

Fauna Nord AS

► Bjørkemoen reguleringsplan

Stabilitetsvurderinger for industriområde og G/S-vei

Oppdragsnr.: 5196951 Dokumentnr.: 5196951-RIG01 Versjon: J10 Dato: 2024-06-24



Oppdragsgiver: Fauna Nord AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Rasmus Os
Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Oppdragsleder: Alf Kristian Nyborg
Fagansvarlig: Kristine Ekseth
Andre nøkkelpersoner: Gry A. Brattensborg, Andrea Støren, Beate Kvalsund, Viktor Renström

J10	2024-06-24	Oppdatering etter uavhengig kvalitetssikring	KriEks	VikRen	AnneHo
J09	2024-06-11	Oppdatering etter uavhengig kvalitetssikring	KriEks	VikRen	AnneHo
J08	2024-05-30	Oppdatering etter tilbakemelding kommune	KriEks	VikRen	AnneHo
J07	2024-02-05	Oppdatering etter uavhengig kvalitetssikring	KriEks	VikRen	AnneHo
J06	2023-06-29	Oppdatering etter uavhengig kvalitetssikring	KriEks	BeKva	AlfNyb
J05	2023-04-25	Oppdatering etter motfylling utgikk	AndSt	KriEks	AlfNyb
J04	2022-02-28	Oppdatering etter uavhengig kvalitetssikring	KriEks	VikRen	AlfNyb
J03	2021-09-23	Oppdatering til NVE 1/2019	KriEks	VikRen	AlfNyb
J02	2020-02-07	Oppdatering av enkelte avsnitt	KriEks	GAB	AlfNyb
J01	2020-01-27	Vurdering av grunnforhold og oppfylling	KriEks	GAB	AlfNyb
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

Norconsult har regnet stabilitet for 6 profiler ved Bjørkemoen-området. Beregningene er gjort for dagens situasjon og etter etablering av industriområdet med nødvendig avlastning på skråningstopp for å oppnå tilstrekkelig beregningsmessig sikkerhet. Beregningene er utført som både total- og effektivspenningsanalyser og følger kravene i Plan- og bygningsloven og NVE-veileder 1/2019. Rapporten er kvalitetssikret av en uavhengig tredjepart, slik NVE-veilederen krever.

Generelt er stabiliteten på begge sider av bekken ikke tilfredsstillende i dagens situasjon. I november 2000 gikk et kvikkleireskred ved Trondheimsveien 573/575/589, der en bolig måtte rives i etterkant. Her er det utført sikringstiltak med motfylling (og bekkelukning) og denne skal ikke fjernes.

Uten et tiltak som motfylling i bekkedalen er det nødvendig med andre sikringstiltak for å bedre skråningsstabiliteten for begge sider av Jeksla. Et av disse sikringstiltakene vil være erosjonssikring.

Øst for Jeksla anses avlastning som mest hensiktsmessig i denne sammenheng, og det er beregnet at det må graves bort anslagsvis 4 m i 50 m utstrekning fra topp skråning på det planlagte industriområdet for å oppnå krav til beregningsmessig sikkerhet. Dette forutsetter at det ikke gjøres K3/K4-tiltak nærmere skråningstopp enn 2 x skråningshøyden hvis tiltakene forverrer stabiliteten, dvs. ca. 45 m fra topp skråning. Dersom tiltakene etableres med vesentlig forbedring av stabiliteten vil det kunne etableres K3/K4-tiltak nær skråningstopp. K1-tiltak som ikke forverrer stabiliteten kan bygges i denne sonen forutsatt at lokalstabilitet ivaretas, dvs. lokalveier, gang-/sykkelveier og mindre parkeringsareal.

Når plassering og design av bygg og infrastruktur er klart må det beregnes stabilitet for dette i forbindelse med detaljprosjekteringen av området. Detaljprosjektering kommer i en senere fase, etter at regulering av området er vedtatt. Omfang og utforming av avlastet område kan tilpasses området for øvrig i samråd med arkitekt og landskapsarkitekt. I tillegg må ny kulvert/bekkeløp med tilhørende erosjonssikring detaljprosjekteres og det må lages en rekkefølgebeskrivelse av de nødvendige arbeidene før anleggsoppstart.

Gang-/sykkelvegen øst for Trondheimsveien må bygges kompensert for å oppnå krav om ikke forverring. Vår vurdering er at det skal være gjennomførbart å bygge GS-vegen slik at krav om ikke forverring oppfylles. I profil B er veien flyttet mot øst og medfører en oppfylling (motfylling) og bruk av skumglass i veikroppen. I beregningene for profil B er det benyttet 5-7 m lette masser (skumglass) med inntil 2,5 m vanlig tunge masser som overdekning. Nødvendig lagtykkelse med lette masser og overdekning må vurderes nærmere i detaljprosjektering.

Ved krysning E6/Trondheimsveien skal det bygges en G/S-veibro som skal gå over E6. Norconsult har vurdert mulige fundamentingsløsninger for denne broen, men ikke gjort noen beregninger for dette. Pelefundamentering er antageligvis den beste fundamentingsmetoden da den ikke krever et like stort areal som direktefundamentering. Spissbærende peler er ikke mulig på grunn av stor dybde til berg, slik at ulike varianter av friksjonspeler er vurdert. Mest egnet virker åpne stålrørspeler, fulgt av kalk-sementstabilisering eller jetpeler, disse eventuelt i kombinasjon med stålrørspeler. Dette vil må vurderes nærmere ved detaljprosjektering av broen.

► Innhold

1	Innledning	6
2	Grunnforhold	9
3	Områdestabilitetsvurderinger	11
3.1	Generelt	11
3.2	Prosedyre for områdestabilitetsvurdering	12
4	Beregningsforutsetninger	13
4.1	Beregningsverktøy	13
4.2	Lagdelling og materialparametere	13
4.2.1	<i>Grunnlag lagdelling profil A</i>	15
4.2.2	<i>Grunnlag lagdelling profil B</i>	15
4.2.3	<i>Grunnlag lagdelling profil D</i>	15
4.2.4	<i>Grunnlag lagdelling profil E</i>	15
4.2.5	<i>Grunnlag lagdelling profil F</i>	15
4.2.6	<i>Grunnlag lagdelling profil G</i>	15
4.3	Beregningssituasjoner	15
5	Stabilitetsberegninger	17
5.1	Profil A	18
5.2	Profil B	18
5.2.1	<i>Profil B midlertidig situasjon</i>	20
5.3	Profil C	22
5.4	Profil D	22
5.5	Profil E	22
5.6	Profil F	23
5.7	Profil G	23
5.8	Sikringstiltak	23
6	Vurdering av løsne- og utløpsområder	25
6.1	Løsneområder	25
6.2	Utløpsområder	27
6.3	Faregradsklasse, konsekvensklasse og risikoklasse	29
6.3.1	<i>Bjørkemoen</i>	29
6.3.2	<i>Bjørkeløkka</i>	31
6.3.3	<i>Nygard</i>	33
7	Fundamentering av GS-veibro	35
7.1	Pelefundamentering	35
7.2	Direktefundamentering	36

8	Anleggsfase	37
9	Oppsummering	39
10	Referanser	40
Vedlegg A	Tolkede trykksonderinger	41
Tegninger		
V001-V002	Oversikt grunnundersøkelser	
V101-V122	Stabilitetsberegninger profiler A-B, D-G	
V201	Oppdaterte kvikkleiresoner	
V301	Avlastning og tiltaksbegrensning	

1 Innledning

I forbindelse med detaljregulering av et område på Bjørkemoen mellom E6 og Trondheimsvegen nord for Lindeberg i Lillestrøm kommune, er det nødvendig med vurdering av områdestabilitet ved oppfylling av ravinene i området. Ifølge gjeldende kommuneplan skal det etableres et industriområde med tilhørende adkomstveier. I den sammenheng har kommunen satt et krav om at det også skal bygges en gang- og sykkelvei langs Trondheimsveien (Fv. 1496). Gang- og sykkelveien er planlagt lagt til østsiden av Fv. 1496. For å etablere adkomstvei til området er Trondheimsveien flyttet noe mot øst ved profil B.

For situasjonskart, se Figur 1.



Figur 1 Oversiktskart over Bjørkemoen-området. Profil C utgår. Kartdata fra Kartverket, Geovekst og kommunen. Planområdet er indikert med blått polygon. Nordorientert.

Plan- og bygningslovens §28-1 og TEK17 §7-1 [1] stiller krav til plassering, prosjektering og utførelse av bebyggelse slik at det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare og naturpåkjenninger som flom, stormflo og skred. I Bjørkemoen-området er det påvist kvikkleire i et borpunkt og antatt tilsvarende grunnforhold i resten av området. Tidligere grunnundersøkelser har også påvist kvikkleire og sprøbruddmateriale i flere borpunkt i og ved området. Rapporter fra området som har vært tilgjengelige:

- ❖ Løvlien Georåd AS, notat nr. 10-239 «Reguleringsplan Bjørkemoen – Stabilitetsvurdering» 31.01.2012 [2]
- ❖ Løvlien Georåd AS, rapport nr. 14402-1 «Bjørkemoen, Sørumselva. Geoteknisk datarapport», 10.08.2017 [3]
- ❖ Løvlien Georåd AS, notat nr. 14402-1 «Bjørkemoen, Sørumselva. Geoteknisk notat», 10.08.2017 [4]
- ❖ Veglaboratoriet, oppdragsnr. C 410 «Redegjørelse om fundamenteringsforholdene for: Bru for nåværende E6 over motorvegen ved Gran», 18.09.1969 [5]
- ❖ Veglaboratoriet, oppdragsnr. C410A-3 «Glidning ved søndre pilarfundament for overgangsbru Gran, motorveg Trondheimsvegen», 01.06.1970 [6]

Denne rapporten oppsummerer vurderinger av områdestabilitet for Bjørkemoen næringsområde og planlagt gang-/sykkelvei (G/S-vei) fra Lindeberg til Ullensaker kommunegrense. Vurderingene er gjort i forbindelse med områdesreguleringen av området. Hensikten er å kunne dokumentere tilfredsstillende sikkerhet mot skred etter TEK17 §7-3.

NVEs veileder 1/2019, «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [7] er lagt til grunn i vurderingene. Rapporten er begrenset til vurdering av områdestabilitet og fare for skred i kvikkleire/sprøbruddmaterialer, samt en vurdering av stabilitet ved oppfylling av raviner i området, som vist i tegning 001. Det er også gjort en overordnet vurdering av fundamenteringsmetoder for en G/S-veibro over E6, med grunnlag i utførte og tidligere grunnundersøkelser.

NVEs veileder stiller krav om sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,4$ for tiltak i tiltakskategori K4 (større næringsbygg, kontorbygg) der tiltaket ikke forverrer stabiliteten, og for anlegg av begrenset størrelse og tyngde (herunder gang- og sykkelveger) skal tiltaket ikke påvirke områdestabiliteten negativt (tiltakskategori K1). Statens vegvesen følger NVEs klassifisering, slik at G/S-vei plasseres i tiltakskategori K1 [8]. Definisjon av tiltakskategoriene er vist i Figur 2.

Dersom tiltakene forverrer stabiliteten, uavhengig av tiltaksklasse, kreves det absolutt beregnet stabilitet $F_{cu} \geq 1,4$ x $f_s \geq 1,4$ x 1,15. For alle tilfeller gjelder $F_{c\phi} \geq 1,25$.

Lokalstabilitet, bæreevne, detaljert anleggsgjennomføring, konkret vurdering av setningsproblematikk m.m. er ikke vurdert i denne rapport.

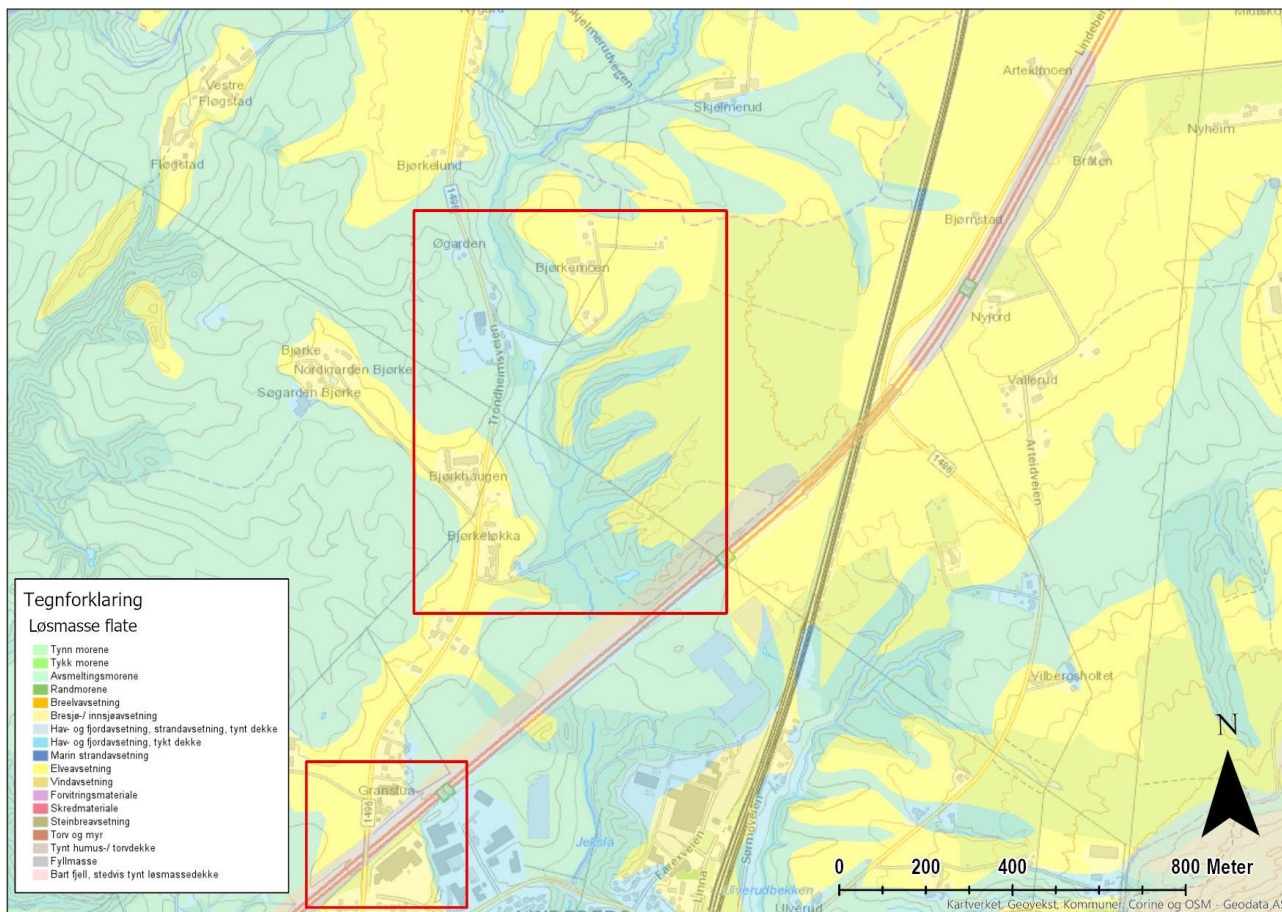
Tabell 3.2 Tiltakskategori med eksempler på type tiltak

Tiltaks-kategori	Type tiltak
K0	Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger
K1	Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedepionier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre massefyllinger
K3	Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg
K4	Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

Figur 2 NVEs tiltakskategorier [7].

2 Grunnforhold

Planområdet ligger sør for Kløfta, i et område med hovedsakelig marine avsetninger og noe fluviale avsetninger på topp av terrasser/platå (se Figur 3).



Figur 3 Løsmassekart over området. [9]

Terrenget består av flate, marine avsetninger med dype raviner som skjærer seg inn i platåene. Nord-sør i planområdet går en bekk, Jeksla; parallelt på vestsiden av denne går Trondheimsveien (Fv. 1496).

Det er gjort grunnundersøkelser i flere omganger i nærområdet, blant annet har Løvlien Georåd AS gjort grunnundersøkelser i 2012 og 2017 [2] [3] [4], og i forbindelse med utbygging av E6 ble det også gjort flere grunnundersøkelser på 1970-tallet [5]. Alle rapportene har påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale.

Det er også utført grunnundersøkelser for dette oppdraget, disse inkluderer:

- ❖ 21 dreietrykksonderinger
- ❖ 4 CPTu-sonderinger

- ❖ 3 prøveserier
- ❖ 6 poretrykksmålere i 3 punkt

Norconsult-rapport 5196951-RIG-R03 [10] inneholder sonderingsdiagram og labrapport for de utførte grunnundersøkelsene, samt et oversiktskart som viser plassering av utførte sonderinger. Borpunkt 5, 13 og 18 har alle påvist kvikkleire eller sprøbruddmateriale i ulike dybder.

