



RAPPORT

# Transformatorstasjon i Kvænangsbotn

VURDERING AV NATURFARE OG  
GRUNNFORHOLD

DOK.NR. 20220229-01-R  
REV.NR. 1 / 2022-09-19

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.



## Prosjekt

Prosjekttittel: Transformatorstasjon i Kvænangsbotn  
Dokumenttittel: Vurdering av naturfare og grunnforhold  
Dokumentnr.: 20220229-01-R  
Dato: 2022-05-12  
Rev.nr. / Rev.dato: 1 / 2022-09-19

## Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Statnett  
Kontaktperson: Pernille Dørstad  
Kontraktreferanse: Tilbud datert 2022-04-04, epost fra P. Dørstad mottatt 2022-04-05 og senere korrespondanse.

## for NGI

Prosjektleder: Vidar Kveldsvik  
Utarbeidet av: José-Luis Guerrero, Elise Morken, Stine Grimsrud Olsen og Vidar Kveldsvik  
Kontrollert av: Slaven Conevski, Amanda Johansen DiBiagio, Bjørn Kalsnes, Frode Sandersen og Vidar Kveldsvik

## Sammendrag og konklusjoner

På oppdrag for Statnett har NGI vurdert naturfare og grunnforhold for fem alternative plasseringer av ny transformatorstasjon ved Kvænangsbotn. Statnett har bedt om at rapporten besvarer tema beskrevet i SDOK 119-24 kapittel 2-5.

Alle de fem alternativene vurderes til å tilfredsstille sikkerhetsklasse S3 i TEK17 for steinsprang/-skred, snøskred (tørre og våte) og jord- og flomskred. Dvs. at nominell årlig sannsynlighet for at disse skredtypene skal få utløp inn i planområdene vurderes til å være  $\leq 1/5000$ .

De fem alternativene ligger under marin grense, og marine avsetninger finnes i området ifølge løsmassegeologisk kart fra Norges geologiske undersøkelse (NGU). Områdestabiliteten for planområdet er følgelig vurdert iht. NVEs kvikkleireveileder 1/2019 med bakgrunn i eksisterende data om grunnforholdene og ny informasjon fra grunnundersøkelser gjennomført i forbindelse med dette prosjektet. Det er vurdert at det ikke er fare for områdeskred ved alternativ 2 og 4, som er de mest ønskelige plasseringene av en ny transformatorstasjon.

Basert på beregninger vurderes alternativene 2, 4 og 5 til å tilfredsstille sikkerhetsklasse F3 i TEK17 for flom. Dvs. at årlig nominell sannsynlighet for flom inn i disse planområdene vurderes til å være  $\leq 1/1000$ . Alternativ 3 ligger ca. 30 m unna utbredelse av 1000-års flom. Alternativ 1 vurderes til å være utsatt for 1000-års flom da en delvis åpen bekk renner rett under og det vurderes at rørene som avleder den ikke er store nok til å håndtere en tusenårs flom. Det er store usikkerheter i beregningen av 1000-års flom fordi elvene er regulert, det finnes ikke data for å gjøre en robust statistisk analyse.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Befaringer og grunnundersøkelser</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Sikkerhetsklasse for skred og flom</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Klimatologiske data</b>	<b>8</b>
4.1	Temperatur, nedbør og snøhøyder	8
4.2	Vind	10
<b>5</b>	<b>Generelt om vurderinger for de ulike alternativene</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Snøskred</b>	<b>12</b>
6.1	Utredning av løснеområde og løsnesannsynlighet	12
6.2	Utredning av utløp	14
6.3	Sannsynlighet for snøskred inn i planområdene	18
<b>7</b>	<b>Jord- og flomskred</b>	<b>19</b>
7.1	Utredning av løснеområde og løsnesannsynlighet	19
7.2	Utredning av utløp	20
7.3	Sannsynlighet for jord- og flomskred inn i planområdet	22
<b>8</b>	<b>Grunnforhold og områdestabilitet</b>	<b>23</b>
8.1	Topografi og grunnforhold	23
8.2	Områdestabilitet	29
8.3	Identifikasjon av kritiske skråninger av betydning for de fem alternativene	29
<b>9</b>	<b>Flomvurderinger</b>	<b>37</b>
9.1	Metoder	37
9.2	Resultater	42
9.3	Oppsummering av flomanalysene	49
<b>10</b>	<b>Referanser</b>	<b>51</b>

## Tegninger

Tegning nr. 001	Borplan
Tegning nr. 002	Profiler, tolkning av grunnundersøkelser og berg i dagen
Tegning nr. 100	Profil 1 – Antatt bergoverflate
Tegning nr. 101	Profil 2 – Antatt bergoverflate
Tegning nr. 102	Profil 3 – Antatt bergoverflate
Tegning nr. 103	Profil 4 – Antatt bergoverflate

## Vedlegg

Vedlegg A	Regional flomberegninger fra NEVINA
Vedlegg B	Områdestabilitet – regelverk og prosedyre
Vedlegg C	Datarapport for utførte grunnundersøkelser

## Kontroll- og referanseside

# 1 Innledning

På oppdrag for Statnett har NGI vurdert naturfare og grunnforhold for fem alternativer for plassering av ny transformatorstasjon ved Kvænangsbotn (Figur 1-1). Statnett har bedt om at rapporten besvarer tema beskrevet i SDOK 119-24 kapittel 2-5. I revisjon 0 av rapporten besvarte NGI så langt vi mener det lar seg gjøre uten at det var blitt utført befarings- og snøforholdene i arbeidsperioden og uten at det var blitt utført grunnundersøkelser. Som grunnlag for foreliggende revisjon 1 av rapporten har det blitt utført befarings- og grunnundersøkelser. Alternativ 2 og 4 er mest aktuelle for plassering av ny trafostasjon. Det er derfor gjort grunnundersøkelser med tanke på å finne ut om disse er egnede plasseringer. Etter avtale med Statnett ble det ikke utført grunnundersøkelser i området ved alternativ 5.



Figur 1-1 Oversiktskart med Kvænangsbøtn markert med rød prikk øverst og de fem alternativene på de to nederste figurene.

## 2 Befaringer og grunnundersøkelser

Befaring for vurdering av områdestabilitet og planlegging av grunnundersøkelser ble utført av Amanda Johansen DiBiagio og Bjørn Gudleik Kalsnes 2022-05-31. Befaring for flomvurderinger ble utført av José-Luis Guerrero 2022-08-08. Pernille Dørstad (Statnett) var til stede under befaringsen.

Grunnundersøkelser som grunnlag for vurdering av områdestabilitet ble utført av GeoNord i juni 2022.

## 3 Sikkerhetsklasse for skred og flom

Statnett har opplyst at nominell årlig sannsynlighet for skred inn i planlagt mulig utbyggingsområde skal være  $\leq 1/5000$ . Det tilsvarer sikkerhetsklasse S3 i TEK17. Videre har Statnett opplyst at nominell årlig sannsynlighet for flom i planlagt mulig utbyggingsområde skal være  $\leq 1/1000$ . Det tilsvarer sikkerhetsklasse F3 i TEK17.

## 4 Klimatologiske data

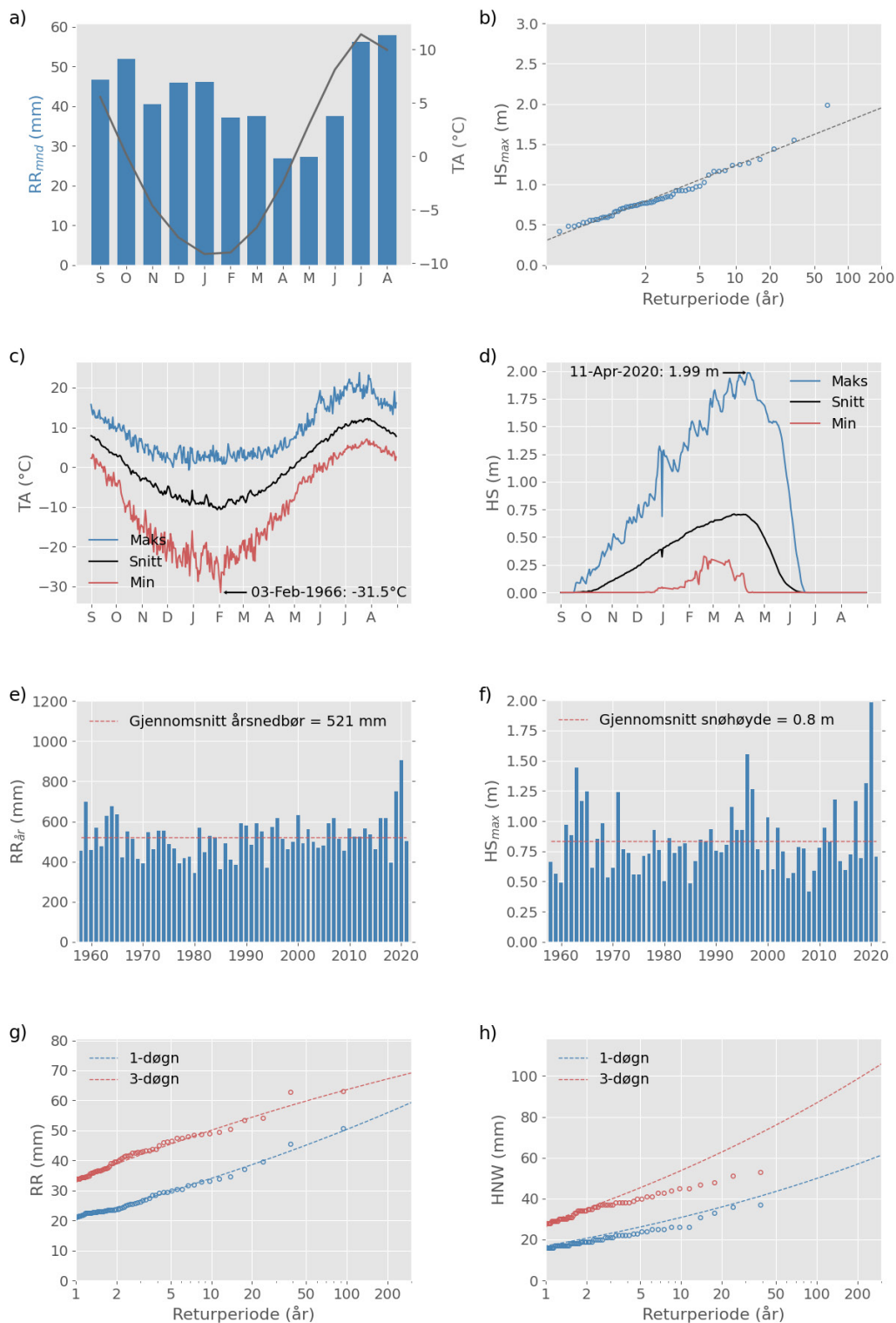
### 4.1 Temperatur, nedbør og snøhøyder

For en oversikt over nedbør og snøklimate ved de fem aktuelle transformatorstasjonene i Kvæningsbotn har vi valgt et referansepunkt i høyde med de mest aktuelle løsnedområdene for snøskred (høyde på valgt gridcelle er 330 moh.). Interpolerte klimadata fra SeNorge-datasettet (Lussana et al., 2016; Saloranta, 2014) for normalperioden 1981-2010 viser at normal årsnedbør i det undersøkte området er ca. 511 mm, hvor ca. 264 mm kommer om vinteren (Figur 4-1). Årsmiddeltemperatur i området er 0,1 °C og døgnmiddeltemperaturen varierer normalt fra -22,4 °C til 17,6 °C. Gjennomsnittlig snøhøyde er 81 cm og maksimal snøhøyde siste 50 år er 155 cm. Antall dager med snø på bakken er i gjennomsnitt 206.

Ved å bruke de maksimale nedbør- og snøhøydeverdiene i de interpolerte dataene kan man estimere forventet 1000-års nedbør og 300-års snøhøyde for området. I dette området er 1000-års nedbør beregnet å være 64 mm/døgn, og 300-års snøhøyde 1,8 meter. Dette er estimater basert på korte observasjonsperioder og statistiske usikkerheter.

Klimafremskrivninger (Hanssen-Bauer et al., 2015) for Norges fastland frem mot år 2100 viser at man kan forvente en økning i nedbørmengdene på mellom 19 % (scenario 1, RCP 4,5) og 26 % (scenario 2, RCP 8,5). Økningen om vinteren er henholdsvis 17 % og 15 % for de to scenariene. Temperaturen vil øke med mellom 3,5 °C og 5,6 °C. Dette har også en effekt på snødekket, som er forventet å minke med mellom -59 % og -84 %. Antall dager med snø på bakken er forventet å reduseres med henholdsvis -81 og -142 dager for de to scenariene.



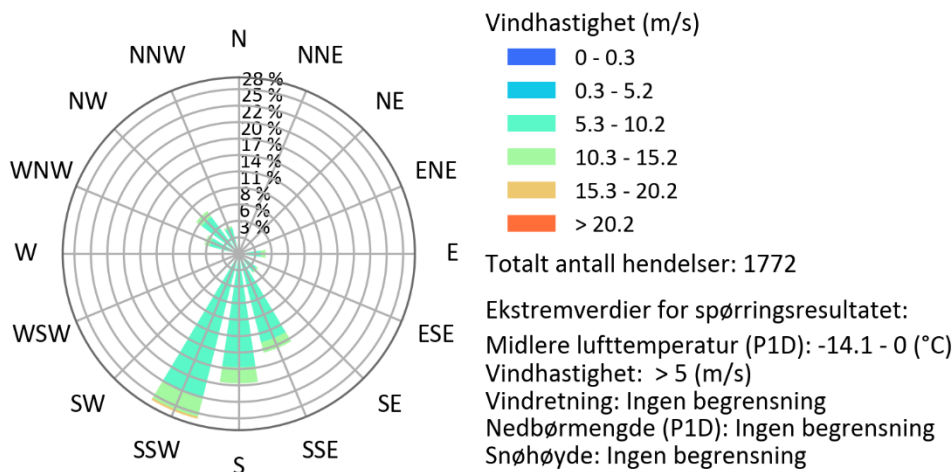


UTM33 772290E, 7749691N, 330moh

Figur 4-1 Dataperiode: 1958 – 2015. a) Månedsnedbør og –lufttemperatur, b) returverdier (gumbelfordeling) for årlig maks snøhøyde. Daglig minimum, maksimum og gjennomsnittlig lufttemperatur (c) og snøhøyde (d). Tidsserier av årsnedbør (e) og årlig maks snøhøyde (f). Returverdier (peak over threshold) for 1- og 3-døgns nedbør (g) og nysnøtilvekst (h).

## 4.2 Vind

Nordstrøm i Kvæningen (SN92350) er nærmeste værstation for de fem aktuelle transformatorstasjonene i Kvæningsbotn. Stasjonen har vært i drift siden 1965 og samlet over 50 år med data. Stasjonen er plassert 20 moh. En analyse av vindforholdene ved stasjonen viser at vinden hovedsakelig kommer fra sør og ut Kvæningsbotn (Figur 4-2). Dette gjelder for vind med lufttemperaturer under 0°C. Høye vindhastigheter kan forventes fra sørvest, sør og sørøst. Nedbørførende vind vil dermed komme i nordvestlig til nordøstlig retning. Det er viktig å bemerke at en dominerende vindretning nede ved fjorden kan være svært forskjellig fra situasjonen på fjellet avhengig av det lokale terrenget.

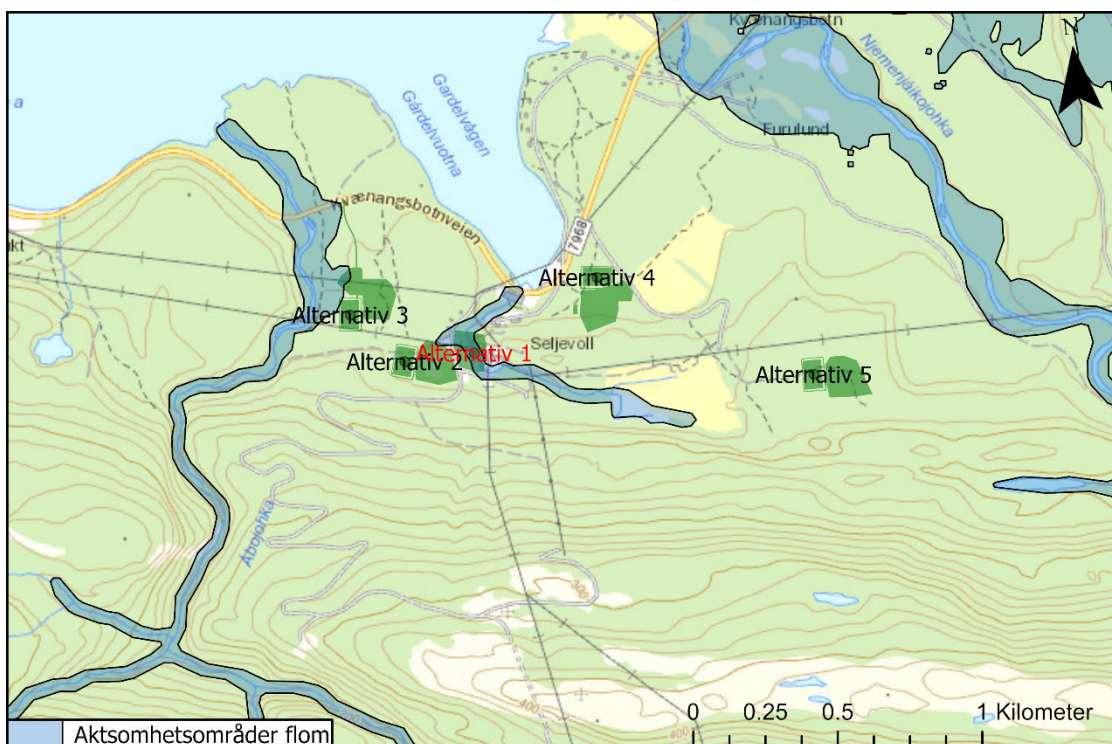


Figur 4-2 Prosentfordeling av vindretninger om vinteren (< 0°C) for Nordstrøm i Kvæningen (SN92350).

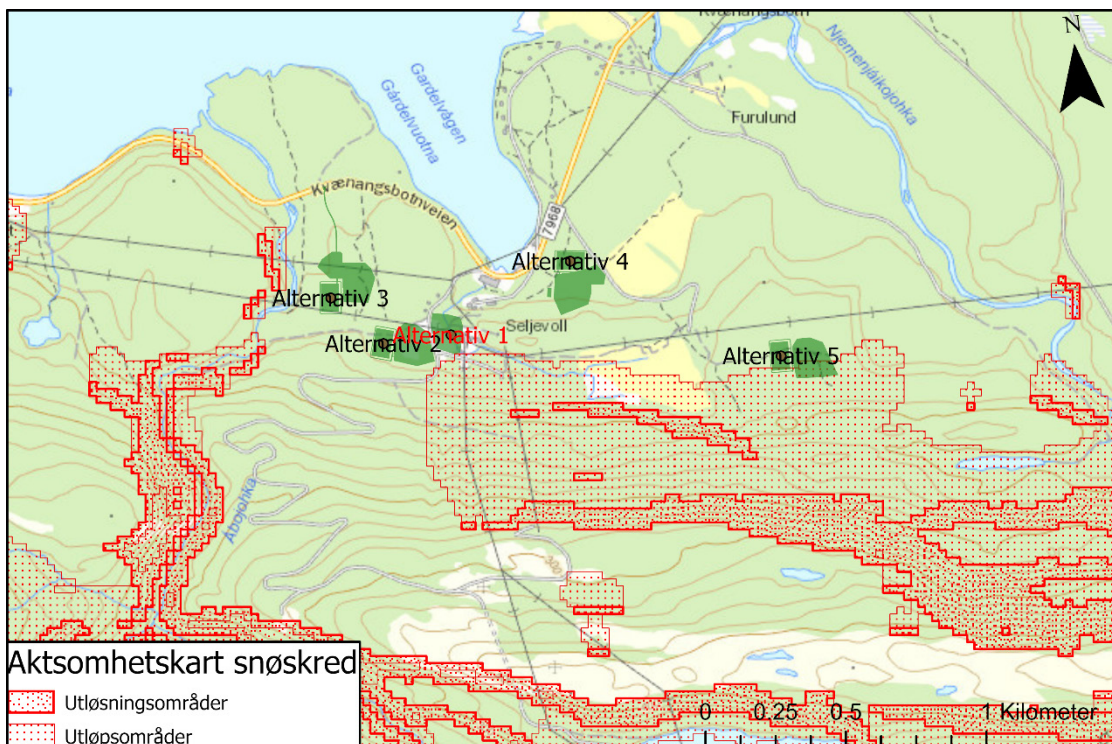
Snødrift vil forekomme ved vindhastigheter fra laber bris 5,5 – 7,9 m/s og høyere.

## 5 Generelt om vurderinger for de ulike alternativene

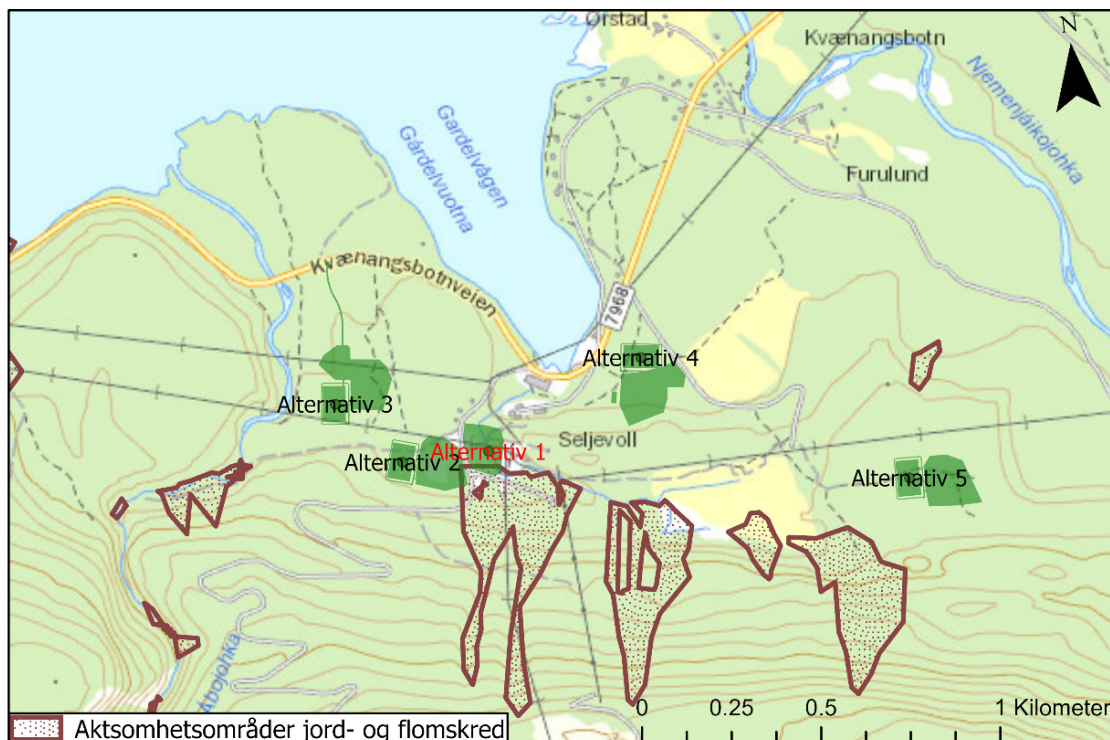
Grunnforhold er beskrevet, og områdestabilitet er vurdert for alle alternativene. Flom er nærmere vurdert for alternativ 1, 2 og 3 da de ligger innenfor aktsomhetssone for flom (Figur 5-1). Snøskred er nærmere vurdert for alternativ 1, 2 og 5 da de ligger innenfor eller nær aktsomhetssone for snøskred (Figur 5-2). Jord- og flomskred er nærmere vurdert for alternative 1 og 2 da de ligger innenfor aktsomhetssoner for jord- og flomskred (Figur 5-3). Steinsprang/-skred er ikke vurdert da alle alternativene ligger langt utenfor aktsomhetssoner for steinsprang.



Figur 5-1 Aksomhetssoner for flom.



Figur 5-2 Aksomhetssoner for snøskred.



Figur 5-3 Aktsomhetskart for jord- og flomskred.

## 6 Snøskred

Alternativ 1, 2 og 5 ligger i nærheten av eller i utløpsområder for snøskred i aktsomhetskart fra NVE.

Alternativ 1 ligger akkurat på grensen til utløpslengdene i NVEs aktsomhetskart for snøskred. Alternativ 2 ligger også nær utløpsområdene i aktsomhetskartet for snøskred. Alternativ 5 ligger innenfor utløpsområdene for snøskred. Det er i tillegg identifisert potensielle utløsningsområder for snøskred innenfor påvirkningsområde, dvs. områder som er brattere enn  $25^\circ$  og ikke er dekket av skog med tilstrekkelig kronedekning i området over alternativene.

NGI kjenner ikke til noen kjente skredhendelser i området bak alternativene. Det er heller ikke noen registrerte skredhendelser i NVE Atlas ([atlas.nve.no](https://atlas.nve.no)).

### 6.1 Utredning av løснеområde og løsnesannsynlighet

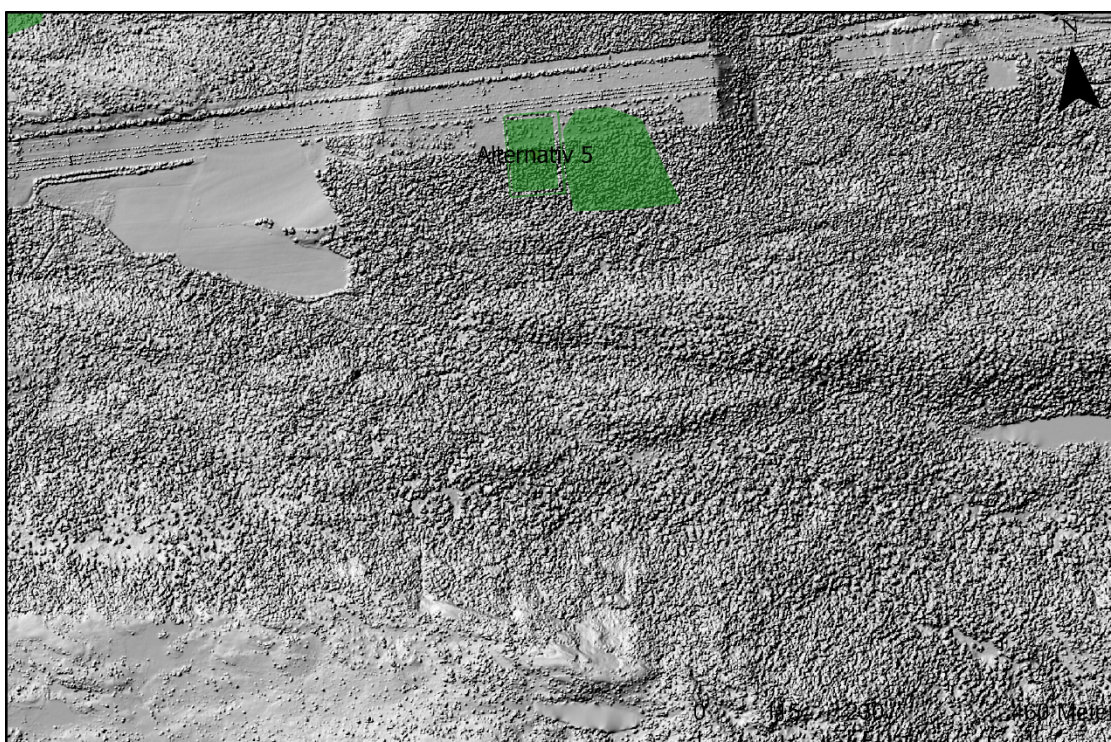
Fra flyfoto er det ikke registrert spor etter snøskred. Trolig er snøskred en sjelden skredtype i dette området, men helningen og klimatiske forhold gjør at det kan være potensial for hendelser.

Skyggerelieffkart av vegetasjonsforhold viser at det varierer mellom tett skog og noen mindre åpne områder i lia sør for alternativ 1 og 2 (Figur 6-1). Områdene med mindre skog er over løseområdet, i kanaler nedover fjellsiden samt under strømmastene og på bilveien.



Figur 6-1 Skyggerelieffkart som viser vegetasjonsforholdene over alternativ 1 og 2 fra lidardata (www.hoydedata.no).

Skyggerelieffkart for alternativ 5 viser at det i hovedsak er tett skog i fjellsiden sør for alternativet (Figur 6-2). Vegetasjonsforholdene har innvirkning på utløsningssannsynlighet for snøskred ved at skogen har en tendens til å forankre snødekket og redusere utløsningssannsynligheten. Skog i skredbanen kan også ha effekt på rekkevidden av mindre skred fordi skogen vil ha en bremsende effekt på skredbevegelsen og dessuten redusere medrivning av skredmasser nedover i skredbanen. Flatehogst over større arealer vil kunne føre til økt fare for snøskred.



Figur 6-2 Skyggerelieffkart som viser vegetasjonsforholdene over alternativ 5 fra lidardata (www.hoydedata.no).

NGI vurderer at den årlige sannsynligheten for utløsning av mindre snøskred er på 1/100 under nåværende vegetasjonsforhold. For større snøskred er den årlige sannsynligheten vurdert til å være lavere enn 1/1000. Det er en blanding av våte og tørre snøskred, avhengig av værforholdene, som er relevante for gjeldende løснеområder og skredbaner.

## 6.2 Utredning av utløp

Utløp er simulert ved hjelp av RAMMS::AVALANCHE (Skred AS, 2020) og beregnet med Alfa-Betametoden. Det er viktig å bemerke at resultatene fra modeller kun brukes som et hjelpemiddel i den totale vurderingen av snøskredutløp.

Parametervalget i RAMMS er basert på eksempelverdier i manualen til modellen samt på forholdene ved de aktuelle løsne- og utløpsområdene. Vi har utført modellkjøringer med konservative friksjonsverdier, konservativ størrelse på løsneområdet og ikke tatt hensyn til vegetasjon (Tabell 6-1). Modellresultatene er derfor ventet å være konservative. I tillegg bruker vi resultatene som viser maksimale hastigheter, og man kan derfor anta at den realistiske hastigheten og rekkevidden vil være kortere basert på klimastatistikk, terreng og vegetasjon.

Resultatfilene i RAMMS viser maksimale hastigheter og er brukt for å beregne hva trykket til snøskredet er når det nærmer seg de ulike plasseringene til transformatorstasjonene. Trykket sier noe om kreftene til skredet.

I beregninger brukes dynamisk trykk definert som:

$$P = \rho U^2,$$

hvor U er skredhastighet og  $\rho$  tetthet. I beregningene er det brukt en tetthet på ca. 300 kg/m<sup>3</sup>.

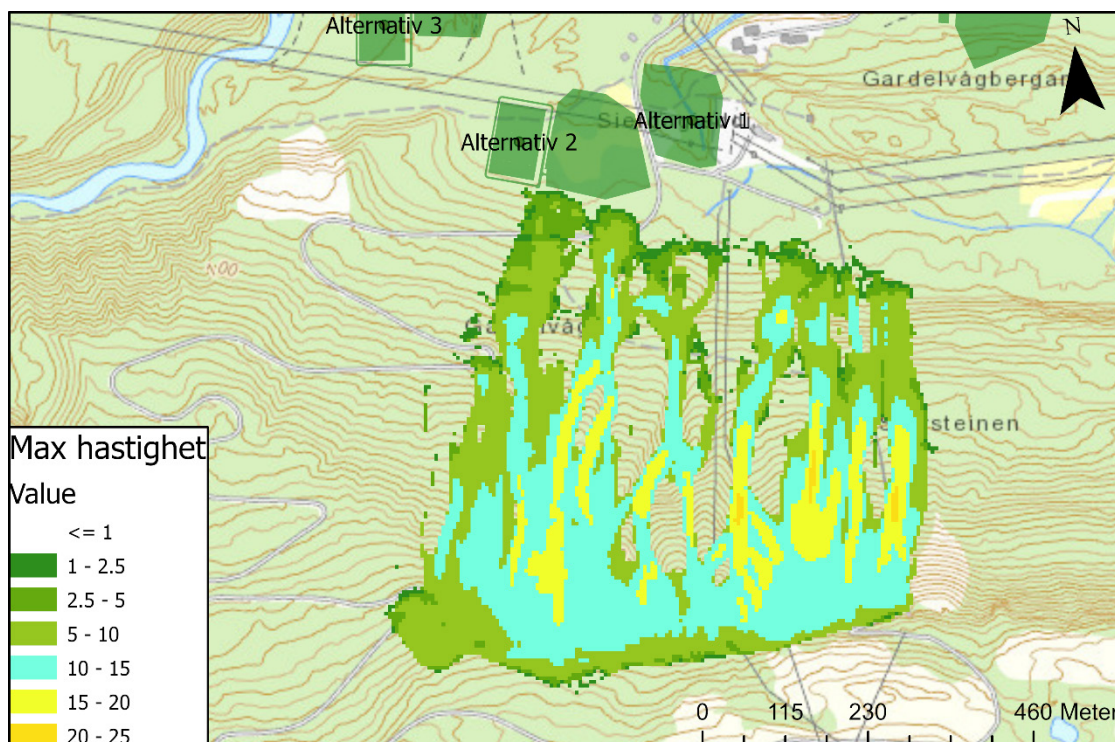
Tabell 6-1 Parametere for modellkjøring, snøskred.

Simulering	Utløsningsvolum	Coulomb friksjonsparameter $\mu$	"Viskøsturbulent" parameter $\xi$	Globale parametere		Brudhøyde (m)	DTM oppløsning (m)
				Returperiode (år)	Volum kategori		
1	44863	0,37	1100	100	Medium	0,6	5,0
2	70838	0,24	1750	100	Medium	0,6	5,0

### 6.2.1 Simulering 1

Resultatene fra simuleringen i RAMMS viser at de lengste utløpene stopper ca. 1 m over alternativ 2 med en maksimal hastighet på ca. 1 m/s (Figur 6-3). Utløpene med høyere hastighet (10 m/s) stopper tidligere. Trykket ved hastigheter på 10 m/s er ca. 30 kPa. For hastigheter på 5 m/s ligger trykket på ca. 7,5 kPa.

Utløpene i RAMMS når ikke ned til alternativ 1.

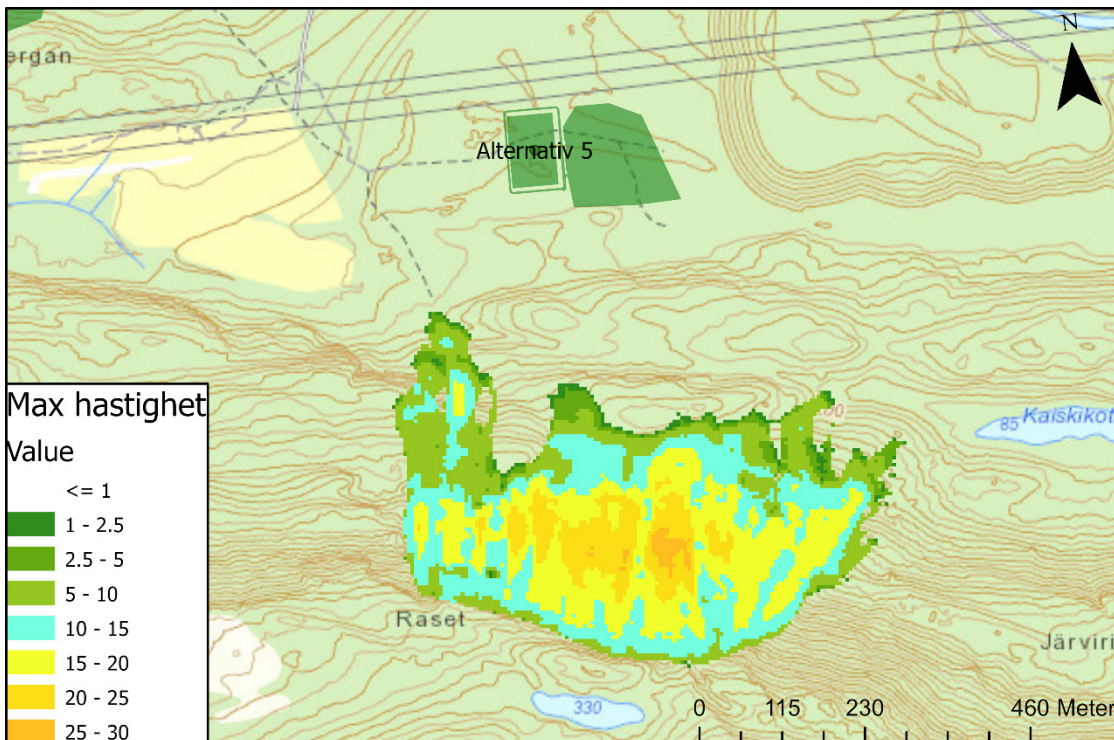


Figur 6-3 Simulering 1. Snøskredsimuleringen viser maksimal hastighet simulert i RAMMS::AVALANCHE for alternativ 1 og 2.

### 6.2.2 Simulering 2

Resultatene fra simuleringen viser at utløpene stopper ca. 230 m over alternativ 5 (Figur 6-4). Terrenget over stasjonen er kupert med flere høyder som vil begrense rekkevidden til snøskred. I tillegg er det tett skog i fjellsiden som også vil begrense utløpene.



