter under de supplerte grunnundersøkelsene.

Grunnundersøkelsene bekrefter stor variasjon i bergtopografi, og bløte kvikke masser. Løsmassemekktigheten øker mot vest. Grunnundersøkelsene er omtalt nærmere for hver enkelt delstrekning i geoteknisk rapport [2].



Figur 3: Utsnitt av utførte grunnundersøkelser nær bergskjæring B1, samt borlogg for totalsondering T09 [1].

1.4.2 Ingeniørgeologisk feltkartlegging

Det ble gjennomført befaring langs strekningen den 24.10.2023 av ingeniørgeologene Ida S. B. Bergh og Marte F. Busengdal fra Asplan Viak. Formålet med befaringen var å kartlegge de ingeniørgeologiske forholdene som danner grunnlag for bestemmelse av berguttak og bergsikring. Det var ca. 5 °C og regnvær på befaringsdagen.

1.5. Regelverk

Følgende regelverk legges til grunn for ingeniørgeologisk prosjektering:

- Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner NS-EN 1990:2002+A1_2005+NA:2016 [3]
- Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 1: Allmenne regler NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 [4]
- NS 8141-1:2022 Vibrasjoner og støt – Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk – Del 1: Virkning av vibrasjoner og lufttrykkstøt på byggverk, inkludert tunneler og bergrom [5]
- Byggteknisk forskrift TEK17 §7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger [6]
- Statens vegvesen, Håndbok N200 Vegbygging (2022) [7]
- Statens vegvesen, Håndbok V225 Bergskjæringer [8]

1.5.1 Sikkerhet mot skred i bratt terreng

Håndbok N200 stiller krav til sikkerhet mot skred på offentlig veg. Skred ned på veg fra naturlig sideterreng skal ikke ha større sannsynlighet enn det som er gitt i Tabell 1.7—1 i N200.

Trafikkmengde (ÅDT) for Haneholmveien er vist i Tabell 2. For veger med ÅDT mellom 500-3999, skal samlet skredsannsynlighet per km og år være under 1/50.

Tabell 2: Oversikt over trafikkmengde for Haneholmveien. Hentet fra [9].

Støykilde	Dagens situasjon 2024		Fremskrevet situasjon 2044	
	ÅDT* Kjt./døgn	TA* %	ÅDT* Kjt./døgn	TA* %
A Fv 3028 Haneholmveien	600	4	700	4
B Fv 3028 Haneholmveien	600	7	700	7
C Kv 12600 Haukeveien**	1250	3	1450	3
D Fv 3028 Haneholmveien	1650	3	1950	3
E Fv 3028 Kjellbergveien	3100	7	3650	7
F Kv 17500 Kjellbergveien**	1450	12	1700	12

1.6. Geoteknisk kategori og krav til kontroll

Håndbok N200 [7] definerer hvilke kriterier som skal legges til grunn for valg av geoteknisk kategori (GK) for ulike bergskjæringer. Lave bergskjæringer under 5 meter kan plasseres i GK1. Bergskjæringer inntil 10 meter uten spesielle risikoer med hensyn til geologi, sideterreng,

forurensning og nærliggende konstruksjoner/infrastruktur kan plasseres i GK2. Bergskjæringer over 10 meter skal plasseres i GK3.

Bergskjæring B1 for Haneholmveien er planlagt med maksimal skjæringshøyde på ca. 6 m. De bergtekniske forholdene vurderes som relativt enkle og oversiktlige, men da det skal sprenges i nærheten av kvikkleire, er det valgt å plassere bergskjæring B1 i GK2. Øvrige bergskjæringer i prosjektet er planlagt med maksimal skjæringshøyde under 2 m, og plasseres i GK1.

Konsekvensklasse og pålitelighetsklasse skal videre velges ut fra geoteknisk kategori iht. Tabell 1.1 og 1.2 i håndbok N200. Prosjekteringskontrollklasse og utførelseskontrollklasse velges på bakgrunn av pålitelighetsklasse og geoteknisk kategori iht. tabell 1.4 og 1.6 i håndbok N200. Dette er oppsummert i Tabell 3.

Tabell 3 Sammenheng mellom geoteknisk kategori, konsekvensklasse, pålitelighetsklasse og kontrollklassene etter håndbok N200 (*RC4 velges for prosjekter med ekstremt stor konsekvens og kravene til kontroll spesifiseres da i hvert enkelt tilfelle).

Geoteknisk kategori	Konsekvens-klasse	Pålitelighets-klasse	Prosjekteringskontroll-klasse	Utførelseskontroll-klasse
GK1	CC1	RC1	PKK1	UKK1
GK2	CC2	RC2	PKK2	UKK2
GK3	CC3	RC3/RC4*	PKK3	UKK3

NS-EN 1990 [3] angir krav til prosjekterings- og utførelseskontroll henholdsvis basert på valgt prosjekteringskontrollklasse (PKK) og utførelseskontrollklasse (UKK). Utvidet kontroll i prosjekterings- og utførelseskontrollklasse PKK2/UKK2 kan begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll (kollegakontroll) er gjennomført og dokumentert.