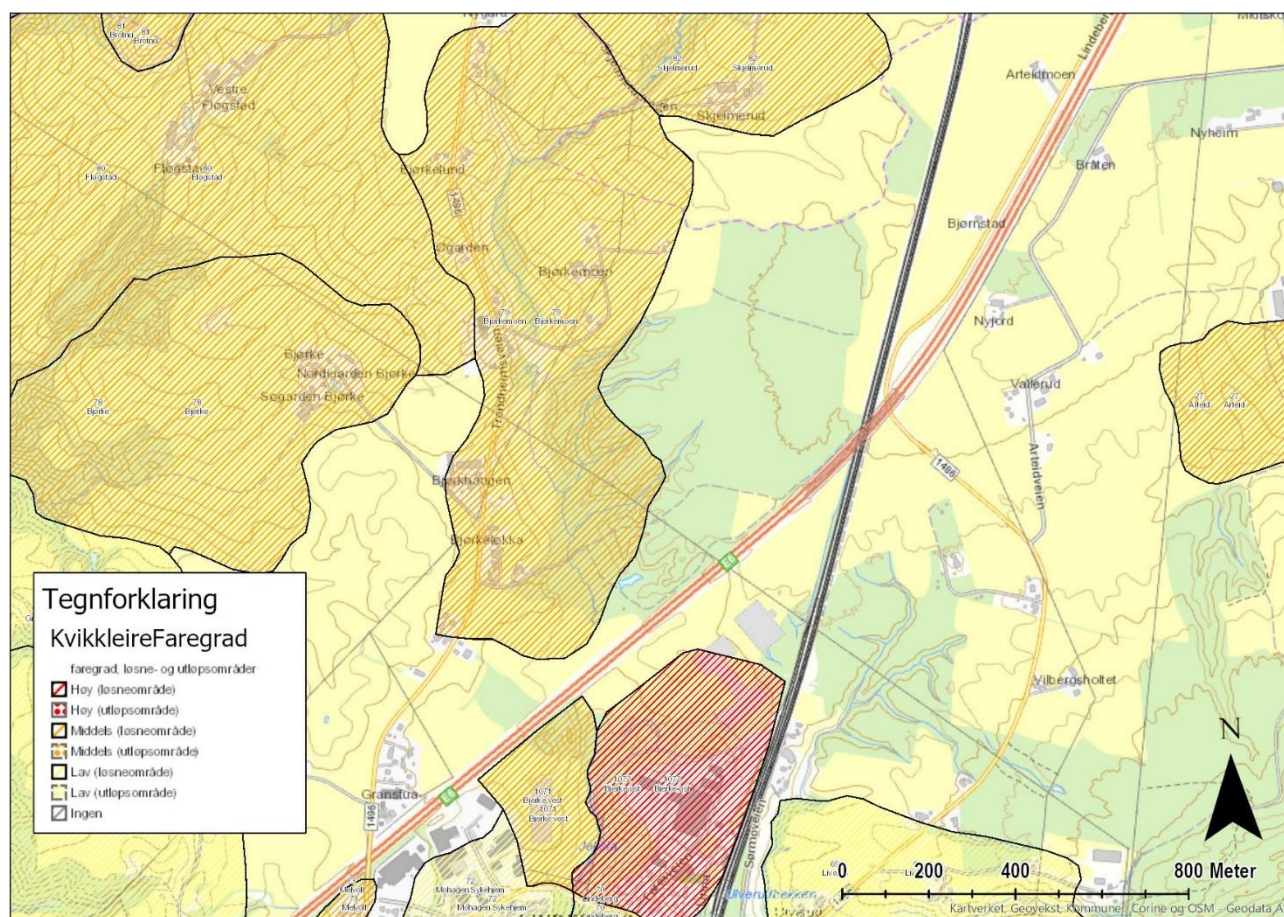
3 Områdestabilitetsvurderinger

3.1 Generelt

Bjørkemoen og omkringliggende områder ligger innenfor kvikkleiresonen 79 «Bjørkemoen», kartlagt i 2001. Sonen har faregrad «Middels», konsekvensklasse «Alvorlig» og tilhører risikoklasse 3 [11]. Området er fortsatt skredfarlig etter NVEs nye veileder 1/2019 [7], og er vurdert etter følgende terrengkriterier:

- ❖ Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og total skråningshøyde > ca. 5 m
- ❖ Platåterreng med høydeforskjell > ca. 5 m, inkludert dybde til elvebunn
- ❖ Maksimal bakovergrepene skredutbredelse = 20 x skråningshøyde målt fra bunn av ravine

Figur 4 viser kvikkleiresone «Bjørkemoen».



Figur 4 Kvikkleiresone «Bjørkemoen», kilde NVE Atlas [11]

3.2 Prosedyre for områdestabilitetsvurdering

Tabell 1 Prosedyre for utredning av områdeskredfare i henhold til kap. 3.2 i NVE-veileder 1/2019.

Steg	Prosedyre	Vurdering
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Det finnes en kvikkleiresone innenfor planområdet, og flere kvikkleiresoner ved/nær planområdet. Kvikkleiresonen «79 Bjørkemoen» har faregrad middels, mens kvikkleiresonene «80 Fløgstad» og «82 Skjelmerud» grenser begge til sonen og begge har faregrad middels. Det ligger flere kvikkleiresoner i nærområdet. Statens vegvesen har avmerket 3 kvikkleireområder sør for planområdet, på E6.
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Hele planområdet ligger under marin grense. Det er påvist kvikkleire innenfor planområdet, ref. kap. 2.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred.	Terreng som kan være utsatt for områdeskred tilsvarer hele planområdet som vist i Figur 1. Høydeforskjellen er > 5 m og området ligger i et platåterreng. Det er også påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale i flere prøveserier.
4	Bestem tiltakskategori	Tiltakskategori er bestemt til K4, som beskrevet under: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>K4 Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg</p> </div>
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde	Kritiske skråninger og mulig løснеområde vil være skråninger mot Jeksla og raviner inne på terrassen. Skråningshøyden i området er ca. 25 m, dvs. at et innledende løснеområde vil dekke hele planområdet.
6	Befaring	Utført via Norge i bilder og Google Maps streetview. Det er ikke synlig berg i dagen i eller nær planområdet. Befaring utført av Lillestrøm kommune har vist at det er pågående erosjon i bekken og tilgrensende raviner. Det ble bl.a. observert overflateutglidninger i skråningene.
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Grunnundersøkelser er utført og beskrevet i Norconsult-rapport 5196951-RIG0X.
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løсне- og utløpsområder	Aktuell skredmekanisme er vurdert å være retrogressiv skredmekanisme, basert på b/D-faktoren i NVEs veileder. Løsne- og utløpsområdet er tegnet opp med bakgrunn i dette. Mer detaljert informasjon er presentert i kapittel 6.
9	Klassifiser faresoner	Faresonene er klassifisert med høy faregrad, konsekvensklasse mindre alvorlig/alvorlig og risikoklasse 3-4. Dette er dokumentert i kapittel 6.3.
10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	Beregninger er dokumentert i kapittel 5. Alle beregningsprofilene har tilfredsstillende stabilitet etter oppfylling/avlastning i henhold til NVE-veilederens krav.
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Grunnundersøkelser og faresone meldes inn til NADAG så snart uavhengig kvalitetssikring er ferdig og rapporten er godkjent.

4 Beregningsforutsetninger

4.1 Beregningsverktøy

I henhold til NVEs veileder skal sikkerheten mot utglidninger bestemmes både for dagens situasjon med drenert og udrenert jordoppførsel. Det er derfor utført beregninger med effektive styrkeparametere (friksjonsvinkel φ og attraksjon a) og udrenert skjærfasthet c_u . Beregningene er utført i programmet Geosuite Stability.

4.2 Lagdeling og materialparametere

Resultatene fra prøver tatt opp i borpunkt 5, 13 og 18 er vist i datarapport [10].

I prøveserie i borpunkt 5 er det påvist kvikkleire eller sprøbruddmaterialer fra 9 m dybde til 19 m dybde, dvs. kote +146,2 til kote +136,2. Prøveserien er ikke kontinuerlig, og prøvene er tatt opp fra 9-19 m dybde.

Prøveserie i borpunkt 13 har påvist sprøbruddmateriale fra 5-12 m dybde (kote +148,2 til kote +141,2), deretter leire i 13-14 m dybde, etterfulgt av sprøbruddmateriale fra 18-20 m dybde (kote +135,2 til kote +133,2). Prøveserien er ikke kontinuerlig, med poseprøver 1-4 m dybde, sylindrerprøver fra 5-20 m dybde.

Prøveserie i borpunkt 18 har påvist siltig leire fra 2-10 m dybde (kote +154 til kote +144), deretter sprøbruddmateriale fra 17-17,5 m dybde som går over til kvikkleire fra 17,5 m dybde til 22 m dybde (kote +139 til kote +134). Prøveserien er ikke kontinuerlig, med poseprøver 2-7 m dybde, sylindrerprøver 8-22 m dybde.

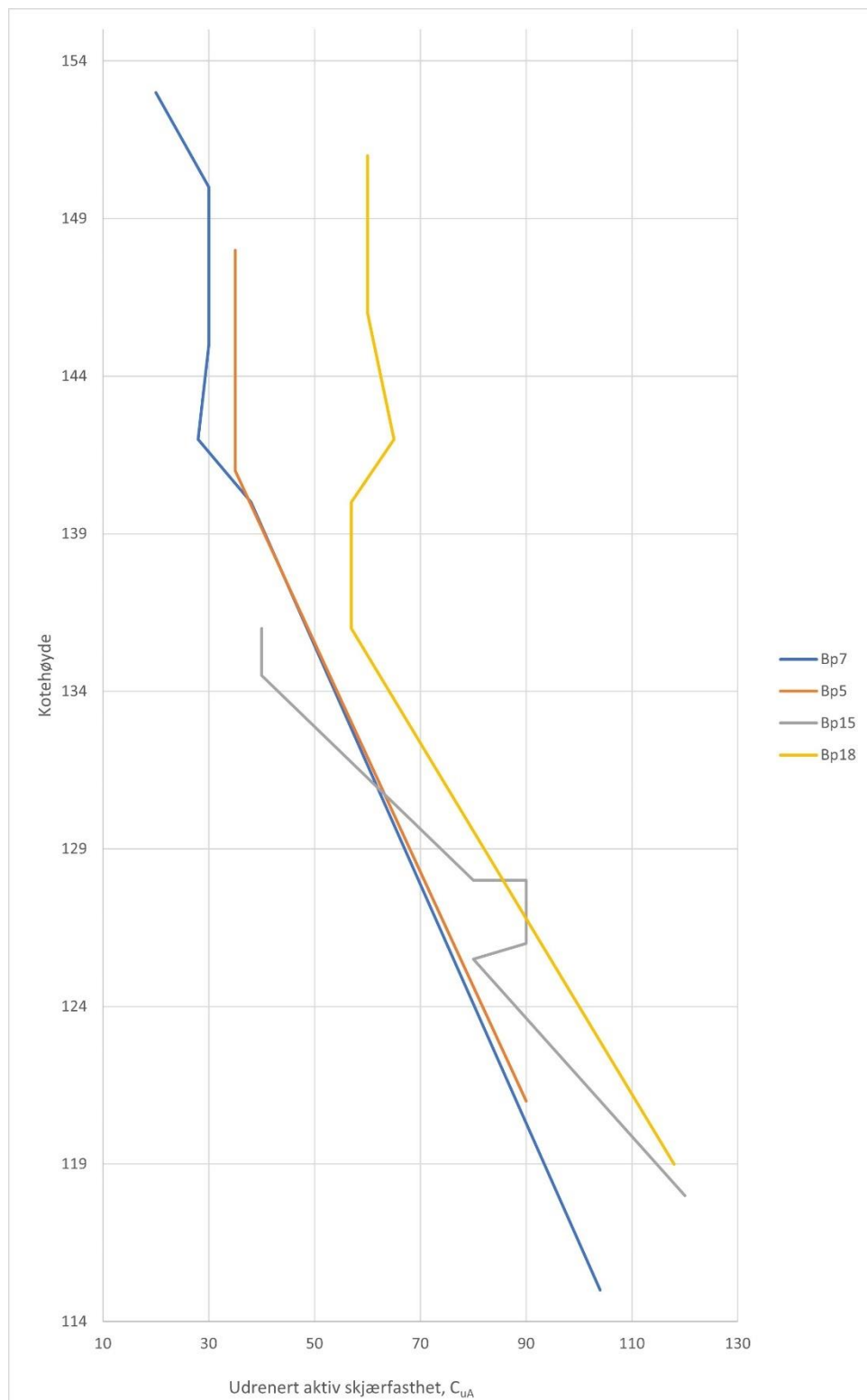
Det er gjort til sammen 6 ødometerforsøk og 3 kornfordelinger i tillegg til rutineundersøkelser på 10 poseprøver og 19 sylindere, 5 glødetap for påvisning av organisk materiale og 5 konsistensgrenseundersøkelser.

Tørreskorpe er regnet som et drenert friksjonsmateriale, $\varphi = 30^\circ$ og $a = 0$. Det er regnet med ca. 4 m tørreskorpeleire. Grunnvann ligger ca. 5 m under terreng ved topp av skråning og rett under terrenget ved bunn av skråning. Det er antatt elvedybde ca. 2 m i alle beregningene. Grunnundersøkelser og laboratorieresultater er vist i datarapport [10].

Ansotropifaktorer for direkte og passiv skjærfasthet er valgt basert på NIFS-rapport 14/2014 [12]. Det er brukt $c_uD/c_uA = 0,63$ og $c_uP/c_uA = 0,35$ for kvikkleiren og den mindre sensitive leiren. Tolket skjærfasthet fra CPTu-sonderinger er vist i vedlegg B. Sammenstilling av tolkningene er vist i Figur 5.

For drenert situasjon er det brukt verdier tolket fra CPTu-sonderinger i borpunkt 5, 7, 15 og 18. I den siltige leiren er $\varphi = 28^\circ$ og $a = 10$, i kvikkleiren er det brukt $\varphi = 26^\circ$ og $a = 5$. Da det ikke finnes treaksialforsøk blir CPTu-sonderingene og erfaringsverdier eneste kilde til informasjon om friksjonsvinkler. Som en konsekvens av dette blir beregnet sikkerhet i effektivspenningsanalysene i enkelte profiler urealistisk lav. Det antas at reell friksjonsvinkel minst tilsvarer rasvinkel for skråningene slik de står i dag.

Beregningsparametere benyttet for fyllmassene er friksjonsvinkel $\varphi = 38^\circ$ og $a = 2$.



Figur 5 Sammenstilt tolkning av CPTu-sonderinger i borpunkt 5, 7 (begge vestsiden, topp av skråning), 15 (øst, bunn av ravine) og 18 (øst, topp av skråning).

Benyttet aktiv skjærfasthet har vært oppjustert noe i profil B og D for å få før-situasjon til å få beregningsmessig sikkerhet $F_{CU} \approx 1,0$. I disse profilene står skråningene svært bratt og med stor høydeforskjell, og nærmeste trykksonderinger er tatt et stykke unna. Dersom det hadde vært tilgjengelig trykksonderinger i flere borpunkt, samt treaksialforsøk på noen av de opptatte prøveseriene, ville sannsynligvis tolket skjærfasthet ha vært høyere enn dagens tolkning med spredte trykksonderinger og parametere fra rutineundersøkelser.

4.2.1 Grunnlag lagdeling profil A

Profil A har lagdeling basert på dreietrykksondering og trykksondering i borpunkt 7 i vest og dreietrykksondering og trykksondering i borpunkt 15 for elvenivå og dreietrykk i borpunkt 14 for østsiden. Nærmeste prøveserie er tatt opp i borpunkt 18.

4.2.2 Grunnlag lagdeling profil B

Profil B har lagdeling basert på dreietrykksondering i borpunkt 6 i vest og dreietrykksondering i borpunkt 20 i øst. Nærmeste prøveserie er tatt opp i borpunkt 18.

4.2.3 Grunnlag lagdeling profil D

Profil D har lagdeling basert på dreietrykksondering, trykksondering og prøveserie i borpunkt 5 i vest, ingen sonderinger tilgjengelig i øst. I øst er lagdeling basert på en antagelse om at dreietrykksondering i borpunkt 20 kan ekstrapoleres nordover.

4.2.4 Grunnlag lagdeling profil E

Profil E har lagdeling basert på dreietrykksondering og trykksondering i borpunkt 7 i vest og dreietrykksondering og trykksondering i borpunkt 15 for elvenivå og dreietrykk i borpunkt 14 for østsiden. Nærmeste prøveserie er tatt opp i borpunkt 18. Lagdelingen er basert på en antagelse om at grunnforholdene kan ekstrapoleres sørover mot E6.

4.2.5 Grunnlag lagdeling profil F

Profil F har lagdeling på vestsiden basert på dreietrykksondering i borpunkt 3 og trykksondering og prøveserie i borpunkt 5 lenger sør, ingen sonderinger tilgjengelig i øst. I øst er lagdeling basert på en antagelse om at dreietrykksondering i borpunkt 20 kan ekstrapoleres nordover.

4.2.6 Grunnlag lagdeling profil G

Profil G har lagdeling basert på dreietrykksondering og trykksondering i borpunkt 15 i bunn av profilet og dreietrykk, trykksondering og prøveserie i borpunkt 18. I borpunkt 19 foreligger det en dreietrykksondering.

4.3 Beregnings situasjoner

Det er utført stabilitetsberegninger for 5 profiler, på begge sider av Jeksla. Profilene er kalt A-G, og beliggenhet av disse er vist i Figur 6. Profil C er ikke beregnet og utgår, da ravinen skal fylles opp. Tilsvarende gjelder resterende øst-vestgående raviner innenfor næringsområdet i øst.



Figur 6 Plassering av profiler brukt i stabilitetsberegninger. Profil C utgår.

5 Stabilitetsberegninger

Ifølge reguleringsplan er det ønskelig å lage et industriområde med tilhørende adkomstveier. I den sammenheng har kommunen satt et krav om at det også skal bygges en gang- og sykkelvei langs Trondheimsveien (Fv. 1496). I tillegg er Trondheimsveien flyttet noe mot øst ved profil B for å oppfylle krav til siktkurver. Gang- og sykkelveien er planlagt til østsiden av Fv. 1496. Bjørkemoen-området har ikke tilfredsstillende stabilitet i dagens situasjon etter verken Eurokode 7 eller NVEs veileder 1/2019.

Det var opprinnelig vurdert motfylling i bekkedalen som sikringstiltak for å oppnå tilstrekkelig beregningsmessig sikkerhet. Det er nå likevel ikke aktuelt for Lillestrøm kommune med en slik omfattende gjenfylling av ravedalen, da dette ville innebære å måtte legge et lengre strekke av bekken i rør. Det er derfor utarbeidet en ny løsning der det kun er fylling for ny og forbedret atkomst til Bjørkemoen (ved profil B, se Figur 7), dvs. atkomst både til eksisterende boliger, gårdsbruk og det nye industriområdet. Denne fyllingen vil også utbedre område med kritisk lav sikkerhet mot skred. For å oppnå tilstrekkelig sikkerhet uten motfylling i øvrige profiler, er det vurdert nødvendig omfang av avlastning på skråningstopp. Beregningene er oppdatert med ny geometri og avlastning. Sideravinene innenfor planlagt industriområde skal fortsatt fylles opp som opprinnelig planlagt.



Figur 7 Beregningsprofiler med tilhørende sonderinger. Nordorientert.

5.1 Profil A

Resultater fra beregningene er vist i Tabell 2. Beregningsprofilene er vist på tegning V101-V104.

