



Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt for den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult. Enhver bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn de som er godkjent skriftlig av Multiconsult, er forbudt, og Multiconsult påtar seg intet ansvar for slikt bruk. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter.

## RAPPORT

OPPDRAG	<b>Ølen idrettsområde</b>	DOKUMENTKODE	10242717-RIG-RAP-002
EMNE	Områdestabilitet	TILJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Vindafjord kommune</b>	OPPDRAGSLEDER	Anne Birgitte Roe
KONTAKTPERSON	Thomas Vestbø	UTARBEIDET AV	Anne Birgitte Roe
KOORDINATER	Sone: UTM 32 Øst: 320700 Nord: 6612100	ANSVARLIG ENHET	10233011 Seksjon Geoteknikk - samferdsel og bygg Vest
GNR./BNR./SNR.	270/6, 62, 271/122, 123, 125, 145, 272/8, 281/48, 250. Vindafjordkommune		

## SAMMENDRAG

Multiconsult Norge er engasjert av Vindafjord kommune som rådgivende ingeniør geoteknikk (RIG) i forbindelse med reguleringsplan for Ølen idrettsområde i Ølen sentrum.

Det er i den forbindelse utført en vurdering av områdestabilitet iht. NVEs veileder nr. 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred». Foreliggende notat tar ikke for seg lokalstabilitet for planlagt utbygging.

Planområdet for Ølen idrettsområde ligger under marin grense og innenfor aktsomhetsområde for marin leire.

Ved befaring ble det observert berg i dagen flere steder. Erosjonen langs den delen av Oselva som vi har etablert faresone for, er klassifisert som litt erosjon. Vår vurdering er at det ikke er behov for å erosjonssikre elva, slik situasjonen er i dag. Dersom erosjonen utvikler seg, må dette vurderes på nytt.

Med bakgrunn i topografi, terrengeanalyser og utførte grunnundersøkelser, som har påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire, er det definert en faresone for områdeskred, som er meldt inn til NVE. Faresonen har lav faregrad, meget alvorlig konsekvens og risikoklasse 3. Prosjektområdet ligger delvis innenfor denne sonen.

Utførte stabilitetsberegninger viser tilfredsstillende sikkerhet mot skred for dagens situasjon. Det må utføres egne beregninger og vurderinger i senere fase når omfang og detaljer rundt planlagt utbygging er kjent.

Det stilles krav til at foreliggende notat vedrørende områdestabilitet skal kvalitetssikres av et uavhengig foretak. Kompetansekrav for de som utfører kvalitetssikringen er gitt i NVEs veileder nr. 1/2019, kapittel 3.1.

02	26.10.2023	RIG-TEG-003: endret skravur på løсне- og utløpsområde og lagt til tekst om erosjon	Anne Birgitte Roe	Lise F. Christiansen	Anne Birgitte Roe
01	07.06.2023	Benyttet alternativ 3 som tilkomsveg fra øst	Anne Birgitte Roe	Lise F. Christiansen	Anne Birgitte Roe
00	15.05.2023	Klar til utsendelse	Anne Birgitte Roe	Lise F. Christiansen	Anne Birgitte Roe
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Relevant regelverk</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Beskrivelse av tiltaket</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Grunnlag</b> .....	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Områdebeskrivelser</b> .....	<b>9</b>
5.1	Grunnundersøkelser .....	9
5.2	Topografi.....	9
5.3	Løsmasser .....	11
5.4	Berg.....	11
5.5	Grunnvannstand og poretrykk .....	11
<b>6</b>	<b>Potensiell fare knyttet til vassdrag</b> .....	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>Gjennomgang av prosedyre NVE 1/2019</b> .....	<b>12</b>
7.1	Steg 1: «Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området» .....	13
7.2	Steg 2: «Avgrens områder med mulig marin leire» .....	14
7.3	Steg 3: «Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred» .....	14
7.4	Steg 4: «Bestem tiltakskategori» .....	15
7.5	Steg 5: «Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde» .....	16
7.6	Steg 6: «Befaring».....	17
7.7	Steg 7: «Gjennomfør grunnundersøkelser».....	17
7.8	Steg 8: «Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder» .....	17
7.8.1	Aktuell skredmekanisme.....	17
7.8.2	Avgrensning av løsneområde.....	19
7.8.3	Avgrensning av utløpsområde .....	21
7.9	Steg 9: «Klassifiser faresoner» .....	21
7.9.1	Faregradsevaluering.....	21
7.9.2	Skadekonsekvensevaluering .....	22
7.9.3	Risikoklasser.....	23
7.9.4	Resulterende klassifisering .....	23
7.10	Steg 10: «Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet» .....	24
7.10.1	Sikkerhetskrav og nivå på kvalitetssikring.....	24
7.10.2	Laster .....	24
7.10.3	Materialparametre .....	25
7.10.4	Stabilitetsvurderinger .....	25
7.11	Steg 11: «Meld inn faresoner og grunnundersøkelser».....	26
<b>8</b>	<b>Nødvendige tiltak</b> .....	<b>27</b>
<b>9</b>	<b>Viktige momenter</b> .....	<b>27</b>
<b>10</b>	<b>References</b> .....	<b>27</b>

## Områdestabilitet

**Tegninger**

RIG-TEG-002_rev02	Borplan med profiler
RIG-TEG-003_rev01	Løsne- og utløpsområde
RIG-TEG-400.5	Kontinuerlig ødometerfosøk, CRS-rutine. Tolking av $\sigma_{av}$ - $\epsilon_a$ , M og $C_v$
RIG-TEG-450.4	Treaksialforøk, tolkning av parametre, BP 2
RIG-TEG-451.4	Treaksialforøk, tolkning av parametre, BP 7
RIG-TEG-500.7	Tolkning av udrenert aktiv skjærstyrke BP 2
RIG-TEG-501.7	Tolkning av udrenert aktiv skjærstyrke BP 5
RIG-TEG-502.7	Tolkning av udrenert aktiv skjærstyrke BP 7
RIG-TEG-503.7	Tolkning av udrenert aktiv skjærstyrke BP 8
RIG-TEG-504.7	Tolkning av udrenert aktiv skjærstyrke 21
RIG-TEG-800	Stabilitetsberegninger profil, aD $\phi$
RIG-TEG-801	Stabilitetsberegninger profil, ADP

**Vedlegg**

A	Vurdering av erosjon langs Oselva
B	Materialparametre
C	Stabilitetsberegninger
D	Evaluering av faregrad, konsekvensklasse og risikoklasse
E	Faktaark for innmeldingsløsning NVE

## 1 Innledning

Multiconsult Norge er engasjert av Vindafjord kommune som rådgivende ingeniør geoteknikk (RIG) i forbindelse med reguleringsplan for Ølen idrettsområde i Ølen sentrum.

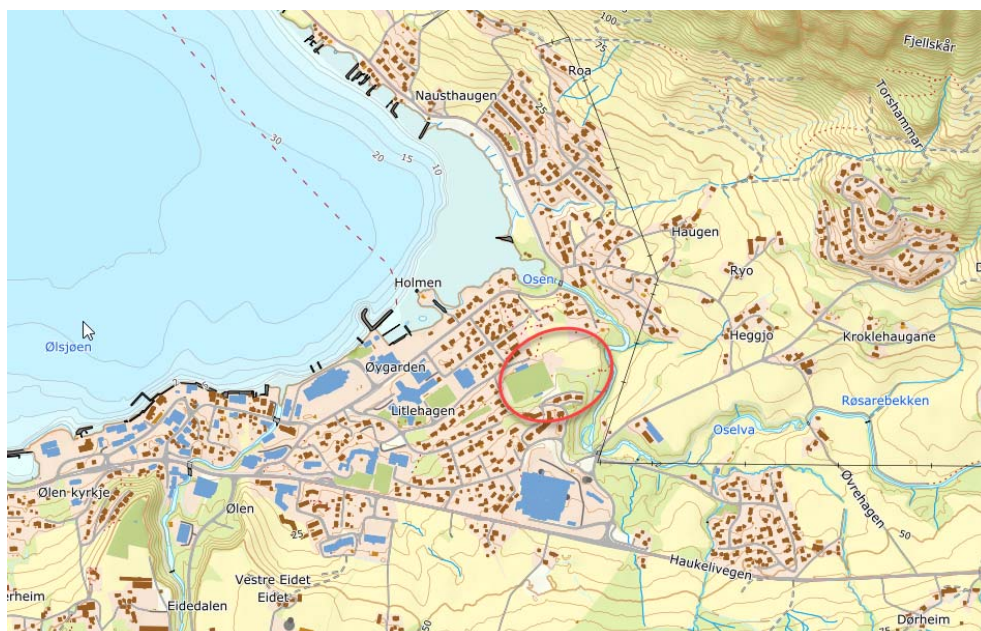
Foreliggende rapport omhandler vurdering av områdestabilitet iht. NVEs veileder nr. 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» (1).

Rapporten omhandler tiltak i tiltakskategori T1, T3 og T4 og tiltakene er vurdert for steg 1-11 iht prosedyren i NVEs veileder nr. 1/2019 tabell 3.1.

Rapporten er revidert etter tilbakemeldinger fra Vindafjordkommune, endringer er markert i teksten.

Revisjon 02 gjelder tilbakemeldinger etter uavhengig kvalitetssikring av områdestabilitet etter NVE veilederen 1/2019, utført av Norconsult. Tegning RIG-TEG-003 er endret å endre skravur på løsne- og utløpsområde i tillegg til at det er lagt til en merknad om erosjon.

Figur 1-1 viser oversiktskart der Ølen idrettsområder er markert.



Figur 1-1: Oversiktskart [atlas.nve.no]. Ølen idrettsområde er markert med rød sirkel.

## 2 Relevant regelverk

- Plan og bygningsloven, pbl § 28-1 (2)
- Byggteknisk forskrift, TEK 17 §7-3 og §10-2 med tilhørende veiledning
- Byggesaksforskriften, SAK 10 (3)
- NS-EN 1990-1:2002 + A1:2005 + NA:2008 (Eurokode 0) (4)
- NS-EN 1997-1:2004 + A1:2013+NA:2020 (Eurokode 7, del 1) (5)
- NS-EN 1997-2:2007 + NA:2008 (Eurokode 7, del 2) (6)
- NVEs veileder nr. 1/2019, Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper (1).

- NVE Ekstern rapport nr. 9/2020, Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred: metodebeskrivelse (7)
- NVEs retningslinjer nr. 2/2011 «Flaum og skredfare i arealplanar» (8)

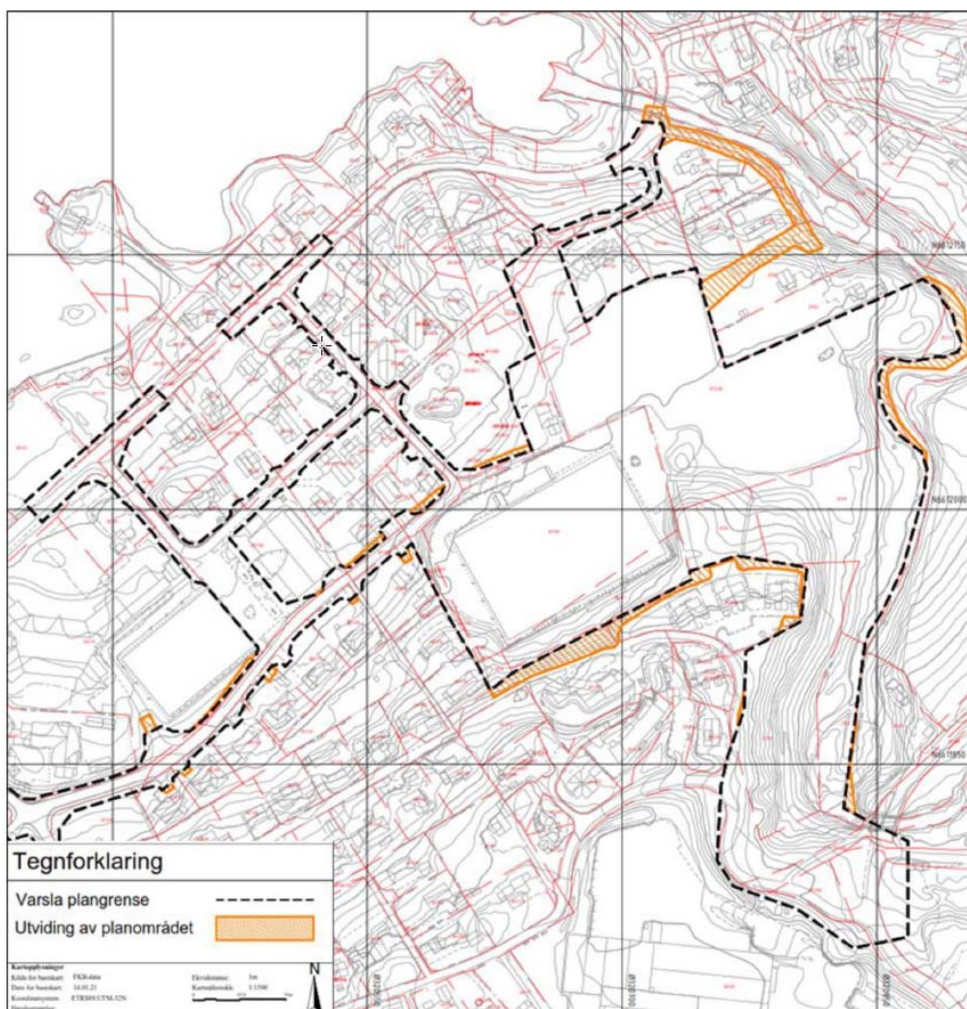
SVV sine håndbøker og veiledere er benyttet ved behov.

For klassifisering av sonens faregrad og tilhørende sikkerhetskrav viser vi til 7.9.4 og 7.10.1.

### 3 Beskrivelse av tiltaket

Reguleringsplanen er omtalt som *Detaljregulering for Ølen idrettsområde med tilkomst, planid. 1160202101*.

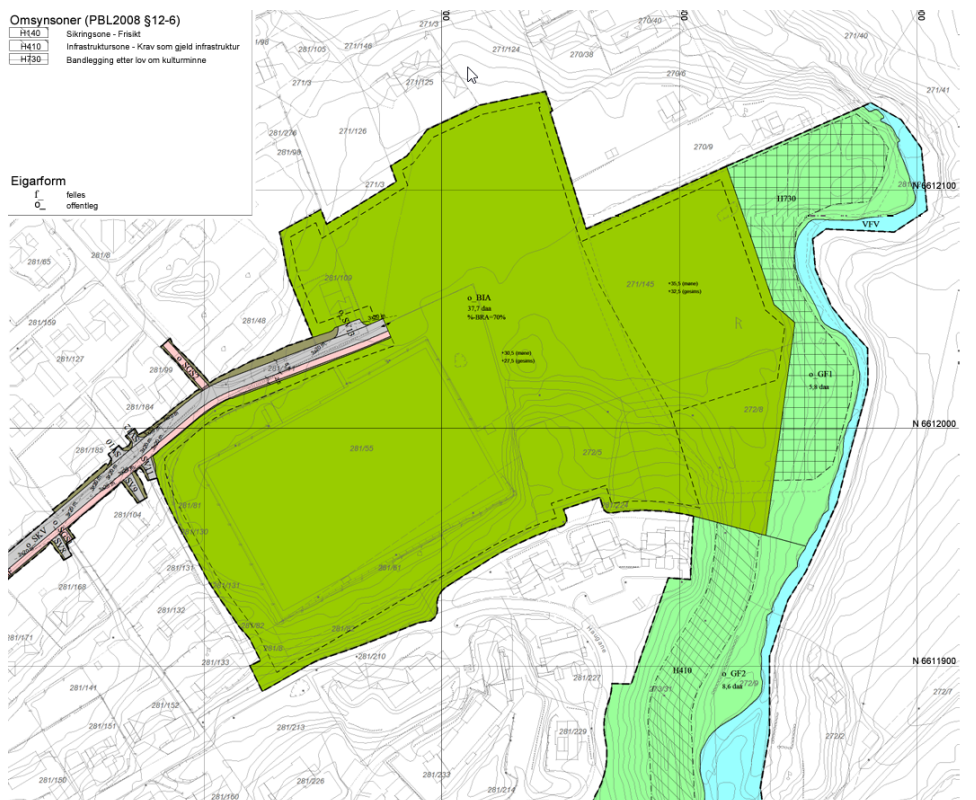
Figur 3-1 viser skisse over utvidet planområdet. Planområdet omfatter blant annet etablering av ny flerbrukshall, inkludert innendørs svømmebasseng, innendørs fotballbane samt tilkomst til området. Tilkomstveg markert med oransje skravur er foretrukket alternativ.



Figur 3-1: Skisse- utviding av planområdet, e-post fra Ingrid Johannessen i Vindafjordkommune 12.10.2022.

Plankart i reguleringsplanen viser at det er planlagt idrettshaller i den østlige delen av planområdet, ned mot Oselva.

## Områdestabilitet



Figur 3-2: Utsnitt av plankart.

Foreliggende planer viser at idrettsområdet skal ligge på ca. samme nivå som dagens terreng.

## 4 Grunnlag

Multiconsult Norge har utført grunnundersøkelser vinteren 2022 og vinteren 2023. I tillegg har Norconsult utført undersøkelser i området.

Tabell 4-1 . Oversikt over grunnundersøkelser i planområdet

Rapport nr.	Utførende	År	Oppdragsgiver	Oppdragsnavn
10242717-RIG-RAP-001_rev01	Multiconsult Norge	2022/2023	Vindafjord kommune	Ølen idrettsområde
5186997-RIG-NOT	Norconsult	2020	Vindafjord kommune	VVA-anlegg Gartnerhagen – Ølen, prøvegraving
5150047/225	Norconsult	2015	Vindafjord kommune	Ølen VA-ledning. Grunnundersøkelser og vurdering, 2015
2009040267-1	Statens vegvesen	2009	-	30054-47 Geoteknisk rapport Fv 762 Ølen



Tabell 4-2 Grunnlagsdokumenter

Tegning/dokument	Tittel/kommentar	Utarbeid av	Datert
52105991-RIG-R011_J01	Ølen idrettsområde - Områdestabilitetsvurdering	Norconsult	2021-08-17
-	603747-03_plangrense_22.09.21_ Utvida planområde_SOSI.sos	-	2021.09.22
5186997	Teknisk planer VVA – Gartnerhagevegen	Norconsult	2020.10.27
Veg tegninger, TB001, TC001, TD002, TD003, TD004, TF001 og TF002	Detaljplan, del av Eide Austre	Asplan Viak	31.06.21

## 5 Områdebeskrivelser

Planområdet består i dag av en idrettsbane og dyrket mark. Området rundt består av småhusbebyggelse, og i øst renner Oselva.

### 5.1 Grunnundersøkelser

Multiconsult har utført grunnundersøkelser i to omganger (9), i tillegg er det tidligere utførte undersøkelser av Norconsult (10) og (11)

Tidligere utførte grunnundersøkelser er presentert på RIG-TEG-002.

### 5.2 Topografi

Området som skal bygges ut er relativt flatt og er lokalisert mellom kote 12 og 15. Mot øst er det en skråning ned mot Oselva, skråningen har en høyde på ca 6 til 15 m. Mot nord og vest er terrenget svakt hellende ned mot sjøen, mens mot øst og sør har terrenget en brattere stigning.

Sjøkart viser et langgrunt område utenfor planlagt tiltak, se Figur 5-1.