2. Grunnforhold – faktadel

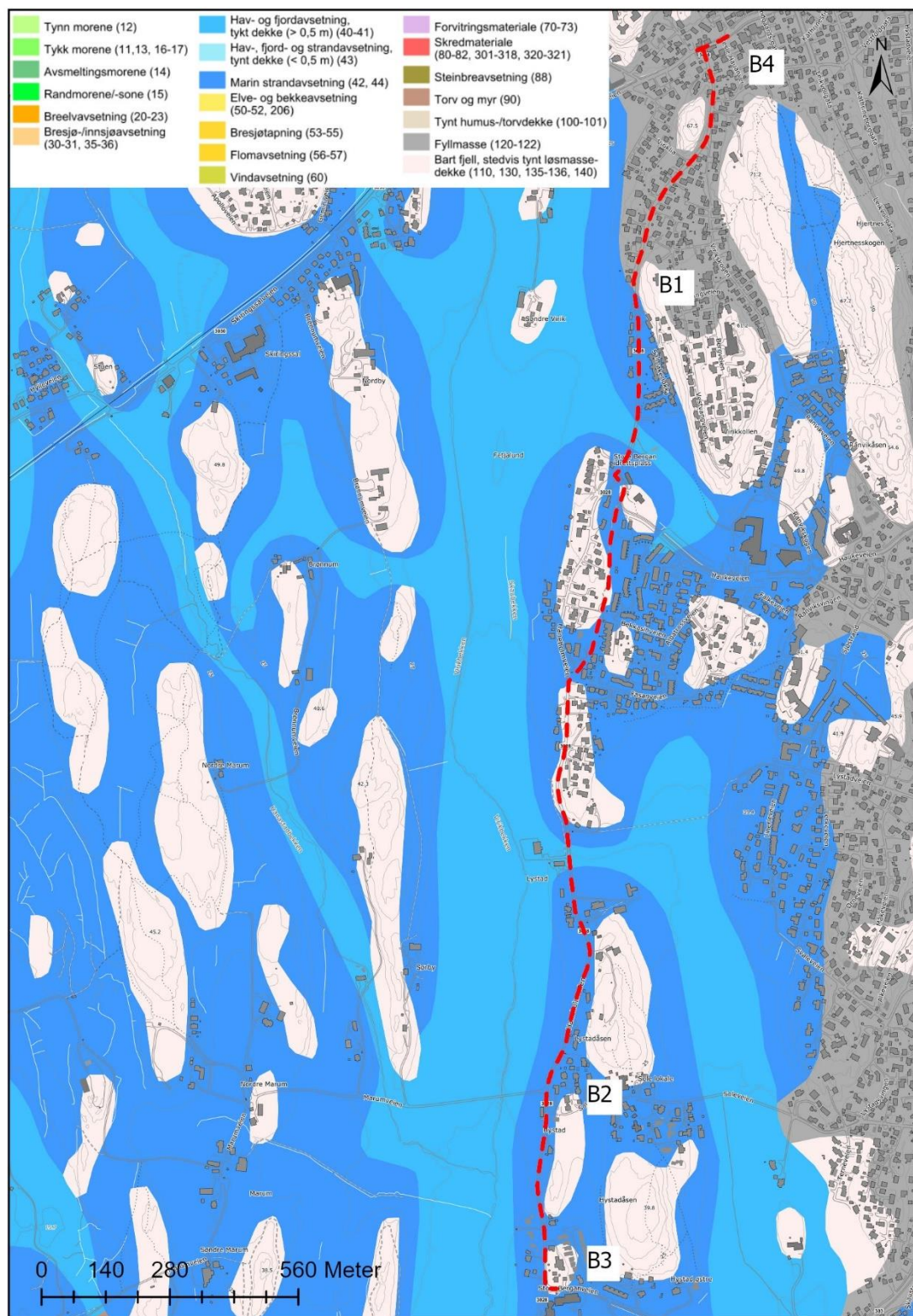
2.1. Områdebeskrivelse – topografi

Haneholmveien ligger sør for Sandefjord sentrum i Sandefjord kommune. Reguleringsplanen utgjør en ca. 3 km lang vegstrekning fra kysset ved Kjellbergveien til Store Berganveien. Vegen ligger i slakt terreng mellom ca. 10 og 45 moh., omgitt av slake jorder og bratte koller.

2.2. Løsmasser

Figur 4 viser et utsnitt av NGUs løsmassekart (M1:50 000). Kartet indikerer at løsmassene i området består av marine avsetninger i form av Marin strandavsetning, sammenhengende dekke og Hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet. På kollepartiener indikerer løsmassekartet bart fjell.

Under befaring ble det observert bart fjell på kollepartier, i tillegg til mindre bergblotninger i nærheten av disse.



Figur 4: Utsnitt fra NGUs løsmassekart.

2.3. Berggrunn

2.3.1 Bergart

NGUs berggrunnskart (M 1:250 000) indikerer at berggrunnen i området består av larvikitt. Dette stemmer også med observasjoner fra befaring. Larvikitt er en magmatisk bergart med alkalifeltspat og plagioklas som hovedmineraler.

2.3.2 Strukturgeologi og svakhetssoner

Bergmassen fremstår som massiv og grovkornet. Flere steder er bergoverflaten skurt (svaberg) og har en jevn, men ru overflate. Se eksempelfoto i Figur 5. Eksisterende bergskjæringer langs vegen har et massivt til grovblokkig uttrykk, og det kan observeres borpiper flere steder, se Figur 6. Vest for Haneholmveien i nord (Viriklia) er det en bratt kolle med delvis naturlig bergskrent og delvis eksisterende bergskjæring. I den naturlige bergskrenten er bergmassen grovblokkig, og det er observert potensielt avløste blokker, se Figur 7. Nord for Kjellbergveien er det observert grovblokkig berg i eksisterende bergskjæring, se Figur 8. Det er ikke observert bergsikring i noen av de eksisterende bergskjæringene i området.



Figur 5: Svaberg ved planlagt bergskjæring B1. Utgående sprekkeplan.



Figur 6: Svaberg ved planlagt bergskjæring B1. Borpiper kan observeres.



Figur 7: Eksisterende bergskrent/bergskjæring vest for Haneholmveien i nord (Viriklia). Synlige borpiper og noe grovblokkig berg.

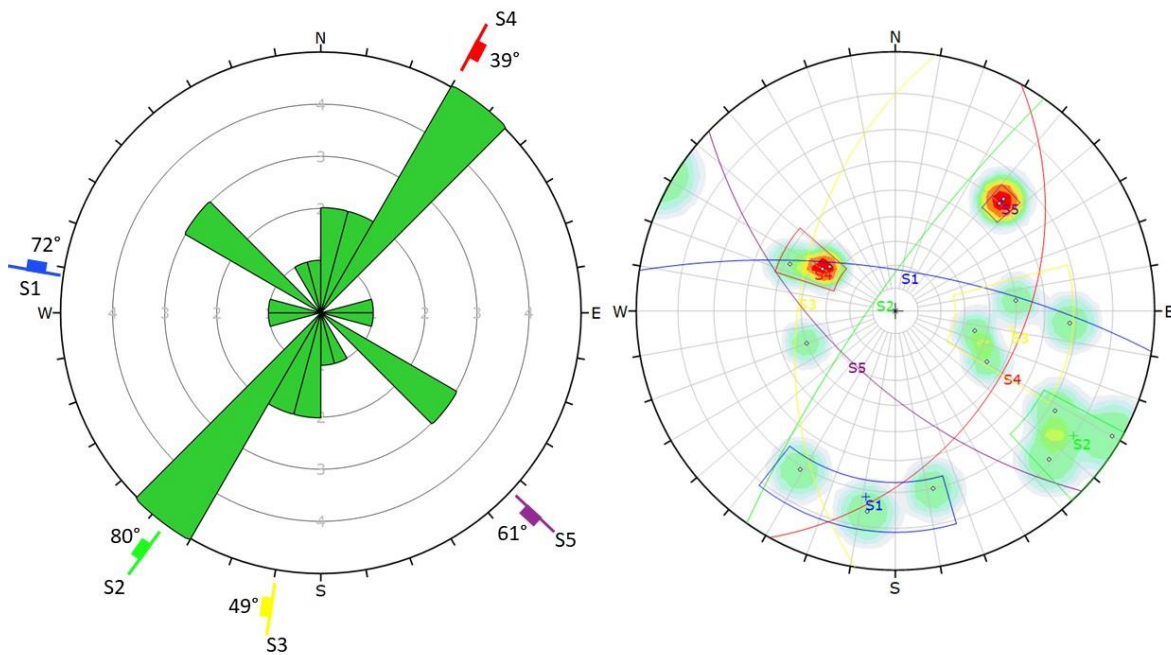


Figur 8: Eksisterende skjæring nord for Kjellbergveien.

Det er utført sprekkekartlegging i eksisterende bergskjæring og bergblotninger langs vurdert strekning. Det er identifisert fem sprekkesett (S1-S5) langs hele strekningen. Det er utført få målinger per lokalitet grunnet få flater å ta målinger på, da bergarten flere steder er skurt. Sprekkene varierer mellom å være gjennomsettende med flere meter til å ha kortere lokal utstrekning. Sprekkene er i hovedsak sammenvokste/med bergkontakt til noen få mm sprekkeåpning. Det er ikke observert sprekkefyll. Nærmere beskrivelse av sprekkesettene er gitt i Tabell 4.