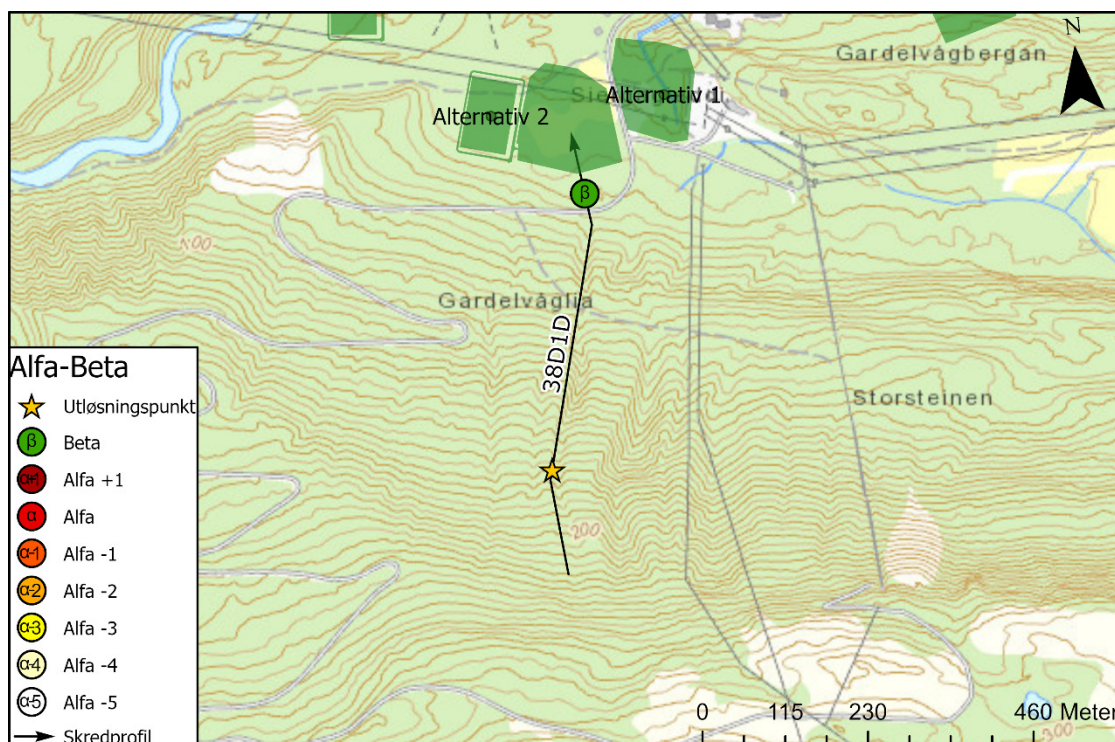


Figur 6-4 Simulering 2. Snøskredsimuleringen viser maksimal hastighet simulert i RAMMS::AVALANCHE for alternativ 5.

### 6.2.3 Alfa-Betametoden for alternativ 2

Alfa-Betametoden beregner den maksimale utløpslengden til dit terrenget flater ut til 10° helning (betapunktet). Skredbanen blir tegnet som et profil og utløsningspunktet er det første punktet på profilet hvor helningen er 30°.

Metoden er kun brukt for alternativ 2 da beregningene fra RAMMS viser at alternativ 2 var mest utsatt for snøskredutløp. I tillegg gjør det kupert terrenget over alternativ 5 det ugunstig å bruke Alfa-Betametoden da man skal følge kotene når man plasserer skredprofilet. Resultatene fra Alfa-Betametoden gir at maksimalt utløp stopper 30 m over alternativ 2 (Figur 6-5). Dette samsvarer godt med simulering 1.



Figur 6-5 Alfa-Betametoden utført for alternativ 2 basert på utløpslengdene i RAMMS.

### 6.3 Sannsynlighet for snøskred inn i planområdene

Basert på tilgjengelig grunnlagsdata, beregninger, klimastatistikk og faglig skjønn vurderer NGI den nominelle sannsynligheten for utløp ned til alternativ 1, 2 og 5 til å være lavere enn 1/5000.

Fjellsiden bak alternativene 1, 2 og 5 er ikke vurdert til å være spesielt utsatt for snøskred. Det er ingen kjente hendelser og ingen spor i terrenget som tyder på snøskred. Terrenghelningen sør for alternativ 1 og 2 er hovedsakelig under 27°, bortsett fra øverst i ravinene. Terrenghelningen sør for alternativ 5 er slak og kupert. Større skred som løsner i fjellsiden bak alternativ 5 vil føres vekk fra stasjonen. Vegetasjonen viser heller ingen tegn på tidligere skredaktivitet ved noen av alternativene. Trærne forankrer og stabiliserer snødekket, og det er derfor viktig at skogen bevares slik den er i dag.

Området er nedbørsfattig, og statistikk viser at normal vinternedbør er på ca. 264 mm med en gjennomsnittlig snøhøyde på ca. 81 cm. Det betyr at skred med store løsneområder svært sjeldent forekommer. I tillegg er nedbørsfeltet over de tre alternativene små og det vil derfor være liten fare for oppsamling av store snømengder som kan påvirke utløpsområdet.

Beregningene utført for området bekrefter de vurderingene som er gjort. Simuleringsresultatene viser utløps sannsynligheter langt lavere enn 1/5000. Derimot gir de en god indikasjon på utløpsbaner.

Mindre skred kan løsne øverst i ravinene hvor det er åpne områder uten tett skog over alternativ 1 og 2. Det er derimot lite trolig at disse vil ha lang rekkevidde.

Terrenget er ikke typisk for sørpeskred (våte snøskred) da, og områdestabiliteten er vurdert. Slike skred gjerne går i slakere terreng med svaberg eller i aktive bekkeløp. Det relativt tørre og kalde klimaet legger ikke til rette for sørpeskred. Vi vurderer at nominell årlig sannsynlighet for sørpeskred inn i planområdene er lavere enn 1/5000.

## 7 Jord- og flomskred

Alternativ 1 og 2 ligger innenfor utløpsområder til jord- og flomskredaktsomhetskartet fra NVE (Figur 5-3).

Alternativ 1 ligger akkurat på grensen til jord- og flomutløp i NVEs aktsomhetskart for jord- og flomskred. Alternativ 2 ligger også nær utløpsområdene i aktsomhetskartet. Ut fra detaljert terrengmodell er det identifisert potensielle utløsningsområder for jordskred, dvs. områder med løsmasser og med helning på 20-40°.

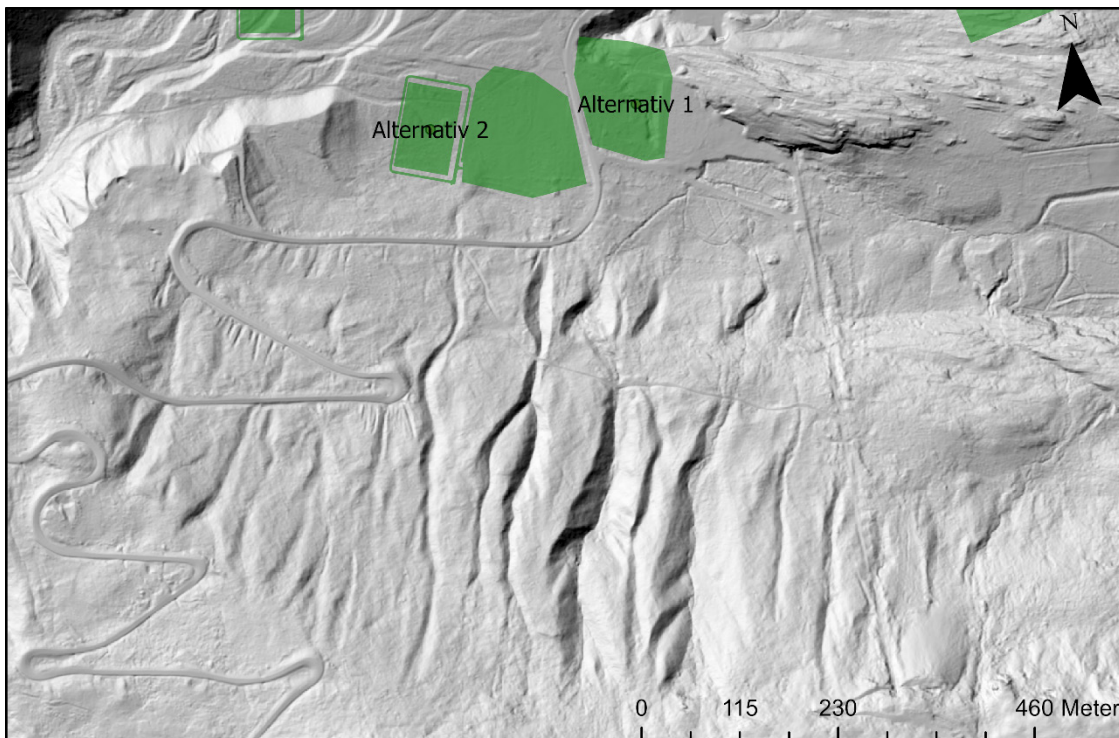
Flomskred kan utløses i terreng brattere enn rundt 15° med løsmasser og som kan gi opphav til overflateavrenning er potensielle løsneområder for flomskred. Klimatiske forhold med mye nedbør og perioder med intens snøsmelting kan gi opphav til skredaktivitet der terrengforholdene ligger til rette for det.

Det er ingen registrerte skredhendelser i NVE Atlas ([atlas.nve.no](https://atlas.nve.no)) i området.

### 7.1 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Store deler av fjellsiden sør for alternativ 1 og 2 er bratt nok til at jordskred kan utløses. Flomskred kan utløses i ravinene i fjellsiden sør for alternativ 1 og 2.

Ved bruk av skyggerelieffkart er det observert tydelige erosjonsspor, men ingen avsetningsspor, sør for alternativ 1 og 2 (Figur 7-1). Erosjonssporene er trolig hovedsakelig dannet rett etter siste istid, med sporadisk erosjon siden da. Bekkeløpene er ikke aktive med rennende vann i dag.



Figur 7-1 Skyggerelieffkart som viser ravinene ned mot alternativ 1 og 2 fra lidardata (www.hoydedata.no).

NGI vurderer at den årlige sannsynligheten for utløsning av jord- og/eller flomskred er lavere enn 1/1000 under dagens forhold basert på total nedbørsmengde, størrelse på nedbørsfelt og løsmassetykkelse i løsneområdet. Flomskred er mest aktuelt i rennene sør for alternativ 1 og 2.

## 7.2 Utredning av utløp

Utløp er simulert ved hjelp av RAMMS::DEBRISFLOW (RAMMS-DF). Parametervalget i RAMMS-DF er basert på eksempelverdier i programmets manual samt anbefalinger fra Skred AS, 2020. Vi har utført modellkjøringer med konservative friksjonsverdier, konservativ størrelse på løsneområdet og ikke tatt hensyn til vegetasjon (Tabell 7-1). Modellresultatene er derfor ventet å være konservative. I tillegg bruker vi resultatene som viser maksimale høyder, og man kan derfor anta at hyppige hendelser vil ha en noe mindre tykkelse og rekkevidde basert på klimastatistikk (nedbør, temperatur), hydrologiske faktorer (størrelse på nedbørsfelt, aktive bekkeløp), terreng (formasjoner, helning), løsmassedekket (tykkelse, type) og vegetasjonsforhold (tetthet).

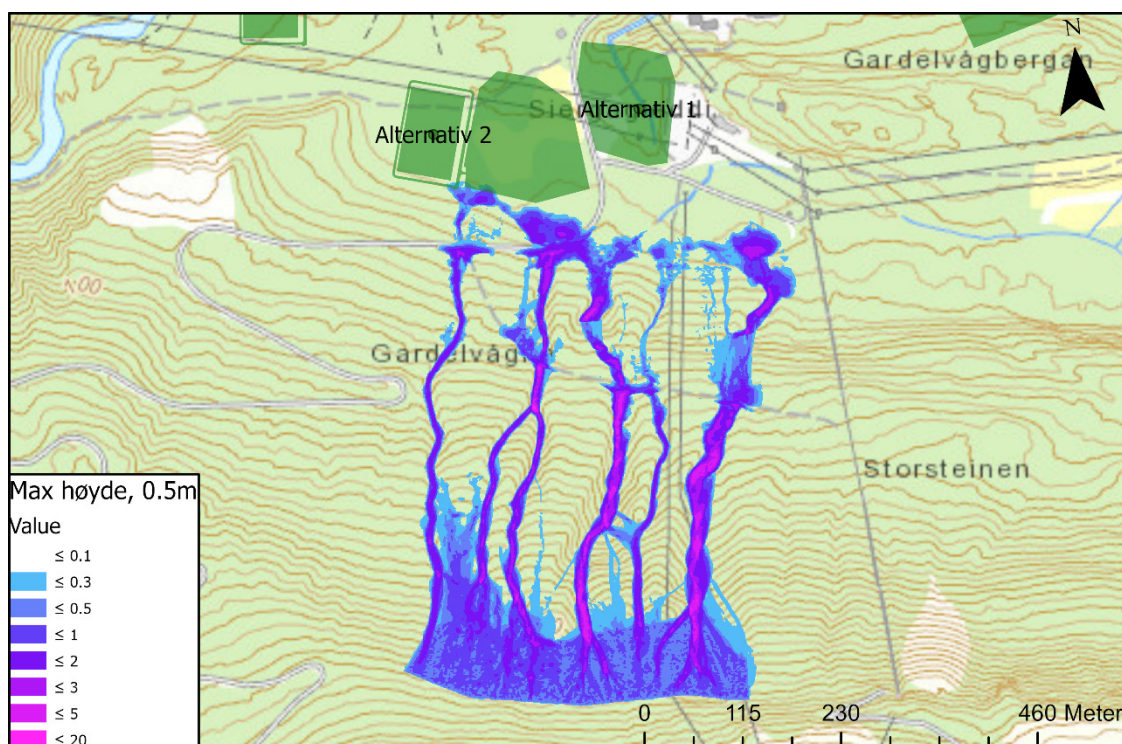
Vi har simulert for flom- og jordskred i to runder, simulering 1 har en løsmassetykkelse på 0,5 m og simulering 2 har en tykkelse på 1 m. Løsmassetykkelsene er basert på løsmassekartet fra NGU, 2022. Simulert tykkelse er likevel konservativ, da faktisk tykkelse trolig ikke er mer enn 0,5 m på det tykkeste.

Tabell 7-1 Parametere for modellkjøring av jordskred.

Simulering	Utløsningsvolum	Coulomb friksjonsparameter $\mu$	"Viskøsturbulent" parameter $\xi$	Tetthet (kg/m <sup>3</sup> )	Bruddhøyde (m)	DTM oppløsning (m)
1	17437	0,20	400,0	1600,0	0,5	1,0
2	34874	0,20	400,0	1600,0	1,0	1,0

### 7.2.1 Simulering 1

Parameterverdier brukt i simulering 1 tar utgangspunkt i det vi antar er passende konservative verdier for skred for lokaliteten basert på løsneområder, skredavsetninger og løsmassetykkelse. Resultatene fra simuleringen viser at de lengste utløpene treffer alternativ 2 med en tykkelse på ca. 0,5 m (Figur 7-2). Alternativ 1 er uberørt av de simulerte utløpene.

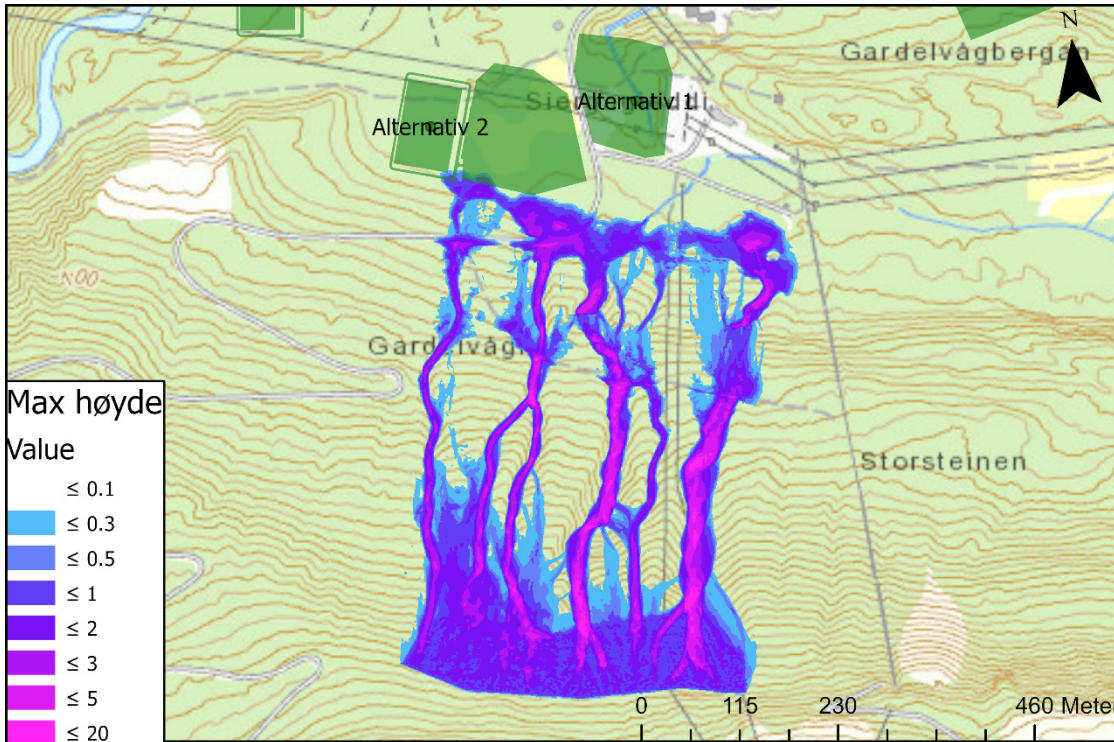


Figur 7-2 Simulering 1. Simuleringen viser maksimal høyde simulert i RAMMS::DEBRISFLOW for alternativ 1 og 2.

### 7.2.2 Simulering 2

Løsmassetykkelsen er satt til 1 m for simulering 2. Parameterne er mer representative for større og sjeldnere skredhendelser, og er meget konservative. Resultatene fra simuleringen viser maksimale flythøyder. Resultatene fra simuleringen viser at de lengste utløpene treffer alternativ 2 med en tykkelse på ca. 2 m (Figur 7-3). Utløpene er

høyere og marginalt lengre enn for simulering 1. Alternativ 1 er uberørt av de simulerte utløpene også for simulering 2.



Figur 7-3 Simulering 2. Simuleringen viser maksimal høyde simulert i RAMMS::DEBRISFLOW for alternativ 1 og 2.

### 7.3 Sannsynlighet for jord- og flomskred inn i planområdet

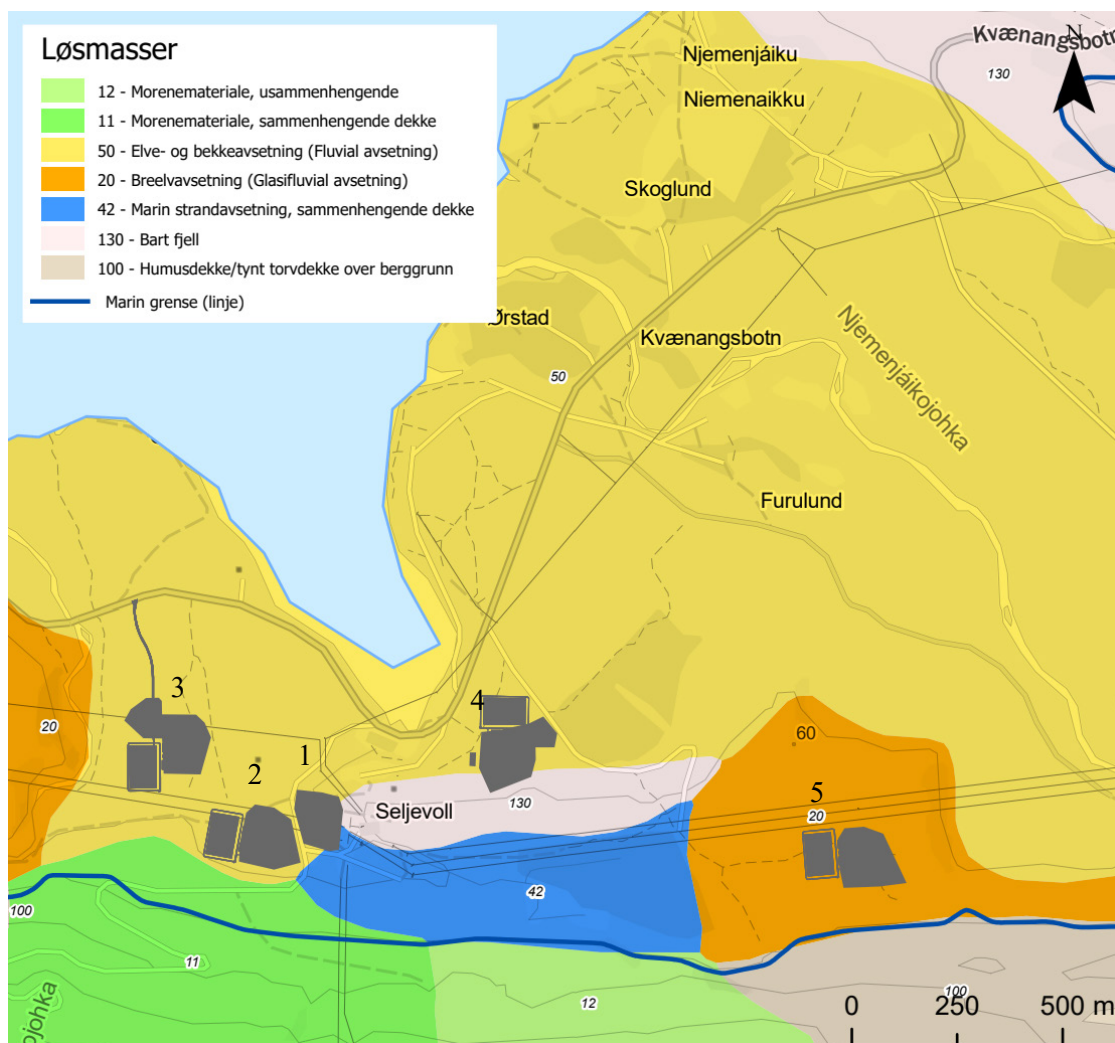
Inntrufne jord- og flomskred kan nå frem til alternativ 2 i sjeldne tilfeller, og utløsnings-sannsynligheten er meget liten.

Basert på terrenghelning og terrengformasjoner, løsmassetykkelse, klimastatistikk, hydrologiske faktorer, beregninger og faglig skjønn vurderer NGI at nominell årlig sannsynlighet for at jord- og/eller flomskred når inn i planområdene er lavere enn 1/5000 under dagens forhold.

## 8 Grunnforhold og områdestabilitet

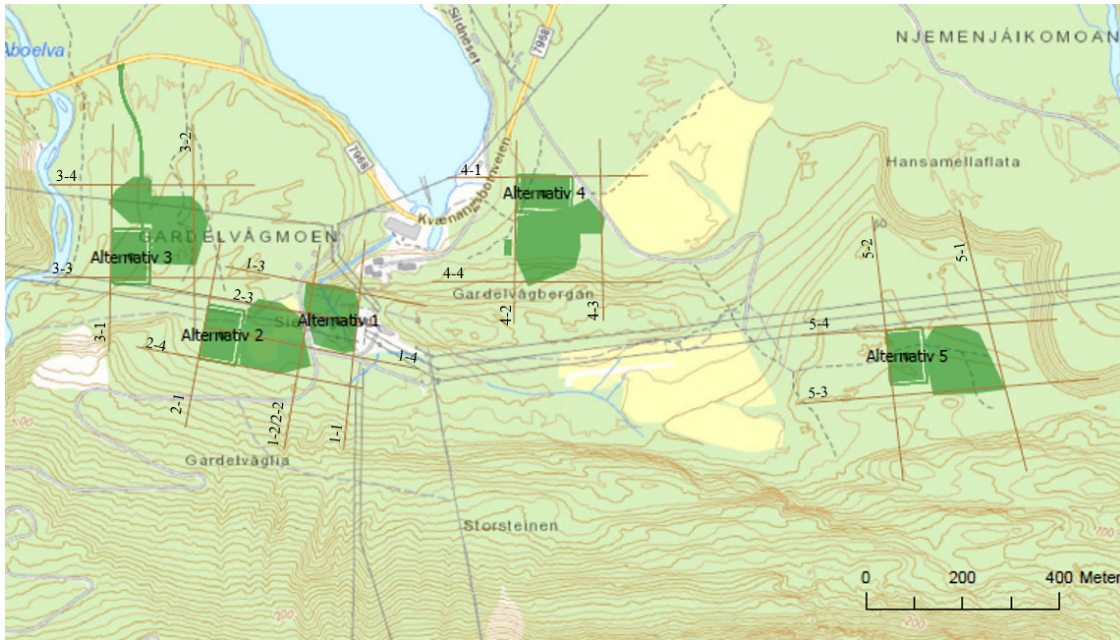
### 8.1 Topografi og grunnforhold

De aktuelle plasseringene av trafostasjonen ligger alle under marin grense (Figur 8-1). Kwartærgeologisk kart fra Norges geologiske undersøkelse (NGU) (Figur 8-1) i målestokk 1:250 000 indikerer at løsmassene i hovedsak består av elve- og bekkeavsetninger, samt marin strandavsetning. Sør for alternativ 4 og øst og vest for henholdsvis alternativ 1/2 og alternativ 5 indikerer kartet bart fjell. Det bemerkes at slike kvartærgeologiske kart er grovt inndelt og kun er ment å illustrere øverste løsmasselag. Kartet sier dermed ingenting om hvilke løsmasser en kan forvente i dybden. Det er derfor ikke usannsynlig at det finnes marine sedimenter, med potensiell kvikkleire, under avsetningene vist i Figur 8-1. Det ble derfor gjennomført en grunnundersøkelse i forbindelse med dette prosjektet for å avklare dette.



Figur 8-1 Figuren viser løsmassene i området. De fem alternative plasseringene er markert med tall, og marin grense er markert som en blå linje.

## 8.1.1 Topografi

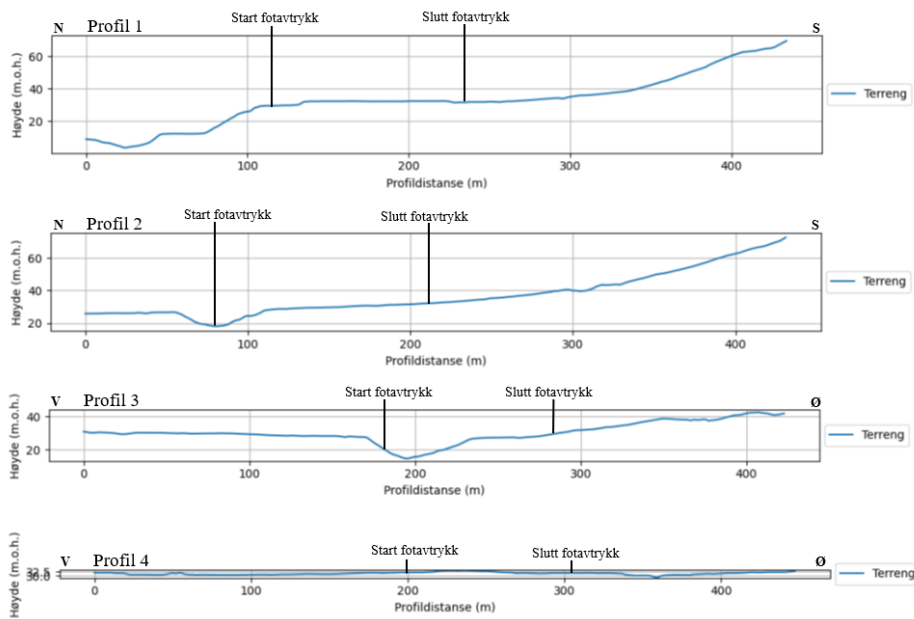


Figur 8-2 Plassering av profil 1-4 for hvert av alternativene.

### 8.1.1.1 Alternativ 1

Terrenget innenfor planområdet har slak helning mot nord (Figur 8-3). Øst for planområdet er det berg i dagen, og i nord skrår terrenget ned mot en ravine og mot fjorden. Terrenget stiger sør for prosjektområdet.

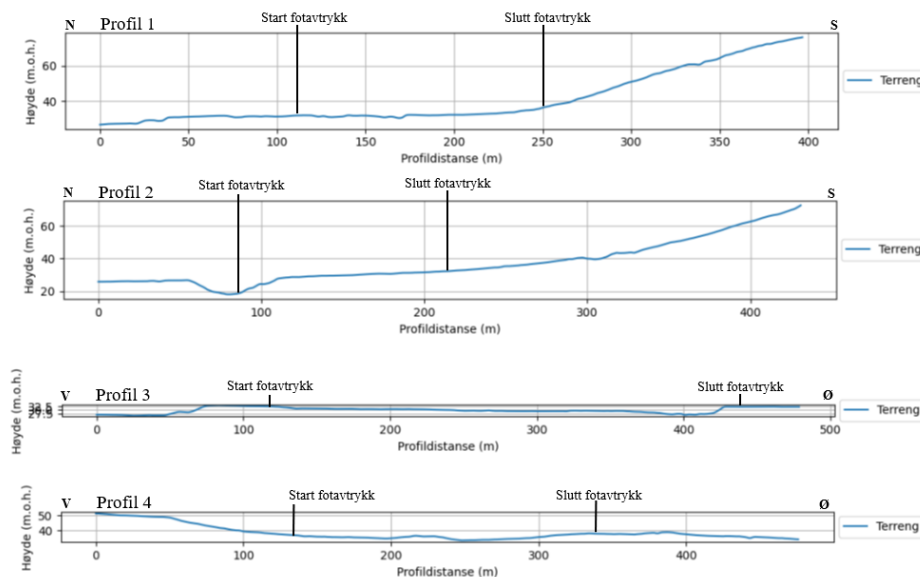




Figur 8-3 Profilene 1.1-1.4. Omtrentlig plassering av start og slutt fotavtrykk er markert. Plassering av profilene kan ses på Figur 8-2.

### 8.1.1.2 Alternativ 2

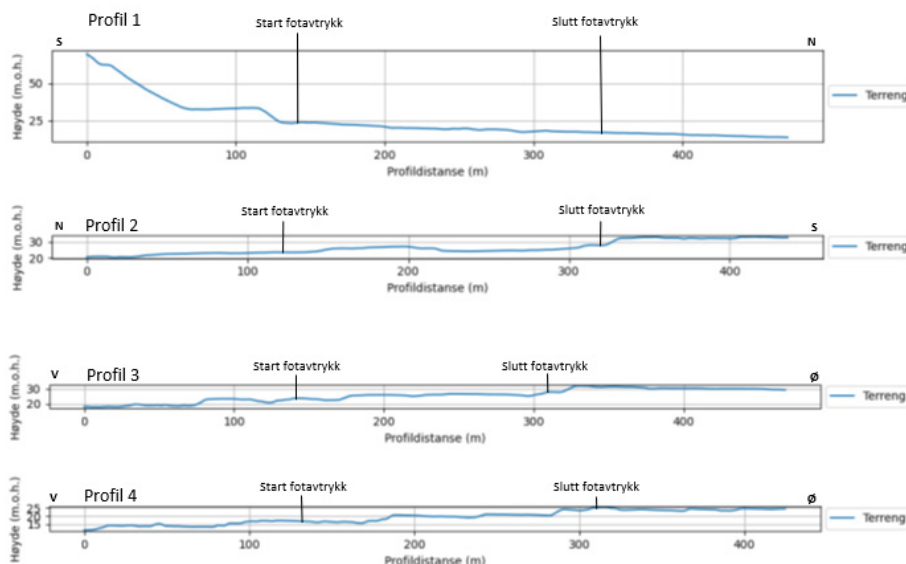
Terrenget innenfor planområdet er relativt flatt, men stiger mot sør og heller svakt mot nord (Figur 8-4).



Figur 8-4 Profilene 2.1-2.4. Omtrentlig plassering av start og slutt fotavtrykk er markert. Plassering av profilene kan ses på Figur 8-2.

### 8.1.1.3 Alternativ 3

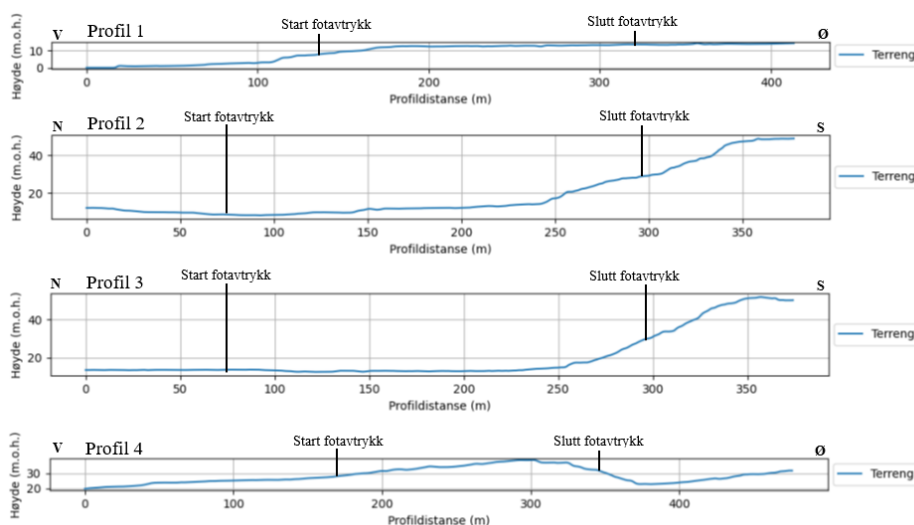
Planområdet er relativt flatt (Figur 8-5). Terrenget stiger bratt mot sør bak planområdet, og heller slakt ned mot elva vest for planområdet.



Figur 8-5 Profilene 3.1-3.4. Omtrentlig plassering av start og slutt fotavtrykk er markert. Plassering av profilene kan ses på Figur 8-2.

### 8.1.1.4 Alternativ 4

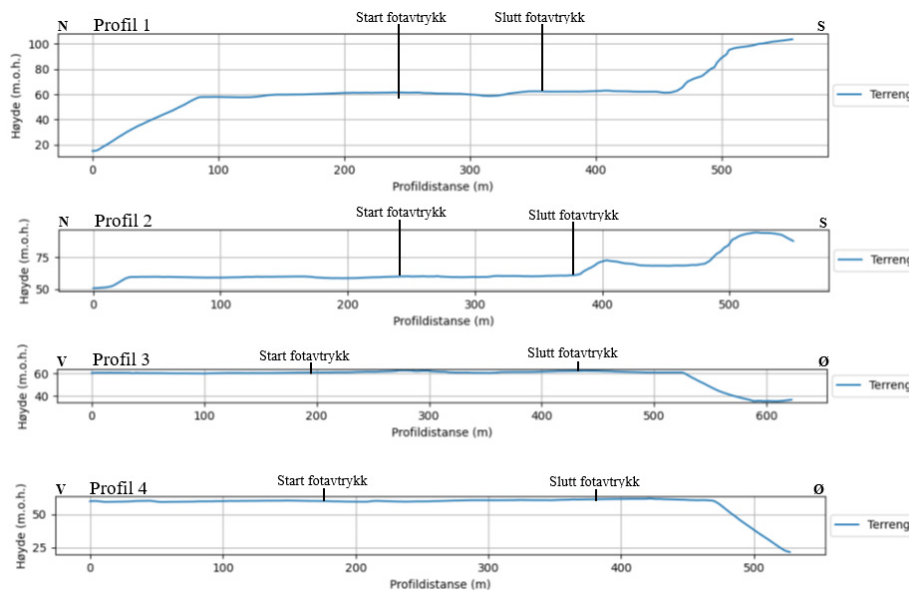
Området er forholdsvis flatt, men terrenget stiger bratt mot sør i den sørlige delen av området og heller slakt ned mot fjorden (Figur 8-6).



Figur 8-6 Profilene 4.1-4.4. Omtrentlig plassering av start og slutt fotavtrykk er markert. Plassering av profilene kan ses på Figur 8-2.

### 8.1.1.5 Alternativ 5

Området for alternativ 5 er flatt, og trafostasjonen vil her bli stående på et platå (Figur 8-7). Terrenget stiger bratt mot sør, og heller bratt ned mot nord. Terrenget heller også bratt mot øst.



Figur 8-7 Profilene 5.1-5.4. Omtrentlig plassering av start og slutt fotavtrykk er markert. Plassering av profilene kan ses på Figur 8-2.

### 8.1.2 Berggrunn

Berggrunnen i planområdet består av arkose (meta-arkose) i henhold til berggrunnskart fra Norges geologiske undersøkelse (NGU) i målestokk 1:250 000. Flyfoto av området viser eksponert berg øst for alternativ 1.

### 8.1.3 Løsmasser

#### Grunnundersøkelser ifm. Fv 367:

Det er utført grunnundersøkelser i forbindelse med utskiftning av eksisterende kulvert under Fv 367 i Kvænangsbotn av Statens vegvesen i 2008. Grunnundersøkelsene viser at massene i dette området stort sett er siltig sand med innslag av blokk i topplaget (Statens vegvesen, 2008). Det er utført 6 totalsonderinger og tatt opp 12 poseprøver. Det er kun tatt poseprøver til 6,5 meter, og sonderingene er avsluttet mellom 21,4-28,1 meter under terreng. Dybden til berg er registrert for ett av punktene på 28,1 meter. Det er kun tatt opp prøver fra de øverste meterne, og det kan dermed ikke utelukkes at det er leire dypere i grunnen.

### Supplerende grunnundersøkelser:

Det ble utført supplerende grunnundersøkelser ifm. dette prosjektet av GeoNord AS i juni 2022 (Vedlegg C), (GeoNord AS, 2022). Plassering av borpunktene kan sees i Figur 8-8, samt kart 001 og 002. Tolkning av utførte grunnundersøkelser er vist langs fire profiler på tegning 100 tom. 103, og oppsummert i påfølgende tekst. Profilenes plassering er vist på kart 002. Sondering 2022\_1 tom. 2022\_5 og 2022\_7, som alle ligger sørvest på området i skråningen ned mot Kvænangsbotn, består for det meste av faste masser. I sondering 2022\_5 er det et lag med mindre motstand fra ca. 2-5 meter under terreng, men det var så hardt i toppen at det ikke var mulig å få opp noen prøver i dette punktet. Sondering 2022\_6, 2022\_8 og 2022\_9 viser noe lavere motstand enn de andre sonderingene. Prøver fra punkt 8 viser at massene består av siltig sand og sandig silt.