Tabell 2 Beregnede sikkerhetsfaktorer, profil A

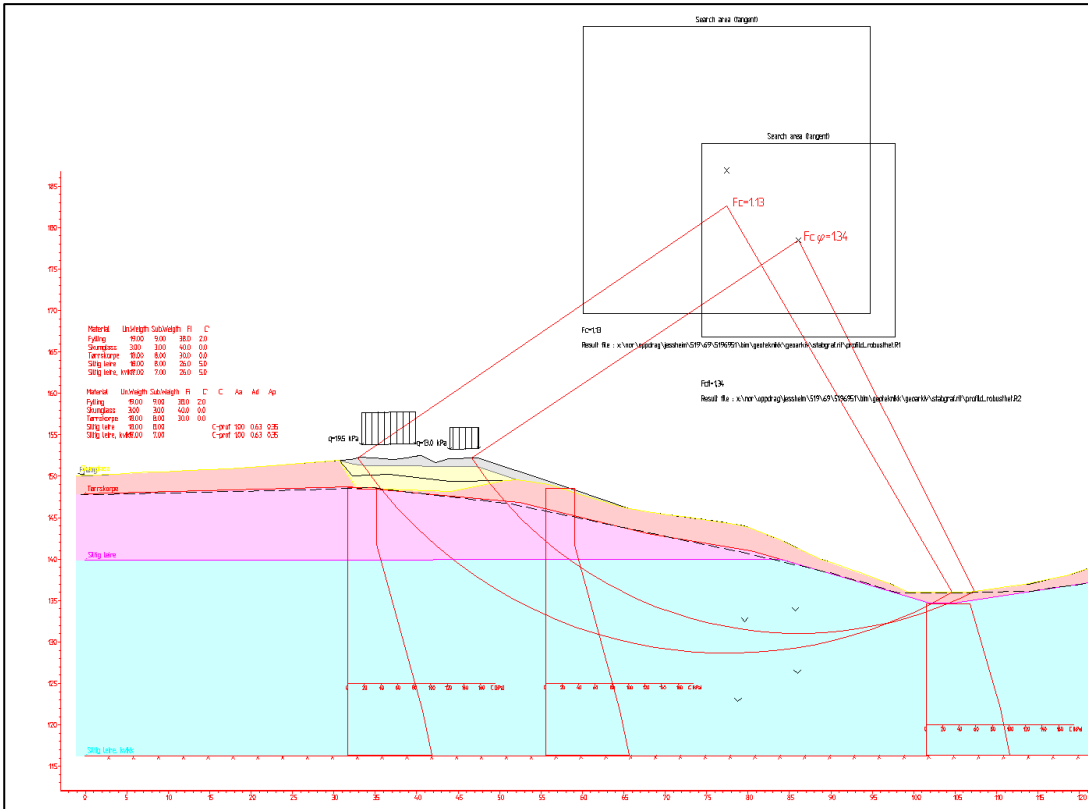
Type analyse	Sikkerhetsfaktor, vest for Jeksla	Sikkerhetsfaktor, øst for Jeksla	Tegningsnummer
Effektivspenning	1,6	1,6	101
Totalspenning	1,0	1,1	102
Effektivspenning, avlastning	-	1,7	103
Totalspenning, avlastning	-	1,2	104
Krav til sikkerhet etter tiltak	Ikke forverring	$F_{c\phi} = 1,25$ og $F_{cu} = 1,20$ (robusthet / prosentvis forbedring)	

Mot vest er beregnet sikkerhet lav i dagens situasjon i totalspenningsanalyse. Et evt. skred her vil ikke kunne ramme industriområdet. GS-vegen ligger med en avstand større enn 2 x skråningshøyde unna skråningstopp, så skråningen vurderes upåvirket iht. NVE 1/2019, figur 3.4 [7]. Krav om ikke forverring anses derfor som oppfylt.

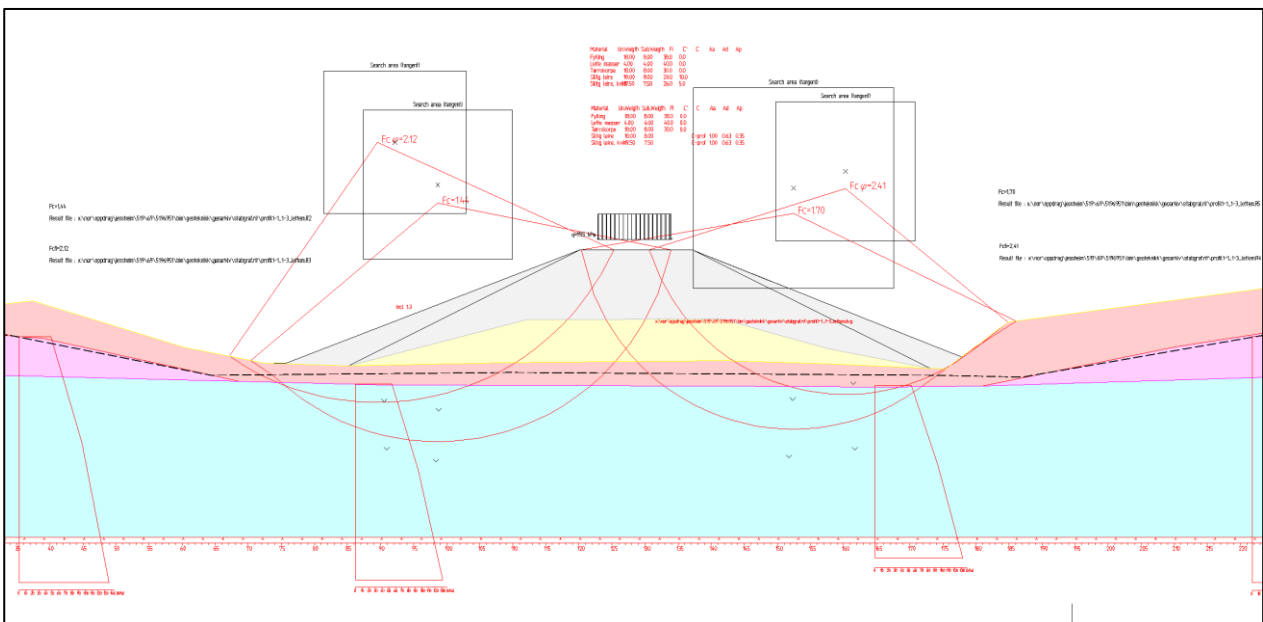
Mot øst er beregnet sikkerhet lav i dagens situasjon i totalspenningsanalyse. For å oppfylle krav til beregningsmessig sikkerhet, må det avlastes i størrelsesorden 4 m i 50 m utstrekning. Området som må avlastes er vist på tegning V301. Omfang og utforming av avlastet område kan tilpasses området for øvrig i samråd med ARK/LARK. Det forutsettes at det ikke gjøres K3/K4-tiltak nærmere skråningstopp enn 2 x skråningshøyden, dvs. ca. 45 m fra topp skråning. K1-tiltak som ikke forverrer stabiliteten kan bygges i denne sonen.

5.2 Profil B

Resultater fra beregningene er vist i Tabell 3. Beregningsprofilene er vist på tegning V105-V109. Beregningene er gjort med last fra Trondheimsveien, 15 kPa x 1,3 lastfaktor = 19,5 kPa og last fra GS-veg, 10 kPa x 1,3 lastfaktor = 13 kPa. I tegning 105 er adkomstvei over Jeksla vist, ingen beregninger da adkomstveien medfører fullstendig oppfylling på tvers over ravinen. I Figur 8 er beregning for robusthet av nærliggende skråninger til oppfylling og sikrforbedringstiltaket i kryss vist. Med ca. 3 m oppfylling får robustheten på totalspenningsbasis en forbedring på ca. 13% - mindre enn krav til vesentlig forbedring, men bedre enn krav til forbedring. I Figur 9 er «lokalstabilitet» for fylling for adkomst vei vist. I tegning 106-109 er veien flyttet mot øst, sammenlignet med dagens situasjon, dette for å forbedre sikt i kryss.



Figur 8 Beregning av robusthet for tiltak ved profil B.



Figur 9 Beregning av «lokalstabilitet» av fylling for adkomstvei.

Tabell 3 Beregnede sikkerhetsfaktorer, profil B, 1:2-helning vei/GS-vei

Type analyse	Sikkerhetsfaktor, vest for Jeksla	Sikkerhetsfaktor, øst for Jeksla	Tegningsnummer
Ingen	-	-	105
Effektivspenning	1,3	1,4	106
Totalspenning	1,01	1,04	107
Effektivspenning, oppfylling	1,58	1,61	108
Totalspenning, oppfylling	1,19/1,27	1,17	109
Krav til sikkerhet etter tiltak	$F_{c\phi} \geq 1,25$ og $F_{cu} \geq 1,15$ tilsvarende vesentlig forbedring på 14,5% (robusthet / vesentlig forbedring)	$F_{c\phi} \geq 1,25$ og $F_{cu} \geq 1,13$ tilsvarende forbedring på 9% (robusthet / forbedring)	

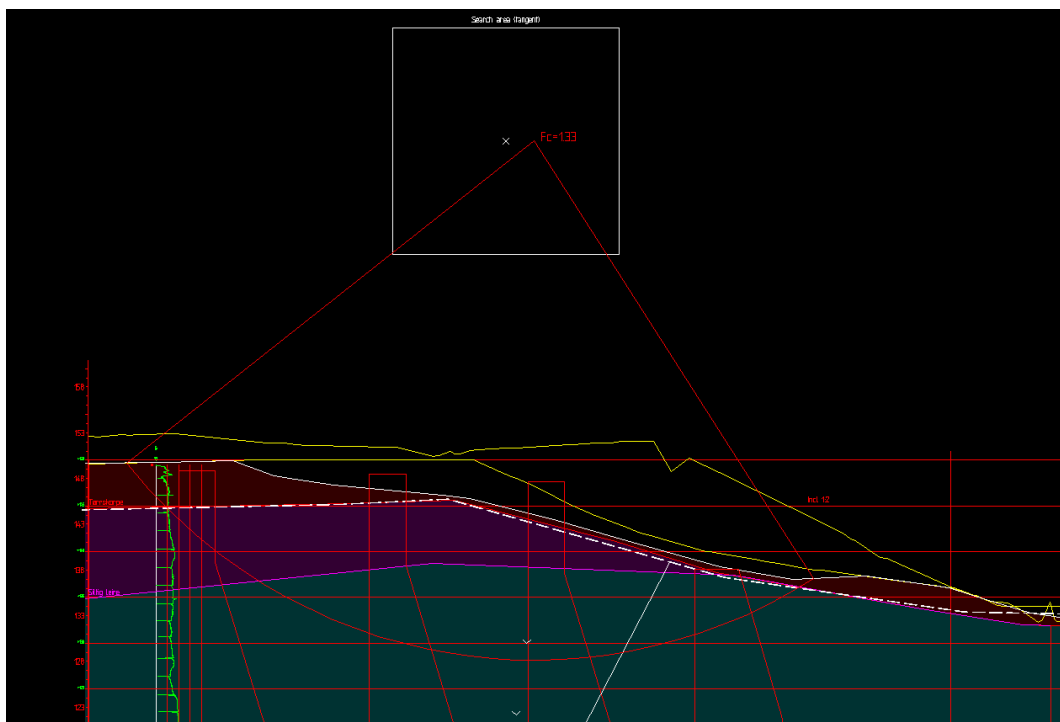
Høyde på oppfylling i beregningene er ca. 18 m fra bunn av vegfylling til topp. Det er lagt inn ca. 6 m skumglass med tanke på «lokalstabilitet» for fyllingen.

For situasjon med oppfylling for adkomstvei tilfredsstilles kravene til områdestabiliteten. Fyllingen vil også virke som en motfylling og forbedre dagens situasjon vesentlig.

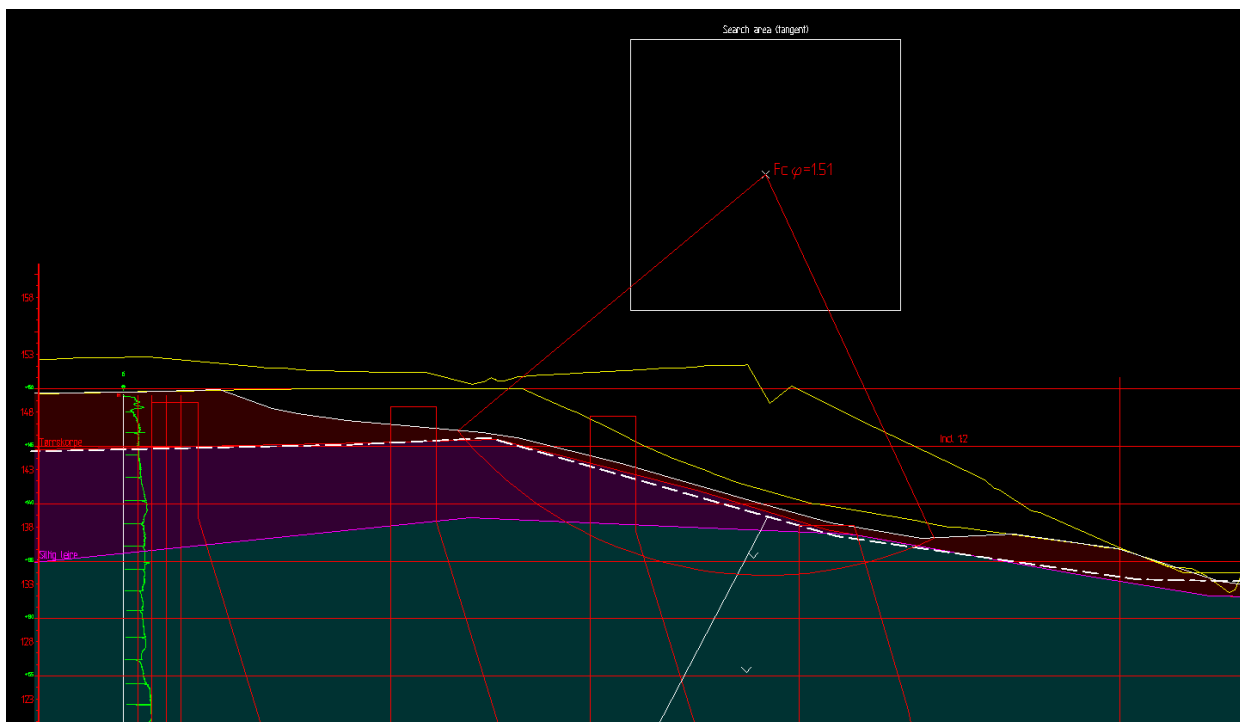
For situasjon med etablering av GS-vei og flytting av fylkesvei, dvs. situasjon med oppfylling med ca. 16 meter fylling og skumglass, tilfredsstiller analysene krav til beregningsmessig sikkerhet. Det er også vist en beregningssirkel for veiens «lokalstabilitet» i tegning 109, den viser $F_{cu} = 1,46 = 1,5$. Statens vegvesens vegnormal N200 [8] og veileder V220 [13] anbefaler valg av CC/RC basert på ÅDT og omkjøringsmuligheter. Dvs. at krav til beregningsmessig sikkerhet for «lokalstabilitet» for et CC2-tiltak er 1,5 for sprøtt brudd – beregningen er innenfor dette kravet.

5.2.1 Profil B midlertidig situasjon

Det er også gjort beregninger for midlertidig situasjon i Profil B, knyttet til etablering av GS-vei og flytting av fylkesveien. Det bør avlastes noe lenger bakover (mot vest) i midlertidig situasjon, ca. 20 m i horisontal retning. Se Figur 10 og Figur 11. Eventuelt kan det avlastes i noe mindre utstrekning mot vest, men etableringen av vei og GS-vei må foregå i seksjoner. Dette vurderes nærmere i detaljprosjekteringen.



Figur 10 Midlertidig situasjon – avgravn, før oppfylling. Totalspenningsbasis.



Figur 11 Midlertidig situasjon – avgravn, før oppfylling. Effektivspenningsbasis.

5.3 Profil C

Ikke beregnet, profilet skal fylles helt opp i forbindelse med etablering av industriområdet.

5.4 Profil D

Resultater fra beregningene er vist i Tabell 4. Beregningsprofilene er vist på tegning V109-V112.

Tabell 4 Beregnede sikkerhetsfaktorer, profil D

Type analyse	Sikkerhetsfaktor, vest for Jeksla	Sikkerhetsfaktor, øst for Jeksla	Tegningsnummer
Effektivspenning	1,2	1,2	110
Totalspenning	1,0	< 1,0	111
Effektivspenning, GS-veg	1,3	-	112
Totalspenning, GS-veg	1,0	-	113
Krav til sikkerhet etter tiltak	Ikke forverring	Ikke forverring	

Mot vest er beregnet sikkerhet lav i dagens situasjon i totalspenningsanalyse. Et evt. skred her vil ikke kunne ramme industriområdet. GS-vegen må bygges kompensert for å oppfylle krav om ikke forverring. I stabilitetsberegningene er GS-vegen senket 0,6 m ift. opprinnelig prosjektet (på høyde med vegskulderen til fylkesvegen), og det er benyttet ca. 1,5 m lette masser (skumglass) med 1 m overdekning vanlig tunge masser. Oppbygning av GS-vegen må detaljeres.

Mot øst er beregnet sikkerhet lav i dagens situasjon i effektiv- og totalspenningsanalyse. Andelen sprøbruddmateriale (b/D) i kritisk glideflate er på ca. 30% iht. figur 4.5 i NVE 1/2019. Grunnet noe usikkerhet rundt beliggenhet av kvikkleiren betraktes området allikevel som om det er b/D-forhold $\geq 0,4$ og kvikkleiresonen optegnes konservativt ved profil D.

5.5 Profil E

Resultater fra beregningene er vist i Tabell 5. Beregningsprofilene er vist på tegning V114-V115.