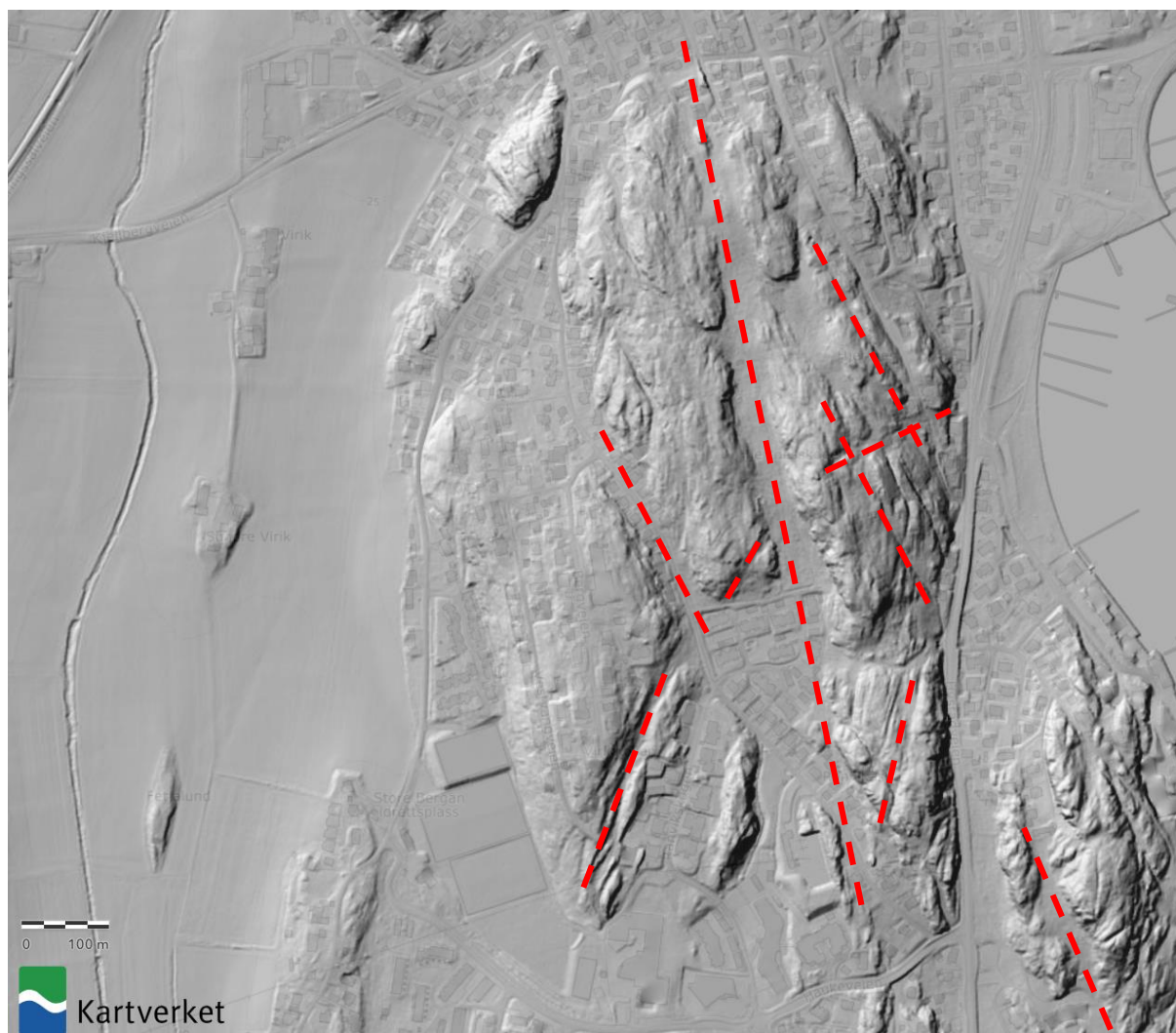
Tabell 4: Oppsummering av kartlagte sprekker.

Sprekkesett	Fall/fallretning	Sprekkeavstand
S1	72/009	10-50 cm
S2	80/305	80 cm
S3	49/279	30-50 cm
S4	39/119	
S5	61/224	



Figur 9: Venstre: sprekkerose. Høyre: stereoplott.

Det er ikke observert svakhetssoner i noen av de synlige bergpartiene. Ved studie av skyggerelieffkart, kan det observeres større lineamenter i retning SØ-NV og SV-NØ, se Figur 10. Ingen av disse krysser planlagte bergskjæringer.



Figur 10: Skyggerelieffkart med tolkede lineamenter (rød stiple linje).

2.4. Hydrologiske og hydrogeologiske forhold

Kollene og bergknausene der nye bergskjæringer vil ligge er forholdsvis lave og enkeltstående. De har derfor et begrenset nedbørsfelt med tanke på drenering av overflatevann. På befaringsdagen var det regnvær, noe som gjorde det vanskelig å se områder med fukt.

2.5. Aktsomhetssoner og tidligere skredhendelser

Reguleringsområdet ligger ikke innenfor NVEs aktsomhetskart for skred i bratt terreng.

Det er eksisterende bergskjæringer langs vegstrekningen med teoretisk potensiale for nedfall av stein. Dette gjelder i hovedsak bergknausen som ligger vest for Haneholmveien helt nord i prosjektet. I bergknausen er det observert middels til grovblokkig berg, og vegetasjon i form av mindre trær og busker. Det er ikke observert nedfall nedenfor bergknausen, hverken på befaring eller i historiske foto (Google street view).

3. Ingeniørgeologisk vurderinger

3.1. Geologiske forhold

Bergmassekvaliteten i området vurderes generelt å være god, med massivt berg og lav oppsprekkingsgrad. Sprekkene varierer mellom å være gjennomsettende med flere meter til å ha kortere lokal utstrekning.

Det forventes ikke å påtreffe svakhetssoner, da det ikke er observert tegn til dette i nærheten av planlagte bergskjæringer.

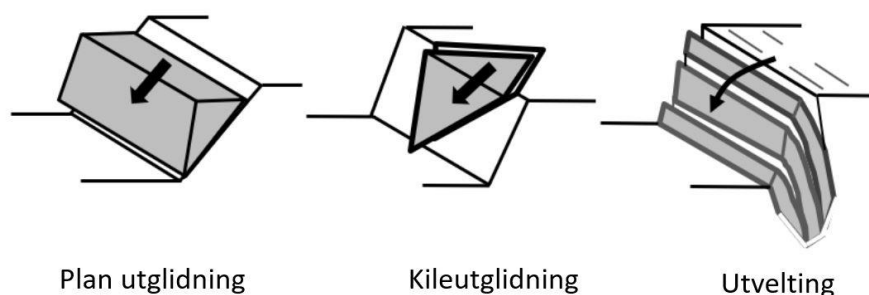
Det er viktig å være oppmerksom på at det glattskurte berget kan gi et bedre inntrykk av berget enn hva som er reelt. Det må derfor påberegnes at oppsprekkingen i planlagte bergskjæringer kan være noe høyere enn forventet.

3.1.1 Stabilitetsvurdering

Basert på observerte sprekker og anslåtte sprekkeorienteringer er det utført en analyse av mulige utrasningsmekanismer i bergskjæring B1 med programvaren Dips 8.021 fra RocSciene [10].

Det er sett på tre utrasningsmekanismer, se Figur 11:

- Plan utglidning: Utglidning langs et enkelt svakhetsplan eller langs en bruddflate sammensatt av flere parallelle, opprinnelig usammenhengende svakhetsplan.
- Kileutglidning: Utglidning langs to plane flater som danner en kile.
- Utvelting: Utrasningen skjer ved at tavleformede plater eller flak av bergmassen velter ut pga. steilstående sprekkesett med strøk tilnærmet parallelt skjæringen/skråningen.



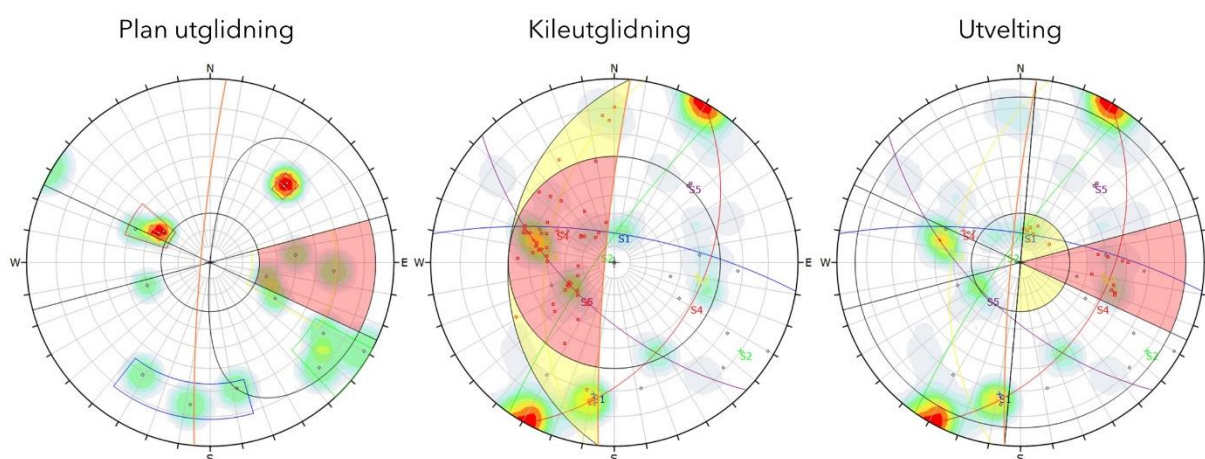
Figur 11: Illustrasjon av utrasningsmekanismene plan utglidning, kileutglidning og utvelting.