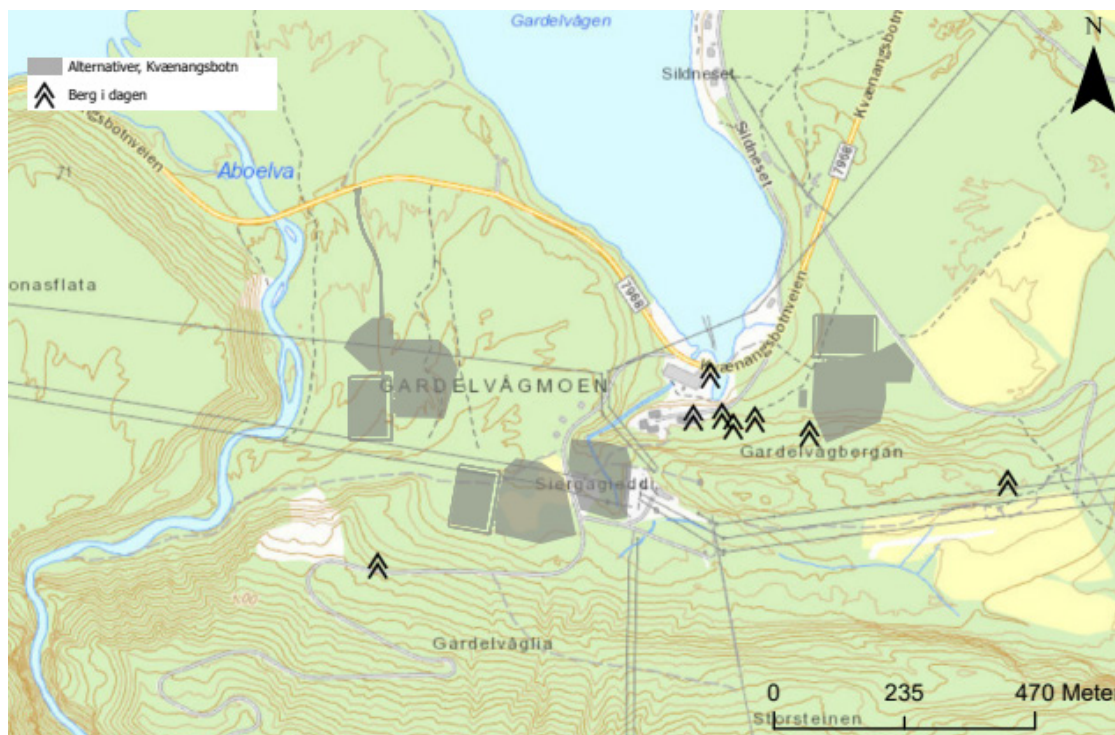


Figur 8-8 Plassering av borpunkter i plan og tolkning av grunnundersøkelser. Punktene med navn "SVV" ble utført av Statens vegvesen i 2008 (Statens vegvesen, 2008).

#### 8.1.4 Befaring

NGI utførte befaring i området 31. mai 2022 v/Bjørn Kalsnes og Amanda J. DiBiagio. Hensikten med befaringen var å skaffe seg relevant informasjon for kvikkleireproblematikken, slik som å avdekke områder med berg i dagen i og omkring planområdet, vurdere erosjonsforhold i nærliggende vannveier, og lokalisere punkter egnet for grunnboringer. Eksponert berg ble observert langs veien mellom borpunkt 2022\_3 og 2022\_4, og større områder med eksponert berg ble observert øst for nåværende trafostasjon og ved kraftverket ved Fv. 367 (se Figur 8-9). På befaringen ble det observert

noe erosjon langs elvekanten i nærheten av punkt 2022\_6, men det var ellers lite erosjon i området. Det ble også observert overflateutglidninger i skråningen ned mot Aboelva.



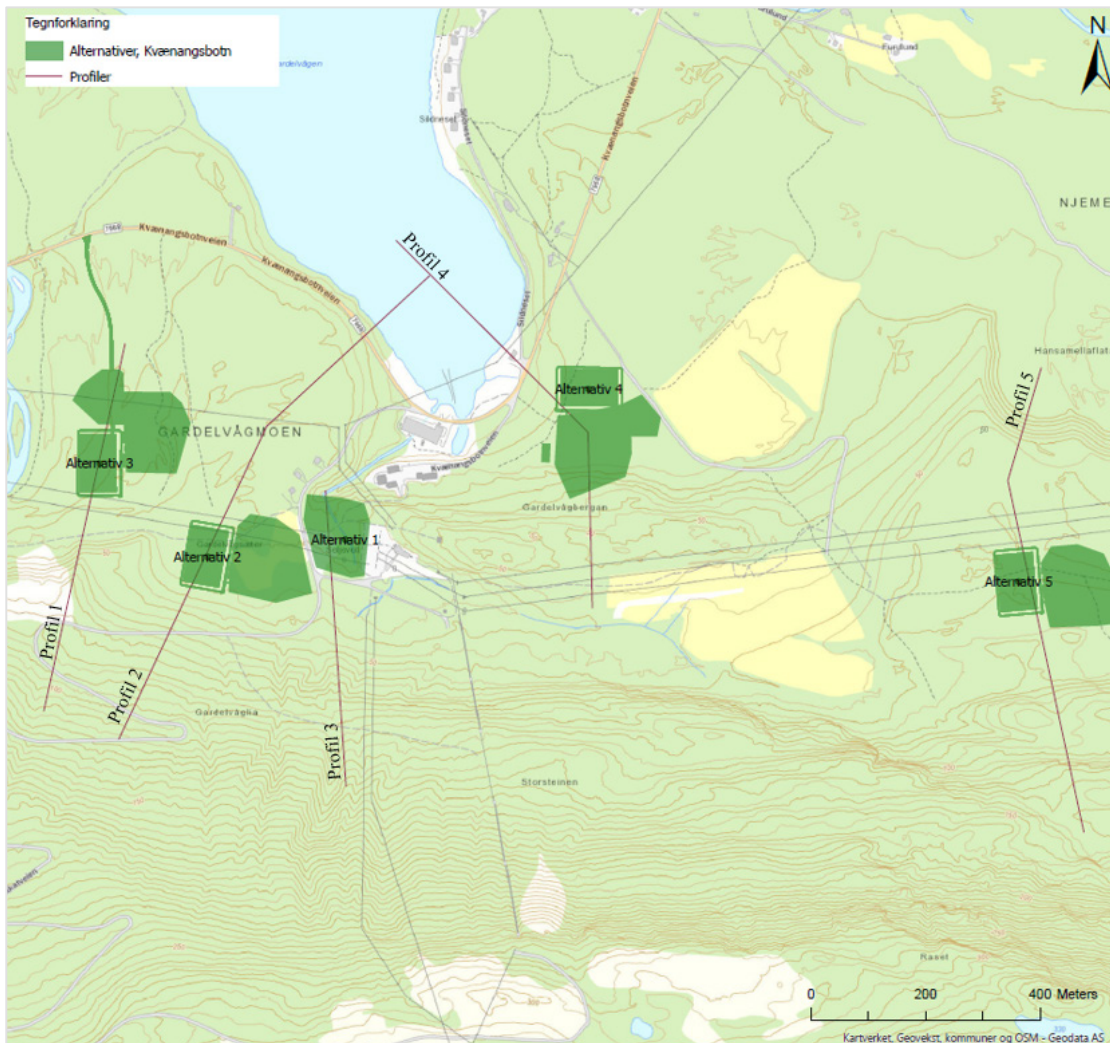
Figur 8-9 Observasjoner av berg i dagen på befaring juni 2022.

## 8.2 Områdestabilitet

Områdestabilitet brukes som samlebegrep for skred i kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper (NVE Veileder 1/2019 (NVE, 2020)). Beskrivelse av regelverk og prosedyre for områdestabilitetsvurderinger er gitt i vedlegg B. Jordarter som defineres som sprøbruddmateriale mister mye av sin styrke (skjærfasthet) ved overbelastning. Sprø oppførsel av slike materialer fører til plutselig kollaps ved brudd. Kvikkleire er et eksempel på jordart med sprøbruddegenskaper, og blir nærmest flytende i omrørt tilstand.

## 8.3 Identifikasjon av kritiske skråninger av betydning for de fem alternativene

For å kunne vurdere fare for områdeskred som kan ramme de 5 alternative plasseringene er 5 profiler tegnet opp (Figur 8-10). Vurdering av fare for områdeskred langs de ulike profilene er beskrevet i påfølgende delkapitler. Profilene er også vist på kart 002. Det ble ikke påvist kvikkleire langs profil 1-4. Det vurderes derfor å ikke være fare for områdeskred i disse områdene (se avsnitt 8.1.1.1-8.1.1.4). Langs profil 5 ble det ikke utført grunnundersøkelser. Man kan dermed ikke avkrefte faren for områdeskred i dette området (se avsnitt 8.1.1.5).



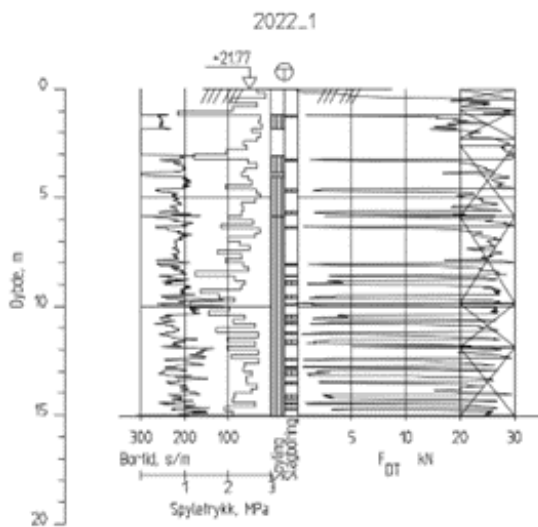
Figur 8-10 Profiler langs kritiske skråninger benyttet til områdestabilitetsvurdering.

### 8.3.1 Profil 1

Profil 1 kan sees på tegning 100. Det er ikke påvist kvikkleire i noen av borpunktene langs profilet, og det vurderes ikke å være fare for områdeskred i dette området.

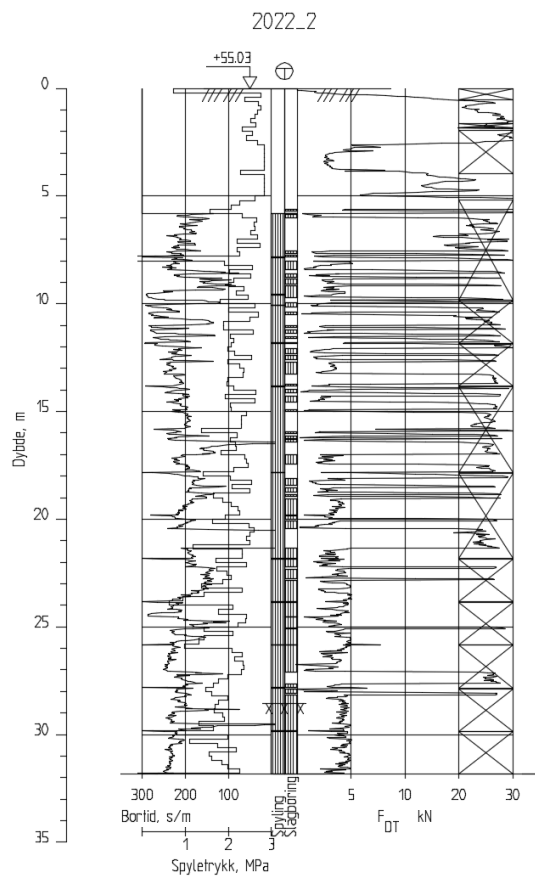
Vurderingen av profil 1 er basert på grunnundersøkelser i følgende borpunkt:

- 2022\_1: Totalsondering. Tolket ikke-kvikk.  
 Som Figur 8-11 Totalsondering fra borpunkt 2022\_1. Figur 8-11 viser er det faste masser gjennom hele det borede intervallet. Disse massene er derfor tolket som ikke-kvikke.



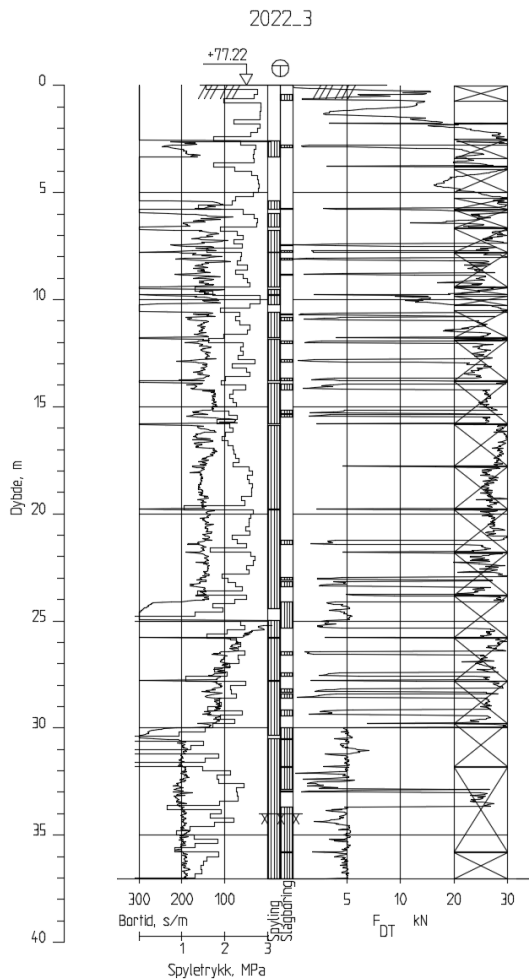
Figur 8-11 Totalsondering fra borpunkt 2022\_1.

- ▣ 2022\_2: Totalsondering. Tolket ikke-kvikk.  
 Som Figur 8-12 viser er det faste masser helt ned til berg. Disse massene er derfor tolket som ikke-kvikke.



Figur 8-12 Totalsondering fra borpunkt 2022\_2.

- 2022\_3: Totalsondering. Tolket ikke-kvikk.  
 Som Figur 8-13 viser er det faste masser gjennom hele det borede intervallet.  
 Disse massene er derfor tolket som ikke-kvikke.



Figur 8-13 Totalsondering fra borpunkt 2022\_3.

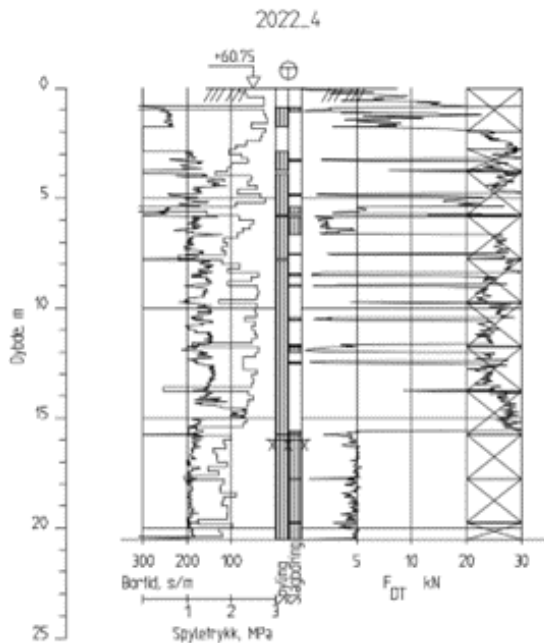
### 8.3.2 Profil 2

Profil 2 kan sees på tegning 101. Det er ikke påvist kvikkleire i noen av borpunktene langs profilet, og det vurderes ikke å være fare for områdeskred i dette området.

Vurderingen av profil 2 er basert på grunnundersøkelser i følgende borpunkt:

- 2022\_4: Totalsondering. Tolket ikke-kvikk.  
 Som Figur 8-14 viser er det faste masser gjennom hele det borede intervallet.  
 Disse massene er derfor tolket som ikke-kvikke.

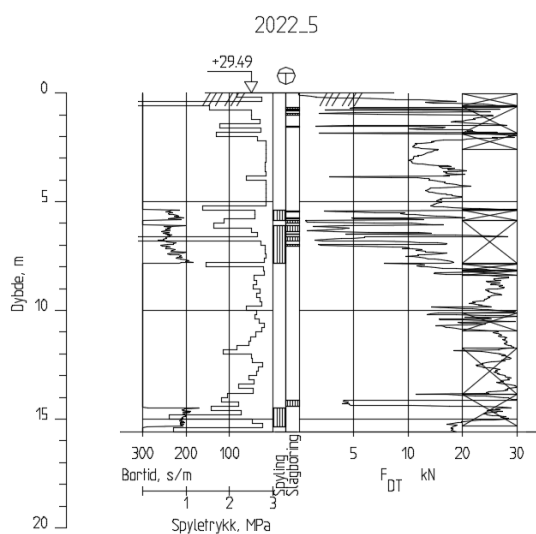




Figur 8-14 Totalsondering fra borpunkt 2022\_4.

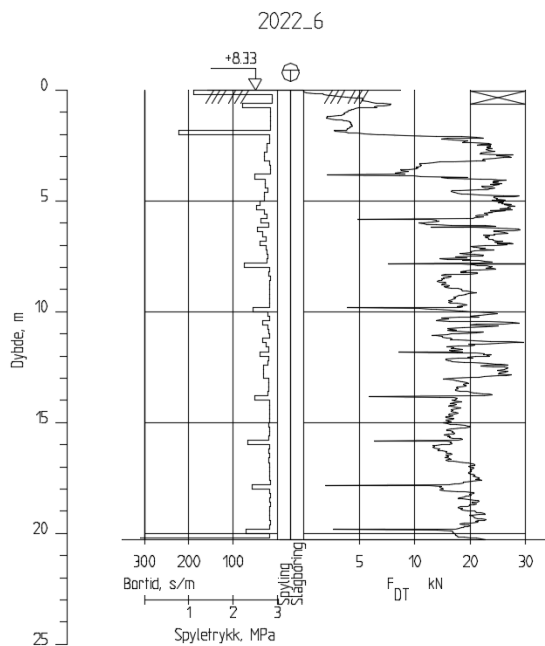
▮ 2022\_5: Totalsondering. Tolket ikke-kvikk.

Som Figur 8-15 viser er det faste masser gjennom nesten hele det borede intervallet. Det ble forsøkt å ta opp en prøve i intervallet mellom 3-5 meter, men massene i toppen var så harde at det ikke var mulig å få opp prøvene. Med bakgrunn i at liknende sonderinger (punkt 2022\_6-2022\_8) ikke viste kvikkleire, tolkes disse massene som ikke-kvikke.



Figur 8-15 Totalsondering fra borpunkt 2022\_5.

- 2022\_6: Totalsondering. Tolket ikke-kvikk.  
 Som man kan se på Figur 8-16 viser sonderingen fra punkt 2022\_6 masser med mindre motstand enn de andre sonderingene i profil 2. Det ble forsøkt utført CPTU i dette borpunktet, men massene var for harde til at man kunne presse CPTU-sonden ned. Dette gjør at sonderingen tolkes som ikke kvikk.



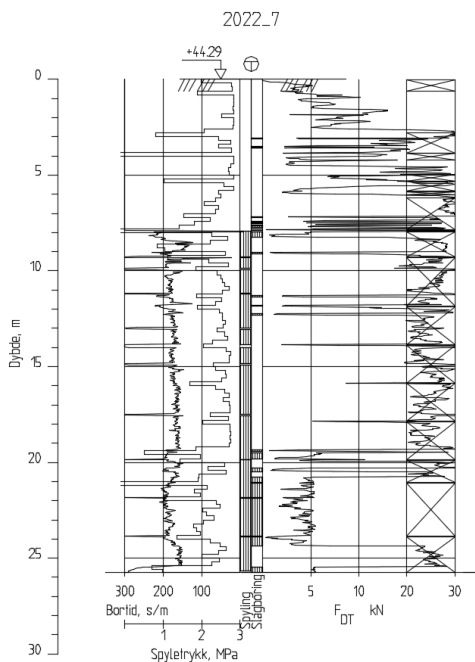
Figur 8-16 Totalsondering fra borpunkt 2022\_6.

### 8.3.3 Profil 3

Profil 3 kan sees på tegning 102. Det er ikke påvist kvikkleire i borpunktet langs profilet, og det vurderes ikke å være fare for områdeskred i dette området. Den øverste delen av profilet ligger over marin grense.

Vurderingen av profil 3 er basert på grunnundersøkelser i følgende borpunkt:

- 2022\_7: Totalsondering. Tolket ikke-kvikk.  
 Som Figur 8-17 viser er det faste masser gjennom hele det borede intervallet. Disse massene er derfor tolket som ikke-kvikke.



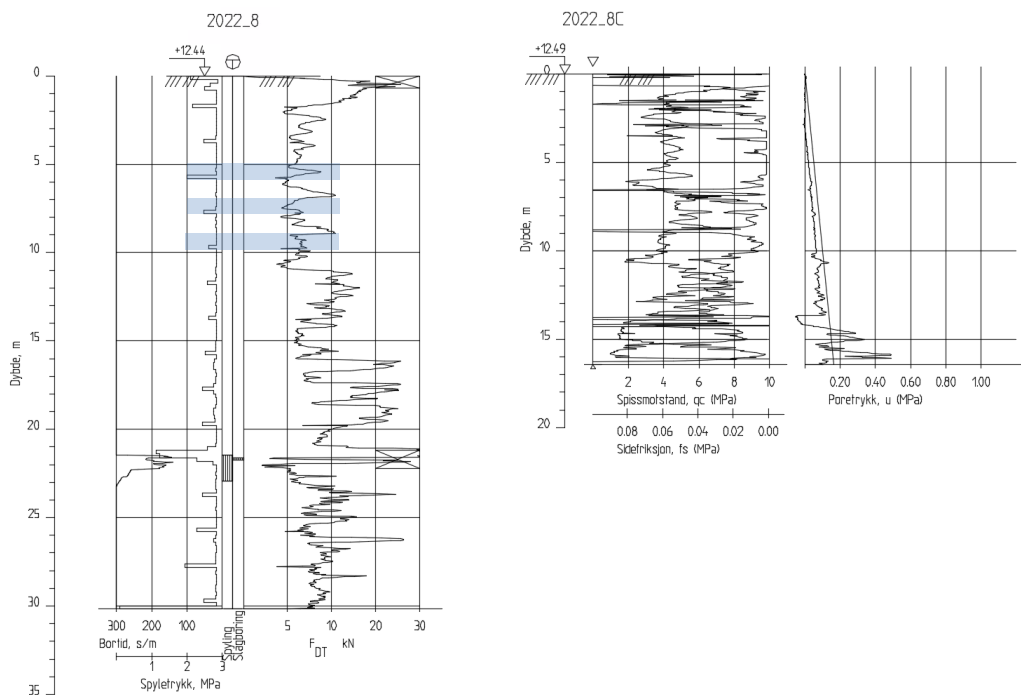
Figur 8-17 Totalsondering fra borpunkt 2022\_7.

### 8.3.4 Profil 4

Profil 4 kan sees på tegning 103. Det er ikke påvist kvikkleire i noen av borpunktene langs profilet, og det vurderes ikke å være fare for områdeskred i dette området. I den sørligste delen av profil 4 er det berg i dagen.

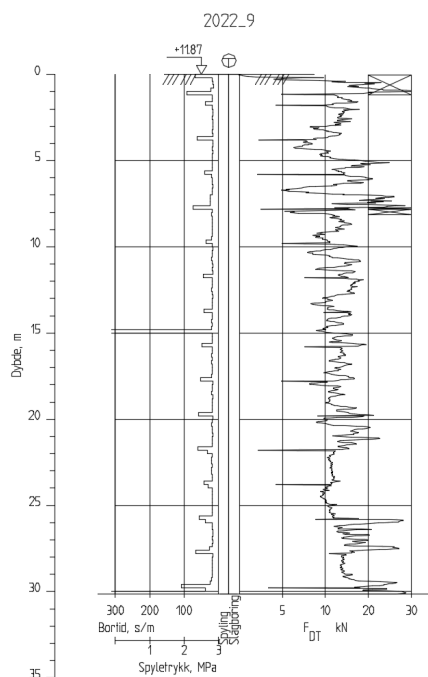
Vurderingen av profil 4 er basert på grunnundersøkelser i følgende borpunkt:

- 2022\_8: Prøver, CPTU og totalsondering. Påvist ikke-kvikk. Sondringen (Figur 8-18) viser lavere motstand enn de andre sonderingene. Det ble derfor utført CPTU-sondering og deretter prøvetaking i dette punktet. CPTU-sonderingen indikerer ikke kvikke masser, og prøver fra 5-6 m, 7-8 m og 9-10 m viser henholdsvis siltig sand, siltig sand og sandig silt. Dette punktet er dermed påvist ikke kvikk.



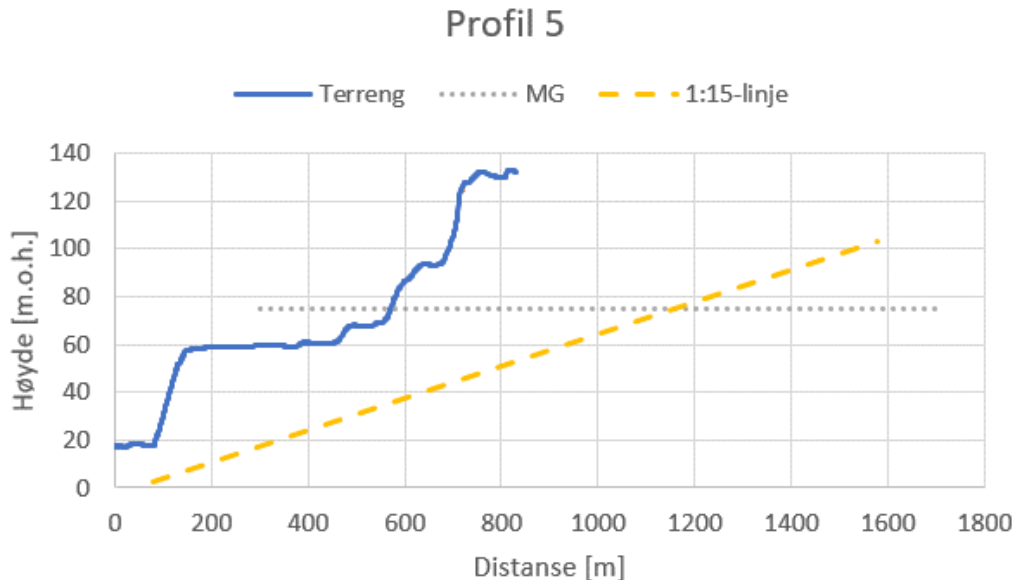
Figur 8-18 Totalsondering og CPTU-sondering fra borpunkt 2022\_8. Prøvedybder er markert i totalsonderingsprofilen.

- 2022\_9: Totalsondering. Tolket ikke-kvikk.  
 Denne sonderingen (Figur 8-19) har likheter med borpunkt 8, men massene har i borpunkt 2022\_9 litt større mostand. Borpunkt 8 er påvist ikke kvikke masser, og dette borpunktet er derfor tolket som ikke-kvikk.



Figur 8-19 Totalsondering fra borpunkt 2022\_9.

### 8.3.5 Profil 5



Figur 8-20 Terreng og 1:15-linje i profil 5. 1:15-linjen har startpunkt  $0,25xH$  under terreng i foten av skråningen. Marin grense er markert som en grå linje. Vær oppmerksom på at høyde- og lengdeskalaen på figuren er forskjellig.

Det er ikke utført totalsonderinger langs profil 5. Grunnen til dette er at Statnett i første omgang ville undersøke grunnen rundt alternativ 2 og 4. Terreng og berg i dagen (observert på befaring av NGI) i området gjør at profil 5 (og alternativ 5) ville havnet i en annen kvikkleiresone enn alternativ 2 og 4 dersom det hadde vært kvikkleire i grunnen. Et potensielt kvikkleireskred langs profil 5 vil derfor ikke påvirke alternativ 2 og 4. Faren for kvikkleireskred ved profil 5 kan ikke avskrives uten at det utføres grunnundersøkelser i dette området.

## 9 Flomvurderinger

### 9.1 Metoder

Sikkerhetsklasse F3 gjelder for flomvurderingene. Dette innebærer at 1000-års gjentakintervall skal brukes til å beregne potensielle flommer.



Figur 9-1 Nedbørsfeltene rundt trafostasjonene. Nedbørsfeltene bruker 1x1m DEM (høydedata.no) som datagrunnlag.

Det er to relativt store elver som renner vest (Aboelva) og øst (Njemenjäikojohka) for trafostasjonene, og en bekk som renner rett under Alternativ 1 og 2 (Figur 9-1). Det ligger ikke avrenningsstasjon i noen av disse elvene, og beregningen av 1000-års flom må derfor baseres på interpolering fra andre stasjoner med lignende nedbørsfelt-egenskaper og/eller modellering.

NVE's aktsomhetsområder for flom (Figur 5-1) er basert på 200-års flom, noe som ikke er tilstrekkelig for sikkerhetsklasse F3. Selv om man bare bruker 200-års flom er tre av de fem områdene der det vurderes å bygge trafostasjonene allerede utsatt for flom, i henhold til Figur 5-1.

Hvordan man gjør flomanalysen er avhengig av størrelsen og egenskapene til nedbørsfeltene, men samme prinsipper følges: først gjøres en hydrologisk vurdering av den

forventet 1000-års flommen som blir input til en hydraulisk modell som brukes til å beregne nivåene vannet når i landskapet.

For de to store nedbørsfeltene i Aboelva (143 km<sup>2</sup>) og Njemenjáikojohka (159 km<sup>2</sup>) kan man ekstrapolere flomverdiene fra avrenningsstasjonen ved Kvænangselv bru (209.3.0) som har et nedbørsfelt på 309 km<sup>2</sup> og som ligger mindre en 5 km unna, nordøst for trafostasjonene. Flomverdiene for 1000-års gjentakstintervall ved Kvænangselv bru beregnes med en flomfrekvensanalyse (FFA), basert på avrenningen ved stasjonen.

FFA er basert på antagelsen om at maksimum årlig avrenning (som man får fra målinger av avrenning) følger en vis sannsynlighetsfordeling. Dette brukes for å tilpasse parameterne til en sannsynlighetsfordeling som brukes til å beregne de forventede flomverdiene for ulike gjentakstintervaller.

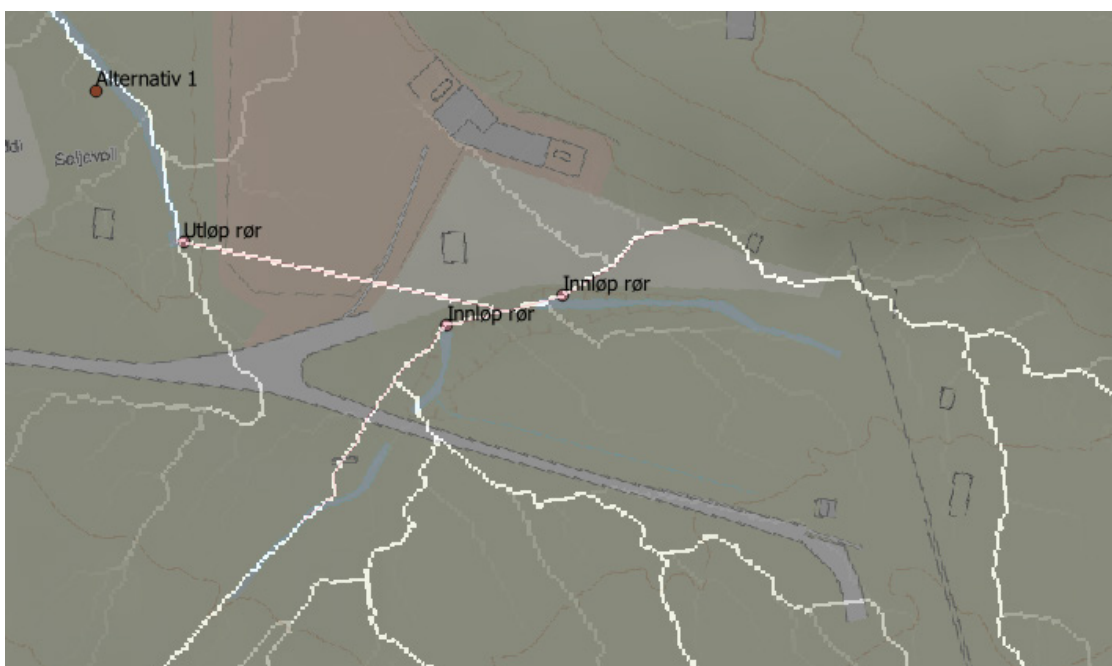
Et annet alternativ er å bruke RFFA metoden (nevina.nve.no). RFFA gir ikke 1000-års flom, men den kan gi tilnærmet 200-års flom med klimapåslag. Man må merke seg at RFFA er ment å gi døgnmiddel for avrenningen, så å beregne kulminasjons-vannføring fra den er usikker. Men det finns ikke noen andre alternativer uten å gjøre en grundigere analyse, noe som ikke er innenfor rammen for denne rapporten.

Når det gjelder FFA i Aboelva, Njemenjáikojohka og Kvænangselv bru, kan man se at alle tre nedbørsfelt har lignende egenskaper (Vedlegg A). Merk at arealene i Vedlegg A delvis er annerledes enn vi har beregnet, det skyldes at vi har benyttet en terrengmodell med mer detaljert høydeoppløsning. Den største forskjellen mellom nedbørsfeltene er at nedbørsfeltet som drenerer ved Kvænangselv bru ikke er regulert, men Aboelva og Njemenjáikojohka er det. Dette er positivt når det kommer til flomfrekvensanalyse (FFA) for Kvænangselv bru, ettersom regulering bidrar til skjevhet i avrennings-data og skaper store usikkerheter i FFA. På den andre siden er det negativt da det i praksis er umulig å si hva de faktiske flomverdiene blir på grunn av regulering i Aboelva og Njemenjáikojohka.

Resultatene som presenteres her tar ikke hensyn til regulering, men regulering kan oftest bidra til en minskning av flommer. På en annen side kan regulering også få flommenstørrelsen til å øke.

For det minste nedbørsfeltet (2 km<sup>2</sup>) er det ikke mulig å ekstrapolere fra Kvænangselv bru, fordi forskjellen i arealene er for stor. Forskjellen er også muligens for stor til å bruke den rasjonale formel. Man kan vurdere å bruke to andre metoder: NIFS og PQRUT. NIFS og PQRUT kan bare brukes for nedbørsfelt som drenerer i elver som er i NVE's Elvenett (ELVIS).

Ettersom elvenettet iblant er basert på automatiske rutiner som definerer det, kan det oppstå feil. Det er sannsynligvis tilfellet i området rundt alternativ 1: elvenettet viser at vannet renner et sted, men i virkeligheten drenerer den i to små bekker som går inn i to rør som kommer ut sammen under stedet der alternativ 1 skal plasseres (Figur 9-2).



Figur 9-2 Rørene (innløp og utløp) ved alternativ 1. De hvite linjene viser vannets vei i henhold til 1x1m terrengmodellen (som har blitt modifisert så den drenerer inn og ut rørene).

Det er mulig å modifisere høydemodell slik at vannet renner der det faktisk gjør i terrenget, men det introduserer mye usikkerhet oppstrøms. Vi har derfor valgt å modifisere terrenget så lite som mulig for å garantere at vannet går i rørene som vises i Figur 9-2.

Dette betyr at vannet ikke drenerer til rett sted i modellen, men der høydemodellen sier at det gjør. Det er mulig å modifisere høydemodellen så vannet renner der man vil det skal drenerer, men det er store usikkerheter i prosedyren: bekkene er veldig små og ved større flommer (og vi bruker en 1000-års flom) er det sannsynlig at vannet kommer ut elveleiene og uansett følger veiene som høydemodellen viser.

En oppsummering av metodene som ble vurdert for de ulike nedbørsfeltene gis i Tabell 2.

Tabell 2 Metodene som ble vurdert for beregning av 1000-års flom. Den metoden som er benyttet til å estimere flommen er gitt med fet skrifttype.

Nedbørsfelt navn	Areal (km <sup>2</sup> )	Metodene
Aboelva	142.51	→Ekstrapolering fra Kvænangselv bru <b>→RFFA (nevina.nve.no)</b>
"Bekken" (uten navn)	2.08	→PQRUT (pqrut.nve.no) <b>→NIFS (nevina.nve.no)</b>
Njemenkájohoka	158.55	→Ekstrapolering fra Kvænangselv bru <b>→RFFA (nevina.nve.no)</b>



Nivåene vannet når i landskapet er beregnet med hjelp av HEC-RAS.

Til slutt, det er ingen bekk som drenerer direkte i området der alternativ 2 skal plasseres og vi kjørte derfor ikke en hydraulisk modell der. Arealet som drenerer inn i området, er definerte av Suoikkatveien som leder vannets vei. Plassering av rørene under veien bestemmer hvor vannet renner nedfor bakken.

Under befaring har vi kartlagt plassering av rørene og viser vannets vei, med og uten rørene.

### 9.1.1 NIFS

Som et resultat av NIFS-prosjektet (Etatsprogrammet Naturfare, Infrastruktur, Flom og Skred) som varte fra 2012-2015, ble det utviklet et nasjonalt formelverk for flomberegning i små uregulerte nedbørfelt (datagrunnlag fra 165 stasjoner med nedbørfelt mindre enn 50 km<sup>2</sup>). Resultatet er to ligninger som beregner middelflom og tilhørende vekstkurve og kulminasjonsvannføring. Middelflommen er gitt ved:

$$Q_M = 18,97Q_N^{0,864} e^{-0,251 \sqrt{A_{SE}}}$$

Hvor  $Q_N$  er nedbørfeltets middelvannføring hentet fra avrenningskartet (1961-90) og  $A_{SE}$  er den effektive sjøprosenten (%).

Videre beregnes vekstkurven ved hjelp av følgende formel:

$$Q_T/Q_M = 1 + 0,308q_N^{-0,137} [\Gamma(1+k) \Gamma(1-k) - (T-1)^{-k}] / k$$

Hvor  $q_N$  er middelvannføring i l/s\*km<sup>2</sup> i perioden 1961-90,  $\Gamma$  er gammafunksjonen,  $T$  er gjentaksintervallet og konstanten  $k$  er gitt ved

$$k = -1 + 2 / [1 + e^{0,391 + 1,54A_{SE}/100}]$$

Resultatet fra beregningene er kulminasjonsvannføring for flom med 1000-års gjentaksintervall.

### 9.1.2 PQRUT

PQRUT er en forenklet nedbør-avløpsmodell som beregner vannføring fra et fastlagt nedbørforløp (NVE, 2021). Grunnlag for nedbør er intensitets-varighetskurve (IVF-kurve) hentet fra Norsk klimaservicesenter (Norsk klimaservicesenter, 2021). Nedbørforløpet er satt sammen med et sentrisk symmetrisk nedbørforløp som dekker felt med nedbørforløp med konsentrasjonstid fra 1 til 24 timer. I et lite nedbørfelt (som for "Bekken") kan man forvente seg at konsentrasjonstid er omtrent 1 time.

Det er ingen IVF stasjon i nærheten av nedbørsfeltene (klimaservicesenter.no) og det anbefales ikke å bruke PQRUT for beregningene pga. usikkerheten i ekstrapolering av

IVF kurvene. Et alternativ er å bruke regionale verdier på IVF kurver, men det finns mye usikkerhet i det (spesielt for områder med lite data), og vi har valgt ikke å bruke metoden.

### 9.1.3 Hydraulisk modellering

For å beregne vannhastigheter og dybde er det gjennomført en hydraulisk modellering av de tre vassdragene: Aboelva, Njemenjáikojohka og "Bekken" som renner under alternativ 1. Øvre grensebetingelse er satt til vannføring ekstrapolert fra Kvænangselv bru stasjon for Aboelva og Njemenjáikojohka, og vannføring fra NIFS metoden for "Bekken".

