

Kvam herad

► Vurdering av områdestabilitet Øystese

Oppdragsnr.: **52301942** Dokumentnr.: **52301942-RIG01** Versjon: **J02** Dato: **2024-06-06**



Oppdragsgiver: Kvam herad
Oppdragsgivers kontaktperson: Tore Dolvik
Rådgiver: Norconsult Norge AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Oppdragsleder: Julie Scott-Hansen
Fagansvarlig: Øyvind A. Høydal
Andre nøkkelpersoner: Are Berstad

J02	2024-06-06	For bruk	AreBer	OeyHoe	JulSco
B01	2024-05-31	For kommentar hos oppdragsgiver	AreBer	OeyHoe	JulSco
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.

► Sammendrag

Norconsult har fått i oppgave av Kvam herad å vurdere et planområde i Øystese for områdeskred med hensyn til kvikkleire. Oppgaven ble gitt Norconsult sammen med flomsonevurdering i Øysteservi og Vikeelvi. Norconsult anser oppgaven som å gjelde områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. Rapport omfatter en gjennomgang av eksisterende grunnundersøkelser, registrering av berg, borplan og oppfølging av grunnundersøkelser og samlet vurdering av områdestabilitet.

Det er utført grunnundersøkelser med tilhørende tolkninger, utført befaring, gjort stabilitetsberegninger og vurdering av planområdet. Det er definert en faresone med klassifisering i risikoklasse 3 i delområde 1, og gitt anbefalinger for videre behandling av strandsonen for delområde 2. Utførte grunnundersøkelser er plassert med henblikk på å identifisere mulige løснеområder for områdeskred. På generelt nivå, og i sammenheng med flomvurdering og erosjonssikring, er selve Øysteseelva ikke vurdert at kan ha kritisk erosjon inn mot sprøbruddmateriale.

Innhold

1	Innledning	5
2	Om utredningen	6
3	Tidligere undersøkelser og områdebeskrivelser	9
3.1	Tidligere rapporter	10
3.2	Øystese nord-øst	10
3.3	Øystese nord-vest	11
3.4	Øystese vest og strandsone	12
3.5	Planområdet øst for Øysteseelva	12
4	Utførte grunnundersøkelser	14
5	Områder vurdert for områdeskred	17
5.1	Område sør-vest for Øysteseelva	17
5.2	Område nord-øst for Øysteseelva	18
6	Faresone Vikesida	20
6.1	Prosedyre for utredning av områdeskredfare	20
6.2	Klassifisering av faresone	20
6.3	Stabilitetsberegninger	21
7	Konklusjon områdeskred	24
8	Referanser	25

Vedlegg 1 – Tolkning av trykksonderinger

Vedlegg 2 – Stabilitetsberegninger kritisk profil Vikesida

Vedlegg 3 – Faresone Vikesida

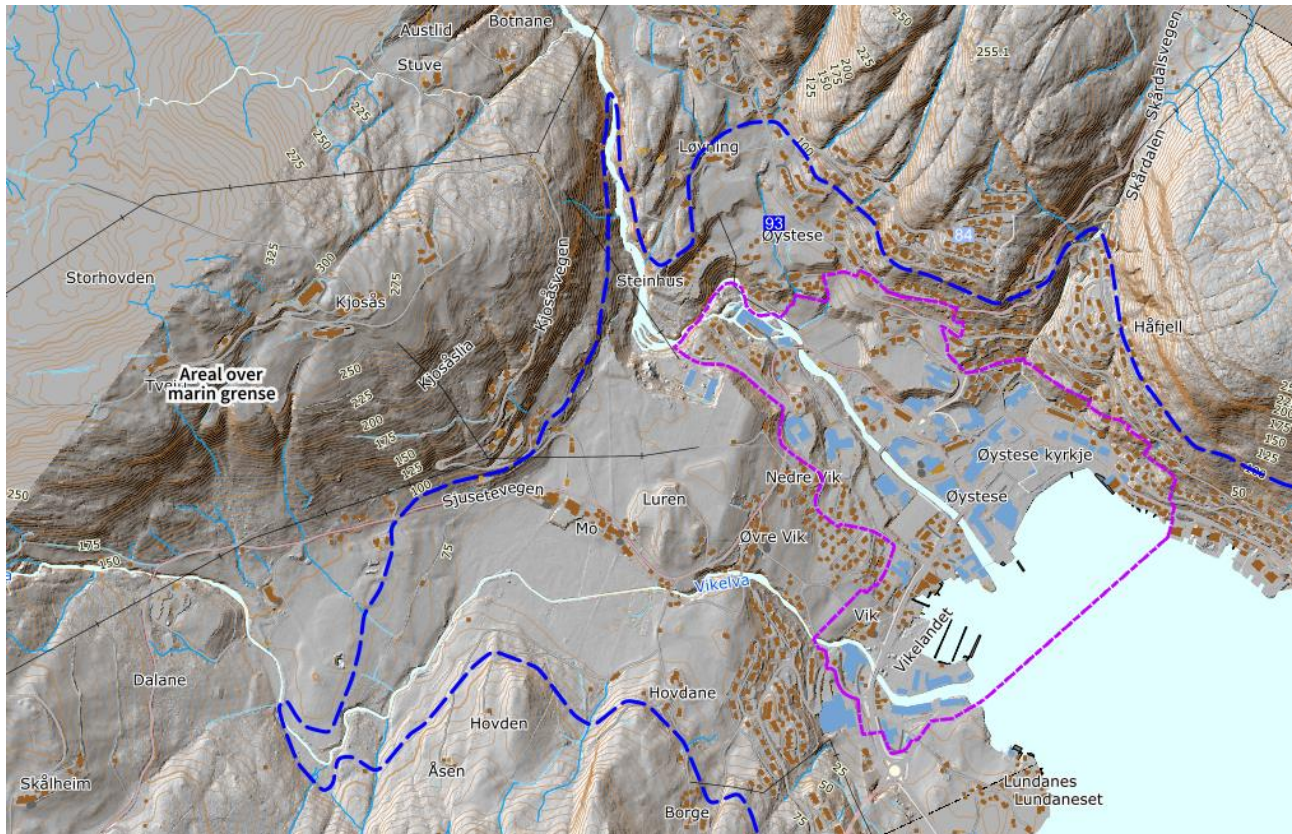
1 Innledning

Norconsult har fått i oppgave av Kvam herad å vurdere et planområde i Øystese for områdeskred med hensyn til kvikkleire. Norconsult anser oppgaven som å gjelde områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. Rapport omfatter en gjennomgang av eksisterende grunnundersøkelser, registrering av berg, borplan og oppfølging av grunnundersøkelser og samlet vurdering av områdestabilitet.

Plannivået er områdereguleringsplan, og NVE har gitt innspill til at det må benyttes fagkyndig geoteknisk kompetanse til å vurdere om det er grunnlag for å friskmelde areal med omsyn på fare for områdeskred. Her er det også spesifisert av NVE at tiltak i strandsonen alltid bør ha tilstrekkelige geotekniske undersøkelser og geoteknisk detaljprosjektering. Denne rapporten anses ikke å være en geoteknisk detaljprosjektering for tiltak i strandsonen. Vurderinger for friskmeldte områder gjelder mulighet for naturlig utløste områdeskred. Dette fordi topografiske menneskeskapte endringer etter vurdering kan medføre vesentlig forverring og dette må videre detaljprosjekteres.

2 Om utredningen

Planområdet og marin grense er markert i Figur 1 under med hhv. lilla og blå stiplete linjer.



Figur 1 Planområde og marin grense

I prinsippet følger denne utredningen prosedyre for utredning av områdeskredfare i NVE veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred [1]. Figur 2 viser prosedyrestegene i forhold til plannivået. Avgrenset planområde er under marin grense, men her er det ikke tidligere kartlagt eller registrert avsetninger av marin leire. Deler av området er bratt sammenlignet med større områder med marin leire, samtidig som nærmest hele området faller under aktsomhetsområde for områdeskred kun basert på topografiske kriterier. Det er utført enkelte grunnundersøkelser og i denne saken ble det funnet hensiktsmessig å utføre befaring i start av prosjektet for å påvise berg som reduserer mulig areal for utløsning av områdeskred. Kommunen har ikke oppgitt noe spesielt tiltak som skal utføres i området, men det er blant annet aldershjem, skole, barnehage og hotell innenfor området. Tiltaksklasse innenfor en eventuell hensynsone for områdeskred antas høy (K3-K4).

	Steg i prosedyren	Anbefalt detaljeringsnivå for arealplaner	Kommuneplan	Områderegulering	Detaljregulering
AKTSOMHETS-OMRÅDER	1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	X	X	X
	2	Avgrens områder med mulig marin leire	X	X	X
	3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	(x)	X	X
UTREDNING AV FARESONER	4	Bestem tiltakskategori	(x)	X	X
	5	Gjennomgang av grunnlag	(x)	(x)	X
	6	Befaring		(x)	X
	7	Gjennomfør grunnundersøkelser		(x)	X
	8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løse- og utløpsområder		(x)	X
	9	Klassifiser faresoner		(x)	X
	10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet		(x)	X
	11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser		(x)	X