Lateral begrensing er satt til 30° for å ta hensyn til variasjon i bergskjæringens orientering og usikkerheter i anslåtte sprekkeorienteringer. I analysen er det brukt en basis friksjonsvinkel på 30° som tilsvarer middels friksjon. Bergarter med middels friksjon ($\varphi_b = 27^\circ\text{--}34^\circ$) er typisk sandstein, siltstein, gneis og skifer. Det er benyttet en skråningsvinkel på 84° som tilsvarer skjæringer utsprengt med helning på 10:1. Analysen er utført med en gjennomsnittlig orientering av bergskjæringen. Parameteroppsett er vist i vedlegg 1. Resultater er vist i Figur 12 og vedlegg 1.

Analysene viser at det er potensiale for plan utglidning langs sprekkesett S3. Det er også potensiale for kileutglidning mellom ulike kombinasjoner av de registrerte sprekkesettene (S1, S3,

S5). Reell fare for utglidning avhenger av opptreden av sprekker der skjæringene tas ut. Ettersom den observerte sprekkeavstanden er relativt stor, forventes omfanget av stabilitetsproblematikk å være relativt lite. På den annen side, er det potensiale for relativt store utglidninger på grunn av bergmassens massive uttrykk, dersom en eller flere sprekker legger til rette for det. Dette vil kunne medføre behov for relativt lange bergbolter.

Langs Haneholmveien i nord (Viriklia) skal vegen legges inntil en bratt kolle med en naturlig bergskrent. I denne skrenten er det observert potensielt avløste blokker og vegetasjon som vil kunne utløse steinsprang ved rotvelt. Faren for nedfall vurderes å være over 1/50.



Figur 12: Kinematisk analyse for B1 i Dips.

3.2. Utforming av bergskjæring

Det anbefales i utgangspunktet å etablere bergskjæringene med helning 10:1. Dette vil minimere berguttaket og arealbehovet for bergskjæringene. Det er ingen av de registrerte sprekkesettene der det vurderes å være naturlig å legge bergskjæringene langs sprekkeplanene. Sprekkesett S3 har strøkretnings som ligger omtrent parallelt med bergskjæring B1-B3, men fallet varierer i stor grad, og hyppigheten/sprekkeavstanden til sprekkesettet er lavt. Det er derfor liten sannsynlighet for å påtreffe en passende sprekke ved kontur. Bergskjæring B4 ligger omtrent parallelt med strøkretningen til sprekkesett S1. Fallet til sprekkesettet er relativt bratt (72 grader). Dersom sprekkesettet opptrer langs konturen av bergskjæringen, kan det være aktuelt å legge bergskjæringen langs sprekkesettet for å bedre stabilitet og redusere sikringsbehov. Dette forutsetter at det er avsatt stort nok areal i topp skjæring til at topp skjæring legges 0,5 m lenger bakover.

Håndbok N200 angir minimumsbredde for fanggrøfter. For bergskjæring med høyde 6 m og helning 10:1, er det krav om minimum 3,5 m bred grøft. Etter avklaring med fylkeskommunen er det lagt til grunn utforming med fanggrøft i henhold til N200.

Det er ikke utført tester av bergarten i området, men finstoffinnholdet er antatt å være lavt. Det antas derfor berguttak med dypsprengning iht. N200, kap. 1.9.3.1 [7].

3.3. Berguttak

3.3.1 Løsmassehåndtering

Bergoverflaten skal avdekkes minst 2 m bak prosjektert skjæringstopp. Planlagte bergskjæringer er plassert i eksisterende bergknauser som i hovedsak består av bart berg. Det forventes derfor lite til ingen løsmasser over skjæringstopp.

3.3.2 Uttaksmetode

Det anbefales konvensjonell boring og sprengning for berguttak i bergskjæringene. Det anbefales konturboring for å få en jevn kontur og minimere behov for bergsikring.

Utførte grunnundersøkelser tilsier at overgangen mellom berg og kvikkleire stedvis ligger veldig nær/i veglinja. Dette kan medføre utfordringer for gjennomføringen av berguttaket. For områder hvor det skal tas ut berg i overgangen til kvikkleire må det gjøres videre vurderinger i neste fase av prosjektet. Dette kan for eksempel gjelde områder hvor det skal etableres dype grøfter.

Ved sprengning i nærheten av kvikkleire kan det bli nødvendig med tiltak for å overholde rystelseskrav. Oppdelte salver, etthullstenning og reduserte lademengder er mulige tiltak. Det må forventes at berguttaket må utføres skånsomt, noe som kan påvirke fremdriften. Dette bør belyses nærmere i neste fase av prosjektet.