Tabell 5 Beregnede sikkerhetsfaktorer, profil E

Type analyse	Sikkerhetsfaktor, vest for Jeksla	Sikkerhetsfaktor, øst for Jeksla	Tegningsnummer
Effektivspenning	1,44	1,49	114
Totalspenning	1,05	1,84	115
Krav til sikkerhet etter tiltak	Ikke forverring	$F_{c\phi} = 1,25$ og $F_{cu} = 1,20$ (robusthet)	

Mot vest er beregnet sikkerhet lav i dagens situasjon i totalspenningsanalyse. Et evt. skred her vil ikke kunne ramme industriområdet. GS-vegen ligger i så stor avstand til skråningen at den ikke påvirker stabiliteten. Krav om ikke forverring er dermed oppfylt.

Mot øst er beregnet sikkerhet i dagens situasjon tilstrekkelig.

5.6 Profil F

Resultater fra beregningene er vist i Tabell 6. Beregningsprofilene er vist som tegning V116-V117.

Tabell 6 Beregnede sikkerhetsfaktorer, profil F

Type analyse	Sikkerhetsfaktor, vest for Jeksla	Sikkerhetsfaktor, øst for Jeksla	Tegningsnummer
Effektivspenning	1,08	1,91	116
Totalspenning	1,03	1,33	117
Krav til sikkerhet etter tiltak	Ikke forverring	$F_{c\phi} = 1,25$ og $F_{cu} = 1,20$ (robusthet)	

Mot vest er beregnet sikkerhet lav i dagens situasjon. Et evt. skred her vil ikke kunne ramme industriområdet. GS-vegen ligger i så stor avstand til skråningen at den ikke påvirker stabiliteten. Krav om ikke forverring er dermed oppfylt.

Mot øst er beregnet sikkerhet i dagens situasjon tilstrekkelig.

5.7 Profil G

Resultater fra beregningene er vist i Tabell 7

Tabell 7 Beregnede sikkerhetsfaktorer, profil G

Type analyse	Sikkerhetsfaktor før utfylling	Sikkerhetsfaktor etter utfylling	Tegningsnummer
Effektivspenning	3,18	2,55	118&119
Totalspenning	2,47	1,63	118&119
Krav til sikkerhet etter tiltak	Ikke forverring/absolutt sikkerhet	Ikke forverring/absolutt sikkerhet	

I vest er beregnet sikkerhet i dagens situasjon god. Etter utfylling er beregningsmessig sikkerhet fortsatt tilfredsstillende. Kravene i veilederen er oppfylt for dette profilet.

5.8 Sikringstiltak

Det er beregnet stabilitet av 6 profil. For å oppnå krav til beregningsmessig sikkerhet, må det anslagsvis avlastes 4 m i 50 m utstrekning fra topp av skråning på industriområdet for profilene A-E samt F. Profil G skal ikke avlastes, men vil få en fylling som vist i tegning V119. Området som må avlastes er vist på tegning V301. Området som tidligere er stabilisert med motfylling og tilhørende bekkelukking på grunn av en tidligere skredhendelse skal *ikke* tilbakeføres. Motfyllingen har en skredsikringsfunksjon, og en fjerning av denne kan medføre nye skredhendelser.

Omfang og utforming av det avlastede området tilpasses i samråd med ARK/LARK. Det forutsettes at det ikke gjøres K3/K4-tiltak som forverrer stabiliteten nærmere skråningstopp enn 2 x skråningshøyden, dvs. ca.

45 m fra topp skråning. Dersom tiltakene etableres med vesentlig forbedring av stabiliteten i henhold til tabell i NVE-veileder 1/2019 vil det kunne etableres K3/K4-tiltak nær skråningstopp. K1-tiltak som ikke forverrer stabiliteten kan bygges i denne sonen. Når plassering og design av bygg m.m. er klart, må det beregnes lokalstabilitet for dette i forbindelse med detaljprosjekteringen av området. Adkomst til planområdet kan i en senere fase endres til f.eks. en pelet eller direktefundamentert bro, men det vil i så fall måtte detaljprosjekteres og vurderes spesifikt i en senere fase.

I tillegg må ny gang- og sykkelveg bygges kompensert på deler av strekningen. Profil B har en større motfylling med skumglass, noe som det ikke er behov for i andre profiler med kun gang- og sykkelvei. Dette anses som teknisk gjennomførbart. Beregning av lokalstabilitet av fylling er utført, se Egen områdestabilitetsvurdering for gang- og sykkelveien (K1-tiltak) er utført i Norconsult-rapport 5196951-RIG-R02 [14]. det er også vurdert robusthet for tiltak ved profil B, der det med ca. 3 m oppfylling med skumglass oppnås en forbedring (ikke vesentlig forbedring). Ved å øke mengden skumglass vil man antatt nå ned i laget med siltig, bløt leire, noe som anses som lite hensiktsmessig og som vil kreve mer anleggstekniske tiltak. I dette tilfellet vil det være fornuftig å følge sikkerhetsprinsippet slik det er beskrevet i kap. 3.2.2 i NVE-veilederen, dvs. en økt stabilitet av skråningen sammenlignet med tidligere.

6 Vurdering av løсне- og utløpsområder

6.1 Løsneområder

Løsneområdene er avgrenset i henhold til kravene i NVE-veilederens kapittel 3.2. Dette medfører at dagens kvikkleiresone «Bjørkemoen» splittes i 3 mindre soner, heretter kalt «Nygård», «Bjørkemoen» og «Bjørkeløkka».

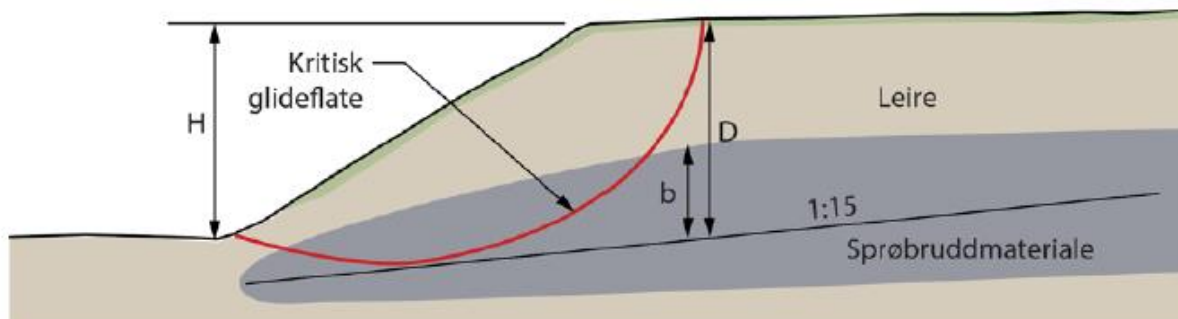
Info om grunnforhold og topografi vurderes etter følgende flytskjema vist i Figur 12.



Figur 4.3 Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme

Figur 12 Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme, hentet fra NVE-veileder 1/2019, figur 4.3.

Det er påvist kvikkleire i alle opptatte prøveserier, slik at det må vurderes om retrogressivt skred kan være en aktuell mekanisme. Ved vurdering av andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate, er andelen b/D > 40% i flere av profilene. Dette tilsvarer retrogressiv skredmekanisme.

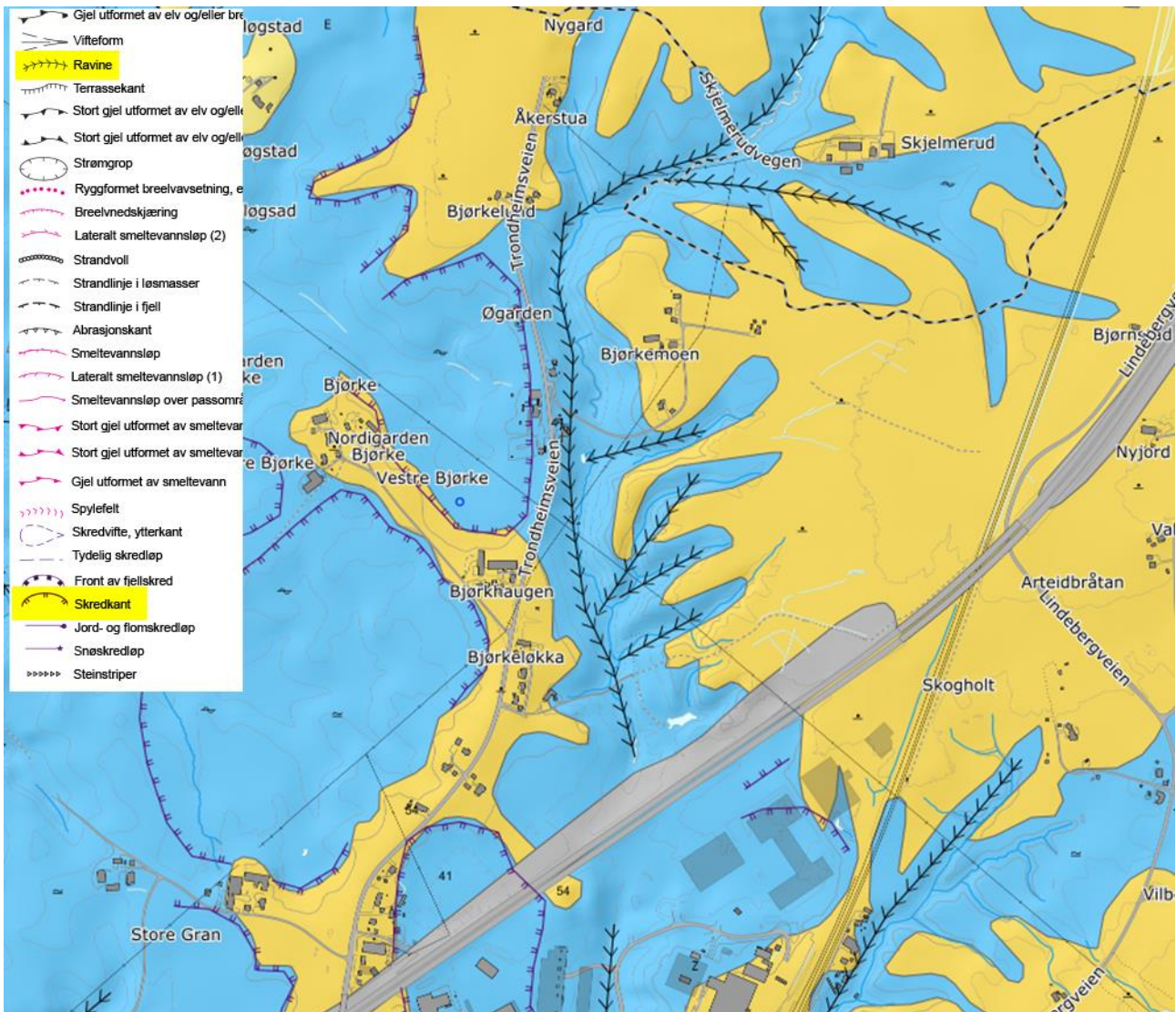


Figur 13 Figur 4.4 fra NVE-veileder 1/2019 og viser hvordan man vurderer b/D for skred i platåterreng.

Løsneområdene for sonen avgrensnes etter kravene til retrogressive skred i NVE-veilederen. Veilederen angir at retrogressive skred vil ha en største teoretisk utstrekning $L = 15 \times$ skråningshøyden $H = 15 \times 22 \text{ m} = 330 \text{ m}$. For kvikkleiresonene i aktuelt planområde vil dette tilsi en utstrekning av faresonen som vist i Figur 15.

Avgrensningen mot vest skal samstemmes mot eksisterende kvikkleiresoner «80 Fløgstad» og «78 Bjørke». NGUs løsmassekart viser at det er antatt at det tidligere har gått skred vest for aktuelt planområde, se Figur 14. Det står dermed igjen en løsmasserygg som bl.a. Tronheimsveien og dagens bebyggelse langs denne ligger på. Det er ingen tilsvarende avmerkninger for skredkanter innenfor planområdets østside.

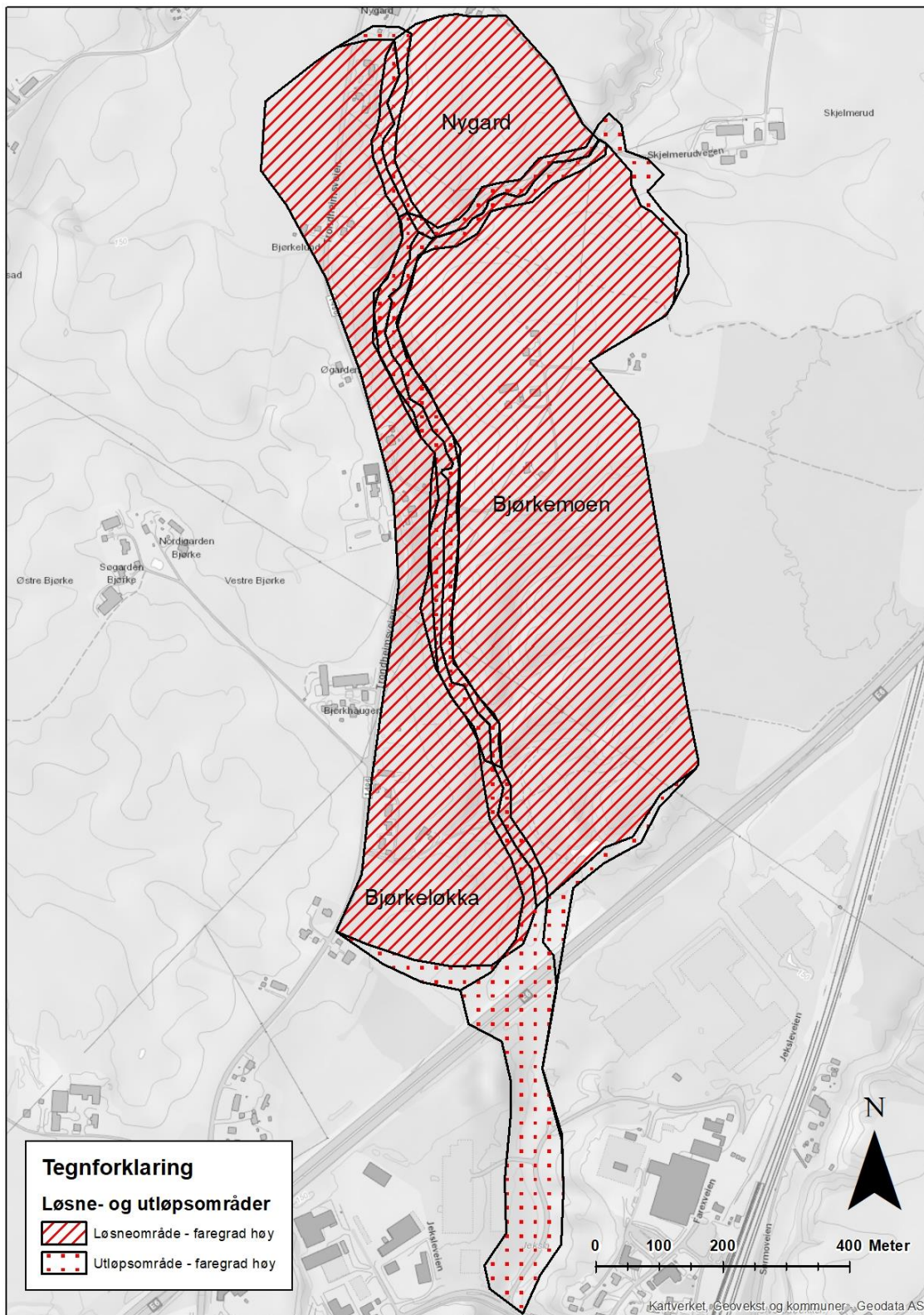
Gang/sykkelveibroen som er ønsket helt sør i planområdet er så vidt innenfor kvikkleiresonen «73 Melvoll». Da tiltaket ikke er prosjektert, er det vanskelig å vurdere helt konkret hvilken påvirkning tiltaket vil ha i sonen. Broen vil ligge i en avstand mer enn $2 \times H$ der H for aktuell sone er 25 m. Det er over 100 m avstand fra skråningskant til Tronheimsveien. Ved detaljprosjektering må robusthet av skråningen vurderes nærmere, men G/S-veibro som tiltak påvirker ikke skråningens stabilitet.



Figur 14 NGU løsmassekart [9] med avmerkinger for skredkanter vest for Bjørkemoenområdet.

6.2 Utløpsområder

I henhold til veileder 1/2019 vil retrogressive skred i kanalisert terreng ha teoretisk, maksimal utløpslengde $L_u = 3 \times L$, der L er lengden på løsneområdet. En skredhendelse i sonen vil dermed ha utløps- og løsneområde som vist i Figur 15 og Tegning V201. Det er antatt at en skredhendelse dels vil medføre oppstuvning av skredmasser mot kulvert under E6 og dels ha utløp videre i Jeksla.



Figur 15 Løsne- og utløpsområde for sonene «Bjørkemoen», «Bjørkeløkka» og «Nygard». Se også tegning V201.

6.3 Faregradsklasse, konsekvensklasse og risikoklasse

Generelt vil faregrad potensielt kunne nedjusteres i sonene etter at Jeksla erosjonssikres. Dette kan gjøres etter at arbeidene er ferdigstilt. I så fall vil det potensielt være en mulighet for at det kommer justerte krav til forbedring for tiltak planlagt innenfor sonene.

6.3.1 Bjørkemoen

Faregradklassifiseringen er inndelt i tre klasser, lav, middels og høy. 0-17 poeng gir lav faregrad, 18-25 poeng gir middels og 26-51 gir høy faregrad.

Faregrad for «Bjørkemoen» vurderes til høy med poengsum 28 (62,2 % av maks), som vist i Tabell 8.

Tabell 8 Faregradsvurdering

FAKTORER	Beskrivelse	VEKTTALL	Faregrad, score 0-3 (lav-høy)	
			Score	Poeng
Tidligere skredaktivitet	Det er en kjent skredhendelse i nabosonen Bjørkeløkka.	1	2	2
Skråningshøyde i meter	20-25 m skråningshøyde	2	2	4
OCR	Noe overkonsolidert fra CPTu	2	2	4
Poretrykk - overtrykk	Antatt litt overtrykk, er målt svakt overtrykk i poretrykksmåler i BP15	3	1	3
Poretrykk - undertrykk		-3		0
Kvikkleiremektighet	Varierende tykkelse, men ca. H/2-H/4	2	2	4
Sensitivitet	Det er påvist kvikkleire, sensitivitet > 100 i kun en konus, < 100 i resterende konuser.	1	2	2
Erosjon	Aktiv, pågående erosjon, overflateutglidninger i ravinene.	3	3	9
Inngrep forverring	Ingen inngrep p.d.d.	3	0	0
Inngrep forbedring		-3		0
Sum				28
%av maksimal poengsum				62,2 %

Konsekvensklassifiseringen består av tre klasser, mindre alvorlig, alvorlig og meget alvorlig. Mindre alvorlig omfatter poengverdi 0-6. Alvorlig omfatter poengverdi 7-22. Meget alvorlig omfatter soner med poengverdi 23-45.

