

RAPPORT

# Stamsund-Risøyrenna med gjennomseiling Raftsundet – Geotekniske grunnundersøkelser for Vitjet farled. Kystsaksnr.: 2021/1957

---

OPPDRAKSGIVER

Kystverket

EMNE

Datarapport – Geotekniske  
grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 13. mai 2024 / 00

DOKUMENTKODE: 10256510-RIG-RAP-001

---



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.



## RAPPORT

OPPDRAG	<b>Stamsund-Risøyrenna med gjennomseiling Raftsundet – Geotekniske grunnundersøkelser for Vitjet farled. Kystsaksnr.: 2021/1957</b>	DOKUMENTKODE	10256510-RIG-RAP-001
EMNE	Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Kystverket</b>	OPPDRAGSLEDER	Ole Jakob Hegelund
KONTAKTPERSON	Magnus Rørvik	UTARBEIDET AV	Ole Jakob Hegelund
KOORDINATER	UTM 33 ØST: 508754 NORD: 7597283	ANSVARLIG ENHET	10235014
GNR./BNR./SNR.	Vedøyholmen, Hadsel kommune		Grunnundersøkelser

## SAMMENDRAG

Kystverket planlegger utdypning på strekningen Stamsund-Risøyrenna med gjennomseiling av Raftsundet. Multiconsult er i den forbindelse engasjert for å utføre geotekniske grunnundersøkelser ved Brattholmen og Vedøyskallen ved Vitjet farled i Hadsel kommune.

Vitjet farled ligger i Hadsel kommune og er en del av en farled som strekker seg fra Stokmarksund og ned til Svolvevæ med gjennomseiling i Raftsundet.

Grunnundersøkelsen viser at området ved Brattholmen generelt består av 1 lag med masser med lav til middels sonderingmotstand og løsmassemeknighet mellom 0,2 til 6,3 meter. Løsmassene ved Vedøyskallen består generelt av 1 lag med lav sonderingsmotstand med en mektighet på 0,3 til 10,7 meter. Over antatt berg er det i tillegg i enkelte borpunkter registrert masser med middels sonderingmotstand og en mektighet på inntil ca. 1 meter.

Ved Brattholmen varierer registrert dybde til antatt berg mellom 0,2 og 6,3 meter, og antatt bergoverflate i borpunktene ligger mellom kote -7,8 og -15,2. På Vedøyskallen varierer registrert dybde til antatt berg mellom 0,3 og 10,7 meter, og antatt bergoverflate i borpunktene ligger mellom kote -5,1 og -14,0.

Det ble tatt opp 4 stk prøveserier fra dybde 0-8 meter. Borpunkt 2 er fra Brattholmen og borpunkt 5, 10 og 18 er fra Vedøyskallen. Samtlige prøveserier viser masser bestående av knust korall og skjell med en kornstørrelse tilsvarende sand og grus. Vanninnholdet er relativt høyt og varierer fra 47-82%. Det er ikke påtruffet kvikkleire eller sprøbruddmateriale i undersøkelsen.

00	13.05.2024	DATARAPPORT – GEOTEKNISKE GRUNNUNDERSØKELSER	OLE JAKOB HEGELUND	INGRID GRYTELAND HOLM	OLE JAKOB HEGELUND
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>6</b>
1.1	Formål og bakgrunn .....	6
1.2	Utførelse .....	6
1.3	Kvalitetssikring og standardkrav .....	6
1.4	Innhold og bruk av rapporten .....	6
<b>2</b>	<b>Områdebeskrivelse .....</b>	<b>7</b>
2.1	Området og topografi .....	7
<b>3</b>	<b>Geotekniske grunnundersøkelser .....</b>	<b>9</b>
3.1	Tidligere grunnundersøkelser .....	9
3.2	Utførte grunnundersøkelser .....	9
3.2.1	Feltundersøkelser .....	9
3.2.2	Laboratorieundersøkelser .....	11
<b>4</b>	<b>Grunnforholdsbeskrivelse .....</b>	<b>11</b>
4.1	Kvartærgeologisk kart .....	11
4.2	Eksisterende faresoner for kvikkleireskred .....	12
4.3	Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser .....	13
4.3.1	Generelt .....	13
4.3.2	Dybde til berg .....	13
4.3.3	Løsmasser .....	14
<b>5</b>	<b>Geoteknisk evaluering av resultatene .....</b>	<b>15</b>
5.1	Avvik fra standard utførelsesmetoder .....	15
5.2	Viktige forutsetninger .....	15
5.3	Undersøkelles- og prøve kvalitet .....	15
5.4	Påvisning av bergnivå .....	15
<b>6</b>	<b>Behov for supplerende grunnundersøkelser .....</b>	<b>16</b>
<b>7</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>16</b>

## TEGNINGER

10256510-01-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-000.1	Oversiktskart – borplaner
	-001	Borplan Brattholmen
	-002	Borplan Vedøyskallen
	-200 til -203	Geoteknisk data BP 2, 5, 10, 18
	-300 til -301	Korngraderingsanalyser BP 2, 5, 10, 18
	-600 til -606	Profiler med sonderingsresultat

## VEDLEGG

Vedøyskallen\_Scan pdf, Levert av Kystverket

## BILAG

1. Geoteknisk bilag – Feltundersøkelser
2. Geoteknisk bilag – Laboratorieundersøkelser
3. Geoteknisk bilag – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

## 1 Innledning

Foreliggende rapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser ved Vitjet farled i Hadsel kommune, med Kystsaksnr. 2021/1957.

### 1.1 Formål og bakgrunn

Kystverket planlegger utdypning på strekningen Stamsund-Risøyrenna med gjennomseiling av Raftsundet. Multiconsult er i den forbindelse engasjert for å utføre geotekniske grunnundersøkelser ved Brattholmen og Vedøyskallen ved Vitjet farled.

### 1.2 Utførelse

Felundersøkelsene ble utført av Multiconsult Norge AS på sjø med hydraulisk borerigg på borebåten «Geo Cat» løpet av uke 9-10/2024. Alle kotehøydene referer til sjøkartnull og borpunktene er innmålt i koordinatsystem EUREF 89, UTM 33 ved hjelp av CPOS DGPS, med nøyaktighet  $\pm 10$  cm. Kartgrunnlaget på land er hentet fra høydedata.no og dybdedata (2014) er fra Kystverket. Borpunktene er avlest på stedet og korrigert med hensyn til tidevann på utført boretidspunkt, se tabell 3-3.

Boringens utførelse er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 1, mens oversikt over metodestandarder for utførelse er gitt i geoteknisk bilag 3.

Laboratorieundersøkelsene ble utført ved Multiconsults geotekniske lab i Tromsø og ferdigstilt i uke 17/2024. Metodikk/prosedyre for utførelse av laboratorieundersøkelsene er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 2.

### 1.3 Kvalitetssikring og standardkrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet omfatter prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015 [1]. Felundersøkelsene er utført iht. NS 8020-1:2016 [3] og tilgjengelige metodestandarder fra Norsk Geoteknisk Forening [6]

Laboratorieundersøkelsene er utført iht. NS 8000-serien og relevante ISO-standarder. Datarapporten er utarbeidet i henhold til NGF-melding nr. 2 [6] og krav i NS-EN-1997 (Eurokode 7) – Del 2 [2].

Ved klassifisering av jordarter og funn av sprøbruddmateriale og/eller kvikkleire – er definisjoner iht. NVE veileder nr 1/2019 lagt til grunn. For omregning av målt konusinntrykk til tolket udrenert skjærfasthet er konusstandard ISO 17892-6:2017 benyttet:

- Sprøbruddmateriale: materiale med omrørt skjærfasthet som har  $S_{u,r} < 1,27$  kPa
- Kvikkleire: leire med omrørt skjærfasthet som har  $S_{u,r} < 0,33$  kPa

Oversikt over utvalgte metodestandarder er vist i geoteknisk bilag 3.

### 1.4 Innhold og bruk av rapporten

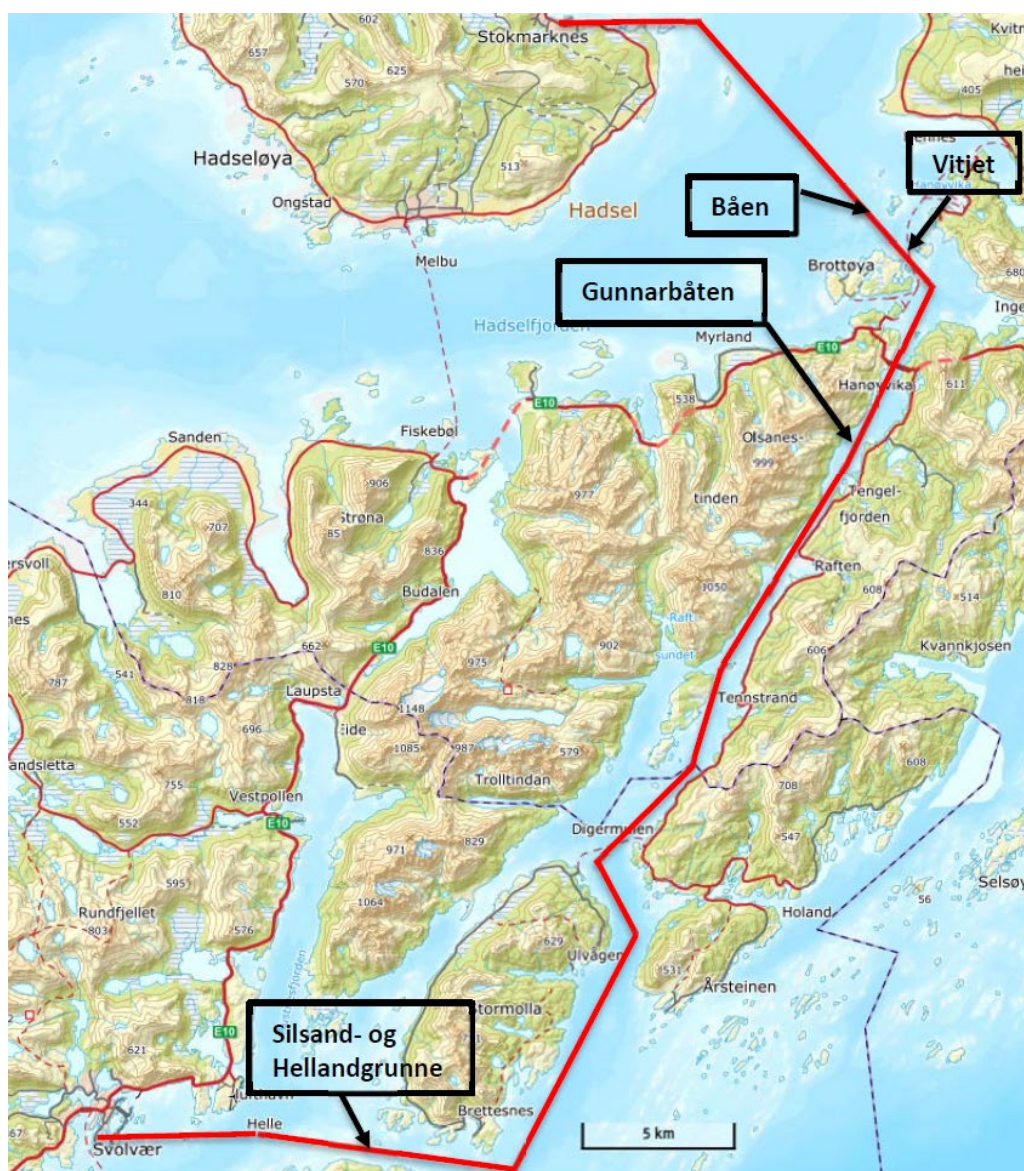
Geoteknisk datarapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser i geotekniske termer og krever geoteknisk kompetanse for videre bruk i rådgivings- og prosjekteringssammenheng. Rapporten inneholder i så måte ingen vurderinger av byggbarhet, metoder eller tiltak, og vi anbefaler at det engasjeres geoteknisk kompetanse i det videre arbeidet med prosjektet.

Geoteknisk datarapport omhandler ikke data eller vurderinger knyttet til tilstedeværelse av forurenset grunn i det undersøkte området. Dersom det foreligger mistanke om forurenset grunn, anbefaler vi at det bestilles miljøtekniske grunnundersøkelser. Dersom miljøtekniske grunnundersøkelser er utført av Multiconsult, rapporteres disse undersøkelsene med tilhørende analyser og resultater i separat miljøteknisk datarapport.

