

Bærum kommune

► **Sollihøgda trykkøkningstasjoner**

Avtjerna trykkøkningstasjon

Ingeniørgeologisk rapport

Oppdragsnr.: 5195112 Dokumentnr.: RA-RIGEO-01 Versjon: C01 Dato: 2020-12-02



Oppdragsgiver: Bærum kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Jan Rathscheck
Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Oppdragsleder: Jon S. Lundestad
Fagansvarlig: Mari H. Krogstad
Andre nøkkelpersoner: Stian F. Mathiassen

C01	2020-12-02	For kontroll hos eksterne parter	StiMat	MaHKr	JSLun
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammen drag

Foreliggende rapport omhandler ingeniørgeologiske observasjoner og vurderinger tilknyttet uttak av byggegrop for Avtjerna trykkøkningsstasjon. Det skal etableres bergskjæring med høyde opptil 10 m.

Det er utført ingeniørgeologisk feltkartlegging som grunnlag for innspill til mengder. Bergskjæringen skal etableres i kompetent, moderat oppsprukket rombeporfyr. Opptredende sprekkesett er gjennomsettende, men utholdenhet større enn 5 m. Utført kinematisk analyse har avdekket at sprekkeorienteringen tilrettelegger for ulike utglidningsmekanismer (plan utglidning, kileutglidning og toppling) i ulike deler av byggegropen.

Det må utføres detaljkartlegging av steinsprangpotensiale i overkant av byggegropen, med påfølgende detaljprosjektering av bergsikring, for å ivareta lokalstabiliteten. Forbolter langs skjæringskonturen for å hindre bakbryting og ivareta arbeidssikkerheten før installasjon av permanent bergsikring bør vurderes i forkant av sprengningsarbeider.

Sprengningsarbeidet skal foregå i umiddelbar nærhet til eksisterende E16 Ringeriksveien. Alle salver skal derfor dekkes til med tunge skytematter og fiberduk. Det forutsettes at entreprenøren utarbeider rutiner for varsling, stenging av E16, og sikker gjennomføring av sprengningsarbeidene for å ivareta sikkerheten mot omgivelsene.

Byggegroppen er avgrenset i nord av en antatt svakhetszone synlig som en ca. 10 m bred terrengdepresjon fylt med løsmasser. Behov for tiltak for å sikre mot løsmasseutglidning inn i byggegropen må vurderes underveis i anleggsfasen. Ett aktuelt tiltak er bjelkestenge/sognemur. Dersom det ikke påvises berg i terrengdepresjonen, kan det være aktuelt å anlegge graveskråning nord for byggegropen.

Permanent bergsikring anvises av byggherrens ingeniørgeolog i anleggsfasen. Det antas at permanentstabiliteten i stor grad kan ivaretas ved bruk av fullt innstøpte sikringsbolter, bergbånd og steinsprangnett/isnett. Behov for bruk av sprøytebetong i områder med økt oppsprekingsgrad vurderes basert på stedet.

Det er ikke ventet utfordrende forhold tilknyttet direktefundamentering på berg. Alle fundamentflater skal inspiseres av ingeniørgeolog før støp for avdekking av sprekker som kan medføre redusert fundamentstabilitet, og behov for eventuelle tiltak.

► Innhold

1	Innledning	5
1.1	Situasjonsbeskrivelse	5
1.1.1	<i>Generelt</i>	5
1.1.2	<i>Geometri</i>	5
1.2	Utførte undersøkelser	5
2	Ingeniørgeologiske prosjekteringsforutsetninger	7
2.1	Styrende dokumenter	7
2.2	Klassifisering av tiltaket	7
2.2.1	<i>Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/RC)</i>	7
2.2.2	<i>Geoteknisk kategori</i>	7
2.2.3	<i>Tiltaksklasse iht. byggesaksforskriften (SAK 10)</i>	8
2.3	Krav til kvalitetssystem og prosjekteringskontroll	8
2.3.1	<i>Utvidet kontroll iht. Eurokoden</i>	8
2.3.2	<i>Uavhengig kontroll iht. Plan- og bygningsloven</i>	8
2.4	Områdestabilitet og lokalstabilitet	8
3	Beskrivelse av grunnforhold	9
3.1	Topografi	9
3.2	Løsmasser	10
3.3	Bergartsfordeling og bergmassens oppsprekking	10
3.4	Svakhetssoner	12
4	Ingeniørgeologiske vurderinger	13
4.1	Kinematisk analyse av bergskjæringer	13
4.1.1	<i>Inngangsparametre</i>	13
4.1.2	<i>Resultater</i>	14
4.2	Innledende vurdering av bergsikringsprinsipper	14
4.2.1	<i>Vurdering av eksisterende vegskjæring</i>	14
4.2.2	<i>Anbefaling av tiltak før sprengning</i>	14
4.2.3	<i>Prinsipper for permanent sikring av bergskjæring</i>	14
4.3	Spesielle forhold vedr. sprengningsarbeidet	15
4.4	Fundamenteringsforhold	15
4.5	Anbefalt detaljprosjektering, oppfølging og kontroll i anleggsfasen	15
4.6	Restrisiko	16
5	Referanser	17

1 Innledning

1.1 Situasjonsbeskrivelse

1.1.1 Generelt

Norconsult er engasjert av Bærum kommune i forbindelse med oppføring av trykkøkningsstasjon ved Avtjerna, Sollihøgda (figur 1-1 og figur 1-2). Arbeidene omfatter etablering av byggegrop som anvist på figur 1-3. Foreliggende rapport omfatter ingeniørgeologiske observasjoner og vurderinger som grunnlag for uttak og sikring av byggegrop.

1.1.2 Geometri

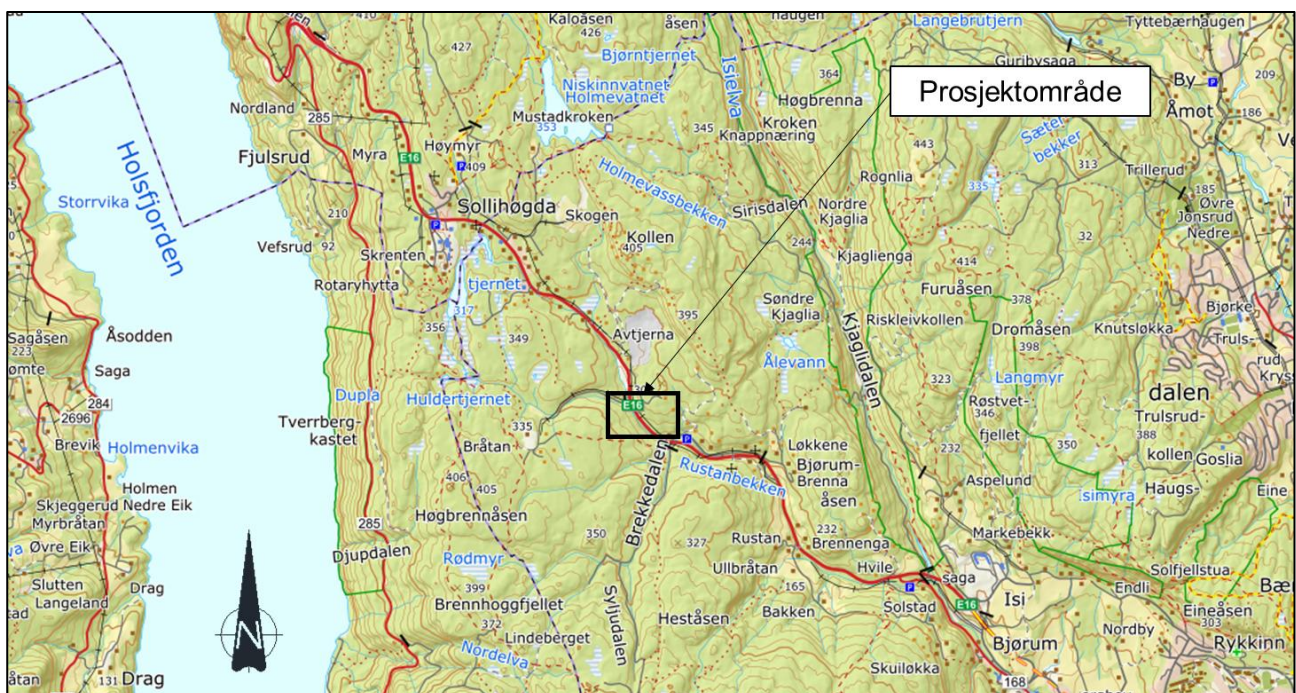
Bergskjæringen i byggegropen er totalt omtrent 50 m lang (inkluderer sidevegger og bakvegg). Maksimal skjæringshøyde er ca. 10 m jf. snitt P15. Bergskjæringen er planlagt etablert med helning 10:1. I tillegg er det planlagt uttak av grøft for tekniske installasjoner. Dybden på grøften er omtrent 2-3 m (figur 1-3).

1.2 Utførte undersøkelser

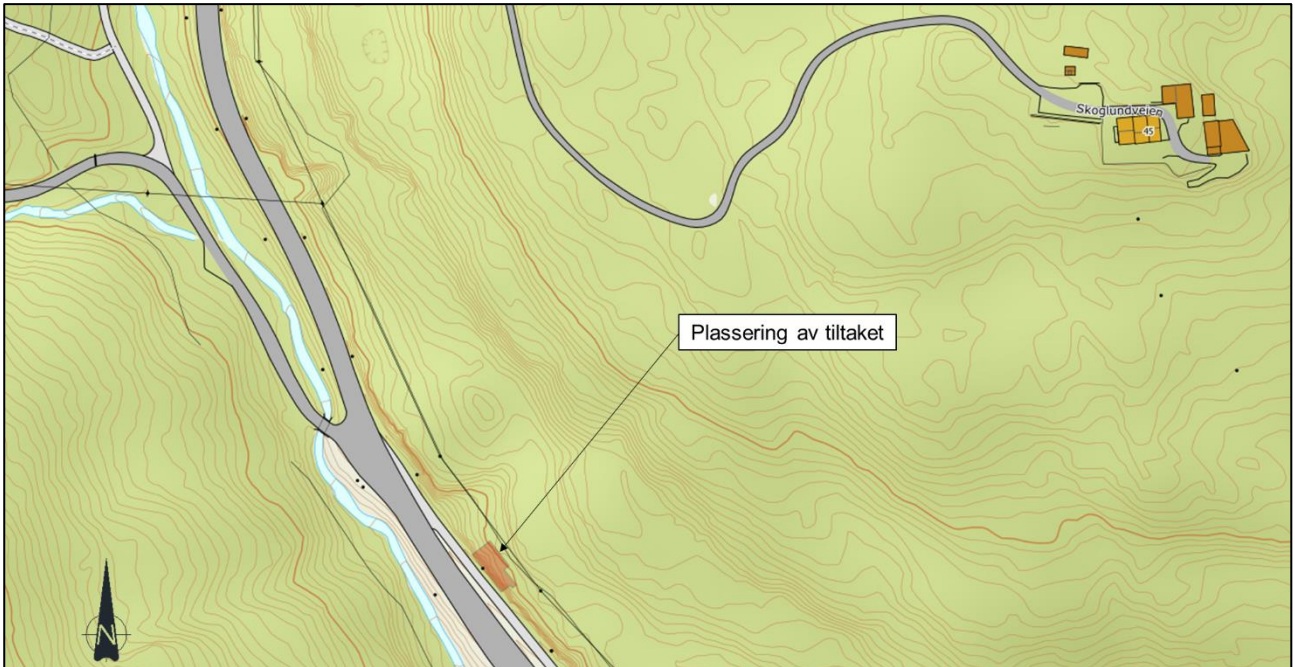
Det er utført ingeniørgeologisk feltkartlegging 2020-01-07 av ingeniørgeolog fra Norconsult. Hensikten med befaringen var å fremskaffe tilstrekkelig ingeniørgeologisk informasjon som grunnlag for innspill til mengder og kostnadsoverslag for grunn- og bergsikringsarbeider.