Figur 5-1: Utsnitt av sjøkart, lastet ned fra Norgeskart 14.04.2023.

Flyfoto fra dagens situasjon og fra 1967 er vist i henholdsvis Figur 5-2 og Figur 5-3.



Figur 5-2: Flyfoto av dagens situasjon, lastet ned fra Norgebilder 14.4.2023.



Figur 5-3: Flyfoto fra 1967, «Etne-Ølen 1967», lastet ned fra Norgibilder 14.4.2023

### 5.3 Løsmasser

Utførte grunnundersøkelser viser at løsmassene hovedsakelig veksler mellom løst lagrede masser og middels fast lagrede masser ned til ca 14 m dybde. Videre ned til antatt berg er massene faste. Løst til middels fast lagrede masser er lagdelte og veksler mellom sand, silt og leire. Det er relativt store variasjoner i mektigheten og utbredelsen av lag med siltig leire. I enkelte borpunkt er den siltige leiren klassifisert som kvikk eller sprøbruddmateriale.

### 5.4 Berg

I området er det registrert flere blotninger med berg i dagen, mens utførte grunnundersøkelser viser at dybden til berg varierer mellom 1,0 og 15,0 m. For området som er planlagt til idrettsområde varierer dybden til berg mellom 8,0 til 15,0 m. Vi vil anta at berget har en relativt kupert overflate.

Bergoverflatens forløp mellom borpunktene vil kunne være svært variabel, og det kan finnes lokale forhøyninger og forsenkninger i bergoverflaten som ikke er fanget opp av utførte grunnundersøkelser.

### 5.5 Grunnvannstand og poretrykk

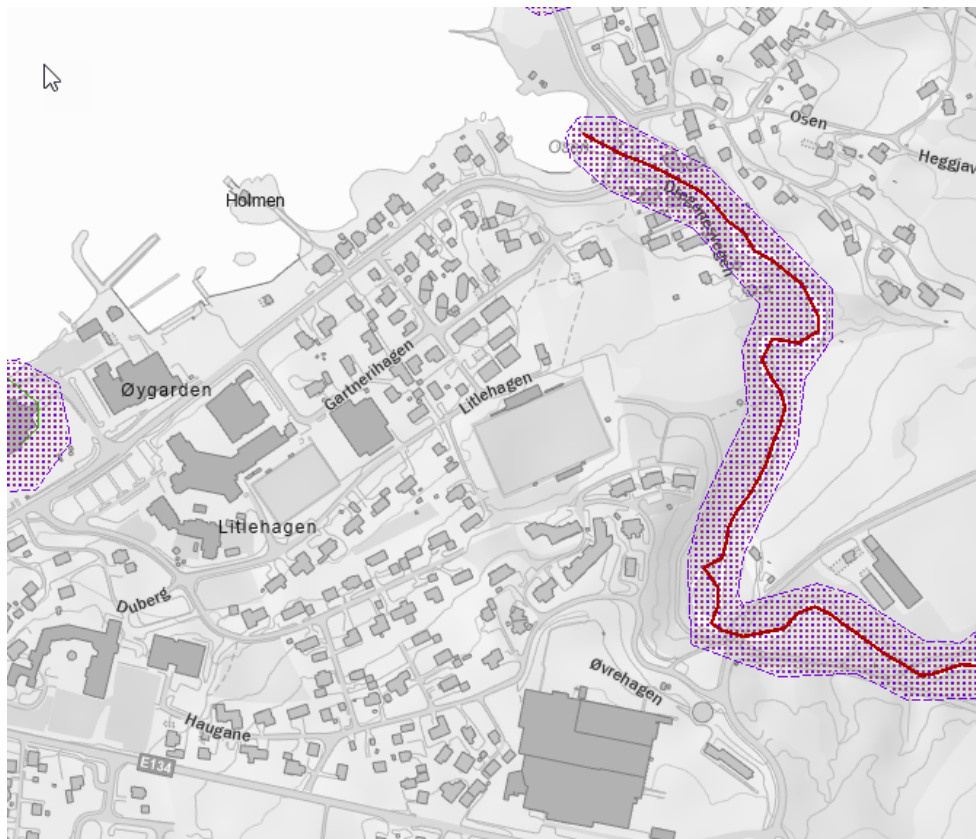
Grunnvannsnivå er målt relativt dypt. I tillegg viser CPTU sonderingene at det er relativt tynne lag med poreovertrykk, noe som indikerer at det ikke er hengende grunnvannsspeil. Ut ifra topografiske forhold vil vi ikke forvente artesisk poretrykk i dette området. Vi har lagt til grunn en hydrostatisk poretrykksfordeling i alle borpunktene. Registreringer av grunnvannsnivå er vist på RIG-TEG-350 t.o.m. -353 i RIG-RAP-001 (9).

## 6 Potensiell fare knyttet til vassdrag

I henhold til TEK 17 §7-1(1) skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom, stormflo og

skred). Figur 6-1 viser aktsomhetsområde for flom og er hentet fra kartverket til NVE atlas. Som vist i figuren, ligger deler av området med Oselva innenfor aktsomhetsområdet for flom.

Ved befaring 19.09.2020 ble erosjonen langs Oselva vurdert, se vedlegg A. Vår vurdering er at erosjonen langs vassdraget i tilknytning til tiltaket, varierer mellom noe og ingen. Samlet sett har vi klassifisert erosjonen i Oselva der det lages faresone, som litt erosjon.



Figur 6-1: Aktsomhetsområde for flom [atlas.nve.no].

## 7 Gjennomgang av prosedyre NVE 1/2019

Tabell 7-1 viser en oppsummering av gjennomgang av prosedyren for utredning av aktsomhetsområder og faresoner, definert i avsnitt 3.2 i ref. (1). Vurdering av punktene er videre gitt i avsnitt 7.1 t.o.m. 7.5.

Tabell 7-1: Oppsummering av gjennomgang av prosedyren i NVEs veileder 1/2019.

Pkt.	Overskrift	Kommentar
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Det er ingen registrerte faresoner for kvikkleire i området. Forekomst av sprøbruddmateriale kan ikke utelukkes.
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Aktsomhetskart for marin leire indikerer at området for nytt idrettsområde ligger innenfor aktsomhetssone for marin leire. Forekomst av sprøbruddmateriale kan ikke utelukkes. Kvantærgeologisk kart indikerer også at det kan forventes tykk havavsetning i området.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Aktsomhetsområde har en helning brattere enn 1:20, dette er vist i Figur 7-3.
4	Bestem tiltakskategori	Utbyggingen av idrettshaller er plassert i tiltakskategori K4 og utendørs idrettshaller i tiltakskategori K3. Adkomstveger er plassert i tiltakskategori K1.
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde	Løsnakeområde med lengde 15 x skråningshøyde, samt antatt kritiske snitt er skissert i Figur 7-4.
6	Befaring	På befaring ble erosjon langs Oselven vurdert til å variere mellom noe og ingen, se vedlegg A.
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Det er utført grunnundersøkelser i flere omganger se 5.1. Tolkning av bopunkt med sprøbruddmateriale/kvikkleire er presentert på RIG-TEG-002. Undersøkelsene viser at det er en kompleks lagdeling der lagene med kvikkleire eller sprøbruddmateriale har relativt liten mektighet. Vår vurdering er at lagene med sprøbruddmateriale kan tolkes som gjennomgående slik at det skal gjøres videre vurderinger mht områdestabilitet.
8	Vurdere aktuelle skredmekanismer og avgrense løsne- og utløpsområder	Aktuelle skredmekanisme er vurdert til rotasjonsskred.
9	Klassifiser faresoner	Faregrad = LAV Konsekvens = MEGET ALVORLIG Risikoklasse = 3
10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	Beregninger viser tilfredsstillende sikkerhet for dagens situasjon.
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Faresone er meldt inn til NVE og grunnundersøkelser er lastet opp til NADAG.
<b>Konklusjon</b>		Med bakgrunn i topografi, terrenganalyser, stabilitetsberegninger og utførte grunnundersøkelser som har påvist sprøbruddmateriale, er det kartlagt en ny faresone ved Ølen idrettsområde. Utførte stabilitetsberegninger viser tilfredsstillende sikkerhet for dagens situasjon. Erosjonen langs den delen av Oselva som vi har etablert faresone for, er klassifisert som litt erosjon. Vår vurdering er at det ikke er behov for å erosjonssikre elva, slik situasjonen er i dag. Dersom erosjonen utvikler seg, må dette vurderes på nytt. Det er ikke behov for tiltak for å ivareta områdestabiliteten for reguleringsplannivå.

### 7.1 Steg 1: «Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området»

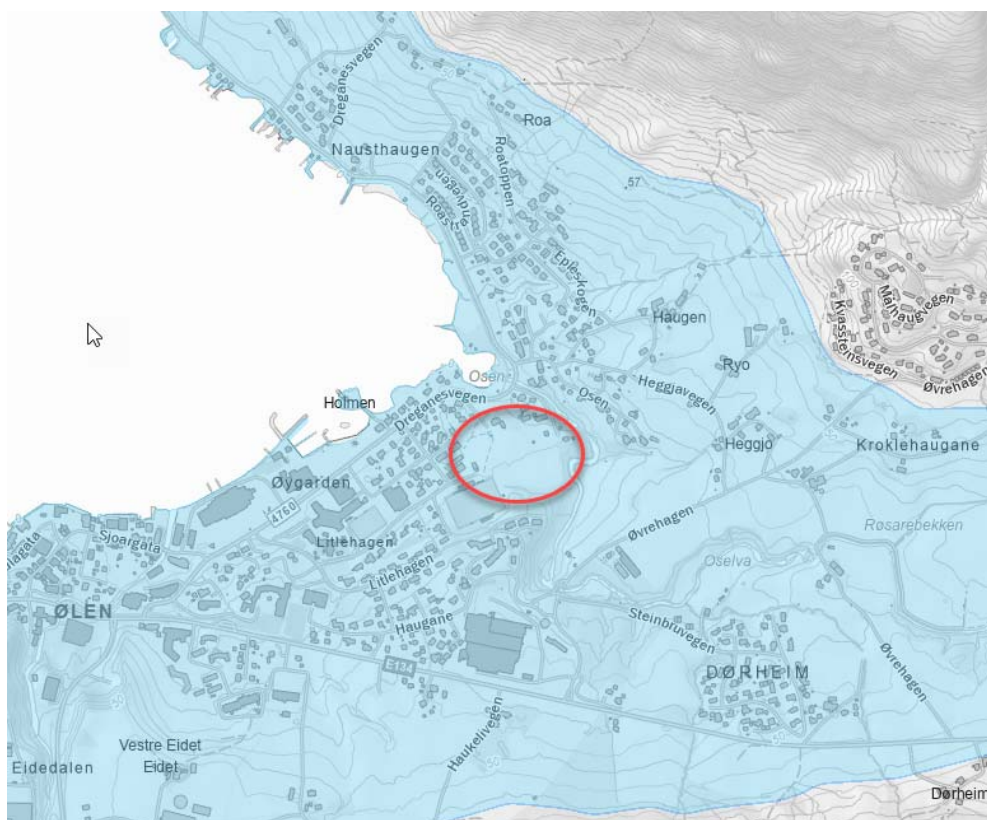
Ifølge kart med registrerte faresoner for kvikkleire, vist i Figur 7-1, ligger ikke idrettsområdet innenfor eller i nærheten av en kartlagt faresone. Forekomst av sensitiv leire kan ikke utelukkes da området ligger under marin grense.



Figur 7-1: Registrerte faresoner for kvikkleire [atlas.nve.no]. Idrettsområdet er markert med rød sirkel.

## 7.2 Steg 2: «Avgrens områder med mulig marin leire»

Figur 7-2 viser aktsomhetsklart for marin leire hentet fra NVE atlas, og indikerer at Ølen idrettsområde ligger innenfor aktsomhetszone for marin leire.



Figur 7-2: Aktsomhetskart for marin leire [atlas.nve.no]. Idrettsområdet er markert med rød sirkel.

## 7.3 Steg 3: «Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred»

I henhold til NVEs veileder nr. 1/2019, (1), kan det utføres terrengeanalyser for å begrense aktsomhetsområdene til områder der terrenghelning gir mulighet for områdeskred. Kriteriene som benyttes for å tegne opp aktsomhetsområder for områdeskred kan deles inn i terreng som kan inngå i løpsneområdet for et skred og terreng som kan inngå i utløpsområdet for et skred:

Terreng som kan inngå i løsneområdet for et skred:

- Total skråningshøyde (i løsmasser) over 5 meter
- Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 meter
- Aktsomhetsområder som ligger innenfor 20 x skråningshøyden, H, målt fra bunn av skråning (ravinebunn, bunn av elv eller marbakke i sjø (inntil 25 m.u.h.))

Terreng som kan inngå i utløpsområdet for et skred:

- 3 x lengden til løsneområdets lengde. Løsneområdet er enten en eksisterende faresone eller et aktsomhetsområde
- Utløpssone som allerede er kartlagt

Terrenghelningen er vist på Figur 7-3 . Helningen er generelt brattere enn 1:20 (ca. 3 grader) ned mot Oselva i sør og øst. Mot nord og vest er det enkelte skråninger der helningen er brattere enn 1:20.



Figur 7-3: Kart som viser terrenghelningen i grader for området planlagt til idrettsformål. En helning 1:20 tilsvarer 2,8 grader.

#### 7.4 Steg 4: «Bestem tiltakskategori»

Det er planlagt utbygging av idrettshall, utendørs idrettsbaner og tilkomstveg.

I henhold til Tabell 3.2 i NVEs veileder nr. 1/2019 (1), faller utbyggingen av idrettshall i tiltakskategori K4 og utendørs idrettsbaner i tiltakskategori K3. Mens adkomstveger er plassert i tiltakskategori K1.

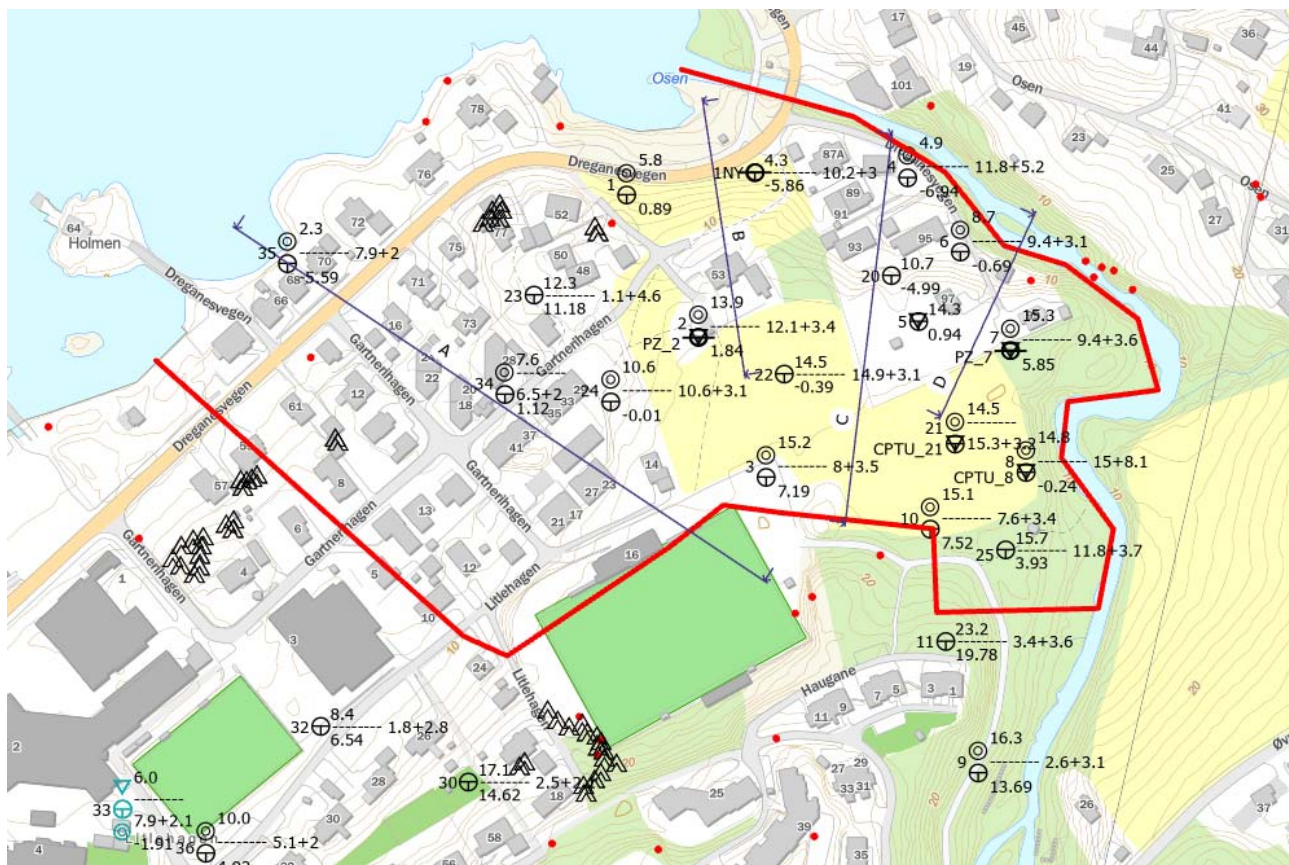
## 7.5 Steg 5: «Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde»

I henhold til NVEs veileder nr. 1/2019 må det i utgangspunktet forutsettes at det vil kunne gå et stort retrogressivt skred hvor avgrensning av maksimalt løснеområde for et retrogressivt skred er  $15 \times$  skråningshøyden  $H$ , se Figur 7-4.

Som vist på Figur 7-4 er det berg i dagen sør og sørvest for tiltaksområdet. Basert på berg i dagen, topografi og marin grense, er vår vurdering at tiltaksområdet ikke ligger i et utløpsområde fra skred fra høyere liggende områder.

Et eventuelt områdeskred øst for Oselva, vil stoppe i Oselva. Utløpsområdet vil ikke strekke som bort til tiltaksområdet.

Valg av antatt kritiske snitt innenfor skissert mulig løснеområde, se Figur 7-4 og RIG-TEG-002, tar utgangspunkt i størst skråningshøyde og brattest terreng. Tabell 7-2 indikerer største skråningshøyde og -helling for de antatt kritiske snittene.



Figur 7-4: Mulig løsnakeområde (markert med rødt) basert på  $15 \times$  skråningshøyden  $H$ . Innmålt berg i dagen er markert med  $\blacktriangle$ . Røde prikker viser ca plassering av berg i dagen.

Tabell 7-2: Skråningshøyde og -helling for antatt kritiske snitt

	Snitt A-A	Snitt B-B	Snitt C-C	Snitt D-D
Max. skråningshøyde	10 m	14 m	13 m	9 m
Max. skråningshelling	12 °	17 °	22 °	23 °

Figur 7-5: Antatt kritiske snitt innenfor mulig løsnakeområde.



## 7.6 Steg 6: «Befaring»

Ved befaring ble det registrert berg i dagen flere steder, se RIG-TEG-002. I tillegg ble erosjon langs Oselva vurdert iht NVE rapport 9/2020 (7), se vedlegg A. Det er registrert varierende omfang av erosjon langs Oselva, fra noe til ingen. Samlet sett har vi klassifisert erosjonen i Oselva der det lages faresone, som litt erosjon.

## 7.7 Steg 7: «Gjennomfør grunnundersøkelser»

Det er utført grunnundersøkelser i flere omganger se 5.1. Det er registrert kvikkleire eller sprøbruddmateriale i flere pkt, se RIG-TEG-002. Undersøkelsene viser at det er en kompleks lagdeling der lagene med kvikkleire eller sprøbruddmateriale har relativt liten mektighet.