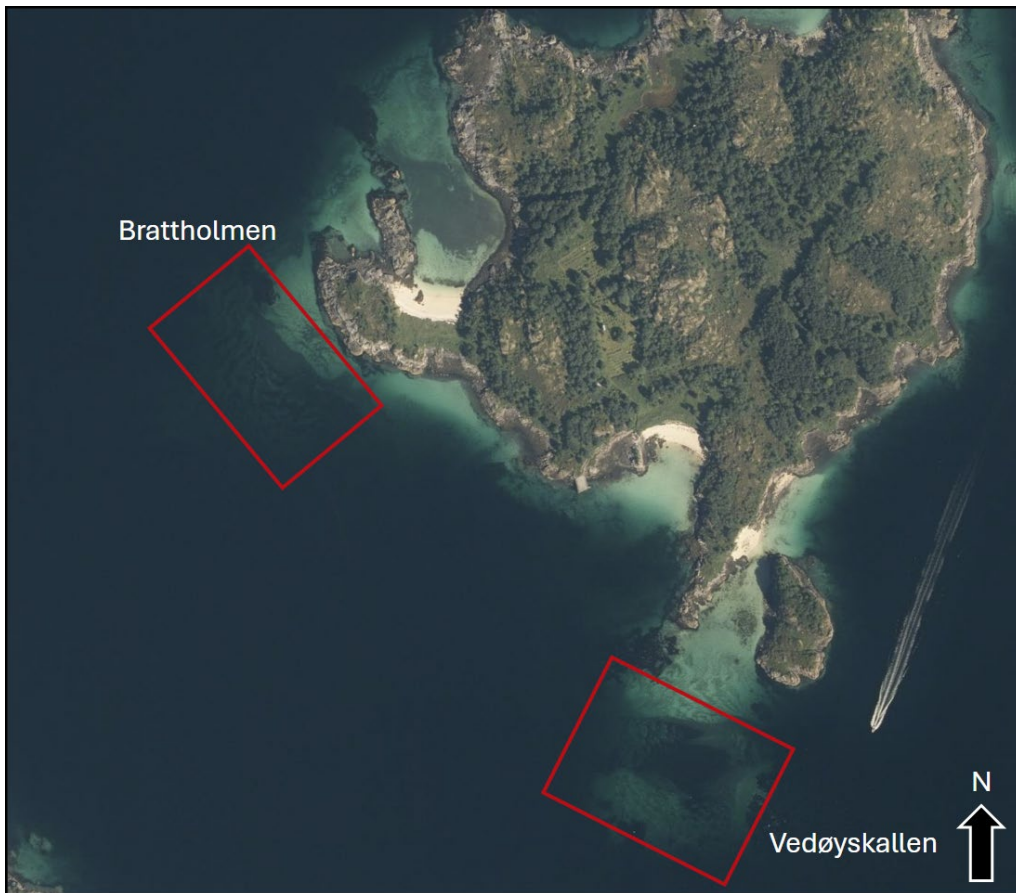
## 2 Områdebeskrivelse

### 2.1 Området og topografi

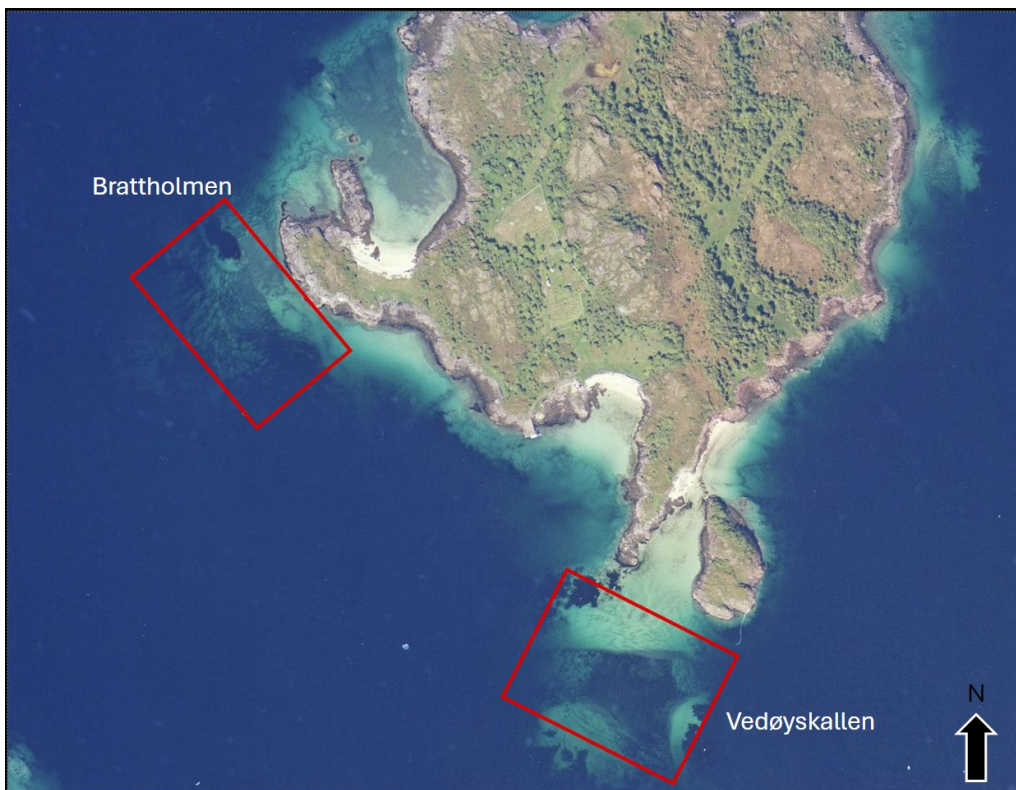
Vitjet farled ligger i Hadsel kommune og er en del av en farled som strekker seg fra Stokmarksund og ned til Svølvær med gjennomseiling i Raftsundet. Figur 2-1 viser et kartutsnitt over strekningen med de tidligere undersøkte områdene Båen, Vitjet, Gunnarbåten, samt Silsand- og Hellandgrunne. Ved å studere historiske ortofoto mellom 2004 og 2022 ser det ut til at marbakken fra strandsonen har krympet noe med årene frem til i dag. Dette kan være forårsaket av bølgeerosjon eller propellererosjon.



Figur 2-1: Kartutsnitt over strekningen med de tidligere undersøkte områdene markert [8].



Figur 2-2: Historisk ortofoto over Vitjet farled fra 2022. Nordland Nord 2022 [norgebilder.no].



Figur 2-3: Historisk ortofoto over Vitjet farled fra 2004, Lofoten 2004 [norgebilder.no].



### 3 Geotekniske grunnundersøkelser

#### 3.1 Tidligere grunnundersøkelser

På NADAG (Nasjonal database for grunnundersøkelser) er det ikke registrert tidligere relevante undersøkelser ved Vitjet farled. Multiconsult har tidligere utført grunnundersøkelser ved Brattholmen, se tabell 3-1. Plasseringen av tidligere borpunkt er vist på borplanen for Brattholmen, på tegning -001. Relevante resultater fra tidligere grunnundersøkelser er innarbeidet i foreliggende rapport.

Tabell 3-1: Tidligere relevante grunnundersøkelser i området.

Ref.	Rapport-nummer	Utført av	År	Oppdragsgiver	Oppdragsnavn/ rapportnavn	Vist på borplan/merknad
[8]	10219293-RIG- RAP-001	Multiconsult	2021	Kystverket	Geotekniske undersøkelser for gjennomseilingen av Molldøra og Raftsundet. Kystsaksnr.: 2021/1957	-001

#### 3.2 Utførte grunnundersøkelser

##### 3.2.1 Feltundersøkelser

Utførte feltundersøkelser omfatter:

- 25 stk totalsonderinger hvorav 23 stk er ned til antatt berg
- 4 stk prøveserier med ø54 mm sylindrerprøver (stål)

Borpunktene plassering og bergkoter er vist på borplanene, se tegning -001 og -002. Utskrifter av totalsonderinger er vist i profil på tegning -600 til og med -606.

Koordinatsystem og utførte grunnundersøkelser med tilhørende koordinater er vist i Tabell 3-2, Tabell 3-3 og Tabell 3-4.

Tabell 3-2: Koordinat-/høydesystem

Høydesystem	Koordinatsystem	Sone
Sjøkartnull	EUREF89	UTM 33

Tabell 3-3: Utførte feltundersøkelser ved Brattholmen, dybdeverdi fra sjøboringer er korrigert fra middelvannstand til sjøkartnull.

Bor- punkt	Koordinater			Metode	Boret dybde			Kommentar
	N	Ø	Sjøkartnull		Løs- masse	Ant. Berg	Totalt	
	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
1	7597585,17	508339,73	-8,43	TOT	2,80	3,02	5,82	
2	7597566,25	508316,96	-10,60	TOT, PR	3,92	3,00	6,92	
23	7597587,59	508313,11	-10,29	TOT	4,90	3,05	7,95	
24	7597561,54	508340,18	-11,29	TOT	2,97	3,03	6,00	

**TOT=Totalsondering; PR; Prøveserie**

Tabell 3-4: Utførte feltundersøkelser ved Vedøyskallen, dybdeverdi fra sjøboringer er korrigert fra middelvannstand til sjøkartnull.

Bor- punkt	Koordinater			Metode	Boret dybde			Kommentar
	Nord (X)	Øst (Y)	Sjøkartnull Kote (Z)		Løs- masse	Ant. Berg	Totalt	
	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
3	7597299,54	508681,37	-9,51	TOT	0,95	2,90		Påvirket av sjøbølger fra trafikk
4	7597313,29	508719,02	-2,74	TOT	2,38	2,97		
5	7597308,45	508752,90	-2,14	TOT, PR	8,23	2,97		Påvirket av sjøbølger fra trafikk
6	7597299,21	508778,73	-3,25	TOT	5,18	2,93		
7	7597269,75	508813,46	-10,10	TOT	1,75	3,00		
8	7597276,25	508686,67	-9,15	TOT	4,20	2,98		
9	7597280,26	508723,73	-4,05	TOT	10,00	3,00		
10	7597271,74	508766,55	-4,24	TOT, PR	10,73	2,97		
11	7597249,96	508796,98	-5,17	TOT	2,67	3,02		Påvirket av sjøbølger fra trafikk
12	7597240,31	508828,31	-11,22	TOT	0,28	3,00		
13	7597240,72	508713,56	-5,66	TOT	5,57	3,00		
14	7597230,50	508745,57	-5,00	TOT	5,03	3,00		
15	7597219,99	508788,63	-4,62	TOT	5,53	2,97		
16	7597237,08	508671,31	-8,38	TOT	1,52	3,00		
17	7597219,53	508686,85	-6,16	TOT	2,42	-	2,42	Brudd i borstål
17-1	7597219,65	508688,39	-6,06	TOT	2,80	3,02		Nytt forsøk
18	7597207,69	508733,74	-6,02	TOT, PR	4,07	2,93		
19	7597186,90	508781,55	-10,16	TOT	2,10	-	2,10	Brudd i borstål
20	7597195,44	508828,30	-5,54	TOT	0,75	2,97		
21	7597201,77	508672,28	-7,94	TOT	0,65	3,15		
22	7597174,91	508716,07	-10,03	TOT	0,65	2,98		

**TOT=Totalsondering; PR=Prøveserie**

### **3.2.2 Laboratorieundersøkelser**

Prøvene er undersøkt i geoteknisk laboratorium med tanke på klassifisering og identifisering av jordartene. Ved rutineundersøkelsen er sylindrerprøvene klassifisert og beskrevet med måling av vanninnhold.

Følgende laboratoriumundersøkelser er utført:

- Rutineundersøkelser av 21 stk sylindrerprøver (54 mm)
- 6 stk korngraderingsanalyser

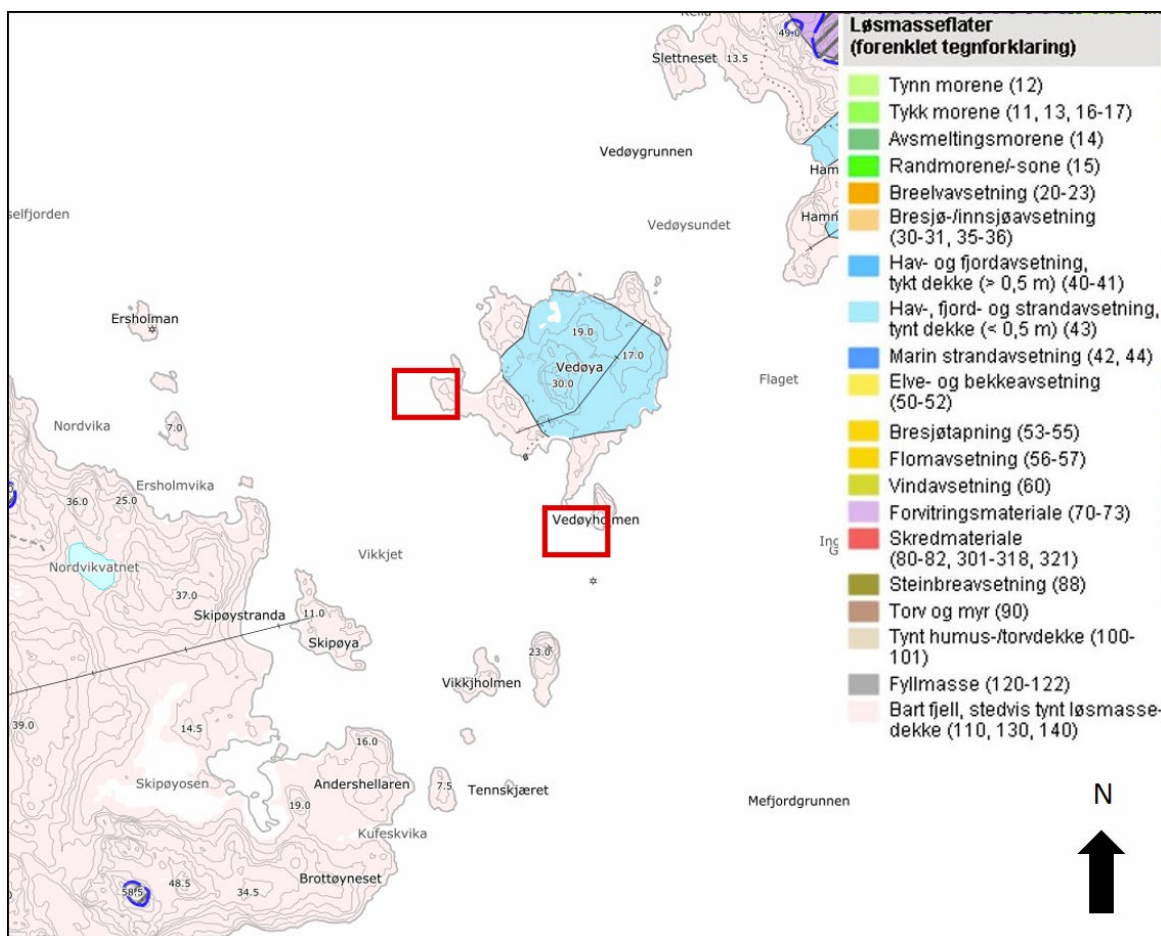
Resultatene fra rutineundersøkelsene er presentert som geoteknisk data i tegning -200 til og med -203. Korngraderingsanalysene er presentert i tegning -300 til -301.

## **4 Grunnforholdsbeskrivelse**

### **4.1 Kvartærgeologisk kart**

Figur 4-1 viser et utsnitt av kvartærgeologisk kart for det aktuelle området. Kartet indikerer at løsmassene på land ved Vedøya hovedsakelig består av marine strandavsetninger og bart fjell uten løsmassedekke [5]. De marine strandavsetningene kan ha kornstrørelser som varierer fra leire til blokk. Da området ligger på sjø, kan ikke forekomst av kvikkleire eller sprøbruddmateriale utelukkes. Kartet er i egnet målestokk 1:250 000.