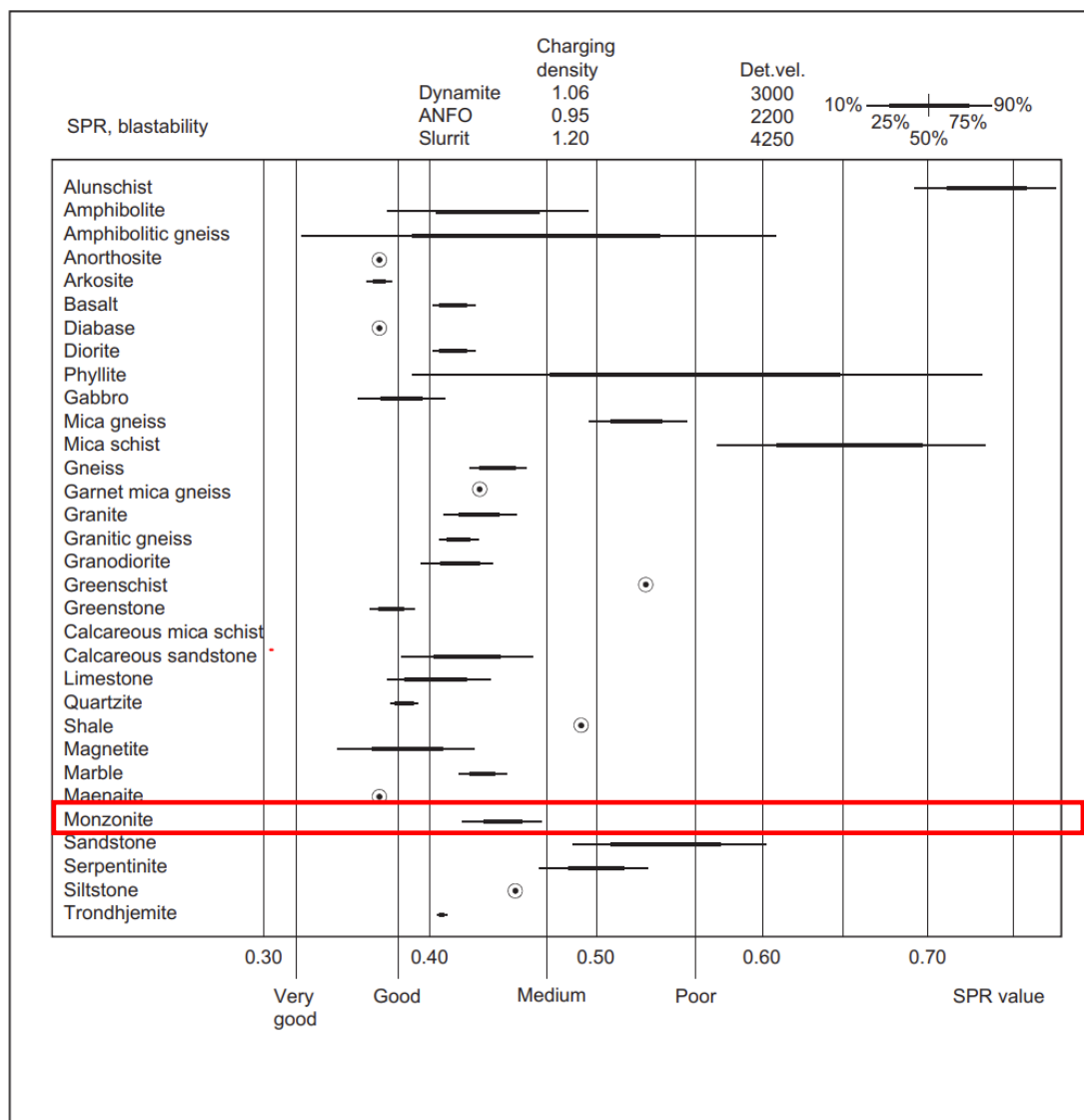
3.3.3 Borbarhet og sprengbarhet

Det er ikke utført tester av bergmassen med hensyn til borbarhet og sprengning. Det er derfor benyttet erfaringstall for å gi en indikasjon på disse egenskapene.

Larvikitt består hovedsakelig av alkalifeltspat og plagioklas og har et relativt lavt kvartsinnhold. Borslitasje forventes derfor å være relativt lavt og borsynk relativt høy, ettersom disse parameterne ofte styres av kvartsinnholdet. Erfaringstall fra Berg pukkverk i Sandefjord viser en drilling rate index (DRI) på 67 (høy) og en bit wear index (BWI) på 19 (meget lav) [11].

Bergmassen er relativt homogen og har relativt lav oppsprekkingsgrad, det forventes derfor god sprengbarhet. Erfaringstall hentet fra NTNU viser at monzonitt (larvikitt) har god sprengbarhet ($SPR=0,43-0,46$), se Figur 13.

Ettersom bergmassen er massiv med relativt lav oppsprekkingsgrad, forventes det lite boravvik og ladevansker. Eventuelle sprekker som ligger nær parallelt eller normalt på boreretningen vil likevel kunne gi boravvik.



Figur 13: Erfaringstall for sprengbarhet for ulike bergarter. Hentet fra NTNU [12].

3.4. Vibrasjoner

3.4.1 Vibrasjoner mot byggverk

Vibrasjonsmålinger skal utføres iht. NS 8141-1:2022 [5]. Det skal monteres vibrasjonsmålere på de nærmeste bygg og konstruksjoner til sprengningssted.

Haneholmveien går gjennom et boligområde med enkeltstående bolighus som på det nærmeste ligger ca. 10 m fra sprengningssted.

Alle konstruksjoner som er innenfor en viss radius fra sprengningsstedet skal besiktiges. I henhold til NS 8141-4:2021 skal konstruksjoner som er fundamentert på løsmasser besiktiges innenfor en radius på 50-100 meter, mens de som er fundamentert på berg skal besiktiges innenfor en 30-50 meter radius. For bergskjæring B1 legges det til grunn en radius på 100 m for bygg fundamentert på løsmasser og 50 m for bygg fundamentert på berg. For øvrige berguttak er sprengningsarbeidene så små at det vurderes tilstrekkelig å besiktige 50 m for bygg fundamentert

på løsmasser og 30 m for bygg fundamentert på berg. Soner på 30, 50 og 100 m rundt sprengningssteder ved bergskjæring og fra senterlinje langs den øvrige vegstrekningen er vist i Figur 15.

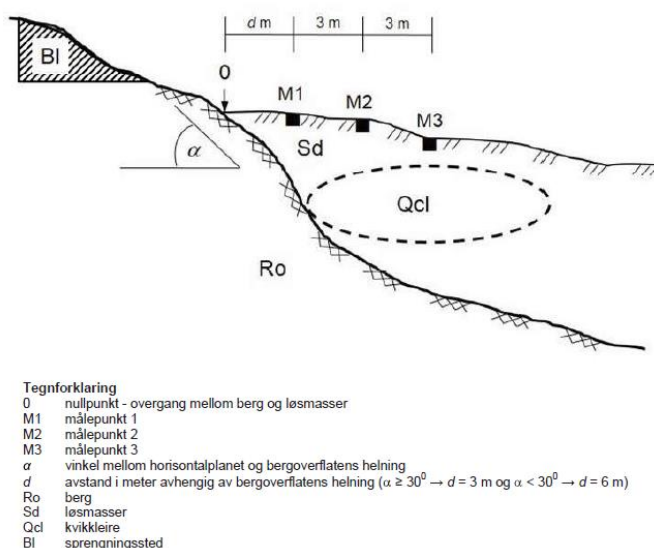
Som nevnt tidligere i rapporten er det også forventet behov for berguttak langs linja i områder hvor det ikke blir etablert permanente bergskjæring. Dette medfører behov for tilstandsvurdering og fastsettelse av grenseverdier for vibrasjoner for bygg og konstruksjoner også i nærheten av disse områdene. Vibrasjonskrav for kvikkleire må og hensyntas, selv ved mindre berguttak.

Grenseverdier for vibrasjoner og støt fra sprengning skal beregnes etter NS 8141-1:2022 [5]. Dette må gjøres før oppstart av sprengningsarbeider. Vibrasjonsmålere skal plasseres ut på utvalgte bygninger nært sprengningsarbeidene.