De beregnede kulminasjonsvannføringene brukes som input til HEC-RAS for å vurdere nivåene vannet når. Vi har brukt en 2D modell med flomverdier som input til å beregne vannstand over landskapet.

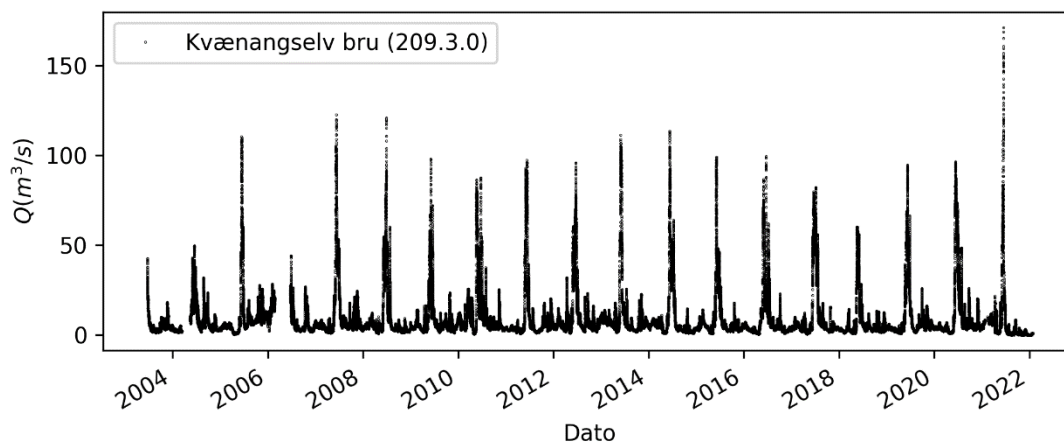
Vi har brukt 2D versjon av HEC-RAS (Brunner, 2016) i Aboelva og "Bekken" for å få en detaljert oversikt av flomarealene. 2D beregninger krever stor datamaskinkapasitet (lang beregningstid), og vi har derfor valgt å bruke en enklere 1D-modell i Njemenjáikojohka som ligger lengst bort fra trafostasjonene bare for å vurdere om flommen kommer i nærheten av dem.

Nedre grensebetingelse i elvene nedstrøms trafostasjonene i alle tre vassdrag er, i mangel av bedre alternativer, satt til normaldyb med en helning på 0,005. Modellering er kjørt i to simuleringstimer for å oppnå tilnærmet stasjonær tilstand.

## 9.2 Resultater

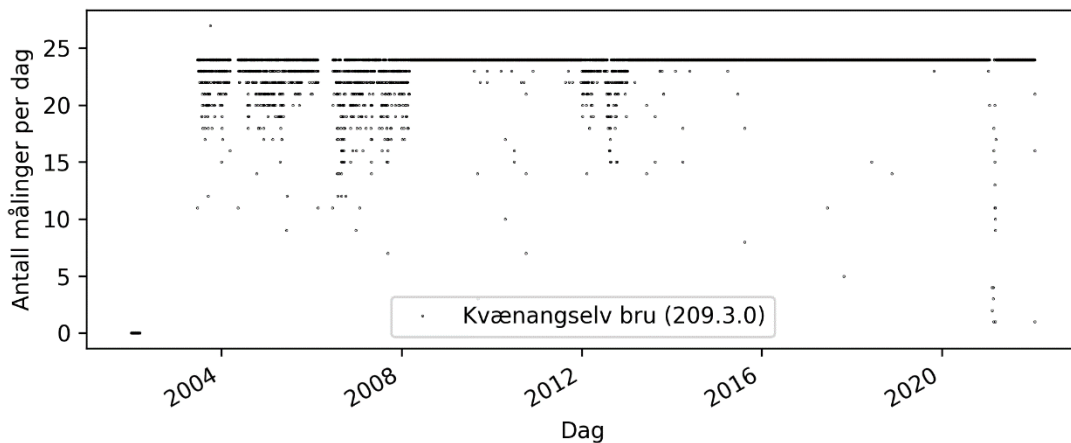
### 9.2.1 Flomfrekvensanalys i Kvænangselv bru

Dataene fra Kvænangselv bru stasjon er hentet fra NVE gjennom deres hydrologiske API (hydapi.nve.no) i februar 2022 (Figur 9-3).

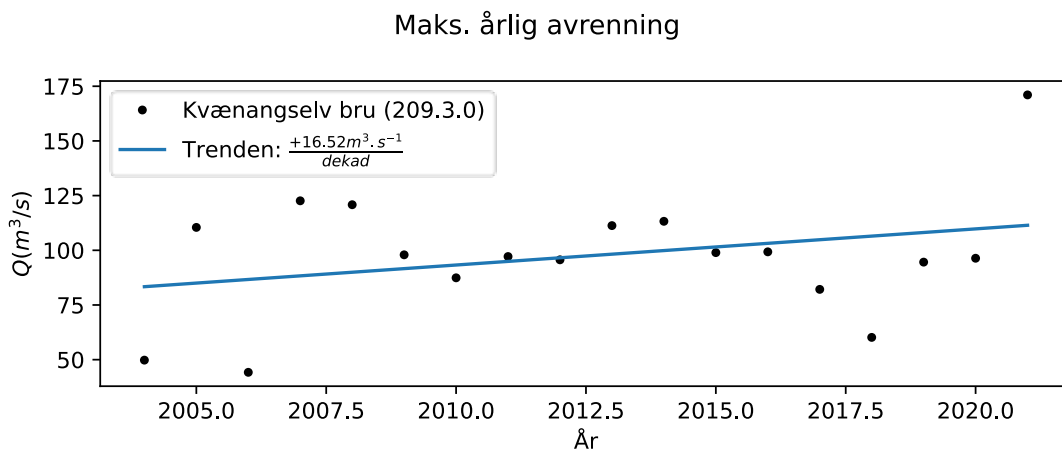


Figur 9-3 Avrenning ved Kvænangselv bru.

Dataene har blitt målt siden 2002 (Figur 9-4) men ingen data ble registrert med time-oppløsning før midten av 2003. FFA bruker tidsserien av høyeste årlig avrenning (Figur 9-5) som brukes til å beregne parameterne i en sannsynlighetsfordeling. Flomverdiene for ulike gjentaksintervall kan etterpå beregnes fra den valgte sannsynlighetsfordeling.



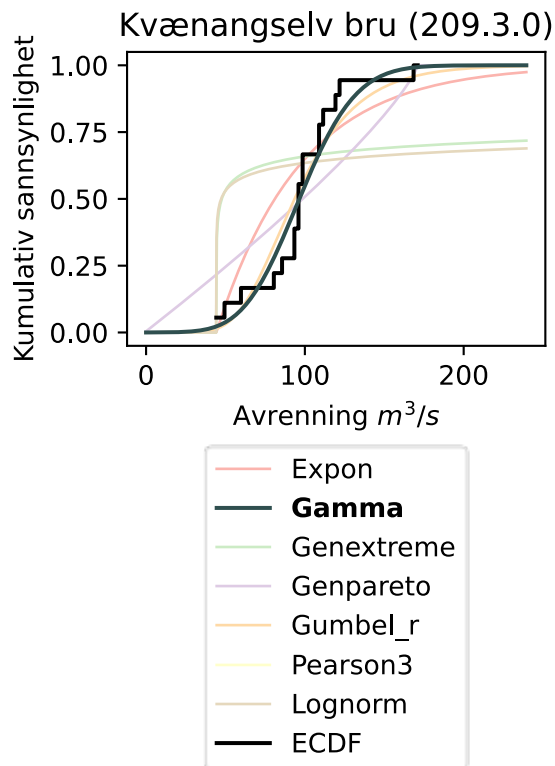
Figur 9-4 Antall målinger per dag ved Kvænangselv bru.



Figur 9-5 Høyeste årlig avrenning og trenden ved Kvænangselv bru.

Mer data (høyeste årlig avrenning) for å tilpasse sannsynlighetsfordeling fører til mindre usikre resultater. Ved Kvænangselv bru har vi valgt å bruke årene med komplette data (2004–2021), dvs. 18 datapunkter. Det er positiv trend i årlig avrenning ved Kvænangselv bru, men den er ikke statistisk signifikant med 95% konfidensintervall.

Vi brukte høyeste årlig avrenning til å kalibrere parameterne av en rekke ofte brukte sannsynlighetsfordelinger, og fant at Gamma sannsynlighetsfordeling passer dataene best (ifølge p-verdi for Kolmogorov-Smirnov test) (Figur 9-6).



Figur 9-6 Best passende sannsynlighetsfordeling ved Kvænangselv bru. ECDF (Empirisk Kumulativ Sannsynlighetsfordeling–sort linje) viser dataene. Den tykkere mørke linjen viser den best passende sannsynlighetsfordelingen. De vurderte sannsynlighetsfordelingene er: Gamma Distribution, Generalized Extreme Distribution, Generalized Pareto Distribution, Gumbel Distribution, Pearson Type III Distribution and Lognormal Distribution.

Fra den tilpassede sannsynlighetsfordelingen kan man beregne at 1000-års flom ved Kvænangselv er på 191,29 m<sup>3</sup>/s, hvilket er basert på de mest sannsynlige estimatene for parameterne i sannsynlighetsfordelingen.

1000-års flom i Aboelva og Njemenjáikojohka ble beregnet ved å skalere iht. nedbørsfeltarealer. Det blir:

$$\begin{aligned} \text{Aboelva: } & 191 \times (143 / 309) = \mathbf{88 \text{ m}^3/\text{s}} \\ \text{Njemenjáikojohka} & = 191 \times (159 / 309) = \mathbf{98 \text{ m}^3/\text{s}} \end{aligned}$$

Hvis man bruker resultater fra NEVINA er 1000-års flom (200-års flom + klimapåslag) **154 m<sup>3</sup>/s** i Aboelva. NEVINA gir ikke noen usikkerhetsintervall for 200-års flom med klimapåslag, men for referanse ligger NEVINAs usikkerhetsintervall for 1000-års flom mellom 70 og 244 m<sup>3</sup>/s (Vedlegg A).

Det er en stor forskjell i beregnede flomverdier fra ekstrapolering fra Kvænangselv bru til Aboelva (88 m<sup>3</sup>/s) og NEVINAs RFFA metode (154 m<sup>3</sup>/s). Vi velger å bruke den

største av de to verdiene pga. usikkerhetene i ekstrapolering fra FFA for Kvænangselv bru, og fordi  $88 \text{ m}^3$  faktisk er mindre enn 200-års flommen beregnet med hjelpen av NEVINA.

Dette er et konservativt valg, ettersom det også er mange kilder til usikkerhet i RFFA-metoden.

### 9.2.2 NIFS

NVE har et webbasert verktøy (nevina.nve.no) som gir kulminasjonsvannføringer. I "Bekken" (Vedlegg A) blir 1000-årsflom  $3,4 \text{ m}^3/\text{s}$ , med et usikkerhetsintervall mellom  $1,7$  til  $6,8 \text{ m}^3/\text{s}$ .

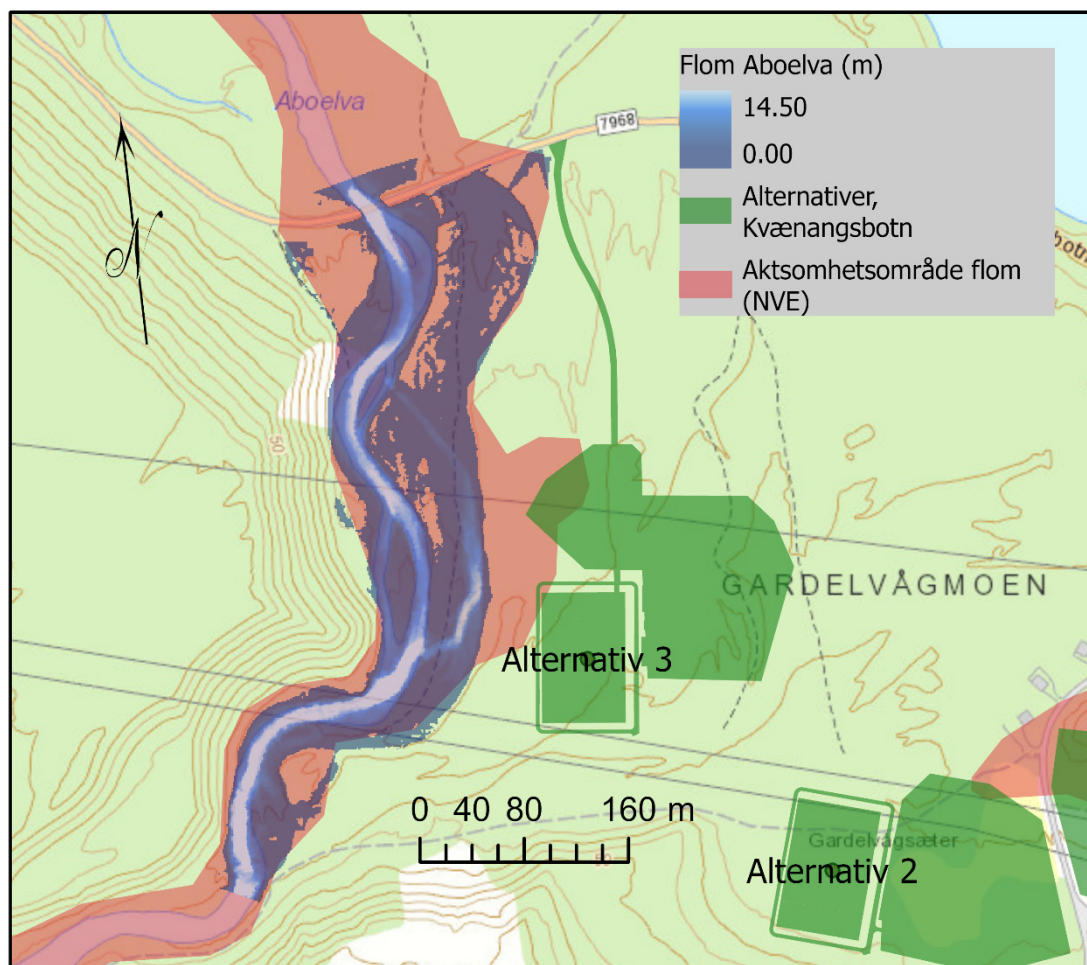
Det var ikke mulig å bruke NVEs verktøy for nedbørfeltene som drenerer i rørene (da det ikke er noen elv der ifølge NVEs elvenett) og vi har derfor valgt å skalere resultatene som vises i Vedlegg A iht. arealene til de respektive nedbørsfeltene.

Ettersom nedbørsfeltene som drenerer har arealer på  $0.9$  og  $2.0 \text{ km}^2$  og den i NEVINA er  $2.07 \text{ km}^2$ , blir 1000-års flommen som kommer in i rørene henholdsvis  $3,3 \text{ m}^3/\text{s}$  og  $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Forskjellen mellom arealene i NEVINA og de som beregnes her kan skyldes ulike oppløsninger i terrengmodellene som brukes til å beregne nedbørsfeltene (NVE bruker en  $10 \times 10 \text{ m}$  modell, men vi brukte en  $1 \times 1 \text{ m}$  modell).

### 9.2.3 Flomesonen i Aboelva.

Områdene som nås under en 1000-års flom er vist i Figur 9-7. Flommen kommer som nærmest ca.  $30 \text{ m}$  unna Alternativ 3.

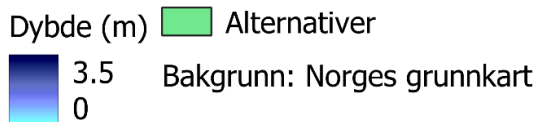
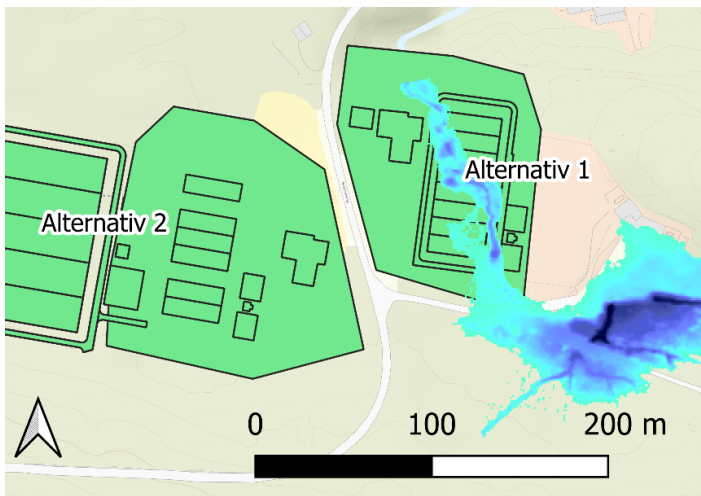
Det er verdt å notere at den beregnede 1000-års flommen dekker et område som er mindre enn NVE's flomaktsonhetsområde (Figur 9-7). Årsaken til dette kan være at vi bruker en høyoppløst ( $1 \times 1 \text{ m}$ ) høydemodell som er bedre til å identifisere de hindringene som dirigerer flommens vei.



Figur 9-7 Vanndybde for en 1000-års flom (blå skala) i Aboelva. NVE flomaktsomhetområde (200-års flom) i rødt.

### 9.2.4 Flomesonen i "Bekken"

Områdene som nås under en 1000-års flom vises i Figur 9-8. Vi brukte "Shallow wave equations (ELM)" som solver i HECRAS i beregningene.



Figur 9-8 Vanndybde for en 1000-års flom i "Bekken" (blå skala). NVE flomaktsonhetsområde (200-års flom) i rødt.

Som for modelleringen i Aboelva er det verdt å notere at den beregnede 1000-års flommen dekker et område som er mindre enn NVE's flomaktsonhetsområde (Figur 9-8). Årsaken til dette kan være at vi bruker en høyoppløst (1×1m) høydemodell som er bedre til å identifisere de hindringene som dirigerer flommens vei, spesielt i bratte områder.

I virkeligheten er det to 80 cm rør som drenerer noe av vannet som renner under alternativ 1 og som går ut sammen i en 80 cm rør som, på nåværende tidspunkt, er rett der alternativ 1 skal ligge.

Vi vet ikke den nøyaktige posisjonen til rørene, men om man antar rett rør med 6 % gradient og 97 m lengde, er den maksimale flom som kan dreneres 4.0 m<sup>3</sup>/s (se vedlagt rapport av beregningene som gjennomføres med Hy-8) hvilket er mindre enn den totale flom som drenerer i rørene (3.5+1.5 = 4.8 m<sup>3</sup>/s) for en 1000-års flom.

Vi har derfor valg å ikke bruke rørene i modelleringen, da de ikke fungerer under en slik flomstørrelse.

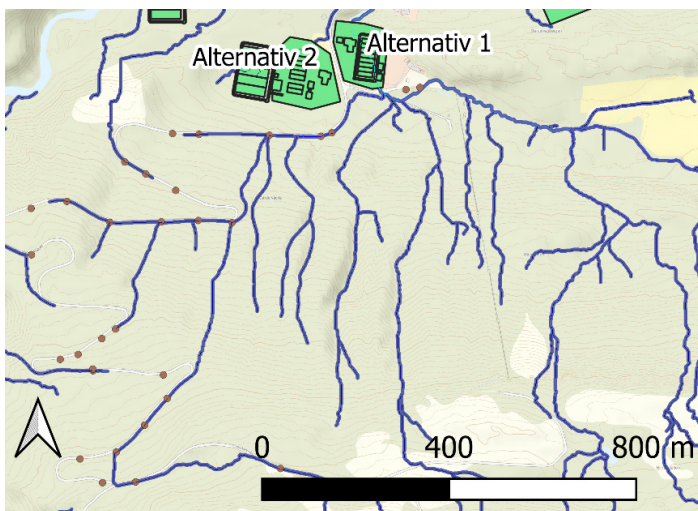
Det er bare Alternativ 1 som blir påvirket av flommer i "Bekken".

### 9.2.5 Flomesonen i Njemenkájohoka

Selv under de største flommer kommer det ikke vann i nærheten av noen av alternativene.

### 9.2.6 Overvann i skråningen ovenfor alternativ 2

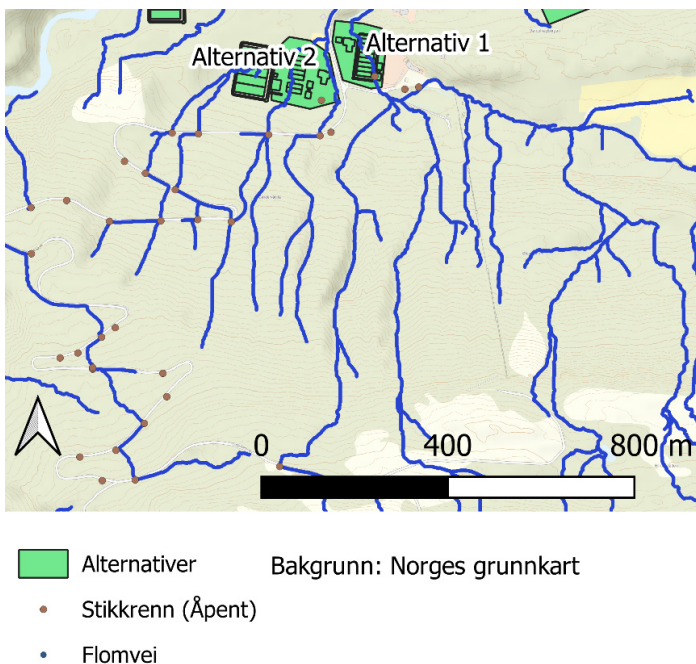
Når stikkrennene ikke inkluderes i beregningen av flomveiene, blir Suoikktaveien en hindring som dirigerer det meste av vannet mot alternativ 1 (Figur 9-9). Men om stikkrennene er åpne dirigeres det meste av vannet mot alternativ 2 (Figur 9-10). I FFA beregninger for FFA, antok vi at alle stikkrennene var åpne og brukte flomveiene som vises i Figur 9-10.



- Alternativer
  - Stikkrenn (stengt)
  - Flomvei
- Bakgrunn: Norges grunnkart

Figur 9-9 Flomveier uten stikkrenner.





Figur 9-10 Flomveier med stikkrenner.

### 9.3 Oppsummering av flomanalysene

Ifølge de hydrauliske vurderingene vi har gjort er det bare Alternativ 1 som er utsatt for flom. Vannet kommer veldig nært veien ved Alternativ 3, men pga. usikkerhet i beregningene kan Alternativ 3 også være utsatt for 1000-års flom.

Flomstørrelsen ved alternativ 1 er avhengig av dreneringen i Suokktaveien, vi antar i våre beregninger at alle stikkrenner er åpne. Det er ingen bekk i nærheten av alternativ 2, det er et relativt flatt område det vannet kan akkumuleres og det anbefales å vurdere om grunnvannstand kan være et problem for trafostasjonen.

Uavhengig av valg for alternativ 1 og 2 kan mengden vann som dirigeres mot dem reguleres ved å plassere stikkrennene i Suokktaveien på strategiske punkter som leder vannet bort.

Det er også verdt å notere at alternativ 1 plasseres rett ovenpå bratt område der en bekk renner, og det kommer til å trenge vedlikehold for å sikre at dreneringen fungerer. Rørene som ligger der nå er ikke store nok til å håndtere en 1000-års flom, og må derfor bli "redesignet".

Det er store usikkerheter i beregningen av 1000-års flom fordi elvene er regulert. Det finnes ikke data for å gjøre en robust statistisk analyse.

Vi har tatt noen forenklete antagelser for de hydrauliske beregningene. Vi har brukt Manning's (n) nummer på 0,06 over hele arealet vi kjørte modellen. Det kan være et optimistisk valg.

En antagelse til er at det ikke er noen oppstuvningseffekt i elvene når de renner ut i fjorden. Vi anser at området, der vi gjorde beregninger, ligger høyt nok relativt til fjorden slik at oppstuvning ikke blir et problem.

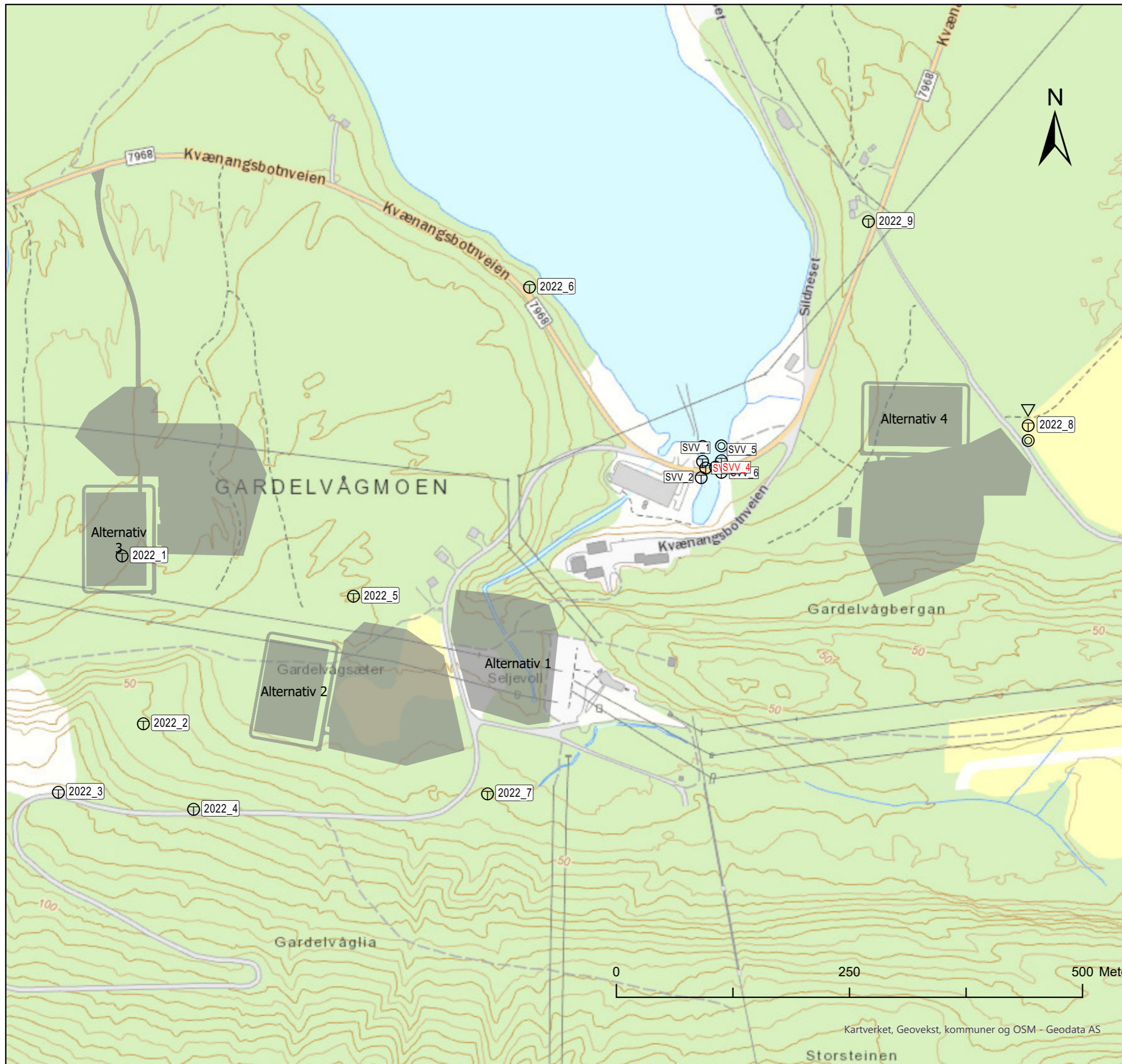
Lokal vannhåndtering (drenering) vil bli nødvendig for alle alternativene, og kan være utfordrende pga. relativt bratt terreng.

Kort oppsummert er våre vurderinger som følger:

- Alternativ 1: utsatt for flom. Bekken må settes i rør som er større enn de som er der nå, om den ikke skal omdirigeres. Mengden av vann som kommer i området kan reguleres med inngrep i Suokktaveien.
- Alternativ 2: Relativt flatt areal. Mengden av vann som kommer i området er avhengig av drenering i Suokktaveien. Grunnvannivå kan potensielt være et problem.
- Alternativ 3: Ikke direkte utsatt for flom i våre beregninger. Men det er større usikkerheter i beregningene av 1000- års flom (som kan forverres av klimaendringer).
- Alternativ 4 og 5: Ikke direkte utsatt for flom. Likevel er det anbefalt å måle grunnvannsnivå i alle alternativer om det anses som en fare for trafostasjonene.

## 10 Referanser

- Brunner, G. (2016). *HEC-RAS River Analysis System Hydraulic Reference Manual Version 5.0*. Davis, CA: Hydrologic Engineering Centre.
- DIBK. (2010). *Saksforskriften (SAK10)*. Hentet fra <https://dibk.no/byggeregler/sak/>.
- DIBK. (2017). *Byggteknisk forskrift (TEK17)*. Hentet fra <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/>
- GeoNord AS. (2022). *22189-DATA-01: Datarapport for grunnundersøkelser. Kvænangsbotn, Kvænangen kommune.* .
- Hanssen-Bauer, I. F. (2015). *Klima i Norge 2100. Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. NCCS report no. 2/2015*.
- Lussana, C. T. (2016). *seNorge v2.0: an observational gridded dataset of temperature for Norway. MET-report 14/2016*.
- NGI. (2011). *20091762-00-1-R rev. 01: Kvikkleirekartlegging - Kartblad Alta. Risiko for kvikkleireskred 1. juni 2011*.
- Norsk klimaservicesenter. (2021). *Norsk Klimaservicesenter*. Hentet fra <https://klimaservicesenter.no/>
- Norsk Standard. (2016). *NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016: Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Almene regler*.
- NVE. (2020). *NVE Ekstern rapport nr. 9/2020: Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred - metodebeskrivelse*.
- NVE. (2020). *NVE veileder 1/2019: Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper*.
- NVE. (2021). *PQRUT- flommodell*. Hentet fra <https://www.nve.no/vann-og-vassdrag/vannets-kretslop/analysemetoder-og-modeller/pqrut-flommodell/>.
- Saloranta, T. (2014). *New version (v.1.1.1) of the seNorge snow model and snow maps for Norway. NVE Report 06/2014*.
- Skred AS. (2020). *FOU 80607 - RAMMS:: Debris Flow for beregning av jordskred. NVE ekstern rapport (20/2020)*.
- Standard Norge. (2016). *NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016: Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner*.
- Statens vegvesen. (2008). *Fv 367 Hp 01 Karvik XE6 - Sekkemo XE6, Ny bru i Kvænangsbotn*.



### Tegnforklaring

Alternativer, Kvænangsbotten

### Metode

- ▽ Cpt
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøve

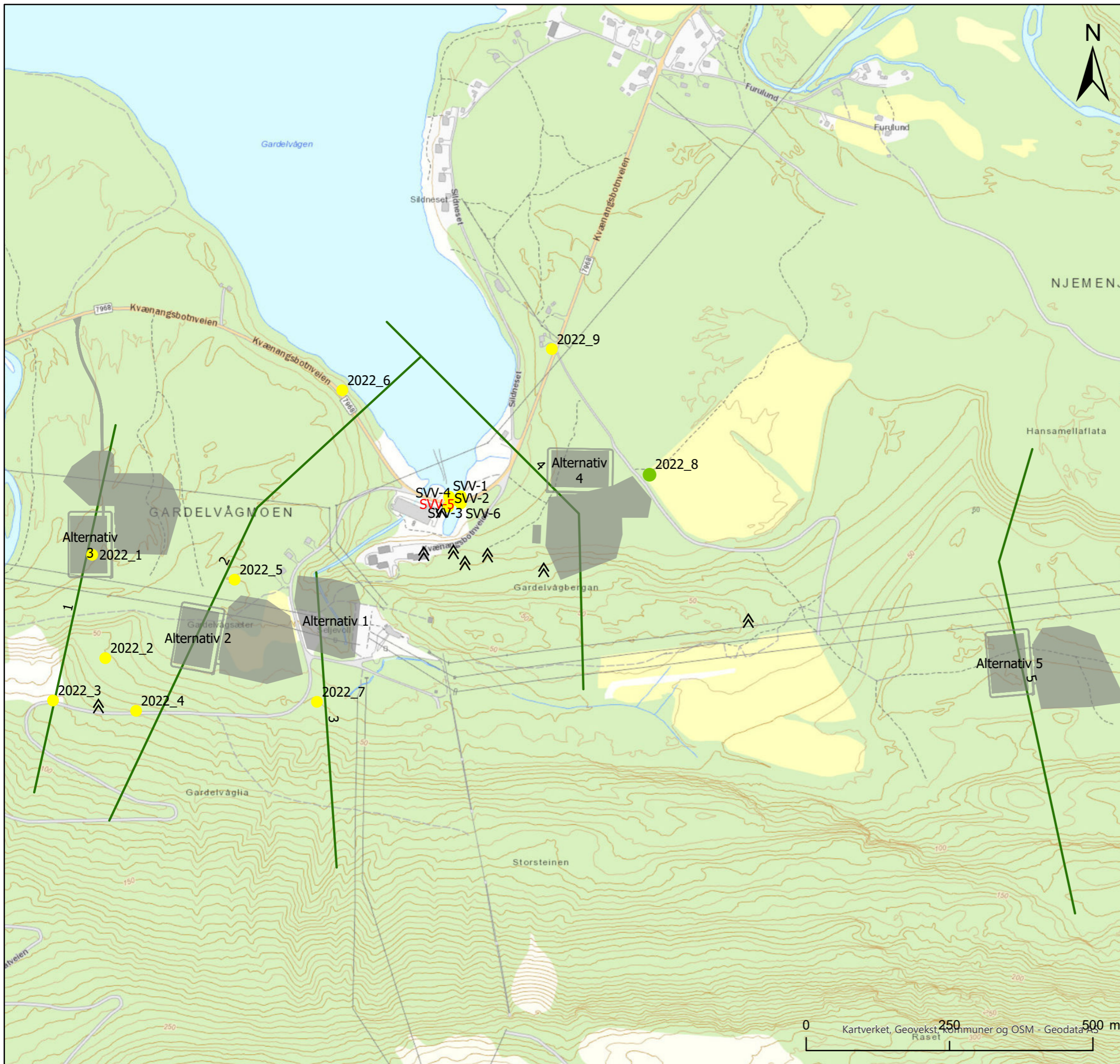
### Statnett SF

Vurdering av naturfare og grunnforhold, Kvænangsbotten  
Borplan

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-09-06	SGO	BGK	VK
Original format og målestokk		Kartprojeksjon	
A4 1:4 000		ETRS 1989 UTM Zone 33N	
Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20220229	20220229-01-R	001	1

**NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT**  
 Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO  
 Sognsveien 72  
 Tlf: 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48  
 www.ngi.no





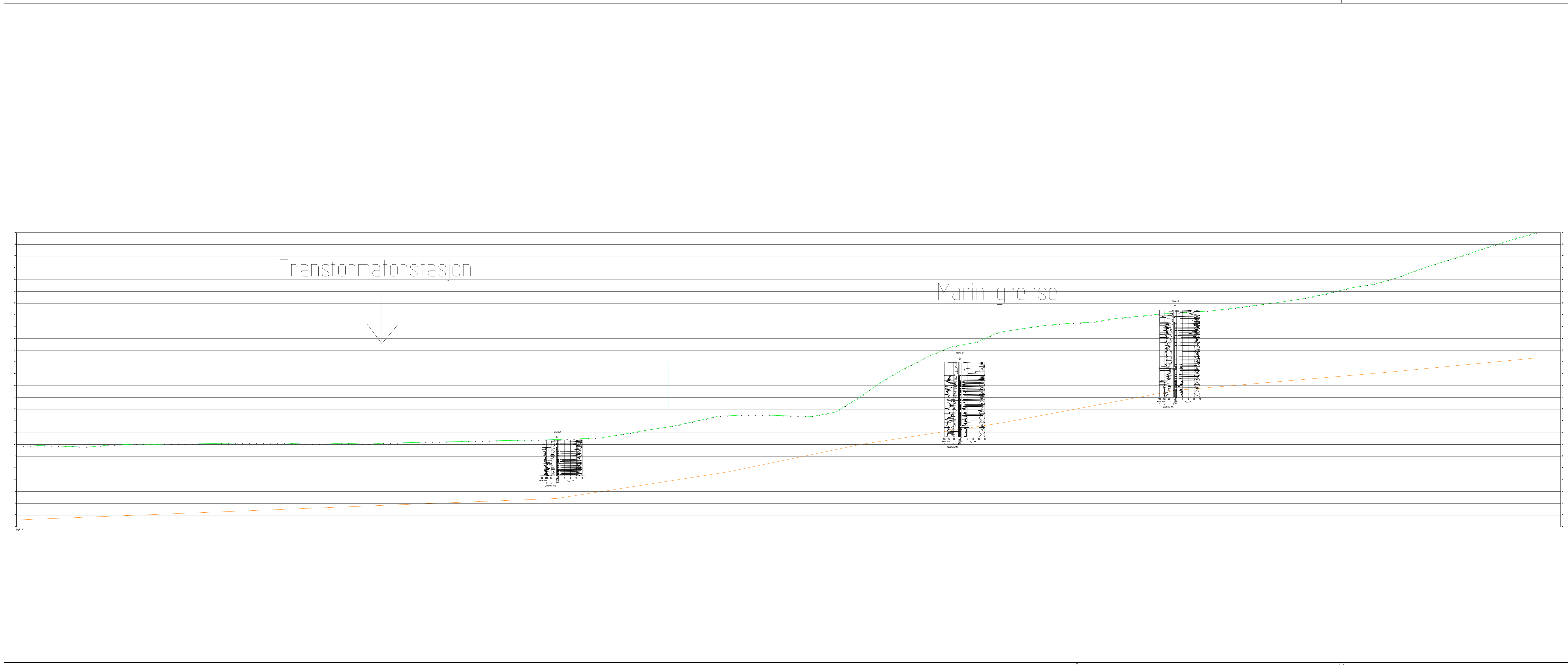
Tegnforklaring

- Profiler
- Alternativer, Kvænangsbotn
- Antatt\_ikkekvikk
- Påvist\_ikke\_kvikk
- ▲ Berg i dagen

**Statnett**  
**Vurdering av naturfare og grunnforhold, Kvænangsbotn**  
 Profiler, tolkning av grunnundersøkelser og berg i dagen

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-08-22	SGO	BGK	VK
Original format og målestokk		Kartprojeksjon	
A4 1:6 500		ETRS 1989 UTM Zone 33N	
Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20220229	20220229-01-R	002	1

**NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT**  
 Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO  
 Sognsveien 72  
 Tlf: 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48  
 www.ngi.no