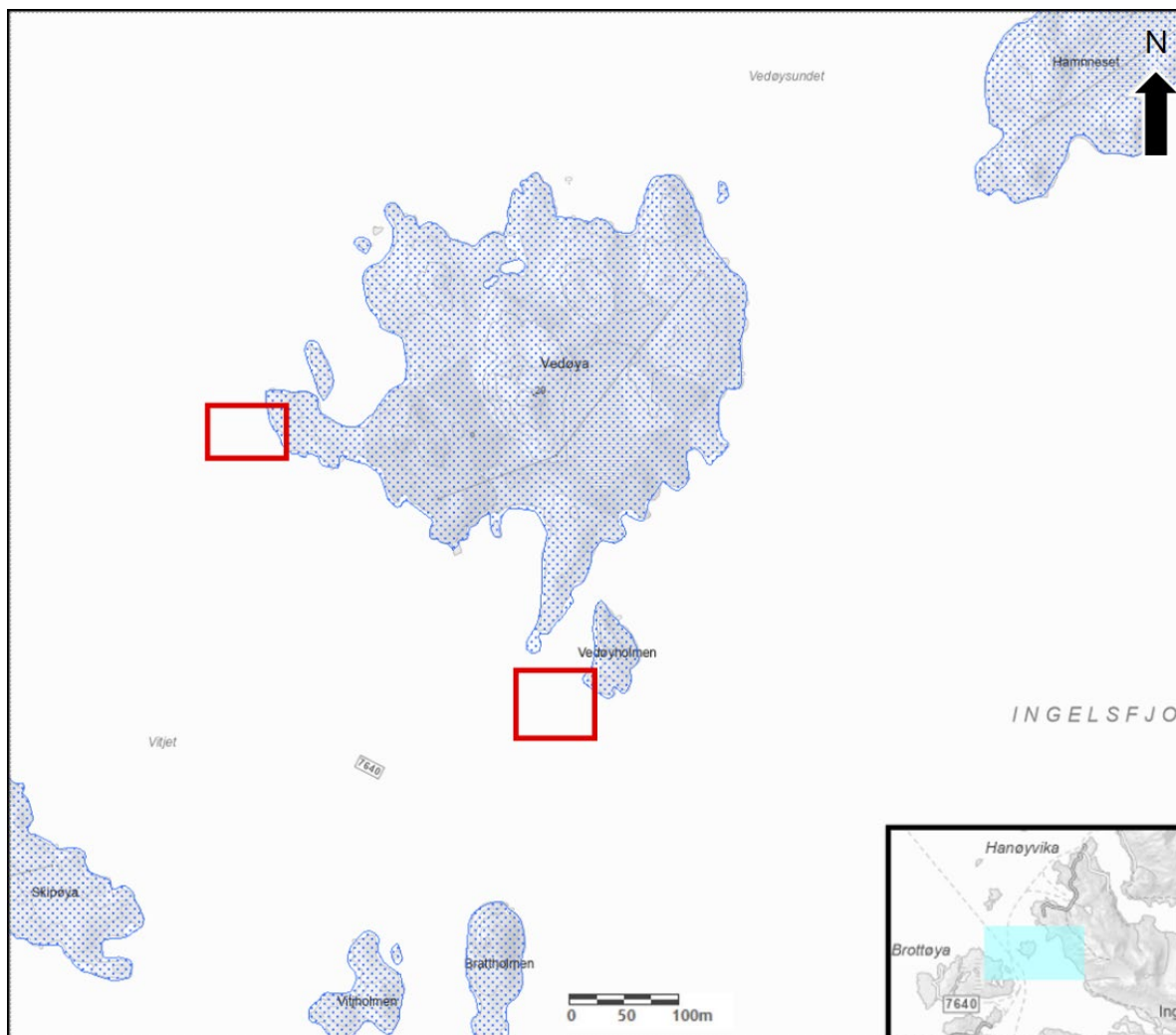
Det kvartærgeologiske kartgrunnet gir en visuell oversikt over landskapsformende prosesser over tid, samt løsmassenes overordnede fordeling. Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging, og kun i begrenset omfang fysiske undersøkelser. Kartene gir ingen informasjon om løsmassefordeling i dybden og kun begrenset informasjon om løsmassemekting. For mer informasjon om kvartærgeologiske kart og anvendelse/kvalitet vises til [www.ngu.no](http://www.ngu.no).



Figur 4-1: Kvartærgeologisk kart over undersøkelsesområdet [5].

## 4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

I henhold til faresonekart på NVE-Atlas [7] er det aktuelle området innenfor aktsomhetsområdet for kvikkleire (blå skravur figur 4-2), men det er ingen tidligere kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området.



Figur 4-2: Det aktuelle området ligger innenfor aktsomhetsområde for kvikkleireskred [7].

### 4.3 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser

#### 4.3.1 Generelt

Grunnundersøkelsen viser at området ved Brattholmen generelt består av 1 lag med masser med lav til middels sonderingmotstand og en løsmassemektighet mellom 0,2 til 6,3 meter.

Løsmassene ved Vedøyskallen består generelt av 1 lag med lav sonderingsmotstand med en mektighet på 0,3 til 10,7 meter. Over antatt berg er det i tillegg i enkelte borpunkter registrert et lag med middels sonderingmotstand med en mektighet på inntil ca. 1 meter.

Beskrivelse av usikkerhet og evaluering av resultatene fra grunnundersøkelsen er angitt i kap.5.

#### 4.3.2 Dybde til berg

Ved Brattholmen varierer registrert dybde til antatt berg mellom 0,2 og 6,3 meter, og antatt bergoverflate i borpunktene ligger mellom kote -7,8 og -15,2. På Vedøyskallen varierer registrert dybde til antatt berg mellom 0,3 og 10,7 meter, og antatt bergoverflate i borpunktene ligger mellom kote -5,1 og -14,0.

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

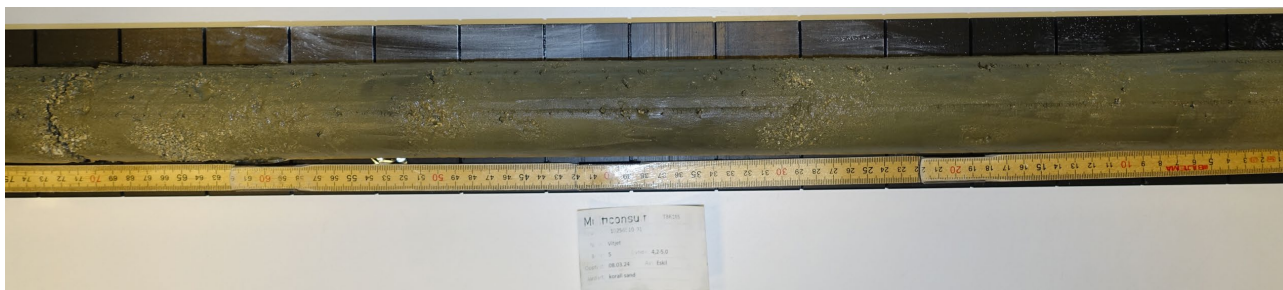
### 4.3.3 Løsmasser

Det ble tatt opp 4 stk prøveserier fra dybde 0-8 meter. Borpunkt 2 er fra Brattholmen og borpunkt 5, 10 og 18 er fra Vedøyskallen. Samtlige prøveserier viser masser bestående av knust korall og skjell med en kornstørrelse tilsvarende sand og grus. Vanninnholdet er relativt høyt og varierer fra 47-82%. Det er ikke påtruffet kvikkleire eller sprøbruddmateriale i undersøkelsen.

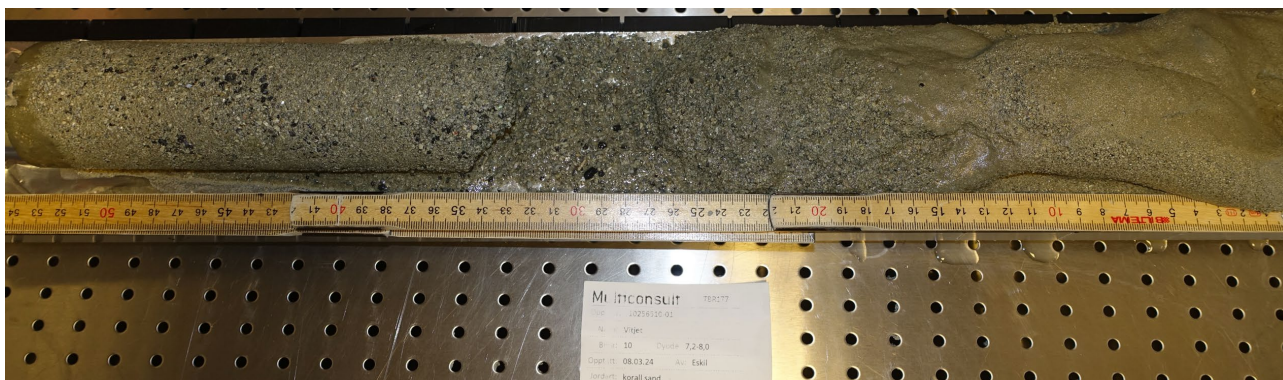
Det presiseres at geoteknisk klassifisering av løsmasser baserer seg på kornstørrelse, og at løsmassene fra prøveseriene definert som sand og grus egentlig er skjell- og korallrester med kornstørrelse tilsvarende sand og grus. Figur 4-3 til 4-6 viser bilder av materialet fra prøveåpningen, og viser tydelig innhold av skjell og koraller.. Geotekniske data er presentert på tegning -200 til -203.



Figur 4-3: Sylindrerprøve med knust korall og skjellfragmenter med høyt vanninnhold. Fra borpunkt 2 ved Brattholmen ved dybde 2,2-3,0 m.



Figur 4-4: Sylindrerprøve med knust korall og skjellfragmenter med høyt vanninnhold. Fra borpunkt 5 ved Vedøyskallen ved dybde 4,2-5,0 m.



Figur 4-5: Sylindrerprøve med korallsand. Fra borpunkt 10 ved Vedøyskallen ved dybde 7,2-8,0 m.



Figur 4-6: Sylinderprøve med korallsand som inneholder store skjellfragmenter lokalt i prøven. Fra borpunkt 18 ved Vedøyskallen ved dybde 7,2-8,0 m.

## 5 Geoteknisk evaluering av resultatene

### 5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder

Noen av sonderingene ble påvirket av sjøbølger fra båttrafikk i området. Hvilke sonderinger det gjelder er spesifisert i tabell 3-4. Det ble 2 stk stangbrudd ved Vedøyskallen ved borpunkt 17 og 19, her ble det ikke utført 3 m bergkontroll. Med unntak av dette er det ingen andre avvik fra standard utførelsesmetoder.

### 5.2 Viktige forutsetninger

I forbindelse med opptegning av sonderingsresultater og geotekniske profiler er det brukt kartgrunnlag fra 2014 i sjøkartnull levert fra Kystverket. Dette datagrunnlaget er nå over 10 år gammelt og noen av de innmålte borpunktene viser tydelig avvik mellom sjøbunn i 2014 og i dag. Avvikene kan observeres i flere av profilene på tegning -600 t.o.m. 606, men spesielt langs profil I, ved borpunktene 7, 12 og 20.

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

### 5.3 Undersøkelles- og prøve kvalitet

Generelt vurderes kvaliteten på opptatte prøver og utførte undersøkelser som god/akseptabel.

På grunn av brudd i borrhull ble det ikke boret 3,0 m inn i berg i borpunkt 19 og 17.

### 5.4 Påvisning av bergnivå

Spesielt for påvisning av overgang til antatt berg ved totalsondering anmerkes følgende:

1. Påvisning av overgang til antatt berg foregår normalt sett ved at det kontrollbores 2-3 m ned i antatt berg. Slik påvisning kan være utfordrende i tilfeller med fast morene over berg. Dette på grunn av at sonderingsresultatet (responsen) fra fast morenemateriale i noen tilfeller er vanskelig å skille fra respons i berg.
2. I områder med dårlig bergkvalitet i overgangssonen mellom løsmasser og berg er det ofte meget vanskelig å skille ut berghorizonten, spesielt i overgangen mellom faste løsmasser (f.eks. morene) og berg. Som utgangspunkt settes alltid antatt bergnivå til tolket øvre

berghorisont, uavhengig av kvaliteten til berget. Antatt sone med dårlig bergkvalitet er evt. beskrevet i tekst i rapporten og/eller angitt på sonderingsutskrifter.

3. I tilfeller der det kan være blokk i grunnen med størrelse over 2-3 m i tverrmål, vil det også være en mulighet for at det som antas som bergnivå i virkeligheten er blokk dersom kontrollboringen avsluttes etter 2-3 m boring i blokk.

I nevnte tilfeller kan virkelig bergnivå/berghorisont avvike vesentlig fra antatte nivåer tolket fra undersøkelsene. Angitte kotenivåer for antatt bergoverflate må derfor benyttes med forsiktighet.

## 6 Behov for supplerende grunnundersøkelser

Iht. NS-EN-1997-2 skal grunnundersøkelser normalt utføres i minst to omganger;

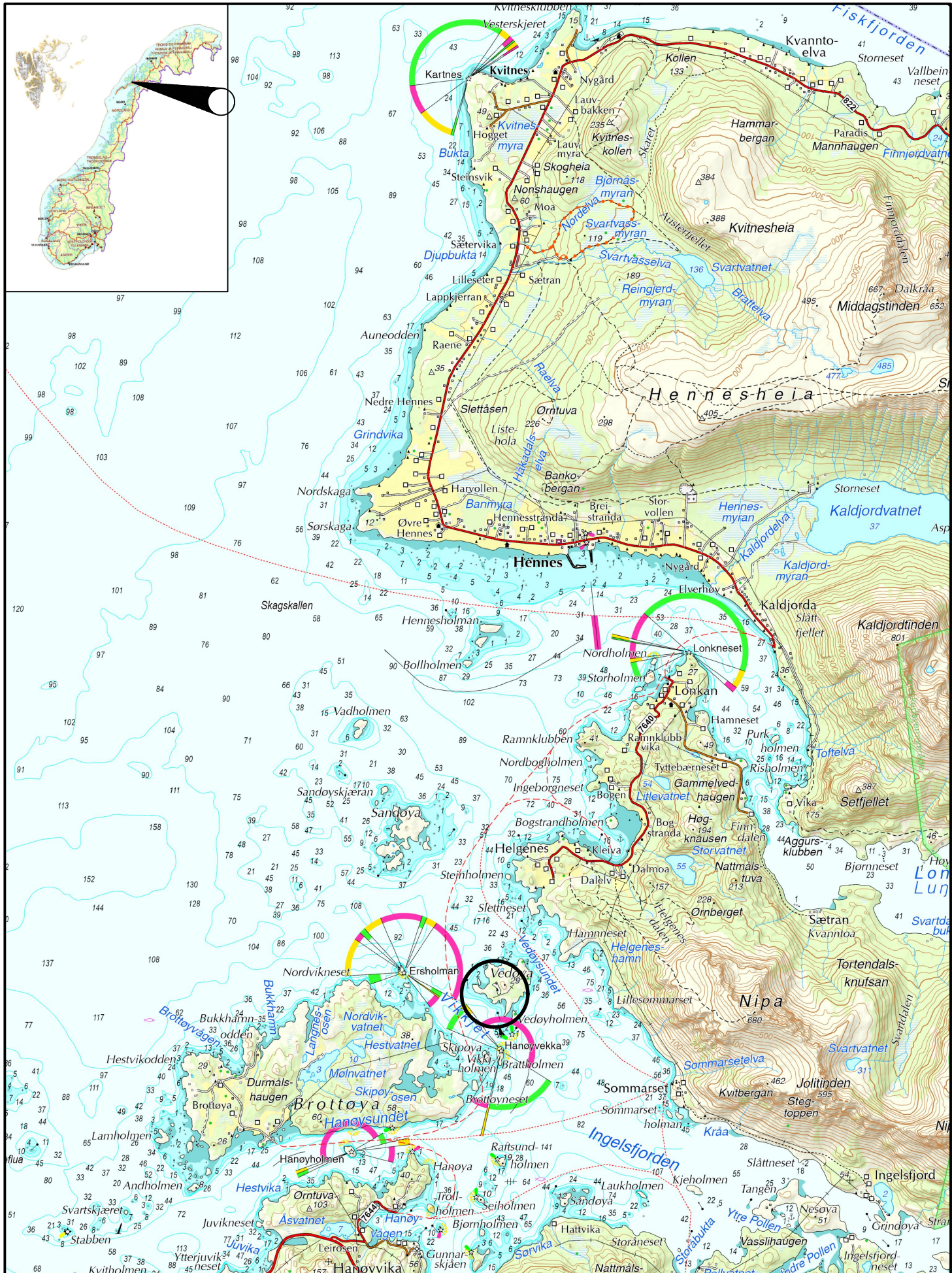
- Forundersøkelser (typisk skisse-/forprosjekt)
- Prosjekteringsundersøkelser (typisk detaljprosjekt)

Det er geoteknisk prosjekterende som er ansvarlig for å bedømme nødvendig omfang for geotekniske grunnundersøkelser for aktuelt prosjekt og relevante problemstillinger. Tilsvarende er det også geoteknisk prosjekterende som må vurdere om det er behov for supplerende grunnundersøkelser, utover de undersøkelsene som er presentert i foreliggende rapport.