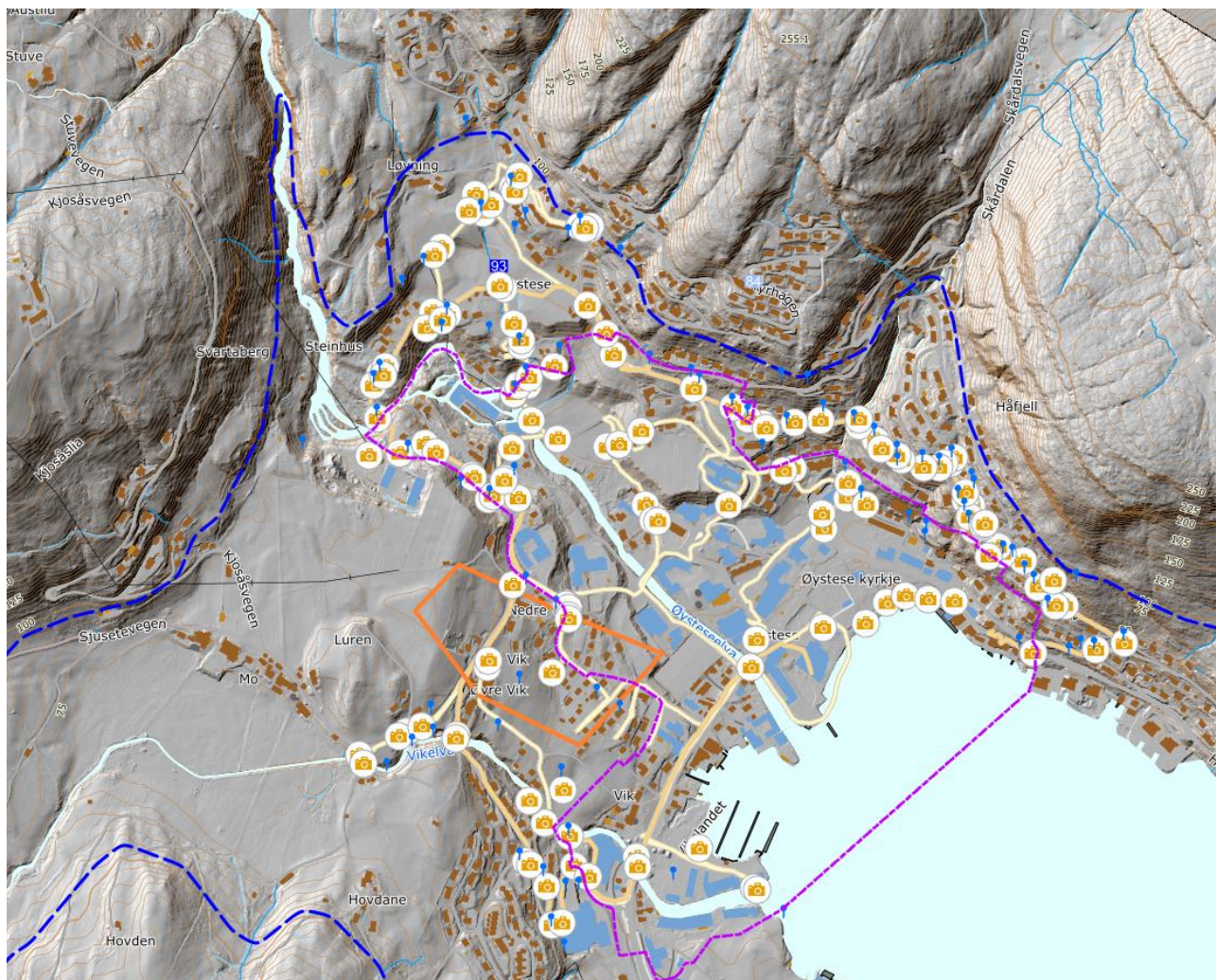
Figur 2 Anbefalt detaljeringsnivå for områdeskredvurderinger for ulike plannivå

Området ble befart ettermiddag/kveld 13. og 14.april 2023 av Øyvind A Høydal fra Norconsult. Den 14. april deltok kommunegeolog Tore Dolvik på befaringen. Se Figur 3 for befaringsrute og observasjoner. Befaringen hadde som formål å få lokal innsikt på løsmasser og registrere fjellblotninger som reduserer mulige skredområder for kvikkleire. Norconsult har også oppgave å utrede flomvurdering og forslag til flomsikringstiltak av Øysteseelva og Vikeelva. I forbindelse med dette arbeidet er det også utført registrering av berg i og nær elvene. Denne informasjonen er videre benyttet.

Forut for befaring ble eksisterende rapporter om geotekniske undersøkelser gjennomgått. Flere av de tilgjengelige rapportene består av prøvegravinger med grunne groper. For å vurdere områdestabilitet, tilsier topografien i Øystese at en bør sjekke dypere nivåer.

Fare for områdeskred for et planområde gjelder både skred som kan løse innenfor planområdet, samt skred som kan gå inn i planområdet. Undersøkelsesområde strekker seg derfor utenfor planområdet. Marine sedimenter kan godt ligge utenfor modellert marin grense. Det vil da si at sedimentene ligger lavere enn terrenget og fortsatt under marin grense.

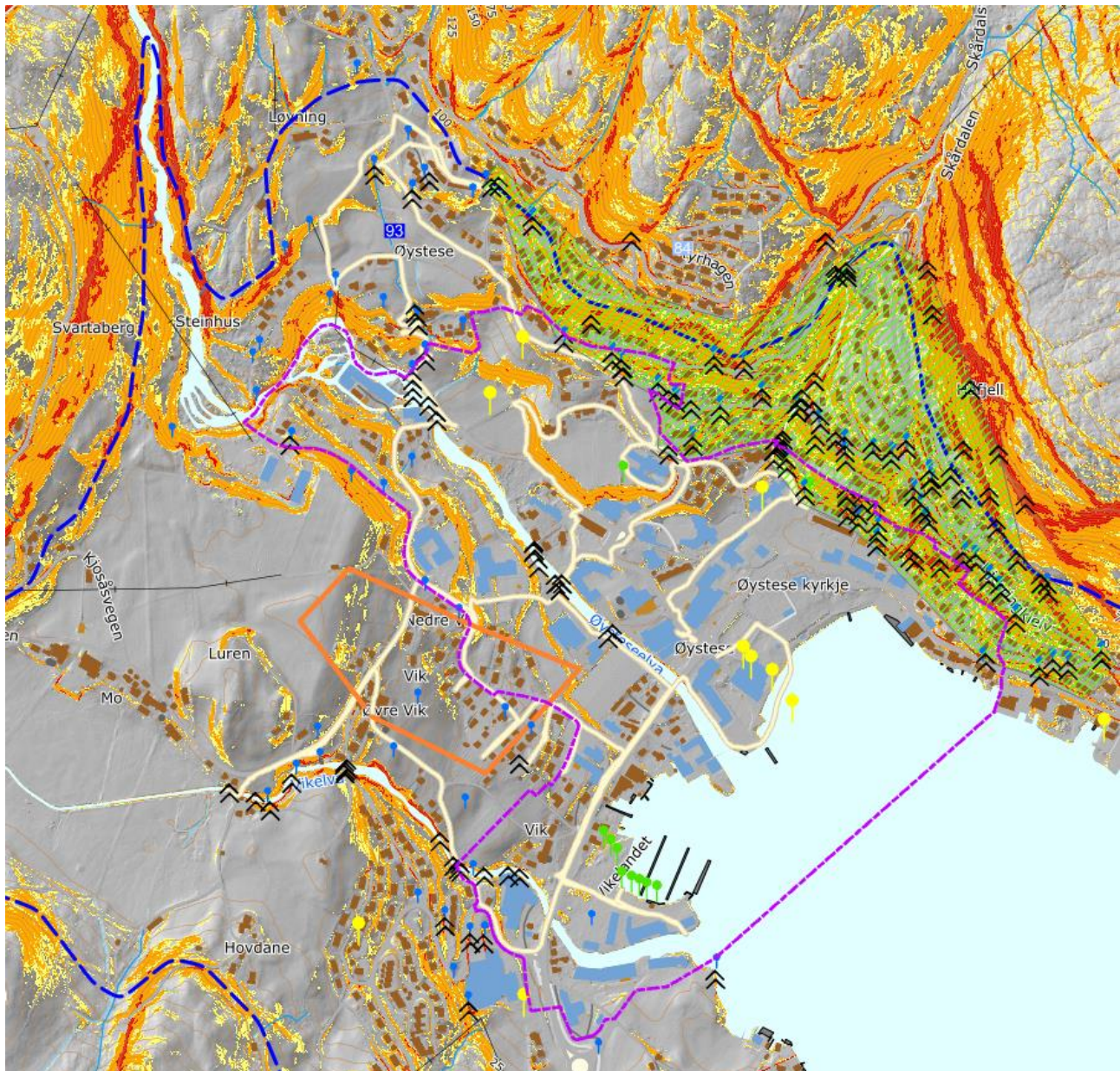
Marin grense (MG) er definert ut fra en øvre terrasse i nordre del av Figur 1 til 93 moh. Slik det går fram av skyggekart er det en rekke terrasser i Øystese. Elva har ved gradvis landhevning senket seg ned og erodert til sidene slik at det ligger rester av både sjøbunn og elvesletter i ulike nivåer.



Figur 3 Befaringsruter og fotodokumentasjonspunkter. Blå stiplet linje er modellert marin grense (NGU)

3 Tidligere undersøkelser og områdebeskrivelser

Figur 4 viser berg i dag og figurteksten gir en forklaring til denne figuren. Videre kapitler viser til vurderinger etter befaring, det vil si at teksten er utarbeidet før supplerende grunnundersøkelser ble utført i dette prosjektet.



Figur 4 Helningskart og påvist berg. Rødt er brattere enn 45 grader. Skravert grønt polygon er etter vurdering av bergforekomst vurder til ikke å være potensielt løseområde for områdeskred. Grønne pinner viser tidligere rapporter der det ikke er påvist sprøbruddmateriale. Gule pinner viser rapporter der det ikke er klart om det kan forekomme sprøbruddmateriale, enten at undersøkelsene ikke er ført dypt nok, burde vært prøvetatt, og har heller ikke som formål å avdekke mulig sprøbruddmateriale. Flere av undersøkelsene er grunne prøvegravinger.

3.1 Tidligere rapporter

Det er tidligere utført flere grunnundersøkelser i Øystese og det er utgitt flere geotekniske rapporter, se Tabell 1.

Tabell 1: Relevante geotekniske rapporter i Øystese.

Rapport nr.	Innhold	Årstall	Konsulent
4820.01 [2]	Kontroll av stabilitets- og setningsforhold, tomt 53, 52 og 26. Boligfelt – Øystese.	1976	A/S Geoteam
6063.01 [3]	Seismiske og geotekniske undersøkelser i Vik-Evja Øystese.	1980	A/S Geoteam
990355-01 [4]	Grunnundersøkelser G/S-veg. Øysteseheimen – Barneskolen.	1999	SVV
990354-01 [5]	Grunnundersøkelser Fjellkontrollboringer - Ny veg Øystese Vest	1999	SVV
000354-02 [6]	Suppl. Fjellkontrollboringer - Ny veg Øystese Vest	2000	SVV
400623-100 [7]	Fundamentering av omsorgsboliger - Mikkjelsflaten	2001	Noteby AS
610550-1 [8]	Grunnundersøkelser og fundamentering – Ny barnehage i Busdalen	2005	Multiconsult
Notat «01» [9]	Vurdering av grunnforhold – Hardanger Bad og Velværesenter	2010	Sweco
10009 [10]	Sjøfylling Øystese – Grunnundersøkelser. SVV	2010	Hardanger Consult AS
614681-RIG-RAP-001 [11]	Grunnundersøkelser for bygg - Hardangerbadet	2013	Multiconsult
10202608-RIG-RAP-001 [12]	Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser sjø - Hardangerbadet	2018	Multiconsult
10209828-RIG-NOT-001 [13]	Vurdering av stabilitet og fundamentering – Villa Haltvik	2019	Multiconsult

3.2 Øystese nord-øst

I nordøstre del er det et nærmest sammenhengende boligområde bundet sammen med veger på flere nivåer. Det er murer i nærmest alle hager og vegene er i stor grad enten lagt inn i berg eller bygd på murer. Helningskartet vist i Figur 4 gir en god indikasjon på berg der det ikke er murer. Befaringen viste at mange av murene står synlig på berg, og trolig er det slik at mange eller de fleste av husene er fundamentert på berg. Berg og murer er dels dekt av eføy og annen vegetasjon.