Befaringen omfattet generelle observasjoner av grunnforholdene i prosjektområdet, samt detaljkartlegging av bergmassens oppsprekking og beskaffenhet for øvrig. Merk at det på befaringsstidspunktet var betydelige mengder snø, slik at inntrykket av prosjektområdet som helhet ble noe begrenset.

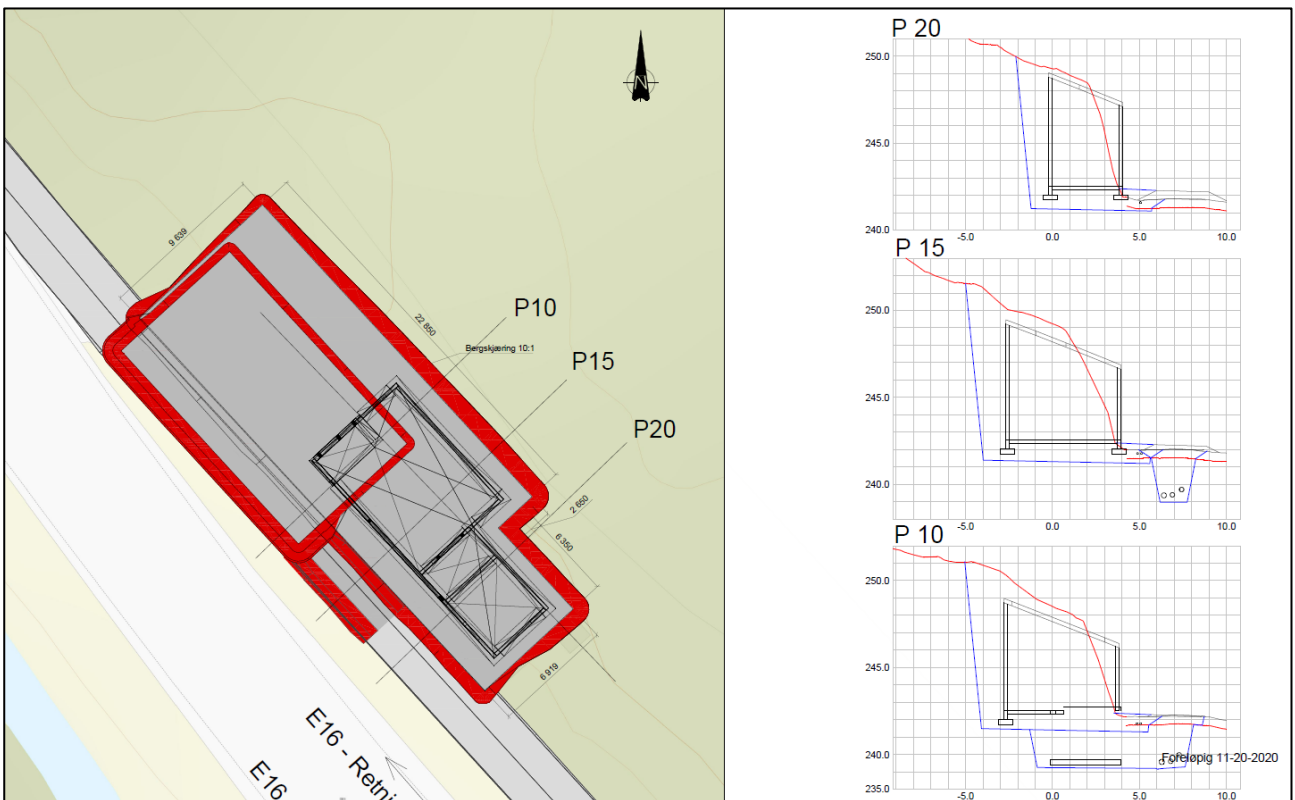
Det er vurdert å ikke være behov for supplerende geotekniske borer i området.



Figur 1-1: Oversiktskart.



Figur 1-2: Detaljkart.



Figur 1-3: Utsnitt av tegning W-02-08_F03. Sprengnings- og graveplan.

2 Ingeniørgeologiske prosjekteringsforutsetninger

2.1 Styrende dokumenter

Følgende regelverk er lagt til grunn for ingeniørgeologisk prosjektering:

- ❖ Plan- og bygningsloven (PBL)
- ❖ Byggeteknisk forskrift (TEK17)
- ❖ Byggesaksforskriften (SAK10)
- ❖ NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner
- ❖ NS-EN 1997-1:2004+A1:2013:NA:2016 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1 Allmenne regler

2.2 Klassifisering av tiltaket

2.2.1 Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/RC)

Tiltaket skal plasseres i en pålitelighetsklasse CC/RC (eng. «Consequence class / Reliability class»). Iht. tabell NA.A1(901) i Nasjonalt tillegg NA Eurokode 0 [1], plasseres grunn- og fundamenteringsarbeider i en av følgende kategorier, med tilhørende anbefalt pålitelighetsklasse (CC/RC):

- Grunn- og fundamenteringsarbeider i kompliserte tilfeller: CC/RC (2), 3 eller (4)
- Grunn- og fundamenteringsarbeider i enkle og oversiktlige grunnforhold: CC/RC 1, (2)

Grunn- og fundamenteringsarbeidene ansees ikke som særlig kompliserte. Ved bestemmelse av grunn- og fundamenteringsarbeider skal det imidlertid også tas hensyn til omkringliggende områder og byggverk. I dette tilfellet skal arbeidene foregå i umiddelbar nærhet til eksisterende E16. Det anbefales tiltaket plassert i pålitelighetsklasse (CC/RC) 2 begrenset til bergteknikk.

2.2.2 Geoteknisk kategori

Geoteknisk kategori bestemt iht. Eurokode 7 [2] fremkommer som en funksjon av tiltakets pålitelighetsklasse (CC/RC) og vanskelighetsgrad (tabell 2-1).

Veileder til Eurokode 7 for bergteknisk prosjektering [3] beskriver vanskelighetsgrad «Middels» på følgende vis:

«Noe uoversiktlige eller vanskelige grunnforhold. Grunnforholdene kan fastlegges med rimelig grad av nøyaktighet. Tilfredsstillende erfaringer fra tilsvarende grunnforhold og konstruksjoner kan dokumenteres.»

Basert på vurdering av pålitelighetsklasse og vanskelighetsgrad, plasseres tiltaket i geoteknisk kategori 2, normalt for tiltak med bergskjæringshøyde opp mot, men ikke høyere enn, 10 m. Dette innebærer blant annet at undersøkelser bør omfatte kvantitative geotekniske data.

Tabell 2-1: Definisjon av geoteknisk kategori [3].

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

*Vurderes særskilt (gjelder hovedsakelig atomreaktorer og lagre for radioaktivt avfall).

2.2.3 Tiltaksklasse iht. byggesaksforskriften (SAK 10)

Iht. SAK 10 §9.4 skal tiltaket tilknyttes en tiltaksklasse. Fastsettelsen av tiltaksklasse kan sees i sammenheng med fastsatt pålitelighetsklasse iht. Eurokode 0. Tiltaket er derfor plassert i tiltaksklasse 2.

2.3 Krav til kvalitetssystem og prosjekteringskontroll

2.3.1 Utvidet kontroll iht. Eurokoden

Føringer for prosjekteringskontroll og utførelseskontroll gis i Eurokode 0. I henhold til nasjonalt tillegg NA, tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903), kan det for pålitelighetsklasse (CC/RC) 2 forutsettes prosjekteringskontrollklasse PKK2 og utførelseskontrollklasse UKK2.

For prosjekteringen innebærer PKK2 at det i tillegg til egenkontroll av alt arbeid (utført av den som gjør prosjekteringen) gjøres intern systematisk kontroll (sidemannskontroll). I tillegg skal det utføres utvidet kontroll, som for PKK2 er begrenset til kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av det prosjekterende foretaket.

For utførelsen innebærer UKK2 at det, i tillegg til egenkontroll av alt utført arbeid (utført av den som utfører arbeidet), gjennomføres utførelse av intern systematisk og regelmessig kontroll av utført arbeid (kontroll i samsvar med utførende foretaks prosedyrer). I tillegg skal det utføres utvidet kontroll, som for UKK2 er begrenset til kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av det utførende foretaket.

Den utvidede kontrollen skal utføres i byggherrens regi enten av byggherrens egen organisasjon eller av et annet foretak som er uavhengig av prosjekterende. Den som utfører uavhengig kontroll etter plan- og bygningsloven, kan også utføre utvidet kontroll. Den utvidede kontrollen omfatter i praksis det samme som skal kontrolleres i uavhengig kontroll iht. plan- og bygningsloven.

2.3.2 Uavhengig kontroll iht. Plan- og bygningsloven (PBL)

Iht. PBL og byggesaksforskriften (SAK10) skal det gjennomføres uavhengig kontroll innenfor viktige og kritiske områder i et tiltak. Ifølge veileder fra Direktoratet for byggkvalitet HO-1/2012 skal det gjennomføres uavhengig kontroll for geoteknikk (her: bergteknikk) i tiltaksklasse 2 og 3. Iht. Tabell 2 i Veileder om byggesak omfatter kontroll av geoteknikk i tiltaksklasse 2 fundamentering på tomt med vanskelige grunnforhold hvor metode for fastleggelse av grunnforhold er godt utviklet. Kontrollområdet omfatter også fundamentering for anlegg og konstruksjoner som iht. Eurokode 0 plasseres i pålitelighetsklasse 2.

For fagområde geoteknikk (her: begrenset til bergteknikk) er tiltaket plassert i pålitelighetsklasse 2. Iht. PBL skal den uavhengige kontrollen gjennomgå utført kvalitetssikring, prosjektering og utførelse.