## 7 Referanser

- [1] Standard Norge, «Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2015)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN ISO 9001:2015.
- [2] Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver (NS-EN 1997-2:2007)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-2:2007/AC:2010+NA:2008, September 2010
- [3] Standard Norge, «Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser – Del 1: Geotekniske feltundersøkelser (NS 8020-1:2016)», Standard Norge, Norsk standard NS 8020-1:2016, Juni 2016
- [4] Statens vegvesen, Vegdirektoratet, «Geoteknikk i vegbygging (Håndbok V220)», Vegdirektoratet, Oslo, Veiledning, 2018.
- [5] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase - kvartærgeologiske kart».
- [6] Norsk Geoteknisk Forening (NGF): NGF-Melding nr. 1-11.
- [7] Norges Vassdrags- og energidirektorat(NVE): atlas.nve.no
- [8] Multiconsult: «Geotekniske undersøkelser for gjennomseilingen av Molldøra og Raftsundet, Kystsaksnr.: 2021/1957», rapportnr 10219293-RIG-RAP-001. 2021.

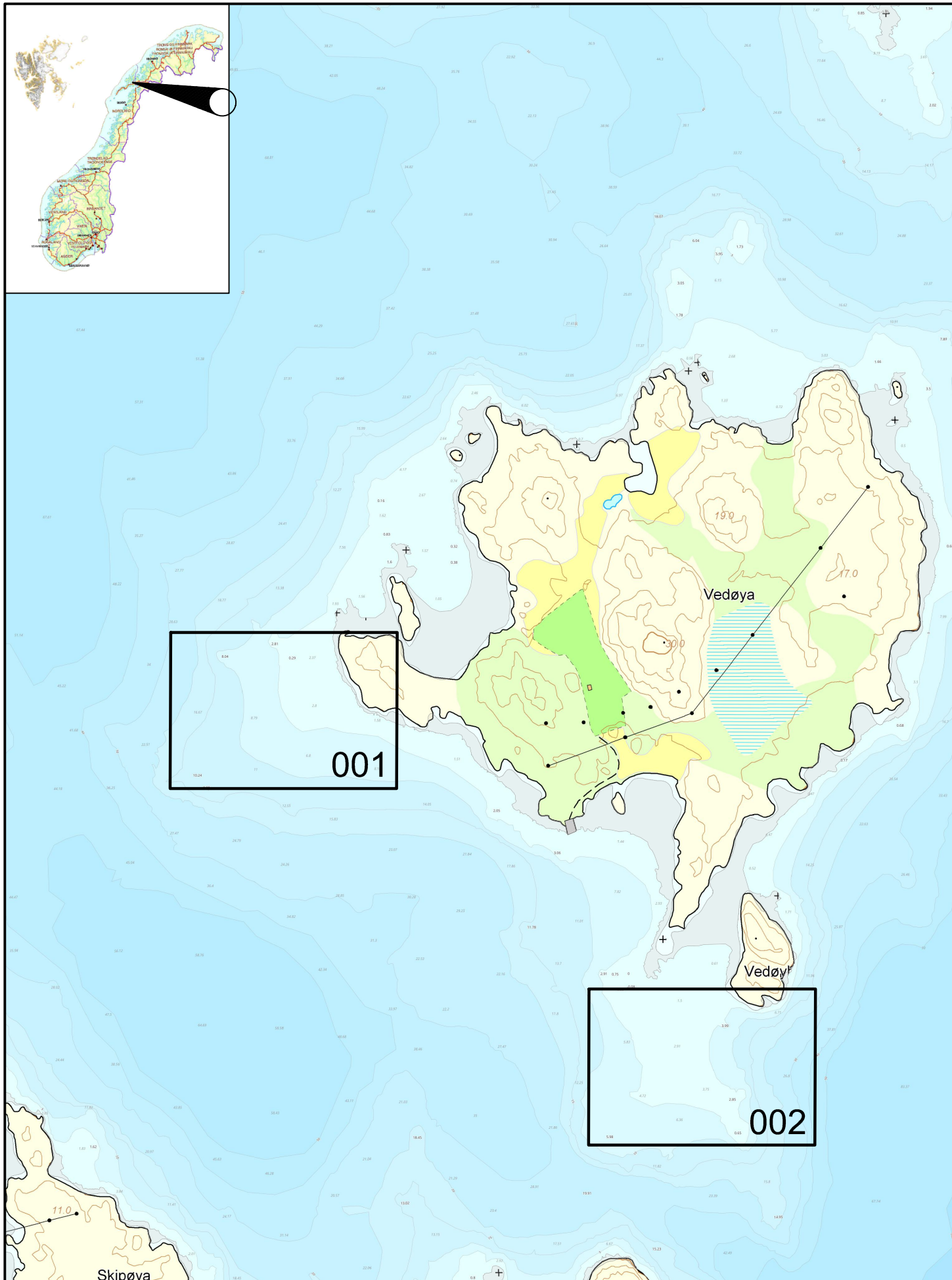





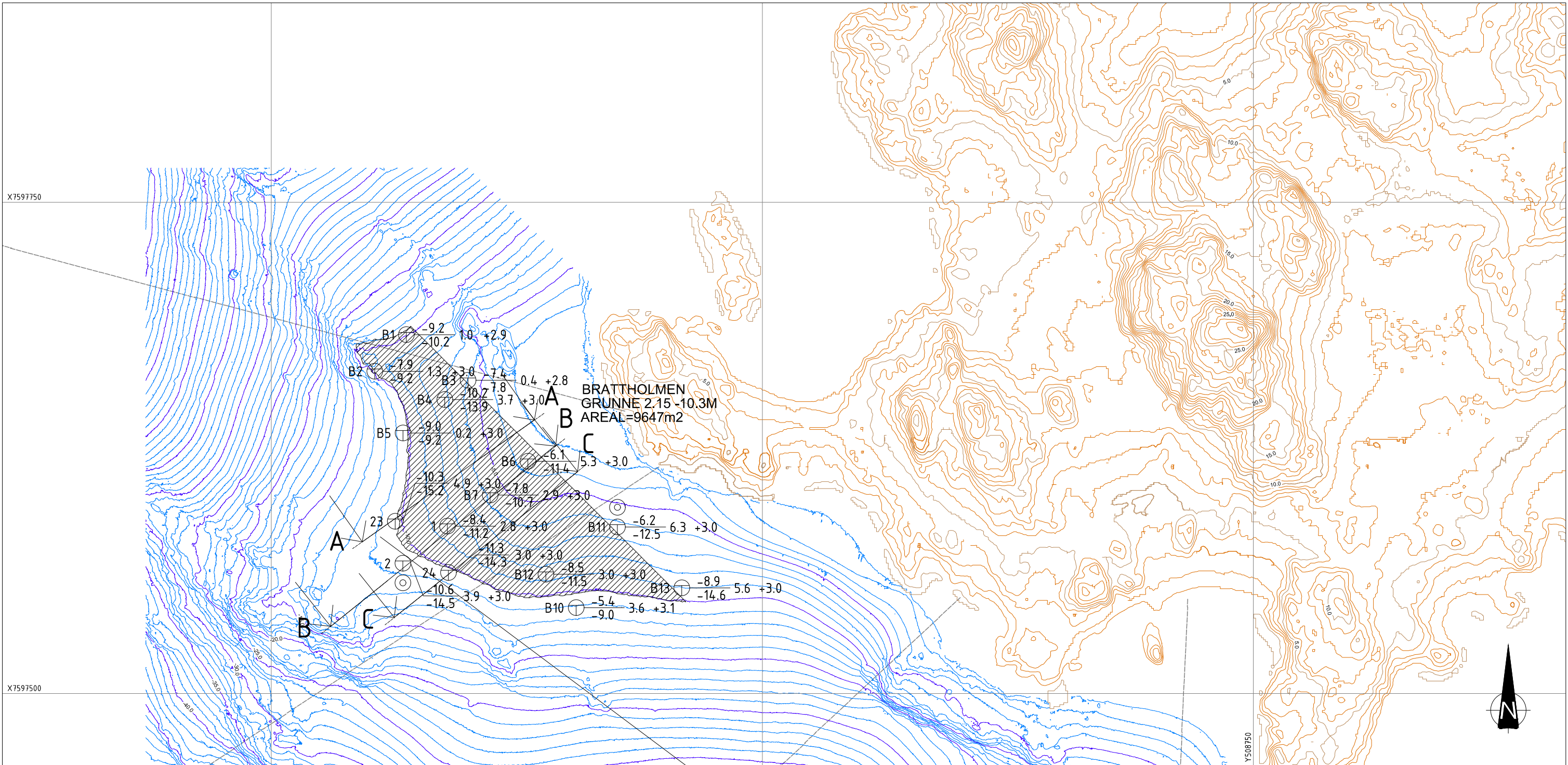
**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

**KYSTVERKET**  
VITJET FARLED  
KYSTSakNR.: 2021/1957  
OVERSIKTSKART

Status	-	Fag	RIG	Format	A4	Dato	2024-02-15
Konstr./Tegnet	OJH	Kontrollert	IGH	Godkjent	OJH	Målestokk	1:50 000
Oppdragsnr.	10256510-01	Tegningsnr.	RIG-TEG-000	Rev.			00



 <a href="http://www.multiconsult.no">www.multiconsult.no</a>	<b>KYSTVERKET</b> VITJET FARLED KYSTSAKNR.: 2021/1957 OVERSIKTSKART BORPLANER	Status -	Fag RIG	Format A4	Dato 2024-02-15
		Konstr./Tegnet OJH	Kontrollert IGH	Godkjent OJH	Målestokk 1:50 000
		Oppdragsnr. 10256510-01	Tegningsnr. RIG-TEG-000.1	Rev. 00	



**TIDLIGERE GRUNNUNDERSØKELSER:**  
BORPUNKT B1-B13 UTFØRT AV MULTICONSULT (2021), REF RAPPORT 10219293-RIG-RAP-001

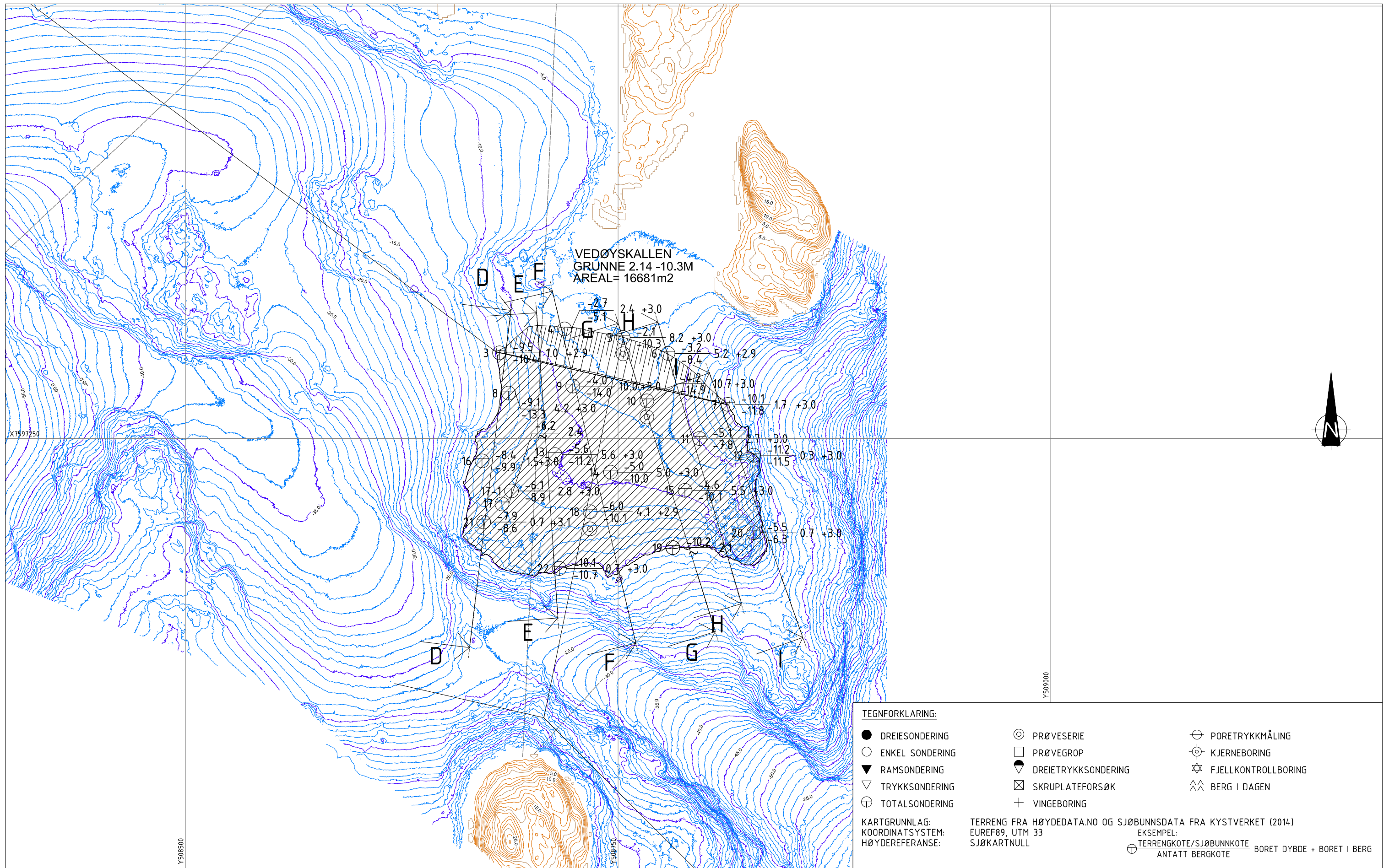
**TEGNFORKLARING:**

● DREIESONDERING	⊙ PRØVESERIE	⊕ PORETRYKKMÅLING
○ ENKEL SONDERING	□ PRØVEGROP	⊗ KJERNEBORING
▼ RAMSONDERING	▼ DREIETRYKKSONDERING	⊛ FJELLKONTROLLBORING
▽ TRYKKSONDERING	⊠ SKRUPLATEFORSØK	⋈ BERG I DAGEN
⊕ TOTALSONDERING	+ VINGEBORING	

KARTGRUNNLAG: TERRENG FRA HØYDEDATA.NO OG SJØBUNNSDATA FRA KYSTVERKET (2014)  
 KOORDINATSYSTEM: EUREF89, UTM 33  
 HØYDEREFERANSE: SJØKARTNULL