Området vurderes videre slik at det i hovedsak er grunt til berg eller under 2 m løsmasser. På grovt kvartærgeologisk kart (1: 250 000) framkommer dalsiden som dekt med forvittringsmateriale. Tenker en seg fjorden og ei strandsone 93 m høyere enn i dag, har denne lia stått bratt mens bølger har vasket i strandsonen etter hvert som denne har senket seg over tusener av år. Det er kun på slake hyller at en vil kunne ha igjen masser som ikke er vasket ut i takt med landhevning. Løsmassene er derfor i stor grad forvitret materiale. Fyllitt er opphavet til massene.

Notat fra A/S Geoteam omhandler dette området der undersøkelsene viser leirig silt som er meget sensitiv og lett omrøres [2]. Det betyr at selv om områdeskred ikke viser seg å være aktuell metodikk er

fundamentering og lokal stabilitet likevel relevant. Fundamenteringsprinsipper og lokal stabilitet er ikke en del av denne rapporten.

Med grunt til berg og lite kontinuitet i løsmasser så vurderes denne siden til ikke å være ett mulig område for kvikkleireskred. Lengst inn på østsiden av Skårdalen er det noe slakere. Om det er masser her som kan gi rotasjon (antar forekomst av kvikkleire i en mindre del av profilet) er dette skred som ikke har utløp ned til planområdet. Området er vurdert til ikke å være potensielt løsnemasse for områdeskred.

3.3 Øystese nord-vest

Mot de høyere delene nord for Øysteseelva ser skråningen ut som løsmasser med jevn helning og innenfor liggende platåer. Ute på terrassen ved Fitjadalsvegen 28-36 er det dels grov grus i øvre del. I grusregistret er det på begge sider av elva markert grusforekomster. Ved Fitjadalsvegen 22 kommer det en kanalisert bekk. Hvis det er/var sand og grusige masser her, ville bekken ha senket seg eller vært mer tørr. Det er sannsynlig at det er grunt til berg, eller leirige masser som gjør at den ikke senker seg. Det er observert/tolket berg i bekken rett nedenfor der denne bekken kommer ut av rør ca. 70 moh. Der denne bekken blir brattere, litt opp for og langs siloen på Fitjadalsvegen 12, er det sikker påvisning av berg. Det samme gjelder i bekken og nede ut for garasje i Sjusteavegen 57 og nede ved Øysteseelva. Det her indikerer at løsmasseavsetningene er begrenset og det kan være grunnere til berg enn det terrassene indikerer.

Figur 5 viser at bekken nevnt ovenfor er lukket og det har vært utfylling eller planering av masse i området. Eldre enn denne lukkingen ser det også ut som at steinmuren ved rød ring er. Rød bue til venstre i figuren markerer en form som er vanlig å finne der det har vært skred eller utglidninger. Dette er former og tiltak en kjenner igjen fra områder med leiravsetninger. Oppunder denne buen er det et hus på gang, der berg er blottlagt bak og til siden. Det kan være bløtere grunn, nedenfor denne buen.



Figur 5 ØK versjon 1 overlatt dagens FKB. rød ring mur, x lukking og rød bue - skred form.

Terrasseskråningene i området er potensielle løснеområder for områdeskred og det er foreslått boringer for å sjekke ut disse med hensyn på sprøbruddmateriale. Hvis det ikke er sprøbruddmateriale i dette området, vil et eventuelt skred i sprøbruddmateriale lengre nord ha liten rekkevidde og neppe gå inn i planområdet. Det utelukker ikke at det kan være sprøbruddmateriale lengre nord.

På vestsiden av elva har det vært et massetak for grus. Mellom Sjusetevegen og hus nr. 89 er det berg i dagen under grus ved ca. 60 moh. Elva har senket seg ned i fyllitten, her er det berg på begge sider. Denne indre delen er ikke løснеområde for områdeskred.

3.4 Øystese vest og strandsone

De flate områdene inn mot Mo har ikke topografi for utløsning av naturlige skred. Vikeelva går på berg fra bak fabrikken og opp til dammen. Det er ikke senkningspotensiale for elva i løsmasser. I de nedre deler av boligområdet/ fabrikkområdet vest for Vikeelva er det bergskjæring. Noe høyere opp er det ei tomt som i sin tid ble prøvegravd, men ikke bebygd fordi massene ble vurdert som for bløte. Her bør det gjøres videre undersøkelser. Et skred fra øvre del vil kunne nå planområdet.

Vikelandet er et utfyllt område. Her var det et mudderområde som har blitt utfyllt trolig både med reste- eller avgangsmasser og sagflis. Det har vært sagbruk både her, og der betongfabrikken ligger i dag. Utfyllingene har i kantene og på bygg gitt setninger. Hvor dype bevegelsene er i kantområdet, vet en ikke. På ukonsoliderte muddermasser er det påregnelig at en får setninger og at en ikke vil få en stabil fot i utfyllingsområdet med mindre foten er lagt kontrollert ut. Oppmålinger av batymetri utført av Kvam kommune viser at det nært utfor disse fyllingene er bratt.

Strandsonen er i seg selv et utløsningsområde. Ut for Hardangerfjord hotell og bad er det utført boringer også i sjø. Generelt er det liten motstand de øvre 10 m og mer sand i topplaget inn mot land. To av de dypeste boringene viser parti med avtagende styrke i topplaget, men en ser ikke det samme på innenforliggende boringer. På Vikelandet er det ikke utført dypere undersøkelser og det forslås å bore her. Gunnar Egil Seljebotn forteller at han noen år tilbake tredde en 16 m telefonstolpe ned i grunnen med klypa på maskinen her uten særlig bruk av kraft. Utfor Sjusetevegen 121 er det i vegkanten sprengt vekk en knaus som nå er tildekt. Byggene på Øvre Vik ligger dels på berg og dels på løsmasser. Det samme gjelder bygg omkring Nedre Vik (Nedre Vik veggen 78).

Opp for Vikeland er det markert ett polygon som grovt avgrenser et område der Arne Aalvik har oppgitt at det forekommer finere og/eller bløte masser. I kantområdet er det oppgitt at det fins bygg som er fundamentert på berg i en ende og løsmasser i andre enden. Det er i dette området samt ulike terrasser innenfor planområdet det ønskes boret. I vegen ved Nedre Vik nr. 30 er det oppgitt at det er 0,5 m til berg for en fjellbrønn. Oppgitt stedfestingsnøyaktighet er imidlertid grov, og eier av naboeiendom mot øst er av den oppfatningen at husene står på leire.

3.5 Planområdet øst for Øysteseelva

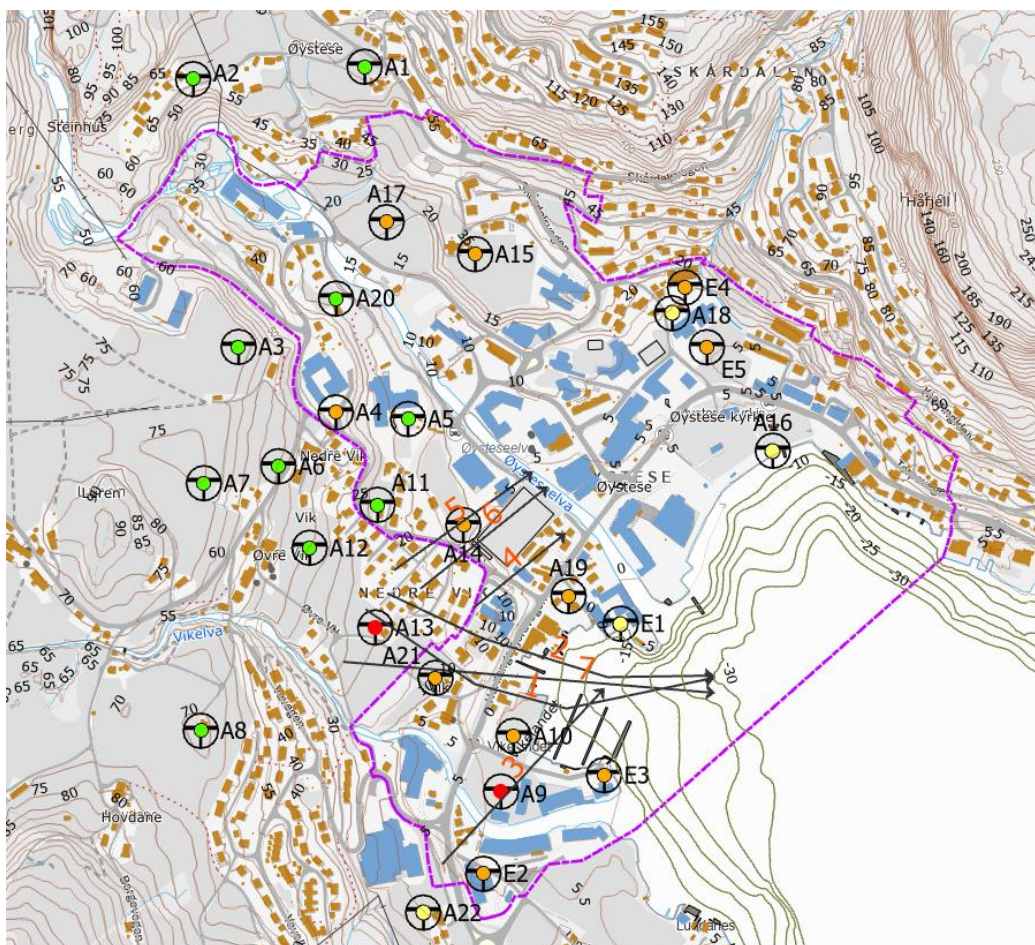
Det er boret ved pleiehjemmet i skråningsområdet, og boringene viser ikke noe tykkere lag eller kontinuerlig lag med sprøbruddmateriale. Videre er det boret på en terrasse i Busdalen ifm. utbygging av «Villa Haltvik». De øverste boringene utført av Multiconsult [13] viser ikke tegn på sprøbrudd, men det er noen tynnere lag på flata nedenfor som viser avtagende motstand. I prosjekteringsrapporten til «Villa Haltvik» er det valgt direktefundamentering og det er regnet på stabilitet til den bratte skråningen utfor terrassen. Basert på innholdet i rapporten til Multiconsult har utbyggingen for «Villa Haltvik» tilstrekkelig stabilitet (over 1,5 for effektivspenningsanalyse) for en drenert beregning.