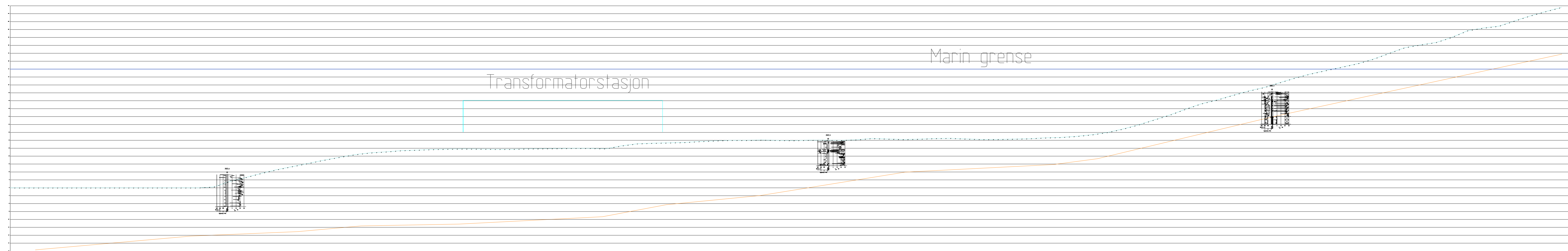


- FORKLARINGER:
- Marin grense
  - Transformatorstasjon
  - Antatt bergforløp

Tegningstittel: Profil 1	Tegningsnr.: 100	Rev.: 0
-----------------------------	---------------------	------------

1	Ufærdig	11.09.2022	SGO	BGK	VK
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Transformatorstasjon i Kvænangsbotn Områdestabilisering		Original format A2.0		Status	
Antatt bergoverflate Profil 1		1:700		Tegningens tittel Profil 1	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lillelvi Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato Oppdragsnr.: 20220229	Konstr./Tegnet SGO Tegningsnr.: 100	Kontrollert BGK	Godkjent VK Rev.: 1



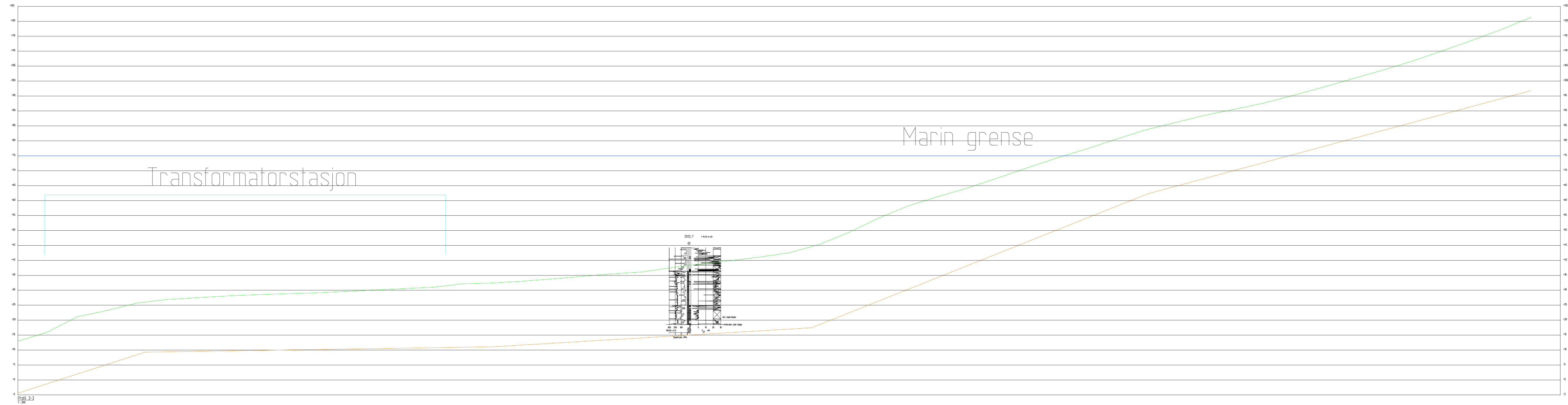


FORKLARINGER:

- Marin grense
- Transformatorstasjon
- Antatt bergforløp

Tegningstittel:	Tegningsnr.:	Rev.:
Profil 2	100	0

1	Utført	11.09.2022	SGO	BGK	VK
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Transformatorstasjon i Kvængsbøln Områdestabilisering		Original format A2.0		Tegningens tittel Profil 2.dwg	
Antatt bergoverflate Profil 2		11100			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lillevik Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato Oppdragsnr.	Konstr./Tegnet SGO	Kontrollert BGK	Godkjent VK
		20220229	101		1



- FORKLARINGER:
- Marin grense
  - Transformatorstasjon
  - Antatt bergforløp

Tegningstittel:	Tegningsnr.:	Rev.:
102	Profil 3	0

1	Ufærdig	18.08.2022	SGO	BGK	VK
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Transformatorstasjon i Kvængsbøln Områdestabilisering	Status	Original format A2.0		
	Antatt bergoverflate Profil 3	Tegningens tittel	1600		
		Profilnavn	1600		
		Målestokk	1600		
			<b>NGI</b>		
	NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lillevik Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		18.08.2022	SGO	BGK	VK
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20220229	102	1	

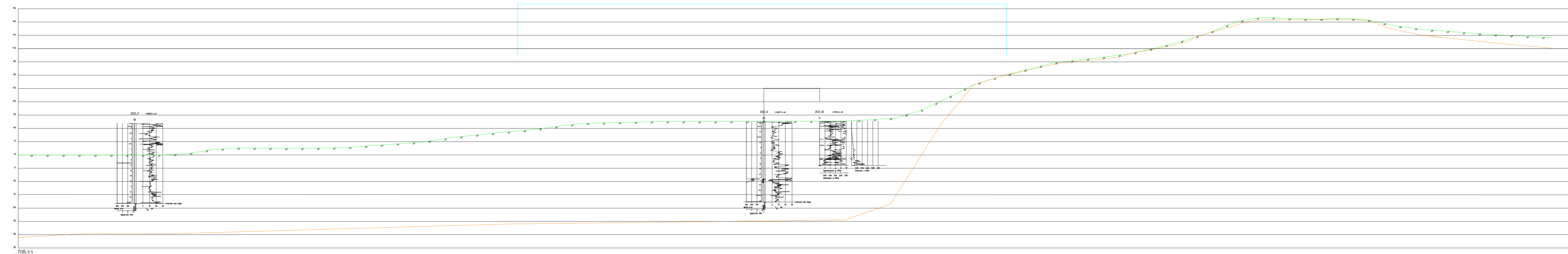


FORKLARINGER:

- Marin grense
- Transformatorstasjon
- Antatt bergforløp

Tegningstittel: Profil 4	Tegningsnr.: 103	Rev.: 0
-----------------------------	---------------------	------------

## Transformatorstasjon



1 Ufarbeidet	18.08.2022	SGO	BGK	VK
Rev. Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Transformatorstasjon i Kvenangsbotn Områdestabilisering				Status Original format A2.0 Tegningens tittel Profil 4.dwg Skala 1:700
Antatt bergoverflate Profil 4				<b>NGI</b>
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Lillelvi Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato Oppdragsnr. 20220229	Konstr./Tegnet SGO Tegningsnr. 103	Kontrollert BGK Rev. 1

# Vedlegg A

REGIONAL FLOMBEREGNINGER FRA  
NEVINA



# Regional flomberegning

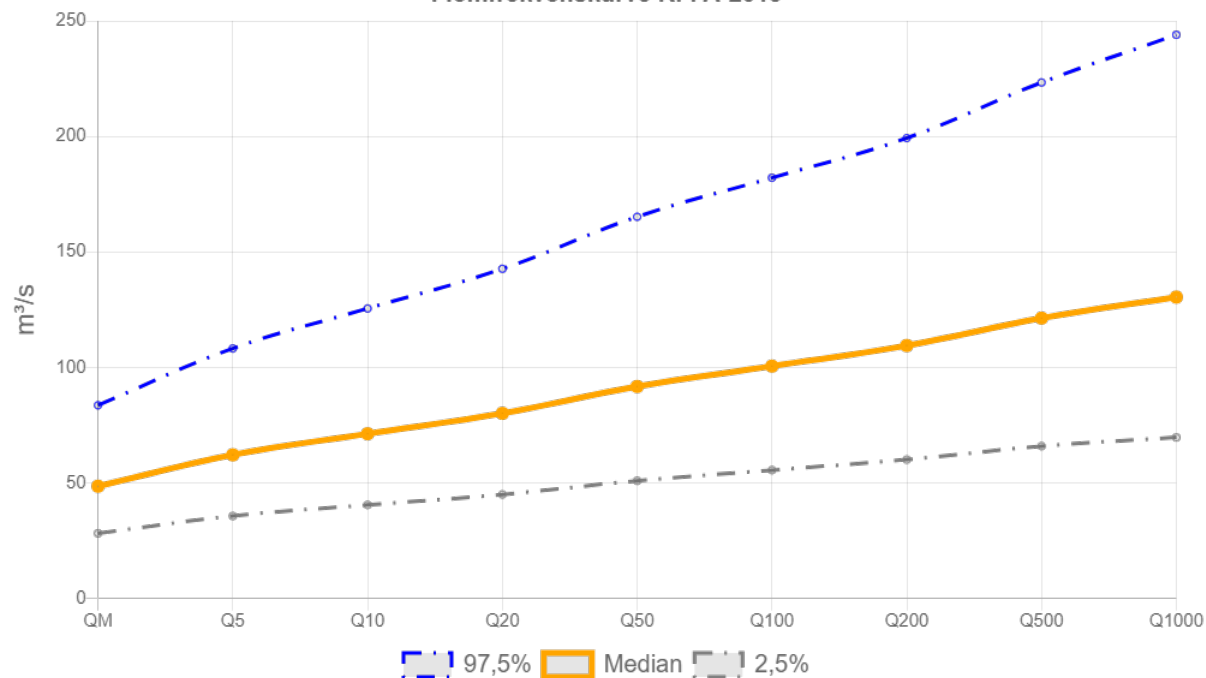
Vassdragsnr.: 209.4A10  
 Kommune.: Kvæningen  
 Fylke.: Troms og Finnmark  
 Vassdrag.: Abojohka  
 Nedbørfeltareal: 127 km<sup>2</sup>

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km<sup>2</sup>, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se [www.klimaservicesenter.no](http://www.klimaservicesenter.no)).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.

Flomfrekvenskurve RFFA-2018



## RFFA-2018

Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	383	l/s*km <sup>2</sup>
Klimapåslag	40	%
Kulminasjonsfaktor	1.09	-

## NIFS-2015

Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	-	l/s*km <sup>2</sup>
Klimapåslag	-	%

## Annet

Tilløpsflom	Nei	-
-------------	-----	---

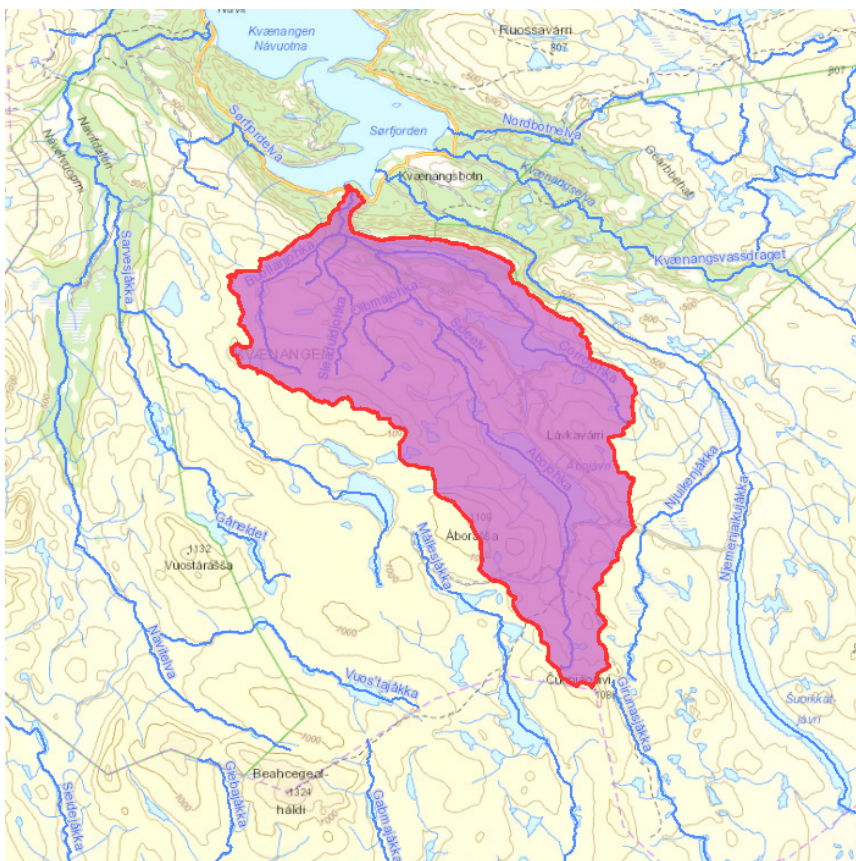
## RFFA-2018 (døgnmiddel)

	Q <sub>M</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>20</sub>	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>	Q <sub>200</sub>	Q <sub>500</sub>	Q <sub>1000</sub>	Q <sub>200-klima</sub>
Flomfrekvensfaktor (Q <sub>T</sub> / Q <sub>M</sub> )	1	1.28	1.47	1.65	1.89	2.07	2.25	2.50	2.68	-
Flomverdier, m <sup>3</sup> /s	48.6	62.2	71.3	80.2	91.8	101	110	121	130	153
Flom usikkerhet (97,5%), m <sup>3</sup> /s	83.7	108	126	143	165	182	199	223	244	-
Flom usikkerhet (2,5%), m <sup>3</sup> /s	28.3	35.8	40.5	45.0	51.0	55.6	60.2	66.0	69.8	-

## NIFS (kulminasjon)

Ikke beregnet pga. areal større enn 60km <sup>2</sup>										
Flomfrekvensfaktor (Q <sub>T</sub> / Q <sub>M</sub> )										
Flomverdier, m <sup>3</sup> /s										
Flom usikkerhet (97,5%), m <sup>3</sup> /s										
Flom usikkerhet (2,5%), m <sup>3</sup> /s										

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.



Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

### Feltparametere

Areal (A)	127	km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (A <sub>SE</sub> )	2.18	%
Elvleengde uten sjø (E <sub>TL,net</sub> )	147.3	km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	36.6	m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> (E <sub>G,1085</sub> )	29.6	m/km
Helning	9.4	°
Dreneringstetthet (D <sub>T</sub> )	1.5	km <sup>-1</sup>
Feltlengde (F <sub>L</sub> )	20.8	km

### Arealklasse

Bre (A <sub>BRE</sub> )	0	%
Dyrket mark (A <sub>JORD</sub> )	0	%
Myr (A <sub>MYR</sub> )	0.3	%
Leire (A <sub>LEIRE</sub> )	0	%
Skog (A <sub>SKOG</sub> )	5.2	%
Sjø (A <sub>SJO</sub> )	10.7	%
Snaufjell (A <sub>SF</sub> )	82.1	%
Urban (A <sub>U</sub> )	0	%
Uklassifisert areal (A <sub>REST</sub> )	1.7	%

### Hypsografisk kurve

Høyde <sub>MIN</sub>	3	m
Høyde <sub>10</sub>	456	m
Høyde <sub>25</sub>	644.5	m
Høyde <sub>50</sub>	750	m
Høyde <sub>75</sub>	858	m
Høyde <sub>MAX</sub>	1108	m

### Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q <sub>N</sub> )	36.4	l/s*km <sup>2</sup>
Nedbør juni	34	mm
Nedbør juli	60	mm
Regn og snøsmelting mai	194	mm
Regn og snøsmelting juni	121	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	79	mm
Regn og snøsmelting november	4	mm
Temperatur februar	-14.3	°C
Temperatur mars	-12.0	°C

# Regional flomberegning

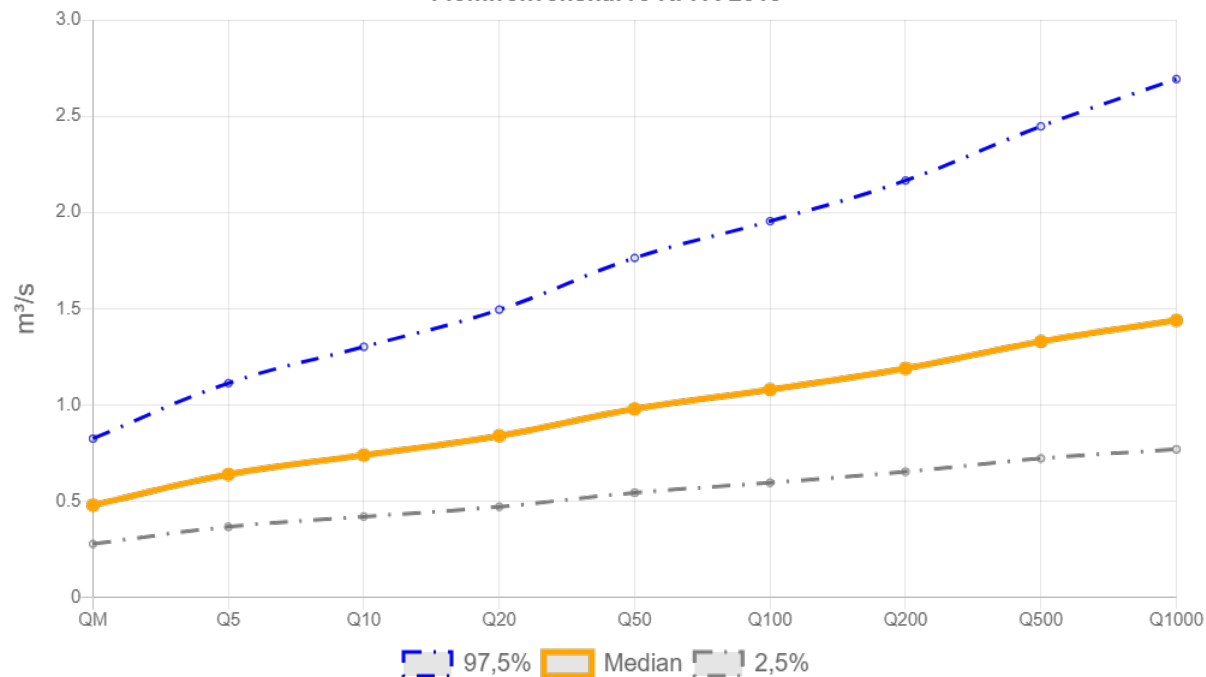
Vassdragsnr.: 209.51  
 Kommune.: Kvæningen  
 Fylke.: Troms og Finnmark  
 Vassdrag.: KYSTFELT  
 Nedbørfeltareal: 2.07 km<sup>2</sup>

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km<sup>2</sup>, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se [www.klimaservicesenter.no](http://www.klimaservicesenter.no)).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.

Flomfrekvenskurve RFFA-2018



## RFFA-2018

Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	232	l/s*km <sup>2</sup>
Klimapåslag	40	%
Kulminasjonsfaktor	1.82	-

## NIFS-2015

Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	406	l/s*km <sup>2</sup>
Klimapåslag	40	%

## Annet

Tilløpsflom	Nei	-
-------------	-----	---

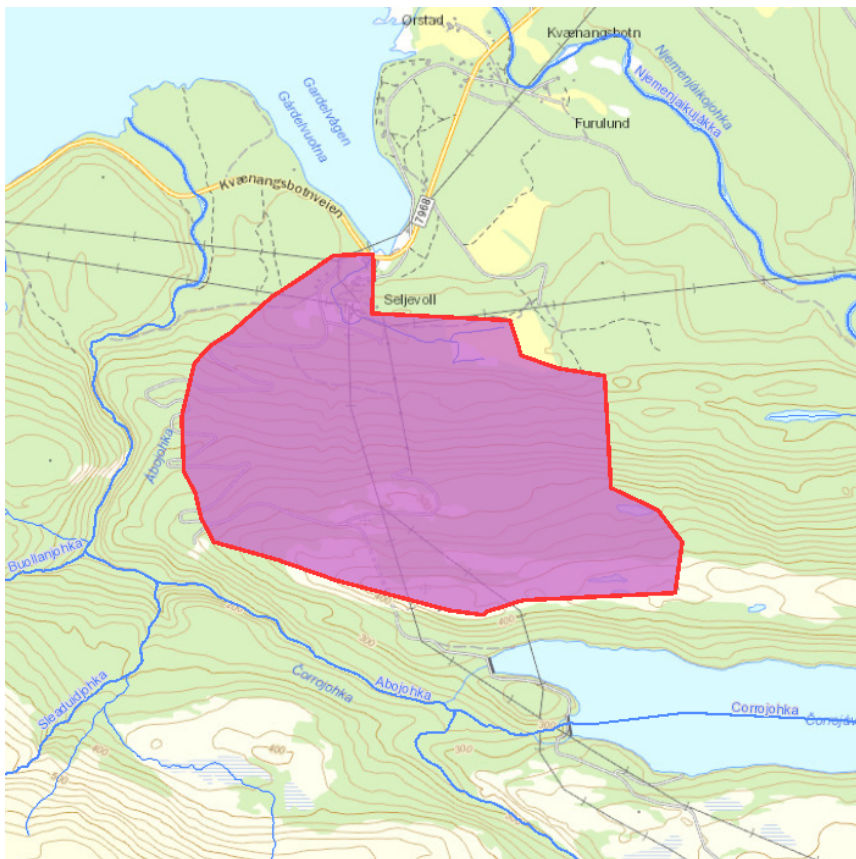
## RFFA-2018 (døgnmiddel)

	Q <sub>M</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>20</sub>	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>	Q <sub>200</sub>	Q <sub>500</sub>	Q <sub>1000</sub>	Q <sub>200-klima</sub>
Flomfrekvensfaktor (Q <sub>T</sub> /Q <sub>M</sub> )	1	1.33	1.54	1.75	2.04	2.25	2.48	2.77	3	-
Flomverdier, m <sup>3</sup> /s	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.7
Flom usikkerhet (97,5%), m <sup>3</sup> /s	0.8	1.1	1.3	1.5	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	-
Flom usikkerhet (2,5%), m <sup>3</sup> /s	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	-

## NIFS (kulminasjon)

	Q <sub>M</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>20</sub>	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>	Q <sub>200</sub>	Q <sub>500</sub>	Q <sub>1000</sub>	Q <sub>200-klima</sub>
Flomfrekvensfaktor (Q <sub>T</sub> /Q <sub>M</sub> )	1	1.27	1.52	1.79	2.18	2.52	2.92	3.52	4.06	-
Flomverdier, m <sup>3</sup> /s	0.8	1.1	1.3	1.5	1.8	2.1	2.5	3.0	3.4	3.4
Flom usikkerhet (97,5%), m <sup>3</sup> /s	1.5	1.9	2.4	2.8	3.6	4.2	4.9	5.9	6.8	-
Flom usikkerhet (2,5%), m <sup>3</sup> /s	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.2	1.5	1.7	-

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.



Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

### Feltparametere

Areal (A)	2.07	km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (A <sub>SE</sub> )	0.01	%
Elvleengde uten sjø (E <sub>TL,net</sub> )	1.4	km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	32.9	m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> (E <sub>G,1085</sub> )	34.8	m/km
Helning	17.5	°
Dreneringstetthet (D <sub>T</sub> )	0.7	km <sup>-1</sup>
Feltlengde (F <sub>L</sub> )	1.9	km

### Arealklasse

Bre (A <sub>BRE</sub> )	0	%
Dyrket mark (A <sub>JORD</sub> )	2.3	%
Myr (A <sub>MYR</sub> )	0	%
Leire (A <sub>LEIRE</sub> )	0	%
Skog (A <sub>SKOG</sub> )	81.7	%
Sjø (A <sub>SJO</sub> )	0.3	%
Snaufjell (A <sub>SF</sub> )	6.9	%
Urban (A <sub>U</sub> )	0	%
Uklassifisert areal (A <sub>REST</sub> )	9.0	%

### Hypsografisk kurve

Høyde <sub>MIN</sub>	24	m
Høyde <sub>10</sub>	60	m
Høyde <sub>25</sub>	108	m
Høyde <sub>50</sub>	218	m
Høyde <sub>75</sub>	325	m
Høyde <sub>MAX</sub>	443	m

### Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q <sub>N</sub> )	13.5	l/s*km <sup>2</sup>
Nedbør juni	34	mm
Nedbør juli	62	mm
Regn og snøsmelting mai	165	mm
Regn og snøsmelting juni	47	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	69	mm
Regn og snøsmelting november	17	mm
Temperatur februar	-10.2	°C
Temperatur mars	-8.1	°C

# Regional flomberegning

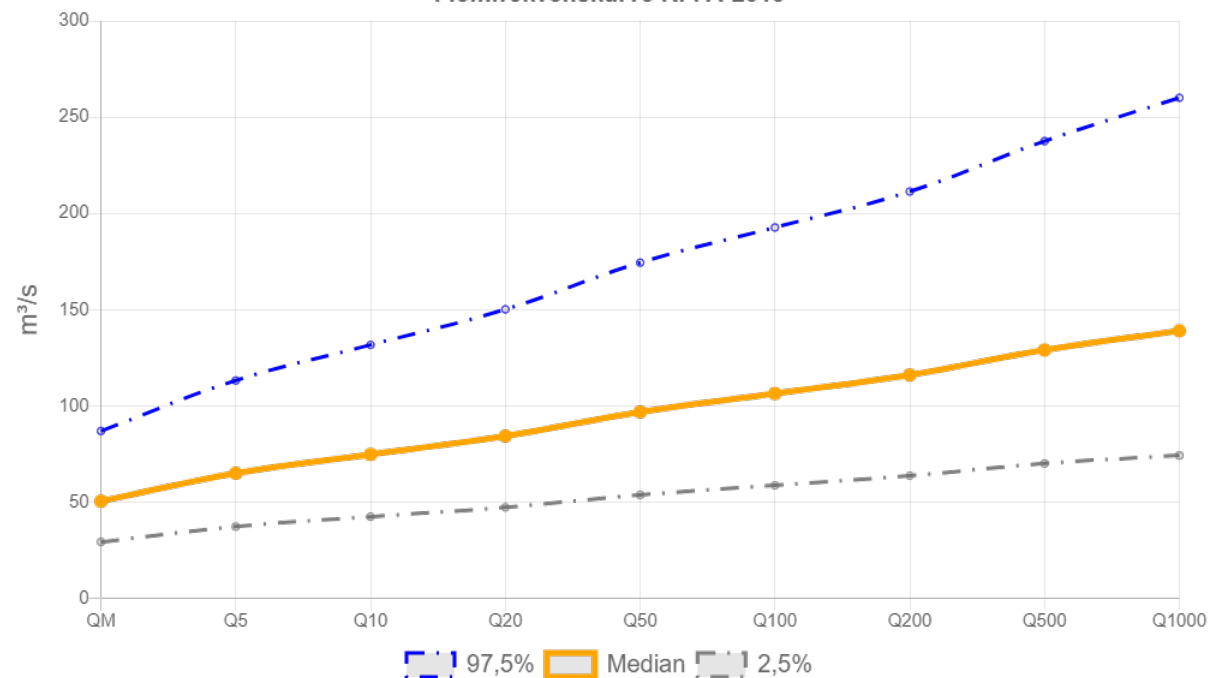
Vassdragsnr.: 209.5A2  
 Kommune.: Kvæningen  
 Fylke.: Troms og Finnmark  
 Vassdrag.: Njemenjaikujåkka  
 Nedbørfeltareal: 181 km<sup>2</sup>

Flomestimer er beregnet basert på «Regional flomfrekvensanalyse (RFFA-2018)». Om nedbørfeltet er mindre enn 60 km<sup>2</sup>, er det alternativt beregnet kulminasjonsflommer basert på NIFS-formelverk (2015).

Anbefalinger om klimapåslag er gitt i NVE rapport nr. 81-2016 og klimaprofiler for fylker (se [www.klimaservicesenter.no](http://www.klimaservicesenter.no)).

Hvordan bruke resultatene fra rapporten, se her.

Flomfrekvenskurve RFFA-2018



## RFFA-2018

Tidsoppløsning	Døgn	-
Indeksflom (QM): Medianflom	280	l/s*km <sup>2</sup>
Klimapåslag	40	%
Kulminasjonsfaktor	1.12	-

## NIFS-2015

Tidsoppløsning	Kulminasjon	-
Indeksflom (QM): Middelflom	-	l/s*km <sup>2</sup>
Klimapåslag	-	%

## Annet

Tilløpsflom	Nei	-
-------------	-----	---

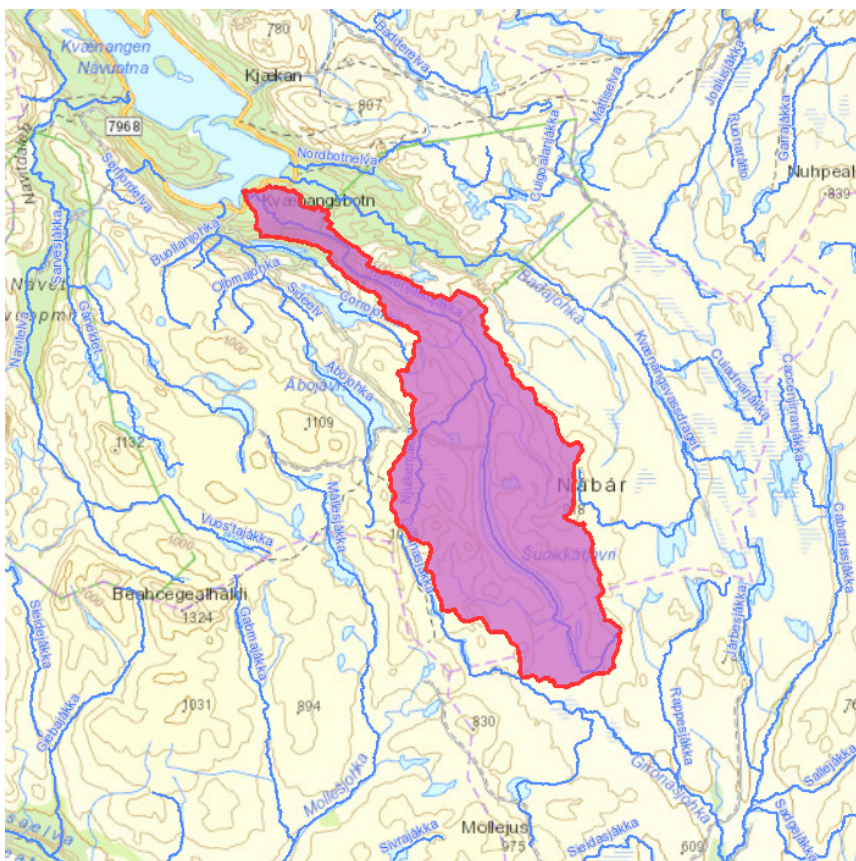
## RFFA-2018 (døgnmiddel)

	Q <sub>M</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>20</sub>	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>	Q <sub>200</sub>	Q <sub>500</sub>	Q <sub>1000</sub>	Q <sub>200-klima</sub>
Flomfrekvensfaktor (Q <sub>T</sub> /Q <sub>M</sub> )	1	1.29	1.48	1.67	1.92	2.10	2.29	2.55	2.75	-
Flomverdier, m <sup>3</sup> /s	50.6	65.1	74.9	84.4	96.9	106	116	129	139	163
Flom usikkerhet (97,5%), m <sup>3</sup> /s	87.0	113	132	150	174	193	211	238	260	-
Flom usikkerhet (2,5%), m <sup>3</sup> /s	29.4	37.4	42.5	47.4	53.8	58.8	63.8	70.2	74.4	-

## NIFS (kulminasjon)

Ikke beregnet pga. areal større enn 60km <sup>2</sup>										
Flomfrekvensfaktor (Q <sub>T</sub> /Q <sub>M</sub> )										
Flomverdier, m <sup>3</sup> /s										
Flom usikkerhet (97,5%), m <sup>3</sup> /s										
Flom usikkerhet (2,5%), m <sup>3</sup> /s										

Flomverdier er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres. Verdiene kan ikke benyttes direkte, men må sammenlignes med andre metoder, sammenligningsstasjoner og/eller egne data.



Nedbørfeltgrenser og feltparametere er automatisk generert og kan inneholde feil. Resultatene må kvalitetssikres.

### Feltparametere

Areal (A)	181	km <sup>2</sup>
Effektiv sjø (A <sub>SE</sub> )	0.93	%
Elvleengde uten sjø (E <sub>TL,net</sub> )	195.2	km
Elvegradient (E <sub>G</sub> )	16.2	m/km
Elvegradient <sub>1085</sub> (E <sub>G,1085</sub> )	14.1	m/km
Helning	8.6	°
Dreneringstetthet (D <sub>T</sub> )	1.4	km <sup>-1</sup>
Feltlengde (F <sub>L</sub> )	33.5	km

### Arealklasse

Bre (A <sub>BRE</sub> )	0	%
Dyrket mark (A <sub>JORD</sub> )	0.0	%
Myr (A <sub>MYR</sub> )	1.3	%
Leire (A <sub>LEIRE</sub> )	0	%
Skog (A <sub>SKOG</sub> )	6.3	%
Sjø (A <sub>SJO</sub> )	7.2	%
Snaufjell (A <sub>SF</sub> )	83.3	%
Urban (A <sub>U</sub> )	0	%
Uklassifisert areal (A <sub>REST</sub> )	1.9	%

### Hypsografisk kurve

Høyde <sub>MIN</sub>	1	m
Høyde <sub>10</sub>	441	m
Høyde <sub>25</sub>	541	m
Høyde <sub>50</sub>	628	m
Høyde <sub>75</sub>	722.5	m
Høyde <sub>MAX</sub>	1033	m

### Klima- /hydrologiske parametere

Avrenning 1961-90 (Q <sub>N</sub> )	26.7	l/s*km <sup>2</sup>
Nedbør juni	34	mm
Nedbør juli	61	mm
Regn og snøsmelting mai	181	mm
Regn og snøsmelting juni	85	mm
Regn og snøsmelting årlig 4d	73	mm
Regn og snøsmelting november	4	mm
Temperatur februar	-14.1	°C
Temperatur mars	-11.6	°C



# Vedlegg B

## OMRÅDESTABILITETSVURDERING – REGELVERK OG PROSEDYRE

### Innhold

<b>B1 Områdestabilitetsvurderinger</b>	<b>2</b>
B1.1 Regelverk og prosedyrer	2
<b>B2 Referanser</b>	<b>7</b>

## B1 Områdestabilitetsvurderinger

### B1.1 Regelverk og prosedyrer

#### B1.1.1 Geoteknisk kategori og pålitelighetsklasse (CC/RC)

Planlagte tiltak bør plasseres i tiltaksklasse 2 iht. §9-4 i Byggesaksforskriften (SAK10) (DIBK, 2010), da det er vurdert at tiltaket har middels kompleksitet og vanskelighetsgrad, og at mangler eller feil kan føre til middels konsekvenser for helse, miljø og sikkerhet.

Det er utført grunnundersøkelser i området, og det er ikke påvist kvikkleire i grunnen (GeoNord AS, 2022). Tiltaket plasseres derfor i geoteknisk kategori 2 iht. pkt. 2.1 i NS-EN 1997-1 (Norsk Standard, 2016). I henhold til tabell NA.A1 (901) i NS-EN 1990 (Standard Norge, 2016), plasseres prosjektet i konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC) 2. Dette medfører iht. tabell NA.A1 (902) i samme standard at prosjektet plasseres i prosjektkontrollklasse PKK2, som innebærer at prosjektering skal gjennom egenkontroll, kollegakontroll og utvidet (uavhengig) kontroll. Det presiseres at det først er krav om utvidet kontroll når prosjektet når prosjekteringsfasen, og at det dermed ut fra regelverket ikke er behov for å utføre utvidet kontroll av foreliggende rapport.

#### B1.1.2 Sikkerhet mot naturpåkjenninger iht. TEK17 kapittel 7

Transformatorstasjonen gis tillatelse etter konsesjon jfr. Energiloven. Tiltak etter Pbl i områder med kvikkleire skal følge krav i henhold til TEK17 (DIBK, 2017). For skred og flom vil en vurdere frekvenser for skred tilsvarende for klassesystemet i TEK17 (DIBK. (2017)). Ved geoteknisk prosjektering av anlegg vil Eurokode 7 komme til anvendelse.

##### B1.1.2.1 Områdestabilitet (kvikkleireskredfare)

I prinsippet gjelder samme sikkerhetskrav for kvikkleireskred som for andre skredtyper, men siden årlig sannsynlighet for kvikkleireskred ikke kan fastsettes (fordi de er engangshendelser i et og samme område), er sikkerhetskravene formulert på en annen måte i TEK17; dvs. ved materialfaktorer og tiltakskategorier. Tiltakskategoriene er definert ut fra type byggverk/tiltak og hvor stor konsekvens et kvikkleireskred vil ha for liv, helse og økonomiske verdier (Tabell 1-1).

Det vil ikke oppholde seg mange mennesker av gangen ved transformatorstasjonen, men skade på anlegget kan likevel ha store konsekvenser, ettersom det kan føre til at områder blir uten strøm. Statnett har sitt sikkerhetssystem etter hvor viktig en stasjon er ut ifra hvor stor konsekvens det vil ha dersom denne skulle settes ut av drift. Selv om tiltakskategoriene for sikkerhet mot kvikkleireskred ikke er helt treffende for kraftanlegg, vurderer vi at tiltakskategori K4 passer best for transformatorstasjonen. Under byggeperioden antas det at det kommer til å oppholde seg et større antall personer på riggplassen (både på dag- og nattestid), og dette tiltaket plasseres dermed også i K4.