EKSEMPEL:  
 ⊕ TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE BORET DYBDE + BORET I BERG  
 ANTATT BERGKOTE

						<b>KYSTVERKET</b> VITJET FARLED KYSTAKSNR.: 2021/1957 BORPLAN - BRATTHOLMEN		Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3	Dato	2024-03-11
						Konstr./Tegnet	OJH	Kontrollert	IGH	Godkjent	OJH	Målestokk	1:2000		
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	www.multiconsult.no	Oppdragsnr.	10256510-01		Tegningsnr.	RIG-TEG-001		Rev.	00	



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

**KYSTVERKET**  
VITJET FARLED  
KYSTSAKNR.: 2021/1957  
BORPLAN - VEDØYSKALLEN

Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3	Dato	2024-03-11
Konstr./Tegnet	OJH	Kontrollert	IGH	Godkjent	OJH	Målestokk	1:2000
Oppdragsnr.	10256510-01	Tegningsnr.	RIG-TEG-002	Rev.	00		

Dybde (m)	Jordart	Prøve	Test	Vanninnhold og konsistensgrenser (%)												$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	Org. (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)						$S_t$ (-)										
				0	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30	40				50	60															
0	MATERIALE, grusig, sandig, siltig korall og skjellrester																65 73																		
1	MATERIALE, grusig, sandig, siltig korall- og skjellrester		K														66 61 66																		
2	MATERIALE, grusig, sandig, siltig korall- og skjellrester																62 67																		
3	MATERIALE, sandig, siltig enk. gruskorn, korall- og skjellrester																																		
4																																			
5																																			
6																																			
7																																			
8																																			
9																																			
10																																			
11																																			
12																																			
13																																			
14																																			
15																																			
16																																			
17																																			
18																																			
19																																			
20																																			

**Symboler:**

- T: Treaxialforsøk
- Ø: Ødometerforsøk
- K: Korngradering

Grunnvannstand: Digital

Borbok:

- $\rho$  Densitet
- $\rho_s$  Korndensitet
- Org. Organisk innhold
- $S_t$  Sensitivitet
- Vanninnhold
- Plastisitetsindeks ( $I_p$ )
- ▽ Uomrørt konus
- ▼ Omrørt konus
- Enaksialforsøk (strek angir aksial tøyning (%) ved brudd)

<b>Kystverket</b>	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
	<b>TEREZK</b>	<b>MARTM</b>	<b>OJH</b>
<b>Vitjet farled</b>	Borpunkt	Dato	Revisjon
	<b>2</b>	<b>16.04.2024</b>	<b>00</b>
<b>Multiconsult</b>	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	
	<b>Prøveserie</b>	<b>10256510-01</b>	<b>RIG-TEG-200</b>

V.1.17.2.06.03.2024

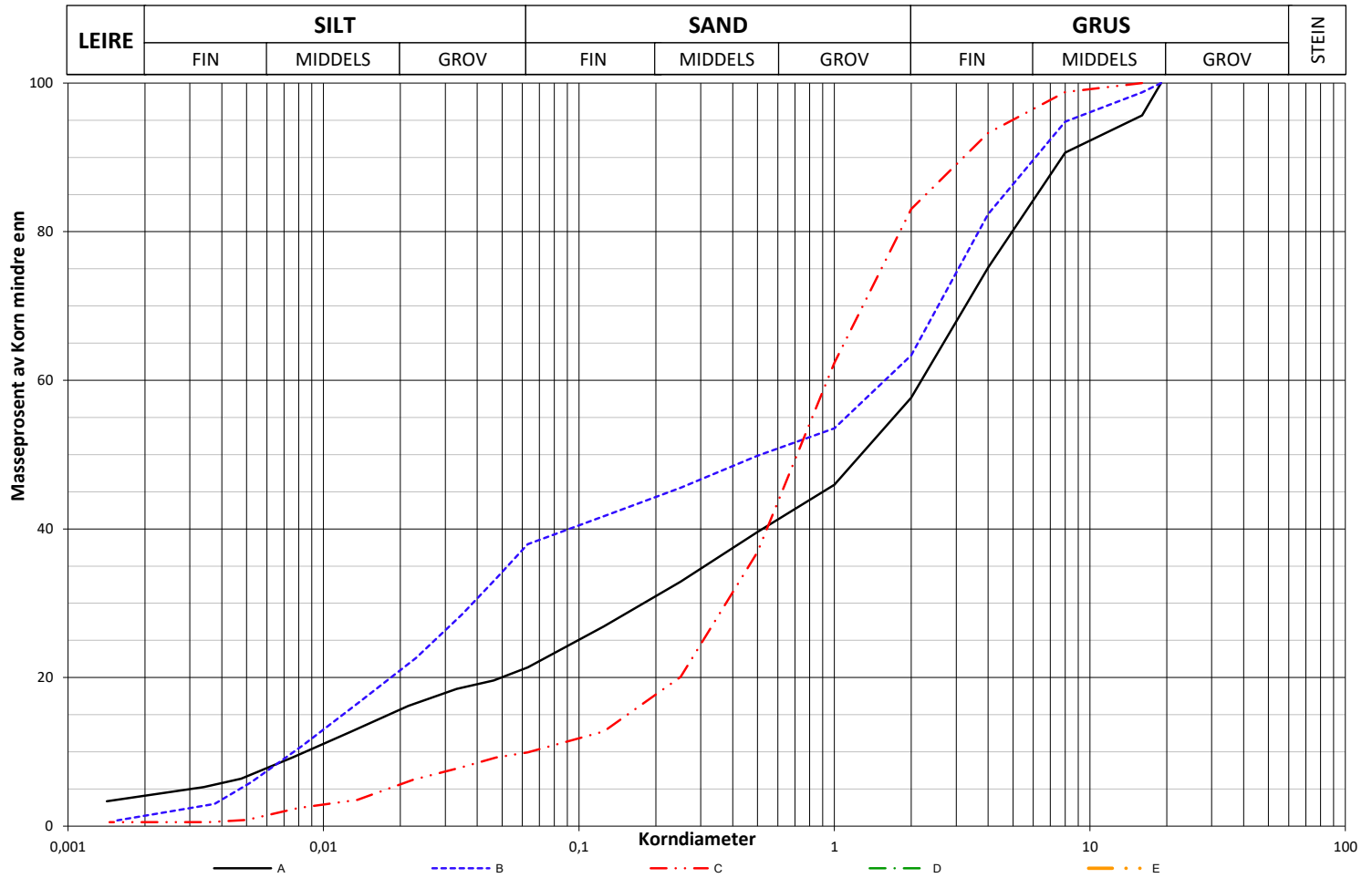








Prøve	Borpunkt	Dybde (m)	*Jordartsbetegnelse	Anmerkinger	Metode		
					TS	VS	HYD
A	2	1,2-2,0	MATERIALE, grusig, sandig, siltig	korall- og skjellrester	X	X	X
B	5	0,2-1,0	MATERIALE, grusig, siltig, sandig	korall- og skjellrester	X	X	X
C	5	2,2-3,0	SAND	korall- og skjellrester	X	X	X
D							
E							



METODE:

TS = Tørrsikt

VS = Våtsikt

HYD = Hydrometer

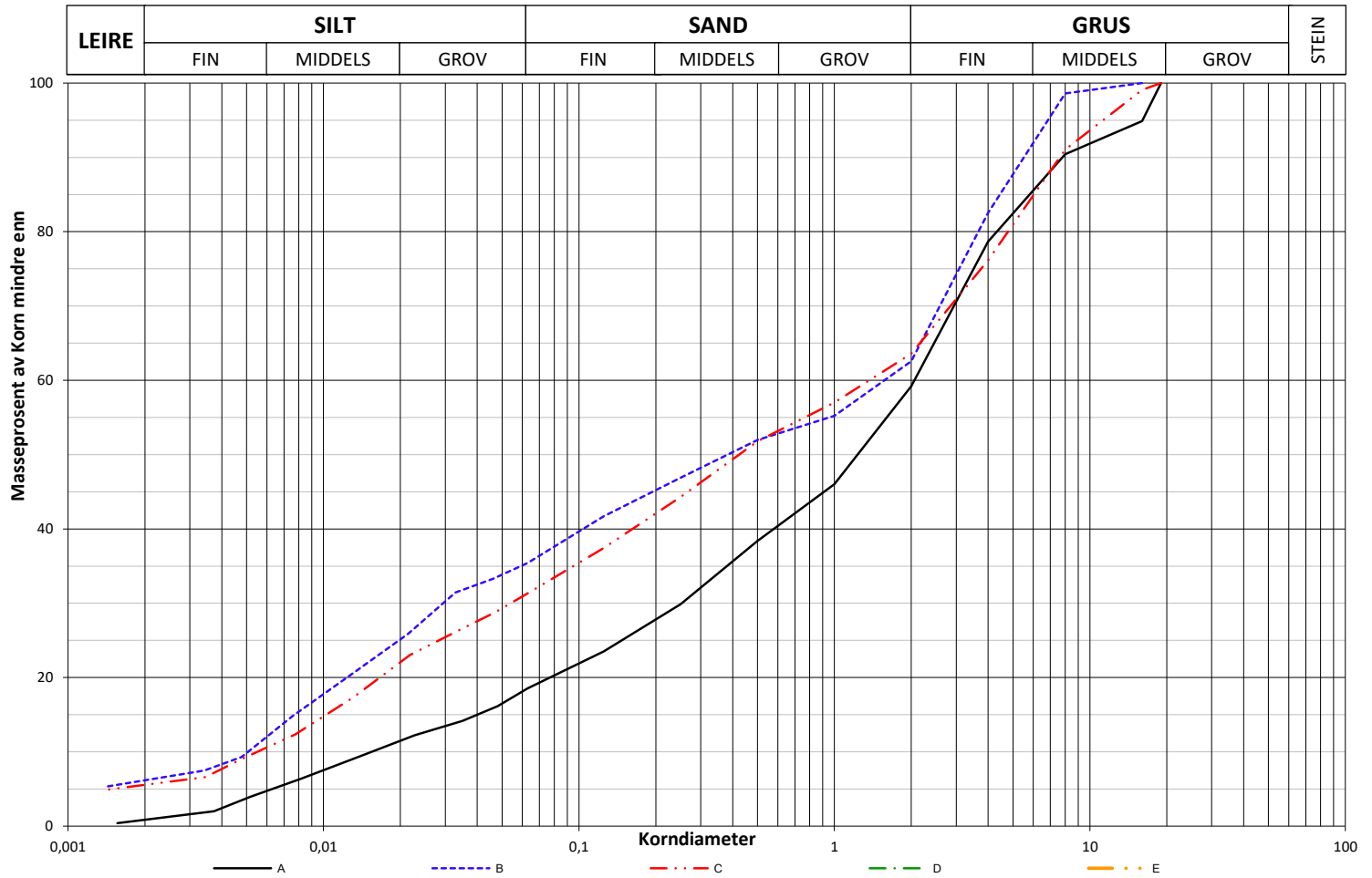
\*Jordartsbetegnelse er basert på massefraksjoner fra tabellen under, avvik fra grafen kan forekomme.

\*\*Telefarlighet er beregnet fra massefraksjonene i tabellen under.

Prøve	w (%)	Glødetap %	**Telegruppe	Masse % < diameter (mm)			0,002 - 0,063 mm (%)	0,063 - 2 mm (%)	2 - 63 mm (%)	D <sub>10</sub> mm	D <sub>30</sub> mm	D <sub>50</sub> mm	D <sub>60</sub> mm
				< 0,002	< 0,02	< 0,2							
A	60,9		T3	3,9	15,6	30,5	17,1	36,5	42,4	0,0087	0,1900	1,3463	2,2687
B	68,0		T3	1,2	20,7	44,0	36,0	26,0	36,6	0,0078	0,0388	0,5191	1,6579
C	54,1		T2	0,5	5,5	17,1	9,3	73,2	17,0	0,0647	0,3978	0,7578	0,9541
D													
E													

Kystverket	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
	TEREZK	MARTM	OJH
Vitjet farled	Borpunkt	Dato	Revisjon
	2/5	16.04.2024	00
Multiconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	
	Korngradering	10256510-01	RIG-TEG-300

Prøve	Borpunkt	Dybde (m)	*Jordartsbetegnelse	Anmerkinger	Metode		
					TS	VS	HYD
A	10	1,2-2,0	MATERIALE, sandig, grusig, siltig	korall- og skjellrester	X	X	X
B	10	5,2-6,0	MATERIALE, grusig, siltig, sandig, leirig	korall- og skjellrester	X	X	X
C	18	2,2-3,0	MATERIALE, grusig, sandig, siltig, leirig	korall- og skjellrester	X	X	X
D							
E							



METODE:

TS = Tørrsikt

VS = Våtsikt

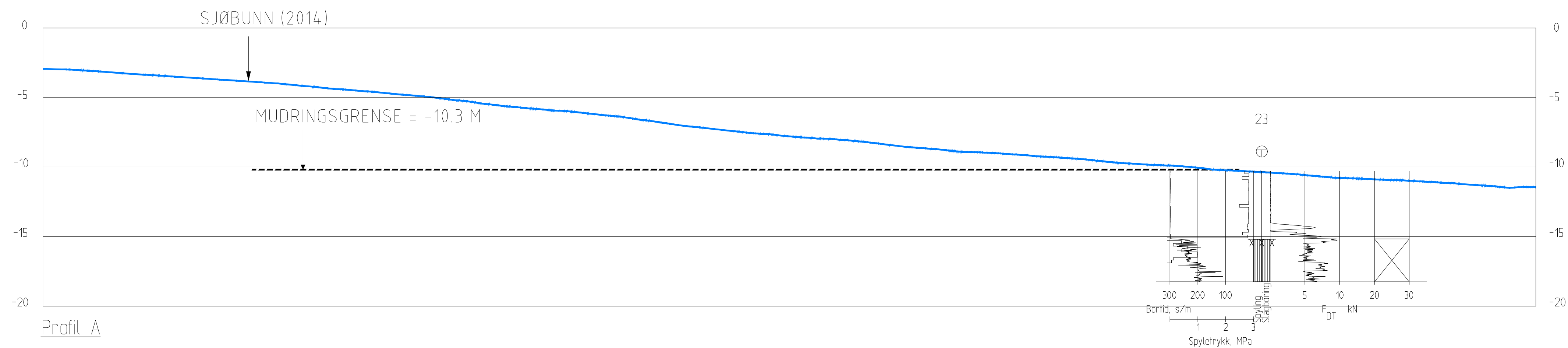
HYD = Hydrometer

\*Jordartsbetegnelse er basert på massefraksjoner fra tabellen under, avvik fra grafen kan forekomme.

\*\*Telefarlighet er beregnet fra massefraksjonene i tabellen under.