Konsekvensklasseberegning er vist i Tabell 9.

Tabell 9 Konsekvensberegning

FAKTORER	VEKTTALL	Konsekvens, score 0-3 (lav- høy)		
		Score	Poeng	
Boligeneheter	Spredt gårdsbebyggelse <5	4	1	4
Næringsbygg, personer	Antatt få/ingen	3	1	3
Annen bebyggelse, verdi	Ingen	1	0	0
Vei, ÅDT	ÅDT > 4000 fra SVV Vegatlas	2	2	4
Toglinje, baneprioritet	Ingen	2	0	0
Kraftnett	Regionalnett og distribusjonsnett	1	2	2
Oppdemning/flom	Et skred vil stuve opp Jeksla og potensielt kunne flomme over Trondheimsveien og E6	2	2	4
Sum				17
%av maksimal poengsum				37,8 %

Bjørkemoen vurderes til konsekvensklasse «alvorlig».

Risiko er lik skadekonsekvens x faregrad, og beregnes basert på %-tallene for fare og konsekvens. Risikoklasse 1 omfatter soner med tallverdi 0-170, risikoklasse 2 har tallverdi 171-630, risikoklasse 3 631-1900, risikoklasse 4 omfatter soner med tallverdi 1901-3200 og risikoklasse 5 alle soner med tallverdi 3201-10000.

Risiko = faregrad x konsekvens = 45,1 x 37,8 = 2351. Sonen plasseres i risikoklasse 4.

6.3.2 Bjørkeløkka

Faregradklassifiseringen er inndelt i tre klasser, lav, middels og høy. 0-17 poeng gir lav faregrad, 18-25 poeng gir middels og 26-51 gir høy faregrad.

Faregrad for «Bjørkeløkka» vurderes til høy med poengsum 28 (62,2 % av maks), som vist i Tabell 8.

Tabell 10 Faregradsvurdering

FAKTORER	Beskrivelse	VEKTTALL	Faregrad, score 0-3 (lav-høy)	
			Score	Poeng
Tidligere skredaktivitet	Det er en kjent skredhendelse innenfor sonen.	1	2	2
Skråningshøyde i meter	20-25 m skråningshøyde	2	2	4
OCR	Noe overkonsolidert fra CPTu	2	2	4
Poretrykk - overtrykk	Antatt svakt overtrykk fra poretrykksmåler i BP15	3	1	3
Poretrykk - undertrykk		-3		0
Kvikkleiremektighet	Varierende tykkelse, men ca. H/2-H/4	2	2	4
Sensitivitet	Det er påvist kvikkleire, sensitivitet > 100 i kun en konus, resterende konus < 100.	1	2	2
Erosjon	Aktiv, pågående erosjon, overflateskred i ravinene.	3	3	9
Inngrep forverring	Ingen inngrep p.d.d.	3	0	0
Inngrep forbedring		-3		0
Sum				28
%av maksimal poengsum				62,2 %

Konsekvensklassifiseringen består av tre klasser, mindre alvorlig, alvorlig og meget alvorlig. Mindre alvorlig omfatter poengverdi 0-6. Alvorlig omfatter poengverdi 7-22. Meget alvorlig omfatter soner med poengverdi 23-45.

Konsekvensklasseberegning er vist i Tabell 9.

Tabell 11 Konsekvensberegning

FAKTORER	VEKTTALL	Konsekvens, score 0-3 (lav- høy)		
		Score	Poeng	
Boligeneheter	Spredt gårdsbebyggelse >5	4	2	8
Næringsbygg, personer	Antatt få/ingen	3	1	3
Annen bebyggelse, verdi	Ingen	1	0	0
Vei, ÅDT	ÅDT > 4000 fra SVV Vegatlas	2	2	4
Toglinje, baneprioritet	Ingen	2	0	0
Kraftnett	Regionalnett og distribusjonsnett	1	2	2
Oppdemning/flom	Et skred vil stuve opp Jeksla og potensielt kunne flomme over Trondheimsveien og E6	2	2	4
Sum				21
%av maksimal poengsum				46,7 %

Bjørkeløkka vurderes til konsekvensklasse «alvorlig».

Risiko er lik skadekonsekvens x faregrad, og beregnes basert på %-tallene for fare og konsekvens.

Risikoklasse 1 omfatter soner med tallverdi 0-170, risikoklasse 2 har tallverdi 171-630, risikoklasse 3 631-1900, risikoklasse 4 omfatter soner med tallverdi 1901-3200 og risikoklasse 5 alle soner med tallverdi 3201-10000.

Risiko = faregrad x konsekvens = 62,2 x 46,7 = 2904. Sonen plasseres i risikoklasse 4.

6.3.3 Nygard

Faregradklassifiseringen er inndelt i tre klasser, lav, middels og høy. 0-17 poeng gir lav faregrad, 18-25 poeng gir middels og 26-51 gir høy faregrad.

Faregrad for «Nygard» vurderes til høy med poengsum 28 (62,2 % av maks), som vist i Tabell 8.

Tabell 12 Faregradsvurdering

FAKTORER	Beskrivelse	VEKTTALL	Faregrad, score 0-3 (lav-høy)	
			Score	Poeng
Tidligere skredaktivitet	Det er en kjent skredhendelse i nabosonen «Bjørkeløkka».	1	2	2
Skråningshøyde i meter	20-25 m skråningshøyde	2	2	4
OCR	Antatt noe overkonsolidert fra CPTu i nabosonene	2	2	4
Poretrykk - overtrykk	Antatt noe overtrykk fra poretrykksmåler i BP15	3	1	3
Poretrykk - undertrykk		-3		0
Kvikkleiremektighet	Antatt ca. H/2-H/4 basert på grunnundersøkelser i nabosonene	2	2	4
Sensitivitet	Det er påvist kvikkleire i nabosonene, sensitivitet > 100 i kun en konus, resterende konus < 100.	1	2	2
Erosjon	Antatt aktiv. Pågående erosjon i området, overflateskred i ravinene i nabosonene.	3	3	9
Inngrep forverring	Ingen inngrep p.d.d.	3	0	0
Inngrep forbedring		-3		0
Sum				28
%av maksimal poengsum				62,2 %

Konsekvensklassifiseringen består av tre klasser, mindre alvorlig, alvorlig og meget alvorlig. Mindre alvorlig omfatter poengverdi 0-6. Alvorlig omfatter poengverdi 7-22. Meget alvorlig omfatter soner med poengverdi 23-45.

Konsekvensklasseberegning er vist i Tabell 9.

Tabell 13 Konsekvensberegning

FAKTORER	VEKTTALL	Konsekvens, score 0-3 (lav- høy)		
		Score	Poeng	
Boligeneheter	Ingen	4	0	0
Næringsbygg, personer	Ingen	3	0	0
Annen bebyggelse, verdi	Ingen	1	0	0
Vei, ÅDT	ÅDT < 100, kun lokal vei	2	0	0
Toglinje, baneprioritet	Ingen	2	0	0
Kraftnett	Distribusjonsnett	1	1	1
Oppdemning/flom	Et skred vil stuve opp Jeksla og potensielt kunne flomme over Trondheimsveien og E6	2	2	4
Sum				5
%av maksimal poengsum				11,1 %

Nygaard vurderes til konsekvensklasse «mindre alvorlig».

Risiko er lik skadekonsekvens x faregrad, og beregnes basert på %-tallene for fare og konsekvens. Risikoklasse 1 omfatter soner med tallverdi 0-170, risikoklasse 2 har tallverdi 171-630, risikoklasse 3 631-1900, risikoklasse 4 omfatter soner med tallverdi 1901-3200 og risikoklasse 5 alle soner med tallverdi 3201-10000.

Risiko = faregrad x konsekvens = 62,2 x 11,1 = 690. Sonen plasseres i risikoklasse 3.

7 Fundamentering av GS-veibro

Ved krysning Trondheimsvegen-E6 skal det bygges en G/S-veibro over E6. Her ligger det en eldre veibro, bygget i 1970. Rapporter fra Statens vegvesen [5] [6] viser at det var vanskelige forhold under oppføring av broen. Broen er fundamentert på 20 m lange friksjonspeler i tre, og under utgraving ved søndre fundament gikk det et grunnbrudd i spunten. Pelene kom opp under ramming og skulle etter-rammes. Etterregning viste at antatt skjærfasthet $c_U = 15$ kPa var redusert til $c_U = 10$ kPa pga. massefortrengning fra ramming av peler, etterfulgt av et skred utløst av vibrasjon fra etterrammingen,

Det er utført grunnundersøkelser nord og sør for eksisterende overgangsbro, beskrevet nærmere i kapittel 4.2 og vist i datarapport [10]. Dreietrykksonderingene ble avsluttet i store dybder, hhv. 25 m i borpunkt 11, 81 m i borpunkt 12 og 61 m i borpunkt 13. I borpunkt 13 ble det tatt opp 11 representative prøver. Undersøkelsene viser sprøbruddmateriale (siltig leire, leire) fra ca. kote +148 til kote +142 og fra ca. kote +135 til kote +133. Organisk innhold er undersøkt for poseprøver tatt opp 2-5 m dybde, her varierer innholdet av organisk materiale fra 0,6-1,2%.

Fra laboratorieundersøkelser på prøvene nevnt i kapittel 4.2 er det funnet ulike parametere. Ødometerforsøk på prøver tatt opp på 7,5 m, 9,5 og 11,5 m dybde viser at leiren på 7,5 m dybde er overkonsolidert, mens leire på 9,5 m og 11,5 m dybde litt overkonsolidert til nær normalkonsolidert. Leiren er plastisk, og $c_v = 7$ m²/år på 7,5 m dybde, $c_v = 3$ m²/år på 9,5 m dybde og $c_v = 7$ m²/år på 11,5 m dybde; alle c_v ved 200 kPa.

Mulige fundamenteringsløsninger for overgangsbro vil kunne være pelefundamentering, eventuelt direktefundamentering forutsatt at det er stort nok areal tilgjengelig til fundamentene. Under presenteres generelle betraktninger for mulige fundamenteringsløsninger. Detaljerte vurderinger av fundamenteringsløsninger må gjøres i tilknytning til detaljprosjektering.

7.1 Pelefundamentering

Det er på generell basis anbefalt å plassere brufundamentene så langt bort som praktisk mulig fra dagens bru for å unngå påvirkning av denne. Ved for nært plassering vurderes det som vanskelig å sikre at dagens bru ikke tar skade.

En mulig løsning for fundamentering av bro er åpne stålrørpeler som friksjonspeler. Ved å benytte en større diameter på pelene vil det bli en relativt stor friksjonsflate mot de stedlige løsmassene. Peletypen kan også installeres slik at massefortrengning reduseres, forutsatt at pelen ikke plugges av leire ved ramming. Etter installasjon armeres og støpes pelen ut med betong. Metoden kan dog skade nærliggende konstruksjoner, kabler, rør og veier. Dette må vurderes nærmere hvis metoden skal benyttes.

Kalk-sementpeler/utstøping av kalk-sementblokk er også en mulighet. Installasjon kan være i blokk eller som enkeltpeler, peler satt sammen i ribber eller gitter, alt etter hvilken løsning som vurderes som mest hensynsmessig. Kalk-sement installeres ved hjelp av innblanding av kalk-sementen med visp lokalt i leiren, der diameter på vispen kan være fra 500-1000 mm. Skjærfasthet i kalk-sement-materialet kan være 100-400 kPa.

Jetpeler kan også være en løsning, da denne peletypen kan ha stor diameter og oppnår svært god heft mot omkringliggende løsmasser. Sement og stedlige masser innblandes og pelen støpes lokalt i bakken. Diameter og form på pel kan varieres etter behov, men diameter kan være mellom 50-200 cm. Trykkfasthet er avhengig av hvilken teknikk som benyttes, men for geobetongpeler vil denne kunne være >10 MPa og >45 MPa for in-situ betongstøpte jetpeler.

Rammede betongpeler kan antageligvis også benyttes, men her vil det være utfordringer med massefortrengning og omrøring av leiren rundt. Det vil også være nødvendig med flere peler, da hver pel

ikke tar like stor last som stålrørspelene. Det bør vurderes å følge opp peleinstallasjon med poretrykksmålinger. Et annet alternativ kan være micropeler, forutsatt at det ikke kommer store momenter på pelene.

7.2 Direktefundamentering

Organisk innhold er relativt lavt i de øvre 5 m i prøver tatt opp i borpunkt 13, men det anbefales masseutskiftning hvis det velges en direktefundamentert bro.

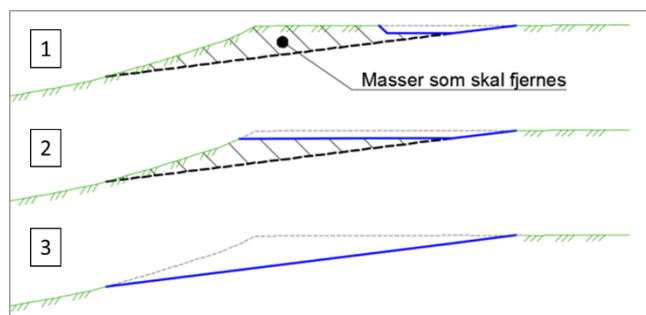
Det er ikke regnet på setninger for direktefundamentert bro, men leire er en generelt setningsømfintlig løsmasstype. I tillegg er leiren svært bløt og har dårlig bæreevne; tidligere grunnundersøkelser har gitt skjærfasthet $c_u = 10-20$ kPa i de øvre meterne til ukjent dybde. Ved eventuell direktefundamentering må også setningsforholdene vurderes. For eventuelle tilløpsfyllinger for brua kan det være nødvendig med lette fyllmasser av hensyn til stabilitet og setninger. Dette må vurderes nærmere hvis det går videre med en direkte fundamentert bru.

8 Anleggsfase

Oppgitt høyde på fyllingen er angitt som minimumshøyden; det kan fylles høyere enn i beregningene, noe som vil medføre økt stabilitet. Fyllingsavslutningen bør ha maksimal helning 1:3, og kan med fordel bygges opp med friksjonsmateriale (sprengstein o.l.) over geonett og fiberduk for å forhindre utglidninger i oppfylte deponimasser. Det forutsettes at fylling og innløp/utløp for elven erosjonssikres. Fyllingens oppbygning bør sikre drenering i bunn, samt inneholde lag med drenerende masser i visse intervaller for å sikre at det ikke forekommer utglidninger i fyllingen pga. poretrykksoppbygning.

Oppfylling må detaljprosjekteres, inkludert oppbygningen av fylling inkludert drenering, stabilitet av fyllingsfot, komprimering, erosjonssikring av inntak for bekkelukking, vurdering av setninger o.a. Det bør utføres supplerende grunnundersøkelser i forbindelse med detaljprosjekteringen. Elven forutsettes lagt i rør eller betongkulvert som tåler setningene fra oppfyllingene, kulvert bør detaljprosjekteres. Det forutsettes også at detaljerte hydrologiske beregninger utføres i denne forbindelse. Tidligere har Norconsult utarbeidet et generelt notat med hydrologiske vurderinger av flom, oppstuvning m.m., samt informasjon fra befarings [15].

Området må avlastes i størrelsesorden 4 m i 50 m utstrekning på industriområdet. Generelt for gravearbeidene gjelder prinsipp om å avlaste topp skråning før arbeider i bunn av skråning påbegynnes. Utgraving skal begynne øverst i skråning som vist på Figur 16, for å redusere drivende krefter før tilhørende stabiliserende krefter reduseres.



Figur 16: Prinsipp utgraving

Bebyggelse på industriområdet forutsettes fundamentert slik at det ikke tilfører nevneverdig last på terrenget, f.eks. ved kompensert fundamentering eller peling. Dette må detaljprosjekteres.

Det må også utarbeides en detaljert oppfølgingsplan med tanke på kontroll og risiko i anleggsfasen. Denne kan inneholde kontrollpunkter som skissert i Tabell 14 under.

Tabell 14: Forslag på punkter til oppfølgingsplan for fyllingsarbeidet i ravinene.

Kontrollpunkt	Omfang/beskrivelse	Ansvarlig/utføres av
Grunnforhold	Visuell kontroll av løsmassene i utgravingen. Det er forventet leire med underliggende tykt lag kvikkleire. Dersom grunnforholdene avviker fra antatte forhold, kontakt geotekniker snarest.	Entreprenør
Graving for elv i rør	Eventuell graving skal foregå seksjonsvis og i dybder som angitt i detaljprosjekteringsrapport. Dersom det oppstår sprekker, uventede setninger, utrasing av løsmasser i skråningene, skal geotekniker kontaktes umiddelbart.	Entreprenør

Gravemasser	Gravemasser må lastes direkte på bil og kjøres til deponi på stabil grunn. Masser kan heller ikke lagres ved skråningstopp mot elv.	Entreprenør
Tiltaksplan for områdepåvirkning	Entreprenør skal legge frem en plan på hvordan man håndterer og oppdager eventuelle skader på nærliggende bygg og veier.	Entreprenør
Komprimering	All komprimering må utføres iht. NS 3458:2004 [16].	Entreprenør
Før arbeidet starter	Arbeidsplan skal gås igjennom med geotekniker før arbeidet går i gang og sikkerjobbanalyse utført av entreprenør skal legges frem.	Entreprenør
Separasjonsduk	Oppfylling og undergrunn av leire skal skilles med fiberduk. Lette masser skilles fra omliggende masser med fiberduk.	Entreprenør
Nedbør /flom	Ved kraftig nedbør og like etter kraftig nedbør skal det vurderes behov for stans i arbeidet. Det samme gjelder ved flom og flomvarsel.	Entreprenør
Massehåndtering	Masser som skal deponeres permanent eller midlertidig må deponeres i bunn av bekkedalen, hvis ikke annet avtales med geotekniker.	Entreprenør
Stabilitet	Ved tegn på ustabilitet av eksisterende skråninger skal arbeidet stanses og geotekniker kontaktes uten ugrunnet opphold. Ved arbeid i bunn av ravinen skal det føres daglig kontroll at det ikke oppstår sprekker i leiren i toppen av skråning. Sprekker er et tegn på at en utglidning er forestående. Kontrollen bør gjøres minimum daglig. Det skal ikke graves vekk masser i bunn av skråningen uten godkjenning fra geotekniker.	Entreprenør
Kulvert/rør	Renner vannet i kulvert, eller forsvinner deler av vannmengden inn i fyllinga? Før entreprenør forlater stedet skal kulvert befares i lag med tiltakshaver for godkjenning.	Entreprenør

9 Oppsummering

Norconsult har regnet stabilitet for 5 profiler ved Bjørkemoen-området. Beregningene er gjort for dagens situasjon og etter etablering av industriområdet med nødvendig avlastning på skråningstopp for å oppnå tilstrekkelig beregningsmessig sikkerhet. Beregningene er utført som både total- og effektivspenningsanalyser og følger kravene i Plan- og bygningsloven og NVE-veileder 1/2019.