Dette medfører følgende sikkerhetskrav (utdrag fra NVEs veileder 1/2019 (NVE, 2020)):

*Faresonen(e) som kan berøre tiltaket må avgrenses og utredes for områdeskredfare, iht. kap. 4 Soneutredning. Krav til utredning gjelder også hvis tiltaket ligger i et utløpsområde. Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges. (...).*

*Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor  $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ , hvor  $f_s$  er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene (...).*

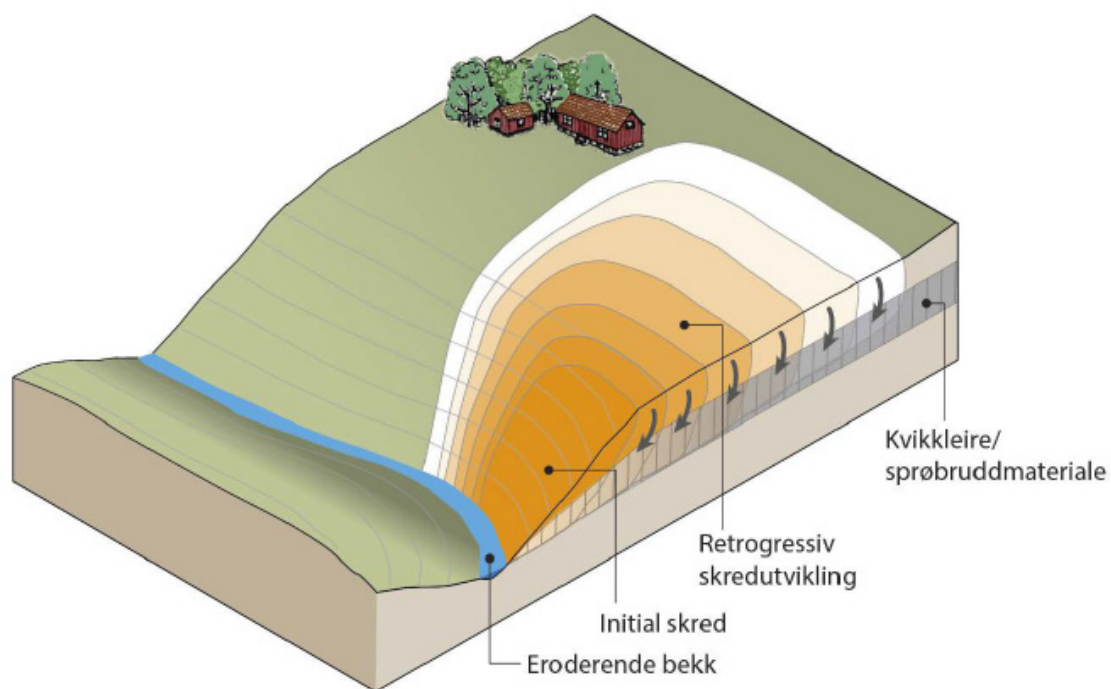
*For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet  $F_{cu} \geq 1,40$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ . Ved lavere sikkerhet må  $F_{cu}$  og  $F_{c\phi}$  økes prosentvis iht. Tabell 3.3 og Figur 3.3.*

*For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet  $F_{c\phi} \geq 1,25$ , samt krav til robusthet  $F_{cu} \geq 1,20$ . Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet skal  $F_{c\phi}$  og  $F_{cu}$  økes prosentvis iht. Tabell 3.3 og Figur 3.3.*

Sprøhetsforholdet,  $f_s$ , er lik 1,15 iht. NVE 1/2019 (NVE, 2020). Tabell 3.3 og Figur 3.3 er vist i hhv. Tabell 1-1 og Figur 1-5. Influensområdet til tiltaket er iht. NVE 1/2019 (NVE, 2020) et område med radius 2 ganger skråningshøyden i kvikkleiresonen(e) tiltaket ligger innenfor. Der et tiltak ligger i utløpsområdet til en kvikkleiresone regnes hele denne sonen som utenfor tiltakets influensområde, gitt at det ikke foretas inngrep som forverrer skråningsstabiliteten (f.eks. graving i skråningsfot eller ramming av peler).

### B1.1.3 Retrogressive skred

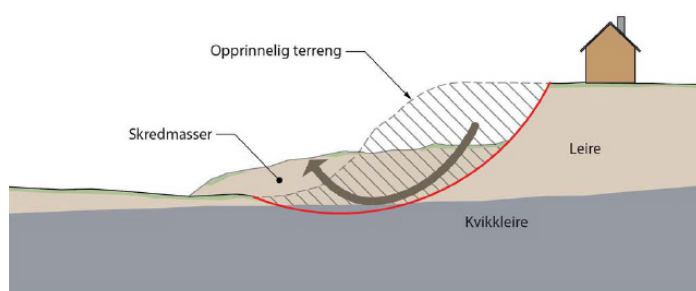
Retrogressive skred er en av de mest vanlige skredmekanismer i kvikkleire. Slike skred kan starte med et initialskred av mindre omfang og utvikle seg bakover eller sideveis.



Figur 1-1 Prinsipp for utvikling av retrogressivt skred (NVE, 2020).

### B1.1.4 Rotasjonsskred

Rotasjonsskred er et skred der massene beveger seg slik at de viser en tydelig rotasjon langs en mer eller mindre sirkulær slideflate. Rotasjonsskred kan inntreffe i alle leirjordarter, og kan utvikles til et retrogressivt skred.



Figur 1-2 Prinsipp for rotasjonsskred (NVE, 2020).

### B1.1.5 Flakskred

Flakskred inntreffer skråninger der brudd i et svakt lag i grunnen (for eksempel kvikkleire) fører til utglidning av massene over. Massene beveger seg som et stort flak, og skredet kan inntreffe i relativt slakt terreng.

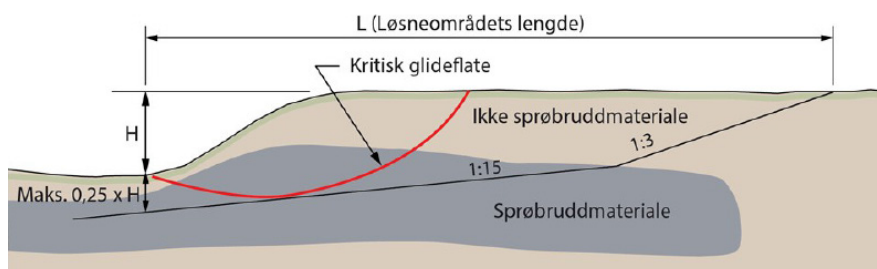
### B1.1.6 Prinsipp for vurdering av løsne- og utløpsområde

For å vurdere størrelsen på løsne- og utløpsområdet av et skred, er det viktig å identifisere hvilke skredmekanismer som er aktuelle i det området som skal utredes for områdeskred. Vurdering av aktuelle skredmekanismer kan utføres etter flytskjema vist i Figur 1-3 forutsatt at tilstrekkelig informasjon om grunnforhold og topografi er tilgjengelig.



Figur 1-3 Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme (NVE, 2020).

Omfang på løsneområdet for et skred kan vurderes etter metoder som avhenger av topografi (skråningshelning og -høyde) og grunnforholdene. NGI-metoden er en av de mest brukte metodene for avgrensning av løsneområde for retrogressive skred, se Figur 1-4. Løsneområdet defineres ved å trekke en 1:15 linje fra bunnen av kritisk glideflate og bakover i sprøbruddmaterialet. Linja trekkes med helning 1:3 i ikke-sprøbruddmateriale og opp til terrenget. Dersom kritisk glideflate er dypere enn 0,25 H under skråningsfot, er den mindre relevant som et initialskred, og metoden foreslår at 1:15 linja starter maksimalt 0,25 H under skråningsfot.



Figur 1-4 Vurdering av løsneområde for retrogressive skred (NGI-metoden) (NVE, 2020).

Størrelsen av utløpsområdet til en kvikkleiresone avhenger av type skredmekanisme og topografien i området der skredmassene kan renne ut. Iht NVEs kvikkleireveileder 1/2019 (NVE, 2020) skal løsneområdet tegnes opp etter følgende prinsipp:

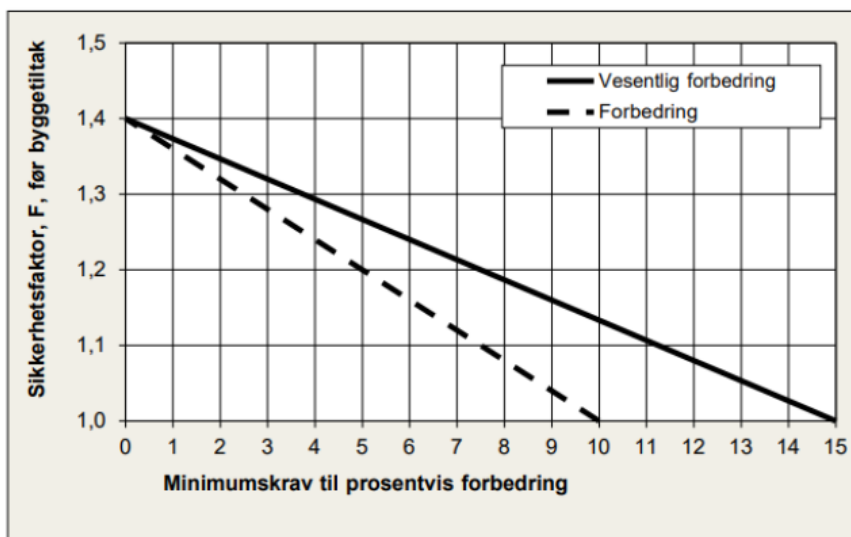
- ↗ Retrogressive skred i kanalisert terreng:  $Lu = 3L$
- ↗ Retrogressive skred i åpent terreng:  $Lu = 1,5L$
- ↗ Flakskred eller rotasjonsskred:  $Lu = 0,5L$

Der  $Lu$  = lengden av utløpsområdet og  $L$  = lengden av løsneområdet.

Det refereres til NVEs veileder 1/2019 (NVE, 2020) for detaljert beskrivelse av område-skred, vurderingskriterier og beregningsmetodikk for de relevante skredmekanismene.

Tabell 1-1 Krav til forbedring av sikkerhetsfaktor som funksjon av tiltakskategori og faregrad iht. NVE 1/2019 (NVE, 2020).

Tiltakskategori	Lav faregrad	Middels faregrad	Høy faregrad
K3	Ikke forverring	Forbedring	
K4	Forbedring		Vesentlig forbedring



Figur 1-5 Krav til forbedring av sikkerhetsfaktor som funksjon av beregnet sikkerhetsfaktor før tiltak iht. NVE 1/2019 (NVE, 2020).

Iht. NVEs kvikkleireveileder (NVE, 2020) skal vurderinger av områdestabilitet i form av en soneutredning bestå av følgende momenter:

- ↗ Identifikasjon av kritiske skråninger
- ↗ Befaring
- ↗ Gjennomføring av grunnundersøkelser
- ↗ Vurdering av aktuelle skredmekanismer
- ↗ Avgrensning av løsneområde
- ↗ Avgrensning av utløpsområde
- ↗ Klassifisering av faresone
- ↗ Stabilitetsberegninger

Rapport 20220229-01-R går gjennom de tre første av de ovennevnte punktene. Det er ikke funnet kvikkleire i forbindelse med de nye grunnundersøkelsene utført i juni 2022, og det er iht. NVEs kvikkleireveileder derfor ikke nødvendig å vurdere de siste fem punktene.

#### B1.1.6.1 Lokalstabilitet iht. Eurokode 7

Tilfredsstillende sikkerhet for lokalstabilitet for skråninger som involverer nye bygg må dokumenteres med stabilitetsanalyser. Krav til beregnet materialfaktor (sikkerhetsfaktor)  $\gamma_m \geq 1,4$  for udrenert tilstand (korttid) og materialfaktor (sikkerhetsfaktor)  $\gamma_m \geq 1,25$  for drenert tilstand (lang tid) (Norsk Standard, 2016). Lokalstabiliteten må vurderes når detaljer for hva som skal bygges er på plass og plassering er bestemt (tegninger, fundamenteringsløsninger, laster på terreng).

## B2 Referanser

- DIBK. (2010). *Saksforskriften (SAK10)*. Hentet fra <https://dibk.no/byggeregler/sak/>.
- DIBK. (2017). *Byggteknisk forskrift (TEK17)*. Hentet fra <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/>
- GeoNord AS. (2022). *22189-DATA-01: Datarapport for grunnundersøkelser. Kvænangsbotn, Kvæningen kommune.* .
- Norsk Standard. (2016). *NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016: Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Almenne regler.*
- NVE. (2020). *NVE veileder 1/2019: Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.*
- Standard Norge. (2016). *NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016: Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.*

# Vedlegg C

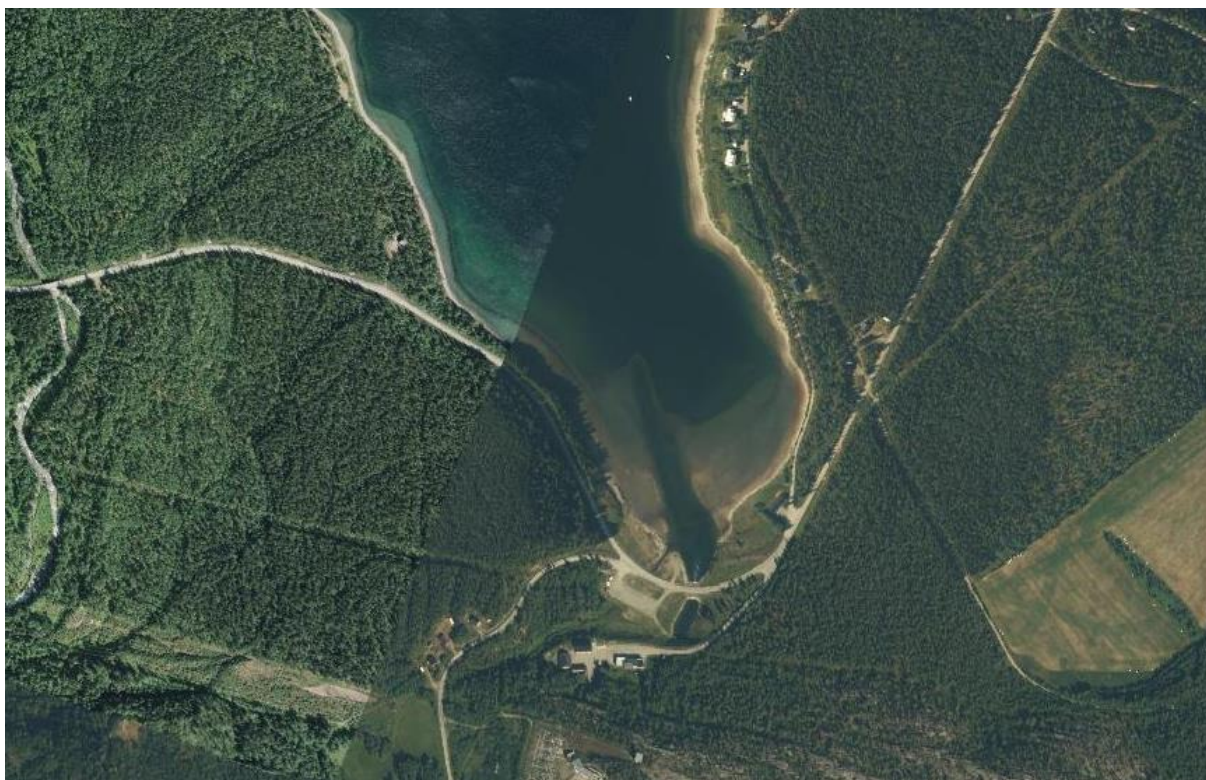
DATARAPPORT FOR UTFØRTE  
GRUNNUNDERSØKELSER



# Datarapport for grunnundersøkelser

## 22189

### Kvænangsbotn, Kvæningen kommune



<b>Rekvirent</b>	NGI	<b>Utarbeidet av</b> Stine Hagen
<b>Prosjekt type</b>	Datarapport – Geoteknisk grunnundersøkelse	<b>Kontrollert av</b> Lotte Murberg
<b>Prosjekt nr.</b>	22189	<b>Godkjent av</b> Stine Hagen
<b>Dokumentnr.:</b>	22189-DATA-01	
<b>Dato</b>	04.07.22	



## GeoNord AS

Bjørn Wirkolas Vei 15, 9510 Alta  
Tlf. 78435848 E-post: [firmapost@geonord.no](mailto:firmapost@geonord.no)

---

## **Sammendrag**

GeoNord er engasjert av NGI til å gjennomføre grunnundersøkelser ved Kvænangsbotn.

Det er utført 9 totalsonderinger, 1 CPTu og 1 prøveserie.

Grunnundersøkelsene viser at området i Kvænangsbotn består av sandig silt og grusige materialer.

Resultatet fra prøveseriene viser at ved borpunkt 2022\_9 består materialet av siltig sand.

Undersøkelsene er visst i denne rapporten.

---

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>1</b>
1.1	Kvalitetssikring og standardkrav .....	1
1.2	Innhold og bruk av rapporten .....	1
<b>2</b>	<b>Terreng og grunnforhold</b> .....	<b>2</b>
2.1	Områdebeskrivelse .....	2
2.2	Kvartærgeologi.....	2
<b>3</b>	<b>Felt- og laboratorieundersøkelser</b> .....	<b>3</b>
3.1	Viktige forutsetninger.....	3
<b>4</b>	<b>Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelsene</b> .....	<b>4</b>
4.1	Generelt .....	4
4.2	Dybde til berg.....	4
4.3	Løsmasser.....	4
4.4	Avvik fra standard utførelsesmetoder.....	5
4.5	Behov for supplerende grunnundersøkelser .....	5
<b>5</b>	<b>Referanseliste</b> .....	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>Boreposisjonsliste</b> .....	<b>6</b>

**Bilag 1:** Geotekniske undersøkelser

**Bilag 2:** Borplan

**Bilag 3:** Totalsonderinger

**Bilag 4:** Laboratorieresultater

**Bilag 5:** Trykksonderinger

# 1 Innledning

GeoNord er engasjert på vegne av NGI til å utføre grunnundersøkelser i forbindelse med utbygging i Kvæningsbotn i Kvæningen kommune, samt og utarbeide datarapport for felt- og laboratorieundersøkelsene.

Det ble gjennomført totalsonderinger i 9 punkt, og trykksondering og prøvetaking i borhull 2022\_8. Prøveserien er analysert ved GeoNord geotekniske laboratorium hvor det ble gjennomført analyser bestemt av geotekniker hos NGI.

## 1.1 Kvalitetssikring og standardkrav

Feltundersøkelsene er utført i henhold til NS 8020-1:2016 og tilgjengelige metodestandarder fra Norsk Geoteknisk Forening.

Laboratorieundersøkelsene er utført i henhold til NS 8000-serien og relevante ISO-standarder. Datarapporten er utarbeidet i henhold til NGF-melding nr.2 og krav i NS-EN-1997 (Eurokode 7) – Del 2.

## 1.2 Innhold og bruk av rapporten

Rapporten er en ren datarapport som presenterer resultater fra de utførte felt- og laboratorieundersøkelsene i geotekniske termer og krever geoteknisk kompetanse for videre bruk i rådgivnings- og prosjekteringssammenheng.

Rapporten inneholder ikke vurderinger av byggbarhet, metoder eller tiltak, det anbefales at det engasjeres geoteknisk kompetanse i det videre arbeid i prosjektet. Rapporten kan benyttes som grunnlag til videre geoteknisk vurdering og prosjektering.

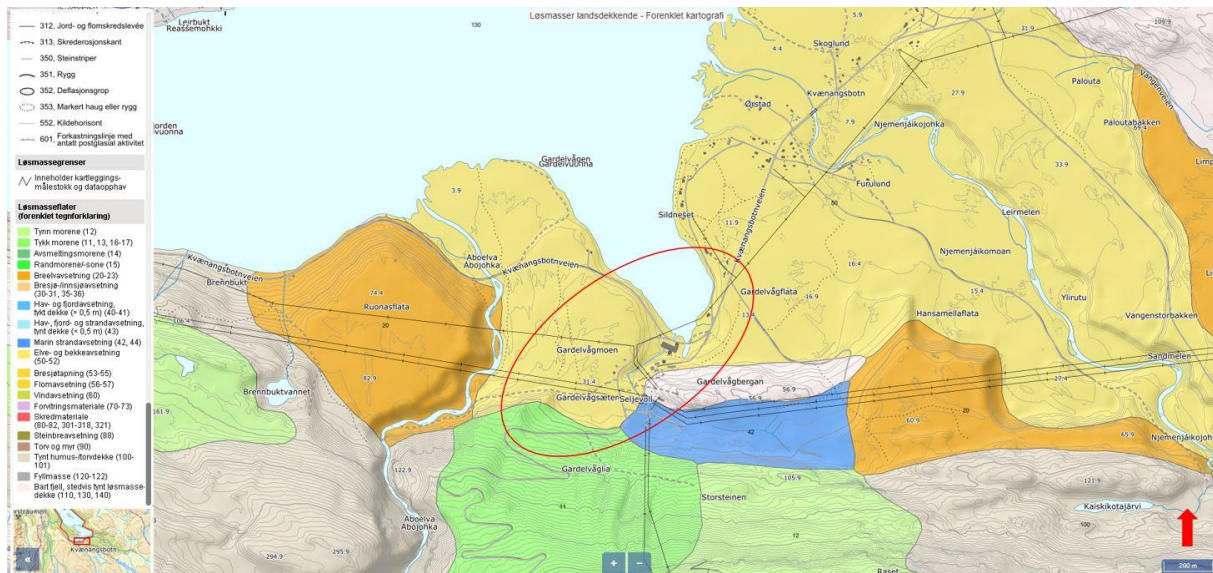
## 2 Terreng og grunnforhold

### 2.1 Områdebeskrivelse

Det aktuelle området ligger innerst i en vik i Kvænangsbotn, omtrent 15 km sørøst for E6 i Kvænangen kommune. Store deler av området er dekket av skog, med noe bebyggelse og dyrket mark. Terrengen stiger fra havnivå i nord til ca. kote +30 i vest, ca. kote +60 i sør, og ca. kote +15 i øst. Terrengen var relativt kupert.

### 2.2 Kvartærgeologi

NGUs løsmassekart, se figur 1, antyder at mesteparten av det undersøkte området er dekket av elve- og bekkeavsetninger (lys gul), samt mindre områder med morenemateriale (grønn) eller marine strandavsetninger (blå). Løsmasser avsatt av elver og bekker består typisk av godt sortert sand og grus. Morenematerialer er typisk usorterte og inneholder materiale fra leire til stein og blokk. Marine strandavsetninger er typisk godt sortert sand og grus. Det er flere fjellblotninger i området.



Figur 1: Løsmassekart fra NGU. Undersøkt område ligger innenfor rød sirkel.

### 3 Felt- og laboratorieundersøkelser

GeoNord har utført grunnundersøkelsene i tidsrommet 13.06.22-23.06.22 med borerigg av typen Geotech 605FM. Grunnundersøkelsene ble utført i tett samarbeid med geotekniker hos NGI, Stine Grimsrud Olsen.

Ved gjennomføring av undersøkelsene var det oppholdsvær, og omtrent 12°C alle dager. Grunnundersøkelsene vises i borplanen i bilag 2. Undersøkelsene for dette området består av:

- 9 totalsonderinger
- 1 prøveserie med 3 sylinderprøver

Resultatene av totalsonderingen er vist i bilag 3.

Resultatet fra laboratorieundersøkelsene er vist i bilag 4. Disse er utført i samsvar med retningslinjer gitt i Norsk Standard for geoteknisk prøving av materiale og Statens vegvesen håndbok R210. Analysene av prøvene ble bestemt av NGI.

Visuell klassifisering og vanninnhold er gjennomført for samtlige prøver.

Det ble utført kornfordeling ved prøven på dybden 7-8 meter, som viser at prøven besto av siltig sand.

Resultater for CPTu-sonderingen er vist i bilag 5.

Borpunktene er planlagt av geoteknikere hos NGI, og gjennomført av GeoNord.

Innmålingene er utført med CPOS-korrigert RigelMap GNX8 RTK GNSS utstyr med 20mm nøyaktighet. Høydesystem er NN2000. Punktene er lagt inn i GeoNords kartprogram RigelMap.

#### 3.1 Viktige forutsetninger

Det gjøres oppmerksom på at grunnundersøkelsene kun avdekker lokale forhold i de utførte borpunktene. Dette benyttes videre til å gi en mer generell beskrivelse av grunnforholdene i området. Grunnforholdene mellom borpunktene kan variere mer enn det som eventuelt kan interpoleres fra de utførte grunnundersøkelsene i området.

## 4 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelsene

### 4.1 Generelt

Grunnundersøkelsene viser at området generelt består av siltig sand og grus, og morenemateriale. Sonderingene ble avsluttet ca. 15-35 meter under terrenget.

Trykksonderingen er funnet til å være i anvendelsesklasse 3. Resultatene av sonderingen vises i bilag 5.

### 4.2 Dybde til berg

Ved 3 av totalsonderingene ble det påtruffet berggrunn.

Dette gjelder:

2022\_2: 28,55 meter løsmasser og fjellkontrollboring minimum 3 meter

2022\_3: 34,00 meter løsmasser og fjellkontrollboring minimum 3 meter

2022\_4: 16,00 meter løsmasser og fjellkontrollboring minimum 3 meter

### 4.3 Løsmasser

Generelt for totalsonderingen måtte det brukes økt rotasjon, spyling (med luft) og slag i større partier nedover i løsmassene. Dette gjelder hovedsakelig borpunkter 2022\_1, 2022\_2, 2022\_3, 2022\_4, 2022\_5 og 2022\_7. For borpunkter 2022\_6, 2022\_8 og 2022\_9 ble det i større partier brukt verken økt rotasjon, spyling eller slag.

Det ble tatt ut 3 sylinderprøver i borpunkt 2022\_8. For alle prøvene ble det gjort en visuell klassifisering, se tabell 1.

Tabell 1 Visuell klassifisering av prøver

Prøvepunkt	Dybde (m)	Visuell klassifisering
2022_P8	5-6	Sandig med innslag av grus og silt, brun i fargen, bløt
	7-8	Sandig med innslag av silt og grus, brun, humusholdig
	9-10	Sandig/grusig med noe innslag av silt, brun, bløt

Resultater fra prøvene som ble analysert viser at prøvene inneholder mye silt og sand, hvilket vises figurene i bilag 3. Vanninnholdet for prøvene som ble analyserte ligger på mellom 19,6 og 38,2%. Kornfordelingen som ble gjennomført for prøven ved 7-8 meters dyp viser at prøven består av siltig sand.

Telefarligheten basert på analysene av prøven ved dyp 7-8 meter tilsvarer T1(ikke telefarlig).

#### **4.4 Avvik fra standard utførelsesmetoder**

Det var ingen avvik fra standard utførelsesmetoder

#### **4.5 Behov for supplerende grunnundersøkelser**

I henhold til NS-EN-1997-2 skal grunnundersøkelser gjennomføres normalt i minst to omganger:

- Forundersøkelser (skisse-/forprosjekt)
- Ved prosjektering (detaljprosjektering)

Det er geoteknisk prosjekterende som er ansvarlig for å se på nødvendig omfang og eventuelt supplerende grunnundersøkelser for prosjektet, utover de undersøkelsene som er presentert i foreliggende rapport.



## 5 Referanseliste

/1/ Statens vegvesen (2021). *Feltundersøkelser. Håndbok R211*

/2/ Statens vegvesen (2016). *Laboratorieundersøkelser. Håndbok – R210*

/3/ Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver (NS-EN 1997-2:2007)»

## 6 Boreposisjonsliste

Koordinatene er oppgitt i koordinatsystem EUREF 89, UTM sone 33, høydesystem NN2000.

Posisjon/ID	Nord	Øst	Terreng kote (moh)	Boret i løsmasser (m)	Boret i berg (m)	Metode	Kommentar
2022_1	7750531.176	771862.266	21.77	15.05		TOT	
2022_2	7750351.126	771885.086	55.03	28.55	3.28	TOT	
2022_3	7750277.600	771793.918	77.22	34.00	3.03	TOT	
2022_4	7750259.367	771938.919	60.75	16.00	4.53	TOT	
2022_5	7750487.970	772110.454	29.49	15.60		TOT	
2022_6	7750819.460	772299.238	8.33	20.30		TOT	
2022_7	7750275.945	772254.179	44.29	25.75		TOT	
2022_8	7750671.057	772834.037	12.44	30.15		TOT, P	
2022_CPTu-8	7750670.238	772835.584	12.49			CPTu	
2022_9	7750889.958	772662.791	11.87	30.13		TOT	
TOT=Totalsondering CPTu=Trykksondering P=Prøvetaking							

## Bilag 1

### Feltundersøkelser

Opptegning i plan / på oversiktskart.

#### TEGNINGSSYMBOLER

Nummerering i henhold til borpunktliste GeoPlot.

Symbol	Metode	Anmerkning	Symbol	Metode	Anmerkning
●	2401 Dreiesondering	Sondering m. registrering av motstand.	■	2410 Setningsmåling	Nivellemetspunkt.
⊙	2402 Prøveserie	Prøvene tatt med boringsredskap (skovbor, prøvetager, diamantkjernebor m.m.)	⊖	2411 S.P.T.	Standard Penetration Test
□	2403 Prøvegrop	Prøvene tatt i gropvegg.	☆	2412 Fjellkontrollboring	Boring ned til og i fjell.
⊠	2404 Prøvebelastning	Peler, terrengplater, fundamenter o.l.	⊕	2413 Poretrykksmåling	Inkludert måling av grunnvannstand.
○	2405 Enkel sondering	Sondering uten registrering av motst., f.eks. spyleboring, slagboring m.m.	⊗	2414 In situ permeabilitetsmåling	Infiltrasjonsforsøk, prøvepumping m.m.
⬇	2406 Dreietrykksondering	Maskinsondering med automatisk registrering.	+	2415 Vinge-boring	Måling av uomrørt og omrørt udrenert skjærstyrke.
▽	2407 CPTU	Sondering der spissmotstand, lokal friksjon og poretrykk registreres under nedpressing	⤿	2416 Elektrisk sondering	Elektrisk motstand, korrosivitet etc.
⊗	2408 Skruplateforsøk	Kompressometer o.l.	⊞	2417 Helningsmåling	Inklinometer.
▼	2409 Ramsondering	Sondering der borstang slås ned. Stangdiameter, loddvekt og fallhøyde er normert. $Q_0$ registreres.	⊕	2418 Totalsondering	Kombinasjonsboring gjennom løsmasser og fjell.

#### NIVÅER OG DYBDER (i meter)

☆  $\frac{12,8}{-5,7}$  18,5+3,0

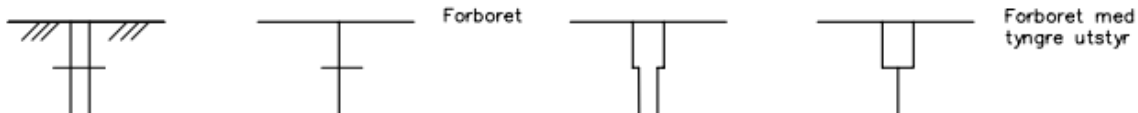
Over linjen : kote terreng eller elvebunn, sjøbunn ved boring i vann (12,8).  
 Ut for linjen : boret dybde i løsmasser (18,5). Evt. boret dybde i fjell angis etter plusstegn (+3,0).  
 Under linjen : sikker fjellkote.

#### OPPTEGNING I PROFIL

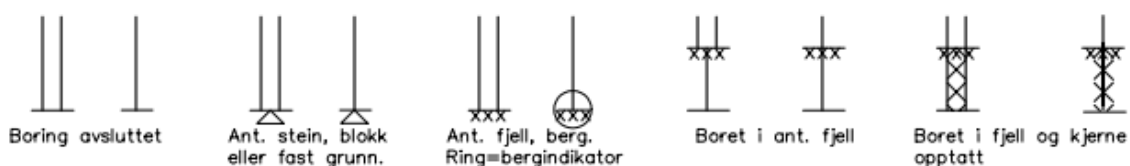
Generelt



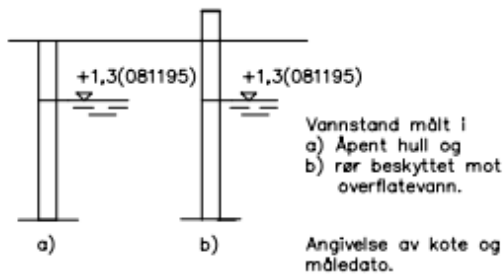
#### FORBORING (Gjelder alle sonderingstyper)



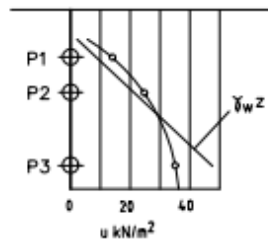
#### AVSLUTNING AV BORING (Gjelder alle sonderingstyper)



**GRUNNVANNSTAND**



**PORETRYKK**

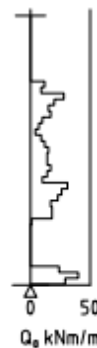


Poretrykk, u, fremstilles i et diagram. En teoretisk linje for hydrostatisk trykkfordeling  $\gamma_w z$  kan vises.

**VANNSTAND**

- HFV Høyeste flomvannstand
- HRV Høyeste regulerte vannstand
- LRV Laveste regulerte vannstand
- HHV Høyeste høyvannstand
- LLV Laveste lavvannstand
- HV Normal høyvannstand
- LV Normal lavvannstand
- MV Normal middelvannstand
- V Vannstand (dato angis)
- GV Grunnvannstand (dato angis)

**RAMSONDERING**



Rammemotstanden Q<sub>0</sub> angis som brutto rammeenergi i kNm pr. m synk av boret.

$$Q = \frac{W \times H}{s}$$

- der
- W = Tyngde av lodd (kN)
  - H = Fallhøyde (m)
  - s = Synk i m pr. slag

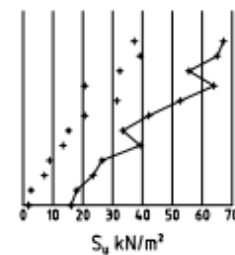
**ENKEL SONDERING**



Boringer som bare har til hensikt å registrere dybder til fjell eller fast lag, uten registrering av neddrivingsmotstand.

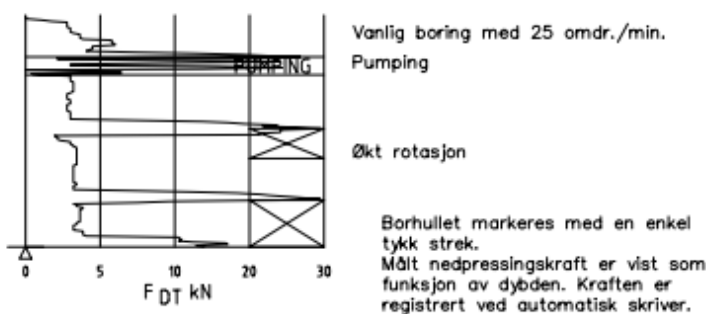
Ved enkel sondering med slagbormaskin og sondering med fjellrigg kan synk vises som sek/m.

**+ VINGEBORING**



Borhullet markeres med enkel tykk strek. Skjørstyrken s<sub>u</sub> og s'<sub>u</sub> angis i kN/m<sup>2</sup> med tegnet +. Verdier merka (+) ansees ikke representative. Verdien som angis er den kalibrerte omrørte og uomrørte skjærstyrke.

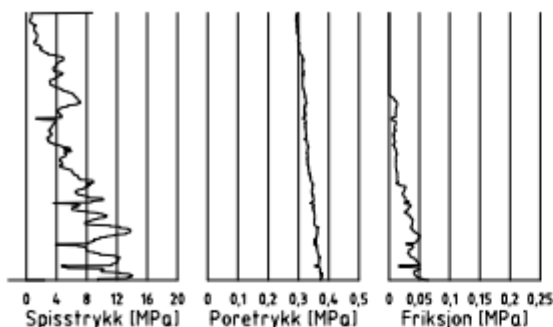
**DREIETRYKKSONDERING**



**DREIESONDERING**

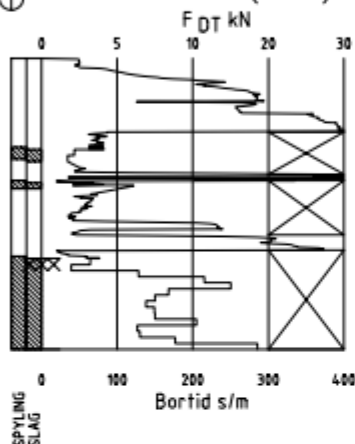


▽ CPT / TRYKKSONDERING



Trykksondering med poretrykksmåling og friksjonsmåling. Borhullet markeres med en tykk strek hvor spissmotstandskurven tegnes inn. Poretrykkskurven og friksjonskurven tegnes inn i høvelig nærhet til spissmotstandskurven. Skala velges etter (opptredende) målte spenninger.

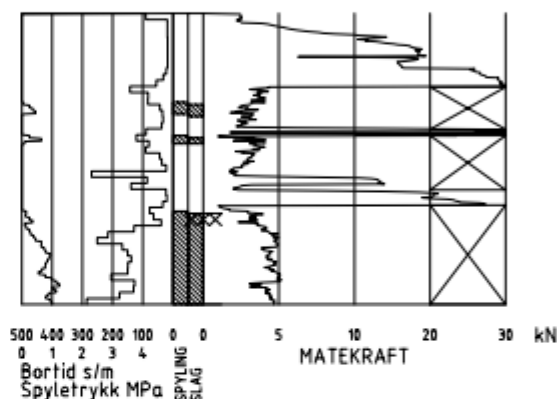
⊕ TOTALSONDERING (alt. 1)



Metoden er en kombinasjon av dreletrykksondering og fjellkontrollboring, med 57 mm borkrone.

Målt nedpressingskraft vises som funksjon av dybden der boringen er utført med prosedyre som for dreletrykksondering. Økt rotasjonshastighet vises med kryss for denne delen av boringen.

⊕ TOTALSONDERING (alt. 2)



Ved boring med slag og spyling markeres dette med skraver. Bortid tegnes i blokker for hver 0,2m, evt. 1,0m (alternativ 1). Alternativt kan nedpressingskraft tegnes også for denne delen av boringen. Bortid tegnes da i blokker for hver 0,2m, evt. 1,0m, på motsatt side av diagrammet (alt. 2).

KODELISTE

Data som registreres kan kompletteres med borlederens egne inntrykk. For å hjelpe borlederen finnes det en kodeliste som anbefales brukt. Kodene kan om ønskelig tegnes til høyre for bordiagrammet. Disse koder benyttes:

GENERELLE KODER

- 00 Foreg. kode feil, skal være kode...
- 01 Startnivå for følgende kode
- 02 Metodebytte ved fortsatt sondering i samme hull (komb. m. ang. ny met.)
- 03 Ytterligere info. finnes

ANMERKNINGSKODER

- 10 Stoppnivå for tidligere forsøk (komb. m. stoppkode).
- 11 Lengre opphold i sond. (mer enn 5min.)
- 12 Dreining ikke utført fra det markerte nivå.
- 13 Sonden synker uten loddets vekt (ramsond.).
- 14 Sonden synker med loddets tyngde.
- 15 Sonderingsmotstand registreres ikke.
- 16 Stopp for poretrykksutjevning (CPT).
- 17 Poretrykksutjevning avsluttet.