Prøve	w (%)	Glødetap %	**Telegruppe	Masse % < diameter (mm)			0,002 - 0,063 mm (%)	0,063 - 2 mm (%)	2 - 63 mm (%)	D <sub>10</sub> mm	D <sub>30</sub> mm	D <sub>50</sub> mm	D <sub>60</sub> mm
				< 0,002	< 0,02	< 0,2							
A	58,4		T2	0,7	11,3	27,3	17,4	41,0	40,8	0,0158	0,2534	1,3028	2,0832
B	64,1		T3	6,0	25,0	44,8	29,1	27,4	37,4	0,0051	0,0299	0,4034	1,6496
C	63,3		T3	5,4	21,8	41,5	25,5	32,6	36,4	0,0056	0,0546	0,4404	1,4538
D													
E													

Kystverket	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
	TEREJK	MARTM	OJH
Vitjet farled	Borpunkt	Dato	Revisjon
	10/18	16.04.2024	00
Multiconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	
	Korngradering	10256510-01	RIG-TEG-301



Profil A

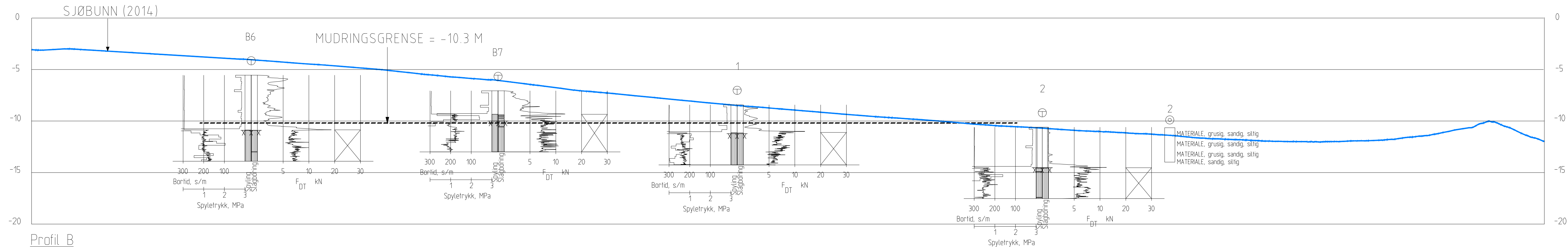
KARTGRUNNLAG: SJØBUNNSDATA FRA KYSTVERKET (2014)  
 HØYDEREFERANSE: SJØKARTNULL

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

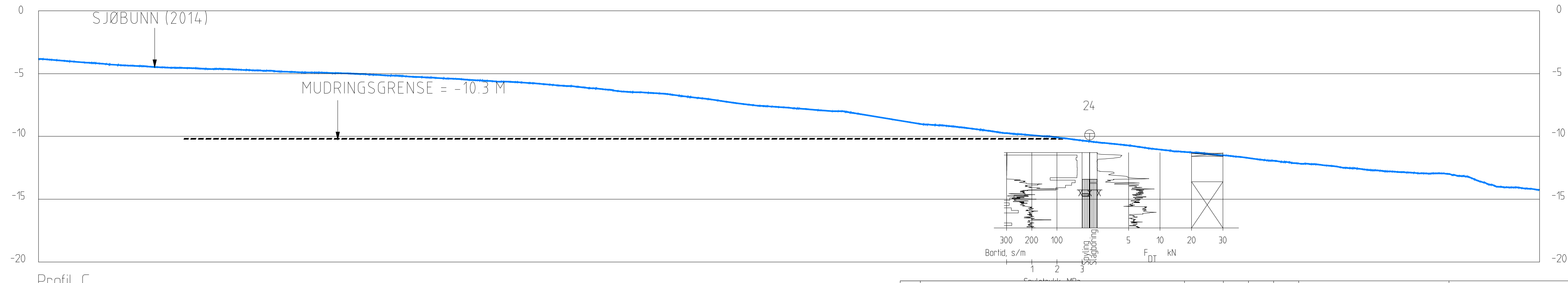


KYSTVERKET  
 VITJET FARLED  
 KYSTSAKNR.: 2021/1957  
 PROFIL A

Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3LL	Dato	2024-04-22
Konstr./Tegnet	OJH	Kontrollert	IGH	Godkjent	OJH	Målestokk	1:200
Oppdragsnr.	10256510-01	Tegningsnr.	RIG-TEG-600	Rev.	00		



Profil B



Profil C

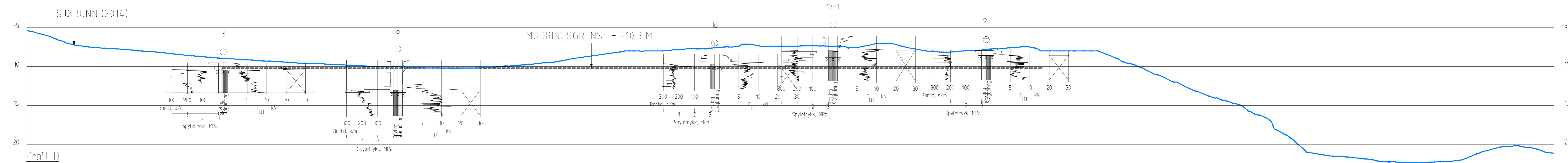
KARTGRUNNLAG: SJØBUNNSDATA FRA KYSTVERKET (2014)  
 HØYDEREFERANSE: SJØKARTNULL

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

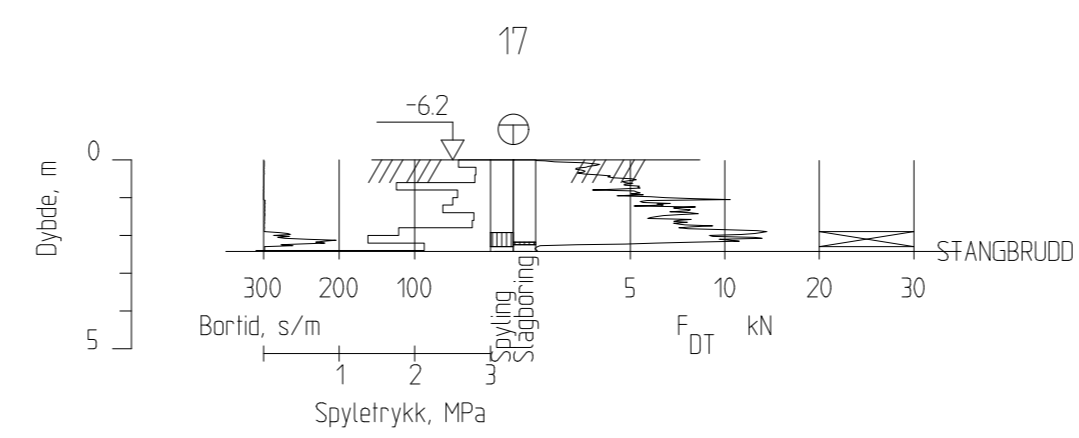
**Multiconsult**  
 www.multiconsult.no

KYSTVERKET  
 VITJET FARLED  
 KYSTSKAKNR.: 2021/1957  
 PROFIL B OG C

Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3LL	Dato	2024-04-22
Konstr./Tegnet	OJH	Kontrollert	IGH	Godkjent	OJH	Målestokk	1:200
Oppdragsnr.	10256510-01	Tegningsnr.	RIG-TEG-601	Rev.	00		



Profil D



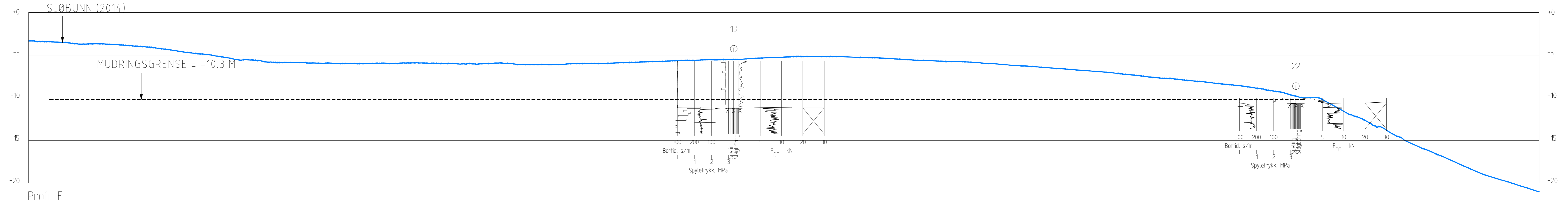
KARTGRUNNLAG: SJØBUNNSDATA FRA KYSTVERKET (2014)  
HØYDEREFERANSE: SJØKARTNULL

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.



KYSTVERKET  
VITJET FARLED  
KYSTSAKNR: 2021/1957  
PROFIL D OG ENKELTSONDERING BP 17

Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3LLL	Dato	2024-04-22
Konstr./Tegnet	OJH	Kontrollert	IGH	Godkjent	OJH	Målestokk	1:200
Oppdragsnr.	10256510-01	Tegningsnr.	RIG-TEG-602	Rev.	00		



Profil E

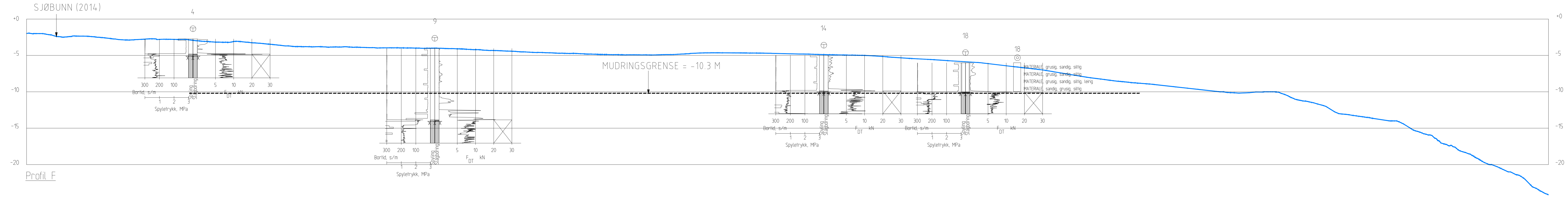
KARTGRUNNLAG: SJØBUNNSDATA FRA KYSTVERKET (2014)  
 HØYDEREFERANSE: SJØKARTNULL

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.



KYSTVERKET  
 VITJET FARLED  
 KYSTSÅKNR.: 2021/1957  
 PROFIL E

Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3LLL	Dato	2024-04-22
Konstr./Tegnet	OJH	Kontrollert	IGH	Godkjent	OJH	Målestokk	1:200
Oppdragsnr.	10256510-01	Tegningsnr.	RIG-TEG-603	Rev.	00		



Profil F

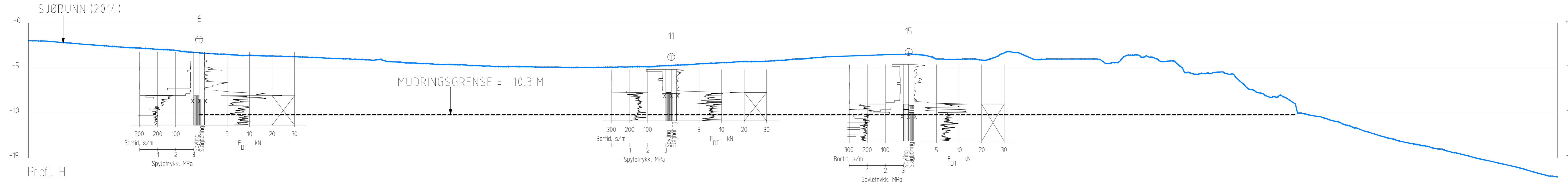
KARTGRUNNLAG: SJØBUNNSDATA FRA KYSTVERKET (2014)  
 HØYDEREFERANSE: SJØKARTNULL

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

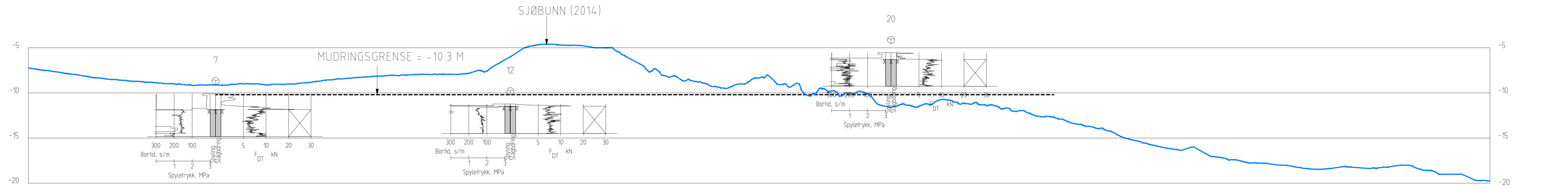


KYSTVERKET  
 VITJET FARLED  
 KYSTSÅKNR.: 2021/1957  
 PROFIL F

Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3LLL	Dato	2024-04-22
Konstr./Tegnet	OJH	Kontrollert	IGH	Godkjent	OJH	Målestokk	1:200
Oppdragsnr.	10256510-01	Tegningsnr.	RIG-TEG-604	Rev.	00		



Profil H



Profil I

KARTGRUNNLAG: SJØBUNNSDATA FRA KYSTVERKET (2014)  
HØYDEREFERANSE: SJØKARTNULL

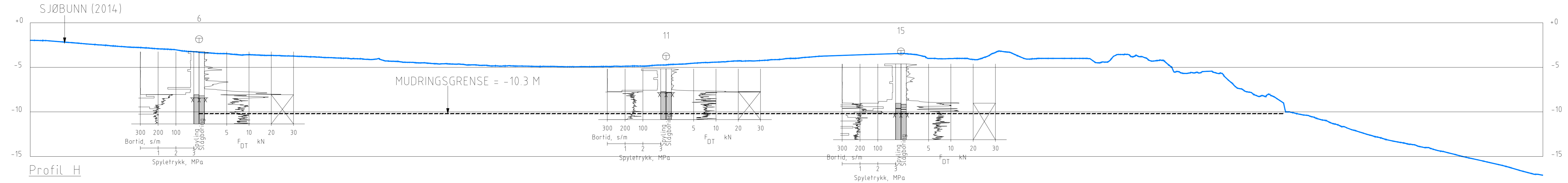
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.