Ut for kirken er det ikke tidligere utført boringer, og her antas det at det er mindre utfyllt enn i resten av strandsonen. Bak Rokabrekka 5, Bo- og behandlingssenter, er det i NGUs brønnbase oppgitt 25 m til berg.

Berget stuper trolig raskt mot øst og nord. Det skal i dette prosjektet bores i strandsone ut for kirka, og terrassen ut mot eldre flomløp. Multiconsult har tidligere grunnundersøkelser på land og i sjø utenfor Hardangerbadet [11].

4 Utførte grunnundersøkelser

Figur 6 viser utførte totalsonderinger utført i forbindelse med dette prosjektet. Grunnundersøkelser er dokumentert i egen datarapport [14]. I A9 og A13 er det utført CPTU og prøvetaking. Prøvetaking er forsøkt i flere andre hull, uten at en her har kommet ned. I borpunkter A9 og A13 er det registrert dypereliggende lag med materialer (leire/silt) definert som sprøbruddmaterialer. I borpunkt A9 er det registrert leirig silt med kvikke egenskaper iht. definisjon i NVE veileder 1/2019 [1].



Figur 6 Utførte totalsonderinger borer. Grønne punkt er antatt ikke sprøbruddsmaterialer, gule punkter er uavklart, oransje punkter er punkter der totalsondering gir indikasjon på sprøbruddsmaterialer, rødepunkter er sprøbruddsmaterialer påvist. Figuren viser og vurderte stabilitetsprofiler 1-7.

I Tabell 2 er utførte grunnundersøkelser (totalsonderinger, trykksøndering og laboratorieresultater) benyttet til å gi en faglig vurdering av lagdeling i hvert enkelt borpunkt for bruk i områdestabilitetsvurdering. Det påpekes at denne tolkningen er utført av Norconsult, og Norconsult fraskriver seg ethvert ansvar for tolkningene når andre aktører benytter seg av nevnte tolkninger i videre vurderinger basert på denne rapporten. Tolkninger i tabellen blir benyttet i videre vurderinger for delområder.

Tabell 2: Utførte grunnundersøkelser og Norconsults tolkninger.

Bor-punkt	Kote terreng	Kote berg	Vurdering av mulig sprøbruddmateriale.
A1	65,96	49,33	Øvre 2 meter er bløtt. men ikke vurdert som mulig sprøbruddmateriale. Fra 4,0 til 8,0 m er det lag med avtagende styrke, antas ikke sprøbruddmateriale.
A2	62,51	49,98	Tynt lag med avtagende motstand fra 8-9 m men det er benyttet økt rotasjon kamouflerer laget. Fra 4-5 m kan også ha tynnere lag med lavere motstand.
A3	73,53	IP	Ikke vurdert som sprøbruddmateriale. Det er parti med svakere materiale ved 6-7 m, 12-13 m, og rundt 20 m. Alt er utført med økt rotasjon.
A4	36,96	IP	Totalsondering viser lag med mindre motstand fra 4,5 til 5 m. Det kan også tolkes enkelte tynnere lag med sprøbrudd opp mot 3,5 meter dybde. Utført laboratorieundersøkelser som ikke viser sprøbruddmateriale.
A5	18,86	9,23	Motstanden i totalsonderingen indikerer finstoff fra 0,5 til 3,0 m dyp. Mulig tynne sprø lag fra ca. 6,0 til 7,5 m. Basert på laboratorieundersøkelser i nærliggende borpunkt A4 antas det å ikke være sprøbruddmateriale. Finstoff fra 0,5 til 3,0 meter dyp vurderes ikke å medføre fare for områdeskred.
A6	49,71	47,78	Jevnt økende motstand til berg. For liten dybde til berg til at det er fare for sprøbruddmateriale med betydning for områdestabilitet.
A7	74,71	63,89	Friksjonsmasser.
A8	71,06	69,41	Bløtt topplag, berg ved 1,5 meter. Ikke fare for sprøbruddmateriale av betydning for områdestabilitet.
A9	1,75	-12,70	Jevn motstand i toppen til 6 meter. Antatt utfyllt lag over overkonsolidert leire. Deretter sprøbruddmateriale fra 6,5 til 11 m dyp. Tatt prøve og trykksondering i sprøbruddmateriale.
A10	1,54	-20,28	Antatt utfylling fra topp til ca. 2 meter. Deretter leirelag som er jevnt stigende motstand til 12 m. Lag med avtagende motstand fra 12 til 15 meter med antatt sprøbruddmateriale. Fastere masser fra 15 meter til berg på 22 meter.
A11	24,52	21,52	Grunntil berg (<3 meter), ikke vurdert til å kunne være sprøbruddmateriale.
A12	39,63	38,38	Grunntil berg (<1 meter), ikke vurdert til å kunne være sprøbruddmateriale.
A13	21,50	15,80	Antatt friksjonsmasser med finstoffinnhold fra 0 til 4,5 meter. Deretter ett leirelag der trykksondering og prøver viser normalkonsolidert leire klassifisert som sprøbruddmateriale iht. NVE veileder 1/2019.
A14	11,30	5,55	Friksjonsmasser. Svakt lag fra 4 til berg på 6 meters dybde. Antatt sandlag med høyt finstoffinnhold. Vurdert til å ikke være sprøbruddmateriale.
A15	31,20	IP	Friksjonsmasser til 25 meter. Mulig noen lagdelinger i grunnen (terrasseavsetninger) som ikke kan utelukkes at er svake lag. Det er vurdert til at eventuelle svake lag ikke er sammenhengende over området, slik at det dermed ikke er fare for områdeskred. Det er derimot steile naturlige terrasseskråninger, og overflateskred er relevant bruddmekanisme.
A16	1,23	IP	Friksjonsmasser over leire fra 4 meters dybde. Noen innslag av friksjonsmateriale i leiren ved 4-8 meter. Økende boremotstand hele veien i leire. Noen tynne svake lag der sprøbruddmateriale ikke kan utelukkes. Disse antatte svake lagene er relativt dype (11 meter og 19 meter). Sammenlignet med boring E5, som ligger 180 meter opp fra strandområdet, viser disse antatte svake lagene seg i potensielt samme dybdeposisjon relativt til innmålt terreng. De antatte svake lagene har en helning på under 1:15 (<1:40) og det utelukkes dermed mulighet til retrogressive kvikkleireskred i disse antatte svake lagene.

A17	17,50	11,58	Friksjonsmasser lignende med A15, der det ikke kan utelukkes at det er tynne svake lag. Det anses ikke å være fare for områdeskred. Som for A15 er det naturlige terrasseskråninger med steil skråning. Stabiliteten ved utbygging på terrasser må vurderes av faglig kompetanse slik at stabiliteten ivaretas.
A18	7,30	IP	Generelt økende motstand ned til 10 m. Antatt lag med høyt finstoffinnhold fra 6 til 9 meter. Deretter friksjonsmasser over antatt morene. Antas ikke sprøbruddmateriale. Lag med finstoffinnhold kan likevel ha svakere lag. Sammenlignet med borpunkt E4 vises samme lag med finstoffinnhold i skråningen.
A19	1,45	IP	Friksjonsmasser i toppen ned til 4,5 meter. Deretter jevnt økende motstand av antatt leirige/siltige lag. Overgang til siltige leire ved 12 meter ned til 20 meter. Fra 20 meter til 23 meter er det antatt sprøbruddlag over friksjonsmasser.
A20	23,49	21,97	Svakt topplag ned til berg. Antas ikke sprøbruddmateriale som har betydning for områdestabilitet.
A21	10,79	IP	Svært løst lagret materiale i toppen ned til 4 meter før motstand som indikerer leire fra 4 til 10 meter. Deretter antatt sprøbruddlag fra 10 til 12 meter.
A22	9,48	~9,0	Her ble det sagt en traff berg, men påvising er ikke gjort. Antatt berg likevel, men mulighet for blokk utelukkes ikke.
E1	1,43	IP	Topplag av friksjonsmateriale (mulig sand) ned til 3 meters dybde. Deretter antatt leirig/siltige masser med økende motstand ned til 16 meter. Fra 16 meter og nedover viser boringen jevnere motstand som tolkes til at de leirige/siltige massene har høyere finstoffinnhold i dybden. Dypere liggende lag ved ca. 22-24 meter indikerer lokalt avtagende motstand og mulig sprøbruddmateriale i svakt lag.
E2	3,48	-2,62	Hovedsakelig friksjonsmasser, men mulig svakt lag ved 3 meter. Beliggenhet utenfor vurderingsområdet og det vurderes til at det svake laget ikke medfører mulighet for områdeskred ettersom det er for langt til mulig initialbrudd ved marebakken.
E3	1,06	-14,49	Totalsondering indikerer friksjonsmasser (antatt utfyllt) ned til 4 meter. Mulig sprøbruddmateriale fra 4-5 meter og deretter økende motstand ned til berg på 15 meter. Fra 13 til 15 meter kan også være sprøbruddmateriale. Svake lag korreleres med svake lag i A9, A10, A21 og A13. Utfylling har trolig dårlig stabilitet.
E4	14,28	3,88	Friksjonsmasser ned til 2 meter deretter jevnt økende motstand med antatt siltig/leirig masser ned til 8 meter. Berg på 10 meter. Vurderes til ikke å være sprøbruddmateriale.
E5	5,33	IP	Totalsondering viser lagdelt grunn. Samme svake lag i boringer som i A16. Lag med liten bormotstand ned til 2 meter. Deretter antatt svakt lag ved 5-6 meter, 10-11 meter og 19-21 meter. Fra 13 meter til 16 meter indikerer totalsonderingen mindre lagdelt struktur med jevnt økende motstand der leira ikke kollapser under boringen. Ellers antas lag å bestå av siltige/sandige masser.