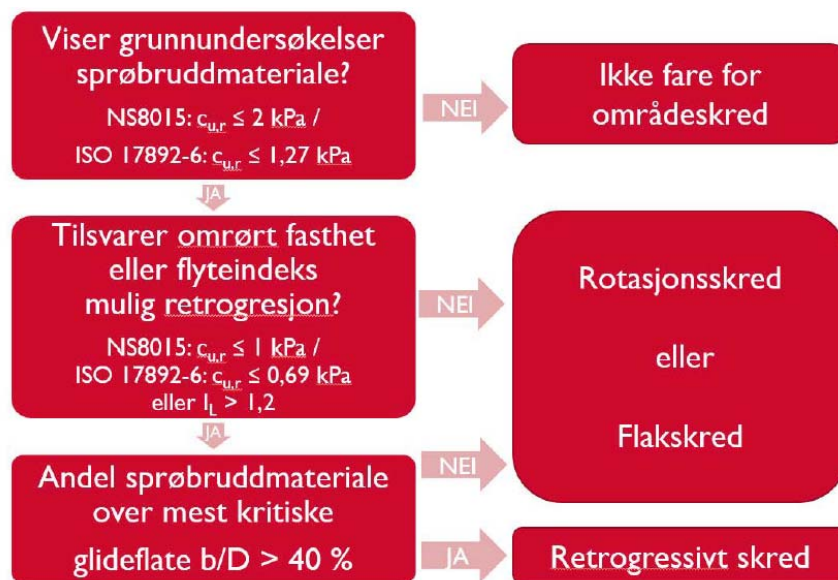
Vår vurdering er at lagene med sprøbruddmateriale kan tolkes som gjennomgående slik at det skal gjøres videre vurderinger mht områdestabilitet.

## 7.8 Steg 8: «Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder»

Det er registrert berg i dagen flere plasser innenfor løsneområdet se RIG-TEG-002, i tillegg har laget med kvikkleire eller sprøbruddmateriale en relativt liten mektighet, og reelt løsneområde har derfor mindre utstrekning enn «mulig løsneområde». Aktuell skredmekanisme og avgrensning av løsne- og utløpsområdet er presentert under. Opptegning av løsne- og utløpsområde er presentert RIG-TEG-003. Tegningen viser også plassering av profilene som er vurdert.

### 7.8.1 Aktuell skredmekanisme

Å identifisere en reell skredmekanisme er avgjørende for størrelsen på løsne- og utløpsområdet, og gjøres iht. NVEs veileder nr. 1/2019, kapittel 4.5. Utklipp av flytskjema gitt i veilederen for vurdering av aktuell skredmekanisme er vist i Figur 7-6.



Figur 4.3 Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme

Figur 7-6: Flytskjema fra NVEs veileder nr. 1/2019 for vurdering av aktuell skredmekanisme.

Nedenfor bestemmes skredmekanisme for de ulike profilene, se også beskrivelse av profilene under kap 7.8.2.

### Profil A-A

- 1) Viser grunnundersøkelser sprøbruddmateriale?

Ja, det er påvist sprøbruddmateriale i prøveserien tatt i BP 24, fra 1,5-4,0 m dybde. Registrert omrørt skjærfasthet er  $c_{ur} = 0,13$  til 1,20 kPa, dvs lavere enn 1,27 kPa. I BP 34 og 35 viser prøvetaking er massene ikke består av sprøbruddmateriale.

- 2) Ja, det er registrert omrørt skjærfasthet lavere enn 0,69 kPa. Mens flyteindeksener  $I_f$  er lavere enn 1,2.

- 3) Andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate  $b/D > 40$  %?

Nei. I tilfeller med platåterreng hvor det ikke er utført stabilitetsberegninger, settes starten på 1:15-linjen til  $0,25H$  under skråningsfot, hvor  $H$  er total skråningshøyde. Andel sprøbruddmateriale ( $b/D$ ) bestemmes under toppen av skråningen.

Sprøbruddmateriale er registrert i dybde 1,5-4,0 i BP 24, punktet er lokalisert bunnen av skråningen. Det er ikke registrert sprøbruddmateriale i BP 3. Det er knyttet usikkerhet til utbredelsen av sprøbruddmateriale mellom BP 24 og BP 3. Vår tolkning viser at 1:15 linjen hovedsakelig blir liggende over laget med kvikkleire,  $b/D=0$ .

Aktuell skredmekanismen i snitt A-A blir derfor rotasjonsskred eller flakskred.

### Profil B-B

- 1) Viser grunnundersøkelser sprøbruddmateriale?

Ja, det er påvist sprøbruddmateriale i fra 8-9 m dybde i prøveserien tatt i BP 2. Registrert omrørt skjærfasthet er  $c_{ur} = 0,98$ , dvs lavere enn 1,27 kPa.

Det er påvist sprøbruddmateriale i prøveserien tatt i BP 2 utført av NC. Registrert omrørt skjærfasthet er  $c_{ur} = 1,67-2,55$ . Omrørt skjærstyrke på 1,67 er klassifisert som sprøbruddmateriale av Norconsult. Vi legger her til grunn at prøven er analysert utført iht NS 8005. Prøvene analysert av Multiconsult er iht til ISO 17892-6:2017.

Prøvetaking utført ved Gartnerhagen 53 viser at det er registrert kvikkleire ved 2,7 og 4,0 m dybde, omrørt skjærfasthet er  $c_{ur} = 0,7$  til 0,9 kPa, dvs lavere enn 1,27 kPa.

I BP 22 er det mulig sprøbruddmateriale fra 8-11 m dybde. Mens i BP 1NY er det ikke registrert sprøbruddmateriale.

- 2) Tilsvarer omrørt fasthet eller flyteindeks mulig retrogresjon?

Nei, det er ikke registrert omrørt skjærfasthet lavere enn 0,69 kPa eller flyteindeksen  $I_f > 1,2$ .

Aktuell skredmekanismen i snitt B-B blir derfor rotasjonsskred eller flakskred.

### Profil C-C

- 1) Viser grunnundersøkelser sprøbruddmateriale?

Ja, det er påvist sprøbruddmateriale fra 2,0 - 4,0 m dybde i prøveserien tatt i BP 4 nede ved Oselva. Registrert omrørt skjærfasthet er  $c_{ur} = 0,86$  til 1,20 kPa, dvs lavere enn 1,27 kPa. I BP 5, 20 og NC BP 3 indikerer totalsonderingene at det kan være lag med sprøbruddmateriale, men det er ikke tatt prøver i disse punktene.

- 2) Tilsvarer omrørt fasthet eller flyteindeks mulig retrogresjon?

Nei, det er ikke registrert omrørt skjærfasthet lavere enn 0,69 kPa eller flyteindeksen  $I_f > 1,2$ .

Aktuell skredmekanismen i snitt C-C blir derfor rotasjonsskred eller flakskred.

### Profil D-D

1) Viser grunnundersøkelser sprøbruddmateriale?

Ja, det er påvist sprøbruddmateriale i et tynt lag fra 6-7 m dybde prøveserien tatt i BP 7. Registrert omrørt skjærfasthet er  $c_{ur} = 1,1$  kPa, dvs lavere enn 1,27 kPa. I BP 5 indikerer totalsonderingene at det kan være lag med sprøbruddmateriale, men det er ikke tatt prøver i dette punktet. I BP 6 og 21 tolker vi totalsonderingene slik at massene ikke består av sprøbruddmateriale.

2) Tilsvarer omrørt fasthet eller flyteindeks mulig retrogresjon?

Nei, det er ikke registrert omrørt skjærfasthet lavere enn 0,69 kPa eller flyteindeksen  $I_f > 1,2$ .  
Aktuell skredmekanismen i snitt D-D blir derfor rotasjonsskred eller flakskred.

### 7.8.2 Avgrensning av løснеområde

Grunnundersøkelsene viser inhomogene og lagdelte grunnforhold. På platået på kote 12-15 er lag med sprøbruddmateriale registrert relativt dypt, og lagene er ikke parallelle med terrengoverflaten. Følgelig er det rotasjonsskred som er aktuell skredmekanisme.

NVEs veileder nr. 1/2019, kapittel 4.5.3 angir maksimal utstrekning av løснеområder for rotasjonsskred lik  $5 \cdot H$ , der H er høyden på initialskredet. På bakgrunn av at det er inhomogene grunnforhold, har vi i tillegg til dette kravet vurdert utbredelsen av løśnieområdet basert på kritisk skjærflate samt hvor langt bak et tiltak må plasseres for at det ikke skal påvirke skråningen. Vi legger til grunn at i en avstand på  $2 \cdot H$  ( $H = \text{skråningshøyden}$ ) vil ikke et tiltak påvirke stabiliteten til en skråning (kap. 3.3.7 i Kvikkleireveilederen (1)).

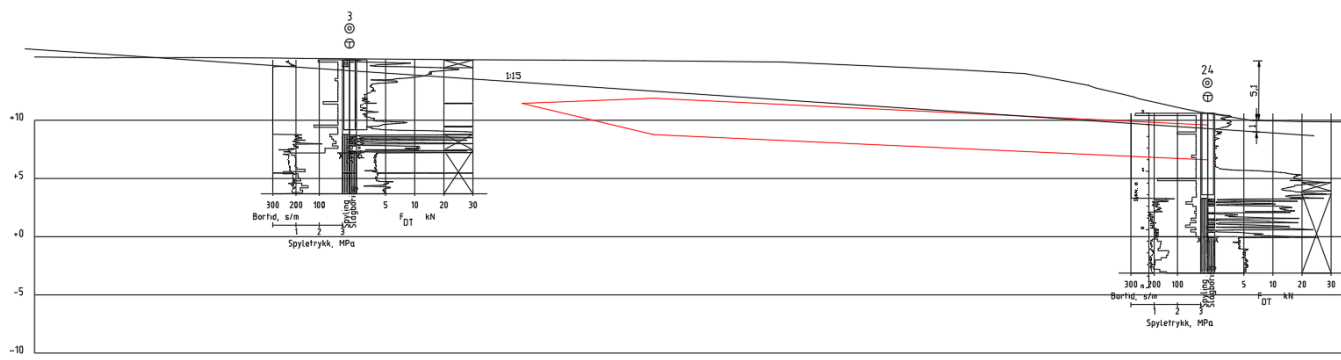
Mellom borpunkter er det alltid en usikkerhet i utbredelsen og mektigheten på lag med sprøbruddmateriale. Denne usikkerheten øker når grunnforholdene er inhomogene, slik vi har registrert i dette området. Vi har derfor valgt å utføre en skjønnsmessig vurdering av faresonen, som er mer konservativ enn prosedyren i Kvikkleireveilederen.

Utbredelse av løсне- og utløpsområde er vist på RIG-TEG-003.

Vurdering av de ulike profilene er oppsummert under.

### Profil A-A

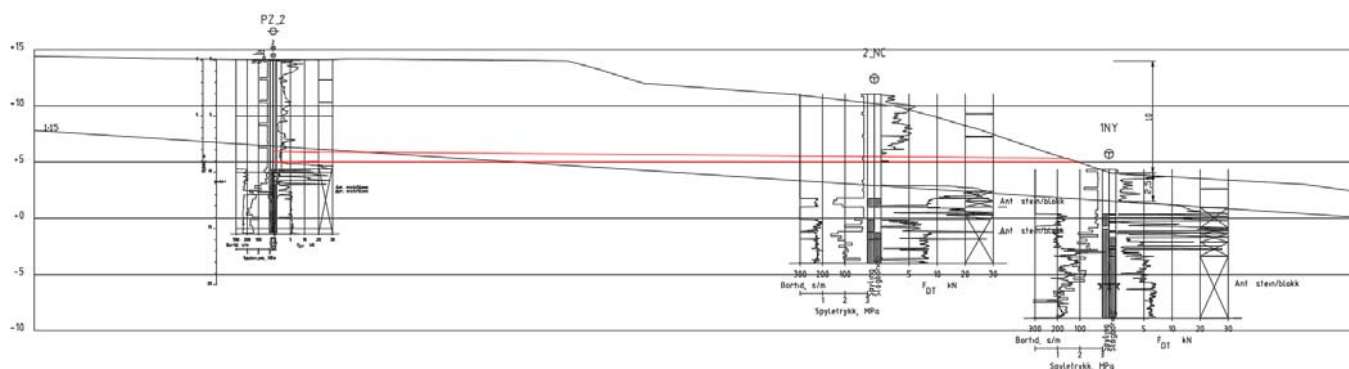
I BP 3, 34 og 35 er det ikke registrert sprøbruddmateriale. Mens i BP 24 er det registrert sprøbruddmateriale fra 1-3 m dybde. Linje med helning 1:15 som starter  $0,25 \cdot H$  under skråningsfot, er vist på Figur 7-7. Som vist på figuren har vi tolket utbredelsen av laget med kvikkleire til å hovedsakelig ligge under denne linjen. Men på bakgrunn av de inhomogene grunnforholdene, har vi valgt å lage en faresone her. Løśnieområdet blir i overkant avgrenset ved at i en avstand på  $2 \cdot H$  ( $H = \text{skråningshøyden}$ ) vil ikke et tiltak påvirke stabiliteten til skråningen.



Figur 7-7: Profil A-A med totalsonderinger. Tolkning av laget med sprøbruddmateriale er markert med rødt, vi vil understreke at det er stor usikkerhet i utbredelsen og tykkelsen på dette laget. Linje med helning 1:15 som starter  $0,25 \cdot H$  under skråningsfot, er vist på tegningen.

### Profil B-B

Det er ikke registrert sprøbruddmateriale i foten av profilet, i BP 1NY. Mens i BP 2 og BP 2\_NC er det et tynt lag med sprøbruddmateriale. Se tolket plassering av laget med sprøbruddmateriale i Figur 7-8. Det er usikkerhet knyttet til om det skal etableres en faresone i dette profilet. Men på bakgrunn av at dette profilet ligger mellom to profiler der vi etablerer faresone (profil A-A og C-C), samt inhomogene grunnforhold, har vi laget en faresone også i dette profilet. Løsneområdet blir i overkant avgrenset ved at i en avstand på  $2 \cdot H$  ( $H$ =skråningshøyden) vil ikke et tiltak påvirke stabiliteten til skråningen.



Figur 7-8: Profil B-B med totalsonderinger. Tolkning av laget med sprøbruddmateriale er markert med rødt. Linje med helning 1:15 som starter  $0,25 \cdot H$  under skråningsfot, er vist på tegningen.

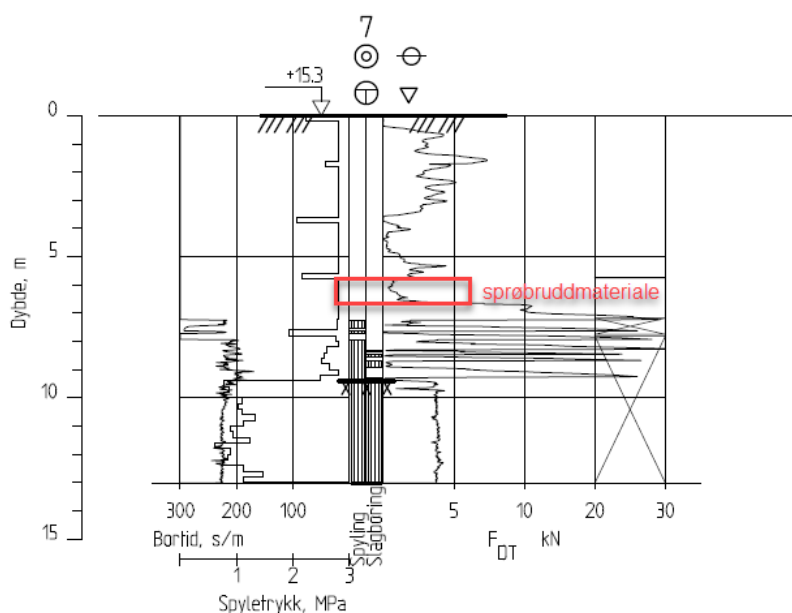
### Profil C-C

I dette profilet er det registrert sprøbruddmateriale i foten av skråningen, i BP 4. I BP 5, 20 og 22 har vi ut ifra totalsonderinger tolket et lag med sprøbruddmateriale. Det er ikke utført prøvetaking i disse punktene slik at det er usikkerhet knyttet til denne tolkningen. Det er utført stabilitetsberegninger i dette profilet se kap 7.10.4, RIG-TEG-800 og RIG-TEG-801, her er også tolket lagdeling er vist. Vi avgrenser løsneområdet i overkant i en avstand på  $2 \cdot H$  ( $H$ =skråningshøyden). Dette er også i bakkant av kritisk skjærflate.

### Profil D-D

I profil D-D er det registrert sprøbruddmateriale i et tynt lag i 6,0-6,5 m dybde i BP 7 se Figur 7-9, mens det er ikke registrert sprøbruddmateriale i BP 21. Vår vurdering er at dette laget ikke har

tilstrekkelig tykkelse og utbredelse til at det kan gå et områdeskred i dette området. Følgelig blir ikke dette profilet med i en faresone.



Figur 7-9: Totalsondering i BP 7. Prøvetaking viser at det er et lag med sprøbruddmateriale fra 6,0-6,5 m dybde.

### 7.8.3 Avgrensning av utløpsområde

I henhold til kapittel 4.6 i NVEs veileder nr. 1/2019 er utløpsdistanse for et områdeskred avhengig av skredmekanisme og størrelsen på løснеområdet. Lengden av utløpsområdet regnes fra foten av skråningen som er kritisk for det aktuelle løsnakeområdet. Bredden på utløpsområdet må også vurderes.

Lengden av utløpsområdet  $L_u$  for flakskred eller rotasjonsskred er  $0,5L$ , hvor  $L$  er lengden på løsnakeområdet.

## 7.9 Steg 9: «Klassifiser faresoner»

NVE ekstern rapport nr. 9/2020, kapittel 4, gir føringer for klassifisering av faresoner for kvikkleireskred (7). Evalueringen skal inneholde en evaluering av faregrad-, konsekvens- og risikoklasse med dagens situasjon som utgangspunkt. Se vedlegg D for detaljer mht klassifisering av faresonen.

### 7.9.1 Faregradsevaluering

Faregradsevalueringen gjøres med utgangspunkt i Tabell 1 i NVE ekstern rapport nr. 9/2020, gjengitt under i Tabell 7-3. Faregraden skal bestemmes for antatt kritiske snitt i hver enkelt sone.

Betegnelsen kritisk snitt gjelder her for det snittet som gir høyeste poengscore etter Tabell 7-3 og ikke nødvendigvis snittet der den beregningsmessige sikkerheten er lavest.

Vi har utført faregradsevaluering av profil C-C.

Faregraden er evaluert til lav, årsaken er at skråningen har en relativt liten høyde, den siltige leiren er overkonsolidert, vi har tolket skråningen til å ha hydrostatisk poretrykk, sensitiviteten er lav, samt at erosjonen i Oselven samlet sett er vurdert som litt erosjon.

## Områdestabilitet

Tabell 7-3: Utklipp fra Tabell 1 i NVE ekstern rapport nr. 9/2020 (7).