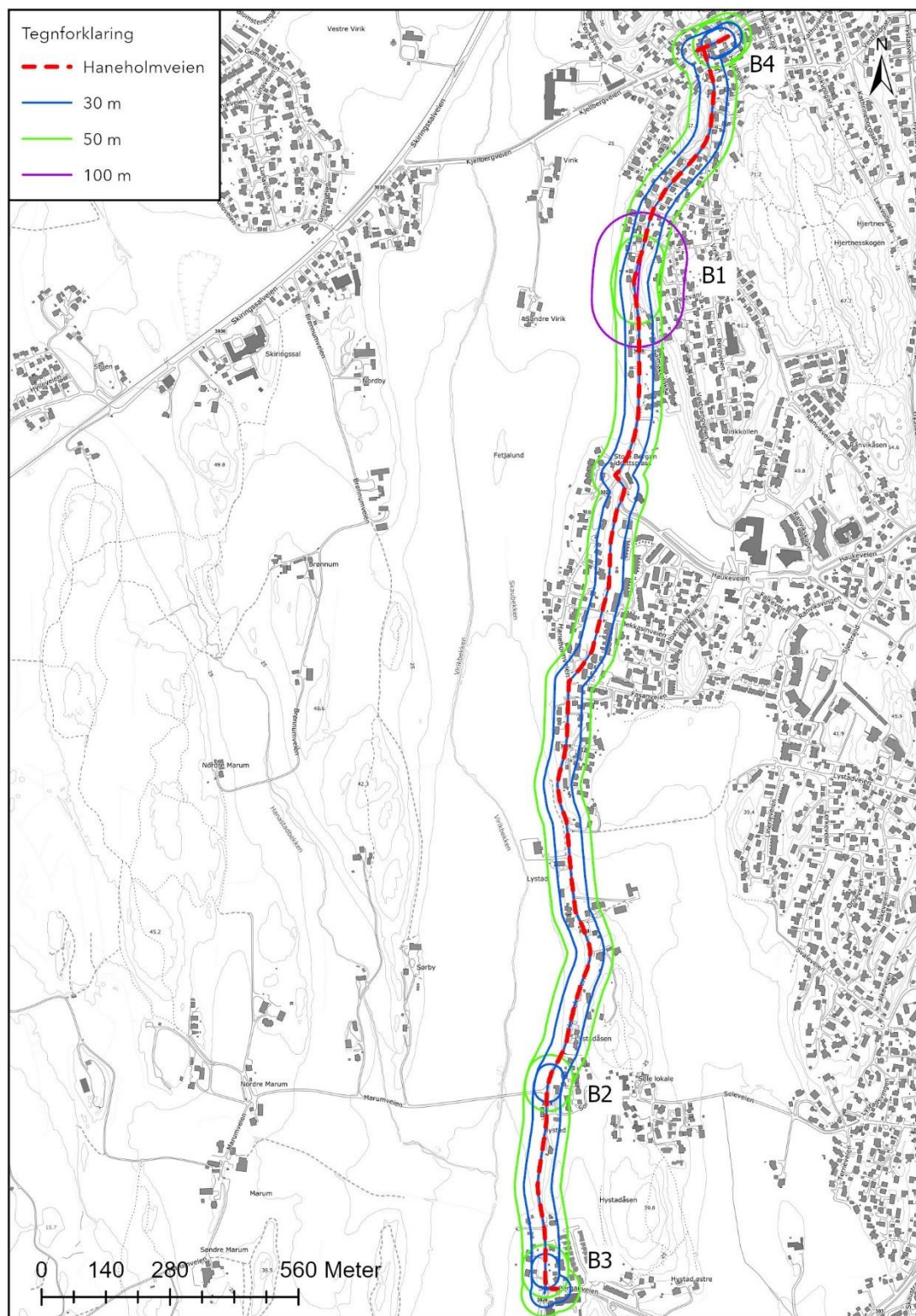
3.4.2 Vibrasjoner i kvikkleire

I henhold til geoteknisk rapport, er det generelt avdekket kvikkleire eller klare indikasjoner på kvikkleire i alle borpunkt dypere enn ca. 3 m. Dette gjelder blant annet tett opptil bergskjæring B1, men også generelt alle steder der det skal utføres sprengningsarbeider i berg.

Grenseverdi for vibrasjoner og støt for sprengning nært kvikkleire er 45 mm/s iht. NS8141-3:2014 [13]. Det skal utplasseres rystelsesmålere iht. NS8141-3:2014. Det skal måles i minst tre punkter som er plassert etter hverandre på en rekke mot sprengningsstedet. Første målepunkt skal være 3 m fra nullpunktet (forutsatt berggrunnsbelning $>30^\circ$). Nullpunktet er i grensen mellom berg og leire. Andre og tredje målepunkt plasseres videre med en avstand på 3 m mellom punktene, se skisse i Figur 14. Målingene utføres triaksielt.



Figur 14: Skisse av målepunkter for kvikkleire. Det er antatt $\alpha > 30$, som gir $d = 3 \text{ m}$.



Figur 15: 30, 50 og 100 m radius fra sprengningssted for bergskjæringer og langs vegstrekningen generelt.

3.5. Sikringsmengder og stabiliseringstiltak

Det er antatt at nødvendig bergsikring i hovedsak vil bestå av maskinell og manuell rensk i alle bergskjæringer, samt spredt bolting i bergskjæring B1. Det antas behov for 3-6 m lange bolter,

Ø20-Ø25 mm, fullt innstøpte kamstålbolter. Nødvendig sikring avhenger av oppsprekningen i bergmassen, som kartlegges av geolog etter berguttak.

Nett eller sprøytebetong kan bli nødvendig dersom det avdekkes tettere oppsprukne partier, men dette er ikke forventet ut fra observerte forhold. Bergskjæring B2-B4 har skjæringshøyde under 2 m, det forventes ikke behov for bolting i disse skjæringene, da evt. nedfall vil være mindre fragmenter/blokker og er antatt ivaretatt av grøft.

Ved den naturlige bergskrenten vest for Haneholmveien i nord, anbefales vegetasjonsrensk og spettrensk. I tillegg bør en geolog vurdere behov for boltesikring av potensielt avløste blokker. Det bør også gjøres en vurdering av behov for bergsikring i eksisterende skjæring nord for Kjellbergveien.

Tabell 5 gir en oppsummering av forventede sikringsmengder for aktuelle sikringstiltak.

Tabell 5: Oppsummering av aktuelle stabilitetssikringstiltak og mengdeestimat.

Bergskjæring	Rensk (t)	Bergbolter (stk.)
B1	10	20
B2	5	0
B3	5	0
B4	5	0
Eksisterende bergskrent/bergskjæring vest for Haneholmveien i nord	20	10
Eksisterende skrent nord for Kjellbergveien	3	5

3.6. Bergmassens kvalitet og egnethet til vegbygging

Håndbok N200 angir kvalitetskrav for materialer i vegoverbygningen. Kravene for tilslagsmateriale til forsterkningslag og bærelag knyttes blant annet til steinmaterialets mekaniske egenskaper, som defineres av Los-Angeles-verdi (LA) og micro-Deval-koeffisient (MDE). For forsterkningslag er det krav om $LA \leq 35$ og $MDE \leq 20$ for trafikkgruppe B-E. For bærelag er det krav om $LA \leq 35$ og $MDE \leq 15$ [7].

Det er ikke utført tester av bergmassen i prosjektet. Tabell 6 viser erfaringstall fra tre ulike pukkverk i nærheten av Sandefjord. Tallene viser at LA-verdien ligger nært grensen for hva som er tillatt for både forsterkningslag og bærelag.

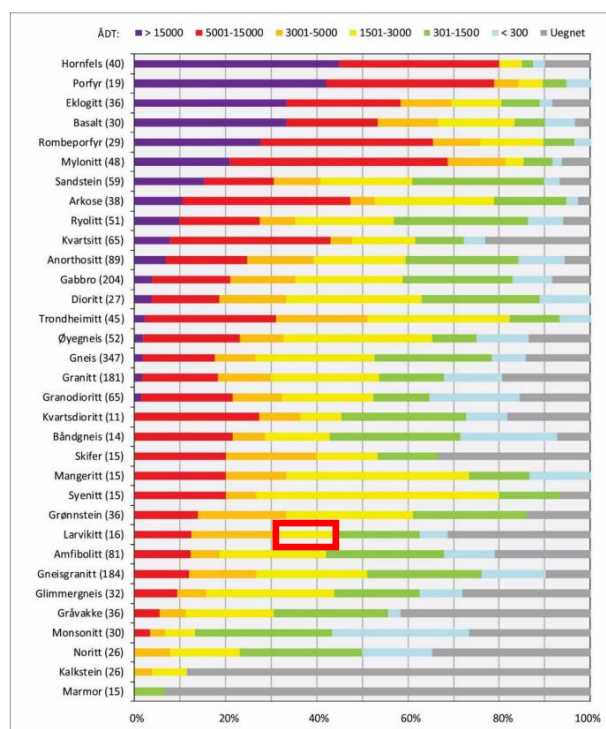
Tabell 6: Erfaringstall.