5 Områder vurdert for områdeskred

Med utgangspunkt i strandsonen, brattere partier og terrasser er mest hele Øystese mulige løsneområder for områdeskred iht. definisjoner i NVE veileder 1/2019. For videre gang i prosjektet er det av hensiktsmessige årsaker valgt å dele vurderingsområdet inn i to områder. Områdene deles midt i Øysteseelva da elva, som vist i Figur 4, til dels ligger med synlig bergblotninger:

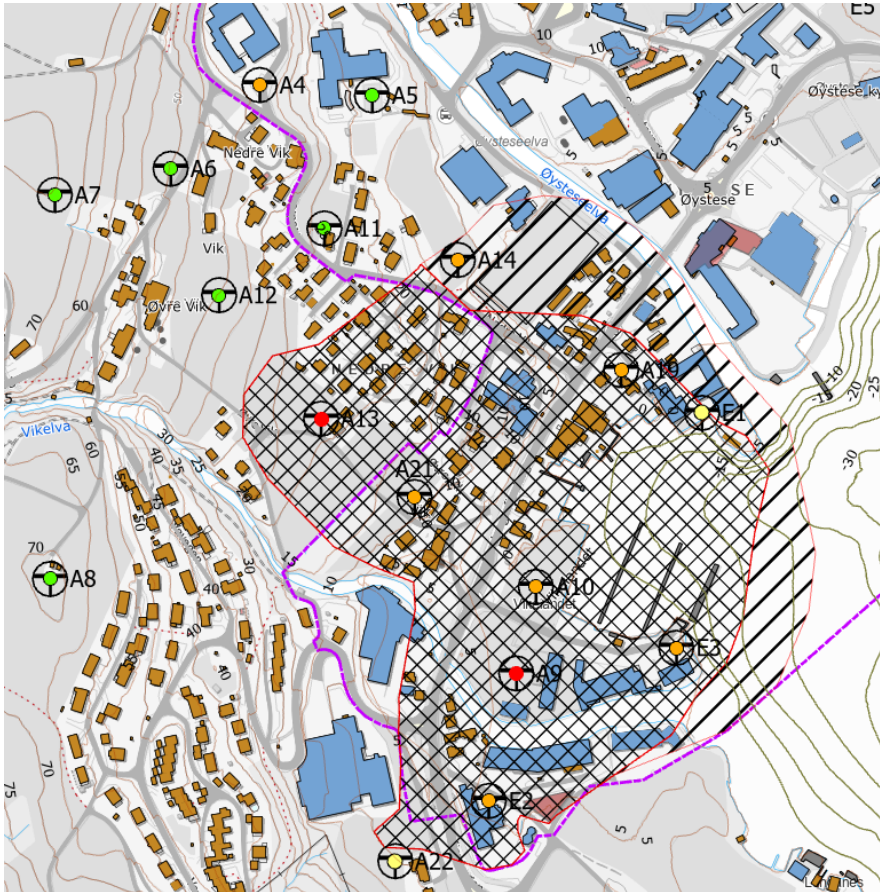
1. Delområdet i strandsone vest for Øysteseelva til Vikelva.
2. Delområdet i strandsone øst for Øysteseelva samt til dels områder av Lundanes, se Figur 7.

Utførte grunnundersøkelser er plassert med henblikk på å identifisere mulige løsneområder for områdeskred. Basert på grunnundersøkelser og i sammenheng med flomvurdering og erosjonssikring, er selve Øysteseelva **ikke** vurdert at kan ha kritisk erosjon inn mot sprøbruddmateriale. Vurderingene i dette kapittelet gjelder i hovedsak naturlig utløste skred. Et eksempel på ikke-naturlig utløst skred vil f.eks være ved en større menneskeskapt belastning på skråningstopp som medfører forverring av stabiliteten.

5.1 Område sør-vest for Øysteseelva

Med utgangspunkt i grunnundersøkelsene er det vurdert et område med bekreftet sprøbruddmateriale. Det gjelder mellom Vikelva og Øysteseelva omkring Vikelandet. Området kalles Vikesida heretter.

Figur 7 viser et mulig løsneområde samt utløpsområde der vi innenfor området har en omrørt skjærfasthet lavere enn 1,27 kPa. Sprøbruddmateriale har relativ liten mektighet i forhold til beliggende dybde og retrogressivt bruddutvikling er lite sannsynlig. Da er rotasjon eller flaskred mer sannsynlig. Som en ser fra kritiske beregningssnitt under kapittel 6.3, er flaskred den mekanismen som gir lavest beregnet stabilitet.



Figur 7 Utførte borer. Grønne punkt er antatt ikke sprøbruddsmateriale, gule punkter er uavklart., oransje punkter er punkter der totalsondering gir indikasjon på sprøbruddsmateriale, rødepunkter er sprøbruddsmateriale påvist.

Utfyllingen ved Øysteseelva, nær borpunkt E1, er vurdert til å ha svært dårlig stabilitet. Svært dårlig stabilitet vil si at Norconsult anser det som at fyllingen nærmest står på naturlig rasvinkel. Det vil si at en minste endring i last eller utfylling vil kunne medføre brudd i utfyllingen. Det forventes at overflateutglidning er mest relevant ved mindre topografiske endringer. Utrasing av fyllingen anses som overflateskred, og dekkes ikke av denne områdeskredvurderingen.

5.2 Område nord-øst for Øysteseelva

Totalsonderinger i området nord-øst for Øysteseelva viser ingen større eller sammenhengende lag med forventede sprøbruddsmaterialer. Det er derimot identifisert potensielle tynne lag med antatt lavere styrke som rent teoretisk kan gi beregningsmessige bruddflater dersom det er mulig å identifisere sprøbruddsmaterialer her. Det vises også til Multiconsults grunnundersøkelser på sjø i Hardangerbadet [12]. I rapporten er grunnforholdene tolket til å bestå av topplag som er løst lagret og blir gradvis fastere med dybden. Laboratorieundersøkelsene utført ifbm. den rapporten viser grusig sand og grusig sandig materiale med lavt humusinnhold. Det vises til Figur 4 der Øysteseelva også ligger mot berg og derfor er en naturlig avgrensning for områdeskred.

Området under de terrasserte skråninger på land er flatere enn på Vikesida, og ved stabilitetsberegninger vurderer vi at en ville fått vesentlig bedre stabilitet enn på Vikesida. De svake lagene er ikke dokumentert å være sprøbruddsmateriale eller å være kontinuerlige. Det anses ikke å være fare for retrogressive skred,

flaskred eller rotasjonskred. Rotasjonskred for dagens situasjon er ikke relevant på grunn av for flatt område, for god stabilitet. Vi vurderer ikke dette området som areal med fare for områdeskred. Området ligger imidlertid i strandsonen, og det må utføres geoteknisk detaljprosjektering for alle fremtidige tiltak i strandsonen.

I området lengst nord er det terrasserte løsmasseskråninger med strandavsetninger. Det tolkes mulighet for tynne svake lag i avsetningene, men det anses ikke å være fare for områdeskred. Eldre rapporter ved Busdalen indikerer leire/silt-lag over berg [8]. Basert på stabilitetsberegning utført på terrassen i Busdalen ved Villa Haltvik [13] viser effektivspenningsanalyser tilstrekkelig stabilitet for den spesifikke vurderte skråningen. Disse skråningene ned fra terrasser står med naturlig bratt helning etter erosjon fra elva har senket seg ned i fjordbunnen ved landhevning og medfører en generell fare for overflateskred, spesielt ved større konsentrasjoner av for eksempel pålastning og større vannmengder, se eksempel i Figur 8. For bebyggelse på disse terrassene må fundamenteringsmetodikk og stabilitetsvurdering gjøres av en faglig kvalifisert person for å sikre at naturlige terrasser ikke blir overlastet i kritiske områder. Denne rapporten omhandler kun områdeskredfare med hensyn til sprøbruddmaterialer.



Figur 8: Eksempel på overflateskred etter last/utfylling ved topp skråning. Denne typen skred er ikke vurdert i denne rapporten med mindre de kan berøre sprøbruddmateriale.

6 Faresone Vikesida

6.1 Prosedyre for utredning av områdeskredfare

Utredning er på overordnet plannivå, og det er dermed ikke bestemt tiltakskategori for eventuelle tiltak. Det er dermed ikke ansett som fornuftig å nødvendigvis følge NVE veileder 1/2019 trinnvis i kronologisk rekkefølge. Steg 1,2 og 3 er gjennomgått. Her er mest heile området innenfor aktsomhetsområde for områdeskred. Steg 4 er ikke mulig å gjøre på dette stadiet. Videre er steg 5-9 utført. Steg 10 er til dels utført ved å dokumentere dagens stabilitet av området. Steg 11, innmelding av faresoner og grunnundersøkelser, utføres i ettertid av denne rapporten.

Dette betyr at det legges opp til at videre tiltak innenfor faresonen må gjennom steg 4 - valg av tiltakskategori, og steg 10 - dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet iht. tiltakskategorien for tiltaket. Foretak som gjennomgår steg nevnt over må selv vurdere hvorvidt det må utføres andre steg i prosedyren. I tillegg da disse videre geotekniske vurderinger for konkrete tiltak kvalitetssikres av uavhengig foretak.

6.2 Klassifisering av faresone

Det er vurdert en faresone i delområde 1. Figur 9 viser beregnet faregrad, konsekvensklasse og risiko for den nevnte sonen. Faregrad er klassifisert som lav, men konsekvens er høy fordi det både er boliger og barnehage i området. Risikoklasse er beregnet til klasse 3 som er konsekvensklasse «meget alvorlig».

FAREGRAD ETTER NVE VEILEDER 1/2019 og EKSTERNRAPPORT 9/2020

PROSJEKT: Områdestabilitet Øystese
 OPPDRAG: 52301942
 Utført av: Oeyhoe

FAREGRAD

FAKTORER	VEKTTALL	Faregrad, score 0-3 (lav-høy)		
		Score	Poeng	Kommentar
Tidligere skredaktivitet	1	0	0	No tidligere skredaktivitet
Skråningshøyde i meter	2	1	2	15-20 meter
OCR	2	3	6	CPTU indikerer tilnærmet normalkonsolidert
Poretrykk - overtrykk	3	0	0	Ikke målt
Poretrykk - undertrykk	-3	0	0	
Kvikkleiremektighet	2	1	2	
Sensitivitet	1	2	2	Påvist 30, vil forvente både over og under ved videre undersøkelser
Erosjon	3	0	0	Ikke påvist
Inngrep forverring	3	1	3	Det er utfyllinger i strandsonen
Inngrep forbedring	-3		0	Skal ikke utføre inngrep som påvirker sonen.
Sum			15	
%av maksimal poengsum			29,4	%

Faregrad LAV

KONSEKVENSKLASSE

FAKTORER	VEKTTALL	Konsekvens, score 0-3 (lav-høy)		
		Score	Poeng	Kommentar
Boligheter	4	3	12	Ingen boligheter
Næringsbygg, personer	3	3	9	Skoler, barnehage m.m.
Annen bebyggelse, verdi	1		0	
Vei, ÅDT	2	2	4	ÅDT 4000
Toglinje, baneprioritet	2	0	0	Nei
Kraftnett	1	1	1	Antatt distribusjon, ikke synlig regional kraftnett.
Oppdemning/flom	2	0	0	Ikke sannsynlig med brudd ut Øysteseelva
Sum			26	
%av maksimal poengsum			57,8	%