Tabell 1 Evaluering av faregrad

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk Overtrykk, kPa: Undertrykk, kPa:	3	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk
	-3	> - 50	-(20 – 50)	-(0 – 20)	
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	Ingen
Inngrep: forverring forbedring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
	-3	Stor	Noe	Liten	
Sum		51	34	17	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %
Faresonene fordeles i faregradklasser etter samlet poengsum:					
Lav faregrad = 0-17 poeng					
Middels faregrad = 18-25 poeng					
Høy faregrad = 26-51 poeng					

### 7.9.2 Skadekonsekvensevaluering

Evaluering av skadekonsekvensklasse gjøres med utgangspunkt i Tabell 2 i NVE ekstern rapport nr. 9/2020, gjengitt under i Tabell 7-4. Evaluering av skadekonsekvens gjøres for hele faresonen, det vil si en samlet vurdering for løsne- og utløpsområdet.

Skadekonsekvensen er satt til meget alvorlig. Årsaken er at mer enn 5 boenheter er lokalisert i faresonen og at disse boenhetene står tett. I tillegg er det planlagt et idrettsområde der vi har lagt til grunn at det vil oppholde seg mer enn 50 personer. Kun deler av idrettsområdet ligger i faresonen, men vi har konservativt antatt at det i dette området vil oppholde seg mer enn 50 personer.

Tabell 7-4: Utklipp fra Tabell 2 i NVE ekstern rapport nr. 9/2020 (7).

Tabell 2 Evaluering av skadekonsekvens

Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligenheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 – 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, bruk	2	Person- trafikk	Gods- trafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %
Faresonene fordeles i konsekvensklasser etter samlet poengsum:					
Mindre alvorlig = 0-6 poeng					
Alvorlig = 7-22 poeng					
Meget alvorlig = 23-45 poeng					

### 7.9.3 Risikoklasser

Vurdering av risikoklasse gjøres med utgangspunkt i kapittel 4.3 i NVE ekstern rapport nr. 9/2020, gjengitt under i Tabell 7-5. Risiko er her beregnet som faregradsscore i prosent av maksimal score multiplisert med skadekonsekvensscore i prosent av maksimal score.

Risikoklassen er satt til 3 for faresonen.

Tabell 7-5: Risikoklasser iht. NVE ekstern rapport nr. 9/2020

Risikoklasse	Tallverdi
1	0 – 170
2	171 – 630
3	631 – 1900
4	1901 – 3200
5	3201 – 10 000

### 7.9.4 Resulterende klassifisering

Tabell 7-6 presenterer resultatene fra evaluering av faregrads-, skadekonsekvens- og risikoklasse.

Tabell 7-6: Resulterende faregrad-, konsekvens- og risikoklasse

Faregrad			Skadekonsekvens			Risiko	
Score	% av max	Klasse	Score	% av max	Klasse	Score	Klasse
8	16 %	Lav faregrad	23	51 %	Meget alvorlig	802	3

## 7.10 Steg 10: «Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet»

Oversikt over utførte grunnundersøkelser og kritiske profil er vist på RIG-TEG-002. Det er kun utført stabilitetsberegninger for dagens situasjon, da detaljer for fremtidig utbygging ikke er kjent.

Tilstrekkelig sikkerhet må dokumenteres ifm. detaljprosjektering når tiltaket skal prosjekteres.

Tilfredsstillende sikkerhet må også dokumenteres for anleggsfasen, da eksempelvis gravearbeider, mellomlagring av masser ol. kan forverre stabiliteten.

### 7.10.1 Sikkerhetskrav og nivå på kvalitetssikring

#### Idrettshall

Planlagt utbygging av idrettshall havner i tiltakskategori K4.

For tiltak som forverrer stabiliteten, stilles det krav til en absolutt sikkerhetsfaktor på  $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$  i udrenert tilstand og  $F_{c\phi} \geq 1,25$  i drenert tilstand. Her er  $f_s = 1,15$  og representerer sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekten i udrenerte beregninger. Absolutt sikkerhetsfaktor for udrenert tilstand blir da  $F_{cu} \geq 1,61$ .

For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet på  $F_{cu} \geq 1,40$  i udrenert tilstand og  $F_{c\phi} \geq 1,25$  i drenert tilstand. Dersom beregnet sikkerhet er lavere, kreves det prosentvis økning basert på faregrad og beregnet sikkerhet.

For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet  $F_{c\phi} \geq 1,25$  i drenert tilstand, samt krav til robusthet  $F_{cu} \geq 1,20$  i udrenert tilstand.

Utredningen skal kvalitetssikres av et uavhengig foretak før endelig godkjenning kan gis. Iht. NVEs veileder nr. 1/2019, kapittel 3.1, skal foretaket som gjennomfører kvalitetssikringen ha fagansvarlig med formell kompetanse innen fagområdet geoteknikk, samt dokumentert erfaring fra utredning iht. NVEs veileder og prosjektering av tiltak i områder med sprøbrudmateriale i grunnen. Med formell kompetanse menes ingeniørutdanning med fordypning (tilsvarende MSc) i geoteknikk.

#### Utendørs idrettsbaner

Utendørs idrettsbaner havner i tiltakskategori K3. Kravene til sikkerhet er tilsvarende for K3 og K4, med unntak av K3 ved lav faregrad. Her er kravene til sikkerhet lik som for K1. Det vil si at for K3 lav faregrad, er krav til forbedring ikke forverring.

#### Tilkomstveger

Utbygging av tilkomstveger havner i tiltakskategori K1. Krav til sikkerhet oppfylles hvis tiltaket ikke forverrer stabiliteten.

Kvalitetssikring gjennomføres internt i foretaket.

#### Erosjon

Iht. NVEs veileder nr. 1/2019, kapittel 3.4.3, skal erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket forebygges for tiltakskategori K1, K3 og K4. Det skal gjøres en vurdering av alle relevante løsne- og utløpsområder for skråninger hvor erosjon kan utløse skred.

### 7.10.2 Laster

Vi har ikke kjennskap til laster fra planlagt utbygging. I beregningene av stabilitet har vi lagt til grunn trafikklasten i samsvar med Statens vegvesen sin håndbok N 200 (12). Det er benyttet en jevnt fordelt last på 15 kPa med en lastfaktor på  $\gamma_Q=1,3$ , dette ivaretar laster fra anleggsmaskiner. Trafikklasten er konservativt lagt på en bredde på 30 m.



I prosjekteringsfasen må det utføres geotekniske vurderinger mht laster fra planlagt tiltak.

### 7.10.3 Materialparametre

Materialparametre benyttet er presentert i vedlegg B.

### 7.10.4 Stabilitetsvurderinger

Tegning RIG-TEG-002 viser situasjonsplan med tolkning av sonderinger og markering av profiler. Vurdering av de ulike profilene for å vurdere kritisk profil er utført under. Stabilitetsberegningene er presentert på RIG-TEG-800 og 801

#### Profil A-A

Profil A-A har en helning på 12 grader, mens helningen i profil C-C er 22 grader. Stabilitetsberegningene i profil C-C viser god stabilitet, og det er derfor ikke utført stabilitetsberegninger for profil A-A.

#### Profil B-B

Det er ikke registrert sprøbruddmateriale i foten av profil, BP 1NY. Skråningshelningen er slakere enn i profil C-C, og profilet anses derfor som mindre kritisk enn profil C-C og det er følgelig ikke utført stabilitetsberegninger i dette profilet.

#### Profil C-C

I dette profilet er det registrert sprøbruddmateriale i foten av skråningen, og vi har tolket et lag med sprøbruddmateriale i hele profilet. Skråningshelningen er brattest i dette profilet. Videre har profilet en skråningshøyde på 15 m, vi har antatt elvebunnen på kote 0. På bakgrunn av utbredelsen av sprøbruddmateriale, høyde og helning har vi vurdert dette profilet som mest kritisk, og det er her vi har utført stabilitetsberegninger.

Beregnet sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate er vist i Tabell 7-7.

Tabell 7-7: Beregnet sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate gjennom laget med siltig leire for profil C-C.

RIG-TEG	Analyse	Beskrivelse / kommentar	Sikkerhetsfaktor $\gamma_M$ for kritisk skjærflate
-800	ADP	Dagens situasjon	2,09
-801	aDφ	Dagens situasjon	2,83

### Idrettshall

Ifølge reguleringsplanen er det aktuelt å etablere idrettshall i den østlige delen av planområdet, mot skråningen ned til Oselva. Siden vi mangler tegninger som viser endelig plassering av idrettshall i tillegg til at vi ikke har laster fra denne bygningen, er det ikke utført stabilitetsberegninger for tiltaket. Beregnet stabilitet er i profil C-C er høyere enn kravet, dvs at skråningen tåler noe tilleggsbelastning. Eventuelt er alternativet at deler av bygget blir fundamentert på peler. Dersom lastene plasseres 2\*H i bakkant av skråningstopp, vil ikke lastene påvirke stabiliteten.

Når plassering av bygget er fastsatt må det påses at områdestabiliteten er ivaretatt.

## Tilkomstveger

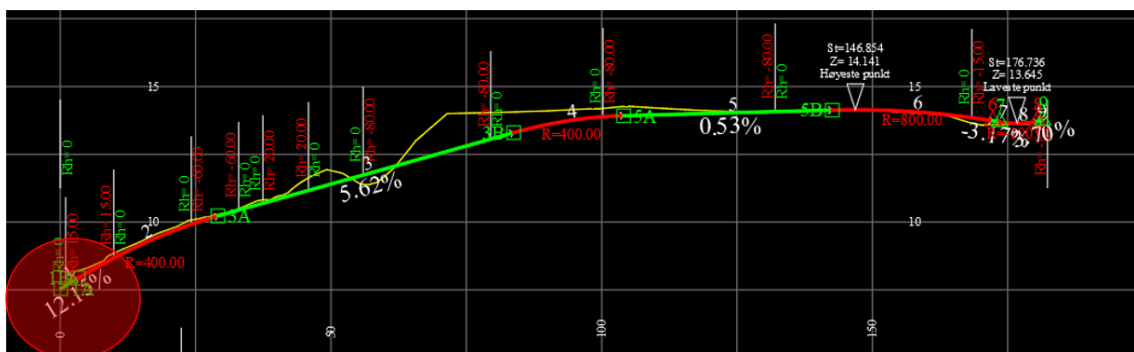
Dersom etablering av tilkomstveger forverrer stabiliteten, er det krav til absolutt sikkerhetsfaktor. Et alternativ er at utformingen av tilkomstveger etableres slik at de ikke forverrer stabiliteten.

Tilkomsveg fra nordøst gir størst terrenginngrep. Som vist på Figur 7-10 er det her hovedsakelig avlastning av eksisterende terreng. Stabilitetsberegninger i profil C-C er lokalisert i nærheten av denne oppfyllingen, her er beregnet stabilitet høyere enn kravet. Det vil si at stabiliteten for vegen i lengderetning, er ivaretatt. Stabiliteten i tverrprofil må ivaretas ved detaljprosjektering. Det kan her bli behov for å slake ut skjæringene for å få tilstrekkelig lokalstabilitet.



## Alternativ 3

- Bratt parti fra eksisterende veg
- Følger høydekurvene for å utjevne høydeforskjell
- Relativt stort terreng inngrep
- Behov for mur?



Figur 7-10: Utsnitt hentet fra Powerpoint presentasjon «GS-veg Ølen idrettsområde-Osen) (13).

Tilkomstveg fra sør gir mindre tilleggsbelastning. I dette området har vi registrert flere områdene med berg i dagen. Sprøbruddmateriale er registrert i BP 33, mens undersøkelsene viser at det ikke er sprøbruddmateriale i noen av punktene BP 30, 31, 32 eller 36. Vår vurdering er at lag med sprøbruddmateriale, ikke har tilstrekkelig utbredelse til at det er fare for områdeskred. Ved prosjektering må det gjøres vurderinger av lokalstabiliteten, eventuelt må vegene etableres med kompensert fundamentering.

### 7.11 Steg 11: «Meld inn faresoner og grunnundersøkelser»

I henhold til NVEs veileder nr. 1/2019, skal alle nye soner meldes inn til NVE, også i områder hvor stabiliteten er tilstrekkelig. Faktaark for innmeldt sone til NVE er vist i Vedlegg E. Ifølge veilederen skal også alle utførte grunnundersøkelser innrapporteres til Nasjonal database for grunnundersøkelser (NADAG).

## 8 Nødvendige tiltak

Erosjonen langs den delen av Oselva som vi har etablert faresone for, er klassifisert som litt erosjon. Vår vurdering er at det ikke er behov for å erosjonssikre elva, slik situasjonen er i dag. Dersom erosjonen utvikler seg, må dette vurderes på nytt.

Det er ikke behov for tiltak for å ivareta områdestabiliteten for reguleringsplanen.

I prosjekteringsfasen må tiltak mht lokalstabiliteten vurderes.

## 9 Viktige momenter

I detalj- og utførelsesfasen vil det være nødvendig å vurdere lokalstabilitet i sammenheng med ev. utgravings- og/eller fyllingsarbeider, samt bæreevne for maskiner.

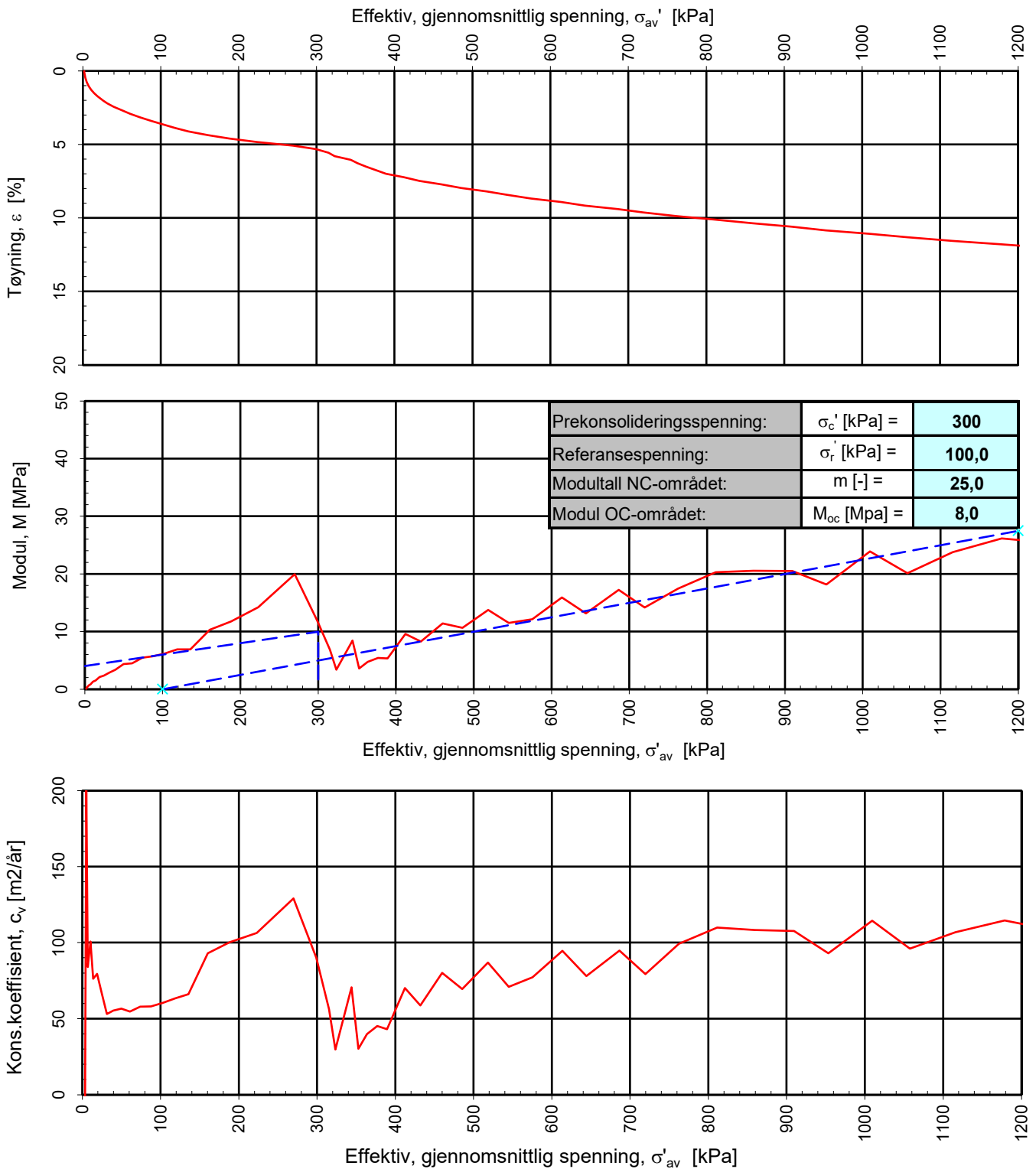
Det forutsettes at stabilitet ivaretas på tilsvarende måte i ev. fremtidige prosjekter/inngrep i nærområdet, med spesielt hensyn til registrerte områder for kvikkleire/sprøbruddmateriale.

## 10 References

1. **Norges vassdrags- og energidirektorat.** *Veileder nr. 1/2019, Sikkerhet mot kvikkleireskred: vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i området med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. Desember 2020.*
2. **Kommunal- og distriktsdepartementet.** *Plan- og bygningsloven.*
3. **Direktorat for byggkvalitet.** *Byggesaksforskriften (SAK10) med veiledning.*
4. **Standard Norge.** *NS-EN 1990-1:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.* s.l. : Norsk Standard.
5. **Standard Norge.** *NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1 - Allmenne regler.* s.l. : Standard Norge.
6. **Standard Norge.** *NS-EN 1997-2:2007+NA:2008 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2 -Regler basert på grunnundersøkelser go laboratorieprøver.*
7. **Norges vassdrags-og energidirektorat (NVE).** *NVE Ekstern rapport nr. 9/2020, Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred: metodebeskrivelse. 2020.*
8. **Norges vassdrags-og energidirektorat.** *NVEs retningslinjer nr. 2/2011 «Flaum og skredfare i arealplanar».*
9. **Multiconsult.** *10242717-RIG-RAP-001-rev01, Ølen idrettsområde, Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser, .*
10. **Norconsult.** *J01-518997, VVA-anlegg Gartnerhagen - Ølen, prøvegraving.*
11. **Norconsult.** *5150047/225, Ølen VA-ledning. Grunnundersøkelse og vurderinger, 19.06.2015. .*
12. **Statens vegvesen.** *Håndbok N200 Vegbygging, 2021.06.22.*
13. **Asplan Viak.** *"GS-veg Ølen idrettsområde-Osen", powerpoint presentasjon tilsendt i e-post fra Ingrid Johannessen datert 16.01.2023.*
14. **Statens vegvesen.** *30054-47 Geoteknisk rapport, Fv 762 Øeln, nr 2009040267-01, datert 10.03.2009.*
15. **Norges vassdrags-og energidirektorat (NVE).** *NVE Ekstern rapport nr. 9/2020, Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred: metodebeskrivelse. 2020.*







Densitet  $\rho$  (g/cm<sup>3</sup>): **1,96**  
 Vanninnhold  $w$  (%): **24,80**

Effektivt overlagingstrykk,  $\sigma'_{vo}$  (kPa): **145,64**

**VINDAFJORD KOMMUNE**  
**ØLEN IDRETTSSOMRÅDE**

Tegningens filnavn:

.xlsx

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning:  $\sigma'_{av}$  -  $\varepsilon_a$ , M og  $c_v$ .