Pukkverk	Bergart	Los-Angeles-verdi (LA)	micro-Deval-koeffisient (MDE)
Skallist	Larvikitt	31.80	12.00

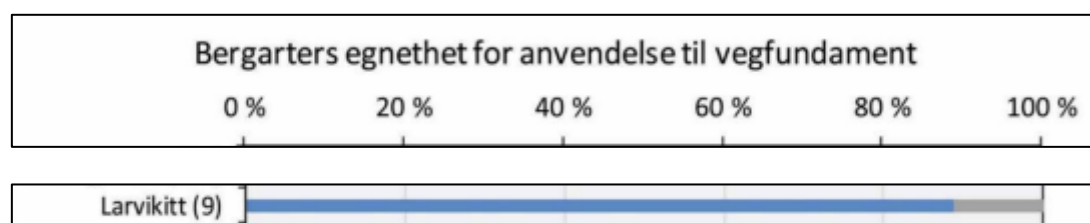
Tjølling	Larvikitt	35.60	17.00
Fokserød	Syenitt	36.00	7.00

SINTEF presenterer erfaringstall for ulike bergarters egnethet til bærelag og toppdekke i veg, og til vegfundament, se Figur 16 og Figur 17. For ÅDT 1500-3000 har larvikitt erfaringsmessig en egnethet på 32-44% bærelag og toppdekke i veg, og 90 % for anvendelse til vegfundament.

Dersom steinmassene skal brukes til vegformål må det utføres tester for å avdekke bergmassens egnethet til dette.



Figur 16: Erfaringstall for variasjon og egnethet til bærelag og toppdekke i veg, ut ifra gjennomsnittlig. Hentet fra [14].



Figur 17: Erfaringstall for egnethet til vegfundament, angitt i prosent. Hentet fra [14].

3.7. Hydrologiske og hydrogeologiske forhold

Det forventes lite avrenning mot bergskjæringer, da nedbørsfeltene til skjæringene er avgrenset til de lokale kollene vegen legges inn mot. Ettersom kollene står opp fra terrenget, forventes det heller ikke at grunnvannstanden vil påvirkes av berguttaket. Det er ikke forventet behov for vann- eller ishåndteringstiltak, som nedføringsrenner/slisser eller isnett.

3.8. Miljø

Det er ikke utført analyser for å teste om bergarten er syredannende. Det er tatt utgangspunkt i Identifisering og karakterisering av syredannende bergarter [15] ved vurdering av potensiale for syredannende berg.

Det er ikke observert bergarter som gir mistanke om syredannende berg.

3.9. Skred

Vegstrekningen ligger ikke innenfor NVE sitt aktsomhetskart for skred i bratt terreng. Vest for Haneholmveien i nord, skal vegen legges inntil en bratt og høy kolle med en naturlig bergskrent som vender mot vegen. I denne skrenten anbefales det å utføre sikringstiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet mot nedfall, slik som beskrevet i kap. 3.5.

3.10. Usikkerheter og spesielle hensyn og risikoer

Det er en usikkerhet knyttet til faktisk bergoverflate der det ikke finnes grunnundersøkelser og det ikke er synlig berg i dagen. Dette medfører en risiko for å påtreffe berg der det ikke er ventet, og at faktisk berguttak enkelte steder blir mindre enn antatt. Det er i disse tilfellene snakk om små berguttak, hvor det trolig ikke vil være behov bergsikring eller oppfølging fra ingeniørgeolog. Det kan derimot ha betydning for bygningsbesiktigelse og vibrasjonskrav for nærliggende konstruksjoner.

Utførte grunnundersøkelser tilsier at overgangen mellom berg og kvikkleire stedvis ligger veldig nær/i veglinja. Dette kan medføre utfordringer for gjennomføringen av berguttaket. For områder hvor det skal tas ut berg i overgangen til kvikkleire må det gjøres videre vurderinger i neste fase av prosjektet, for eksempel der det skal etableres dype grøfter.

4. Vurdering av gjennomførbarhet og videre arbeid

4.1. Vurdering av gjennomførbarhet

Prosjektet vurderes å være gjennomførbart fra et ingeniørgeologisk ståsted. Berguttaket i prosjektet er relativt lite og bergmassekvaliteten vurderes generelt som god. Det vil være viktig å overholde vibrasjonsgrenser i prosjektet, både mot nærliggende konstruksjoner og mot kvikkleire.

4.2. Videre arbeid

Følgende arbeid må utføres i neste fase og før anleggsstart:

- Beregning av grenseverdier for sprengningsinduserte vibrasjoner er ikke en del av geologisk rapport, men må beregnes før anleggsstart.
- Bygningsbesiktigelse må planlegges i neste fase, og utføres før anleggsstart.
- Hvis det er ønskelig å avklare om steinmaterialet er egnet for bruk i vegoppbyggingen kan det gjøres laboratorietester av steinmaterialer fra linja.
- For områder hvor det skal tas ut berg i overgangen til kvikkleire må det gjøres videre vurderinger knyttet til f.eks. uttaksmetode og skråningshelning i kvikkleire.

5. Oppfølging og kontroll i byggefase

5.1. Bemanning

Berguttak og sikringsarbeider ved bergskjæring B1, samt vurdering av sikring i eksisterende bergskrent og bergskjæring i nord må følges opp av ingeniørgeolog underveis i byggefasen.

Det må på forhånd avklares hvem som har ansvaret for oppfølging av vibrasjonsgrenser (byggherre eller entreprenør).

5.2. Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (HMS)

Forhold som må tas hensyn til ved utarbeidelse av SHA-plan/HMS:

- Det skal bores og sprenges tett på boligfelt. Entreprenør må vurdere nødvendige avbøtende tiltak for å redusere støv og støy.
- Det er viktig at salver dekkes til med skytematter for å hindre steinsprut. Salvesprut aksepteres ikke.
- Det skal bores og sprenges i eksisterende bergskjæringer. Entreprenør må vurdere risiko for å treffe på gjenstående sprengstoff, og eventuelle tiltak.

Referanser

- [1] GeoStrøm AS, «Grunnundersøkelser Fv. 3028 Haneholmveien GS/TS, Sandefjord kommune Geoteknisk datarapport. Dok.nr. 3654 R2,» 2024.

- [2] Asplan Viak AS, «Fv. 3028 Haneholmveien - Fagrapport geoteknikk,» 2024.
- [3] Standard Norge, «NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner,» 2002.
- [4] Standard Norge, «NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 1: Almenne regler,» 1997.
- [5] Standard Norge, «NS 8141-1:2022 Vibrasjoner og støt. Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk. Del 1: Virkning av vibrasjoner og luftstøt på byggverk, inkludert tunneler og bergrom,» Standard Norge, 2022.
- [6] Direktoratet for byggkvalitet, «Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning,» 2017. [Internett]. Available: <https://www.dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17>. [Funnet 26 02 2024].
- [7] Statens vegvesen, Håndbok N200 Vegbygging, 2022.
- [8] Statens vegvesen, «Håndbok V225 Bergskjæringer,» 2020.
- [9] Asplan Viak AS, «Fv 3028 Haneholmveien – Støyvurdering (utkast),» Vestfold Fylkeskommune, 2024.
- [10] RocScience Inc., «Dips 8.021,» 2022.
- [11] A. Bruland, «Hard Rock Tunnel Boring Vol. 9 Drillability Catalog of Drillability Indices,» NTNU, 1998.
- [12] Shokrollah Zare, «Drill an Blast Tunnelling Blast Design. Doctoral Theses,» NTNU, 2007.
- [13] Standard Norge, «NS8141_3_2014 Vibrasjoner og støt Veiledende for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk. Del 3. Virkning av vibrasjoner fra sprengning på utløsning av skred i kvikkleire,» 2014.
- [14] SINTEF, «Forundersøkelser og bruk av kortreist stein. En geologisk veileder,» 2019.
- [15] NGI, «Identifisering og karakterisering av syredannende bergarter. Veileder for miljødirektoratet.,» 2015.
- [16] Norsk Standard, «NS 8141-1_2022 Vibrasjoner og støt. Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, byggverk og trafikk. Del 1: Virkning av vibrasjoner og lufttrykkstøt på byggverk, inkludert tunneler og bergrom,» 2022.
- [17] Prosjektgruppen for kontroll på svovelholdig avrenning i Agder, «Retningslinjer for tiltak i områder med syredannende gneis. Versjon 2,4,» 2021.