2.4 Områdestabilitet og lokalstabilitet

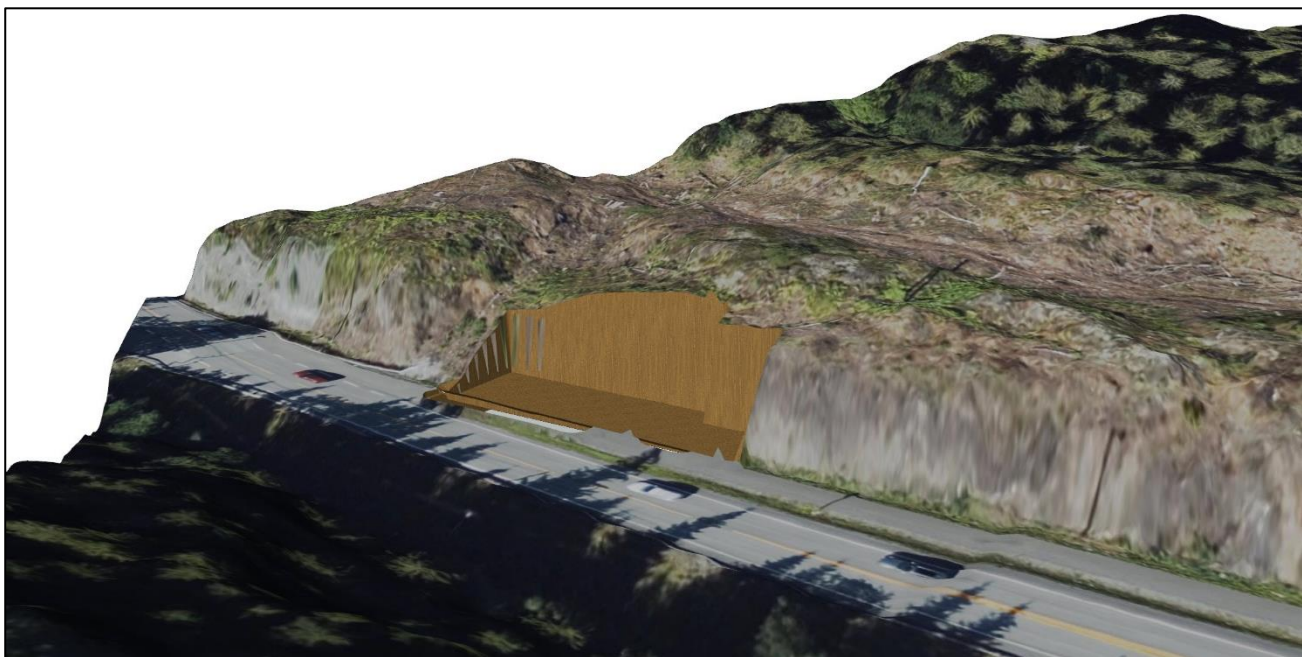
Iht. byggeteknisk forskrift (TEK17) §7 skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot naturpåkjenninger, herunder skred. Dette gjelder for permanent situasjon. Iht. NVEs temakart for skred i bratt terreng, som omfatter jord- og flomskred, snøskred og steinsprang, ligger tiltaket ikke innenfor aktsomhetsområder for disse skredtypene [4]. Tiltaksområdet ligger over marin grense [5]. Basert på kartstudier og observasjoner på befaring, vurderes områdestabiliteten for tiltaket å være ivarettatt.

Lokalstabiliteten mot steinsprang og mindre løsmasseutglidninger forutsettes håndtert av permanent bergsikring og øvrige nødvendige sikringstiltak (bjelkestenge etc.). Sikringstiltakene skal anvises av byggherrens ingeniørgeolog i anleggsfasen.

3 Beskrivelse av grunnforhold

3.1 Topografi

Byggegroppen er planlagt langs Ringeriksveien (E16), som en nisje i eksisterende vegskjæring på østsiden av hovedvegen (figur 3-1). I nord er byggegroppen avgrenset av en tydelig terrengdepresjon/løsmassesøkk med retning NØ-SV (figur 3-2). I overkant av bergskjæringen er topografien preget av snauhogst. Terrengtet stiger slakt mot øst, og er preget av mindre berghammere med høyde på 1-2 m.



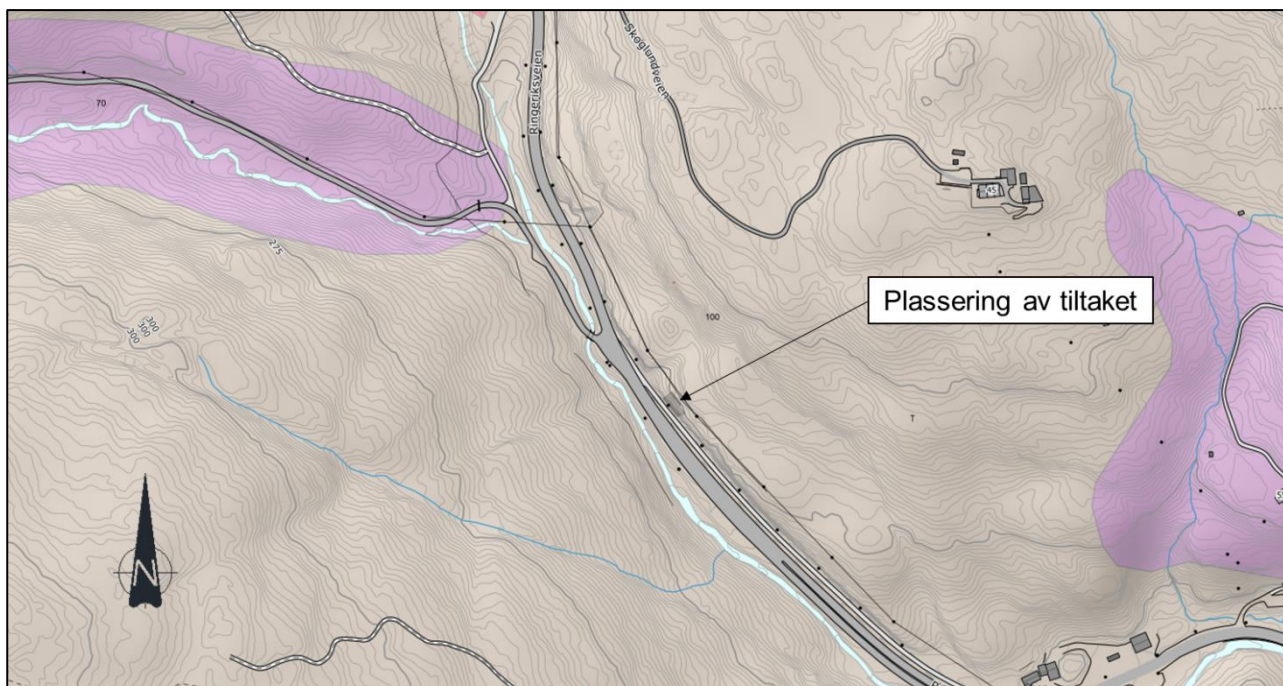
Figur 3-1: Modellutsnitt med illustrasjon av byggegropp og overliggende terreng. Sett mot nordøst.



Figur 3-2: Oversiktsfoto med anvisning av ca. 10 m bred terrengdepresjon langs nordlig avgrensning av byggegroppen.

3.2 Løsmasser

Området er preget av et tynt humus- og torvdekke (figur 3-3). Foruten løsmassene i terrengdepresjonen som begrenser byggegropen i nord, er det forventet beskjedne løsmassetykkelser.



Figur 3-3: Utsnitt fra NGUs løsmassekart på nett (1:50 000) [5]. Grå farge representerer tynt humus-/torvdekke. Lilla farge representerer forvitningsmateriale. Rød farge representerer skredmateriale. Brun farge representerer torv/myr.

3.3 Bergartsfordeling og bergmassens oppsprekking

Berggrunnen i området består av rombeporfyrt tilhørende Krokskoggruppen (figur 3-4). Bergmassen fremstår generelt som storblokkig og kompetent. Enkelte mindre områder med økt overflateforvitring og mer småfallen bergmasse er observert, da i tiknytning til markante, gjennomsettende slepper. Det er ikke påvist nevneverdig redusert bergartsstyrke i områdene ved hammerslag.

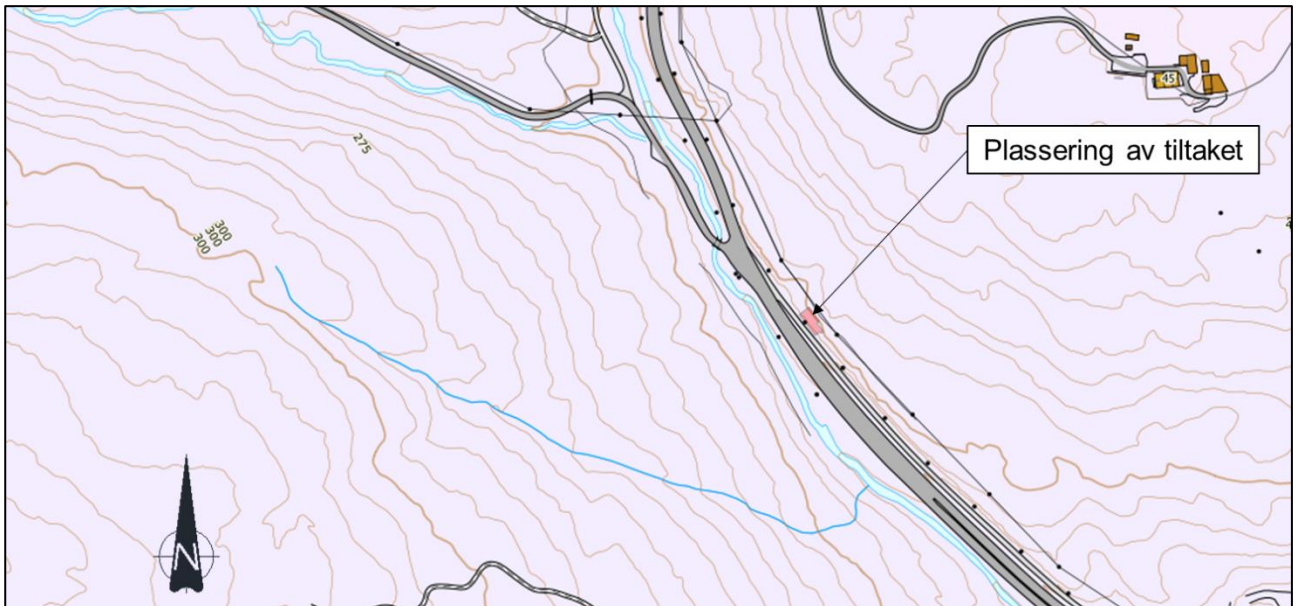
Det er observert tre hovedsprekkesett. Sprekkene er generelt svært gjennomsettende (stor utholdenhet). En oppsummering av bergmassens oppsprekking er gitt i tabell 3-1. Illustrasjonsfoto av sprekkeseff S2 og S3 er vist i figur 3-5.

En oversiktsskisse over byggegropen, samt opptredende sprekkeseff og svakhetssoner er vist i figur 3-6.

Tabell 3-1: Oppsummering av bergmassens oppsprekking.

Sprekkeseff	Fall	Fallretning	Sprekkeavstand	Utholdenhet	Karakter
S1	Subhorisontalt	(undulerende)	0,5 – 2 m	> 15 m	Bølget, ru
S2	50°	320-350°	0,5 – 2 m	3 – 10 m	Bølget, ru
S3	80°	260°	Varierende*	> 15 m	Plan, ru

*Sprekkeavstanden for sprekkeseff S3 varierer mye. For midtre del av byggeprosjektområdet er sprekkeseffavstanden > 2 m. For søndre og nordre del er sprekkeseffavstanden mindre (0,1-0,6) m.