**MULTICONSULT AS**

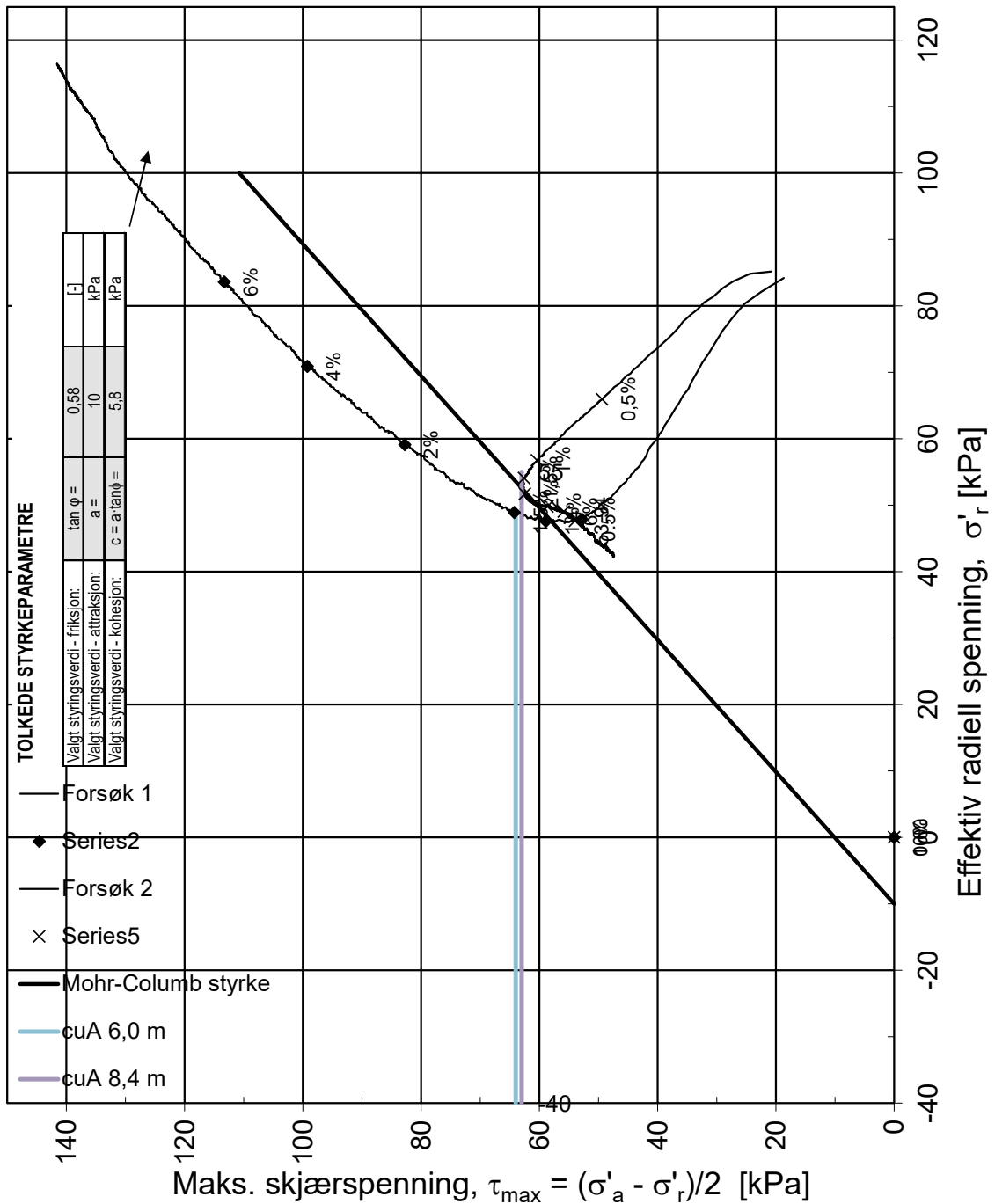
Box 265 Skøyen  
 N-0213 OSLO  
 Tlf.: 21 58 50 00

Forsøksdato: 03.03.2022	Dybde, z (m): 7,50	Borpunkt nr.: SK-PR 2
Forsøknr.: 1	Tegnet av: ABR	Kontrollert: LFC
Oppdrag nr.: 10242717-01	Tegning nr.: RIG-TEG-400.5	Prosedyre: CRS

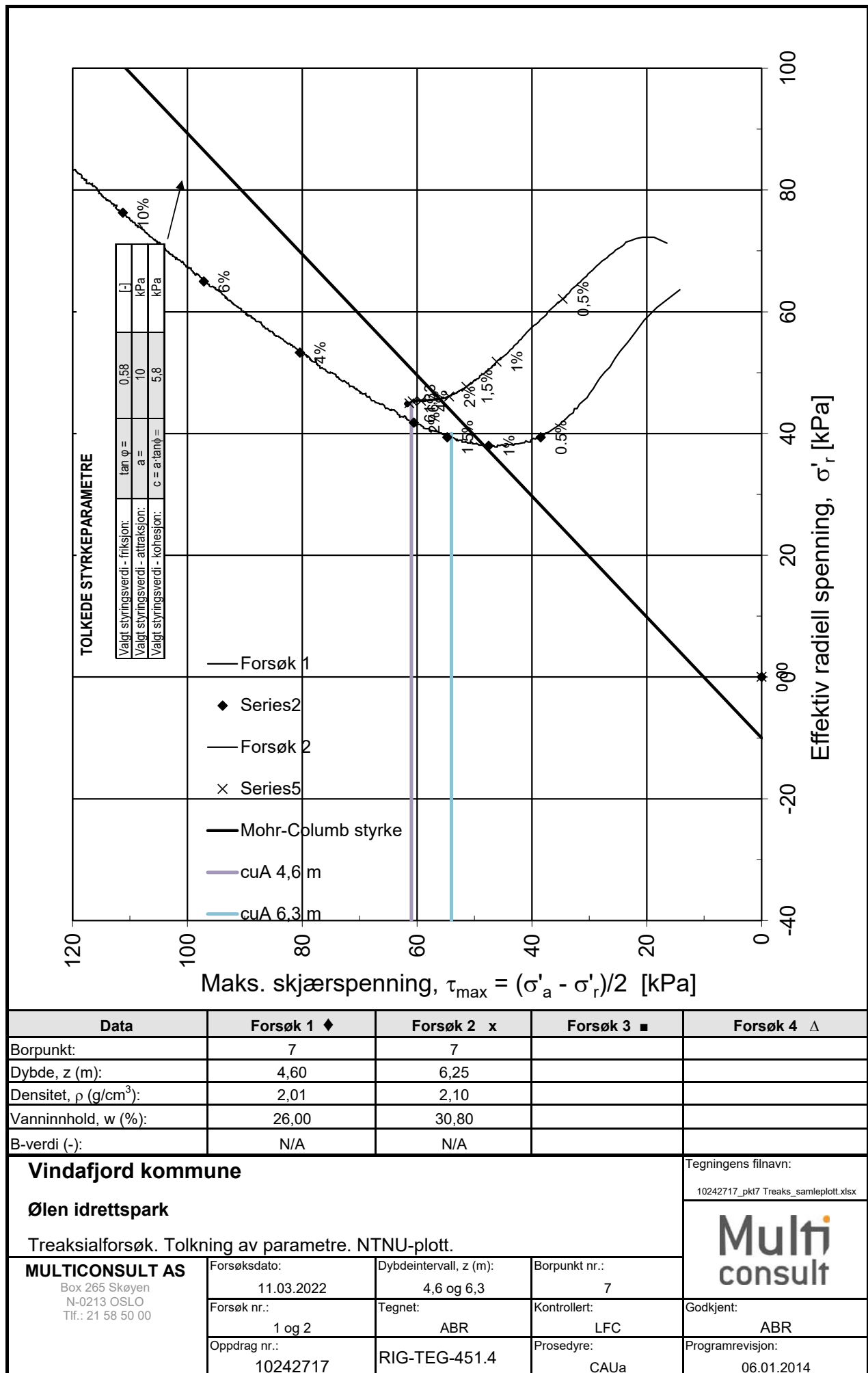
**Multi**  
**consult**

Godkjent:  
ABR

Programrevisjon:  
12.04.2021



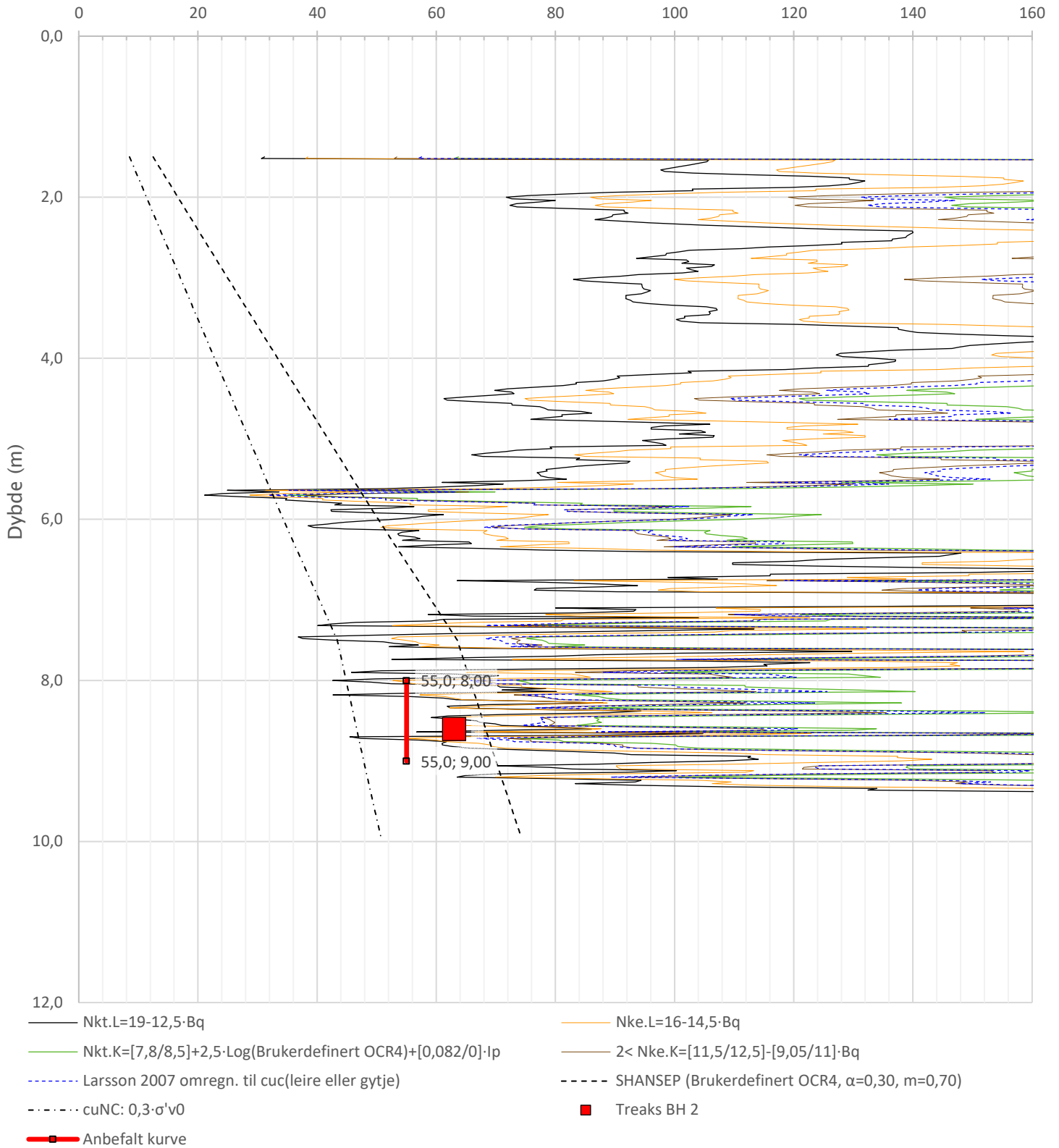
Data	Forsøk 1 ◆	Forsøk 2 x	Forsøk 3 ■	Forsøk 4 △
Borpunkt:	2	2		
Dybde, z (m):	6,00	8,40		
Densitet, $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> ):	2,07	2,04		
Vanninnhold, w (%):	24,30	47,20		
B-verdi (-):	N/A	N/A		
<b>Vindafjord kommune</b> <b>Ølen idrettspark</b> Treaksialforsøk. Tolkning av parametre. NTNU-plott.				Tegningens filnavn: 10242717_pkt 2 Treaks_samleplott.xlsx
<b>MULTICONSULT AS</b> Box 265 Skøyen N-0213 OSLO Tlf.: 21 58 50 00	Forsøksdato:	Dybdeintervall, z (m):	Borpunkt nr.:	
	11.03.2022	6,0 og 8,4	2	
	Forsøk nr.:	Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:
1 og 2	ABR	LFC	ABR	
Oppdrag nr.:	RIG-TEG-450.4	Prosedyre:	Programrevisjon:	
10242717		CAUa	06.01.2014	





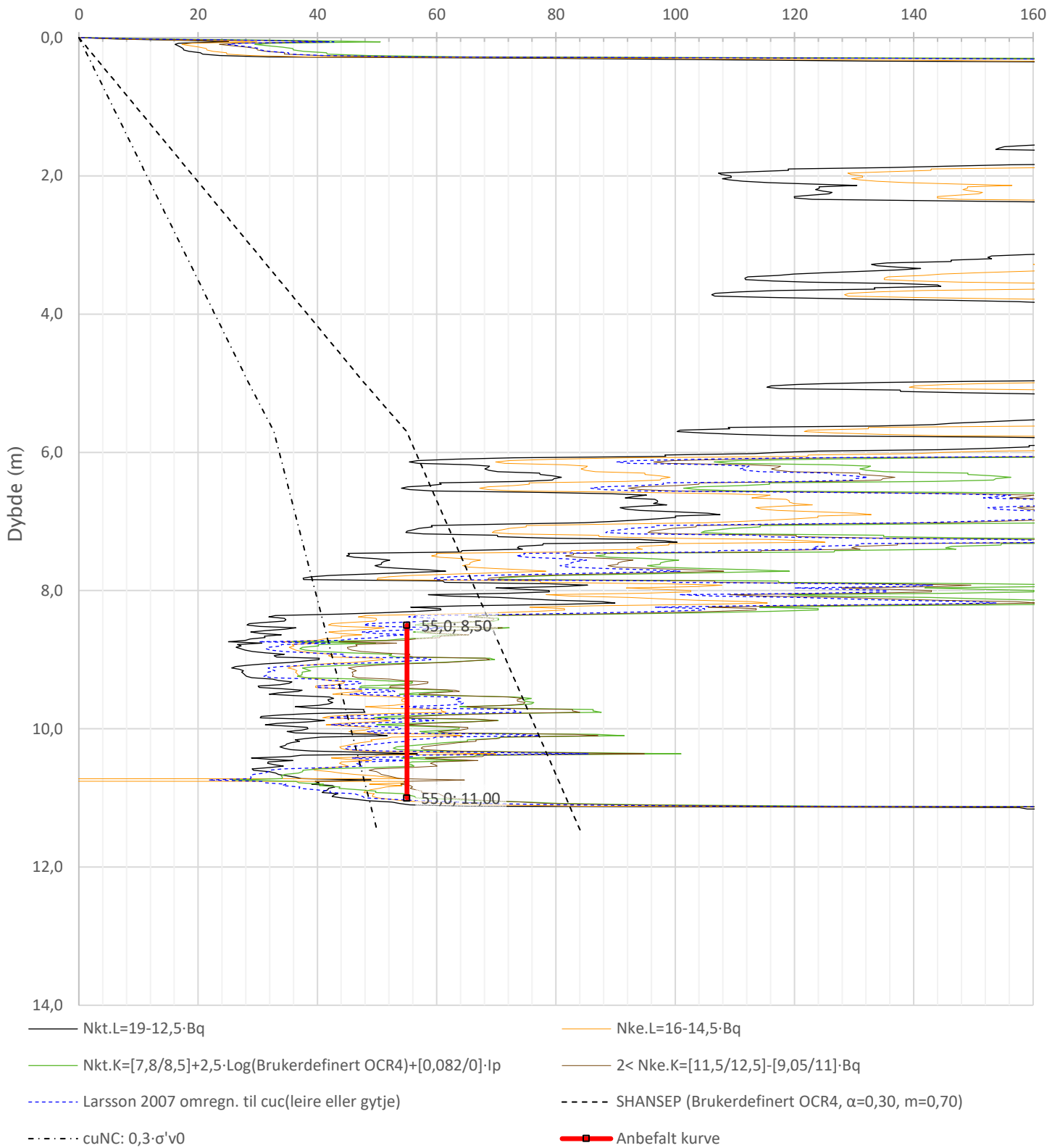
Anisotropiforhold i figur:  
 Treaks BH 2:  $c_{uC}/c_{ucptu} = 1,000$   
 Konus BH 2:  $c_{ufc}/c_{ucptu} = 1,000$

Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 10242717 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote 13.941
<b>ØLEN IDRETTSSOMRÅDE</b>				<b>2</b>	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				<b>4405</b>	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	ABR	LFC	ABR	<b>1</b>	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	<b>500.7</b>
	Multiconsult	16.02.2022	00 Rev. dato 01.05.2023		

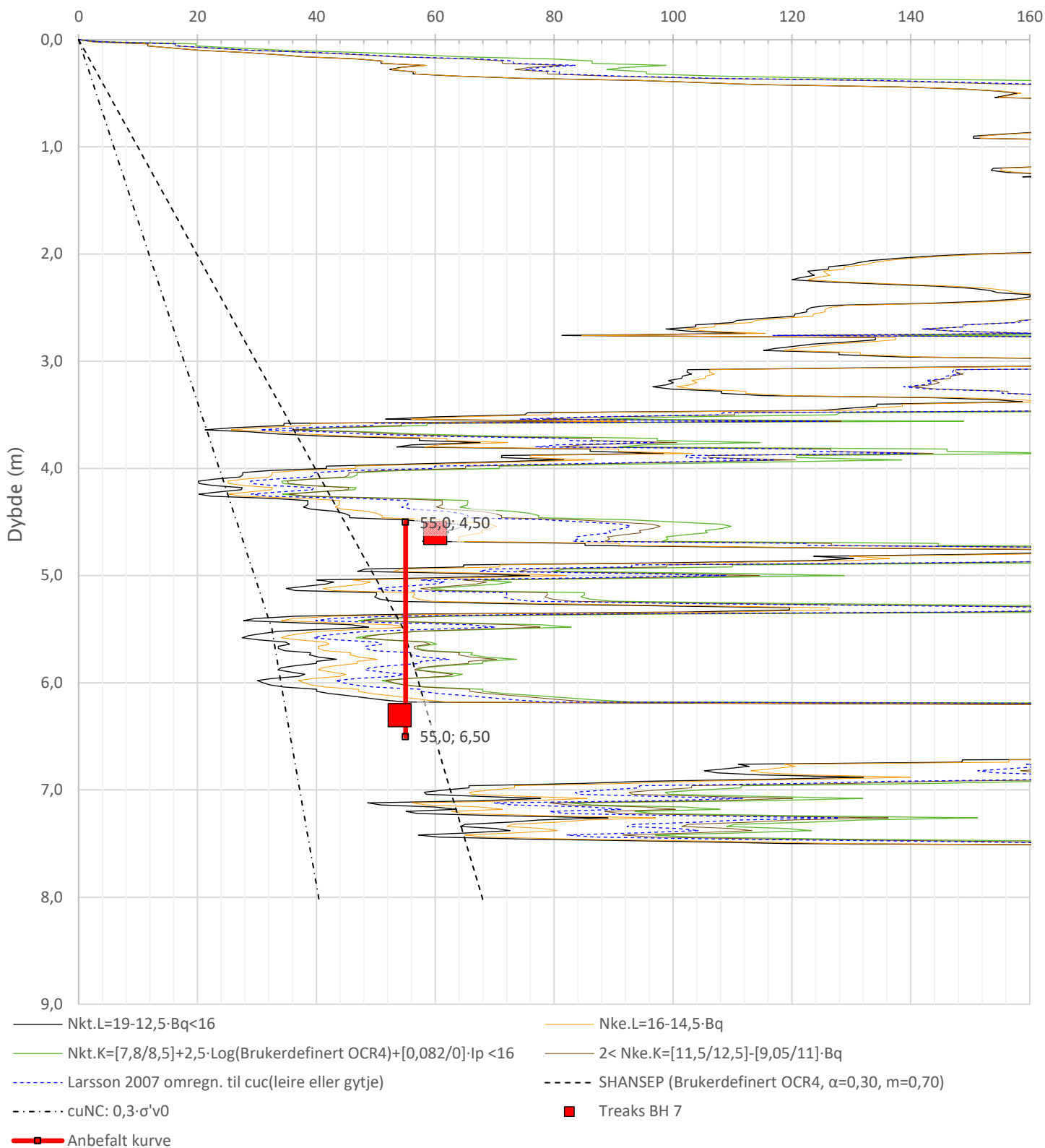
Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 10242717 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +14,343
<b>ØLEN IDRETTSOMRÅDE</b>				<b>5</b>	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				<b>4405</b>	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	ABR	LFC	ABR	<b>1</b>	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult	14.02.2022	00	<b>501.7</b>	
			Rev. dato		
			01.05.2023		