Konsekvensklasse meget alvorlig

1699

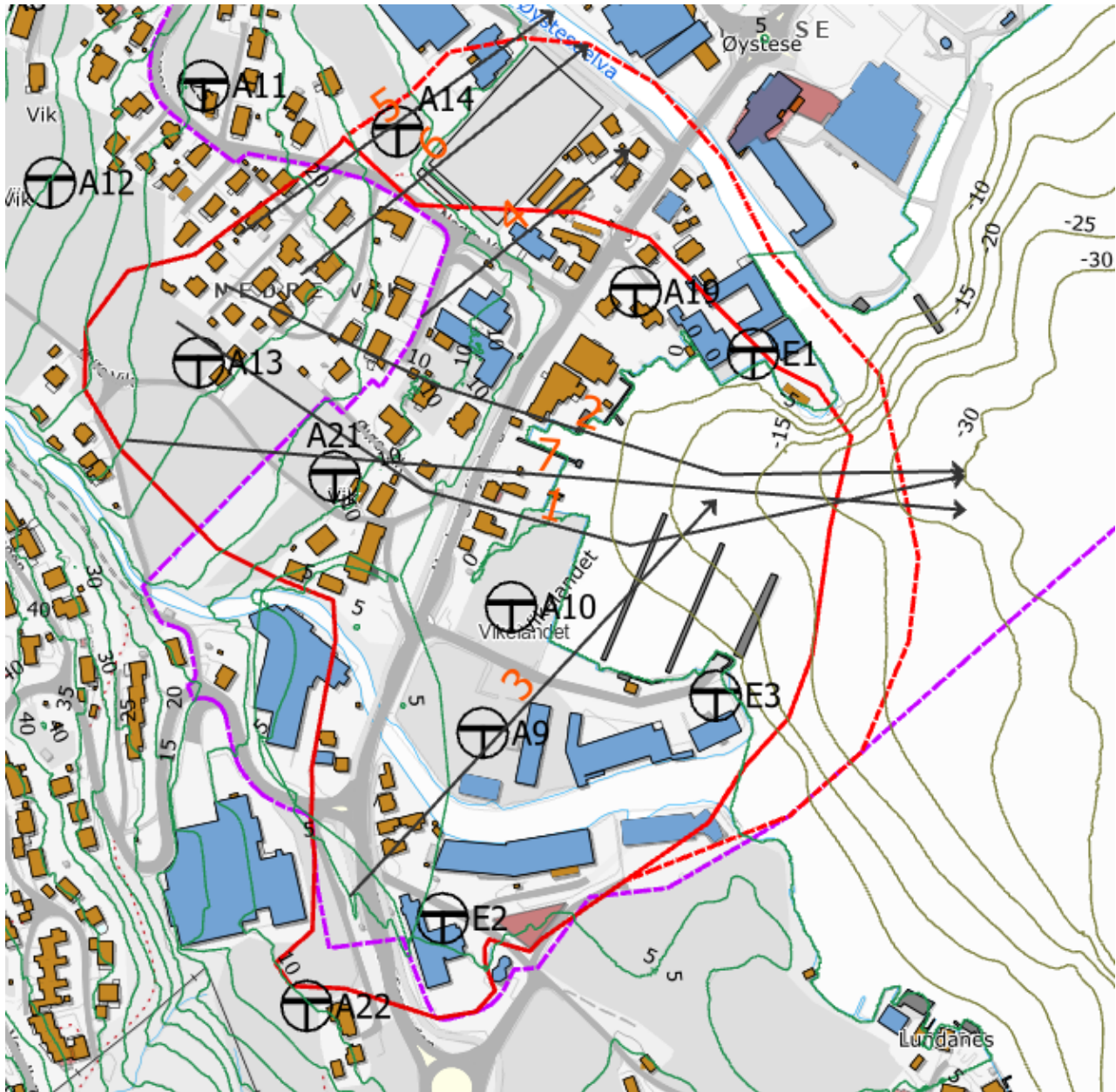
RISIKOKLASSE: Risikoklasse 3

Figur 9: Utledning av faregrad etter NVE veileder 1/2019.

6.3 Stabilitetsberegninger

I Vedlegg 1 er figurer av tolket skjærstyrke for trykksøndering i A9 og A13 korrelert med laboratorietester. Det er relativt lave verdier for skjærstyrke. A9 viser imidlertid noe høyere styrke i toppen, men går i dybden over til nær normalkonsolidert leire/silt. Borpunkt A9 ligger i tidligere utfyllt område, og har trolig fått noe styrkeøkning toppen samtidig som det er tilført masse. Trolig er det variasjoner innenfor utfyllingsområdet, og en forventer ikke å finne samme respons utenfor utfyllt område. Det er derfor valgt å bruke skjærstyrke tilsvarende normalkonsoliderte forhold utenfor utfyllingen, og dette vurderes som konservativt. Figur 10 viser

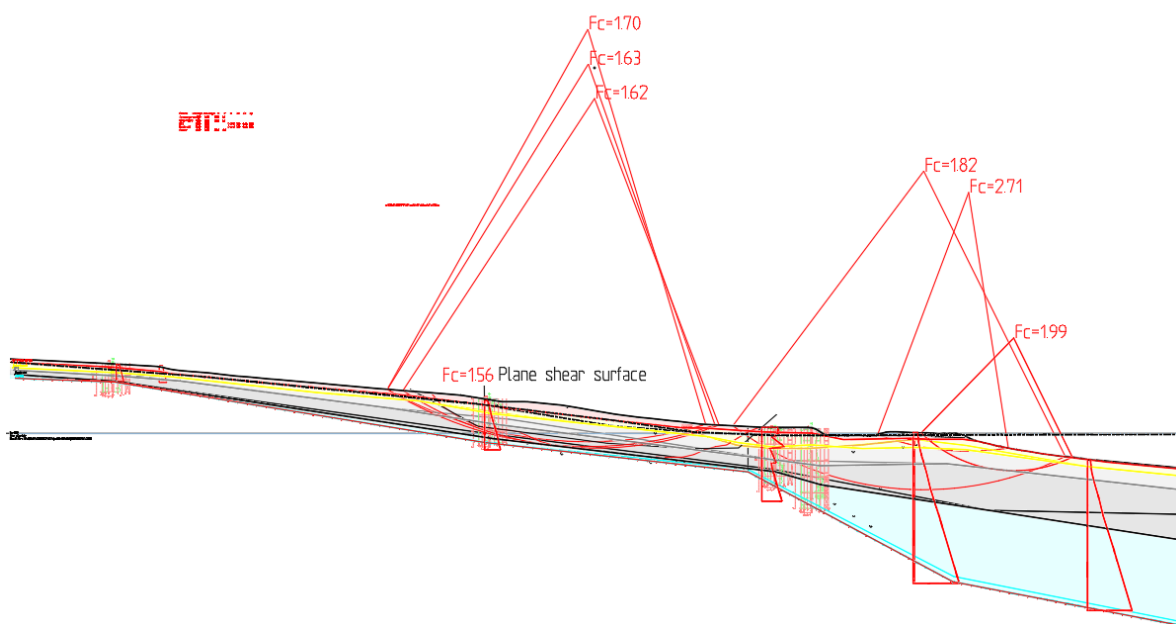
vurderte profiler for stabilitetsberegninger. Stabilitetsberegninger er gitt i vedlegg 2, og utklipp fra disse er vist videre i dette kapitlet.



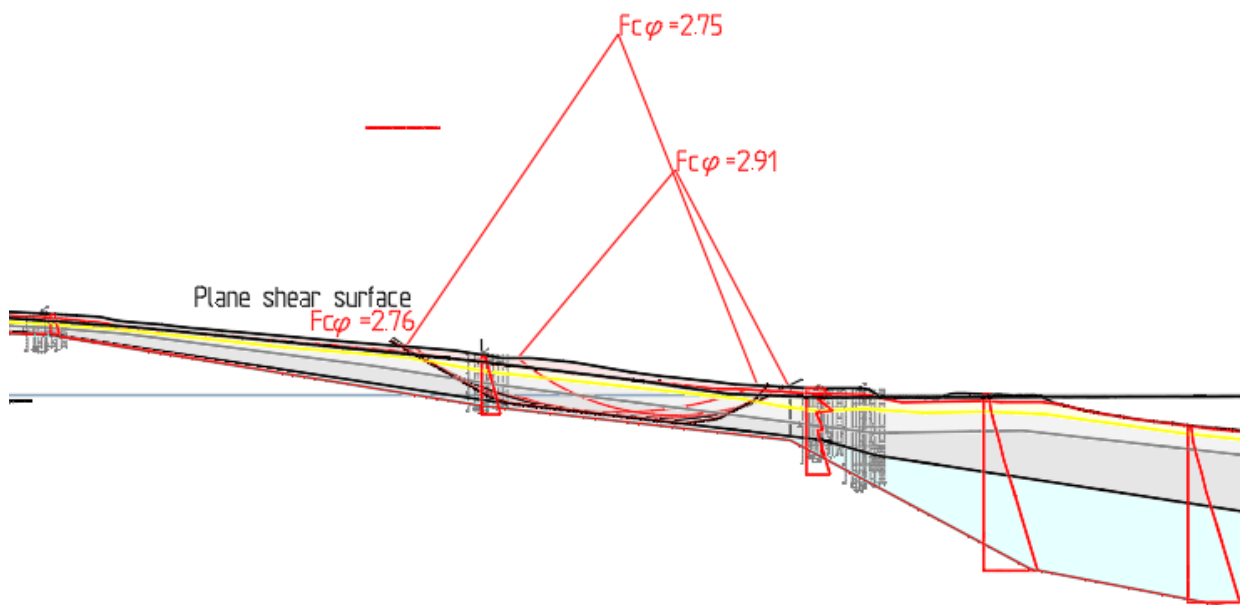
Figur 10 Profiler tatt ut for vurdering av stabilitet

Ved tiltak er krav til udrenert materialfaktor i området 1,4 når tiltaket ikke forverrer stabiliteten. Ved forverring er kravet 1,61 der det er lagt på en sprøbruddfaktor likt 1,15. Krav til drenert stabilitet er 1,25. I Figur 11 vises udrenert analyse. Materialfaktoren her en plan optimalisert flate som har noe lavere enn for sirkulære skjærflater. Resultatet indikerer at uten nye tiltak er stabiliteten over 1,4, noe som er tilfredsstillende. Ved nye tiltak vil en måtte vise at en ikke forverrer stabiliteten, hvis en forverrer er kravet 1,61. Figur 12 viser at drenert analyse har god og tilfredsstillende sikkerhet.

På plane skjærflater vil drivende område kunne være et større parti og vil ikke være begrenset av drivende kritiske skjærflater illustrert i Figur 11. Aktuell skjærflate vil kunne flytte seg avhengig av hvor en legger på last av tiltak. I praksis vil det si at alle tiltak innenfor området må dokumenteres geoteknisk. I strandsonen kan det være at det er topplag med mindre konsoliderte sedimenter enn leire slik at stabiliteten her er noe lavere. All utfylling og bygging i strandsonen, og faresonen, må ha fullstendig geoteknisk utredning.



Figur 11 Udrenert analyse, profil 1.