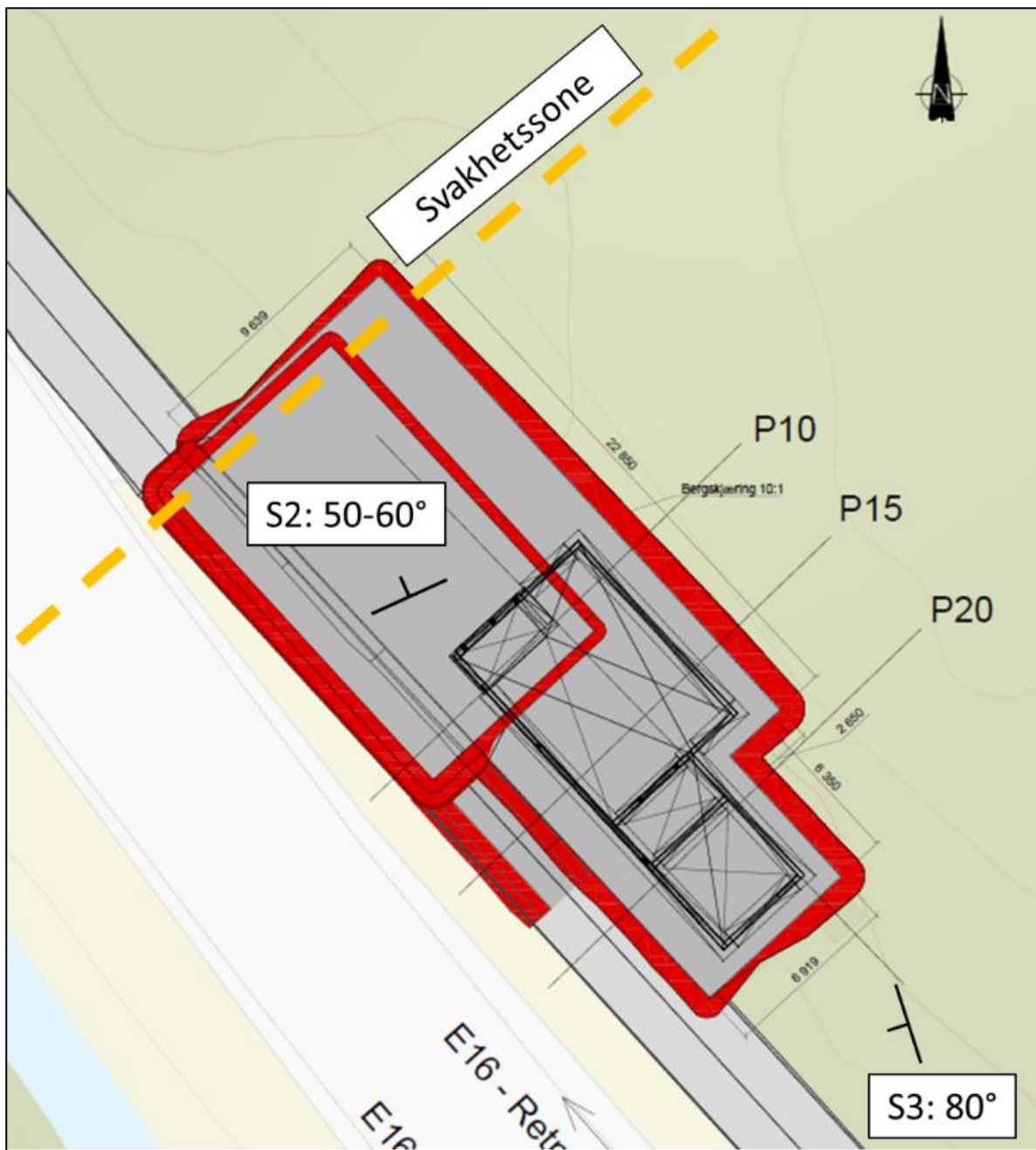
Figur 3-4: Utsnitt fra NGUs berggrunnskart på nett (1:50 000) [6]. Fargen representerer rombeporfyr (RP8b).



Figur 3-5: Illustrasjonsfoto av sprekkesett S2 (v.) og S3 (h.). Merk hvordan bergmassen er noe mer overflateforvitret og småfallen ved sprekkene tilhørende S2. Hammer for skala.

3.4 Svakhetssoner

Langs den nordlige avgrensningen av byggegropen er det observert en ca. 10 m bred terrengdepresjon. Dette er tolket å være en lokal svakhetsone med retning NØ-SV. Bergmassekvaliteten er ventet å være redusert, i form av økt oppsprekingsgrad og dagsonepreg. Løsmassetykkelsen er usikker og må påvises i anleggsfasen.



Figur 3-6: Utsnitt fra tegning W-02-08. Grave- og sprengningsplan. Påtegnet antatt svakhetsone, samt to av hovedsprekkesettene (S2 og S3). S1 er subhorisontalt og undulerende.

4 Ingeniørgeologiske vurderinger

4.1 Kinematisk analyse av bergskjæringer

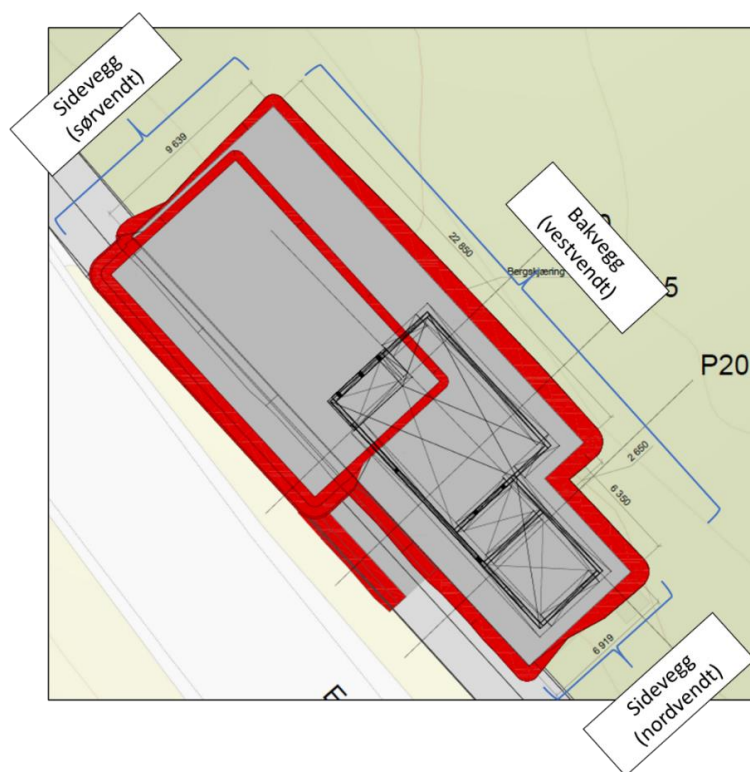
Det er utført kinematisk analyse for å identifisere faren for ulike utglidningsmekanismer i ulike deler av byggegropen. Hensikten er at stabilitetsanalysene, sammen med inspeksjon av bergmassen i anleggsfasen, vil utgjøre grunnlaget for anbefaling av permanent bergsikring. Samtlige resultater fra stabilitetsanalysene er presentert i vedlegg A.

4.1.1 Inngangsparametre

Stabilitetsanalysen er basert på utført kartlegging av hovedsprekkesett. Oppsettet for analysen er presentert i tabell 4-1. Tre ulike utglidningsmekanismer er analysert for hver av de tre skjæringsorienteringene. Oppsettet gir totalt ni analyserte scenarier. Det er benyttet friksjonsvinkel lik 30° og en lateral åpningsvinkel på 30° .

Tabell 4-1: Oppsett for stabilitetsanalyse. Plassering av de ulike veggene er vist i figur 4-1.

Utglidningsmekanismer	Orientering av bergskjæring (fall/fallretning)
<ul style="list-style-type: none">• Plan utglidning• Kileutglidning• Toppling (utvelting)	<ul style="list-style-type: none">• Sidevegg (sørvendt) ($84^\circ/138^\circ$)• Bakvegg (vestvendt) ($84^\circ/228^\circ$)• Sidevegg (nordvendt) ($84^\circ/318^\circ$)



Figur 4-1: Orientering av bergskjæringer for kinematisk analyse.

4.1.2 Resultater

- Sidevegg (sørvendt)
 - a) Det er ikke registrert kinematisk potensiale for plan utglidning.
 - b) Det er ikke registrert kinematisk potensiale for kileutglidning.
 - c) Det er registrert kinematisk potensiale for utvelting (toppling) forårsaket av sprekkesett S3.
- Bakvegg (vestvendt)
 - a) Det er ikke registrert kinematisk potensiale for plan utglidning.
 - b) Det er ikke registrert kinematisk potensiale for kileutglidning.
 - c) Det er ikke registrert kinematisk potensiale for utvelting (toppling).
- Sidevegg (nordvendt)
 - a) Det er registrert kinematisk potensiale for plan utglidning langs sprekkesett S2.
 - b) Det er registrert kinematisk potensiale for kileutglidning som følge av krysning mellom sprekkesett S2 og S3.
 - c) Det er ikke registrert kinematisk potensiale for toppling.

Merk at analysen er basert på et begrenset utvalg registreringer av sprekkorienteringer, og dermed er beheftet med usikkerhet. Blant annet vil noe variasjon i orienteringen av sprekkesett S2 og S3 kunne medføre kinematisk potensiale for både plan utglidning og kileutglidning i bakveggen.

4.2 Innledende vurdering av bergsikringsprinsipper

4.2.1 Vurdering av eksisterende vegskjæring

Eksisterende vegskjæring er sikret med spredt bolting. Boltetettheten er lav – kun ca. 0,2 bolt pr. m skjæring. Nord for terrengdepresjonen som avgrensar byggegroppen i nord er det også benyttet steinsprangnett/isnett. Konturkvaliteten på vegskjæringen er nokså god. En betydelig andel borpiper er synlige.

4.2.2 Vurdering av tiltak før sprengning

Behov for forbolter til topp skjæring for å forhindre bakbryting, og ivareta arbeidssikkerhet før installasjon av permanent bergsikring, vurderes i anleggsfasen. Anvisning av bolteplassering, bolteavstand og kastvinkel anvises av byggherrens ingeniørgeolog i anleggsfasen i samråd med entreprenøren.

For å bevare skjæringskonturen kan det ved behov legges opp til sømboring. Behov for sømboring avklares av byggherrens ingeniørgeolog i anleggsfasen i samråd med entreprenøren.

Før uttak av skjæring skal det utføres detaljkartlegging av steinsprangfare i overkant av byggegroppen, og deretter utføres permanent bergsikring av overliggende berghammerer for å ivareta lokalstabiliteten. Aktuelle sikringsmidler er sikringsbolter, bergbånd og nett. Samtlige materialer som benyttes til å ivareta lokalstabiliteten skal tilfredsstillende krav til permanent bergsikring.

4.2.3 Prinsipper for permanent sikring av bergskjæring

Permanent sikring av bergskjæring anvises av byggherrens ingeniørgeolog etter utsprengning. Det skal utføres maskinell rensk, spettrensk og spylereensk av hele skjæringsarealet. Det antas at permanent stabilitet i stor grad kan ivaretas ved bruk av fullt innstøpte sikringsbolter, bergbånd og steinsprangnett/isnett. Behov for sprøytebetong i områder med mer småfallen bergmasse, eller for å sikre tilstrekkelig samvirke mellom sikringsbolter, vurderes på stedet. Ved bruk av sprøytebetong skal det bores dreneringshull i et systematisk mønster for å unngå oppbygging av vanntrykk mellom sprøytebetongen og bergoverflaten.

For den nordlige avgrensningen av byggegroppen må det vurderes behov for oppføring av permanent bjelkestenge/sognemur for sikring av løsmasser. Utførelse av bjelkestenge/sognemur er anvist i den tekniske beskrivelsen.

4.3 Spesielle forhold vedr. sprengningsarbeidet

Sprengningsarbeidet skal foregå i umiddelbar nærhet til eksisterende E16 Ringeriksveien. Alle salver skal derfor dekket til med tunge skytematter og fiberduk. Det forutsettes at entreprenøren utarbeider rutiner for varsling, stenging av E16 og sikker gjennomføring av sprengningsarbeidene for å ivareta sikkerheten mot omgivelsene.