6. Vedlegg 1



Page 1 of 4

Dips Analysis Information

Project Summary

File Name: Sprekkemåling.dips8
Last saved with Dips version: 8.021
Date Created: 24.11.2023, 10:49:44

General Settings

Data Format: Dip / Dip Direction
Magnetic Declination (E pos): 0°
Multiple Data Flag (Quantity): OFF
Distance Column: OFF
Extra Data Columns: 2
Units: Metric
Poles: 16
Entries: 16

Traverses

No traverse information available.

Global Mean

	Dip	Dip Direction
Unweighted	30.58	307.64
Weighted	30.58	307.64

Global Best Fit

Unweighted			
	Dip	Dip Direction	Eigenvalue
S1	66.04	292.30	0.445801
S2	26.03	136.81	0.287090
S3	80.42	26.60	0.267109

Woodcock S1 / S3 = 1.669
Woodcock K = 6.100
Woodcock C = 0.512

Weighted			
	Dip	Dip Direction	Eigenvalue
S1	66.04	292.30	0.445801
S2	26.03	136.81	0.287090
S3	80.42	26.60	0.267109

Woodcock S1 / S3 = 1.669
Woodcock K = 6.100
Woodcock C = 0.512

Mean Set Planes

ID	Dip	Dip Direction	Label
1m	71.54	9.01	S1
2m	39.25	118.82	S4
3m	79.61	305.33	S2
4m	48.52	279.42	S3
5m	61.00	224.00	S5

Set Statistics

Set: 1m: S1

Poles: 3
 Entries: 3
 Fisher's K: 15.6149

	68.26%	95.44%	99.74%	50%
Variability Limit	22.1034°	36.6545°	51.7707°	17.1356°
Confidence Limit	12.9899°	21.3862°	29.8571°	10.0869°

Set: 2m: S4

Poles: 3
 Entries: 3
 Fisher's K: 96.9533

	68.26%	95.44%	99.74%	50%
Variability Limit	8.82428°	14.4992°	20.1811°	6.85533°
Confidence Limit	5.10895°	8.38513°	11.6515°	3.97003°

Set: 3m: S2

Poles: 3
 Entries: 3
 Fisher's K: 54.9007

	68.26%	95.44%	99.74%	50%
Variability Limit	11.7355°	19.3078°	26.9273°	9.11422°
Confidence Limit	6.80911°	11.1804°	15.5458°	5.29064°

Set: 4m: S3

Poles: 4
 Entries: 4
 Fisher's K: 21.2691

	68.26%	95.44%	99.74%	50%
Variability Limit	18.9073°	31.2601°	43.9335°	14.6677°
Confidence Limit	9.59245°	15.7662°	21.9548°	7.45156°

Set: 5m: S5

Poles: 2
 Entries: 2
 Fisher's K: 3282.89

	68.26%	95.44%	99.74%	50%
Variability Limit	1.51501°	2.48526°	3.45077°	1.17742°
Confidence Limit	1.07134°	1.75741°	2.44006°	0.832615°

DIPS 8.021



Page 3 of 4

Set Windows

Set ID	Window	Type	Wrapped
1	1a	Curved	No
2	2a	Curved	No
3	3a	Curved	No
4	4a	Curved	No
5	5a	Curved	No

Intersections

Intersection Type	Number
Grid Data Planes	120
All Set Planes	89
Set 1: S1 vs Set 2: S4 Planes	9
Set 1: S1 vs Set 3: S2 Planes	9
Set 1: S1 vs Set 4: S3 Planes	12
Set 1: S1 vs Set 5: S5 Planes	6
Set 2: S4 vs Set 3: S2 Planes	9
Set 2: S4 vs Set 4: S3 Planes	12
Set 2: S4 vs Set 5: S5 Planes	6
Set 3: S2 vs Set 4: S3 Planes	12
Set 3: S2 vs Set 5: S5 Planes	6
Set 4: S3 vs Set 5: S5 Planes	8
User and Mean Set (Unweighted) Planes	10
User Planes	0
Mean Set (Unweighted) Planes	10

Kinematic Analysis

Slope Dip: 84
 Slope Dip Direction: 275
 Friction Angle: 30°
 Lateral Limit Angle: 20°

Planar Sliding

Planar Sliding	Critical	%	Total
All Vectors	3	18.75%	16
Set 4: S3	3	75.00%	4

Planar Sliding (No Limits)

Planar Sliding	Critical	%	Total
All Vectors	9	56.25%	16
Set 1: S1	1	33.33%	3
Set 3: S2	2	66.67%	3
Set 4: S3	4	100.00%	4
Set 5: S5	2	100.00%	2

Wedge Sliding

Critical 1 = Wedge Sliding (Both Planes)

Critical 2 = Wedge Sliding (One Plane)

Intersection Type	Critical 1	%	Critical 2	%	Total
Grid Data Plane Intersections	23	19.17%	32	26.67%	120
All Set Planes	21	23.60%	24	26.97%	89
Set 1: S1 vs Set 2: S4 Planes	0	0.00%	0	0.00%	9
Set 1: S1 vs Set 3: S2 Planes	0	0.00%	3	33.33%	9
Set 1: S1 vs Set 4: S3 Planes	9	75.00%	3	25.00%	12
Set 1: S1 vs Set 5: S5 Planes	4	66.67%	0	0.00%	6
Set 2: S4 vs Set 3: S2 Planes	0	0.00%	0	0.00%	9
Set 2: S4 vs Set 4: S3 Planes	0	0.00%	6	50.00%	12
Set 2: S4 vs Set 5: S5 Planes	0	0.00%	0	0.00%	6
Set 3: S2 vs Set 4: S3 Planes	0	0.00%	6	50.00%	12
Set 3: S2 vs Set 5: S5 Planes	4	66.67%	2	33.33%	6
Set 4: S3 vs Set 5: S5 Planes	4	50.00%	4	50.00%	8
User and Mean Set (Unweighted) Plane Intersections	4	40.00%	2	20.00%	10
User Plane Intersections	No results				
Mean Set Plane (Unweighted) Intersections	4	40.00%	2	20.00%	10

Flexural Toppling

Flexural Toppling	Critical	%	Total
All Vectors	1	6.25%	16
Set 2: S4	1	33.33%	3

Direct Toppling

Base Plane	Critical	%	Total
All Vectors	3	18.75%	16
Set 4: S3	3	75.00%	4

Critical 1 = Direct Toppling (Intersection)
 Critical 2 = Oblique Toppling (Intersection)

Intersection Type	Critical 1	%	Critical 2	%	Total
Grid Data Plane Intersections	10	8.33%	7	5.83%	120
All Set Planes	6	6.74%	5	5.62%	89
Set 1: S1 vs Set 2: S4 Planes	6	66.67%	0	0.00%	9
Set 1: S1 vs Set 3: S2 Planes	0	0.00%	5	55.56%	9
Set 1: S1 vs Set 4: S3 Planes	0	0.00%	0	0.00%	12
Set 1: S1 vs Set 5: S5 Planes	0	0.00%	0	0.00%	6
Set 2: S4 vs Set 3: S2 Planes	0	0.00%	0	0.00%	9
Set 2: S4 vs Set 4: S3 Planes	0	0.00%	0	0.00%	12
Set 2: S4 vs Set 5: S5 Planes	0	0.00%	0	0.00%	6
Set 3: S2 vs Set 4: S3 Planes	0	0.00%	0	0.00%	12
Set 3: S2 vs Set 5: S5 Planes	0	0.00%	0	0.00%	6
Set 4: S3 vs Set 5: S5 Planes	0	0.00%	0	0.00%	8
User and Mean Set (Unweighted) Plane Intersections	1	10.00%	0	0.00%	10
User Plane Intersections	No results				
Mean Set Plane (Unweighted) Intersections	1	10.00%	0	0.00%	10