Figur 12 Drenert analyse profil 1

7 Konklusjon områdeskred

Det er tegnet en faresone i området mellom Vikelva og Øysteseelva, Vikesida, der det er påvist sprøbruddmateriale. Faresonen er klassifisert til risikoklasse 3 grunnet blant annet boligområde og barnehage i planområdet. For dette området er det gjort stabilitetsberegninger som viser at dagens situasjon har tilstrekkelig sikkerhet. Ved nye tiltak vil en både i faresonen, og i strandsonen generelt i hele Øystese, måtte gjøre videre geotekniske vurderinger. I faresonen må en dokumentere at en ikke forverrer stabiliteten, eller gjøre geotekniske tiltak som medfører at dokumentasjonskravet over 1,6 i geoteknisk sikkerhetsfaktor for stabilitet er dokumentert. Dokumentasjonskravet må gjøres av noen med tilstrekkelig geoteknisk erfaring og kompetanse iht. NVE veileder 1/2019.

For området nord-øst for Øysteseelva viser totalsonderinger i dette prosjektet og i tidligere prosjekt tynne lag med lavere motstand, men i all hovedsak friksjonsmasser. Basert på dette er det ikke tegnet faresone. For nye tiltak i strandsonen nord-øst for Øysteseelva vil det likevel være behov for videre geotekniske vurderinger med tilstrekkelig geotekniske undersøkelser og geoteknisk detaljprosjektering. Dette er på lik linje med hvordan tiltak i strandsonen skal behandles iht. veiledninger fra NVE og NGI [15] [16].

Overordnet i Øystese er Norconsult sin vurdering at det ikke anses som umiddelbar fare for områdeskred, men at fremtidig utbygging i området må vurderes for hvert enkelt tilfelle. For utbygging generelt i strandsonen gjelder prinsippet om at det for tiltak i strandsonen må kreves tilstrekkelige geotekniske undersøkelser og geoteknisk detaljprosjektering. Det påpekes at utfyllinger i strandsonen står med tilsynelatende bratt helning og anses som ustabile ved enhver pålasting. Utrasinger i utfyllinger og overflateskred i naturlige bratte skråninger anses i denne sammenheng som lokal stabilitet og er derfor ikke spesifikt vurdert av Norconsult i denne rapporten.

8 Referanser

- [1] Norges vassdrags- og energidirektorat, «Veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper,» 2019. [Internett]. Available: http://publikasjoner.nve.no/veileder/2015/veileder2019_01.pdf.
- [2] A/S Geoteam, «4820.01. Kontroll av stabilitets- og setningsforhold, tomt 53, 52 og 26. Boligfelt – Øystese.,» A/S Geoteam, 1976.
- [3] A/S Geoteam, «6063.01. Seismiske og geotekniske undersøkelser i Vik-Evja Øystese.,» A/S Geoteam, 1980.
- [4] SVV, «990355-01. Grunnundersøkelser G/S-veg. Øysteseheimen – Barneskolen.,» SVV, 1999.
- [5] SVV, «990354-01. Grunnundersøkelser Fjellkontrollboringer - Ny veg Øystese Vest,» 1999.
- [6] SVV, «000354-02 Supplerende grunnundersøkelser - Fjellkontrollboringer - Ny veg Øystese Vest,» SVV, 2000.
- [7] Noteby AS, «400623-100. Fundamentering av omsorgsboliger - Mikkjelsflaten,» Noteby AS, 2001.
- [8] Multiconsult, «610550-1. Grunnundersøkelser og fundamentering – Ny barnehage i Busdalen,» Multiconsult, 2005.
- [9] Sweco, «Notat «01». Vurdering av grunnforhold – Hardanger Bad og Velværesenter,» Sweco, 2010.
- [10] Hardanger Consult AS, «10009. Sjøfylling Øystese – Grunnundersøkelser. SVV,» Hardanger Consult AS, 2010.
- [11] Multiconsult, «614681-RIG-RAP-001. Grunnundersøkelser for bygg - Hardangerbadet,» Multiconsult, 2013.
- [12] Multiconsult, «10202608-RIG-RAP-001. Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser sjø - Hardangerbadet,» Multiconsult, 2018.
- [13] Multiconsult, «Vurdering av stabilitet og fundamentering. Premissar. Villa Haltvik. Dokumentkode 10209828-RIG-NOT-001,» Multiconsult, 2019.
- [14] DMR miljø og geoteknikk AS, «Geoteknisk datarapport, Øystese sentrum,» 2023.
- [15] NGI, «NVE eksternrapport 9/2020,» 2020. [Internett]. Available: https://publikasjoner.nve.no/eksternrapport/2020/eksternrapport2020_09.pdf.
- [16] NVE, «Skred i strandsonen, rapport nr 4/2020.,» NVE, 2020.

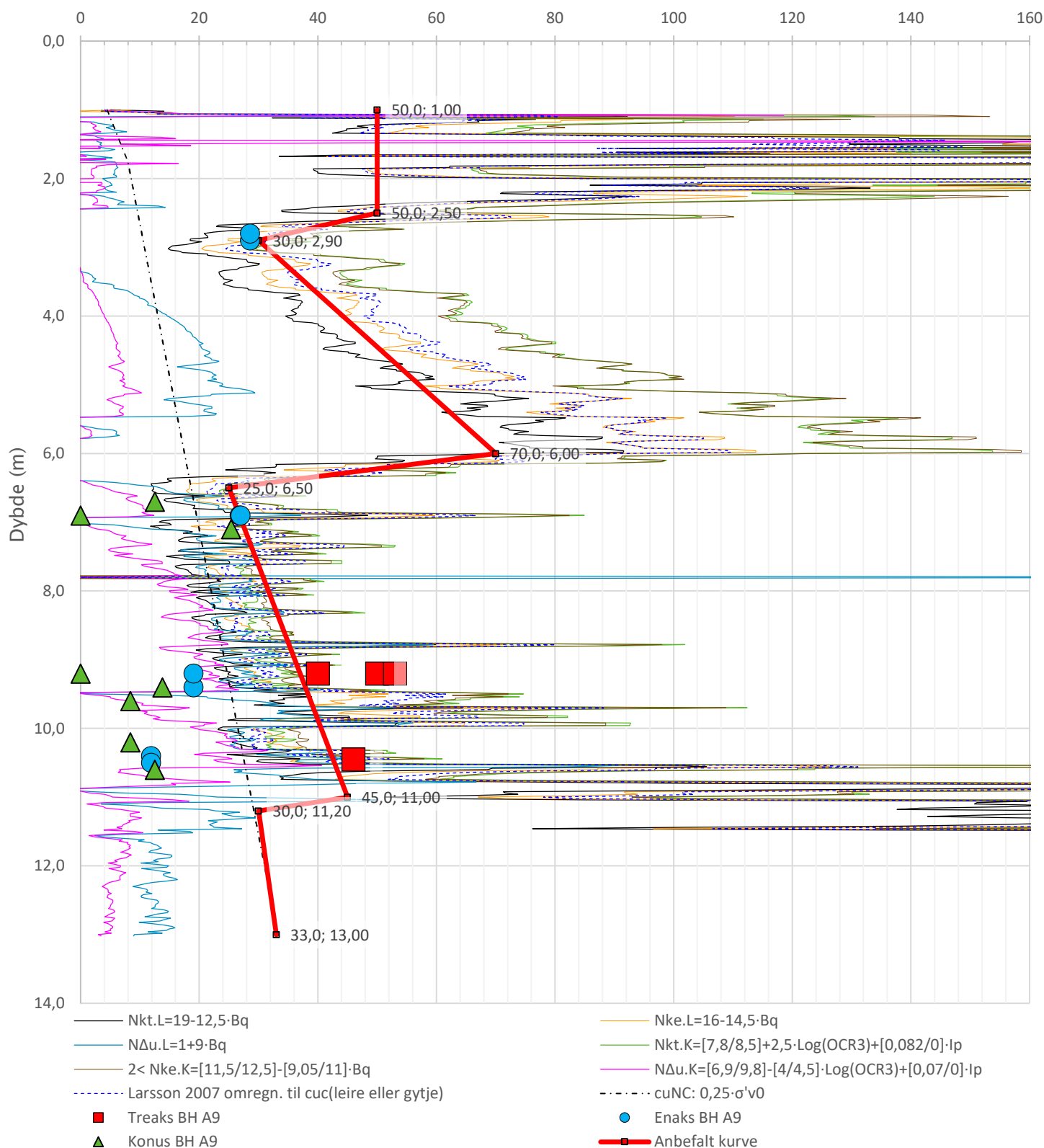
Anisotropiforhold i figur:

Treaks BH A9: $c_u c / c_{u\text{cptu}} = 1,000$

Enaks BH A9: $c_{uuc} / c_{u\text{cptu}} = 0,630$

Konus BH A9: $c_{ufc} / c_{u\text{cptu}} = 0,630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, $c_{u\text{cptu}}$ (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 52301942 Rapportnummer: 52301942-RIG01		Borhull	Kote +1,75
Områdestabilitet Øystese				A9	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5222	
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	OeyHoe	AreBer	JulSco	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Kvam herad	2023-10-10	1	5	
		Rev. dato 2024-05-30			