4.4 Fundamenteringsforhold

Basert på utført ingeniørgeologisk kartlegging er bergmassens bæreevne betydelig høyere enn opptredende såletrykk. Typisk bæreevne for kompetente størkningsbergarter som rombeporfyr er i størrelsesorden 6-10 MPa avhengig av oppsprekingsgraden [7]. Ved direktefundamentering på berg skal fundamentflaten likevel inspiseres av ingeniørgeolog før støp for avdekking av potensielle stabilitetsproblemer tilknyttet opptredende sprekkeseett.

4.5 Anbefalt detaljprosjektering, oppfølging og kontroll i anleggsfasen

En oppsummering av anbefalt detaljprosjektering, oppfølging og kontroll i anleggsfasen er gitt i tabell 4-2.

Tabell 4-2: Oppsummering av anbefalt detaljprosjektering, oppfølging og kontroll i anleggsfasen.

Sted	Avdekkings-/kontrollbehov	Anbefalt tidspunkt	Aktuelle tiltak
Svakhetssone langs byggegroppens nordlige avgrensning.	Avdekke løsmassemektighet og behov for bjelkestenge/graveskråning.	Etter avdekking av bergoverflaten i søkket (om denne påtreffes).	Bjelkestenge, graveskråning, sømboring.
Berghyller i overkant av bakveggen.	Avdekke behov for bergsikringstiltak for å ivareta lokalstabilitet.	Etter vegetasjonsrensk og fjerning av toppdekke i overkant av bakveggen.	Sikringsbolter, bergbånd, steinsprangnett/isnett.
Bergoverflaten i overkant av bakveggen.	Avdekking og kartlegging av gjennomsettende slepper/sprekker som er styrende for totalstabiliteten av bergskjæringen.	Etter rensk av bergoverflaten i overkant av bakveggen.	Tilpassing av skjæringsutforming, stabilitetsanalyse for detaljprosjektering av bergsikring.
Bergskjæring.	Verifisering av opptredende sprekkeseett/blokker/kiler og bergmassens beskaffenhet for øvrig, for detaljprosjektering av bergsikring.	Underveis og etter utsprengning av bergskjæring.	Sikringsbolter, bergbånd, steinsprangnett/isnett, sprøytebetong.
Bergskjæring.	Kontroll av utført sikring.	Etter utført sikring.	Vurdering av behov for supplerende sikring.
Fundamentflater for direktefundamentering på berg.	Kartlegging av opptredende sprekkeseett for vurdering av strukturelt betinget stabilitet.	Etter rensk og spyling av fundamentflaten.	Sikringsbolter, sprøytebetong, pukkfundamentering.

4.6 Restrisiko

Utførte stabilitetsanalyser baserer seg på et begrenset utvalg registreringer av sprekkeorientering. Stabilitetsproblemer som ikke er fanget opp av analysen kan derfor ikke utelukkes. Anvisning av permanent bergsikring utføres av byggherrens ingeniørgeolog basert på avdekkede geologiske forhold i anleggsfasen.

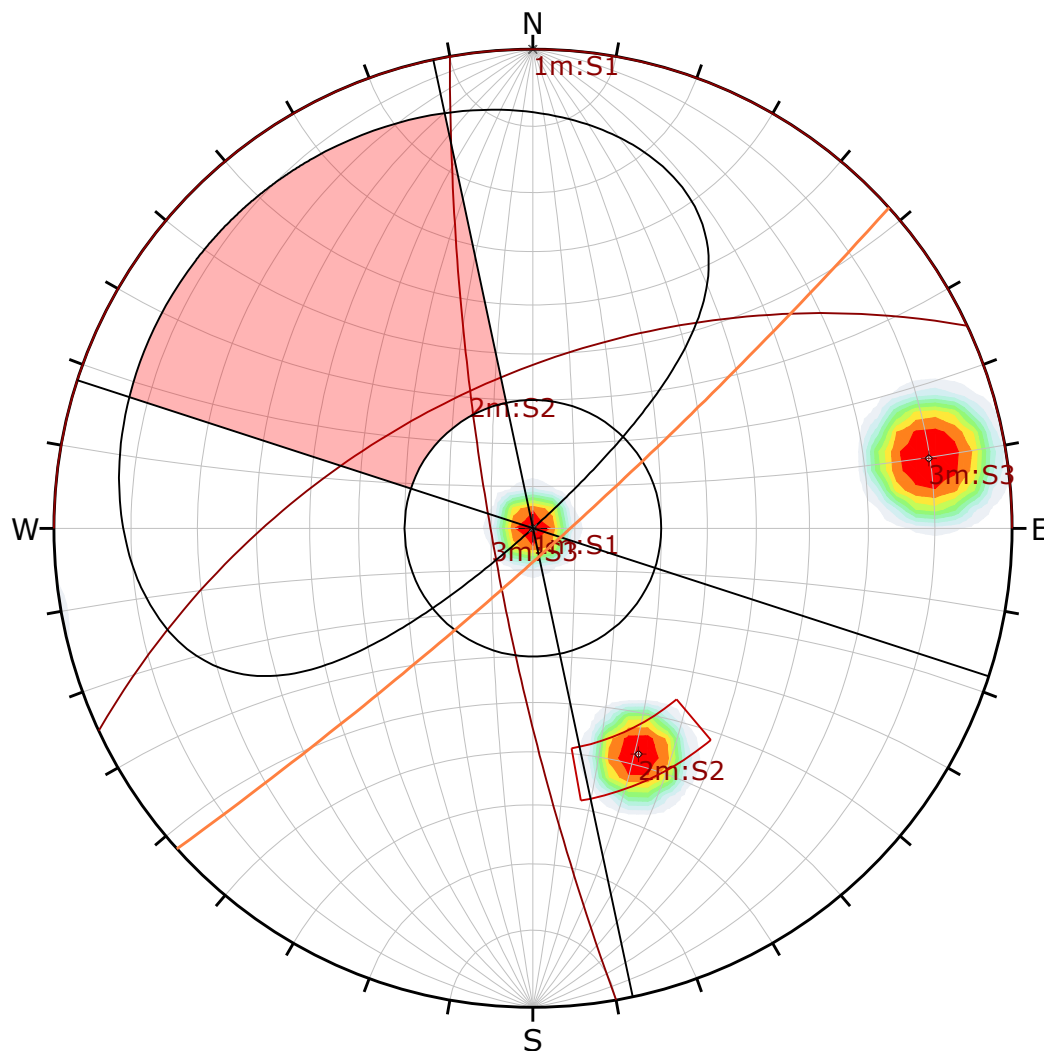
Grunnforholdene langs den nordlige avgrensningen av byggegropen er fremdeles usikre. Etablering av graveskråning som alternativ til bergskjæring (evt. i kombinasjon med bjelkestenge) kan ikke utelukkes.

5 Referanser

- [1] NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.
- [2] NS-EN 1997-1:2004+A1:2013:NA:2016 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1 Allmenne regler.
- [3] Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering. Versjon 1. November 2011. Norsk Bergmekanikkgruppe.
- [4] NVE. Aktsomhetskart for skred i bratt terreng (web). <https://temakart.nve.no/tema/aktsomhet>
- [5] NGU. Løsmassekart (web). http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/
- [6] NGU. Berggrunnskart (web). <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>
- [7] Statens vegvesen. 2004. Intern rapport nr. 2360. Fundamentering på berg. Vegdirektoratet, Teknologivdivisjonen.

Vedlegg A

Kinematisk analyse



Symbol	Feature
◇	Pole Vectors

Color	Density Concentrations
	0.00 - 3.40
	3.40 - 6.80
	6.80 - 10.20
	10.20 - 13.60
	13.60 - 17.00
	17.00 - 20.40
	20.40 - 23.80
	23.80 - 27.20
	27.20 - 30.60
	30.60 - 34.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	33.33%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

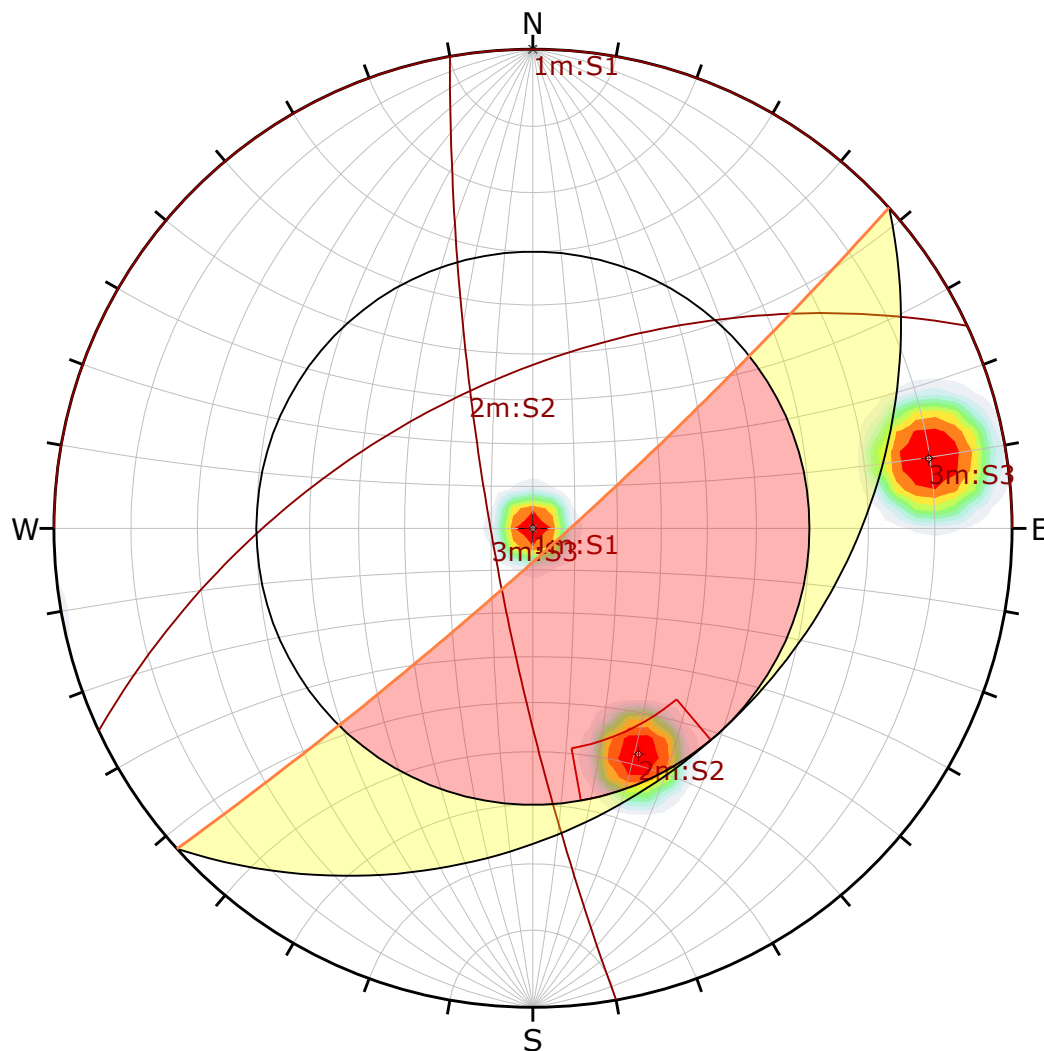
Kinematic Analysis	Planar Sliding		
Slope Dip	84		
Slope Dip Direction	138		
Friction Angle	30°		
Lateral Limits	30°		
	Critical	Total	%
Planar Sliding (All)	0	3	0.00%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes				
1m	■	0	360	S1
2m	■	55	335	S2
3m	■	80	260	S3