FRIE KODER (EKSEMPEL)

- 60 Borstangen bøyer seg.
- 61 Trolig grunnvannsnivå.
- 62 Markert mottrykk under oppbygging.
- 63 Slutt mottrykk.

BEDØMMELSESKODER

- 30 Fyllmasse
- 31 Tørreskorpe
- 32 Leire
- 33 Silt
- 34 Sand
- 35 Grus
- 36 Morene
- 37 Torv
- 38 Gytje
- 40 Forekomst av stein
- 41 Stein, blokk eller berg.
- 42 Sluttnivå for stein eller blokk.

MASKINTEKNISKE KODER

- 70 Økt rotasjon begynner
- 71 Økt rotasjon avsluttet
- 72 Spyling begynner
- 73 Spyling slutter
- 74 Slag starter
- 75 Slag slutter
- 76 Slag og spyling starter samt.

- 77 Slag og spyling slutter samt.
- 78 Pumping starter
- 79 Pumping slutter

STOPPKODER

- 90 Sondering avsl. uten å ha oppnådd stopp.
- 91 Fast grunn, sond. kan ikke drives videre etter norm. pros.
- 92 Ant. stein eller blokk
- 93 Ant. berg
- 94 Avsl. etter boret ønsket dybde i fjell.
- 95 Brudd i borstenger eller spiss.
- 96 Annen material- eller mask.feil
- 97 Boring avsl. (årsak notert)

## Laboratorieundersøkelser

### MINERALSKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

Ved prøveåpning klassifiseres og identifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjoner er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse (mm)	<0,002	0,002-0,063	0,063-2	2-63	63-630	>630

En jordart kan inneholde en eller flere av fraksjonene over. Jordarten benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den fraksjon som har dominerende betydning for jordartens egenskaper og adjektiv for medvirkende fraksjoner (for eksempel siltig sand). Leirinnholdet har størst betydning for benevnelse av jordarten. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leire til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

### ORGANISKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

Organiske jordarter klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

Benevnelse	Beskrivelse
<b>Torv</b>	Myrplanter, mer eller mindre omdannet.
• <i>Fibrig torv</i>	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke.
• <i>Delvis fibrig torv, mellomtorv</i>	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene.
• <i>Amorf torv, svarttorv</i>	Ingen synlig plantestruktur, svampig konsistens.
<b>Gytje og dy</b>	Nedbrutt struktur av organisk materiale, kan inneholde mineralske bestanddeler.
<b>Humus</b>	Planterester, levende organismer sammen med ikke-organisk innhold.
<b>Mold og matjord</b>	Sterkt omvandlet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det øvre jordlaget.

### SKJÆRFASTHET

Skjærfastheten uttrykkes ved jordens skjærfasthetsparametre  $a$ ,  $c$ ,  $\phi$  ( $\tan\phi$ ) (effektivspenningsanalyse) eller  $c_u$  ( $c_{ub}$ ,  $c_{ud}$ ,  $c_{ur}$ ) (totalspenningsanalyse).

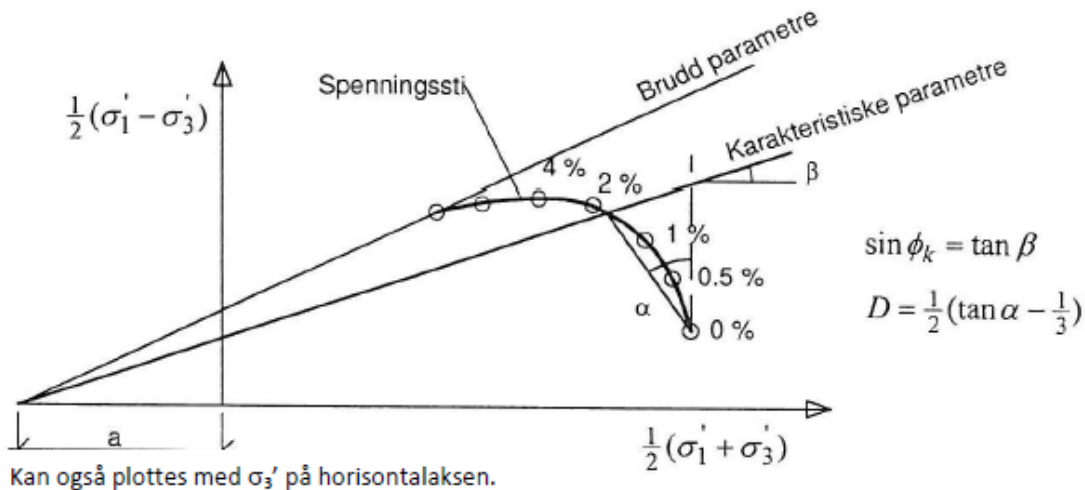
**Effektivspenningsanalyse:** Effektive skjærfasthetsparametre  $a$ ,  $c$ ,  $\phi$  ( $\tan\phi$ ) (kPa, kPa, °, (-))

Effektive skjærfasthetsparametre  $a$  (attraksjon),  $\tan\phi$  (friksjon) og eventuelt  $c = a \tan\phi$  (kohesjon) bestemmes ved treaksiale belastningsforsøk på uforstyrrede (leire) eller innbyggede prøver (sand). Skjærfastheten er avhengig av effektiv normalspenning (totalspenning – poretrykk) på kritisk plan. Forsøksresultatene fremstilles som spenningsstier som viser spenningsutvikling og tilhørende tøyingsutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

For korttids effektivspenningsanalyse kan også poretrykkparametrene  $A$ ,  $B$  og  $D$  bestemmes fra forsøksresultatene.

**Totalspenningsanalyse:** Udrenert skjærfasthet,  $c_u$  (kPa)

Udrenert skjærfasthet bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen. Denne skjærfastheten representerer en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk ( $c_{ub}$ ) (NS8016), konusforsøk ( $c_{ub}$ ,  $c_{ur}$ ) (NS8015), udrenerte treaksialforsøk ( $c_{ub}$ ,  $c_{ur}$ ) og direkte skjærforsøk ( $c_{ud}$ ). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksoneering med poretrykkmåling (CPTU) ( $c_{u(vert)}$ ) eller vingebor ( $c_{uv}$ ,  $c_{ur}$ ).



### SENSITIVITET $S_t$ (-)

Sensitiviteten  $S_t = c_u/c$ , uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet (NS 8015) eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfasthet  $c$  ( $s, < 0,5$  kPa), og viser derfor som regel meget høye sensitivetsverdier.



## ☉ PRØVESERIE

Materialsignatur (iht. NGF)

Anmerkning



Fjell



Stein og blokk



Grus



Sand

 T = tørrskorpe  
 Leire: R = resedimenterte masser  
 K = kvikkleire

 Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.  
 Morene vises ved skyggelegging.

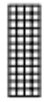

Silt



Leire



Skjell



Fyllmasse

Eks.:



Moreneleire

Grusig morene


 Trerester  
 Sagflis


Matjord


 Torv  
 Planterester

 Gytje, dy  
 (vannavsatt)

For konkresjoner kan bokstavsymboler settes inn i materialsignaturen.

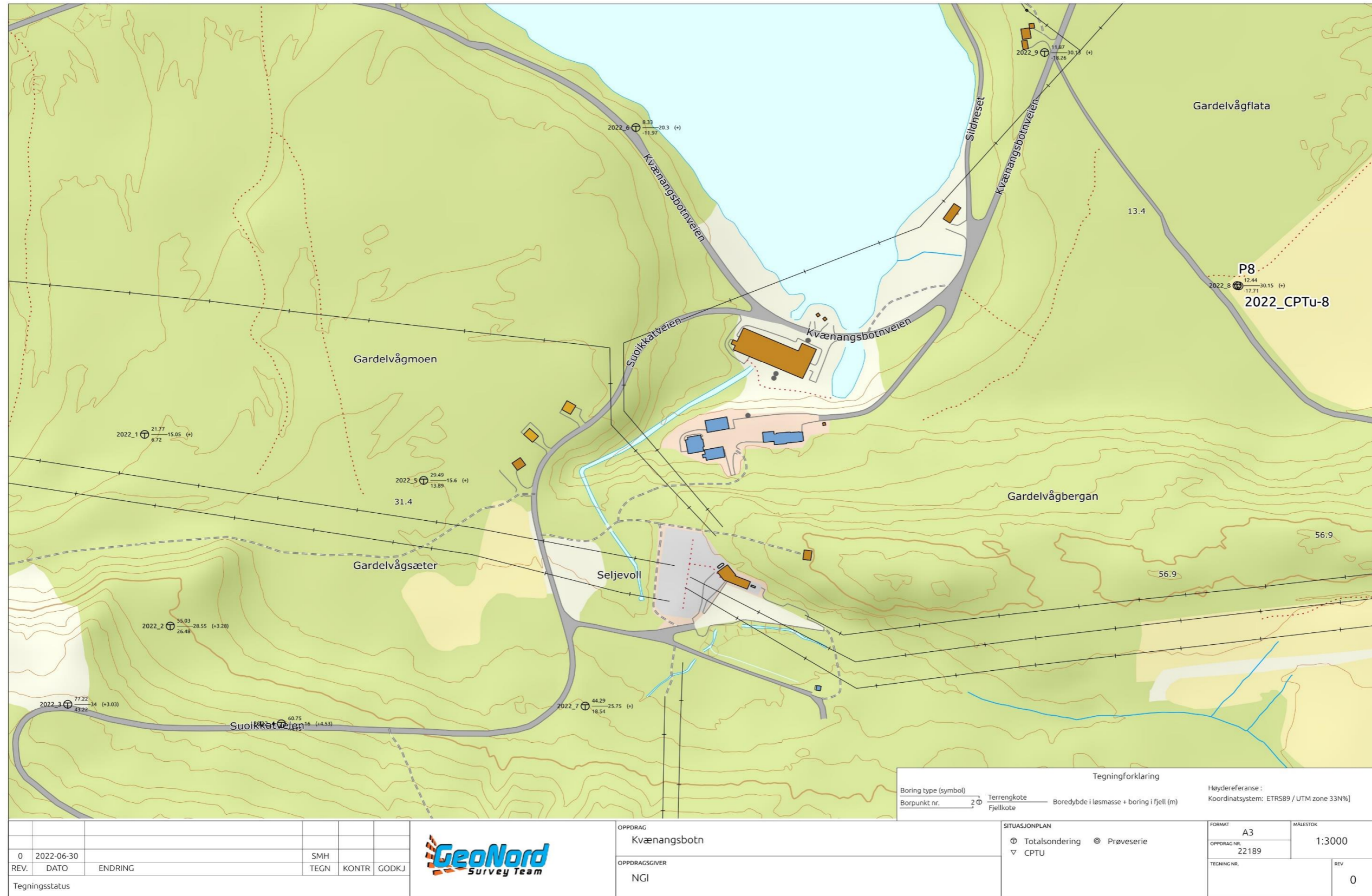
 Ca = kalkkonkresjoner  
 Fe = jernkonkresjoner  
 AH = aurhelle

## SYMBOLER FOR LABORATORIEDATA

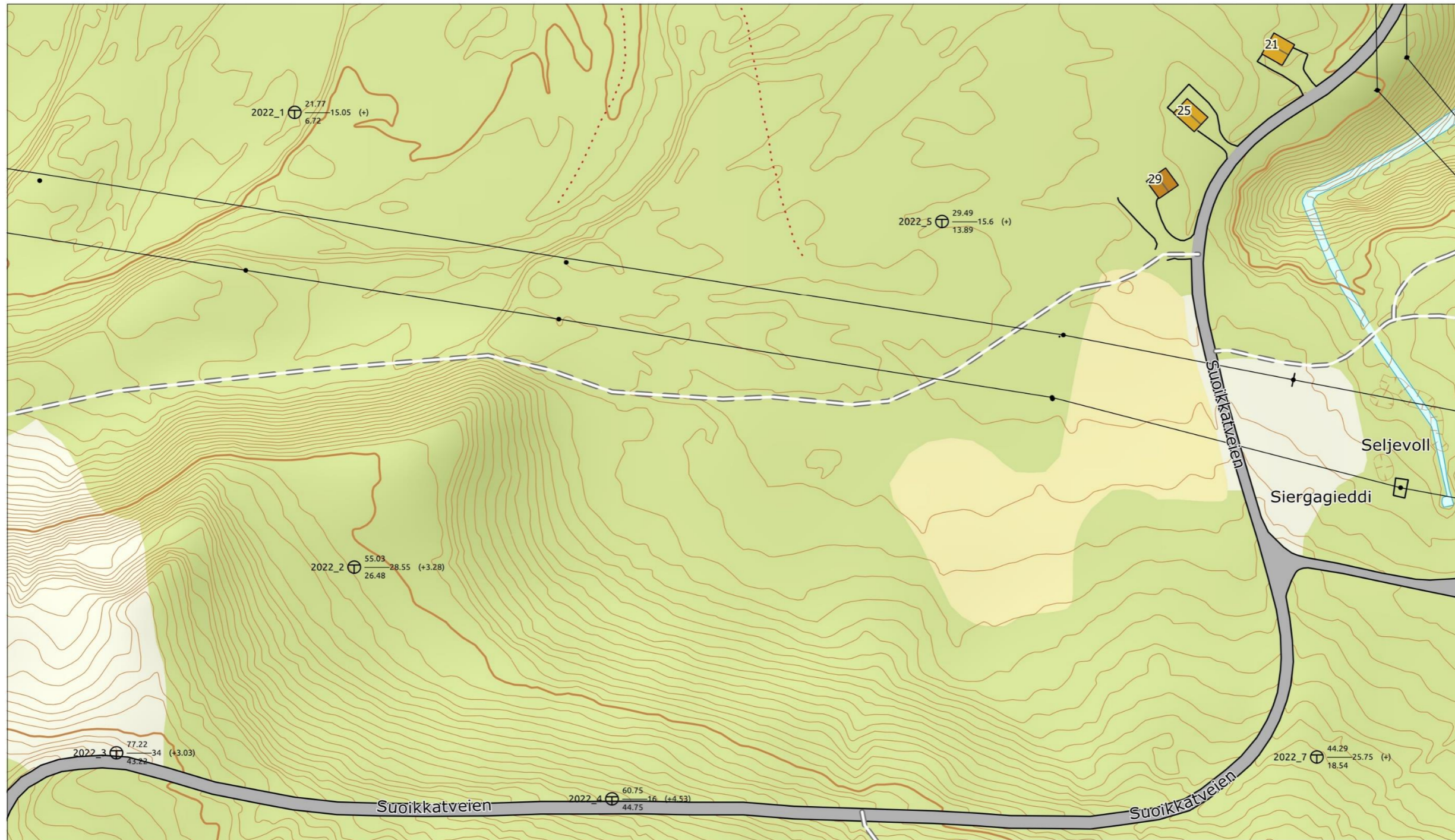
Laboratoriebestemmelser	Bokstav-symbol	Tegn-symbol	Anmerkninger
Materiale			Jordarter beskrives i samsvar med retningslinjer gitt av NGF. Hovedbetegnelsen skrives med store bokstaver.
Vanninnhold Naturlig vanninnhold Plastisitetsgrense Flytegrense Flytegrense konus	W W <sub>P</sub> W <sub>L</sub> W <sub>F</sub>	•      →	Angis i masseprosent av tørrstoff.  Metode skal angis.
Tyngdetetthet / densitet Tyngdetetthet Densitet Tørr densitet Korndensitet	γ ρ ρ <sub>d</sub> ρ <sub>s</sub>		Tyngdetetthet kN/m <sup>3</sup> . Densitet t/m <sup>3</sup> . γ (kN/m <sup>3</sup> )
Porøsitet Poretall	n e		
Skjærstyrke, udrenert Konusforsøk, uomrørt Konusforsøk, omrørt Enkelt trykkforsøk	s <sub>uk</sub> s <sub>u'k</sub> s <sub>ut</sub>	▼ ▼ α	Symbolet settes i ( ) hvis verdien ikke ansees representativ. Aksialdeformasjon ved brudd (ε <sub>f</sub> ) angis i % slik: $\frac{15-\rho-5\%}{10}$
Sensitivitet	S <sub>t</sub>		Metode bør angis.
Organisk materiale  Innhold av organisk karbon Glødetap Humusinnhold Formuldingsgraden	O <sub>c</sub> O <sub>gl</sub> O <sub>Na</sub> v <sub>P</sub>		Angis i masseprosent av tørrstoff før forsøk.  Bestemt ved NaOH-metoden. Klassifisering etter von Post skala H <sub>1</sub> -H <sub>10</sub>

Forøvrig benyttes bokstavsymboler vedtatt av The International Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering.

**Bilag 2 Borplan**







Tegningforklaring		Haydereferanse:
Boring type (symbol)	Terrengekote	Koordinatsystem: ETRS89 / UTM zone 33N
Borpunkt nr. 2	Fjelkote	
		Boredybde i løsmasse + boring i fjell (m)

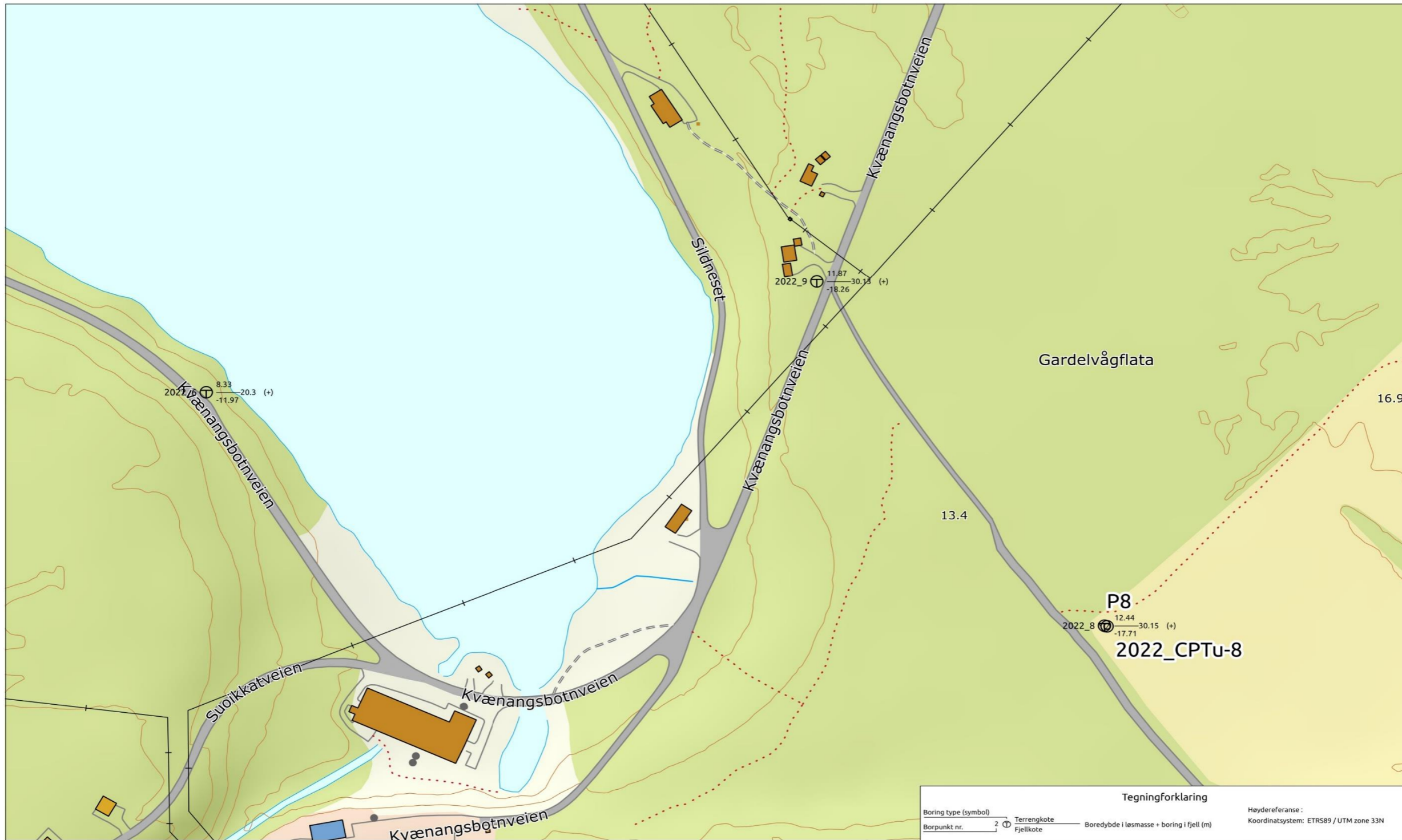
REV.	DATO	ENDRING	SMH	TEGN	KONTR	GODKJ
0	2022-06-30					
Tegningsstatus						



OPPDRAK	Kvænangsbøtn
OPPDRAKSIVNER	NGI

SITUASJONPLAN	Totalsondering ▽ CPTU
---------------	-----------------------

FORMAT	A4	MÅLESTOKK	1:2000
OPPDRAK NR.	22189	TEGNING NR.	0



Boring type (symbol)		Tegningforklaring		Høyderferanse:	
Borpunkt nr.	2	Terrengkote	Boreddybde i løsmasse + boring i fjell (m)	Koordinatsystem:	ETRS89 / UTM zone 33N
		Fjellkote			

0	2022-06-30		SMH		
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
Tegningsstatus					



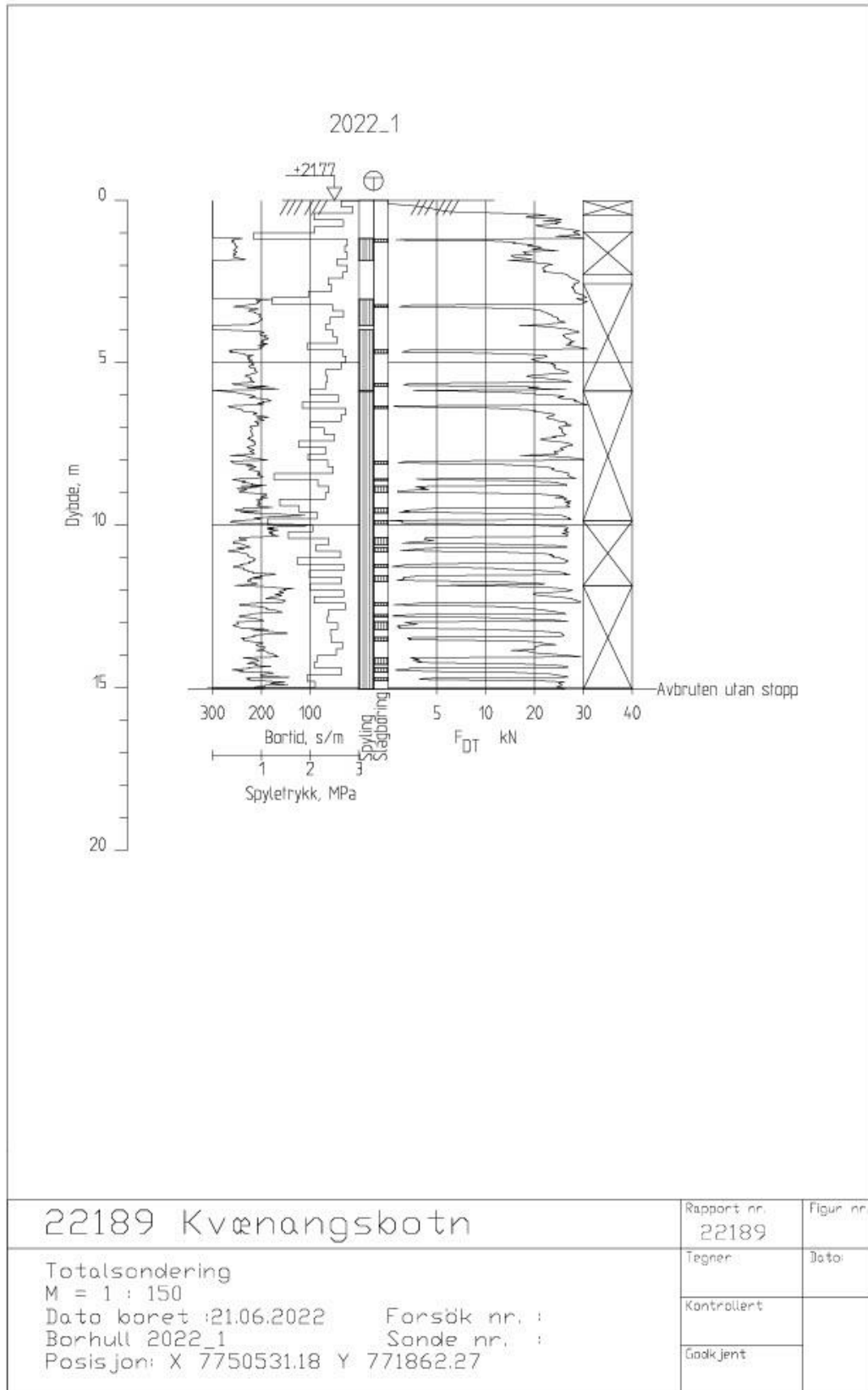
OPPDRAK	Kvænangsbøtn
OPPDRAKSGIVER	NGI

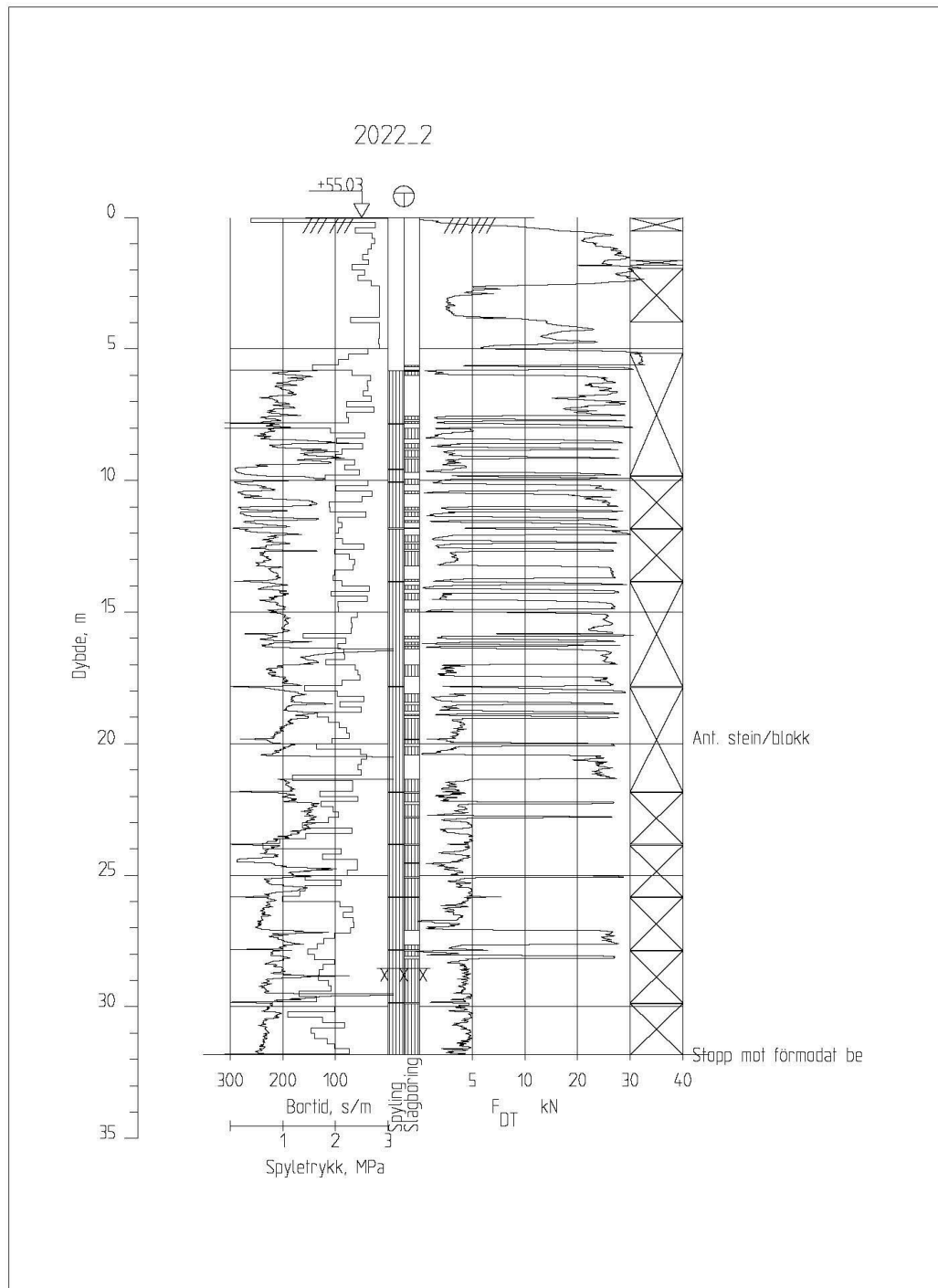
SITUASJONPLAN	
⊕ Totalsondering	▽ CPTU
⊙ Prøveserie	

FORMAT	A4	MÅLESTOKK	1:3000
OPPDRAK NR.	22189	TEGNING NR.	
		REV.	0

© Copyright GeoNord AS 2022 - created with RigelMap - <https://www.rigelmap.no>

### Bilag 3 Totalsonderinger

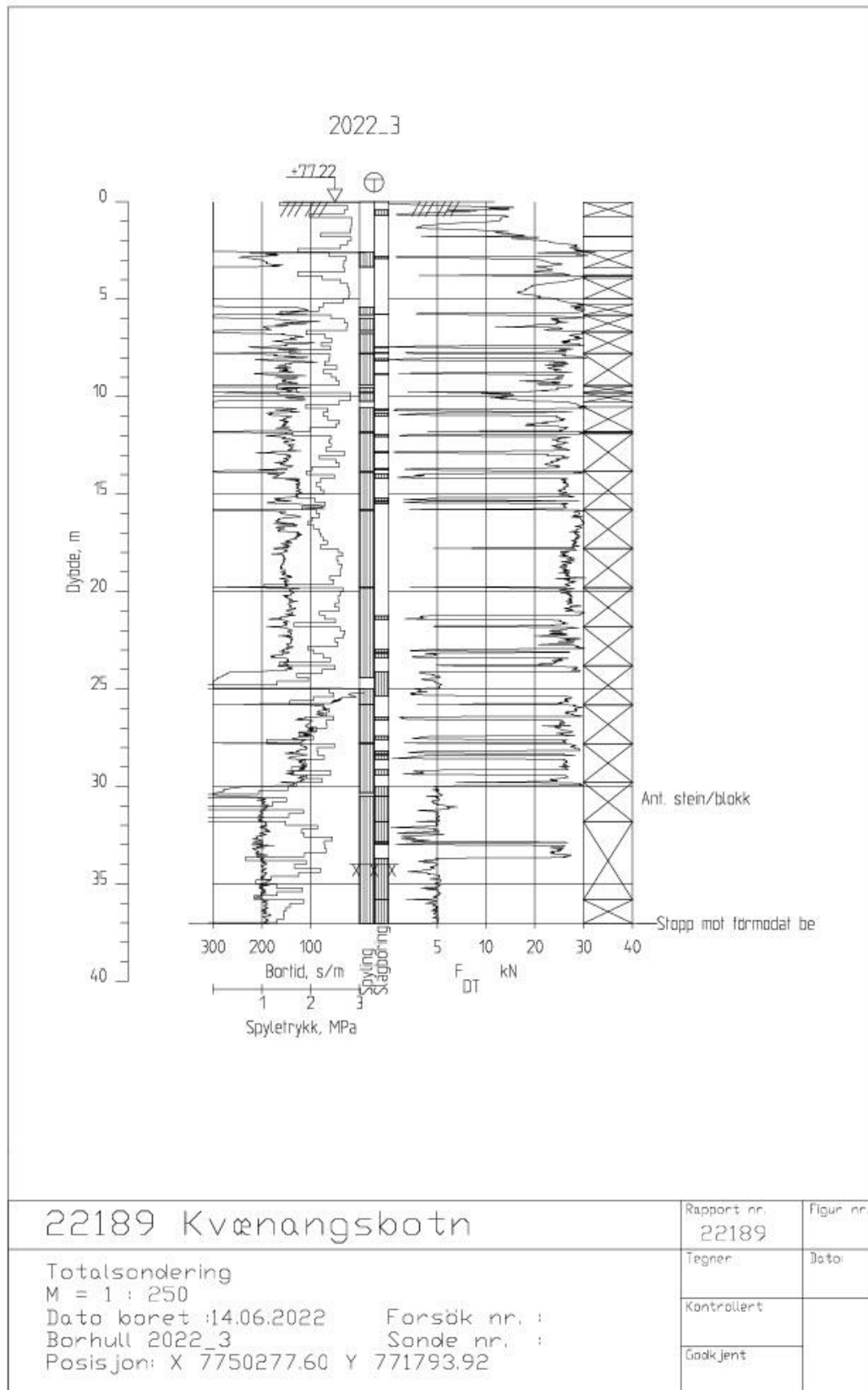


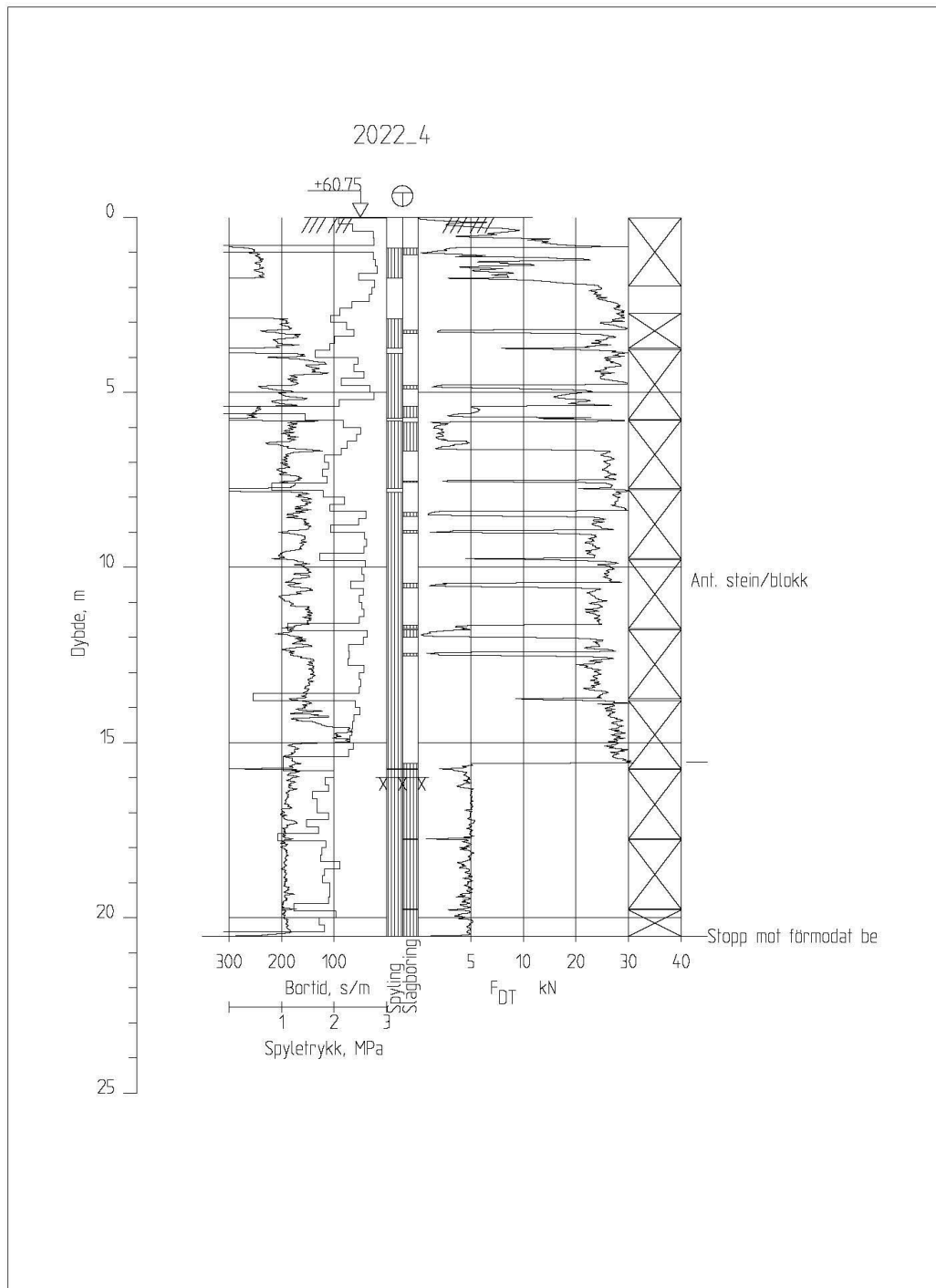


22189 Kvænangsbotn

Rapport nr. 22189	Figur nr.
Tegner	Dato:
Kontrollert	
Godkjent	

Totalsondering  
 M = 1 : 200  
 Dato boret : 21.06.2022 Forsøk nr. :  
 Borhull 2022\_2 Sonde nr. :  
 Posisjon: X 7750351.13 Y 771885.09





22189 Kvænangsbotn

Rapport nr.  
22189

Figur nr.