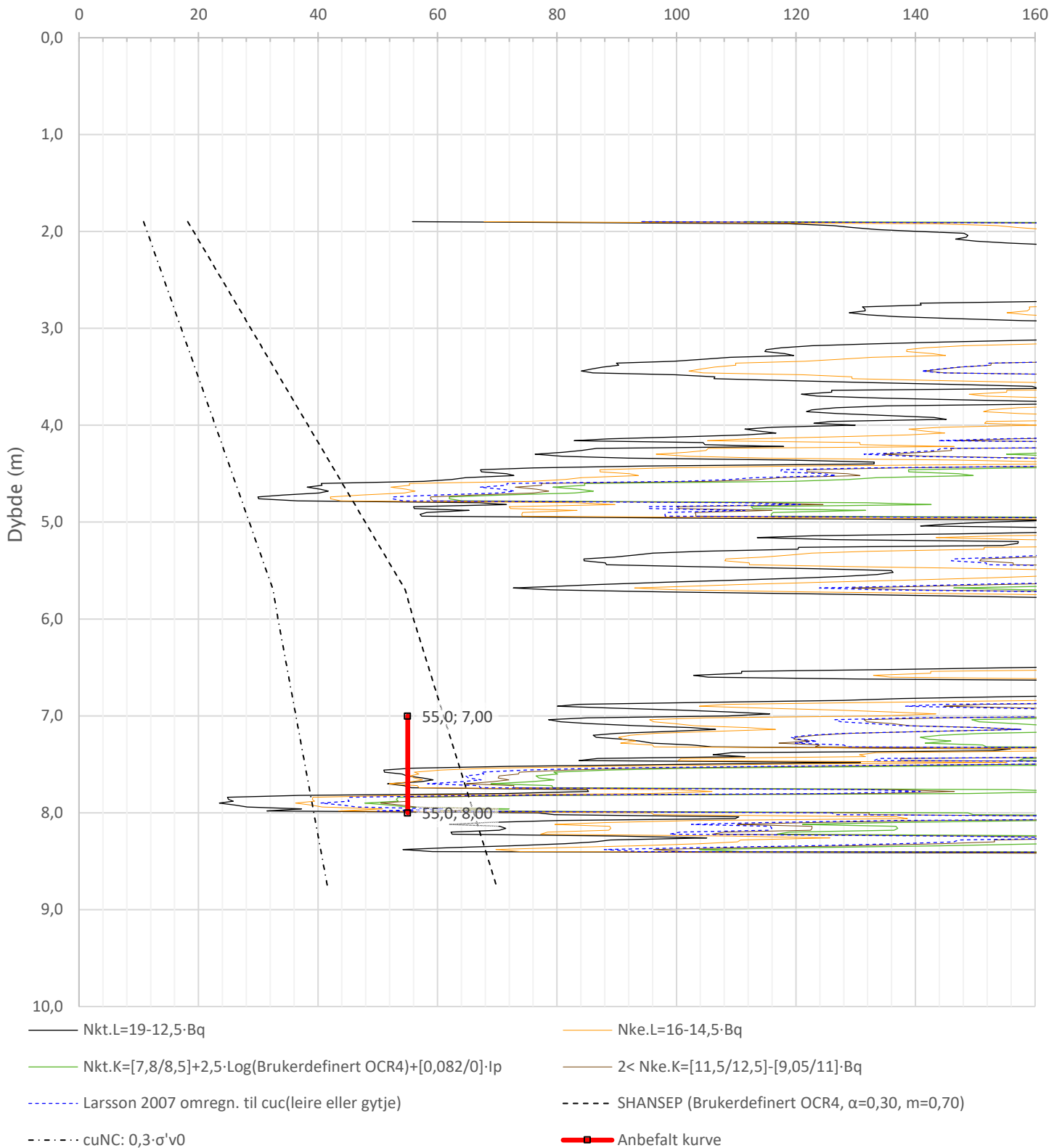
Anisotropiforhold i figur:  
Treaks BH 7:  $c_{uc}/c_{ucptu} = 1,000$

Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)



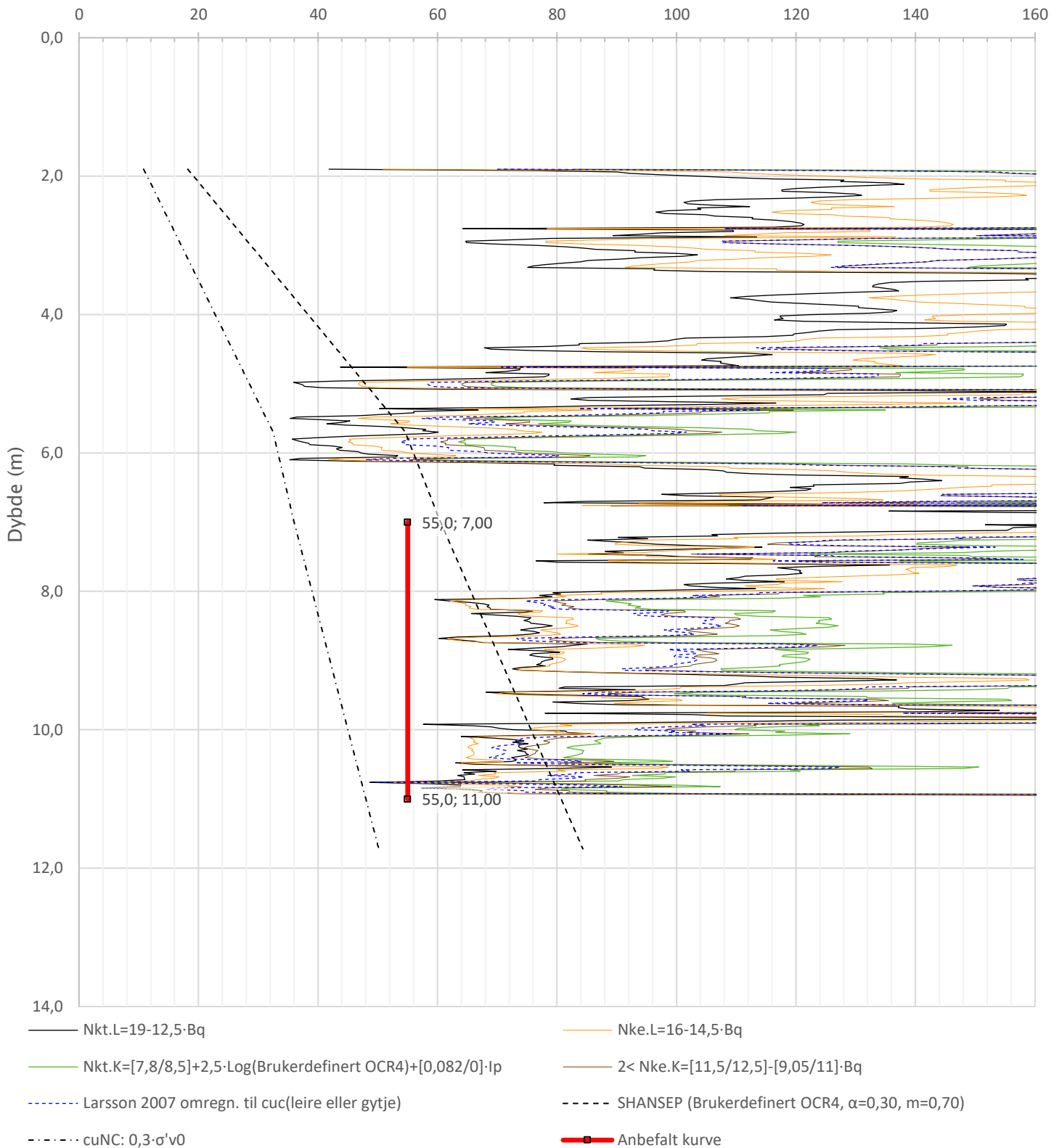
Prosjekt		Prosjektnummer: 10242717 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +15,253
<b>ØLEN IDRETTSOMRÅDE</b>				<b>7</b>	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				<b>4405</b>	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	ABR	LFC	ABR	<b>1</b>	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	<b>502.7</b>
	Multiconsult	15.02.2022	0 Rev. dato 01.05.2023		

Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 10242717 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +14,76
<b>ØLEN IDRETTSSOMRÅDE</b>				<b>8</b>	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				<b>4405</b>	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	ABR	LFC	ABR		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	<b>503.7</b>
	Multiconsult	15.02.2022	0 Rev. dato 01.05.2023		

Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)

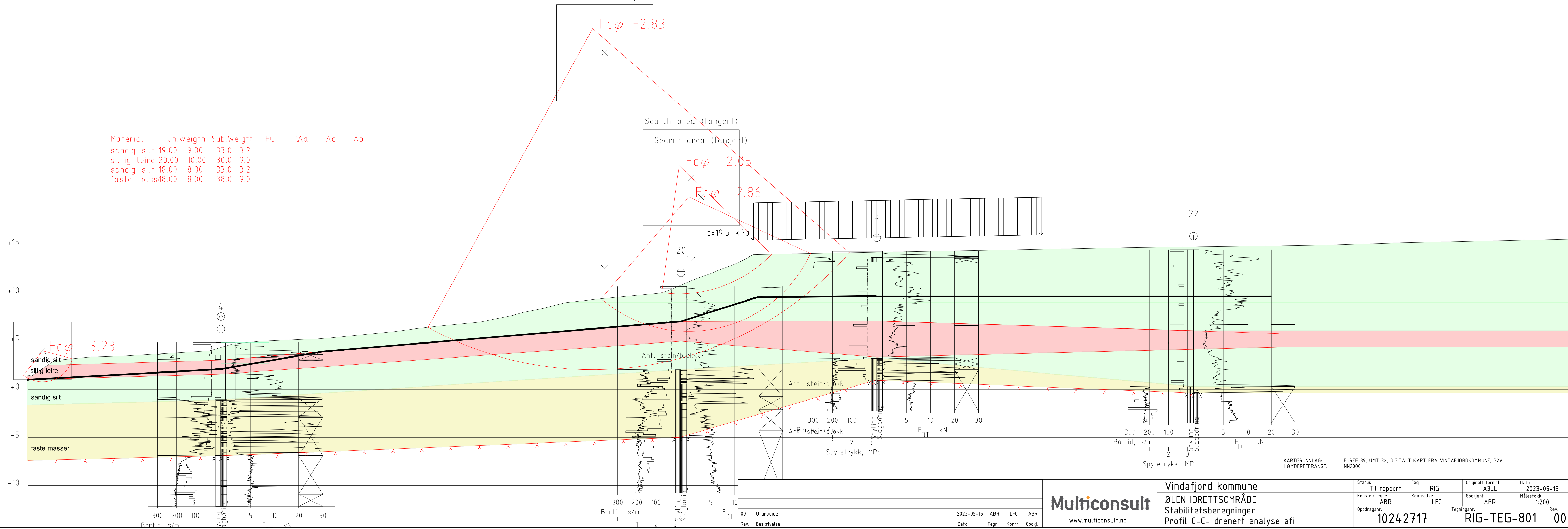


Prosjekt		Prosjektnummer: 10242717 Rapportnummer: 1		Borhull	Kote +14,528
<b>ØLEN IDRETTSSOMRÅDE</b>				<b>21</b>	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				<b>4405</b>	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	ABR	LFC	ABR	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	504.7
	Multiconsult	15.02.2022	00 Rev. dato 01.05.2023		



\msv2-nasum-02\svg\_prosjekt\10242717-01-03 ARBEIDSMÅRADE\10242717-01 RIG\10242717-01-04 TEGNINGER\RAP-002\_rev00 (tegningen)\10242717-RIG-TEG-801.dwg - Layout: 1600 (A3LL); - Plottet av: abr, Dato: 2023.05.11 kl 14:18

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	FC	Ca	Ad	Ap
sandig silt	19.00	9.00	33.0	3.2		
siltig leire	20.00	10.00	30.0	9.0		
sandig silt	18.00	8.00	33.0	3.2		
faste masse	8.00	8.00	38.0	9.0		



KARTGRUNNLAG: EUREF 89, UTM 32, DIGITALT KART FRA VINDAFJORDKOMMUNE, 32V  
 HØYDEREFERANSE: NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00	Utarbeidet	2023-05-15	ABR	LFC	ABR

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

Vindafjord kommune  
 ØLEN IDRETTSOMRÅDE  
 Stabilitetsberegninger  
 Profil C-C- drenert analyse afi

Status	Fag	Originalt format	Dato
Til rapport	RIG	A3LL	2023-05-15
Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
ABR	LFC	ABR	1:200
Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
10242717	RIG-TEG-801	00	

10242717-RIG-RAP-002

# **Vedlegg A**

Vurdering av erosjon langs Oselva og  
behov for supplerende grunnundersøkelser



# Vedlegg A

## Vurdering av erosjon langs Oselva og behov for supplerende grunnundersøkelser

### Innholdsfortegnelse

<b>A.1 Innledning</b> .....	<b>1</b>
<b>A.2 Vurdering av erosjon i elven Osen</b> .....	<b>1</b>
A.2.1 Oppsummering erosjon .....	10
<b>A.3 Behov for supplerende grunnundersøkelser</b> .....	<b>10</b>
A.3.1 Østsiden av Oselva .....	10
A.3.2 Sør for idrettsområde .....	12
<b>A.4 Referanser</b> .....	<b>12</b>

### A.1 Innledning

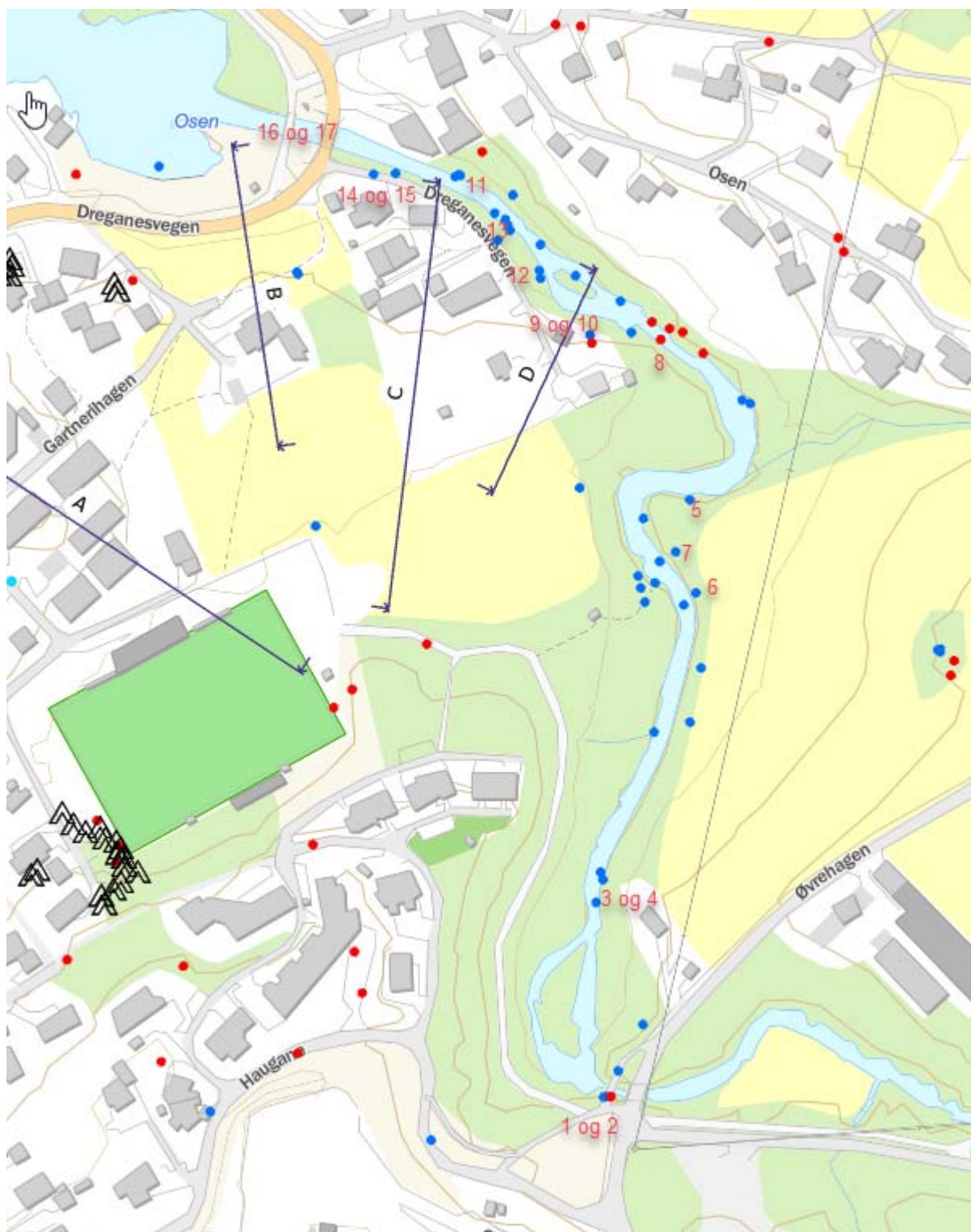
Foreliggende vedlegg omhandler observasjoner utført på befaring i Ølen. Befaringen hadde som formål å svare ut pkt 6 i tabell 3.1 i NVE veileder 1/2019, i tillegg til å vurdere behov for supplerende grunnundersøkelser.

Befaringen ble utført av geotekniker Anne Birgitte Roe den 19.09.2022.

### A.2 Vurdering av erosjon i elven Osen

På befaringen ble strekningen fra brua ved Øvrehagen og ned til Osen vurdert. For vurdering av erosjonsforhold er NVE rapport 9/2020 benyttet (1). Observasjoner langs hele denne strekningen er tatt med i foreliggende dokument, selv om den øvre delen av elven ikke påvirker planlagt tiltak.

Figur 2-1 viser ca plassering av hvor de ulike bildene er tatt fra. Plasseringen av punktene har en feilmargin på flere meter.