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	3 (3 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle



<i>Project</i>	Avtjerna trykkokningsstasjon		
<i>Analysis Description</i>	Sidevegg (sorvendt)_plan utglidning		
<i>Drawn By</i>	StiMat	<i>Company</i>	Norconsult AS
<i>Date</i>	2020-11-27	<i>File Name</i>	Avtjerna_trykkokningsstasjon.dips7



Symbol	Feature
◇	Pole Vectors
■	Critical Intersection

Color	Density Concentrations
	0.00 - 3.40
	3.40 - 6.80
	6.80 - 10.20
	10.20 - 13.60
	13.60 - 17.00
	17.00 - 20.40
	20.40 - 23.80
	23.80 - 27.20
	27.20 - 30.60
	30.60 - 34.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	33.33%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Wedge Sliding		
Slope Dip	84		
Slope Dip Direction	138		
Friction Angle	30°		
	Critical	Total	%
Wedge Sliding	0	3	0.00%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes				
1m	■	0	360	S1
2m	■	55	335	S2
3m	■	80	260	S3

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	3 (3 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	3
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle



Project

Avtjerna trykkokningsstasjon

Analysis Description

Sidevegg (sorvendt)_kileutglidning

Drawn By

StiMat

Company

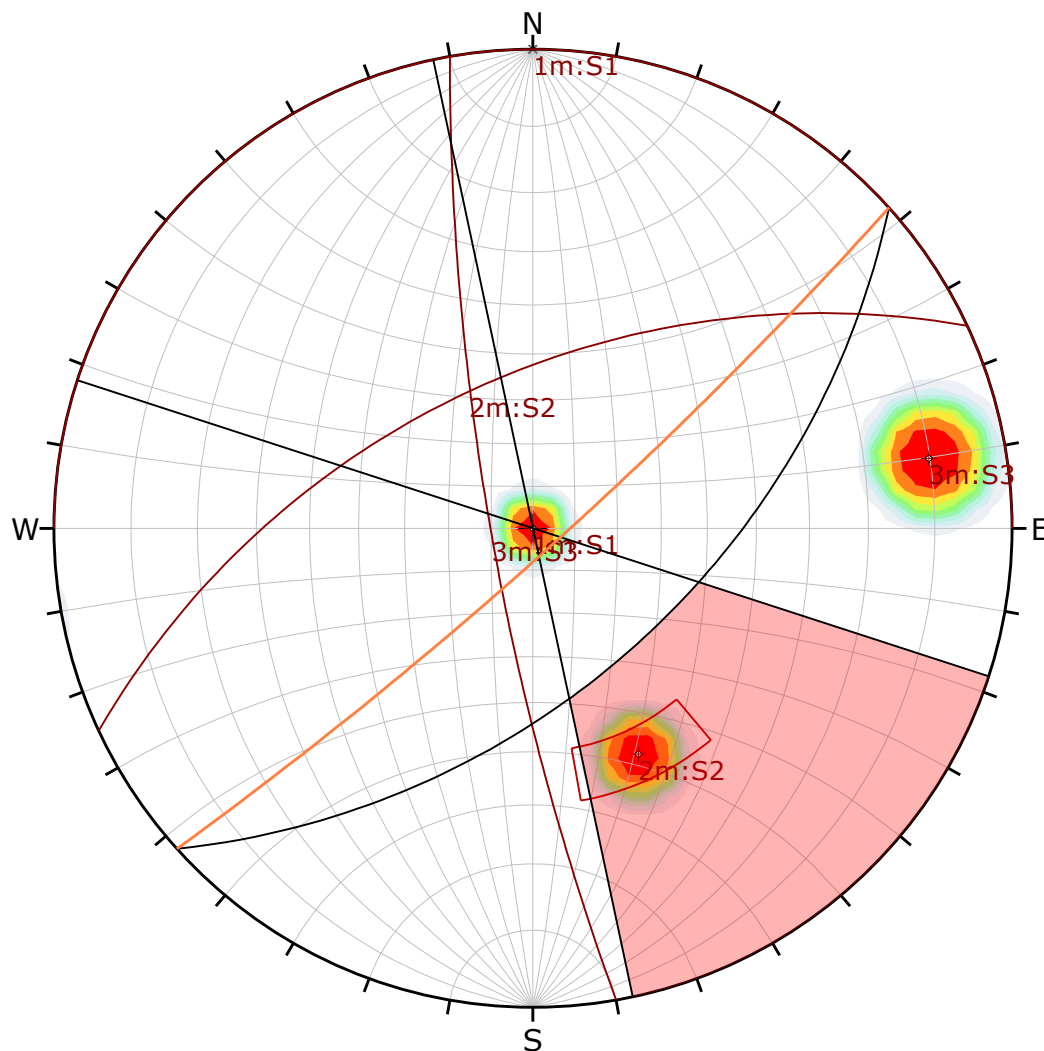
Norconsult AS

Date

2020-11-27

File Name

Avtjerna_trykkokningsstasjon.dips7



Symbol	Feature
◇	Pole Vectors

Color	Density Concentrations
	0.00 - 3.40
	3.40 - 6.80
	6.80 - 10.20
	10.20 - 13.60
	13.60 - 17.00
	17.00 - 20.40
	20.40 - 23.80
	23.80 - 27.20
	27.20 - 30.60
	30.60 - 34.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	33.33%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

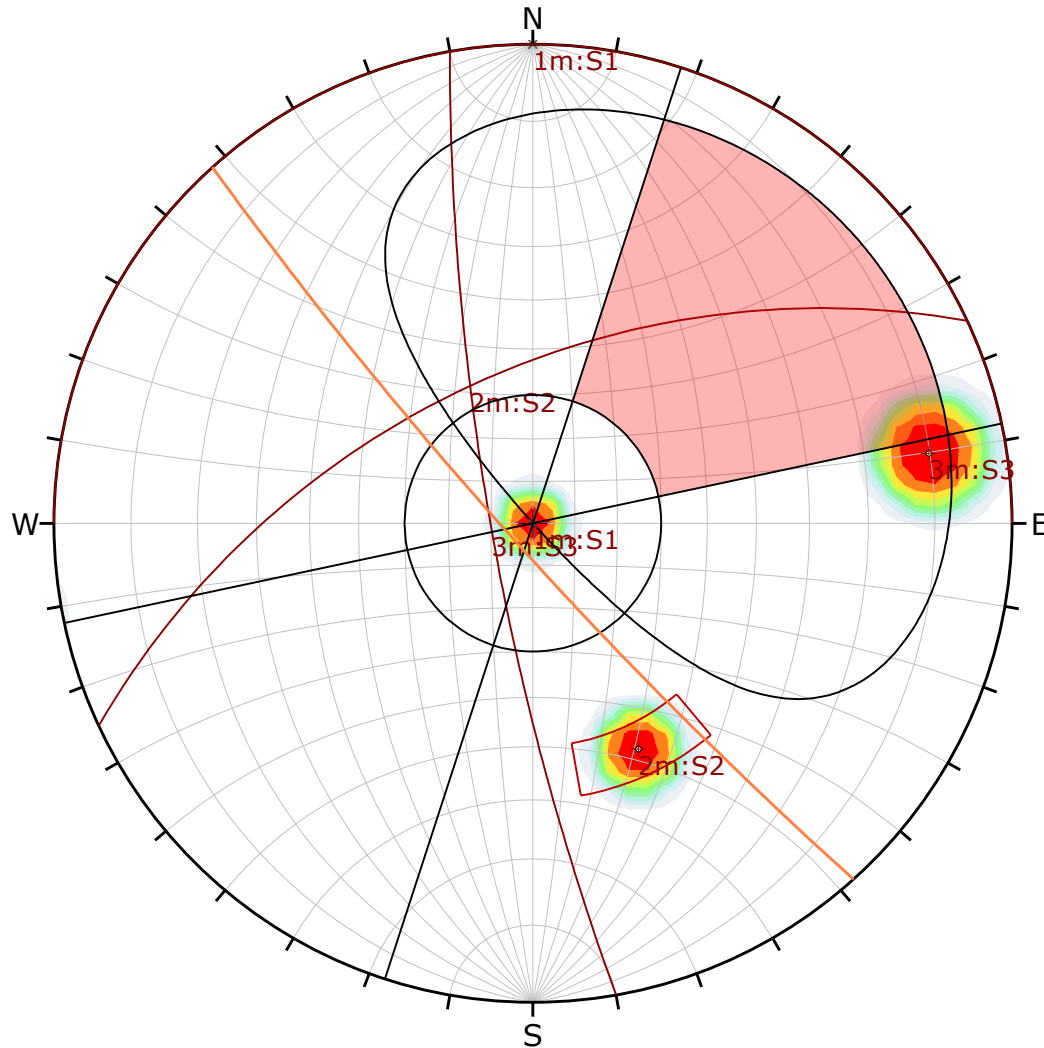
Kinematic Analysis	Flexural Toppling		
Slope Dip	84		
Slope Dip Direction	138		
Friction Angle	30°		
Lateral Limits	30°		
	Critical	Total	%
Flexural Toppling (All)	1	3	33.33%
Flexural Toppling (Set 2: S2)	1	1	100.00%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes				
1m	■	0	360	S1
2m	■	55	335	S2
3m	■	80	260	S3

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	3 (3 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle



<i>Project</i>	Avtjerna trykkokningsstasjon		
<i>Analysis Description</i>	Sidevegg (sorvendt)_toppling		
<i>Drawn By</i>	StiMat	<i>Company</i>	Norconsult AS
<i>Date</i>	2020-11-27	<i>File Name</i>	Avtjerna_trykkokningsstasjon.dips7



Symbol	Feature
◇	Pole Vectors

Color	Density Concentrations
	0.00 - 3.40
	3.40 - 6.80
	6.80 - 10.20
	10.20 - 13.60
	13.60 - 17.00
	17.00 - 20.40
	20.40 - 23.80
	23.80 - 27.20
	27.20 - 30.60
	30.60 - 34.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	33.33%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