Totalsondering

M = 1 : 150

Dato boret : 14.06.2022

Forsøk nr. :

Borhull 2022\_4

Sonde nr. :

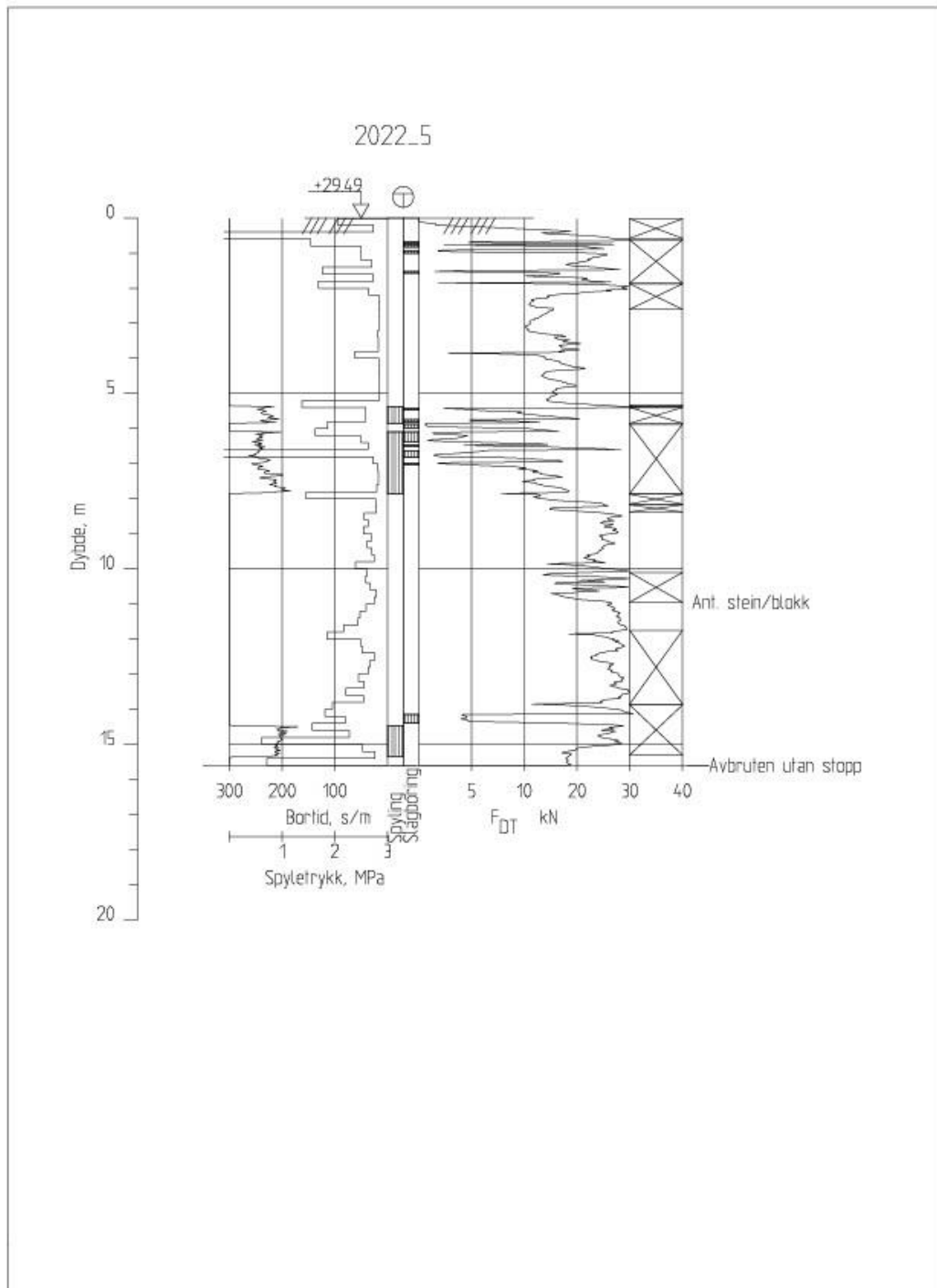
Posisjon: X 7750259.37 Y 771938.92

Tegner

Dato:

Kontrollert

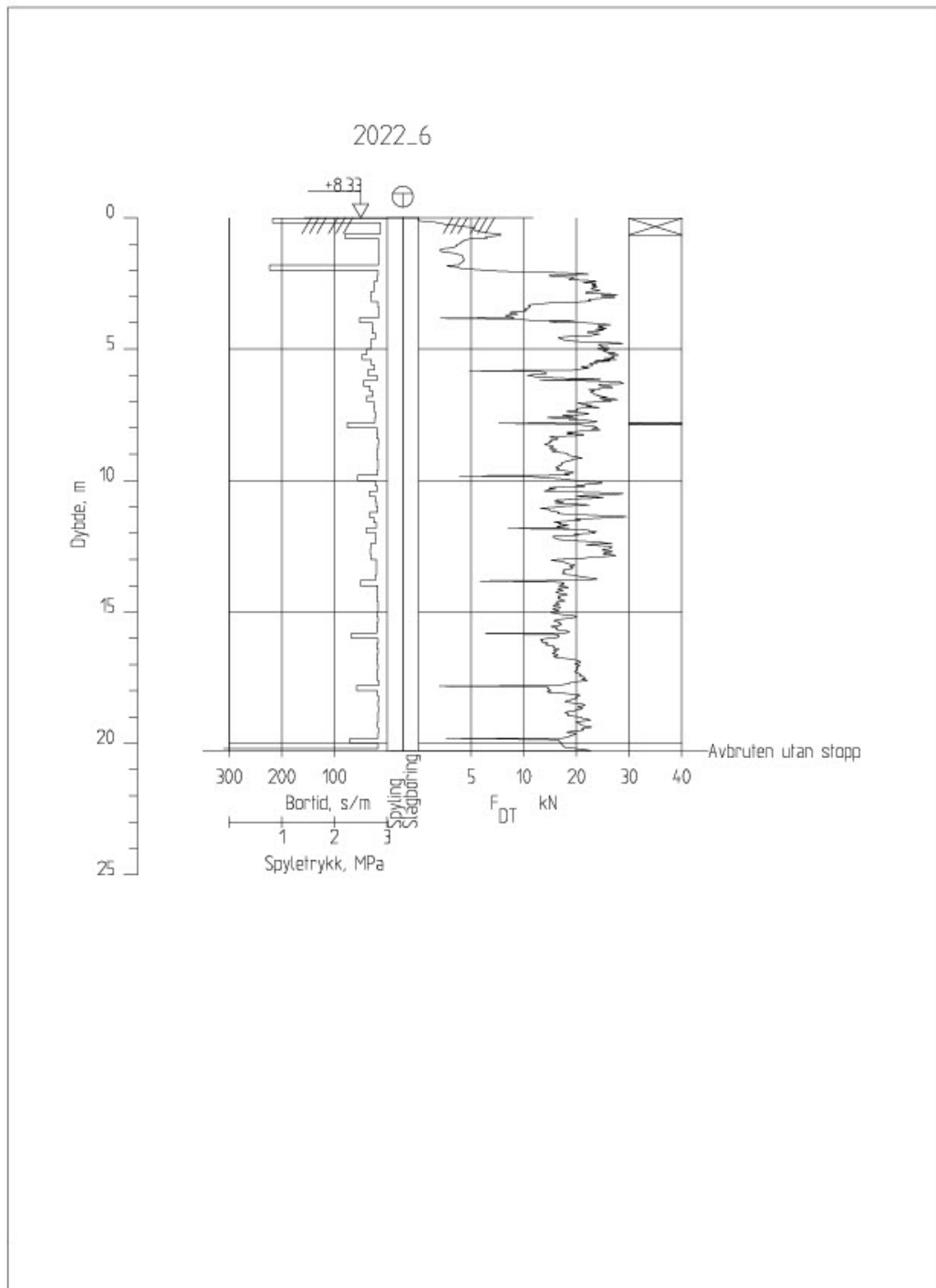
Godkjent



22189 Kvænangsbotn

Rapport nr. 22189	Figur nr.
Tegner	Dato
Kontrollert	
Godkjent	

Totalsondering  
 M = 1 : 150  
 Dato boret :14.06.2022 Forsøk nr. :  
 Borhull 2022\_5 Sonde nr. :  
 Posisjon: X 7750487.97 Y 772299.24

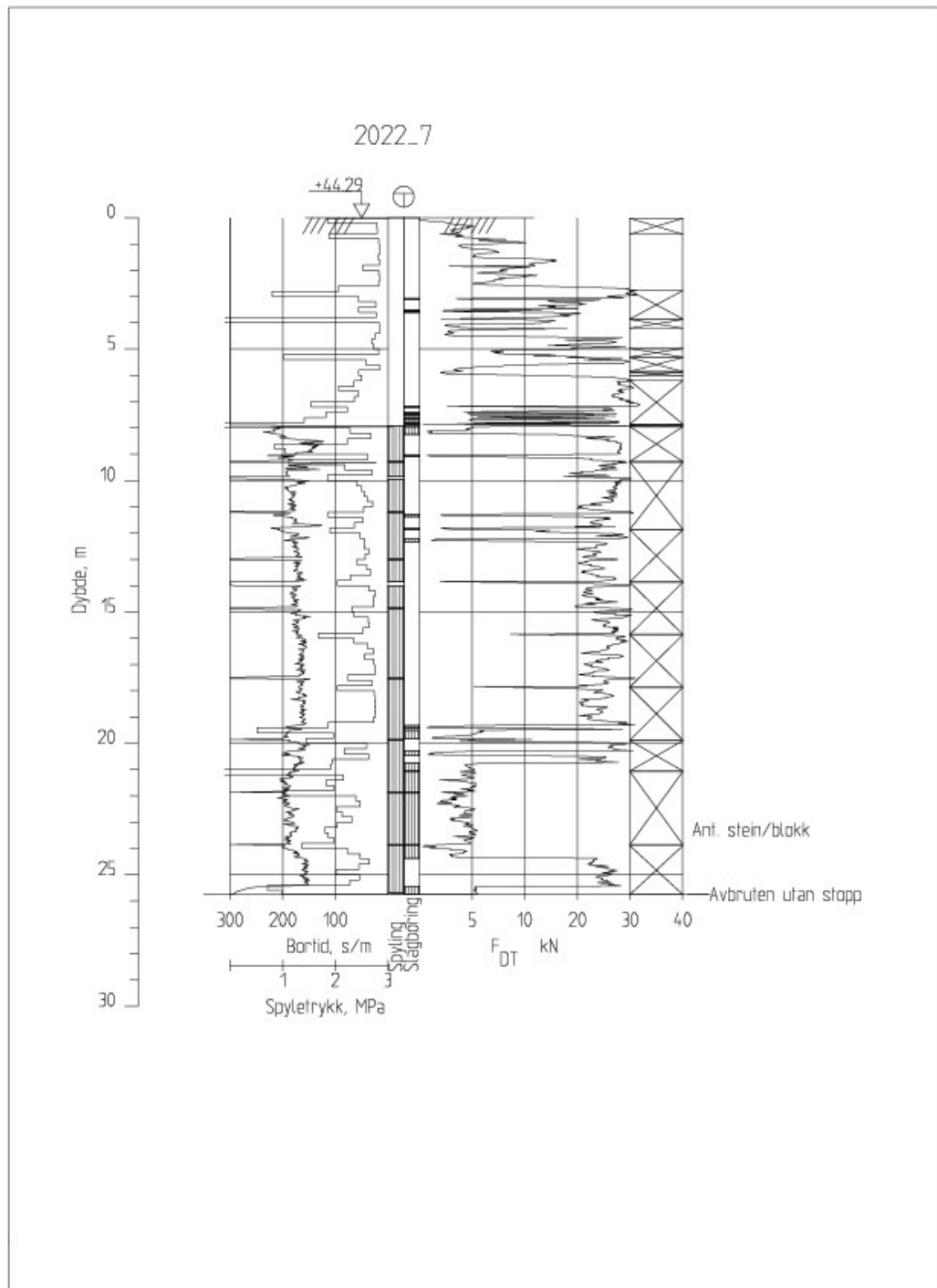


22189 Kvænangsbotn

Rapport nr. 22189	Figur nr.
Tegner	Dato:
Kontrollert	
Godkjent	

Totalsondering  
 M = 1 : 200  
 Dato boret : 14.06.2022      Forsøk nr. :  
 Borhull 2022\_6                      Sonde nr. :  
 Posisjon: X 7750819.46 Y 772299.24

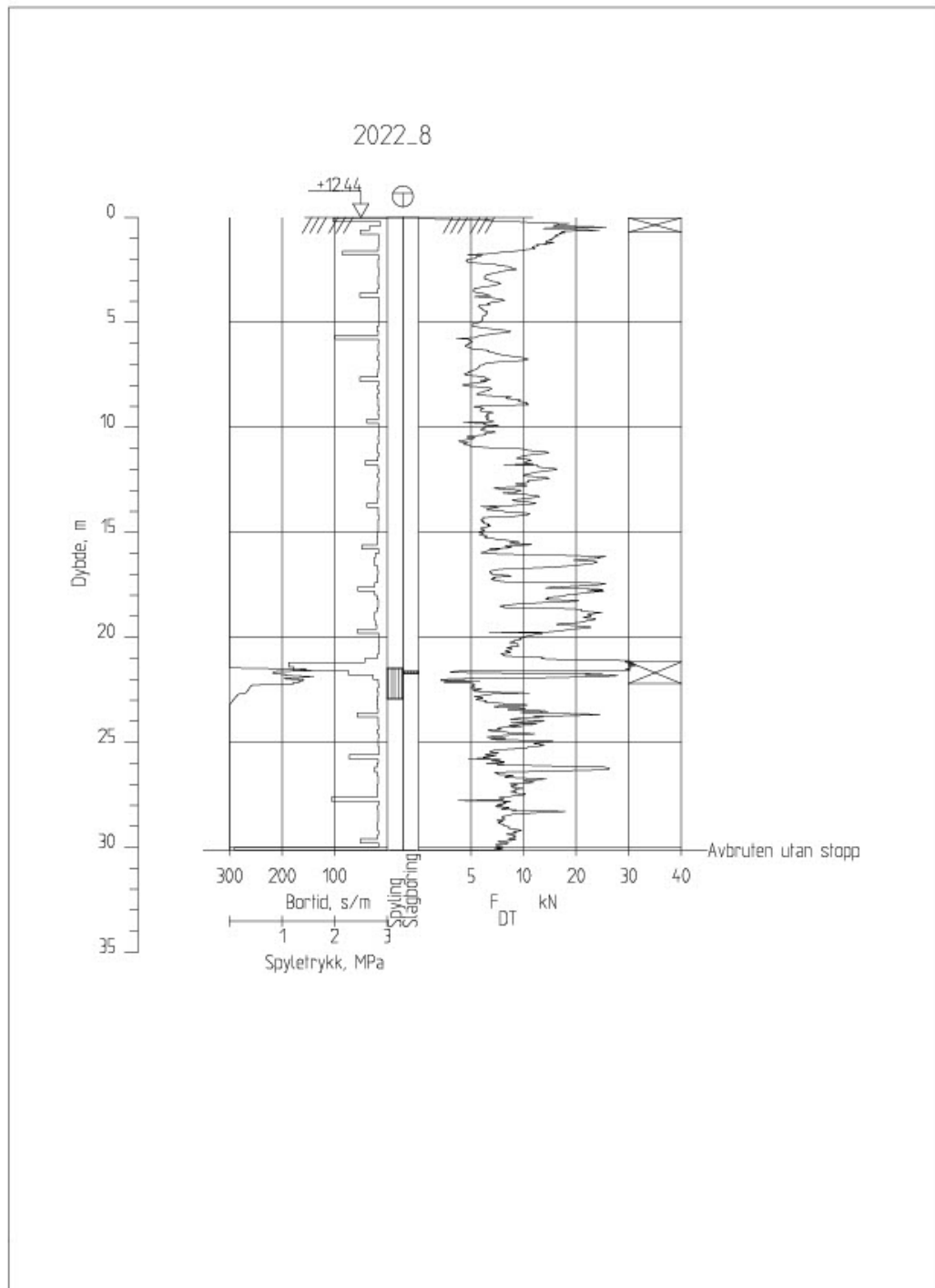




22189 Kvænangsbotn

Rapport nr. 22189	Figur nr.
Tegner	Dato:
Kontrollert	
Godkjent	

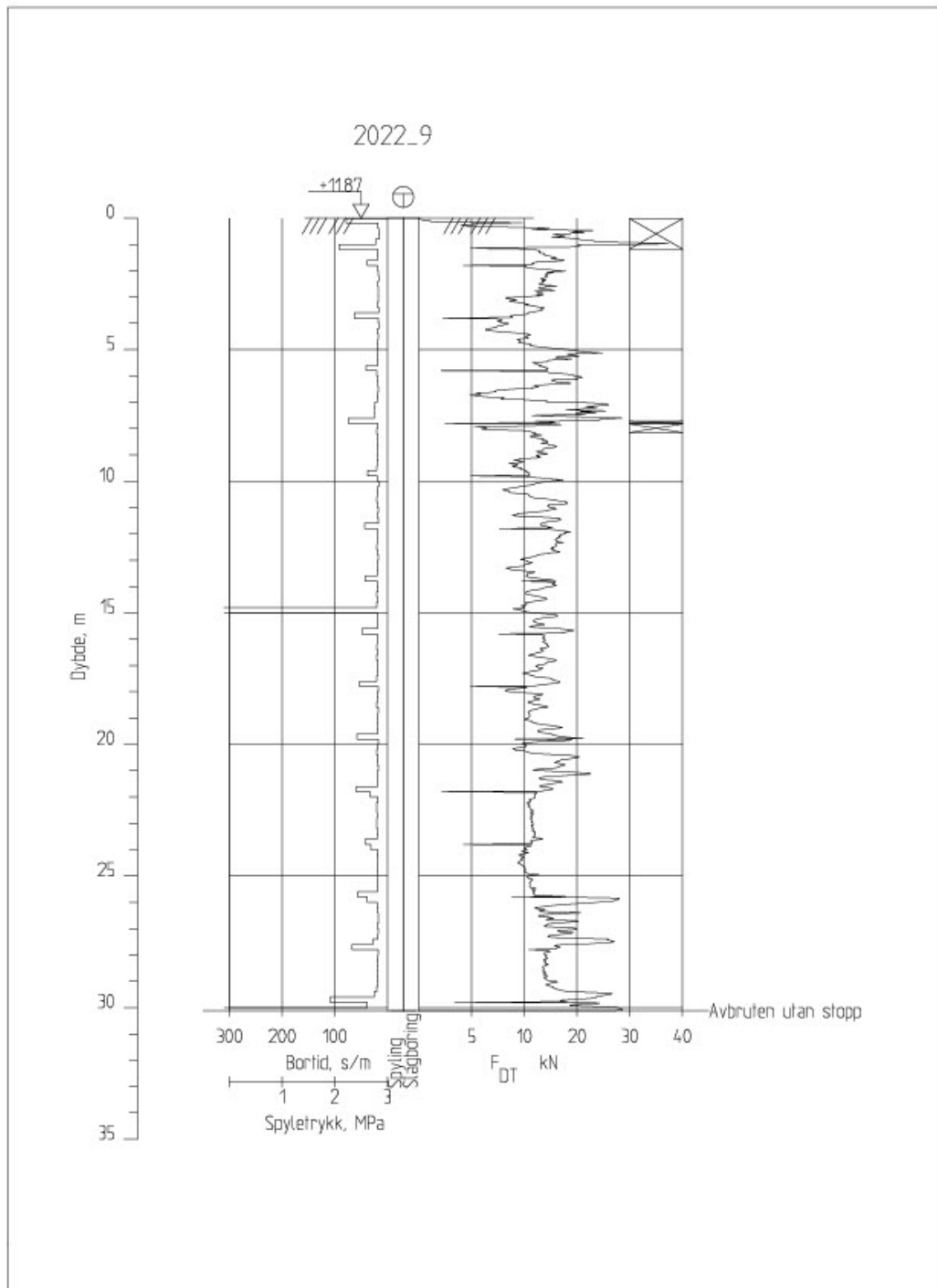
Totalsondering  
 M = 1 : 200  
 Dato boret :14.06.2022 Forsøk nr. :  
 Borhull 2022\_7 Sonde nr. :  
 Posisjon: X 7750275.95 Y 772254.18



22189 Kvænangsbotn

Rapport nr. 22189	Figur nr.
Tegner	Dato:
Kontrollert	
Godkjent	

Totalsondering  
 M = 1 : 250  
 Dato boret : 22.06.2022      Forsøk nr. :  
 Borhull 2022\_8                      Sonde nr. :  
 Posisjon: X 7750671.06 Y 772834.04





22189 Kvænangsbotn

Rapport nr. 22189	Figur nr.
Tegner	Dato:
Kontrollert	
Godkjent	


Totalsondering  
 M = 1 : 200  
 Dato boret : 22.06.2022      Forsøk nr. :  
 Borhull 2022\_9                      Sonde nr. :  
 Posisjon: X 7750889.96 Y 772662.79

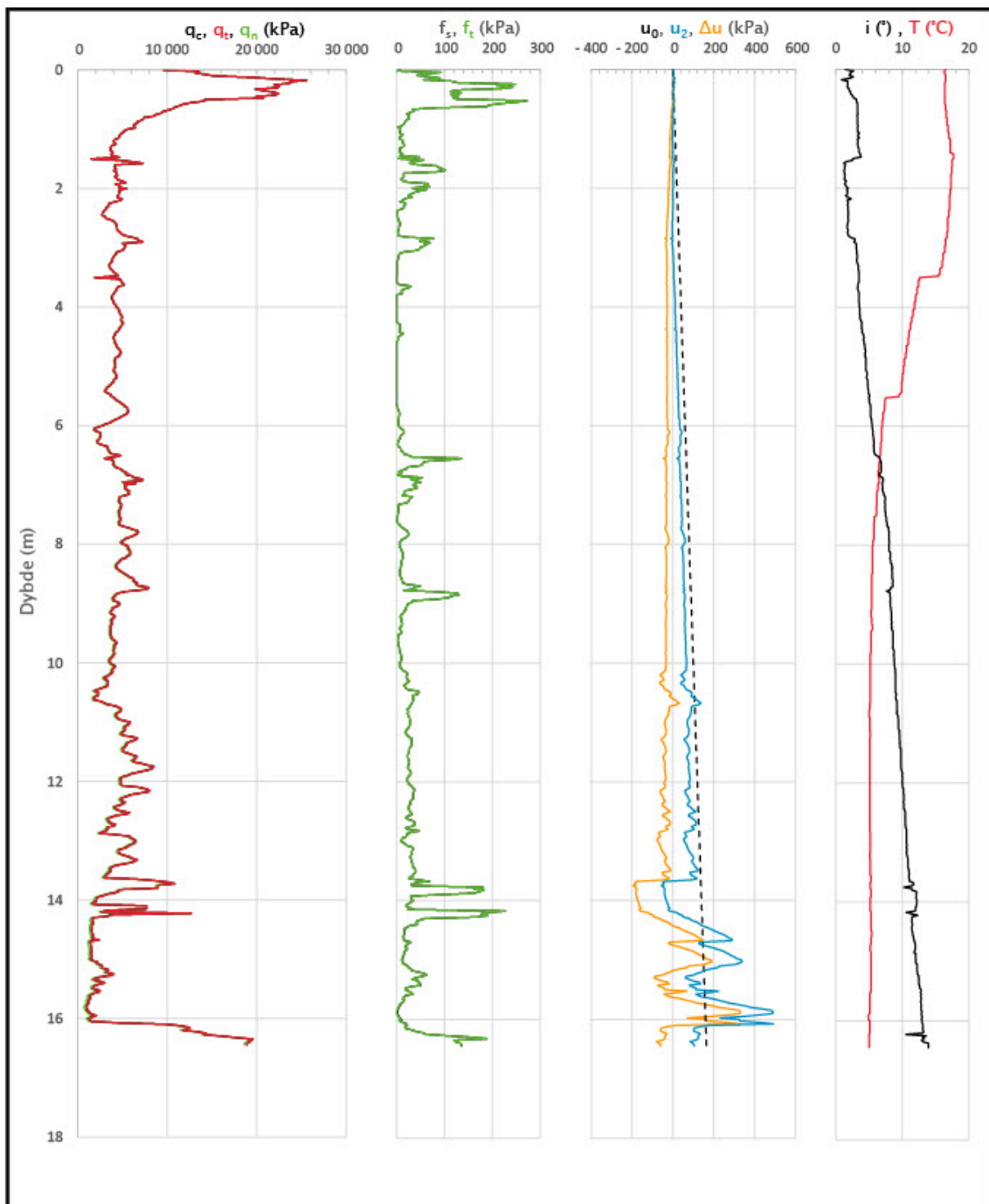



 <span style="float: right;">Generert region</span>													
Oppdragsnr.		Navn		Analyseår		Prøvetype		54mm stål					
Serienr.		Hullnummer		Koordinater									
Prøve	Delprøve	Dybde	Jordart	Densitet	Humusinnhold	Vanninnhold W	Flytegrense W <sub>L</sub>	Utrullingsgrense W <sub>P</sub>	Enkelt trykkforsøk		Konus, Uomrørt, C <sub>ufc</sub>	Konus, Omrørt, C <sub>ufc</sub>	Sensitivitet, St
									C <sub>ufc</sub>	Deformasjon			
		[m]		[kN/m <sup>3</sup> ]	[%]	[%]	[%]	[%]	[kPa]	[%]	[kPa]	[kPa]	
1	A	5.15					21.3						
1	B	5.25	Siltig sand	18.8			31.3						
1	C	5.35					31.4						
1	D	5.45											
1	E	5.55											
1	F	5.65											
<hr/>													
2	A	7.15					25.4						
2	B	7.25	Siltig sand	17.9			38.2						
2	C	7.35					19.6						
2	D	7.45											
2	E	7.55											
2	F	7.65											
<hr/>													
3	A	9.15					21.6						
3	B	9.25	Sandig silt	20.7			27.8						
3	C	9.35					24.1						
3	D	9.45											
3	E	9.55											
3	F	9.65											

	<b>Kornkurve</b>				Generert region													
Oppdragsnr. <b>435220020</b>	Oppdragsnavn <b>22189 Kvænangsbotn NGI</b>																	
Prosjektnr.	Prosjektnavn																	
Ansvarsområdenr.	Ansvarsområdenavn																	
<b>Serienr.: 1<sup>(a)</sup>, Hullnr.: P8, koordinater:</b>																		
Prøvenr.	2B																	
Uttaksdato	23.06.2022																	
Analysetype	Våtsikt																	
Humus (Glødetap)																		
Vanninnhold (%)	38.2																	
% <63µm av <delsikt	41.2 (22,4 mm)																	
% <20µm av <delsikt	1.8 (22.4 mm)																	
<b>Siktedata - Passert (%)</b>																		
	µm				mm													
Pr.nr.	63	125	250	500	1	2												
2B	41.2	52.1	78.8	100.0	100.0	100.0												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Silt</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Sand</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Middels</td> <td style="text-align: center;">Grov</td> <td style="text-align: center;">Fin</td> <td style="text-align: center;">Middels</td> <td style="text-align: center;">Grov</td> </tr> </table>							Silt		Sand			Middels	Grov	Fin	Middels	Grov		
Silt		Sand																
Middels	Grov	Fin	Middels	Grov														
Passert (%)	Maskevidde																	
100																		
90																		
80																		
70																		
60																		
50																		
40																		
30																		
20																		
10																		
0																		
	0.01	0.02	0.063	0.125	0.25	0.5												
	1					2												
	— 2B																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Prøvenr.</td> <td>Vegnr</td> <td>Dybde</td> <td>Jordart</td> <td>Cu</td> <td>TG</td> </tr> <tr> <td>2B</td> <td></td> <td>7.0 - 8.0</td> <td>Siltig sand</td> <td>3.0</td> <td>T1</td> </tr> </table>							Prøvenr.	Vegnr	Dybde	Jordart	Cu	TG	2B		7.0 - 8.0	Siltig sand	3.0	T1
Prøvenr.	Vegnr	Dybde	Jordart	Cu	TG													
2B		7.0 - 8.0	Siltig sand	3.0	T1													
Sted: <u>Alta</u>		Dato: <u>29.06.22</u>		Signatur: <u>Stine Malen T Hagen</u>														

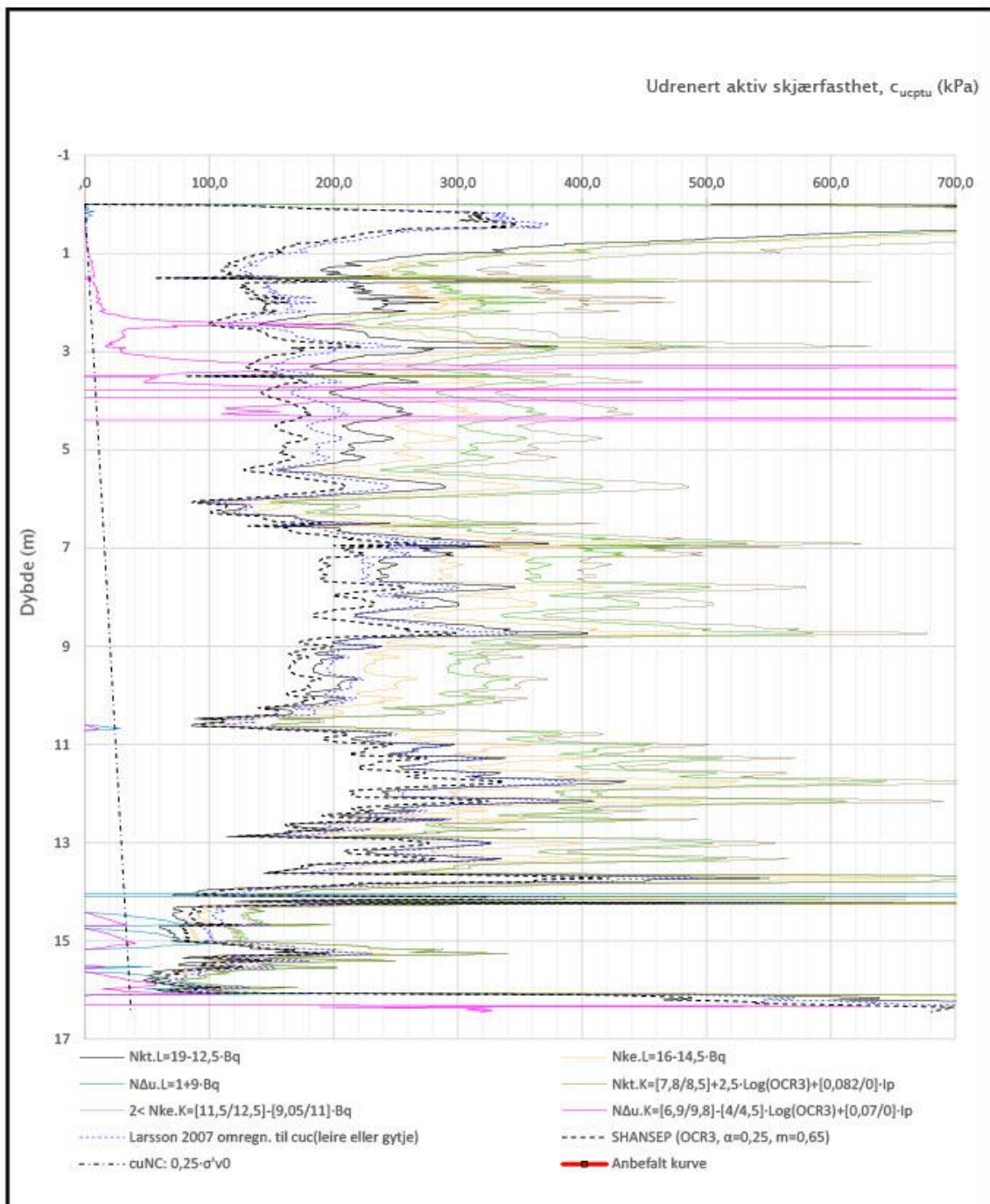
**Bilag 5 Trykksonderinger**

Sonde og utførelse						
Sondennummer	5324		Boreleder	KRS		
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)	12,8		
Kalibreringsdato	29.12.2021		Maks helning (°)	13,9		
Dato sondering	23.06.2022		Maks avstand målinger (m)	0,03		
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1233		3861		3978	
Oppløsning 2 <sup>12</sup> bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 <sup>18</sup> bit (kPa)	0,6188		0,0099		0,0192	
Arealforhold	0,8640		0,0030			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	20,407		0,434		0,996	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktsskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7376,0		120,9		232,8	
Registrert etter sondering (kPa)	-123,0		0,3		0,1	
Avvik under sondering (kPa)	123,0		0,3		0,1	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	6,5		0,1		0,3	
Maksverdi under sondering (kPa)	25546,2		272,8		492,2	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
<b>Samlet nøyaktighet (kPa)</b>	<b>130,1</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	<b>0,1</b>
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	3	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	3					
<b>Anvendelsesklasse</b>	<b>3</b>					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	OK		
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 22189		Borhull	
<b>Kvænangsbotn</b>					<b>2022_CPTu-8</b>	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					<b>5324</b>	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	LMP	SMH			<b>3</b>	
Divisjon	Dato sondering	Revisjon		Figur		
Ekstern konsulent	23.06.2022	Rev. dato		<b>1</b>		

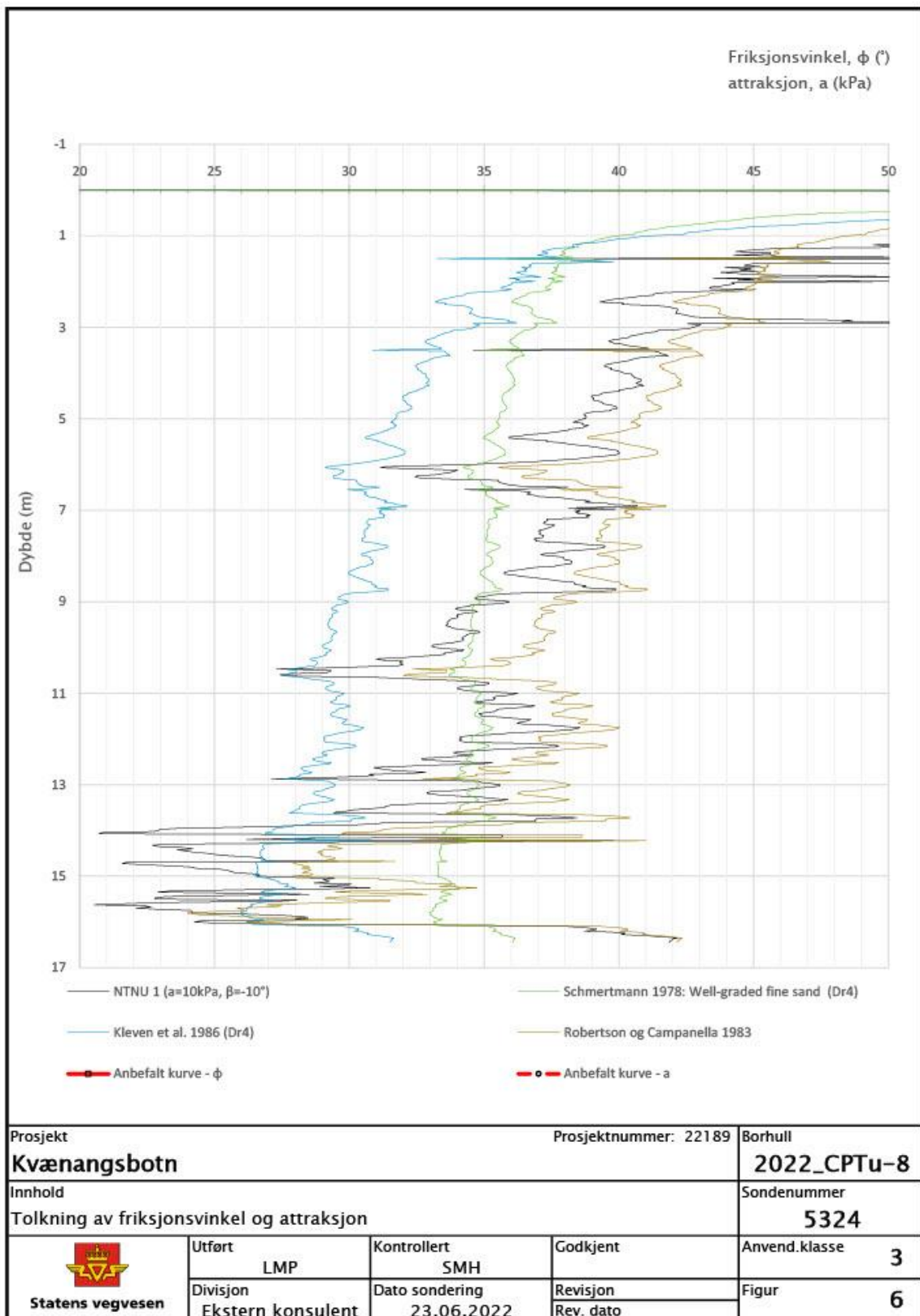


Prosjekt		Prosjektnummer: 22189		Borhull
<b>Kvænangsbotn</b>				<b>2022_CPTu-8</b>
Innhold				Sondennummer
Måledata og korrigerte måleverdier				<b>5324</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	LMP	SMH		<b>3</b>
Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Ekstern konsulent	23.06.2022	Rev. dato	<b>3</b>	





Prosjekt		Prosjektnummer: 22189		Borhull
<b>Kvænangsbotn</b>				<b>2022_CPTu-8</b>
Innhold				Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				<b>5324</b>
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	LMP	SMH		<b>3</b>
Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Ekstern konsulent	23.06.2022	Rev. dato	<b>5</b>	



<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>		
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Vurdering av naturfare og grunnforhold		<b>Dokumentnr./Document no.</b> 20220229-01-R
<b>Dokumenttype/Type of document</b> Rapport / Report	<b>Oppdragsgiver/Client</b> Statnett	<b>Dato/Date</b> 2022-05-12
<b>Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/ Proprietary rights to the document according to contract</b> NGI		<b>Rev.nr.&amp;dato/Rev.no.&amp;date</b> 1 / 2022-09-199
<b>Distribusjon/Distribution</b> BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
<b>Emneord/Keywords</b> Transformatorstasjon, naturfare, skred, flom, grunnforhold		

<b>Stedfesting/Geographical information</b>	
<b>Land, fylke/Country</b> Norge, Troms og Finnmark	<b>Havområde/Offshore area</b>
<b>Kommune/Municipality</b> Kvænanngen	<b>Felt navn/Field name</b>
<b>Sted/Location</b> Kvænanngsbotn	<b>Sted/Location</b>
<b>Kartblad/Map</b>	<b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>
<b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b> Sone: Øst: Nord:	<b>Koordinater/Coordinates</b> Projeksjon, datum: Øst: Nord:

<b>Dokumentkontroll/Document control</b>					
<b>Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001</b>					
<b>Rev/Rev.</b>	<b>Revisjonsgrunnlag/Reason for revision</b>	<b>Egenkontroll av/ Self review by:</b>	<b>Sidemanns-kontroll av/ Colleague review by:</b>	<b>Uavhengig kontroll av/ Independent review by:</b>	<b>Tverrfaglig kontroll av/ Inter-disciplinary review by:</b>
0	Originaldokument	2022-05-11 Vidar Kveldsvik / José-Luis Guerrero 2022-05-10 Elise Morken / G Olsen	2022-05-11 Vidar Kveldsvik 2022-05-09 Frode Sandersen 2022-05-11 Slaven Conevski 2022-05-10 Amanda J DiBiagio		
1	Befaringer og grunnundersøkelser utført	2022-08-15 José-Luis Guerrero / Stine G Olsen	2022-08-15 Slaven Conevski Guerrero / Amanda J DiBiagio / Bjørn Kalsnes		

<b>Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release</b>	<b>Dato/Date</b> 19. september 2022	<b>Prosjektleder/Project Manager</b> Vidar Kveldsvik
--	--	---

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: GeoMiljø – Offshore energi – Naturfare – GeoData og teknologi

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskaper i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Geotechnics and Environment – Offshore energy – Natural Hazards – GeoData and Technology.

NGI is a private foundation with office and laboratories in Oslo, a branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