Generelt er stabiliteten på begge sider av bekken ikke tilfredsstillende i dagens situasjon. Uten motfylling i bekkedalen, er det nødvendig med andre sikringstiltak for å bedre skråningsstabiliteten. Et av disse sikringstiltakene vil være erosjonssikring. Avlastning anses som mest hensiktsmessig for å sikre skråningen, og det er beregnet at det må graves bort anslagsvis 4 m i 50 m utstrekning fra topp skråning på mesteparten av det planlagte industriområdet for å oppnå krav til beregningsmessig sikkerhet. Det forutsettes at det ikke gjøres K3/K4-tiltak nærmere skråningstopp enn 2 x skråningshøyden, dvs. ca. 45 m fra topp skråning. Dersom tiltakene etableres med vesentlig forbedring av stabiliteten vil det kunne etableres K3/K4-tiltak nær skråningstopp. K1-tiltak som ikke forverrer stabiliteten kan bygges i denne sonen. Når plassering og design av bygg m.m. er klart, må det beregnes stabilitet for dette i forbindelse med detaljprosjekteringen av området. Omfang og utforming av avlastet område kan tilpasses området for øvrig i samråd med ARK/LARK. I tillegg må ny kulvert/bekkeløp detaljprosjekteres og det må lages en rekkefølgebeskrivelse av de nødvendige arbeidene.

Gang-/sykkelvegen øst for Trondheimsveien må bygges kompensert for å oppnå krav om ikke forverring. Vår vurdering er at det skal være gjennomførbart å bygge GS-vegen slik at krav om ikke forverring oppfylles. I profil B er veien flyttet mot øst og medfører en oppfylling (motfylling) og bruk av skumglass i veikroppen. I beregningene for profil B er det benyttet 5-7 m lette masser (skumglass) med inntil 2,5 m vanlig tunge masser som overdekning. Nødvendig lagtykkelse med lette masser og overdekning må vurderes nærmere i detaljprosjektering.

Ved krysning E6/Trondheimsveien skal det bygges en G/S-veibro som skal gå over E6. Norconsult har vurdert mulige fundamenteringsløsninger for denne broen, men ikke gjort noen beregninger for dette. Pelefundamentering er antageligvis den beste fundamenteringsmetoden da den ikke krever et like stort areal som direktefundamentering. Spissbærende peler er ikke mulig på grunn av stor dybde til berg, slik at ulike varianter av friksjonspeler er vurdert. Mest egnet virker åpne stålrørspeler, fulgt av kalk-semenstabilisering eller jetpeler. Dette vil kunne vurderes nærmere ved prosjektering av broen.

Kvikkleiresonen «Bjørkemoen» er revidert, og det er opptegnet 3 kvikkleiresoner innenfor området som tidligere var dekket av én sone. Alle sonene er vurdert med hensyn til løsne- og utløpsområde, samt faregrad-, konsekvens- og risikoklasse.

Fyllingene, kulvert/rør og bekkeløp inn i kulvert med nødvendig erosjonssikring må detaljprosjekteres. Ved detaljprosjektering bør det også utføres supplerende grunnundersøkelser.

10 Referanser

- [1] Direktoratet for byggkvalitet (DIBK), «Veiledning om tekniske krav til byggverk. Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning. Ikrafttredelse 1. juli 2017. Versjon oppdatert 05.09.2017.,» DIBK, Oslo, 2017.
- [2] Løvlien Georåd AS, «Reguleringsplan Bjørkenmoen - stabilitetsvurdering. Notat nr. 10-239.,» 2012.
- [3] Løvlien Georåd AS, «Bjørkemoen, Sørum. Geoteknisk datarapport. Rapport nr. 14402-1.,» 2017.
- [4] Løvlien Georåd AS, «Bjørkemoen, Sørum. Geoteknisk notat. Notat nr. 14401-1.,» 2017.
- [5] Veglaboratoriet, «Redegjørelse om fundamenteringsforholdene for: Bru for nåværende E6, over motorvegen ved Gran. Oppdragsnr. C 410.,» 1969.
- [6] Veglaboratoriet, «Glidning ved søndre pilarfundament for overgangsbru Gran, motorveg Tronheimsvegen, oppdragsnr. C 410A-3.,» 1970.
- [7] NVE, «Ekstern rapport nr. 9/2020: Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred.,» 2020.
- [8] Statens vegvesen, «Vegbygging. Håndbok N200. N200:2022.,» Vegdirektoratet, Oslo, 2022.
- [9] NGU, «Løsmasse.,» [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>. [Funnet 30 09 2019].
- [10] Norconsult, «Bjørkemoen reguleringsplan. Geotekniske grunnundersøkelser. Datarapport. Dokument nr. 5196951-RIG-R03.,» Norconsult, Sandvika, 2024.
- [11] NVE, «NVE Atlas.,» 30 09 2019. [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/>.
- [12] NIFS-prosjektet, «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer. Rapport nr. 14/2014.,» NIFS, Oslo, 2014.
- [13] Statens vegvesen, «Håndbok N-V220 Geoteknikk i vegbygging.,» 08-2023.
- [14] Norconsult, «Områdestabilitetsvurdering Bjørkemoen, Lillestrøm. Gang- og sykkelvei. Dokument nr. 5196951-RIG-R02.,» Norconsult, Sandvika, 2024.
- [15] Norconsult, «Flomanalyse av Bjørkemoen næringsareal og massedeponi. Dok.nr. 5181636-01.,» Norconsult, Sandvika, 2018.
- [16] Standard Norge, «Komprimering - Krav og utførelse. NS 3458:2004.,» 2004.

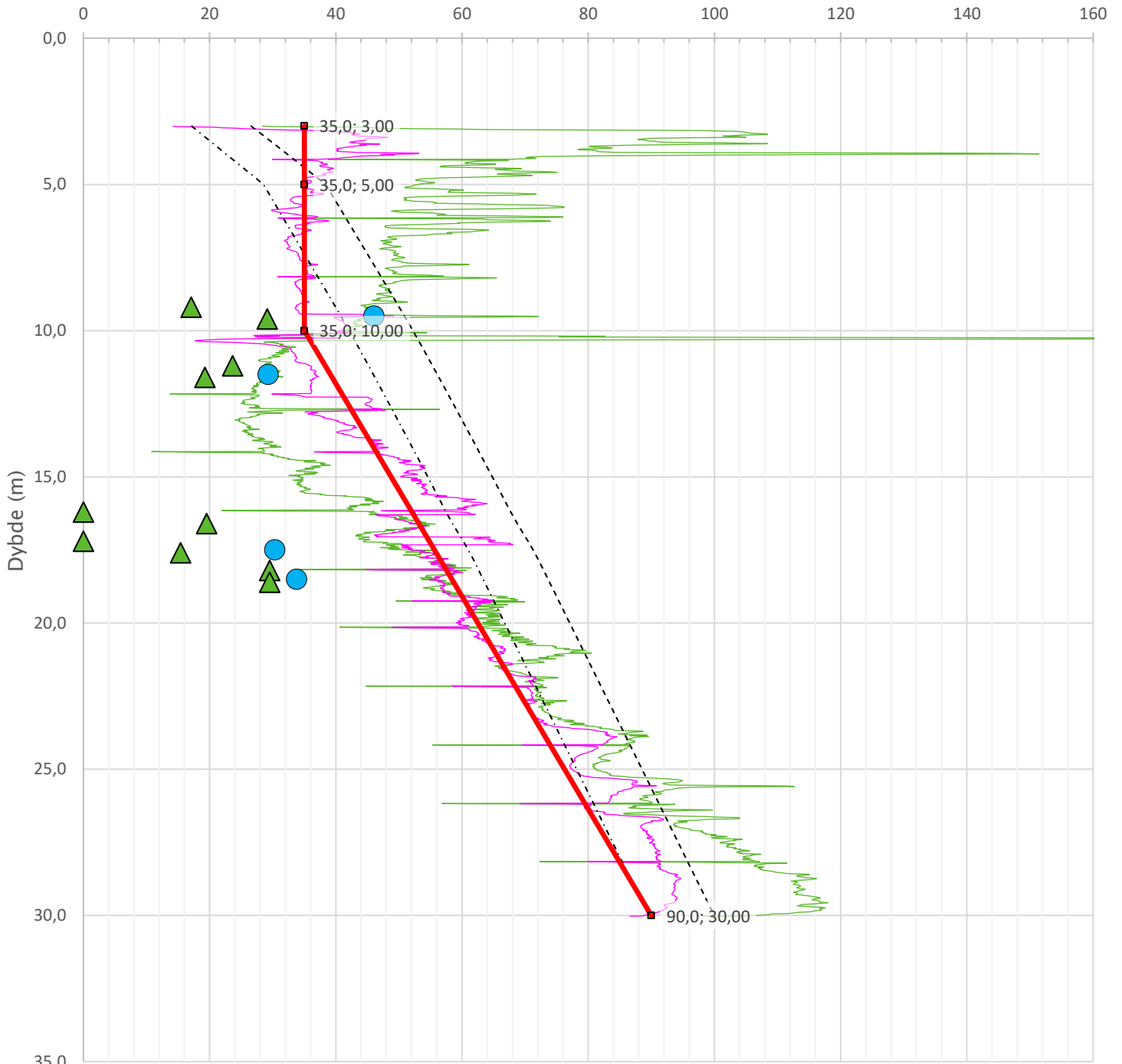
Vedlegg A Tolkede trykksonderinger

Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH 5: $c_{uc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0,630 max:0,639)}$

Konus BH 5: $c_{ufc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0,630 max:0,639)}$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



— Nkt.K=[7,8/8,5]+2,5·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0,082/0]·lp

— NΔu.K=[6,9/9,8]-[4/4,5]·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0,07/0]·lp


----- SHANSEP (Brukerdefinert OCR4, $\alpha=0,30$, $m=0,65$)

----- cuNC: $0,3 \cdot \sigma'v0$

● Enaks BH 5

▲ Konus BH 5

—■— Anbefalt kurve

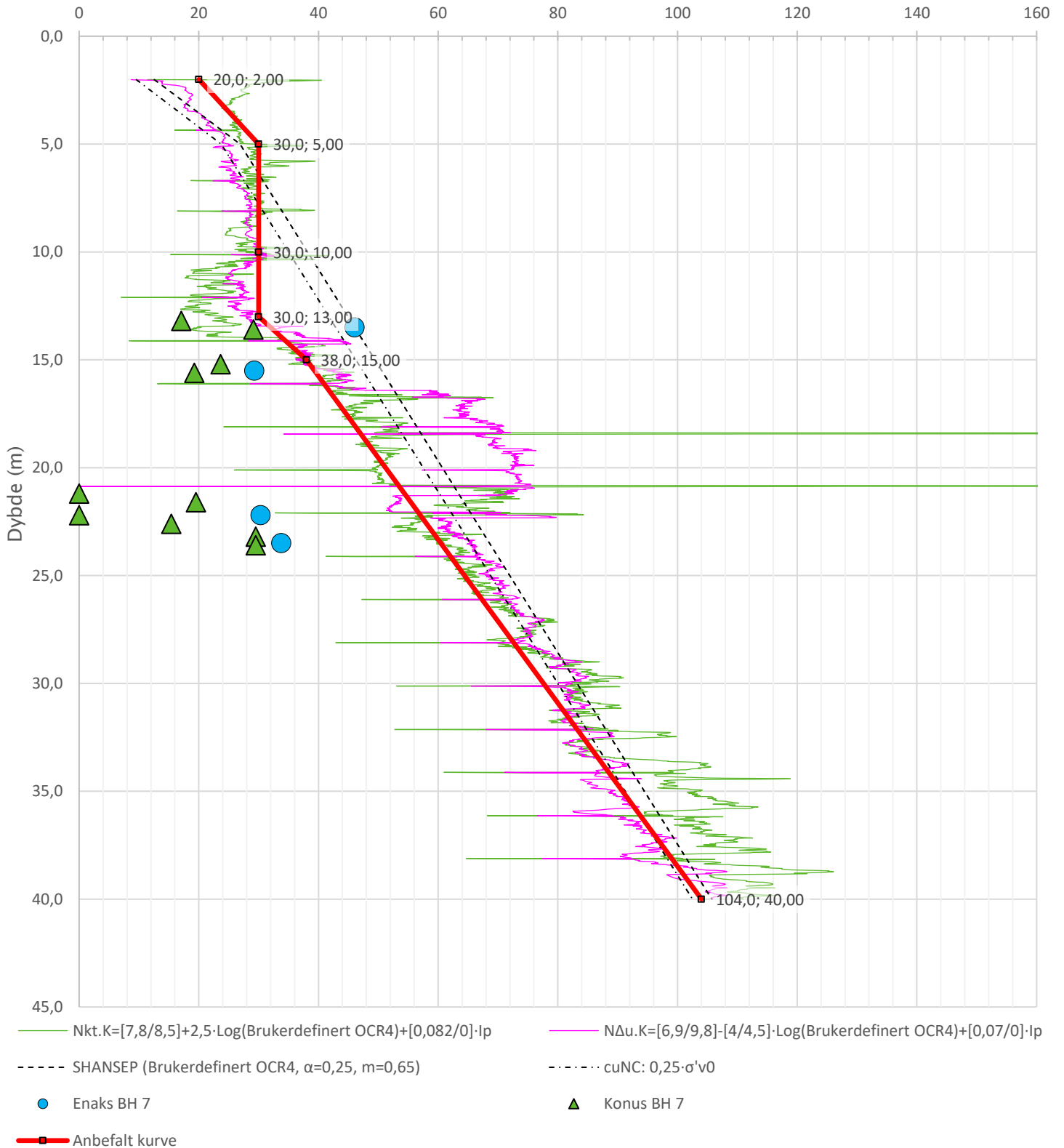
Prosjekt Bjørkemoen		Prosjektnummer: 5196951 Rapportnummer: 5196951-RIG-R0		Borhull Kote +151 5
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondennummer 51803
Norconsult 	Utført KriEks	Kontrollert VikRen	Godkjent AlfNyb	Anvend.klasse
	Oppdragsgiver Fauna Eiendom AS	Dato sondering 2019-08-20	Revisjon Rev. dato	Figur B1


Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH 7: $c_{uc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0,630 max:0,639)}$

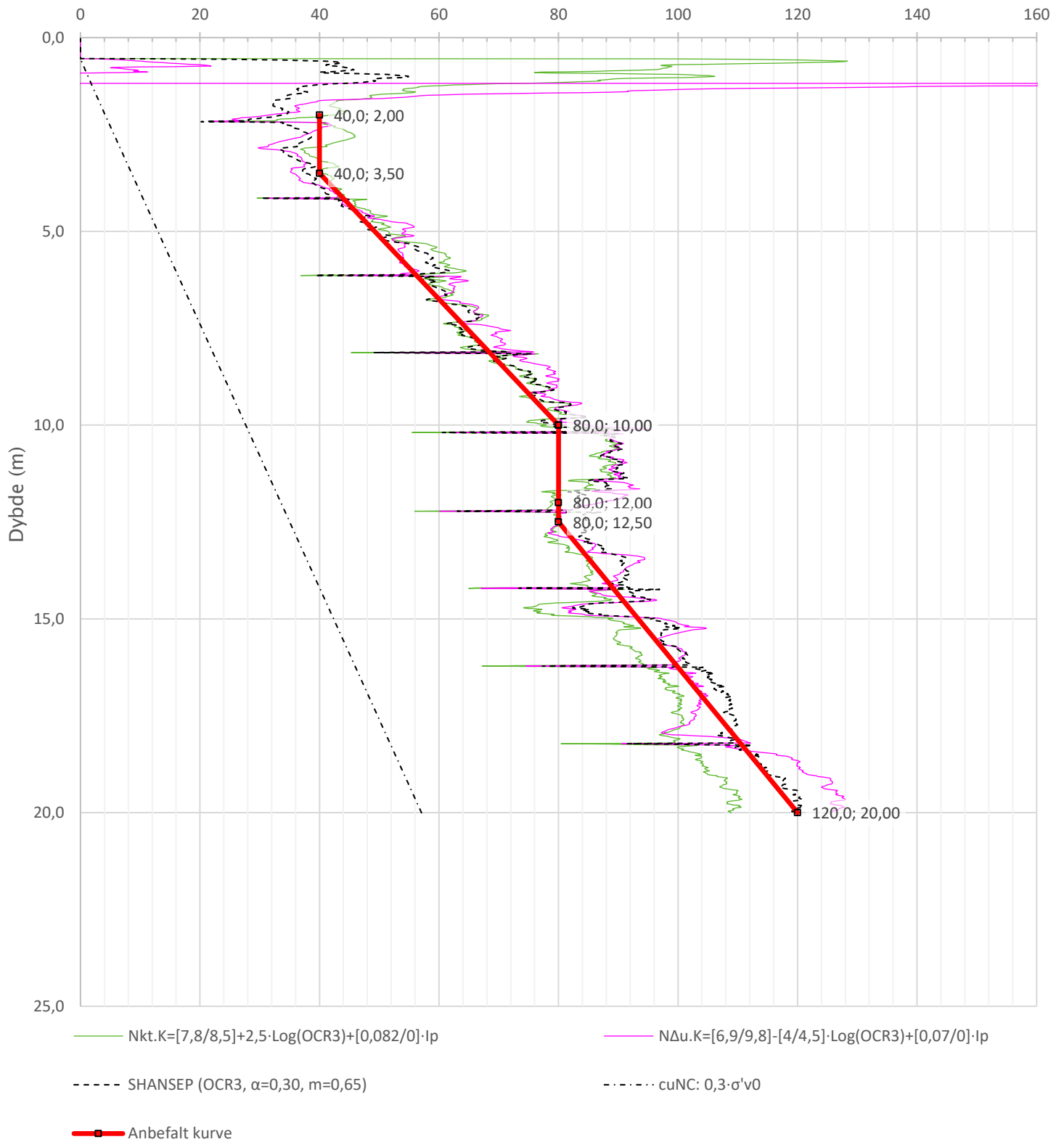
Konus BH 7: $c_{ufc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0,630 max:0,639)}$


Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



Prosjekt Bjørkemoen		Prosjektnummer: 5196951 Rapportnummer: 5196951-RIG-R0		Borhull Kote +155 7
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondennummer 51803
Norconsult 	Utført KriEks	Kontrollert VikRen	Godkjent AlfNyb	Anvend.klasse
	Oppdragsgiver Fauna Eiendom AS	Dato sondering 2019-08-15	Revisjon Rev. dato	Figur B2

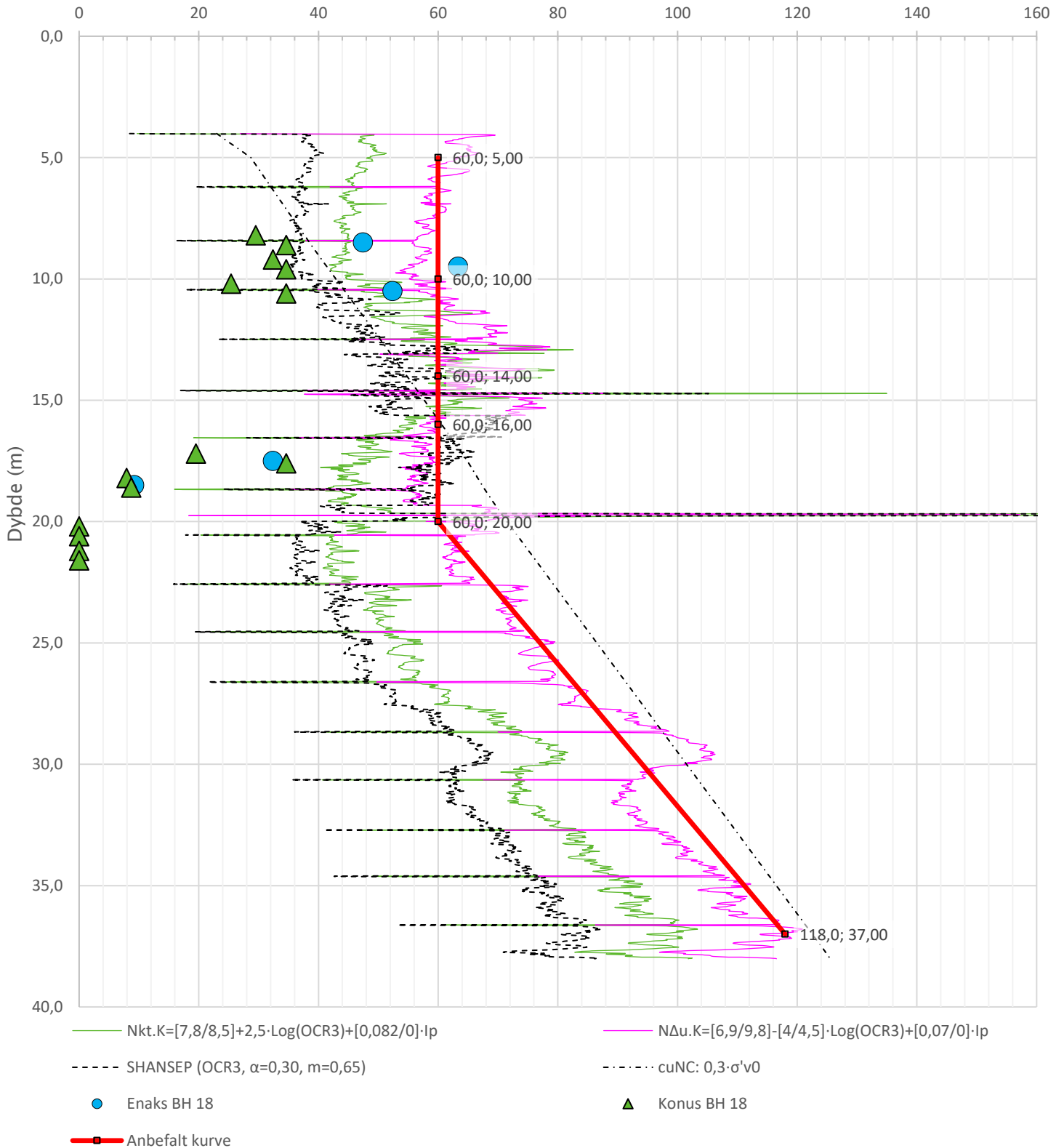
Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)




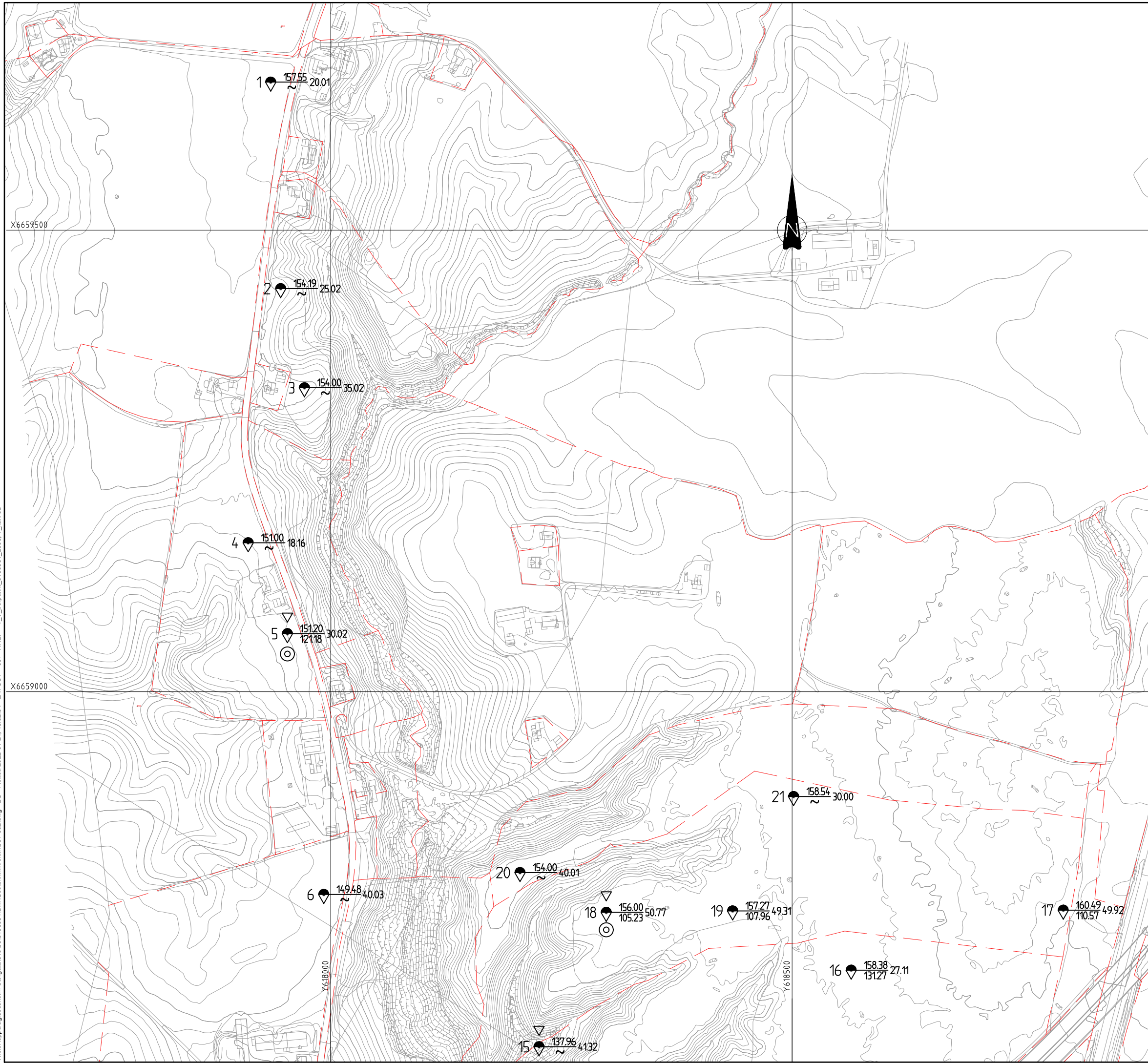
Prosjekt Bjørkemoen		Prosjektnummer: 5196951 Rapportnummer: 5196951-RIG-R0		Borhull Kote +138 15
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondennummer 51803
Norconsult 	Utført KriEks	Kontrollert VikRen	Godkjent AlfNyb	Anvend.klasse
	Oppdragsgiver Fauna Eiendom AS	Dato sondering 2019-08-13	Revisjon Rev. dato	Figur B3

Anisotropiforhold i figur:
 Enaks BH 18: $c_{uc}/c_{ucptu} = 0,630$
 Konus BH 18: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,630$




Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)




Prosjekt Bjørkemoen		Prosjektnummer: 5196951 Rapportnummer: 5196951-RIG-R0		Borhull Kote +156 18
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondennummer 51803
Norconsult 	Utført KriEks	Kontrollert VikRen	Godkjent AlfNyb	Anvend.klasse
	Oppdragsgiver Fauna Eiendom AS	Dato sondering 2019-08-14	Revisjon Rev. dato	Figur B4



FORKLARINGER

-  Dreietrykksøndering
 -  Prøveserie
 -  Trykksøndering (CPTU)

 -  Terrengkote
Bergkote
- Boret dybde i løsmasser + boret dybde i berg

Tegningsnummer	001	Revisjon	Z01
----------------	-----	----------	-----



Z01	2022-01-24	Datarapport	EG	KniEks	AllNyb
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. 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 utstrækning enn formålet tilsier.

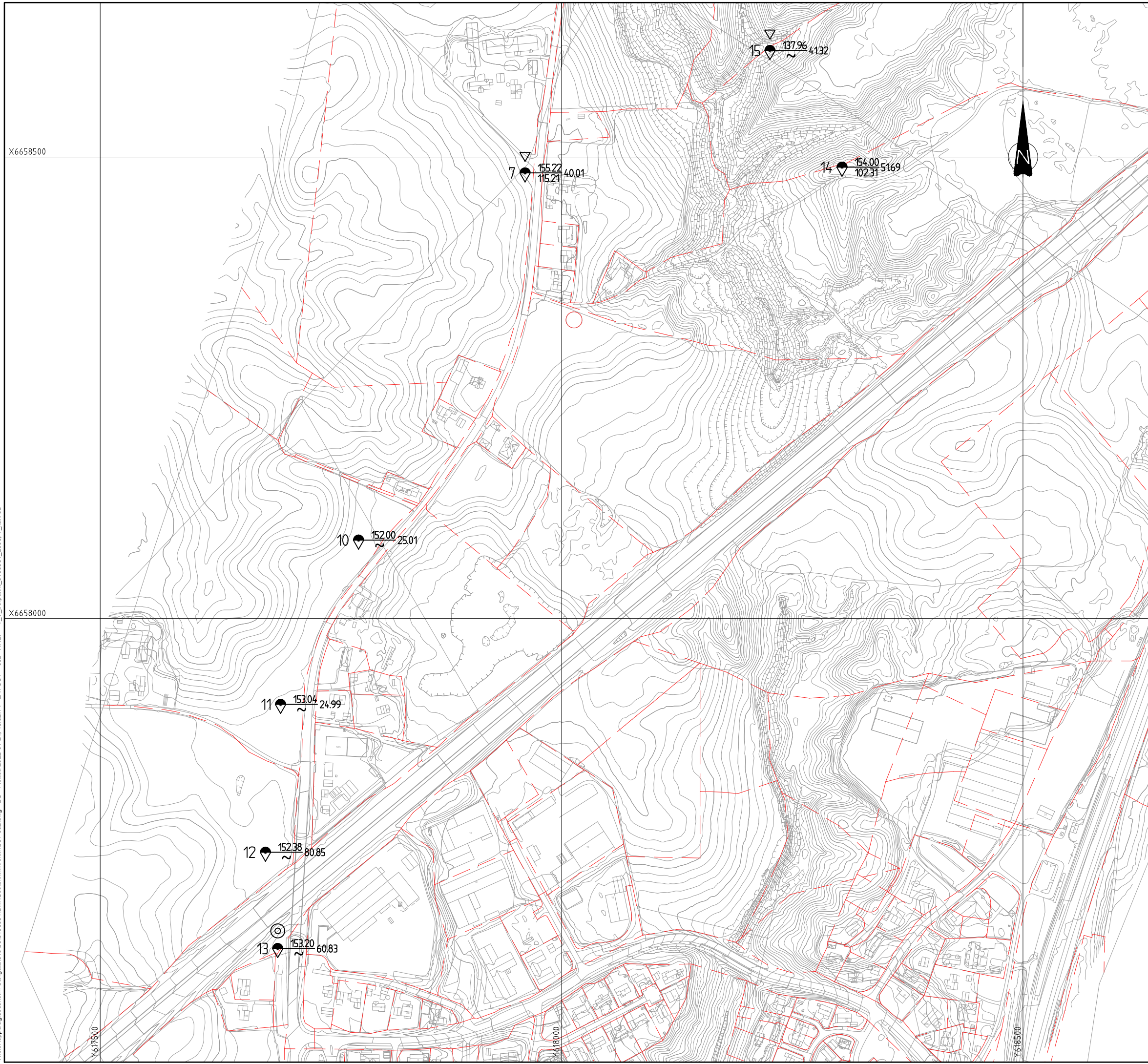
Fauna Eiendom AS	Målestokk (gjelder A1)	1:2000
-------------------------	------------------------	--------

Bjørkemoen reguleringsplan




Utførte grunnundersøkelser



Norconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
	5196951	001	Z01

X:\nonoppdrag\lesheim\Storgata\5196951\96951\BIM\Geometri\K4\K4\1001-002.dwg - EG - Plottet: 2022-01-24, 13:32:34 - LAYOUT = 001 - XREF = T_V_borpunkt_5196951_2000_T_kart_3D'



FORKLARINGER

-  Dreietrykksøndering
 -  Prøveserie
 -  Trykksøndering (CPTU)

 -  Terrengkote
 -  Bergkote
- Boret dybde i løsmasser + boret dybde i berg

X6658500

X6658000

Tegningsnummer	002	Revisjon	Z01
----------------	-----	----------	-----



Z01	2022-01-24	Datarapport	EG	KniEks	AllNyb
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Detta dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. 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 utstrækning enn formålet tillater.

Fauna Eiendom AS Målestokk (gjelder A1)
1:2000

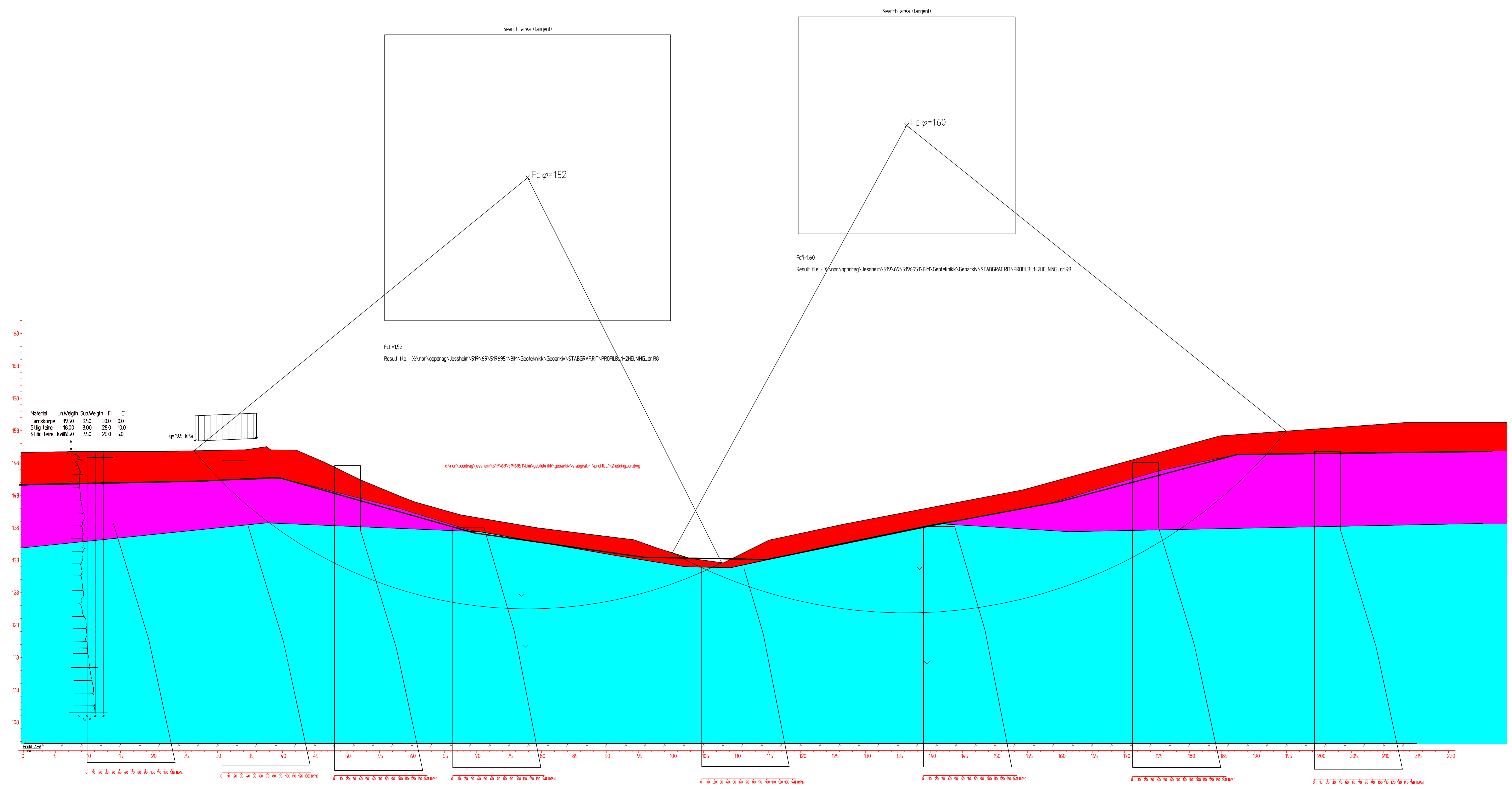
Bjørkemoen reguleringsplan

Utførte grunnundersøkelser

Norconsult	Oppdragsnummer 5196951	Tegningsnummer 002	Revisjon Z01
-------------------	---------------------------	-----------------------	-----------------

X:\nonoppdrag\lesheim\Storgata\5196951\5196951\BIM\Geobehov\A4\H1001-002.dwg - EG - Plottet: 2022-01-24, 13:32:14 - LAYOUT = 002 - XREF = T_V_borpunkt_5196951_2000_T_kart_3D'

X:\nor\oppdrag\jessheim\5196951\108_2024-05-30.dwg - KriEks - Planer - Planer_2024-06-25_13:57:31 - LAYOUT = 108_XREF = profil_1-2helning_lettem_profil_1-2helning LETTEM_profil_1-2helning LETTEM_dr_Protib_20240428_PROFILB_1-2HELNING_dr



FORKLARINGER
 -Stabilitetsvurderinger i henhold til NVE-veileder 1/2019, "Sikkerhet mot kvikkleireskred".

- HENVISNINGER**
- Motfylling
 - Tørskorpeleire
 - Siltig leire
 - Kvikkleire/sprøbruddeleire

2024-05-30

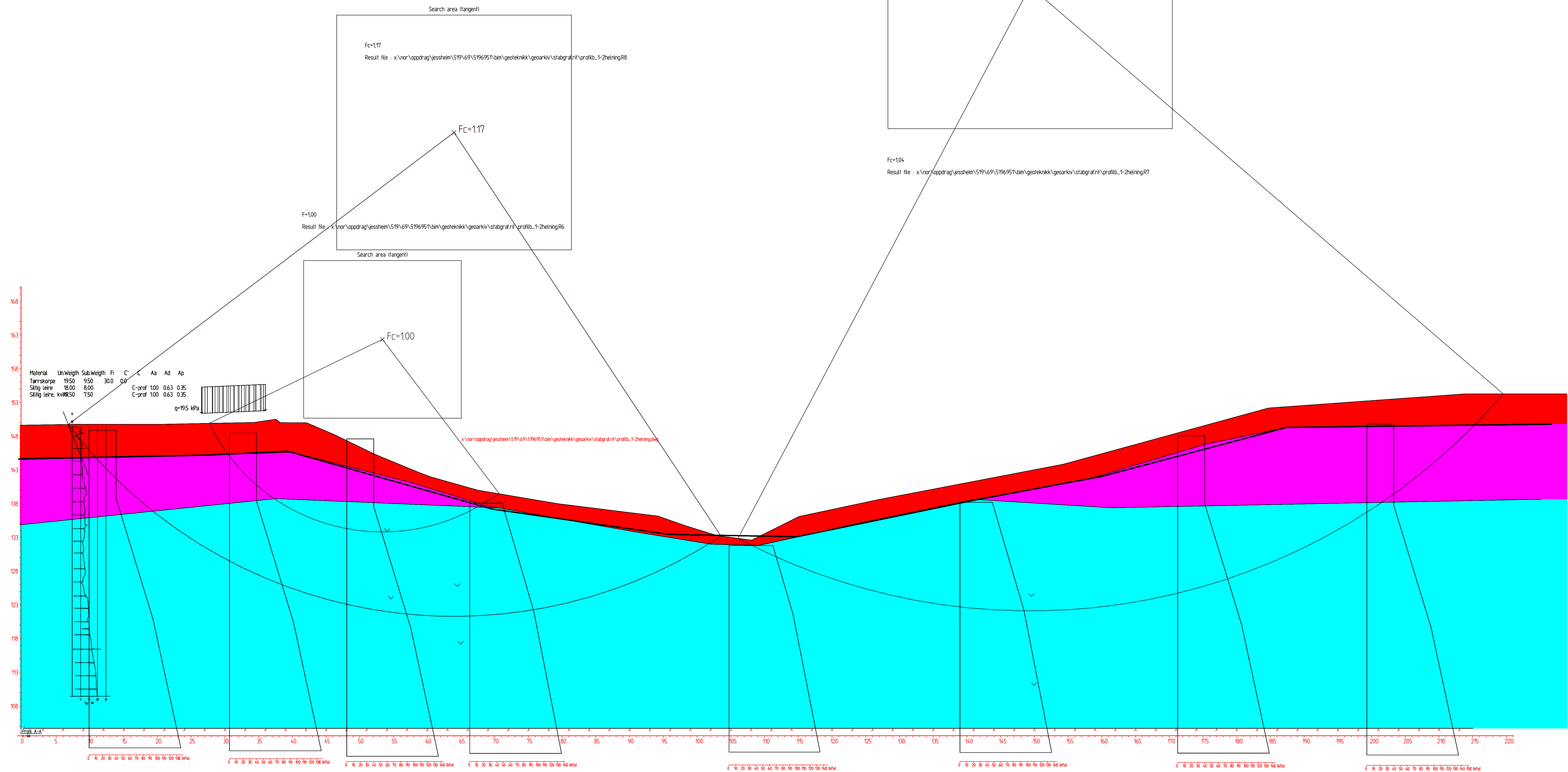
Rev	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
J09	2024-06-12	For bruk	KriEks	VikRen	AnneHo
J08	2024-05-30	For uavhengig kvalitetssikring	KriEks	VikRen	AnneHo
J05	2024-02-02	For bruk etter uavh. kontroll 2	KriEks	VikRen	AnneHo
J04	2023-06-28	For bruk	KriEks	BeKva	AllNyb
J03	2023-04-24	For bruk	AndSt	KriEks	AllNyb
J02	2022-02-16	For bruk etter uavh. kvalitetssikring	KriEks	VikRen	AllNyb
J01	2021-11-24	For bruk	KriEks	VikRen	AllNyb

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

Fauna Eiendom AS Målestokk (gjelder A1): 1:250

Bjørkemoen
 Stabilitetsvurderinger
 Profil B
 Drenert analyse

X:\nor\oppdrag\jessheim\5196951\1-108_2024-05-30.dwg - KriEks - Planer - Planer_2024-06-25_13:57:32 - LAYOUT = 107 - XREF = profil_1-2heining_lettem_profil_1-2heining LETTEM_dr_Protib_20240428_PROFILB_1-2HEINING.dwg



FORKLARINGER
 -Stabilitetsvurderinger i henhold til NVE-veileder 1/2019, "Sikkerhet mot kvikkleireskred".

- HENVISNINGER**
- Motfylling
 - Tørskorpeleire
 - Siltig leire
 - Kvikkleire/sprøbruddeleire

2024-05-30

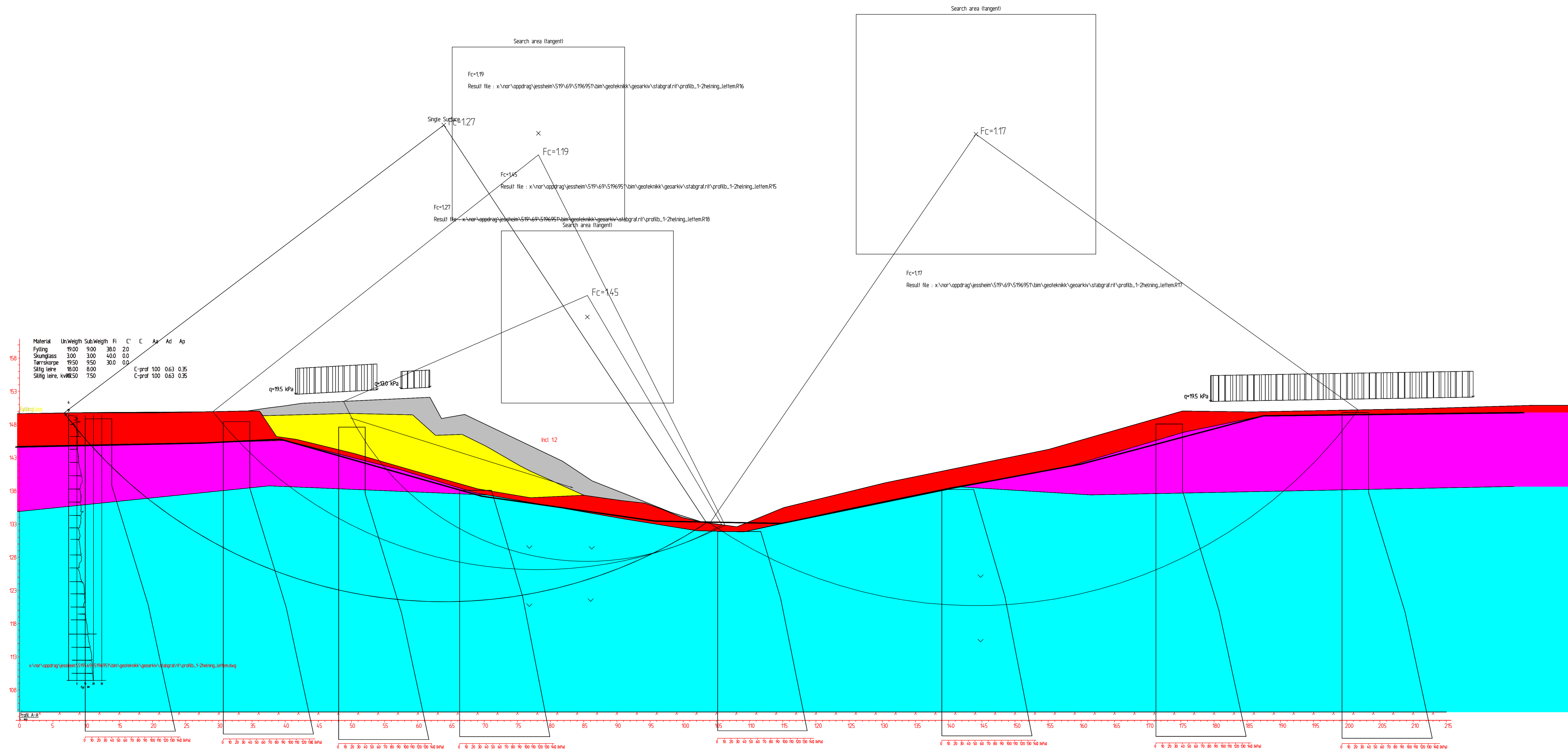
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
J09	2024-06-12	For bruk	KriEks	VikRen	AnneHo
J08	2024-05-30	For uavhengig kvalitetssikring	KriEks	VikRen	AnneHo
J05	2024-02-02	For bruk etter uavh. kontroll 2	KriEks	VikRen	AnneHo
J04	2023-06-28	For bruk	KriEks	BeKva	AllNyb
J03	2023-04-24	For bruk	AndSt	KriEks	AllNyb
J02	2022-02-16	For bruk etter uavh. kvalitetssikring	KriEks	VikRen	AllNyb
J01	2021-11-24	For bruk	KriEks	VikRen	AllNyb

Ette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsvilkårene beskriver, og må ikke kopieres eller gis videre til andre uten tillatelse fra Norconsult.

Fauna Eiendom AS Målestokk (gjelder A1)
1:250

Bjørkemoen
 Stabilitetsvurderinger
 Profil B
 Udrenert analyse

x:\nor\oppdrag\jessheim\519695196951\BIM\Geoteknik\K\1\1-V105-108_2024-05-30.dwg - KriEks - Planer\ 2024-06-25_13:57:33 - LAYOUT = 109 - XREF = profilb_1-2heining LETTEM_dr_ProlB_20240428_PROFILB_1-2HEINING.dwg



FORKLARINGER
 -Stabilitetsvurderinger i henhold til NVE-veileder 1/2019, "Sikkerhet mot kvikkleireskred".

- HENVISNINGER**
- Fyllmasser/overbygning
 - Tørskorpeleire
 - Siltig leire
 - Kvikkleire/sprøbruddeleire
 - Skumglass

2024-05-30

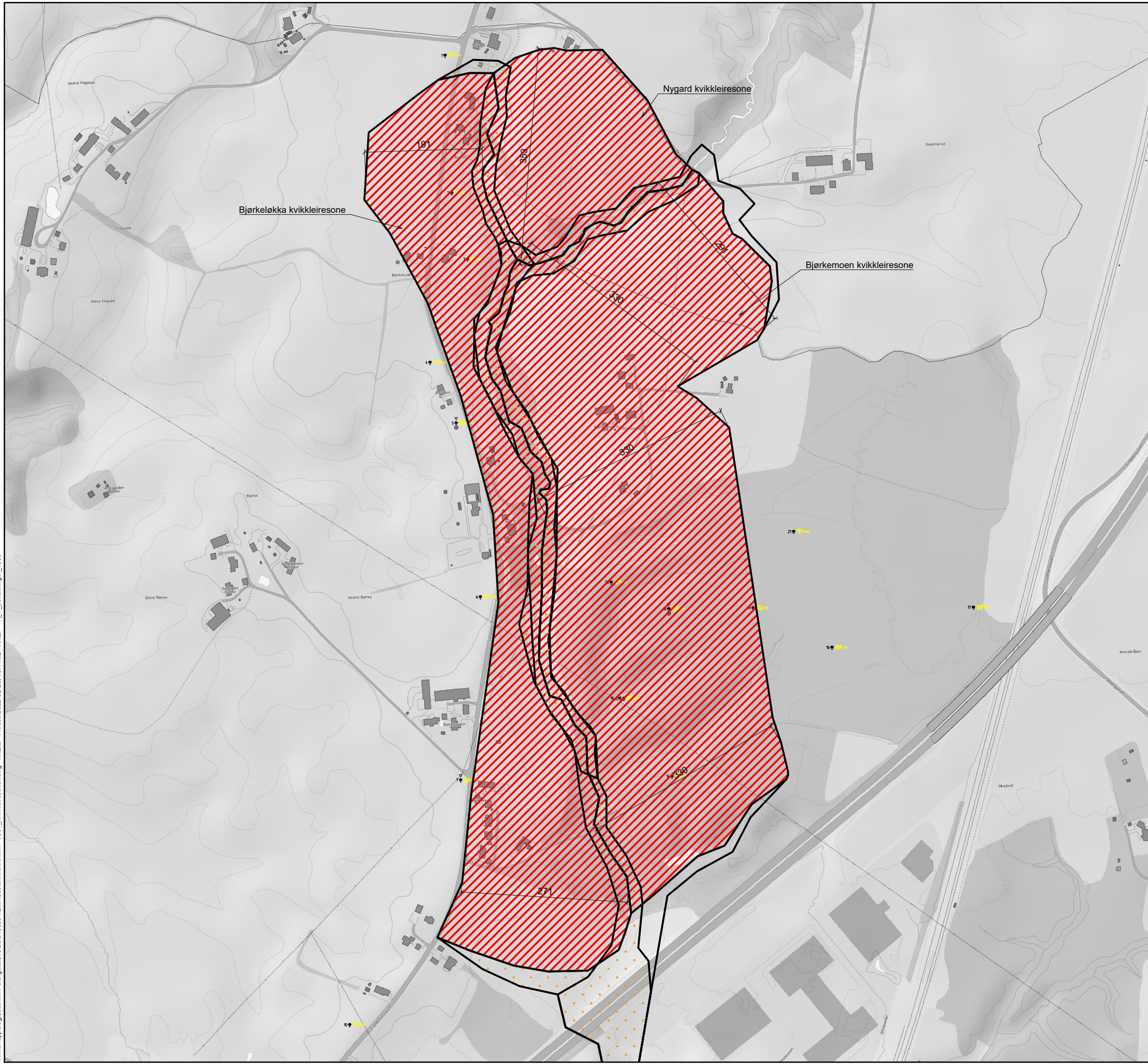
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
J09	2024-06-12	For bruk	KriEks	VikRen	AnneHo
J08	2024-05-30	For uavhengig kvalitetssikring	KriEks	VikRen	AnneHo
J05	2024-02-02	For bruk etter uavh. kontroll 2	KriEks	VikRen	AnneHo
J04	2023-06-28	For bruk	KriEks	BeKva	AllNyb
J03	2023-04-24	For bruk	AndSt	KriEks	AllNyb
J02	2022-02-16	For bruk etter uavh. kvalitetssikring	KriEks	VikRen	AllNyb
J01	2021-11-24	For bruk	KriEks	VikRen	AllNyb

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult. 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.


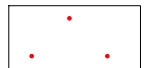
Fauna Eiendom AS Målestokk (gjelder A1)
1:250

Bjørkemoen
 Stabilitetsvurderinger
 Profil B
 Udrenert analyse
 Skumglassfylling

Norconsult	Oppdragsnummer 5196951	Tegningsnummer 109	Revisjon J09
------------	---------------------------	-----------------------	-----------------



FORKLARINGER

-  Løsneområde, høy faregrad
-  Utløpsområde, høy faregrad

ENDELIG 2022-02-28

Rev.	Dato	Beskrivelse	KriEks	VikRen	AllNyb
J01	2022-02-28	For bruk			
			Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. 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 utstrækning enn formålet tillater.

Fauna Eiendom AS Målestokk (gjelder A1)
1:3000

Bjørkemoen
Kvikkleiresoner

X:\tron\oppdrag\lesheim\Storgata\5196951\96951\BIM\Geoblikt\Kvikkleiresoner.dwg - KriEks - Plottet: 2022-02-28, 10:14:32 - XREF = A_V_sonderinger_1500*