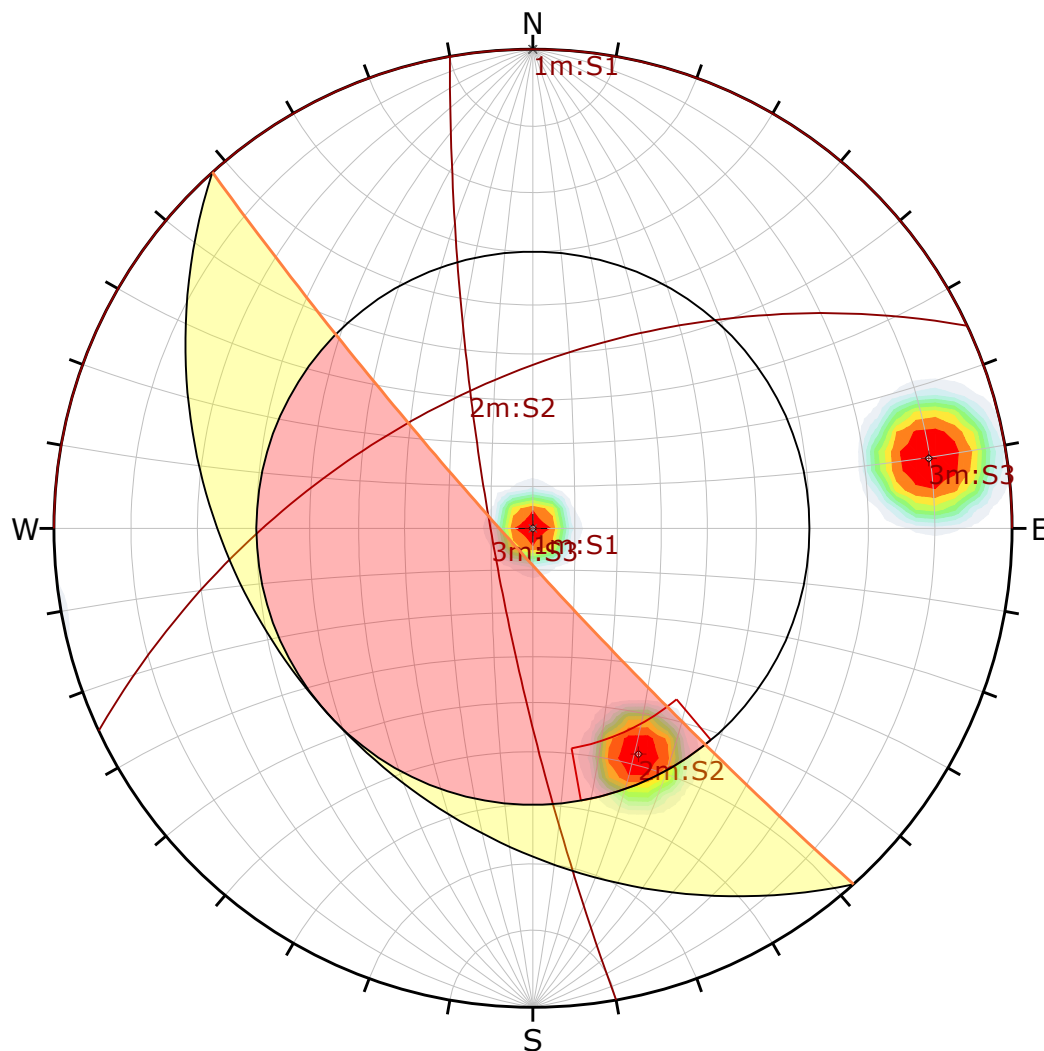
Kinematic Analysis	Planar Sliding		
Slope Dip	84		
Slope Dip Direction	228		
Friction Angle	30°		
Lateral Limits	30°		
	Critical	Total	%
Planar Sliding (All)	0	3	0.00%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes				
1m	■	0	360	S1
2m	■	55	335	S2
3m	■	80	260	S3

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	3 (3 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle



<i>Project</i>	Avtjerna trykkokningsstasjon		
<i>Analysis Description</i>	Bakvegg (vestvendt)_plan utglidning		
<i>Drawn By</i>	StiMat	<i>Company</i>	Norconsult AS
<i>Date</i>	2020-11-27	<i>File Name</i>	Avtjerna_trykkokningsstasjon.dips7



Symbol	Feature
◇	Pole Vectors
□	Critical Intersection

Color	Density Concentrations
	0.00 - 3.40
	3.40 - 6.80
	6.80 - 10.20
	10.20 - 13.60
	13.60 - 17.00
	17.00 - 20.40
	20.40 - 23.80
	23.80 - 27.20
	27.20 - 30.60
	30.60 - 34.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	33.33%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Wedge Sliding
Slope Dip	84
Slope Dip Direction	228
Friction Angle	30°

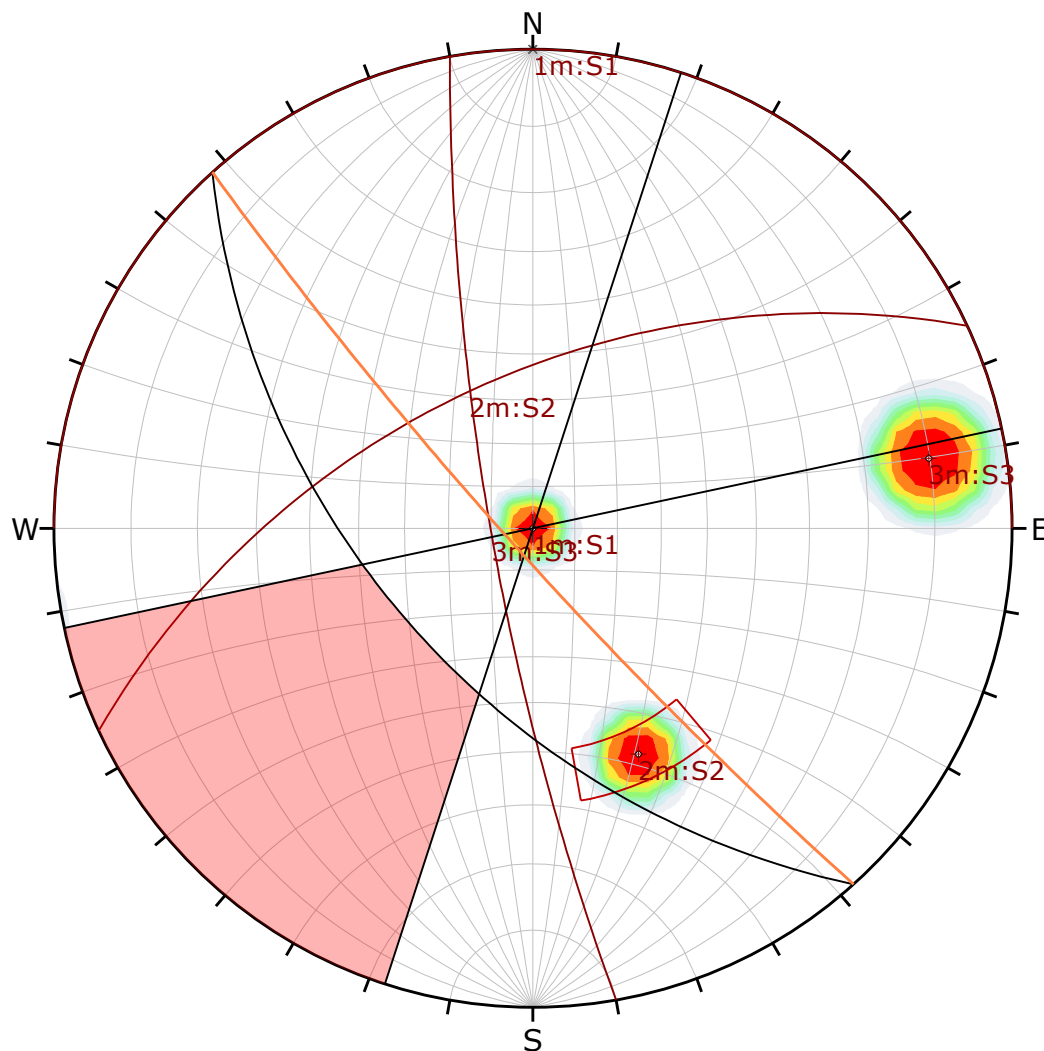
	Critical	Total	%
Wedge Sliding	0	3	0.00%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes				
1m	■	0	360	S1
2m	■	55	335	S2
3m	■	80	260	S3

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	3 (3 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	3
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle



<i>Project</i>	Avtjerna trykkokningsstasjon		
<i>Analysis Description</i>	Bakvegg (vestvendt)_kileutglidning		
<i>Drawn By</i>	StiMat	<i>Company</i>	Norconsult AS
<i>Date</i>	2020-11-27	<i>File Name</i>	Avtjerna_trykkokningsstasjon.dips7



Symbol	Feature
◇	Pole Vectors

Color	Density Concentrations
	0.00 - 3.40
	3.40 - 6.80
	6.80 - 10.20
	10.20 - 13.60
	13.60 - 17.00
	17.00 - 20.40
	20.40 - 23.80
	23.80 - 27.20
	27.20 - 30.60
	30.60 - 34.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	33.33%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

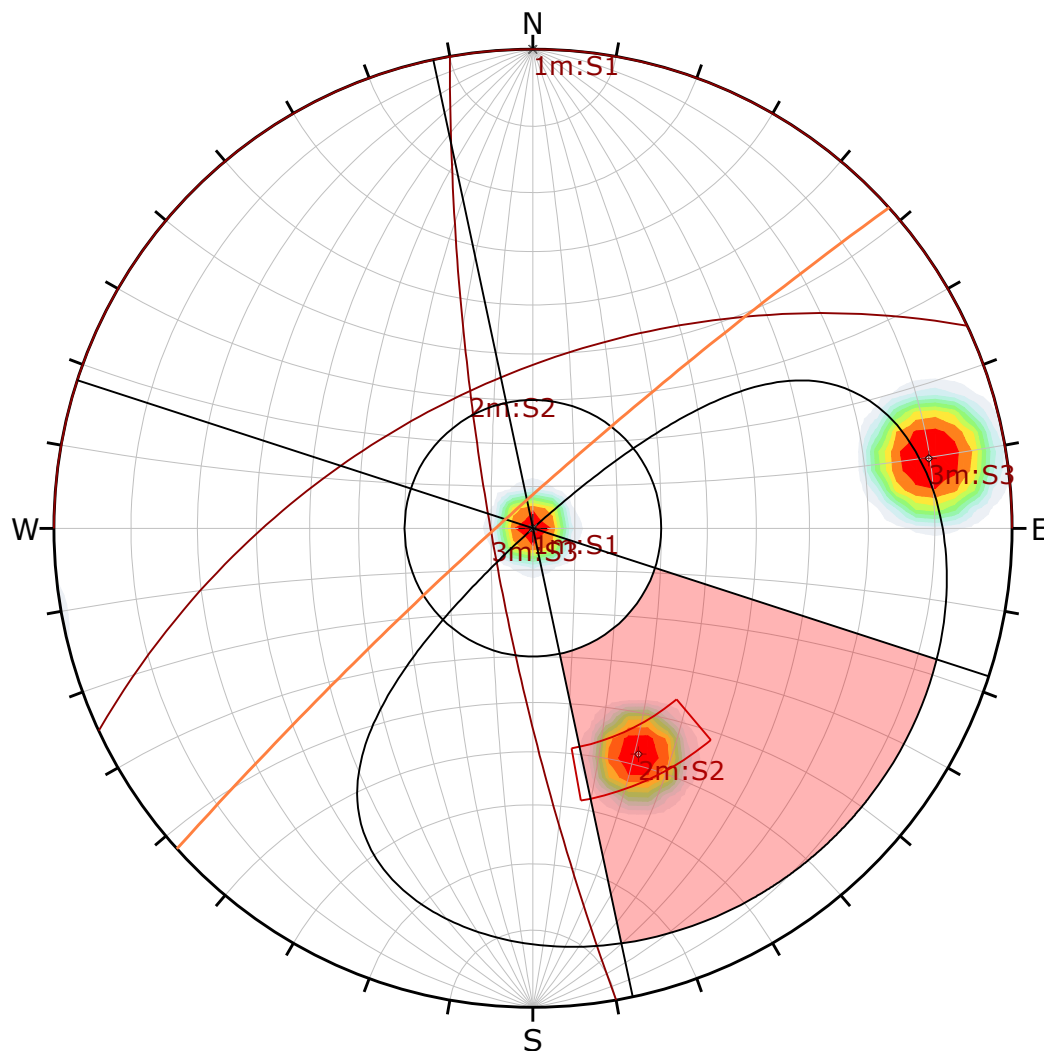
Kinematic Analysis	Flexural Toppling		
Slope Dip	84		
Slope Dip Direction	228		
Friction Angle	30°		
Lateral Limits	30°		
	Critical	Total	%
Flexural Toppling (All)	0	3	0.00%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes				
1m	■	0	360	S1
2m	■	55	335	S2
3m	■	80	260	S3