Figur 2-1: Figuren viser ca plassering av hvor de ulike bildene er tatt fra. Røde tall viser til nummeringen av bildene i foreliggende vedlegg. Blå prikker viser hvor bilder er tatt fra (kun et utvalg av bildene er presentert her) mens røde brikker viser ca plassering av berg i dagen.

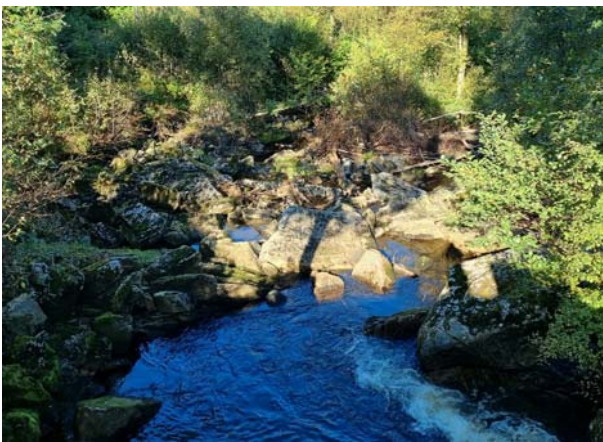
Ved brua ved Øvrehagen fikk vi opplyst fra grunneieren av Øvrehagen 26, at det foregår erosjon ved det nordlige landkaret like ved brua. I en periode med mye nedbør i 2020, har større steiner flyttet på seg i dette området se Bilde 1. I dette området er det større blokker og berg, slik at det ikke er

fare for at erosjon i dette område skal påvirke områdestabiliteten. Men det viser at elva har stor kraft i dette området i perioder med mye nedbør.



Bilde 1: Erosjon ved bru ved Øvrehagen.

I den øvre delen av Oselva har elva en relativ bratt helning, her består elvebunnen og sidene av store blokker se Bilde 2.



Bilde 2: I den øvre delen av Oselva består elvebunnen og sidene av store blokker.

Langs deler av Oselva er det utført plastring/satt opp mindre tørrmurer se Bilde 3. På denne strekningen består elvebunnen av steiner, som gir naturlig erosjonsbeskyttelse.



*Bilde 3: Langs deler av Oselva er det satt opp plastring/mindre tørrmurer.*

Grunneieren til Øvrehagen 26, opplyste om at denne plastringen er erodert bort i et område se Bilde 4. Elveskråningen består her av antatt sand og grus.



*Bilde 4: På denne strekningen var det tidligere en plastring/mindre tørrmur, som nå er erodert bort.*

Flere steder langs elven er det observert mindre erosjon i torvmasser, og enkelte plasser står trær på skeive se Bilde 5, Bilde 6 og Bilde 7.



Bilde 5: Viser eksempel på område der det er erodert i torvmasser og tre står på skeive.



Bilde 6: Viser eksempel på område der det er erodert i torvmasser og tre står på skeive.



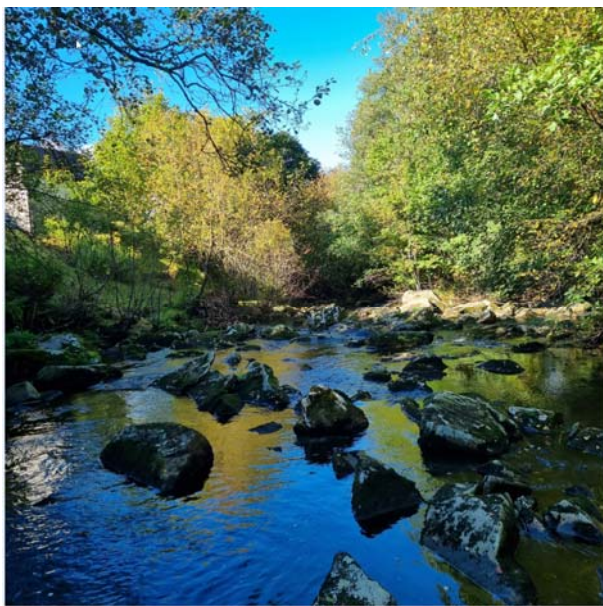
Bilde 7: Viser eksempel på område der det er erodert i torvmasser.

I et område der elveløpet er på det smaleste er det registrert berg i dag på begge sider av elveløpet, se Bilde 8.



*Bilde 8: Der elveløpet er på det smaleste er det berg i dagen på begge sider av elveløpet.*

Like ved fiskehytten er elvebunnen flat og består av stein og blokker se Bilde 9.



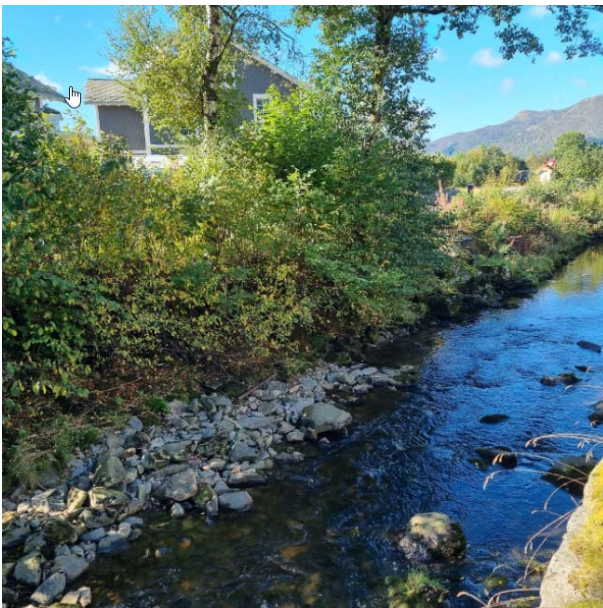
*Bilde 9: Like ved fiskehytten er elvebunnen flat og består av stein og blokker.*

Like øst for fiskehytten er det registrert erosjon ved at et tre har blitt skeivt, se Bilde 10. Fiskehytten er plassert like ved profil D-D. Vår vurdering er at erosjonen i dette profilet er klassifiseres som litt erosjon.



*Bilde 10: Erosjon har medført at et tre har blitt skeivt, like ved fiskehytte.*

Ved profil C-C består elvebunnen av stein som fungerer som en naturlig erosjonsbeskyttelse og bunnen er relativt flat. Vår vurdering er at erosjonen på denne strekningen kan klassifiseres som ingen erosjon se C-C Bilde 11.



*Bilde 11: Ingen erosjon ved profil C-C.*

Det er en erosjonskant som viser en høyde på om lag 3 m mellom profil C-C og D-D se Bilde 12. Dette klassifiserer vi som noe erosjon.



Bilde 12: Viser en erosjonskant med en høyde på opptil ca 3 m.

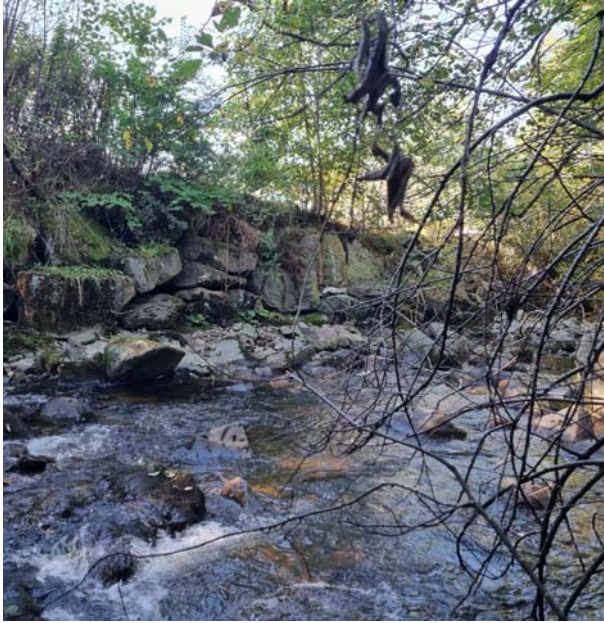
Det er også et parti der erosjonen har medført undergraving under vegetasjonsdekket. Bilde 13 viser erosjon på den nordøstlige siden av elven.



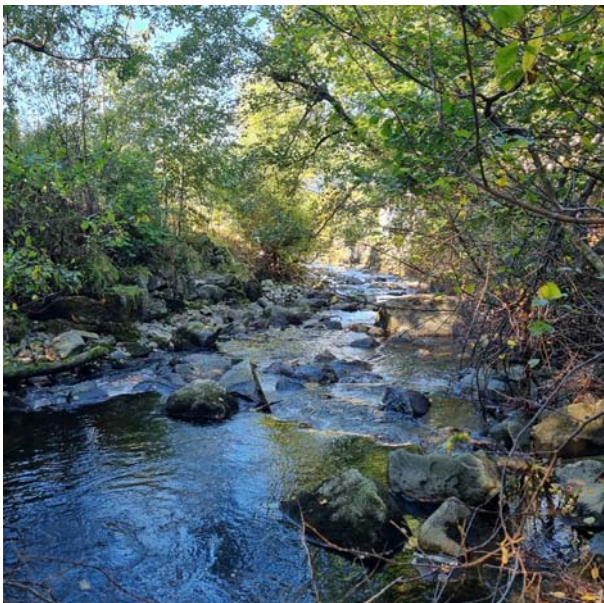
Bilde 13: Erosjonen har medført undergraving under vegetasjonsdekket på den nordøstlige delen av elven.

I den nedre delen av Oselva er det naturlig erosjonsbeskyttelse på elvebunnen, og det er delvis etablert plastring/tørrmur langs elvebredden. Helt nederst ved Dreganesvegen (Osen 101), ser det ut som at muren er etablert for å få større tomteareal Bilde 14, Bilde 15, Bilde 16 og Bilde 17. Dvs at det har vært en innsnevring av elveløpet.





*Bilde 14: Naturlig erosjonsbeskyttelse i elvebunnen, og tørrmur langs elvebredden.*



*Bilde 15: Naturlig erosjonsbeskyttelse i elvebunnen.*



Bilde 16: Naturlig erosjonsbeskyttelse i elvebunnen.



Bilde 17: Naturlig erosjonsbeskyttelse i elvebunnen.

### A.2.1 Oppsummering erosjon

Det er registrert varierende omfang av erosjon langs Oselva, fra noe til ingen. For profil D-D har vi klassifisert erosjonen til litt, mens for profil C-C har vi satt ingen erosjon. Samlet sett har vi klassifisert erosjonen i Oselva der det lages faresone, som litt erosjon.

## A.3 Behov for supplerende grunnundersøkelser

### A.3.1 Østsiden av Oselva

Nytt idrettsområde skal etableres vest for Oselva. På østsiden av elva er det større områder som har en helning brattere enn 1:20. På befaringen ble det registrert berg i dagen enkelte plasser, som vist på Figur 2-1. Det er relativt store områder der vi ikke kjenner grunnforholdene se Bilde 18 og Bilde 19.



Bilde 18: Bilde tatt østover fra bergknaus på jordet.



Bilde 19: Bilde tatt vestover fra bergknaus på jordet.

Ifølge en grunneier til Osen 35, som har gravd en del grøfter i området, består grunnen av et lag med leire/marine sedimenter under et tynt lag med sand.



Bilde 20: Bilde tatt i veggen Osen.

Et eventuelt områdeskred i området øst for Oselva, vil stoppe i Oselva. Utløpsområdet vil ikke strekke som bort på området for idrettsområdet. Et områdeskred vil medføre en oppdemning av

Vurdering av erosjon langs Oselva og behov for supplerende grunnundersøkelser

A

elva, dette må inkluderes i områdestabilitetsvurderingene mht skadekonsekvensklasser. Men vår vurdering er at det vil ikke være behov for å utføre grunnundersøkelser for å kartlegge omfanget av kvikkleire/sprøbruddsmateriale i dette området øst for Oselva.

### A.3.2 Sør for idrettsområde

Sør for idrettsområdet har terrenget en helning som er brattere enn 1:20. Under befaringen ble det registrert flere bergknauser i dette området.

For å kartlegg av profil H-H og planlagte tilkomstvegen til idrettsområdet, har vi utført supplerende grunnundersøkelser i dette området.

## A.4 Referanser

1. **Norges vassdrags- og energidirektorat.** *NVE Ekstrern rapport nr. 9/2020, Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred: metodebeskrivelse. 2020.*
2. **Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE).** *Veileder 1-2019: Sikkerhet mot kvikkleireskred, Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. . 2019.*
3. **Multiconsult.** *10242717-RIG-RAP-001, Ølen idrettsområdet, Datarapport geotekniske grunnundersøkelser, 22.04.2022.*

10242717-RIG-RAP-002

# **Vedlegg B**

Materialparametere

## Vedlegg B Materialparametere

### Innholdsfortegnelse

<b>B.1 Tolkning av beregningsparametere</b> .....	<b>1</b>
B.1.1 Tyngdetetthet .....	1
B.1.2 Grunnvannsnivå og poretrykksfordeling med dybden.....	1
B.1.3 Tidligere overlagring .....	2
B.1.4 Udrenerte styrkeparametere.....	2
B.1.5 Effektivspenningsparametere .....	4
B.1.6 Materialparametere .....	4
<b>B.2 Kvalitet grunnlagsdata</b> .....	<b>5</b>
B.2.1 3.1 CPTU.....	5
B.2.2 3.2 Rutinedata .....	5
B.2.3 Ødometerforsøk .....	5
B.2.4 Treaksialforsøk.....	5

### B.1 Tolkning av beregningsparametere

Tolkning av parametere er utført på basis av utførte CPTU-sonderinger og opptatte 54 mm prøveserier. Det er spesielt lagt vekt på spesialforsøkene samt tolkning av skjærstyrke og stivhetsparametere fra CPTU-sonderingene. Det er også benyttet erfaringsverdier iht. Statens vegvesen Håndbok V220.

#### B.1.1 Tyngdetetthet

Målt tyngdetetthet på opptatte prøver er benyttet som grunnlag. Ved store variasjoner i målte verdier er gjennomsnittlige verdier benyttet. For materialer som det ikke er målt tyngdetetthet på er det benyttet erfaringsverdier iht. Statens vegvesens Håndbok V220.

Se RIG-TEG-200-215 for rutinedata og RIG-TEG-300-302 for korngradering.

#### B.1.2 Grunnvannsnivå og poretrykksfordeling med dybden

Det er satt ned totalt tre elektriske poretrykksmålere. Disse er satt ned ved BP. 1NY, 2 og 7. I tillegg er det satt ned en hydrostatisk poretrykksmåler ved BP. 34. RIG-TEG-350-353 i RIG-RAP\_001\_01 viser målte poretrykk.

Tabell 1-1: Elektriske piezometere med målt maks. og min. poretrykksnivå i perioden 17.02.22-16.02.2023.

Borpunkt nr.	Terreng-kote [-]	Dybde filterspiss under terreng [m]	Filterspiss kote [-]	Vannstand kote		Vannstand dybde under terreng	
				Maks. [-]	Min. [-]	Min. [m]	Maks. [m]
1NY	4,3	4,7	-0,4	2,1	1,6	2,2	2,7
2	13,9	9,8	4,1	6,5	5,6	7,4	8,3
7	15,3	7,1	8,2	9,6	8,8	5,6	6,5
34	7,6			5,9	5,9	1,7	1,7

Grunnvannsnivå er målt relativt dypt. I tillegg viser CPTU sonderingene at det er relativt tynne lag med poreovertrykk, noe som indikerer at det ikke er hengende grunnvannsspeil. Ut ifra topografiske forhold vil vi ikke forvente artesisk poretrykk i dette området. Følgelig har vi lagt til grunn en hydrostatisk poretrykksfordeling i alle borpunktene.

Ifølge NVE veilederen vil det normalt være behov for å måle i minimum 2 nivå for å vurdere poretrykksfordelingen med dybden. På bakgrunn av at det er relativt tynne lag med udrenerte masser, er vår vurdering at det er tilstrekkelig å måle i ett nivå.

I tolkning av CPTU og stabilitetsberegninger er følgende poretrykk lagt til grunn:

- **BP.2:** Grunnvannstand 7,5 m under terreng og hydrostatisk poretrykksfordeling.
- **BP.5:** Grunnvannstand 5,7 m under terreng og hydrostatisk poretrykksfordeling.
- **BP. 7:** Grunnvannstand 5,7 m under terreng og hydrostatisk poretrykksfordeling.
- **BP. 8:** Grunnvannstand 5,7 m under terreng og hydrostatisk poretrykksfordeling.
- **BP. 21:** Grunnvannstand 5,7 m under terreng og hydrostatisk poretrykksfordeling.
- **BP. 33:** Grunnvannstand 1,7 m under terreng og hydrostatisk poretrykksfordeling.

### B.1.3 Tidligere overlaging

#### Ødometerforsøk

Ødometerforsøk utført på opptatte prøver viser at grunnen er overkonsolidert.

Det er utført tre ødometerforsøk, i BP 2, 7 og i BP 10. Forsøkene i BP 7 og 10 var forstyrret, så de er ikke tolket. Se B.2.3 for beskrivelse av prøveforstyrrelse.

Vi har tolket en prekonsolideringsspenning på  $\sigma'_c = 300$  kPa og  $OCR=2,1$  ut ifra forsøk 1 i BP 2. Ved tolkning av ødeometermodul  $M$  har vi sett bort i fra de høye verdiene av effektiv gjennomsnittlig spenning  $\sigma_{vo}$  mellom ca 200 og 300 kPa.

Tolkning av ødometerforsøk vist på RIG-TEG-400.3.

Sammenstilling av tolket data er vist i Tabell 1-2.

Tabell 1-2 Tolkning av ødometer i BP 2.

BP.	Kote BP.	Dybde [m]	$\sigma'_{vo}$ [kPa]	Tolket fra ødometerforsøk					Prøvekvalitet
				$\sigma'_c$ [kPa]	OCR [-]	POP [kPa]	$M_{OC}$ [MPa]	$m_{NC}$ [-]	
BP2	13,9	7,5	145	300	2,1	155	10	25	Middels kvalitet

### B.1.4 Udrenerte styrkeparametere

#### cu fra enaks og konus

Ifølge NVE veilederen skal enaks- og konusverdier primært ikke benyttes som tolkningsgrunnlag, disse er følgelig ikke presentert i CPTU regnearkene.

#### cu fra treaksialforsøk

Skjærstyrke fra treaksiale forsøk anses i våre vurderinger som verdier for aktiv skjærstyrke. Det må imidlertid påpekes at siden prøvene er tatt opp med 54mm stålsylindere, forventes verdiene fra

laboratorieforsøk å være noe lavere enn verdiene fra CPTU-korrelasjoner som er basert på blokkprøver, uavhengig av prøve kvalitet.

Vi har utført totalt fire treaks forsøk, to forsøk i BP 2 og to forsøk i BP 7. Alle forsøkene er utført som aktive forsøk. Tabell 1-3 viser tolket aktiv udrenert skjærstyrke for de ulike forsøkene.

Tolkning av treaksialforsøk er vist på RIG-TEG-454.1 for BP 2 og 454.2 for BP 7.

Tabell 1-3: Viser tolket aktiv udrenert skjærstyrke fra treaks forsøkene.

BP	Dybde (m)	Kvalitet	$c_{uA}$ ved 2 % tøyning (kN/m <sup>2</sup> )	Kommentar
2	6,3	På grensen mellom god til bra og dårlig	64	Materialet er dilatant fra 1,5 % tøyning. $c_{uA}$ øker med økende tøyning
2	8,4	God til bra	63	Høyeste verdi for $c_{uA}$ ved ca 2 % tøyning
7	4,6	God til bra	61	Materialet er dilatant fra 1,0 % tøyning. $c_{uA}$ øker med økende tøyning
7	6,3	På grensen mellom god til bra og dårlig	54	Høyeste verdi for $c_{uA}$ ved ca 2 % tøyning

#### $c_{uC}$ fra CPTU-sonderinger

For bestemmelse av udrenert skjærstyrke er CPTU-sonderingene korrelert iht. empirisk baserte tolkningsfaktorer etter Karlsrud m. fl., se ref. /12/, /13/ og /14/.

For lagdelte masser der det er store variasjoner i hvor drenert massene er og der  $B_q$  hovedsakelig er relativt lav, betraktes tolkning av CPTU basert på spissmotstand som den mest egnede metoden. Tolkning basert på poretrykksbasis er ikke presentert.

Tolkning av  $c_{uA}$  fra CPTU sammen med treaksforsøk er presentert for:

BP 2: RIG-TEG-500.7

BP 5: RIG-TEG-501.7

BP 7: RIG-TEG-502.7

BP 8: RIG-TEG-503.7

BP 21: RIG-TEG-504.7

#### Udrenert skjærstyrke modellert etter SHANSEP-prinsippet

Udrenert skjærstyrke er nært relatert til in-situ effektivspenninger og leiras overkonsolideringsgrad. Udrenert skjærstyrke øker med økning i effektivspenning. Denne økningen er avhengig av overkonsolideringsgraden. Udrenert skjærstyrke avhengig av overkonsolideringsgraden kan modelleres etter SHANSEP-prinsippet /15/ og /16/:

$$c_{uC} = \alpha \cdot OCR^m \cdot \sigma_0'$$

der,  $\alpha$  = Normalisert styrke av helt ung leire (OCR = 1,0)

$OCR$  = Overkonsolideringsgrad =  $s_c'/s_0'$

$m$  = Eksponent som for norske leirer typisk har vist seg å variere mellom ca. 0,6 og 0,9 avhengig av leira og forsøkstype.



$\sigma'_0$  = Insitu vertikal effektivspenning

$\sigma'_c$  = Prekonsolideringsspenning

Vi har benyttet OCR= 2,1 fra ødometerforsøk. Videre har vi korrelert m og  $\alpha$  mot treaks forsøk i BP 2 og 7, dette gir:

$$\alpha = 0,3$$

$$m = 0,7$$

#### Oppsummering udrenert skjærstyrke

Ved valg av udrenert skjærstyrke er det lagt vekt på resultatene fra treaks forsøkene, sammen med tolkning av CPTU og SHANSEP-prinsippet.

Vi har valgt en konstant  $c_{uA}=55 \text{ kN/m}^2$  for laget med siltig leire.

Dette er en konservativ tolkning av udrenert skjærstyrke. Dersom stabiliteten i prosjekteringsfasen er kritisk, kan det være hensiktsmessig å utføre flere undersøkelser for å bestemme udrenert skjærstyrke. Vi vil da anbefale at det utføres ytterligere prøvetaking med treaks-forsøk.

#### **Anisotropi**

Der det ikke er utført laboratorieundersøkelser for å fastlegge forholdet mellom aktiv, passiv og direkte udrenert skjærstyrke kan dette iht. NIFS rapport nr. 14/2014 /17/ settes til:

Tabell 1-4: ADP faktorer iht. ref. /17/.

$I_p$	$c_{uD}/c_{uC}$	$c_{uE}/c_{uC}$
$I_p \leq 10 \%$	0,63	0,35
$I_p > 10 \%$	$0,63 + 0,00425 * (I_p - 10)$	$0,35 + 0,00375 * (I_p - 10)$

Laboratorieundersøkelsene viser at det er variasjoner i målt  $I_p$ , men den er hovedsakelig lavere enn 10. Vi har konservativt benyttet  $I_p \leq 10$ , noe som gir følgende anisotropiforhold:

$$\frac{c_{uD}}{c_{uC}} = 0,63$$

$$\frac{c_{uE}}{c_{uC}} = 0,35$$

#### **B.1.5 Effektivspenningsparametere**

Effektivspenningsparametere i leire og kvikkleire er basert på treaksialforsøk i BP. 2 og 7, samt vurdert opp mot erfaringsverdier iht. Statens vegvesen Håndbok V220.

##### Leire

Bruddstyrken er tatt ut ved 1-2 % tøyning. Ut ifra treaksialforsøkene vurderes karakteristisk friksjonsvinkel til å være  $\phi_k = 30,0^\circ$  ( $\tan \phi_k = 0,58$ ) og attraksjon  $a = 10 \text{ kPa}$ . Tolket styrke fra treaksialforsøkene er vist på RIG-TEG-450.4 for BP 2 og 451.4 for BP 7.

#### **B.1.6 Materialparametere**

Valgte materialparametere benyttet ved beregningene er angitt i Tabell 1-5.

Tabell 1-5: Materialparametere.

Materiale	Tyngdetetthet, $\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Friksjon, $\tan\phi_k$ [-]	Attraksjon, $a$ [kPa]	Udrenert skjærstyrke $c_{uA}$ [kPa]
Sandig silt	19/9	33	5	-
Siltig leire	20/10	30	10	55
Faste masser av antatt sand, grus og stein	19/9	38	10	-

## B.2 Kvalitet grunnlagsdata

### B.2.1 3.1 CPTU

Samtlige utførte CPTU havner i anvendelsesklasse 1, ref. dokumentasjon måledata vedlagt datarapport 10242717-RIG-RAP-001\_rev01.

### B.2.2 3.2 Rutinedata

Ut fra bruddtøyning på enaksforsøkene vurderes generelt prøvene å være av dårlig kvalitet, dvs tøyning over 5 %. Med siltig materiale er det generelt stor fare for prøveforstyrrelse..

### B.2.3 Ødometerforsøk

I BP 2 er det utført to forsøk i 7,5 m dybde. Årsaken til at det ble utført to forsøk er at første forsøk viste en prøveforstyrrelse. Denne prøveforstyrrelsen ses i forsøk 1 ved at ødometermodul  $M$  og konsolideringskoeffisienten  $c_v$ , viser høye verdier for effektiv gjennomsnittlig spenning  $\sigma_{v0'}$  mellom ca 200 og 300 kPa. Årsaken kan være for eksempel et gruskorn i prøven. Ellers viser forsøk 1 en relativt klar prekonsolideringsspenning for tøyning  $\epsilon$ . I forsøk 2 er det derimot vanskeligere å se en tydelig prekonsolideringsspenning. Vår vurdering er derfor at forsøk 1 er mer pålitelig med hensyn til tolkning av prekonsolideringsspenningen.

I BP 7 ved 5,5 dybde er det utført to forsøk. Resultatene viser ikke en jevn kurve, og forsøkene kan ikke tolkes. Årsaken kan være at filtersteinen har hengt seg i ødometerringen pga. hakk eller riper i metallet.

### B.2.4 Treksialforsøk

Prøveforstyrrelse på treksialforsøk er vurdert basert på endring i poretrykket (NGF melding nr. 11 (1)) se Tabell 1-3.

10242717-RIG-RAP-002

# **Vedlegg C**

Stabilitetsberegninger

## Vedlegg C

### Stabilitetsberegninger

#### Innholdsfortegnelse

<b>C.1 Stabilitetsberegninger</b> .....	<b>1</b>
C.1.1 Generelt .....	1
C.1.2 Beregningsverktøy .....	1
C.1.3 Materialparametere .....	1
C.1.4 Laster .....	1
C.1.5 Poretrykksoppbygging .....	1
C.1.6 Beregninger .....	2
C.1.5.1 Profil C-C .....	2

#### C.1 Stabilitetsberegninger

##### C.1.1 Generelt

I denne fasen er det utført beregninger for ett profil. Dette profilet er antatt å være mest kritiske på bakgrunn av grunnforhold og topografi.

- Profil C-C-

Vurderinger av de ulike profilene er utført i kap 7.10.4 i hovedrapporten.

Det er utført beregninger ved totalspenningsbasis og effektivspenningsbasis. For beregninger på totalspenningsbasis (ADP-analyser) er det benyttet anisotropisk jordmodell. Anisotropifaktorer er gitt i Vedlegg B – Materialparametere.

##### C.1.2 Beregningsverktøy

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» versjon 24.0.6.0 med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetode, og anvender en versjon av lamellmetoden som tilfredsstiller både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater i programmet.

##### C.1.3 Materialparametere

Materialparametere benyttet i geoteknisk vurderinger er tatt ut fra utførte laboratorieforsøk på opptatte prøver. For jordmaterialer som det ikke er tatt prøver av er det benyttet erfaringsverdier iht. håndbok V220.

Valgte materialparametere er vist i Vedlegg B.

##### C.1.4 Laster

Ved stabilitetsberegningene er det benyttet en jevnt fordelt trafikklast på  $F_{rep} = 15$  kPa, med lastkoeffisient 1,3, fra skråningstopp og ca 30 m bakover.

##### C.1.5 Poretrykksoppbygging

Vi har utført beregninger for eksisterende situasjon uten oppfylling. Det er følgelig ikke hensyntatt poretrykksoppbygging.

Foreliggende planer indikerer at idrettsområdet skal ligg på ca. samme nivå som dagens terreng. Prosjekteringen må ivareta poretrykksoppbygning fra eventuelle oppfylling.

### C.1.6 Beregninger

I de videre kapitlene vurderes stabiliteten for området

#### C.1.5.1 Profil C-C

Ved stabilitetsberegninger er det en høy grunnvannstand i skjæringen som er konservativ, mens lav grunnvannstand er konservativ ved elvebunn. Vi har følgelig lagt til grunn følgende grunnvannstand:

- kote 1,0 ved elvebunn
- BP 1NY ved kote 2,1, benyttet for BP 4
- BP 7 ved kote 9,7, benyttet for BP 5 og 22

Ved beregninger av stabilitet har vi benyttet «restrict shear surface» for å finne skjærflater som går igjennom laget med siltig leire. Grunne skjærflater har lavere partialfaktor, men disse blir ikke vurdert mht områdestabilitet.

Beregnet sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflater gjennom laget med siltig leire, er vist i *Tabell C-1*.

*Tabell C-1: Beregnet sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate gjennom laget med siltig leire for profil C-C.*

RIG-TEG	Analyse	Beskrivelse / kommentar	Sikkerhetsfaktor $\gamma_M$ for kritisk skjærflate
-800	ADP	Dagens situasjon	2,09
-801	aDφ	Dagens situasjon	2,83

Beregningene viser at dagens situasjon har tilstrekkelig stabilitet, kravet er  $\gamma_m \geq 1,61$ .

10242717-RIG-RAP-002

## **Vedlegg D**

Evaluering av faregrad, konsekvensklasse og risikoklasse

**Evaluering av faregrad: Snitt C-C**

Faktorer	Beskrivelse	Vurdering	Score	Vekttall	Poeng
Tidligere skredaktivitet	nei, ikke kjent	Lav	1	1	1
Skråningshøyde, meter	opptil 15m	< 15	0	2	0
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	Ødometer viser OCR=2,1 i BP 2.	2,1	0	2	0
Poretrykk Overtrykk, kPa	Poretrykksmålere viser et relativt dypt grunnvannsnivå. Videre er det lagdelt grunn med drenerte lag. Legger til grunn hydrostatisk poretrykk.	0	0	3	0
Undertrykk, kPa	-	-	0	-3	0
Kvikkleiremektighet	Det er registrert tynne lag med kvikkleire.	> H/4	0	2	0
Sensitivitet	Maksimal sensitivitet = 28	20-30	1	1	1
Erosjon	Erosjonen er vurdert til litt	litt	1	3	3
Inngrep Forverring	Små terrenginngrep ved arkeologisk utgraving	liten	1	3	3
Forbedring	-	-	0	-3	0
Sum	0-17 poeng = LAV faregrad				8
% av maksimal poengsum					16 %

**Evaluering av skadekonsekvens:**

Faktorer	Beskrivelse	Vurdering	Score	Vekttall	Poeng
Boligheter, antall	Det er over 5 boligheter, og boenhetene er plassert tett	Tett > 5	3	3	12
Næringsbygg, personer	Det er planlagt idrettshall og idrettsbaner	>50	3	3	9
Annen bebyggelse, verdi	Ingen annen bebyggelse av verdi innenfor faresonen	Ingen	0	0	0
Vei, ÅDT	Faresonen dekker Fv 4760 med en ÅDT på 1000.	100-1000	1	1	2
Toglinje, bruk	Ingen toglinje i området	Ingen	0	0	0
Kraftnett	Det er ikke registrert kraftnett innenfor løsneområdet	Lokal	0	0	0
Oppdemming og flodbølge	Ikke fare for oppdemning	Ingen	0	0	0
Sum	23-45 = Meget alvorlig				23
% av maksimal poengsum					51 %

**Risikoklasse**

Faregrad (% av maksimal poengsum)	16
Skadekonsekvens (% av maksimal poengsum)	51
Risiko	802 Risikoklasse 3: 631-1900

10242717-RIG-RAP-002

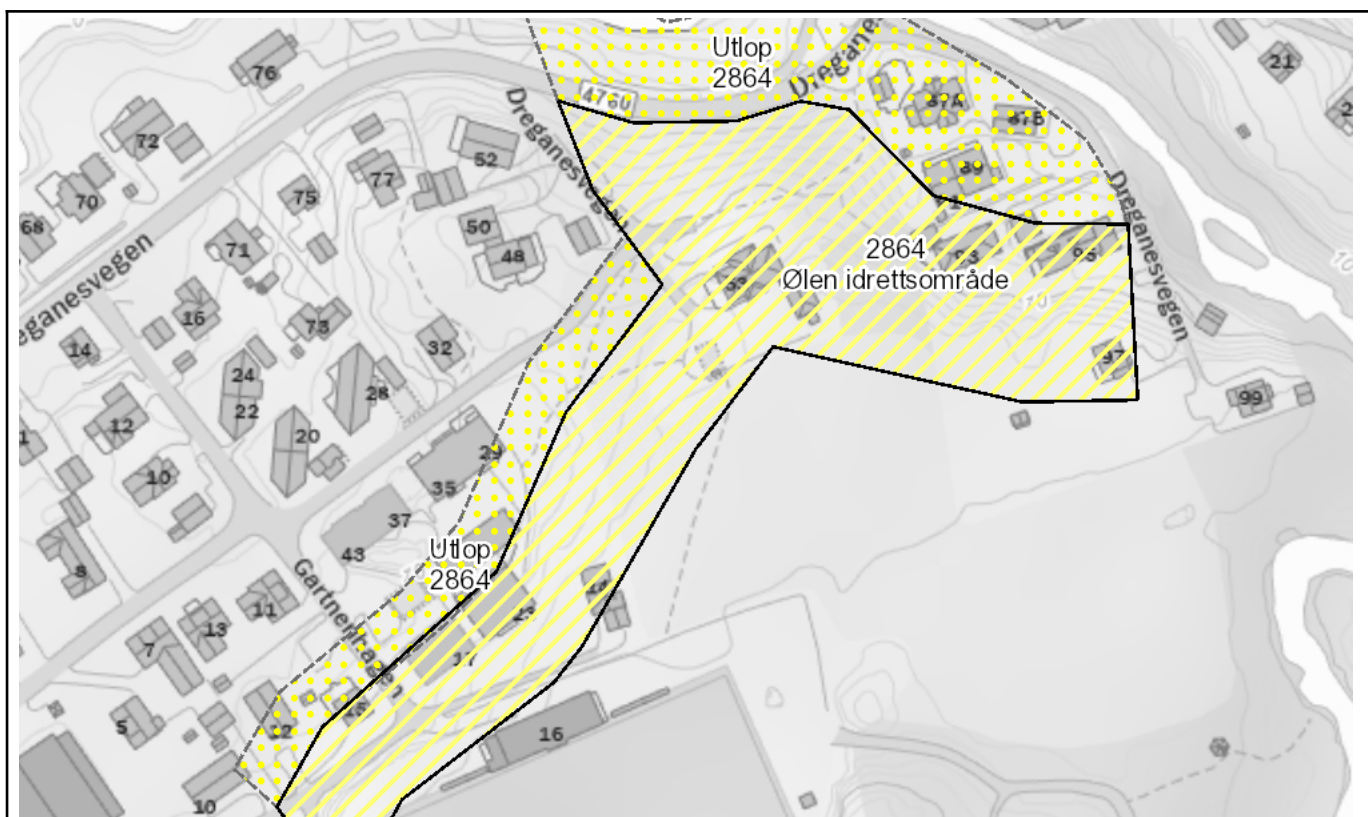
# **Vedlegg E**

Faktaark for innmeldingsløsning NVE



# Kvikkleiresone 2864: Ølen idrettsområde - Kommune: Vindafjord

Faregradklasse	Lav
Konsekvensklasse	Meget alvorlig
Risikoklasse	3
Grunnforhold	Kvikkleire påvist, sikkerhetsfaktor > 1,4
Sonestatus	Supplerende undersøkelser/stabilitetsberegning
Opprettet	16.5.2023
Sist oppdatert	16.5.2023
Sist oppdatert av	MULTICONSULT NORGE AS



## Bemerkninger

Faresonen ble utredet i forbindelse med reguleringsplan for Ølen idrettsområde. Rapport med vurdering av områdestabilitet er ikke kvalitetssikret av uavhengig foretak på dette tidspunkt. Dokumentasjon på uavhengig kvalitetssikring vil bli lastet opp i innmeldingsløsningen når dette foreligger. Beregnet sikkerhetsfaktor er større enn kravet på 1,4.

## Referanser

Fareberegning					
Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekt	Poeng
Skredaktivitet	Ikke kjent skredaktivitet i området.	Lav	1	1	1
Skråningshøyde i meter	Mindre enn 15 m høy skråning.	<15	0	2	0
Forkonsolidering pga terrengsenkning	Ødometer i BP 2 er tolket til OCR 2,1.	>2,0	0	2	0
Poretrykk	Poretrykksmålere viser et relativt dypt grunnvannsnivå. Videre er det lagdelt grunn med drenerte lag. Legger til grunn hydrostatisk poretrykk.	Hydrostatisk	0	3	0
Kvikkleiremektighet	Det er registrert tynne lag med kvikkleire.	Tynt lag	0	2	0
Sensitivitet	Sensitivitet mellom 20 og 30	20-30	1	1	1
Erosjon	Erosjonen er klassifisert som litt erosjon.	Lite	1	3	3
Inngrep	Små terrenginngrep ved arkeologisk utgraving.	Liten forverring	1	3	3
Total poengsum					8
Prosent av maks					15.69
Sist oppdatert	16.5.2023				

Konsekvensberegning					
Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekt	Poeng
Boligenheter	Over 5 boligenheterDet er over 5 boligenheter, og boenhetene er plassert tett.	Tett > 5	3	4	12
Næringsbygg	Det er planlagt idrettshall og idrettsbaner.	>50	3	3	9
Annen bebyggelse	Ingen annen bebyggelse innenfor faresonen.	Ingen	0	1	0
Veier	Faresonen dekker Fv 4760 med en ÅDT på 1000.	100-1000	1	2	2
Toglinje	Ingen toglinje.	Ingen	0	2	0
Kraftnett	Ikke kraftlinje.	Lokal	0	1	0
Oppdemning	Vurdert ikke fare for oppdemning.	Ingen	0	2	0
Total poengsum					23
Prosent av maks					51.11
Sist oppdatert	16.5.2023				