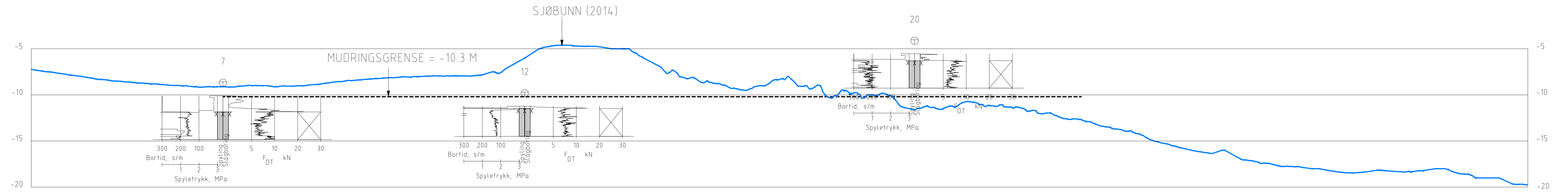
KYSTVERKET  
VITJET FARLED  
KYSTSAKNR.: 2021/1957  
PROFIL H OG I

Status	Fag	Originalt format	Dato
Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
10256510-01	RIG-TEG-606	00	





Profil H



Profil I

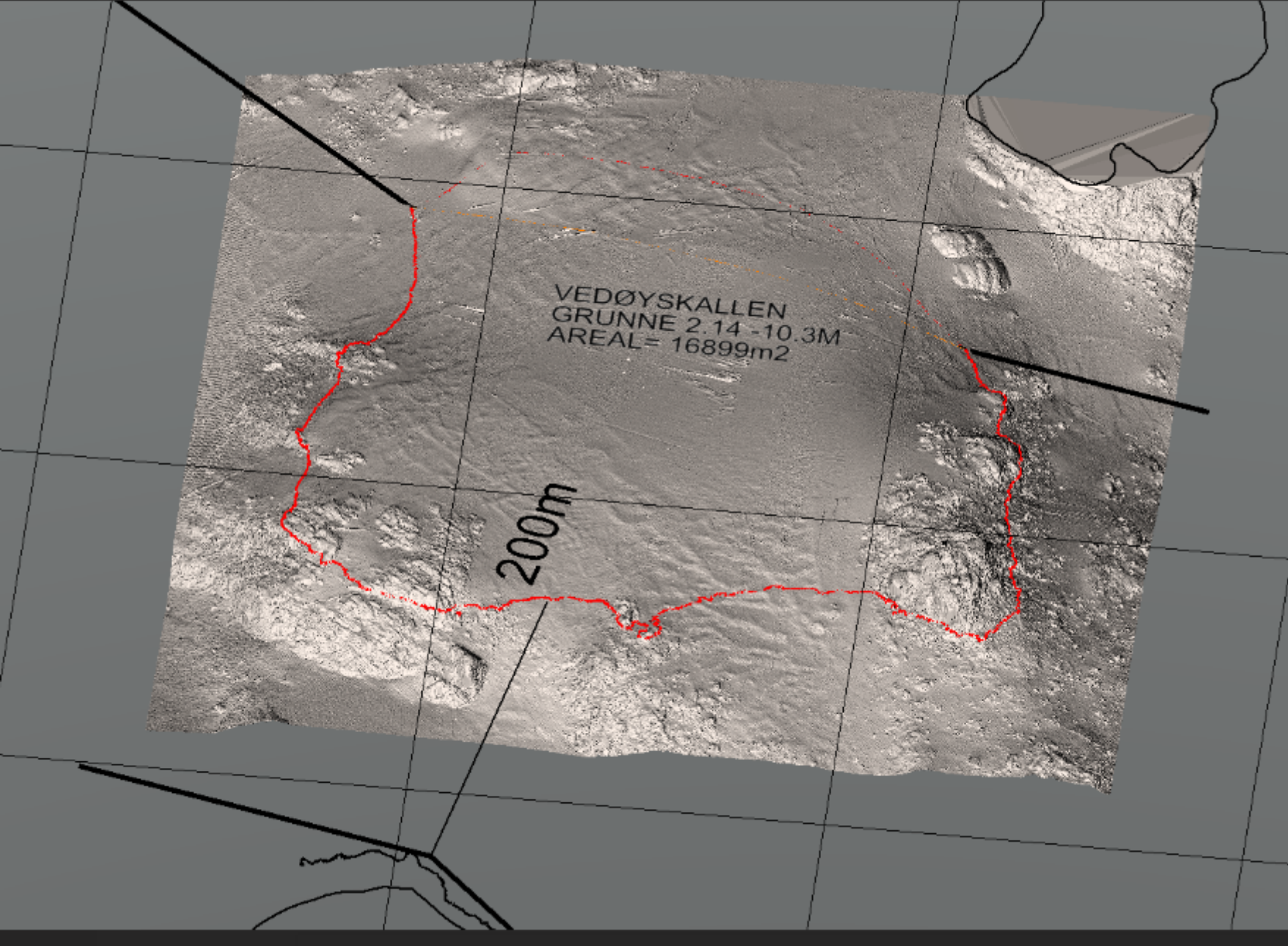
KARTGRUNNLAG: SJØBUNNSDATA FRA KYSTVERKET (2014)  
HØYDEREFERANSE: SJØKARTNULL

00	-	YYYY-MM-DD	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

KYSTVERKET  
VITJET FARLED  
KYSTSAKNR.: 2021/1957  
PROFIL H OG I



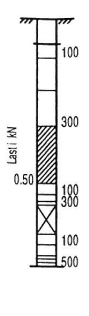
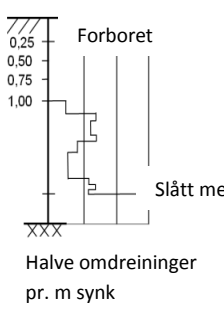
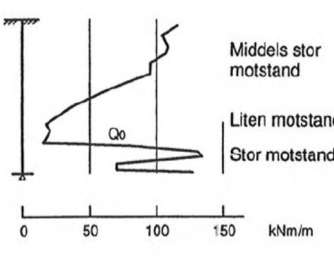
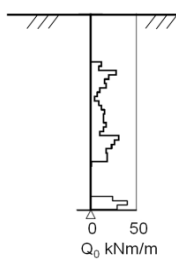
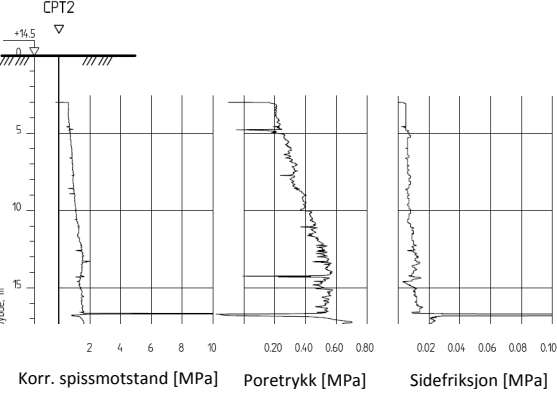
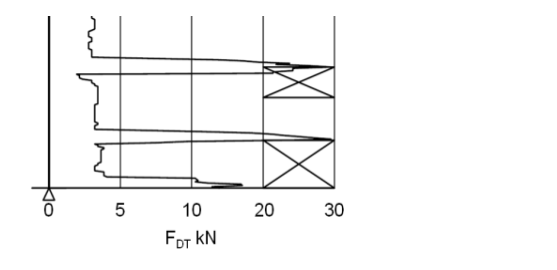
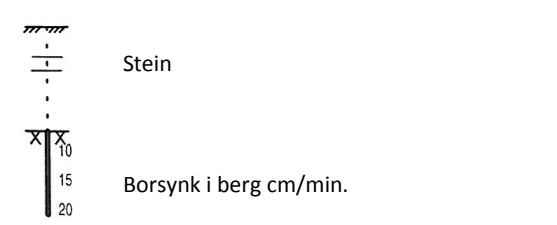
Status	-	Fag	RIG	Originalt format	A3LLL	Dato	2024-04-22
Konstr./Tegnet	OJH	Kontrollert	ERBK	Godkjent	OJH	Målestokk	1:200
Oppdragsnr.	10256510-01	Tegningsnr.	RIG-TEG-606	Rev.	00		

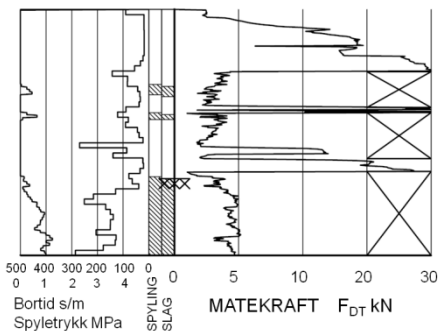


VEDØYSKALLEN  
GRUNNE 2.14 -10.3M  
AREAL= 16899m<sup>2</sup>

This is a topographic map of a coastal area. A red line outlines a specific plot. The plot is roughly rectangular but irregular, with a jagged southern boundary. The terrain is shaded to show elevation, with a grid overlaid. A scale bar labeled '200m' is positioned near the bottom center of the plot. The text 'VEDØYSKALLEN' is centered in the upper part of the plot, with 'GRUNNE 2.14 -10.3M' and 'AREAL= 16899m<sup>2</sup>' below it. There are also some faint dashed lines in orange and red within the plot area.

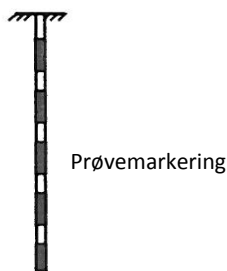
200m

 <p>Avsluttet mot stein, blokk eller fast grunn</p>  <p>Avsluttet mot antatt berg</p>	<p>Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».</p>
 <p>Forboret</p> <p>Middels stor motstand</p> <p>Meget liten motstand</p> <p>Meget stor motstand</p> <p>Avsluttet uten å nå fast grunn eller berg</p>  <p>Forboret</p> <p>0,25 0,50 0,75 1,00</p> <p>Slått med slegge</p> <p>Halve omdreininger pr. m synk</p>	<p><b>DREIESONDERING</b></p> <p>Utføres med skjøtbare <math>\phi 22</math> mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall <math>\frac{1}{2}</math>-omdreininger pr. 0,2 m synk registreres.</p> <p>Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100 <math>\frac{1}{2}</math>-omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.</p>
 <p>Middels stor motstand</p> <p>Liten motstand</p> <p>Stor motstand</p> <p>0 50 100 150 kNm/m</p>  <p>0 50 kNm/m</p> <p><math>Q_0</math> kNm/m</p>	<p><b>RAMSONDERING</b></p> <p>Boringen utføres med skjøtbare <math>\phi 32</math> mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden <math>Q_0</math> pr. m nedramming.</p> <p><math>Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}</math></p>
 <p>CPT2</p> <p>+18,5</p> <p>5</p> <p>10</p> <p>15</p> <p>2 4 6 8 10 0,20 0,40 0,60 0,80 0,02 0,04 0,06 0,08 0,10</p> <p>Korr. spissmotstand [MPa] Poretrykk [MPa] Sidefriksjon [MPa]</p>	<p><b>TRYKKSONDERING (CPT - CPTU)</b></p> <p>Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand <math>q_c</math> og sidefriksjon <math>f_s</math> kan bestemmes (CPT). I tillegg kan poretrykket <math>u</math> måles like bak den koniske spissen (CPTU). Målingene utføres kontinuerlig for hver 0,02 m, og metoden gir derfor detaljert informasjon om grunnforholdene.</p> <p>Resultatene kan benyttes til å bestemme lagdeling, jordart, lagringsbetingelser og mekaniske egenskaper (skjærfasthet, deformasjons- og konsolideringsparametre).</p>
 <p>0 5 10 20 30</p> <p><math>F_{DT}</math> kN</p>	<p><b>DREIETRYKKSONDERING</b></p> <p>Utføres med glatte skjøtbare <math>\phi 36</math> mm borstenger med en normert spiss med hardmetallsveis. Borstengene presses ned i grunnen med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig (markeres med kryss på høyre side). Nedpressingskraften <math>F_{DT}</math> (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.</p> <p>Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.</p>
 <p>Stein</p> <p>10</p> <p>15</p> <p>20</p> <p>Borsynk i berg cm/min.</p>	<p><b>BERGKONTROLLBORING</b></p> <p>Utføres med skjøtbare <math>\phi 45</math> mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større steiner. For verifisering av berginntrengning bores 3 m ned i berget, eventuelt med registrering av borsynk for sikker påvisning.</p>



**TOTALSONDERING**

Kombinerer metodene dreietrykksondring og bergkontrollboring. Det benyttes  $\phi 45$  mm borstenger og  $\phi 57$  mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag presses boret ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten (markeres som kryss til høyre). Gir ikke dette synk av boret benyttes spyling og slag på borkronen. Nedpressingskraften  $F_{DT}$  (kN) registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens markering av spyletrykk, slag og bortid vises til venstre.



**PRØVETAKING**

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet.

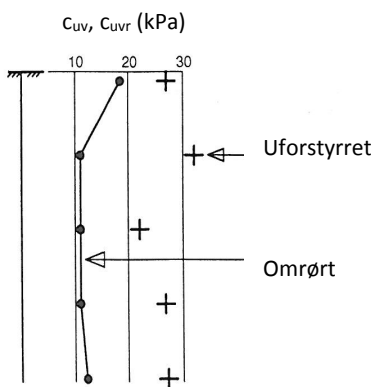
Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):

Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stighøyde (auger). Med borrhjull kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom spiralskivene. Det er også mulig å benytte enklere håndholdt utstyr som for eksempel skovlprøvetaking.

Sylinder/blokkprøvetaking (Uforstyrrede prøver):

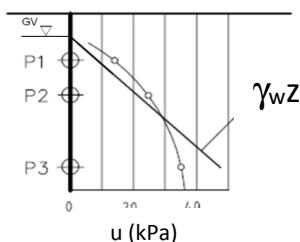
Vanligvis benyttes stempel-prøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde skjæres det ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der den blir forseglet for transport til laboratoriet. Prøvediameteren kan variere mellom  $\phi 54$  mm (vanligst) og  $\phi 95$  mm. Det er også mulig å benytte andre typer prøvetakere, som for eksempel ramprøvetakere og blokkprøvetakere.

Prøvekvaliteten inndeles i Kvalitetsklasse 1-3, der 1 er høyeste kvalitet.



**VINGEBORING**

Utføres ved at et vingekorset med dimensjoner  $b \times h = 55 \times 110$  mm eller  $65 \times 130$  mm presses ned i grunnen til ønsket målenivå. Her blir vingekorset påført et økende dreiemoment til jorden rundt vingen når brudd. Det tilhørende dreiemomentet blir registrert. Dette utføres med jorden i uforstyrret ved første gangs brudd og omrørt tilstand etter 25 gjentatte omdreininger av vingekorset. Udrenert skjærfasthet  $C_{uv}$  og  $C_{ur}$  beregnes ut fra henholdsvis dreiemomentet ved brudd og etter omrøring. Fra dette kan også sensitiviteten  $S_t = C_{uv}/C_{ur}$  bestemmes. Tolkede verdier må vanligvis korrigeres empirisk for opptredende effektivt overlagingstrykk i måledybden, samt for jordartens plastisitet.



**PORETRYKSMÅLING**

Målingene utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk (åpent)/elektrisk piezometer (poretrykksmåler). Filteret eller piezometerspissen påmontert piezometerrør presses ned i grunnen til ønsket dybde. Stabilt poretrykk registreres fra vannets stighøyde i røret, eller ved avlesning av en elektrisk trykkmåler i spissen. Valg av utstyr vurderes på bakgrunn av grunnforhold og hensikten med målingene.

Grunnvannstand observeres eller peiles direkte i borhullet.

Laboratorieundersøkelser utføres for sikker klassifisering og bestemmelse av mekaniske egenskaper. Forsøkene utføres på prøver som er tatt opp i felt. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag 3 – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».