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	3 (3 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle



<i>Project</i>	Avtjerna trykkokningsstasjon		
<i>Analysis Description</i>	Bakvegg (vestvendt)_toppling		
<i>Drawn By</i>	StiMat	<i>Company</i>	Norconsult AS
<i>Date</i>	2020-11-27	<i>File Name</i>	Avtjerna_trykkokningsstasjon.dips7



Symbol	Feature
◇	Pole Vectors

Color	Density Concentrations
	0.00 - 3.40
	3.40 - 6.80
	6.80 - 10.20
	10.20 - 13.60
	13.60 - 17.00
	17.00 - 20.40
	20.40 - 23.80
	23.80 - 27.20
	27.20 - 30.60
	30.60 - 34.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	33.33%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

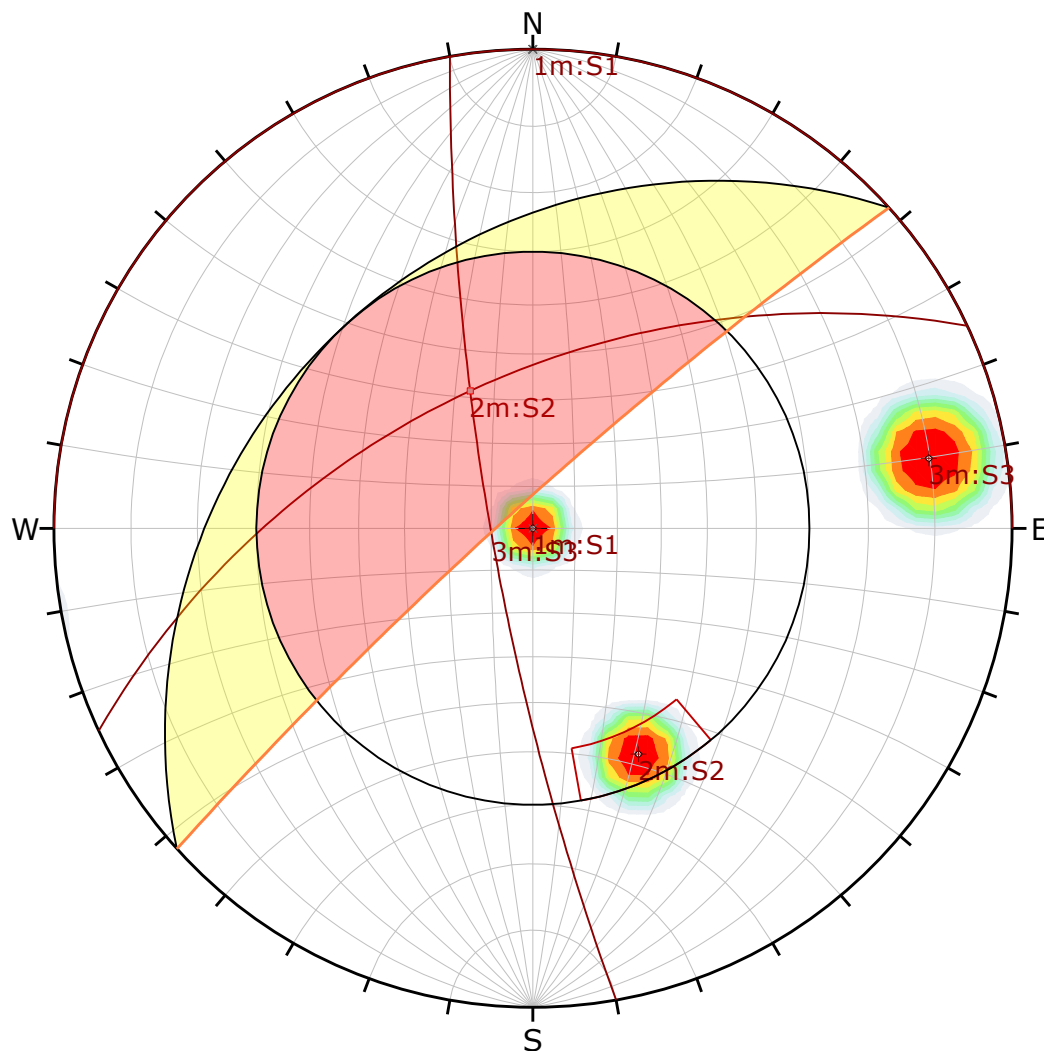
Kinematic Analysis	Planar Sliding		
Slope Dip	84		
Slope Dip Direction	318		
Friction Angle	30°		
Lateral Limits	30°		
	Critical	Total	%
Planar Sliding (All)	1	3	33.33%
Planar Sliding (Set 2: S2)	1	1	100.00%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes				
1m	■	0	360	S1
2m	■	55	335	S2
3m	■	80	260	S3

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	3 (3 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle



<i>Project</i>	Avtjerna trykkokningsstasjon		
<i>Analysis Description</i>	Sidevegg (nordvendt)_plan utglidning		
<i>Drawn By</i>	StiMat	<i>Company</i>	Norconsult AS
<i>Date</i>	2020-11-27	<i>File Name</i>	Avtjerna_trykkokningsstasjon.dips7



Symbol	Feature
◇	Pole Vectors
■	Critical Intersection

Color	Density Concentrations
	0.00 - 3.40
	3.40 - 6.80
	6.80 - 10.20
	10.20 - 13.60
	13.60 - 17.00
	17.00 - 20.40
	20.40 - 23.80
	23.80 - 27.20
	27.20 - 30.60
	30.60 - 34.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	33.33%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

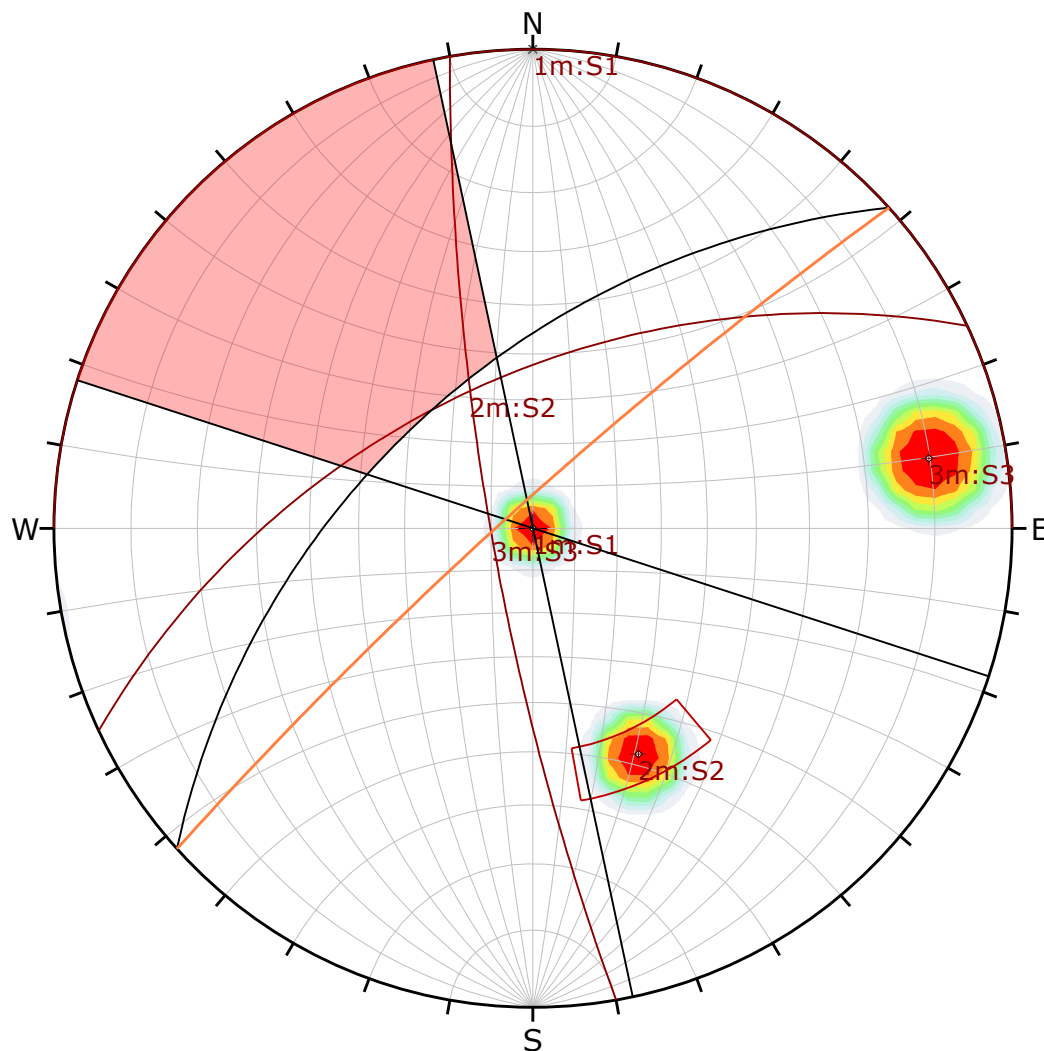
Kinematic Analysis	Wedge Sliding		
Slope Dip	84		
Slope Dip Direction	318		
Friction Angle	30°		
	Critical	Total	%
Wedge Sliding	1	3	33.33%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes				
1m	■	0	360	S1
2m	■	55	335	S2
3m	■	80	260	S3

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	3 (3 Entries)
Intersection Mode	Grid Data Planes
Intersections Count	3
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle



<i>Project</i>	Avtjerna trykkokningsstasjon		
<i>Analysis Description</i>	Sidevegg (nordvendt)_kileutglidning		
<i>Drawn By</i>	StiMat	<i>Company</i>	Norconsult AS
<i>Date</i>	2020-11-27	<i>File Name</i>	Avtjerna_trykkokningsstasjon.dips7



Symbol	Feature
◇	Pole Vectors

Color	Density Concentrations
	0.00 - 3.40
	3.40 - 6.80
	6.80 - 10.20
	10.20 - 13.60
	13.60 - 17.00
	17.00 - 20.40
	20.40 - 23.80
	23.80 - 27.20
	27.20 - 30.60
	30.60 - 34.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	33.33%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Kinematic Analysis	Flexural Toppling		
Slope Dip	84		
Slope Dip Direction	318		
Friction Angle	30°		
Lateral Limits	30°		
	Critical	Total	%
Flexural Toppling (All)	0	3	0.00%

	Color	Dip	Dip Direction	Label
Mean Set Planes				
1m	■	0	360	S1
2m	■	55	335	S2
3m	■	80	260	S3

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	3 (3 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle



<i>Project</i>	Avtjerna trykkokningsstasjon		
<i>Analysis Description</i>	Sidevegg (nordvendt)_toppling		
<i>Drawn By</i>	StiMat	<i>Company</i>	Norconsult AS
<i>Date</i>	2020-11-27	<i>File Name</i>	Avtjerna_trykkokningsstasjon.dips7