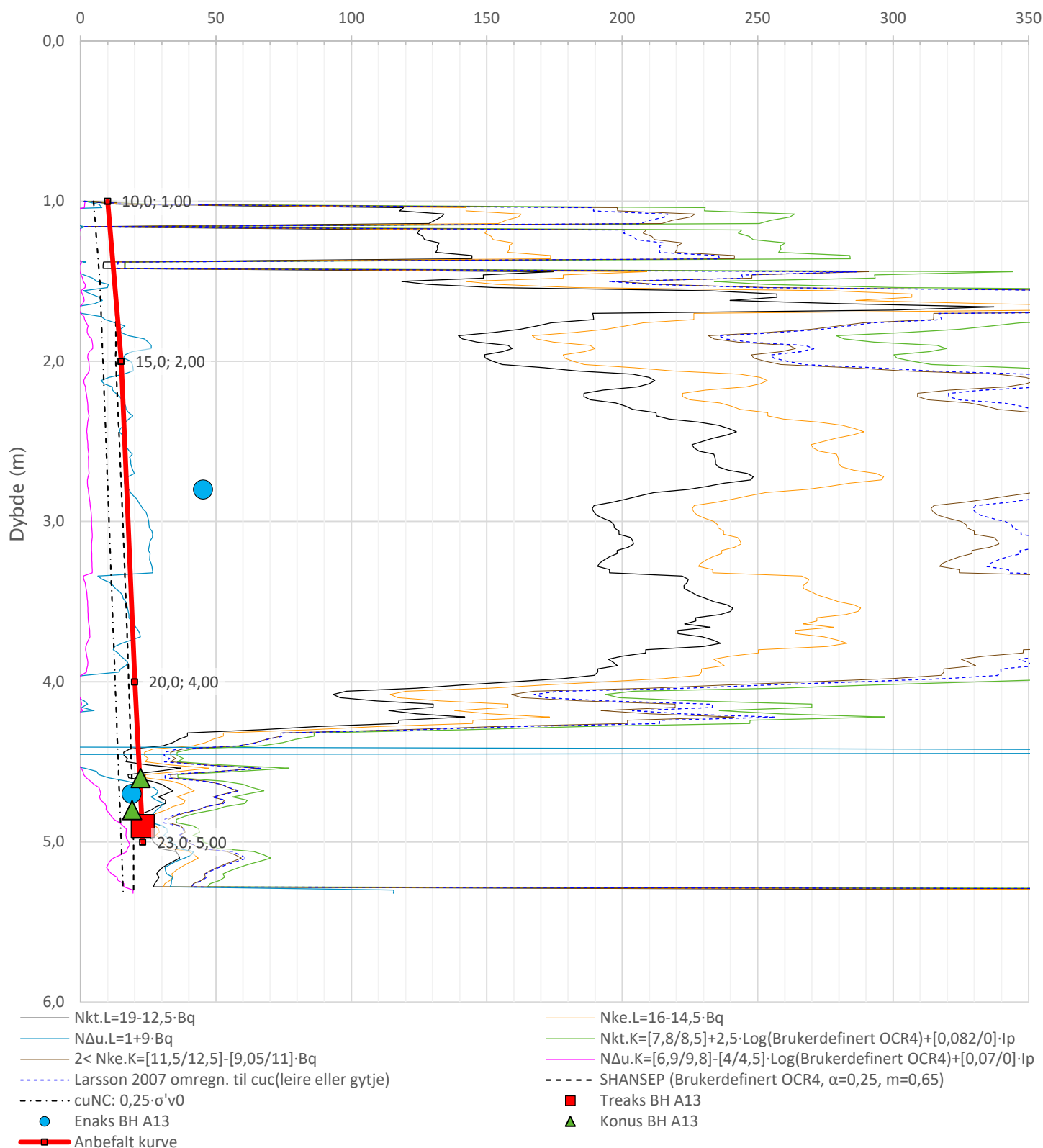
Anisotropiforhold i figur:

Treaks BH A13: $c_u C / c_{u\text{c}ptu} = 1,000$

Enaks BH A13: $c_{uc} / c_{u\text{c}ptu} = 0,630$

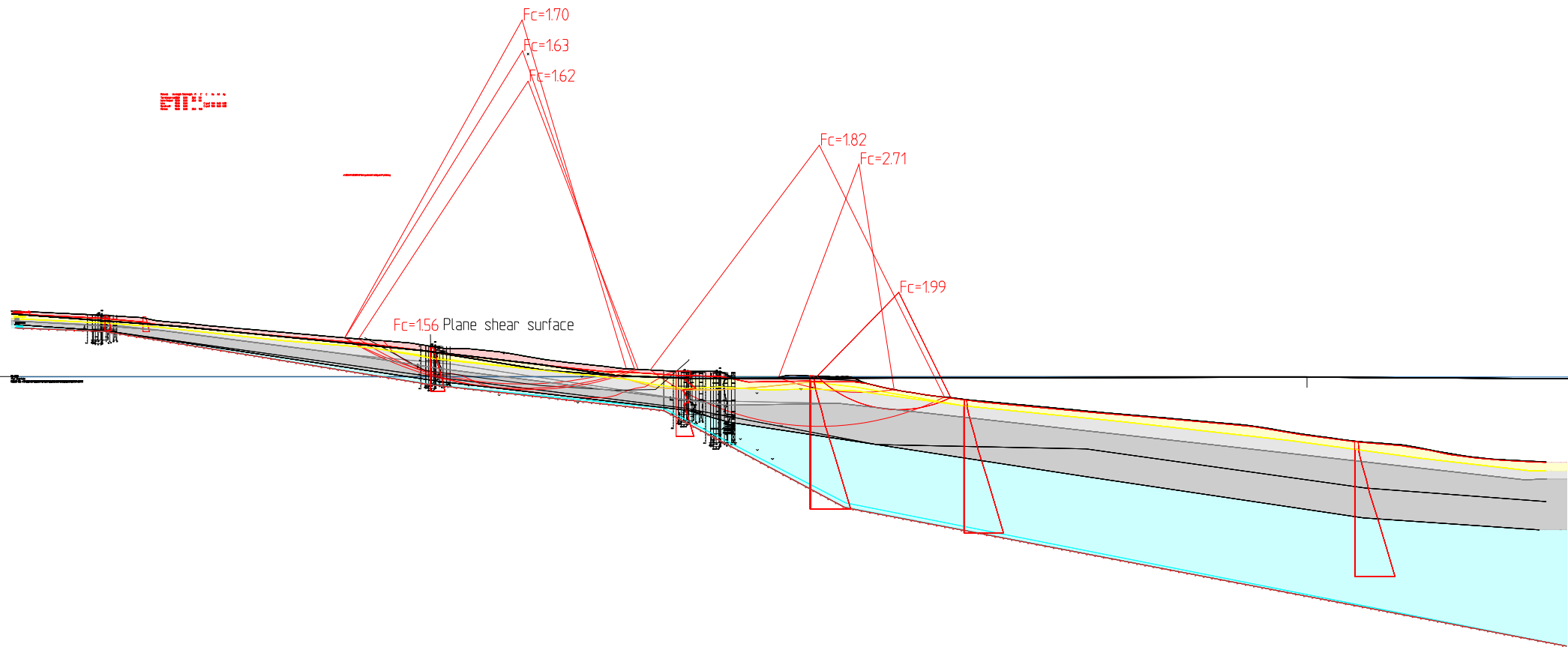
Konus BH A13: $c_{uf} / c_{u\text{c}ptu} = 0,630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, $c_{u\text{c}ptu}$ (kPa)



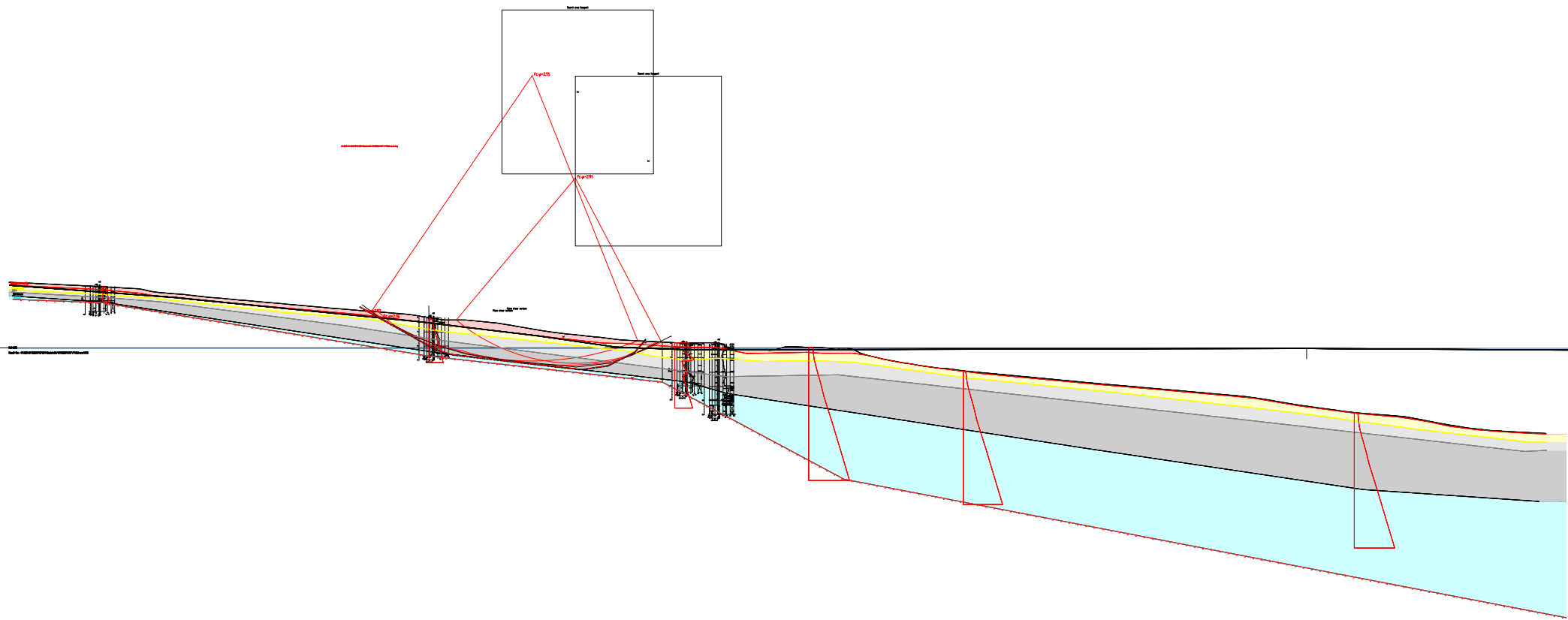
Prosjekt		Prosjektnummer: 52301942 Rapportnummer: 52301942-RIG01		Borhull	Kote +21.8
Områdestabilitet Øystese				A13	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5222	
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	OeyHoe	AreBer	JulSco	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Kvam herad	2023-10-10	1	5	
		Rev. dato	2024-05-30		

X:\nor\opdrag\Sandvik\52301\52301 942\BIM\Gedeknikk\A\fill\V001.dwg - AreBer - Plottet: 2024-05-30, 13:34:1 - LAYOUT = V300 - XREF = Figur10_P1_udrenert



01	2024-05-30	Stabilitetsberegning	OeyHoe	AreBer	JulSco
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjert
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.					
Kvam herad				Målestokk <gjelder A1> 1:2000 m	
Vedlegg 2 Vurdering av områdestabilitet Øystese					
Profil 1 Totalspenningsanalyse stabilitet					
Norconsult 		Oppdragsnummer 52301942	Tegningsnummer V300		Revisjon 01

"X:\nor\opdrag\Sandvik\52301\52301 942\BIM\Gedeknikk\A\fill\V001.dwg - AreBer - Plottet: 2024-05-30, 13:34:25 - LAYOUT = V301 - XREF = Figur1_P1_drenet, P1_boring, Figur10_P1_udenent"



01	2024-05-30	Stabilitetsberegning	OeyHoe	AreBer	JulSco
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjert
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.					
Kvam herad				Målestokk <gjelder A1> 1:2000 m	
Vedlegg 2 Vurdering av områdestabilitet Øystese					
Profil 1 Effektivspenningssanalyse stabilitet					
Norconsult 		Oppdragsnummer 52301942	Tegningsnummer V301		Revisjon 01