## MINERALSKE JORDARTER

Ved prøveåpning klassifiseres og indentifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjonene 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 leir til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

## ORGANISKE JORDARTER

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

Benevnelse	Beskrivelse
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fibrig torv</li> <li>Delvis fibrig torv, mellomtorv</li> <li>Amorf torv, svarttorv</li> </ul>	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene Ingen synlig plantestruktur, svampig konsistens
Gytje og dy	Nedbrutt struktur av organisk materiale, kan inneholde mineralske bestanddeler
Humus	Planterester, levende organismer sammen med ikke-organisk innhold
Mold og matjord	Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det ovre jordlaget

## KORNFORDELINGSANALYSER

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter  $d > 0,063$  mm. For mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameteren ved slemmeanalyse og bruk av hydrometer. I slemmeanalysen slemmes materialet opp i vann og densiteten av suspensjonen måles ved bestemte tidsintervaller. Kornfordelingen kan da bestemmes fra Stokes lov om sedimentering av kuleformede partikler i vann. Det vil ofte være nødvendig med en kombinasjon av metodene.

## VANNINNHOOLD

Vanninnholdet angir masse av vann i % av masse tørt (fast) stoff i massen og bestemmes fra tørking av en jordprøve ved 110°C i 24 timer.

## KONSISTENSGRENSER

Konsistensgrensene (Atterbergs grenser) for en jordart angir vanninnholdsområdet der materialet er plastisk (formbart). Flytegrensen angir vanninnholdet der materialet går fra plastisk til flytende tilstand. Plastisitetsgrensen (utrullingsgrensen) angir vanninnholdet der materialet ikke lenger kan formes uten at det sprekker opp. Plastisitetsindeksen  $I_p = w_f - w_p$  (%) angir det plastiske området for jordarten og benyttes til klassifisering av plastisiteten. Er det naturlige vanninnholdet høyere enn flytegrensen blir materialet flytende ved omrøring (vanlig for kvikkleire).

## HUMUSINNHOOLD

Humusinnholdet kan bestemmes ved kolorimetri og bruk av natronlut (NaOH-forbindelse), glødning av jordprøve i varmeovn eller våt-oksidasjon med hydrogenperoksyd. Metoden angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala.

**DENSITET, TYNGDETETHET, PORETALL OG PORØSITET**

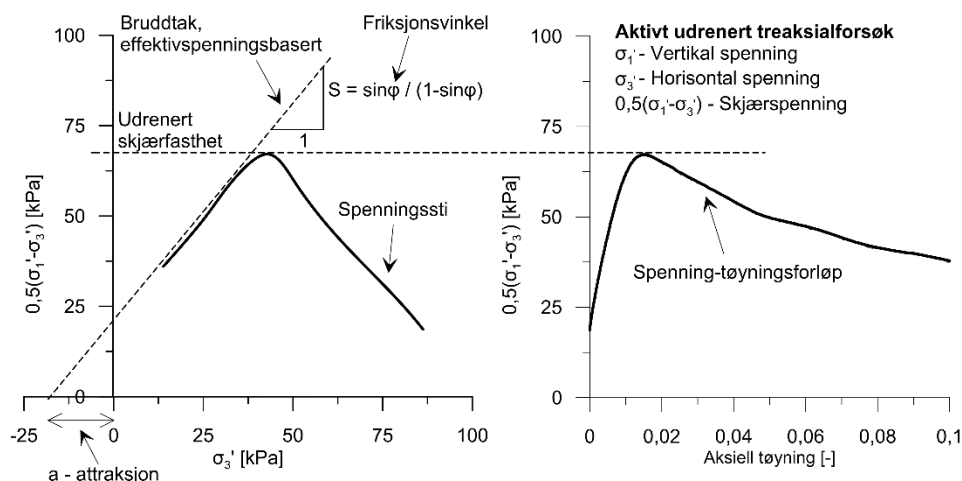
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	$\rho$	g/cm <sup>3</sup>	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	$\rho_s$	g/cm <sup>3</sup>	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	$\rho_d$	g/cm <sup>3</sup>	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	Tyngde av prøve per volumenhet ( $\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$ , der $g$ er tyngdeakselerasjonen)
Spesifikk tyngdetetthet	$\gamma_s$	kN/m <sup>3</sup>	Tyngde av fast stoff per volumenhet fast stoff ( $\gamma_s = \rho_s g$ )
Tørr tyngdetetthet	$\gamma_d$	kN/m <sup>3</sup>	Tyngde av tørt stoff per volumenhet ( $\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$ )
Poretall	$e$	-	Volum av porer dividert med volum av fast stoff ( $e = n/(1-n)$ , $n$ som desimaltall)
Porøsitet	$n$	%	Volum av porer i % av totalt volum av prøven ( $n = e/(1+e)$ )

**SKJÆRFASTHET**

Skjærfastheten beskriver jordens styrke og benyttes bla. til beregning av motstand mot utglidninger og grunnbrudd. Skjærfasthet benyttes i beregninger av skråningsstabilitet og bæreevne. For korttidsbelastninger i finkornige materialer (leire) oppfører jorden seg udrenert og skjærfastheten beskrives ved udrenert skjærfasthet. Over lengre tidsintervaller vil oppførselen karakteriseres som drenert. Det benyttes da effektivspenningsparametere.

Effektive skjærfasthetsparametre  $a$  (attraksjon) og  $\tan \phi$  (friksjon) 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 tøyningutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

Udrenert skjærfasthet  $c_u$  (kPa) bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen i en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk ( $c_{ut}$ ), konusforsøk (uforstyrret  $c_{ufc}$ , omrørt  $c_{urfc}$ ), udrenerte treaksialforsøk (kompresjon/aktiv  $c_{uA}$ , avlastning/passiv  $c_{uP}$ ) og direkte skjærforsøk ( $c_{uD}$ ). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) ( $c_{u\text{CPTU}}$ ) eller vingebor (uforstyrret  $c_{uv}$ , omrørt  $c_{uvr}$ ).

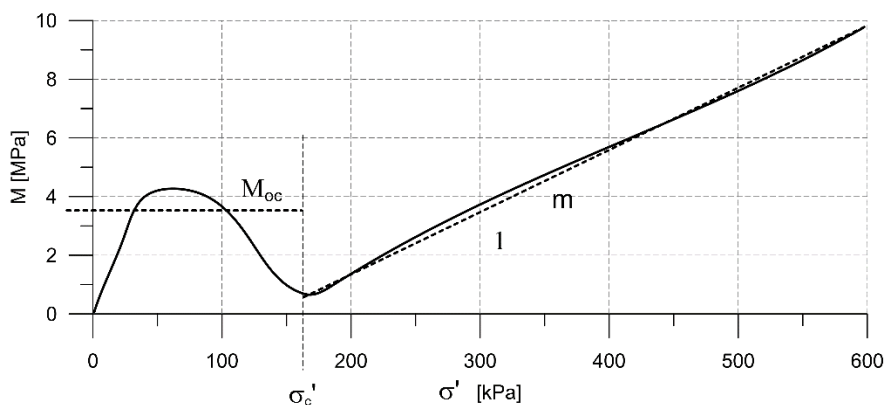


**SENSITIVITET**

Sensitiviteten  $St = c_u/c_r$  uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfasthet ( $c_r < 0,5$  kPa NS8015,  $c_r < 0,33$  kPa ISO 17892-6), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

**DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER**

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved beregning av setninger og deformasjoner. Disse mekaniske egenskapene bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon. Belastningen skjer vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last/spenning ( $\sigma'$ ). Sammenhørende verdier for spenning og deformasjon (tøyning  $\epsilon$ ) registreres, og materialets stivhet (deformasjonsmodul) kan beregnes som  $M = \Delta\sigma' / \Delta\epsilon$ . Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen. En sentral parameter som tolkes i sammenheng med ødometerforsøk er forkonsolideringsspenningen ( $\sigma'_c$ ). Dette er det største lastnivået som jorda har opplevd tidligere (f.eks. tidligere overlaging eller islast). Deformasjonsmodulen viser typisk forskjellig oppførsel under og over forkonsolideringsspenningen. I leire vil stivheten for spenningsnivåer under  $\sigma'_c$  representeres ved en konstant stivhetsmodul  $M_{oc}$ . For spenningsnivåer over  $\sigma'_c$  vil stivheten øke med økende spenning. Denne økningen kan beskrives ved modultallet  $m$ .

**TELEFARLIGHET**

En jordarts telefarlighet bestemmes ut i fra kornfordelingskurven eller ved å måle den kapillære stighøyde for materialet. Telefarligheten klassifiseres i gruppene T1 (Ikke telefarlig), T2 (Litt telefarlig), T3 (Middels telefarlig) og T4 (Meget telefarlig) etter SVV Håndbok N200.

**KOMPRIMERINGSEGENSKAPER**

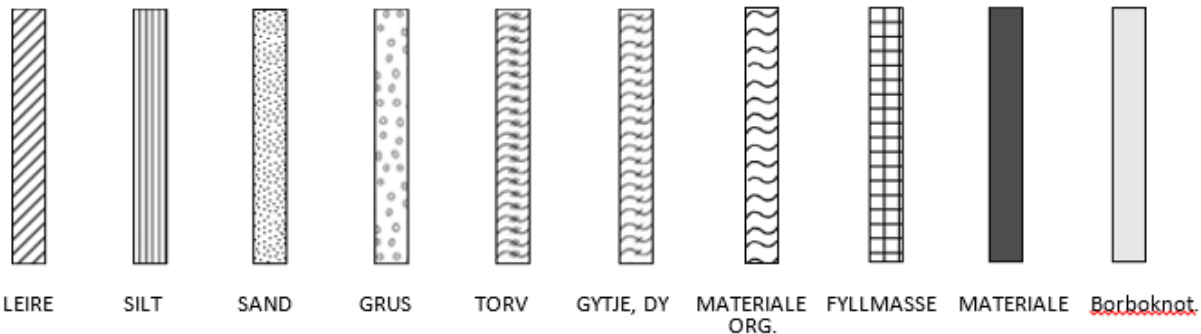
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet  $\rho_d$  som funksjon av innbyggingsvanninnhold  $w_i$ . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås ( $\rho_{dmax}$ ) benyttes ved spesifisering av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold ( $w_{opt}$ ).

**PERMEABILITET**

Permeabiliteten defineres som den vannmengden  $q$  som under gitte betingelser vil strømme gjennom et jordvolum pr. tidsenhet. Generelt bestemmes permeabiliteten fra følgende sammenheng:  $q = kiA$ , der  $A$  er bruttoareal av tverrsnittet normalt på vannets strømningsretning og  $i$  = hydraulisk gradient i strømningsretningen (= potensialforskjell pr. lengdeenhet). Permeabiliteten kan bestemmes ved strømningsforsøk i laboratoriet, ved konstant eller fallende potensial, eventuelt ved pumpe- eller strømningsforsøk i felt samt ødometerforsøk.

## OPPTEGNING AV PRØVESERIE - PRØVESKRAVERING

Analyserte prøver skraveres på prøveserietegningen i henhold til hovedbenevnelsen av materialet. Det er i tillegg en egen skravering for eventuelle notater hentet fra borbok til den gjeldende prøveserien. De ulike skraveringene er som følger:



**NB:** Med mindre en kornfordelingsanalyse er utført, er dette kun en subjektiv og veiledende klassifisering som er basert på laborantens visuelle vurdering av materialet.

**LEIRE:** Leirinnholdet er større enn 15 %

**SILT:** Siltinnholdet er større enn 45 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

**SAND:** Sandinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

**GRUS:** Grusinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

**MATERIALE:** Brukes når materialet har en slik sammensetning at ingen av de ovennevnte betegnelse kan benyttes. Dette fremkommer normalt fra en kornfordelingsanalyse

**TORV:** Mer eller mindre omvandlede planterester

**GYTJE/DY:** Består av vannavsatte plante- og dyrerester. De kan virke fete og elastiske

**MATERIALE ORG.:** Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur

**FYLLMASSE:** Avsetninger som ikke er naturlige (utlagte masser)

**Borboknotat:** Merknader fra borleder (hentet fra borbok), f.eks. «tom sylinder», «foringsrør», «forboring» osv.

## OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SPESIALFORSØK – Korngradering (K) / Treksialforsøk (T) / Ødometerforsøk (Ø)

Eventuelt utførte spesialforsøk på en prøveserie markeres med K, T eller Ø ved tilhørende prøve. Markeringene indikerer ikke nøyaktig dybde for spesialforsøkene, men er referanse til at det foreligger egne tegninger for forsøket inkludert resultater og ytterlig forsøksinformasjon.

## OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Vanninnhold og konsistensgrenser

Vanninnhold og konsistensgrenser utført ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom et vanninnhold overstiger grafens maksgrense vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Vanninnhold $w$		Plastisitetsgrense $w_p$	
		Flytegrense $w_f$	

## OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Udrenert skjærfasthet

Resultatene fra utførte konus- og enaksiale trykkforsøk ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom en skjærfasthetverdi overstiger grafens maksgrense vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Uomrørt konus $c_{urfc}$		Omrørt konus $c_{urfc}$	
Enaksialt trykkforsøk Strek angir aksial tøyning (%) ved brudd		Omrørt konus $c_{urfc} \leq 2,0 \text{ kPa}$	0,9



### METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER

Feltundersøkelsesmetoder beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på gjeldende versjon av følgende standarder og referansedokumenter:

Dokument	Tema
NGF Melding 1	SI-enheter
NGF Melding 2, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Symboler og terminologi
NGF Melding 3	Dreiesondering
NGF Melding 4	Vingeboring
NGF Melding 5, NS-EN ISO 22476-1	Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU)
NGF Melding 6	Grunnvanns- og poretrykksmåling
NGF Melding 7	Dreietrykksondering
NGF Melding 8	Kommentarkoder for feltundersøkelser
NGF Melding 9	Totalsondering
NS-EN ISO 22476-2	Ramsondering
NGF Melding 10	Beskrivelsestekster for grunnundersøkelser
NGF Melding 11, NS-EN ISO 22475-1	Prøvetaking
Statens vegvesen Håndbok R211	Feltundersøkelser
NS 8020-1	Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser

### METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

Laboratorieundersøkelser beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende standarder og referansedokumenter:

Dokument	Tema
NS8000	Konsistensgrenser – terminologi
NS-EN ISO 17892-12:2018	Støtflytegrense
NS-EN ISO 17892-12:2018	Konusflytegrense
NS-EN ISO 17892-12:2018	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004	Svinggrense
NS-EN ISO 17892-4:2016	Kornfordelingsanalyse
NS8010, NS-EN ISO 14688-1 og -2:2018	Jord – bestanddeler og struktur. Klassifisering og indentifisering.
NS-EN ISO 17892-2:2014	Densitet
NS-EN ISO 17892-3:2015	Korndensitet
NS-EN ISO 17892-1:2014	Vanninnhold
NS8014	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS-EN ISO 17892-6:2017	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS-EN ISO 17892-7:2018	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS-EN ISO 17892-11:2019	Permeabilitetsforsøk
NS-EN ISO 17892-5:2017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO 17892-8 og -9:2018	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser