

DATARAPPORT GEOTEKNISKE GRUNNUNDERSØKELSER

TJORA

SOLA KOMMUNE, GNR/BNR 10/174 OG 11/16

Revisjon: Original



HEAD ENERGY



PROSJEKT-
ADMINISTRASJON



AREAL-
PLANLEGGING



LANDSKAP



VANN OG
AVLØP



SAMFERDSEL



BRANN OG
RISIKO



EIENDOMS-
RÅDGIVNING

DOKUMENTOPPLYSNINGER

<i>Eiendom</i>	10/174 og 11/16
<i>Kommune</i>	Sola kommune
<i>Prosjektnummer</i>	110619.001
<i>Utarbeidet av</i>	Siri Gloppen
<i>Kontrollert av</i>	Jón Skúli Indriðason
<i>Utgitt dato</i>	26.01.2024
<i>Kunde</i>	Lnett AS
<i>Kontaktperson</i>	Kari Walstad

<i>Revisjon</i>	<i>Dato</i>	<i>Beskrivelse</i>
0	26.01.2024	Original

<i>Vedlegg</i>	<i>Navn</i>	<i>Ant. sider</i>
Vedlegg 1	Borplan – tegning V002	1
Vedlegg 2	Oversiktstegning – tegning V003	1
Vedlegg 3	Opptegnede borprofiler	4
Vedlegg 4	Koordinater - innmålte borpunkt	1
Vedlegg 5	Laboratorieresultater og geotekniske bilag	11

INNHold

1	INNLEDNING.....	4
1.1	OMRÅDEBESKRIVELSE OG GRUNNFORHOLD	5
2	TIDLIGERE UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER	7
3	FELT- OG LABORATORIEUNDERSØKELSER	11
3.1	FELTUNDERSØKELSER	11
3.2	LABORATORIEUNDERSØKELSER	12
4	KVALITET	13
5	GRUNNFORHOLD OG TOPOGRAFI	13
6	REFERANSER.....	17

1 INNLEDNING

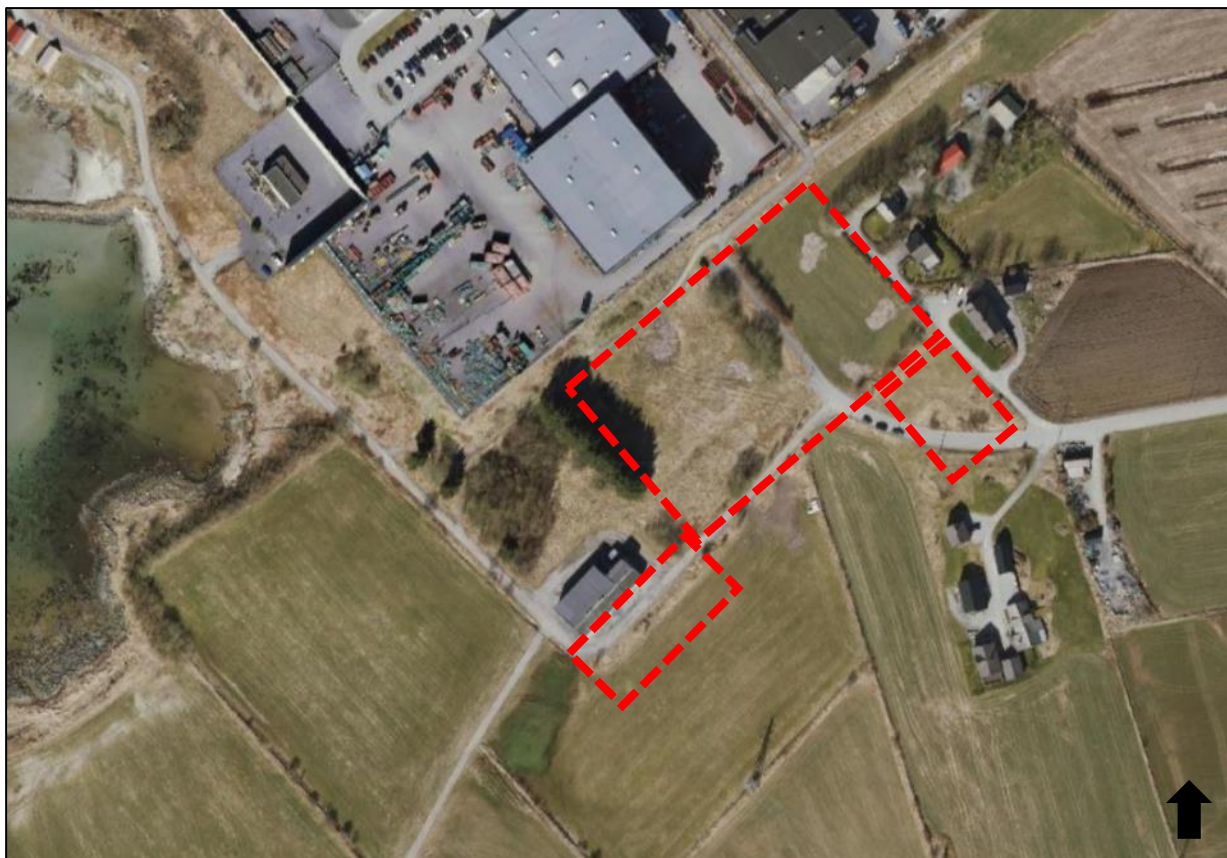
Head Energy UP AS er engasjert av Lnett AS til å utføre geotekniske grunnundersøkelser og tilhørende datarapportering i forbindelse med konsesjonssøknad for ny transformatorstasjon på Tjora i Sola kommune. Oppdraget er bestilt av Kari Walstad.

Foreliggende rapport er en ren datarapport som presenterer resultatene fra de utførte geotekniske grunnundersøkelsene, samt resultater fra laboratorieundersøkelser. Det er ingen geotekniske vurderinger gjort i denne rapporten.

Det gjeldende området er vist ved kartutdrag i figur 1, og undersøkelsesområdet er vist i figur 2.



Figur 1: Rød sirkel markerer området på Tjora i Sola kommune.



Figur 2: Røde omriss viser undersøkelsesområdet.

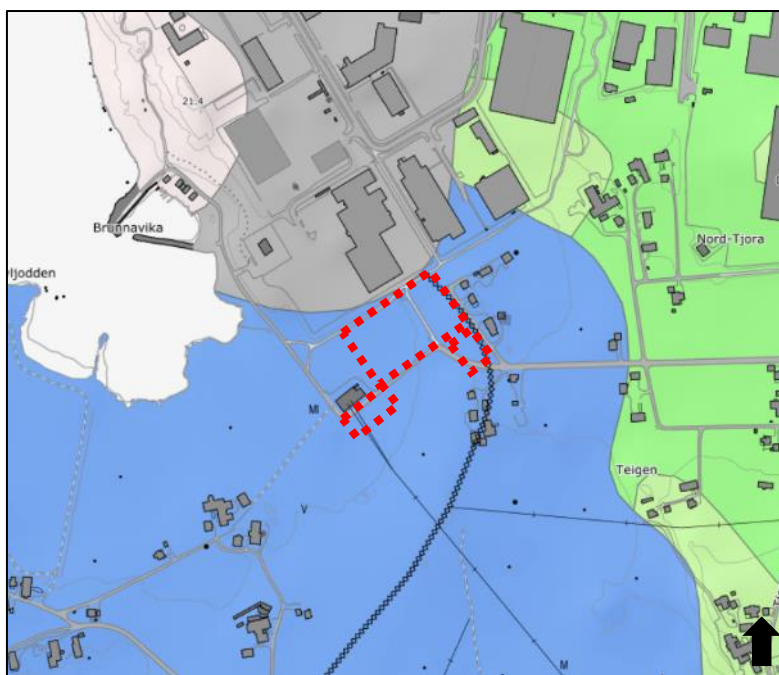
1.1 OMRÅDEBESKRIVELSE OG GRUNNFORHOLD

Undersøkelsesområdet er i dag et ca 15.000 m² stort område preget av dyrket mark, tett på spredt bebyggelse og Risavika transformatorstasjon. Området ligger like sør for Risavika industriområde, og om lag 200 meter øst for kystlinjen.

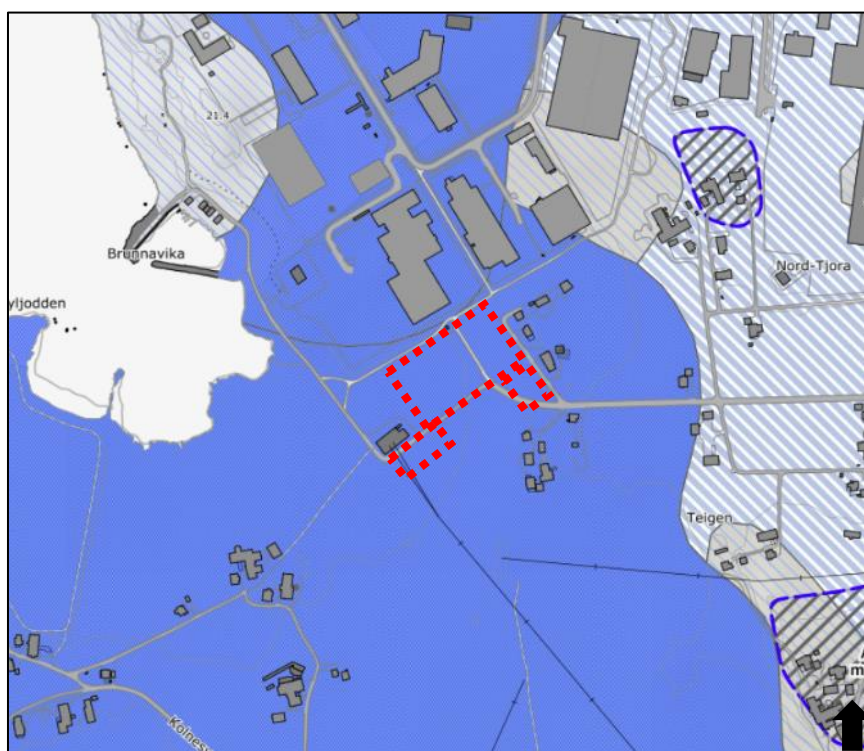
NGUs løsmassekart [1] viser at det aktuelle området er preget av marin strandavsetning med strandvaskede og godt sorterte sedimenter hvor sand, grus og stein er dominerende (fig. 3). Mektigheten på avsetningen er ikke nødvendigvis stor, men det er oppgitt som et sammenhengende dekke. Det kvartærgeologiske løsmassekartet gir kun en oversikt over løsmasser kartlagt i overflaten – ikke underliggende masser. Løsmassenes fordeling er visuelt fremstilt basert på overflatekartlegging, begrensede fysiske undersøkelser samt kartets kvalitet.

NGUs temakart «Marin grense og mulighet for marin leire» [2] viser at området ligger under marin grense, med stor mulighet for marin leire [fig. 4].

Nasjonal grunnvannsdatabase (GRANADA) har ingen registrerte målinger av fjell i nærheten.



Figur 3: Kvartærgeologisk løsmassekart (NGU) med undersøkelsesområdet markert med stiplede røde linjer. Blått område er marin strandavsetning, grønne områder er morene, grått er kartlagt som fyllmasse og lys rosa er bart fjell.

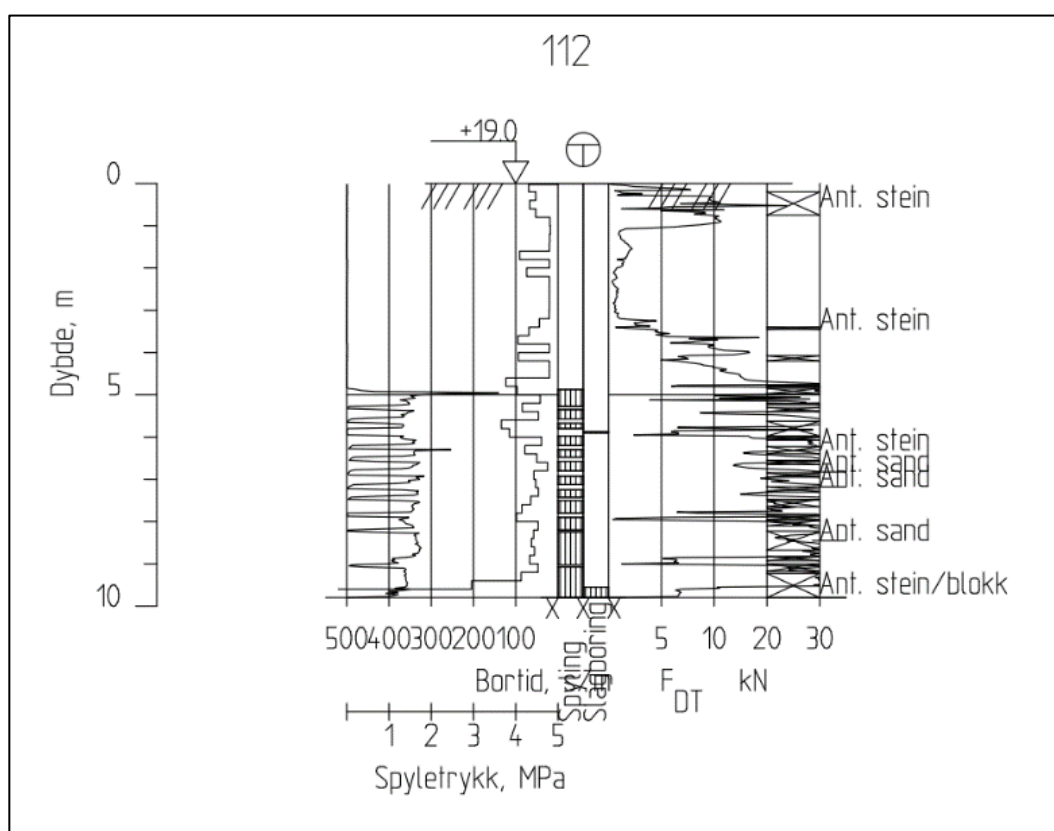


Figur 4: NGUs kart over marin grense og mulighet for marin leire, med undersøkelsesområdet markert med stiplede røde linjer. Blått område er område med stor mulighet for marin leire, lyseblått område med liten mulighet, og grått område med stort sett fraværende mulighet.

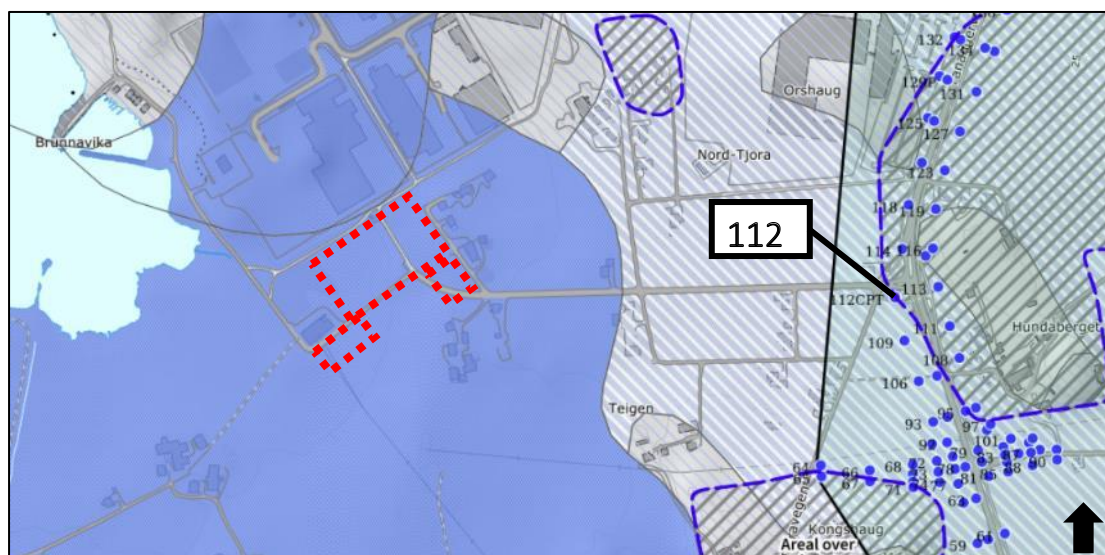
I henhold til NVE-Atlas sitt faresonekart [3] er det ingen tidligere kartlagte faresoner for kvikkleireskred i det aktuelle området, og ingen tidligere registrerte skredhendelser i området.

2 TIDLIGERE UTFØRTE GRUNNUNDERSØKELSER

Det ble i 2014 utført geotekniske grunnundersøkelser av Statens Vegvesen i forbindelse med Rv. 509 Transportkorridor Vest fra Hogstad sør for Tjora, til nord for Hafrsfjord bru [4]. Totalt 456 totalsonderinger, 13 CPTU-sonderinger, 8 grunnvannsstandsør og 31 prøveserier ble utført og analysert. Borpunktene som ligger langs Tanangerveien, ca 520 -750 meter øst/nordøst for gjeldende planområde viser at grunnen hovedsakelig består av et topplag med matjord som overligger lag med middels til stor sonderingsmotstand. I borpunkt 112 (fig. 5) ble det imidlertid påtruffet svært lav sonderingsmotstand i sandig, siltig materiale fra 1 – 5,5 m dybde, og svært løst lagret silt mellom 1,8 – 3,0 m. Laget er tolket til å være av lokal karakter uten tydelig utbredelse. Punkt 112 er boret midt på den marine grensen (fig. 6).

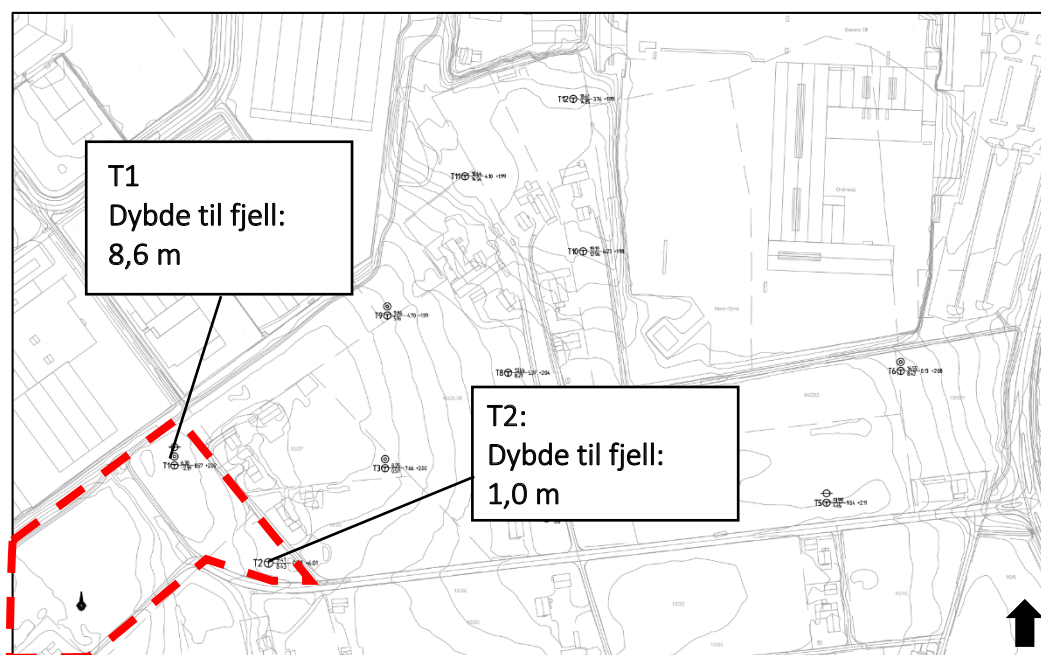


Figur 5: Borpunkt 112 med løst lagret sandig, siltig materiale fra 1 – 5,5 m dybde [4].

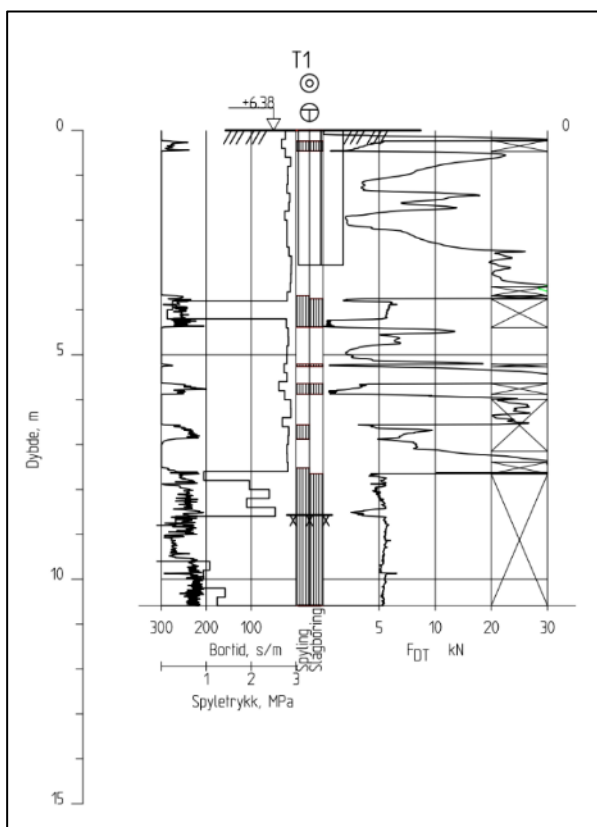


Figur 6: Borpunkt 112 lokalisert på marin grense, 520 m øst for planområdet.

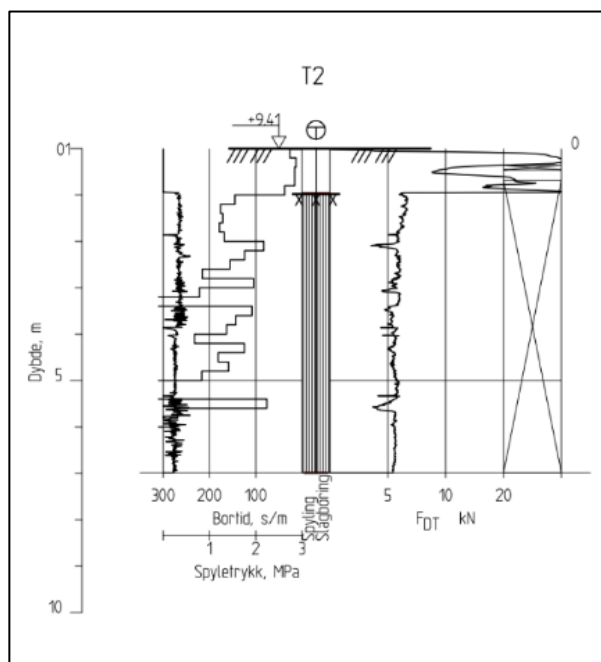
I 2021 utførte ProCon Rådgivende Ingeniører AS grunnundersøkelser [5] i et område like nordøst for gjeldende planområde. Borpunkt T1 (fig. 8) og T2 (fig. 9) er lokalisert i det sørvestlige hjørnet av ProCons undersøkelsesområde, og i det nordøstlige området som er undersøkt i dette notatet (fig. 7). Her ble det utført totalsonderinger i begge punkt, samt naverboring og piezometer i T1. Løse og bløte lag ble påtruffet i T1 i intervallene 0,5 – 2,5 m og 4,5 – 5,0 m, og grunnvannsstand ble målt til ca 1,5 m under terreng. I T2 ble det registrert faste til meget faste masser over fjell. Antatt fjell ble påtruffet på 8,6 m dybde i T1 og 1,0 m dybde i T2.



Figur 7: Gjeldende undersøkelsesområde (stiplet rødt) i sørvestenden av Procons undersøkelsesområde i 2021.



Figur 8: Borpunkt T1.



Figur 9: Borpunkt T2.

I 2022 ble det av Årdal og Skeie utført prøvegravinger for Lnett AS i sentrale og nordlige deler av gjeldende undersøkelsesområde [6], se prøvegravingsplan i figur 10.



Figur 10: Prøvegravinger fordelt over undersøkelsesområdet – med unntak av området sør for eksisterende transformatorstasjon.

Rapporten beskriver grunnen i området som preget av et topplag med matjord, over sandige, grusige masser med innslag av organisk materiale. I hull 4, 5 og 6 er det under disse friksjonsmassene registrert 1,7 – 3,0 m med leirige masser. Leiren er kun beskrevet i felt som «blåleire», uten videre detaljer. Denne leiren ser noe bløt/kremete ut på bilder fra hullene (fig. 11). Antatt fjell ble påvist i hull 3 på 3,8 m dybde, og graving ble avsluttet i stein i de resterende hullene på 4,5 – 5 m dybde.

Det ble i forbindelse med disse grunnundersøkelsene ikke gjennomført prøvetaking, kun graving, fotografering og visuell beskrivelse av jordart i felt.

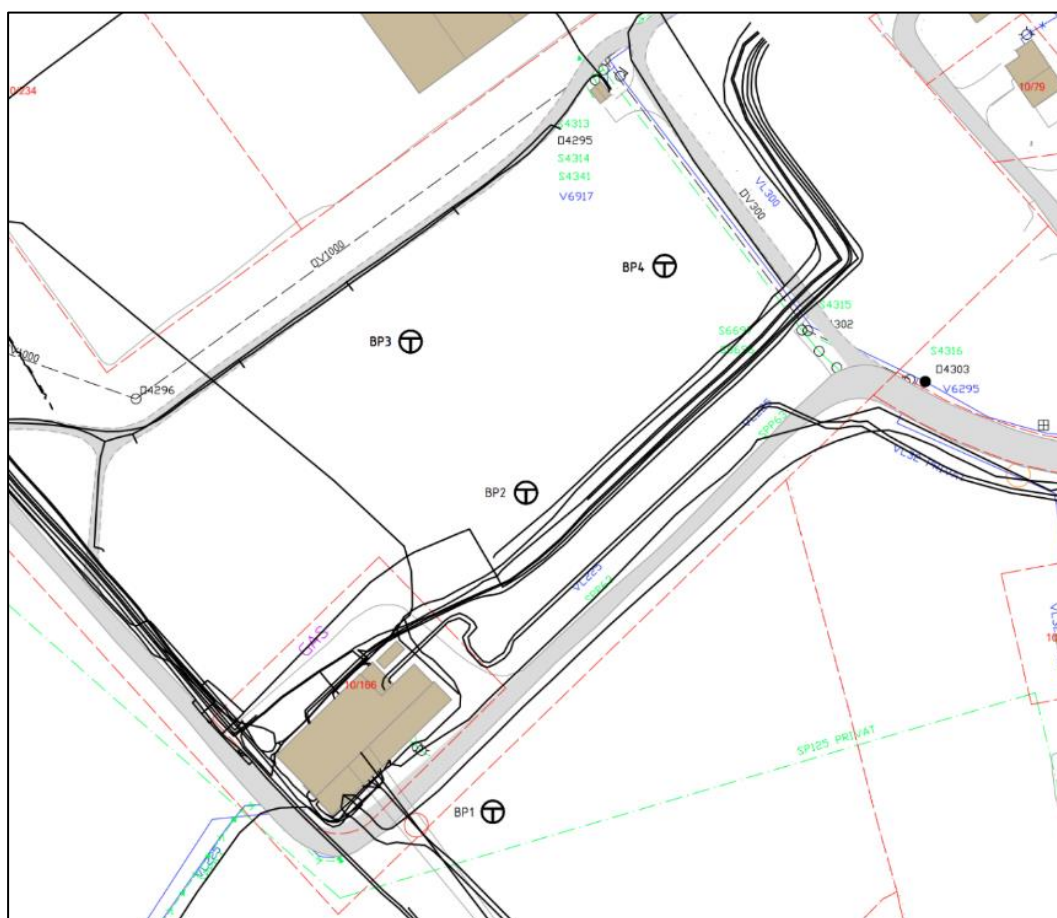


Figur 11: Synlig «blåleire» i hull 5 (venstre) og 4 (høyre).

3 FELT- OG LABORATORIEUNDERSØKELSER

3.1 FELTUNDERSØKELSER

Programmet for geotekniske grunnundersøkelser er utarbeidet av Head Energy UP AS, se borplan i figur 12 (gjengitt i vedlegg 1). For oversiktstegning over plassering av tidligere borpunkt og prøvegroper innenfor undersøkelsesområdet, samt utførte grunnboringer i forbindelse med gjeldende datarapport, se vedlegg 2.



Figur 12: Borplan for grunnundersøkelser.

Grunnundersøkelser er utført av Romerike Grunnboring den 12. desember 2023, og opptegnede borprofiler fra utførelsen presenteres i vedlegg 3. Totalt 4 borpunkter er innmålt og koordinatfestet i følgende koordinatsystem:

- EUREF89 UTM32
- Høydesystem NN2000

Omfanget av grunnundersøkelser er gitt i tabellen under.

Bor-punkt	Koordinater			Metode	Boret dybde			Kommentar
	Øst, X	Nord, Y	Z		Løs-masse	Antatt berg	Totalt	
	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
1	303779.816	6535155.465	2.79	TOT, NAV	8.6	3.0	11.6	
2	303785.655	6535221.896	3.23	TOT	11.0	3.0	14.0	
3	303761.964	6535250.887	3.29	TOT, NAV, SYL	12.5	3.0	15.5	
4	303814.180	6535267.667	3.94	TOT	11.0	3.0	14.0	
TOT = totalsondering. NAV = naverboring. SYL = ϕ 54 mm sylinderprøve.								

Koordinater er gjengitt i vedlegg 4.

Totalsondering gir informasjon om lagdelinger i løsmasser og dybder til berg. Resultatene kan også gi grunnlag for jordartsklassifisering samt å vurdere massenes relative fasthet.

Sonderingsmotstand blir registrert når sonden blir presset ned i underlaget med jevn hastighet og rotasjon. Utstyret kan bore gjennom faste masser og berg dersom økt rotasjon, spyling og slagborhammer kobles inn. For sikker bestemmelse av dybde til berg bores det normalt 3 meter inn i det antatte berget.

Naverboring tar opp jordprøver som i laboratoriet benyttes til jordartsklassifisering. Metoden består i å skru naveren ned i massen, stoppe rotasjonen og trekke boret opp til overflaten. Det omrørte prøvematerialet samles så i poser for videre laboratorieanalyser. Metoden egner seg til prøvetaking i jordarter som leire, leirig silt, sandig silt og sand.

Sylinderprøve tar opp uforstyrrede jordprøver, og benyttes for potensielt sensitive jordarter, hovedsakelig leire og silt. Uforstyrret prøvemateriale sendes til geoteknisk laboratorium, hvor man gjør analyser av parametere som materialets styrke og stivhet.

3.2 LABORATORIEUNDERSØKELSER

Poseprøver fra borpunkt 1 og 3, samt sylinderprøve fra borpunkt 3 er analysert i geoteknisk laboratorium av Multiconsult Norge AS i Stavanger, i løpet av desember 2023. Følgende undersøkelser ble gjennomført:

Undersøkelse	Antall
Vanninnhold	3
Utrullingsgrense	2
Flytegrense	2
Plastisitetsindeks	2
Omrørt konus	3
Densitet*	1
Bruddtøyning*	1
Enaks*	1
Uomrørt konus*	1
Sensitivitet*	1

**analyser utført på sylindrerprøve*

Resultater fra laboratorieundersøkelser med geotekniske bilag er gitt i vedlegg 5.

4 KVALITET

Det må presiseres at informasjonen fra grunnundersøkelsene kun er gyldig i de undersøkte posisjonene. Avvik i grunnforholdene i områdene rundt og mellom de undersøkte posisjoner kan ikke utelukkes. Resultatene må derfor ikke anvendes ukritisk og når bygg er plassert må grunnforhold for hvert bygg bekreftes med prøvegraving.

5 GRUNNFORHOLD OG TOPOGRAFI

Ifølge Høydedata [7] ligger undersøkelsesområdets laveste punkt på kote +2,6, og høyeste punkt på ca kote + 9,5. Risavika industriområde like nord/nordvest for det undersøkte området ligger på et oppbygd platå på ca kote +9,7.

I borpunkt 1 (fig. 13) ble det påtruffet et topplag av matjord, sand og grus over et leirlag fra ca 0,5 m dybde. Borloggen viser lav bormotstand på 1 – 1,5 m dybde, og derfor ble det besluttet å ta naverprøve fra 1 - 2 m dybde. Borprofilen viser antatt morenemateriale over

fjell som ble truffet på 8,6 m dybde. Laboratorieanalyser beskriver poseprøven som leire med spor av sand og organisk materiale. Leiren har et vanninnhold på 23,6%, en utrullingsgrense på 23,4%, flytegrense på 35,6%, plastisitetsindeks på 12,2 og omrørt konus på 81,66 kPa. Materialet i naverprøven (fig. 14) var noe mykere med dybden.



Figur 13: Bopunkt BP1 sin lokasjon til venstre.



Figur 14: Naver med leire fra 1-2 m dybde.

Totalsondering fra bopunkt 2 (fig. 15) viser et topplag av matjord, deretter sand/silt ned til omtrent 1,4 m dybde hvor det går over i grovere grusmasser. Fra 2 – 6,5 m dybde er det et leirlag med lav bormotstand over hardere pakket materiale før fjell på 11,0 m dybde.



Figur 15: Borpunkt BP2s lokasjon.

Totalsondering i borpunkt 3 bekrefter beskrivelsene av hull 4 fra tidligere prøvegraving – et topplag med matjord over fyllmasser og friksjonsmasser før leire. Leirlaget har her en mektighet på nærmere 6 meter fra ca 2 – 7,8 m dybde, før det påtreffes hardt pakke masse over fjell på 12,5 m dybde. Naverprøve fra 4 – 5 m dybde viste smørbar leire med lavt siltinnhold, spesielt bløt fra ca 4,6 m (fig. 16). Analyser av naverprøve beskriver massen som leire med enkelte sand- og gruskorn og spor av organisk innhold. Den har 34,6% vanninnhold, 25,3% i utrullingsgrense, flytegrense på 38,8%, plastisitetsindeks på 13,5.

Analyser av sylinderprøven (fig. 17) fra 4 – 4,7 m dybde viser et vanninnhold fra 44,0 – 45,1 %, og en densitet på $1,81 \text{ g/cm}^3$. Bruddtøying målt på materialet fra 4,4 m dybde er 3% og enaks er 26,4 kPa. Uomrørt konus er 37,1 kPa på materialet fra 4,2 m og 20,4 kPa fra 4,4 m dybde. Omrørt konus indikerer sprøbruddmateriale med 1,53 kPa på 4,2 m dybde og 1,24 kPa på 4,6 m dybde, samt sensitivitet som er målt til 24 på 4,2 m dybde og 16 på 4,6 m dybde.

Den omrørte konusen på < 2 kPa i BP3 indikerer at det på denne lokasjonen er et annet leirlag enn i BP1, hvor omrørt konus av poseprøve ble målt til over 80 kPa.



Figur 16: Sprøbruddmateriale i borpunkt BP3 fra naver i felt.



Figur 17: Cylinderprøve fra BP3.

Totalsonderinger i BP 4 viser noe grovere masser under topplaget av matjord, ned mot leiren på ca 2,6 m dybde. Leiren har noe større motstand enn det som er registrert i de andre borpunktene, og laget går over i et tettere pakket lag med først middels - så stor bormotstand. Fjell påtreffes på 11,0 m dybde.

Det ble ikke utført egne undersøkelser for å kartlegge grunnvannsstand. Fra tidligere prøvegraving er det imidlertid informasjon om vanninnsig i tre av hullene. Hull 1 og hull 2 i nordøst har et vanninnsig i et grunt sandig, grusig lag på hhv. 1,8 m og 1,5 m dybde. Begge hull avsluttes på 5 m dybde, med mye vann i hull 1 og noe mindre i hull 2. Hull 5 har kraftig vanninnsig på 2,2 m dybde, i et sandig, leirig lag.

6 REFERANSER

[1] Norges Geologiske Undersøkelse. (u. å.). *Løsmasser – Nasjonal løsmassedatabase. Kartlag: 02 – NGU - Løsmasser landsdekkende*. Hentet 04.01.2024 fra https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/

[2] Norges Geologiske Undersøkelse. (u. å.). *Løsmasser – Nasjonal løsmassedatabase. Kartlag: 05 – NGU – Marin grense og mulighet for marin leire*. Hentet 04.01.2024 fra https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/

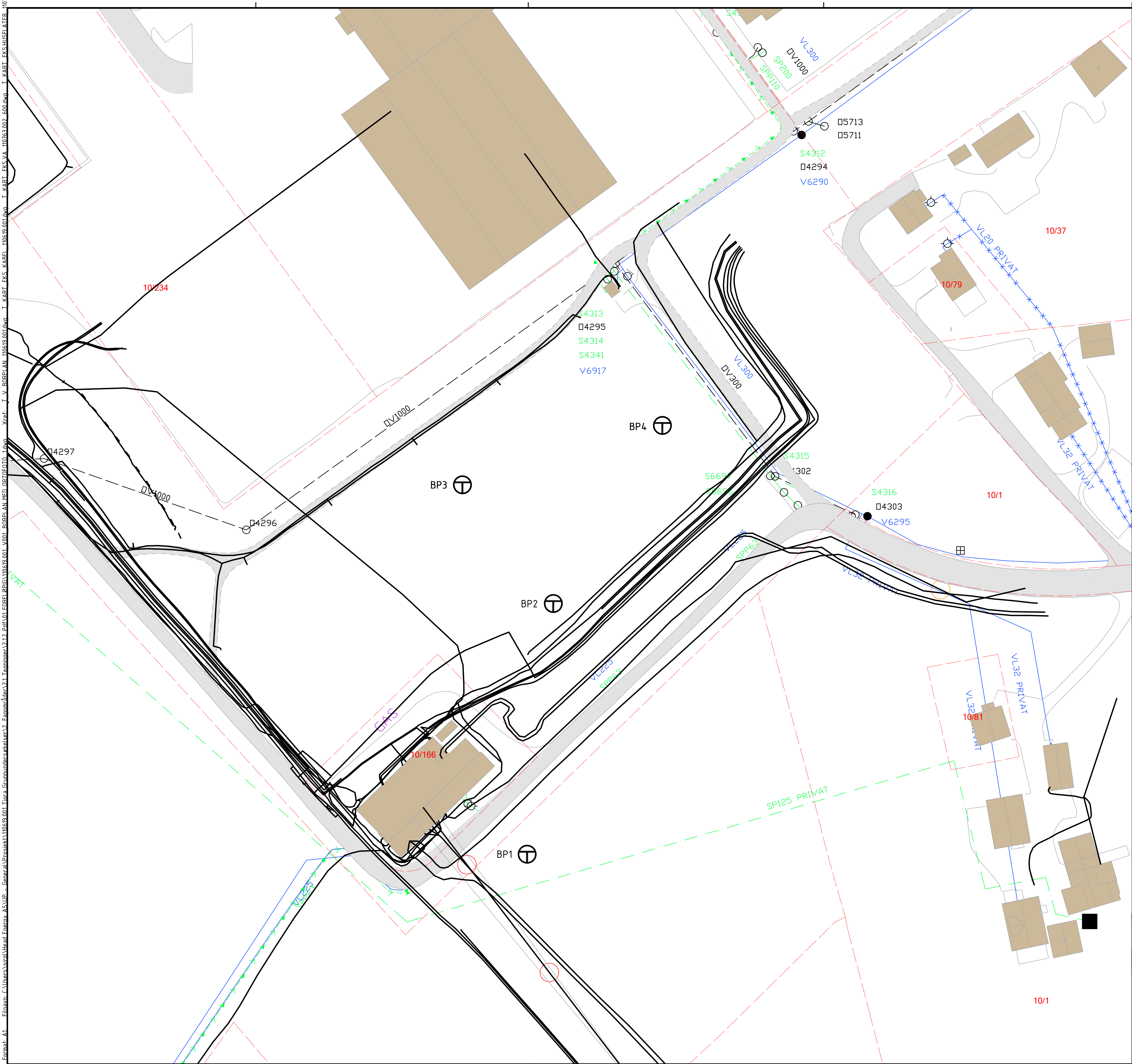
[3] Norges vassdrags- og energidirektorat. (2020). *NVE Atlas*. NVE. Hentet 05.01.2024 fra <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>

[4] Statens Vegvesen. (2014). *Rv. 509 Transportkorridor Vest: Geoteknisk rapport for reguleringsplan 30640-470* (Oppdragsnr: 2012127492-59). Statens Vegvesen.

[5] Procon Rådgivende Ingeniører AS. (2021). *Geoteknisk grunnrapport Tjora, Plan-ID. 0623* (Prosjektnr. 21-019). Procon Rådgivende Ingeniører AS.

[6] Årdal og Skeie. (2022). *Grunn Undersøkelse Raffinerivegen: 10.02.22*. (Dokumentnavn: 200_01 - Vedlegg 1 Grunnundersøkelse). Ukjent utgiver.

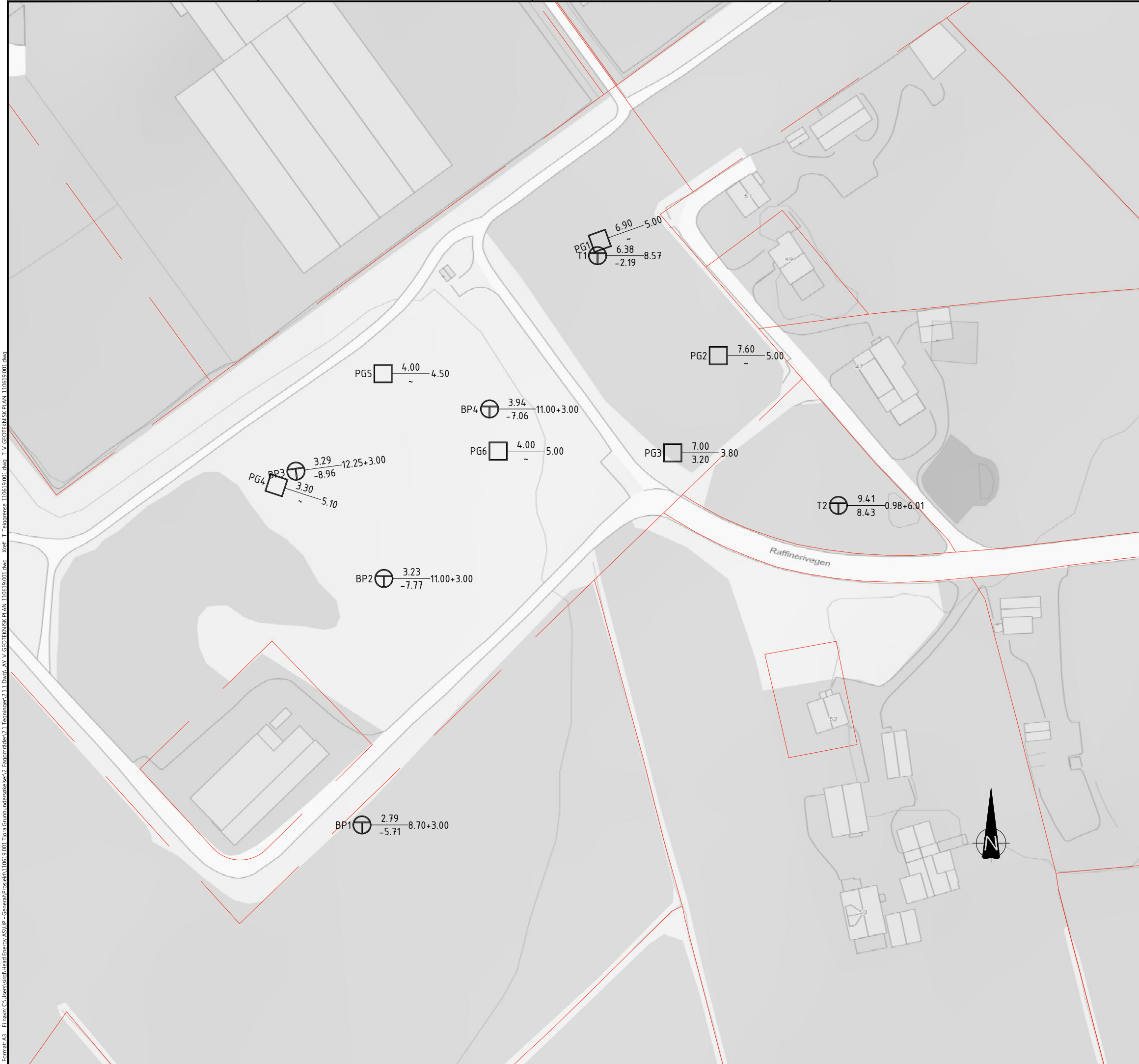
[7] Statens kartverk. (u.å.). *Høydedata*. Hentet 09.01.2024 fra <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>



Rev.	Revideringen gjelder			Dato	Tegnet	Kontroll Godkj.
LNETT				Prosjektnr. 110619.001		Tegnet SIRGL
				Målestokk 1:500		Kontrollert RONHO
BORPLAN						Godkjent
				Dato 06.12.2023		
HEAD ENERGY				Status FØRSTE UTKAST		
				Tegningsnr. V002		Rev. 1
Head Energy UP AS Org.nr. 925 044 299 Tlf. +47 992 04 323 Email: info@headenergy.no www.headenergy.no				Kontorer: Nordåsålen 27, N-5235 Rådal Heiemyrå 19, N-4031 Stavanger		

Format: A1
Filnavn: C:\Users\Sirgl\Head_Energy\AS\UP - General\Prosjekt\110619.001_Tjora grunnundersøkelser\2. Faser\borplan\110619.001.dwg
Xref: T V BORPLAN 110619.001.dwg
KART_EKSVA 110619.002.dwg
KART_EKS 110619.001.dwg
KART_EKSHUSELATER 10763

Format: A3 - Filnavn: C:\Users\sirgl\Head Energy\AS\UP - General\Prosjekt\110619.001 Tjora Grunnundersøkelser\2. Fase\områden\2.1.1. Dwg\LAY V GEOTEKNISK PLAN 110619.001.dwg - Xref: Tjora\områden\2.1.1. Dwg\LAY V GEOTEKNISK PLAN 110619.001.dwg - Xref: Tjora\områden\2.1.1. Dwg\LAY V GEOTEKNISK PLAN 110619.001.dwg



MERKNADER

- OVERSIKTSTEGNING ER BASERT PÅ FØLGENDE UNDERLAG:
 - *BORPLAN HEAD ENERGY UP (2023)
 - *TIDLIGERE GRUNNUNDERSØKELSER:
 - *PROCON RÅDGIVENDE INGENIØRER AS (2021)
 - *ÅRDAL OG SKEIE (2022)
 - * INNMÅLING I FELT, MOTTATT 22.12.2023
- INNMÅLING AV PUNKTER UTFØRT AV ROMERIKE GRUNNBORING AS
KOORDINATSYSTEM: UTM32 EUREF89
HØYDEREFERANSE: NN 2000

TEGNFORKLARING

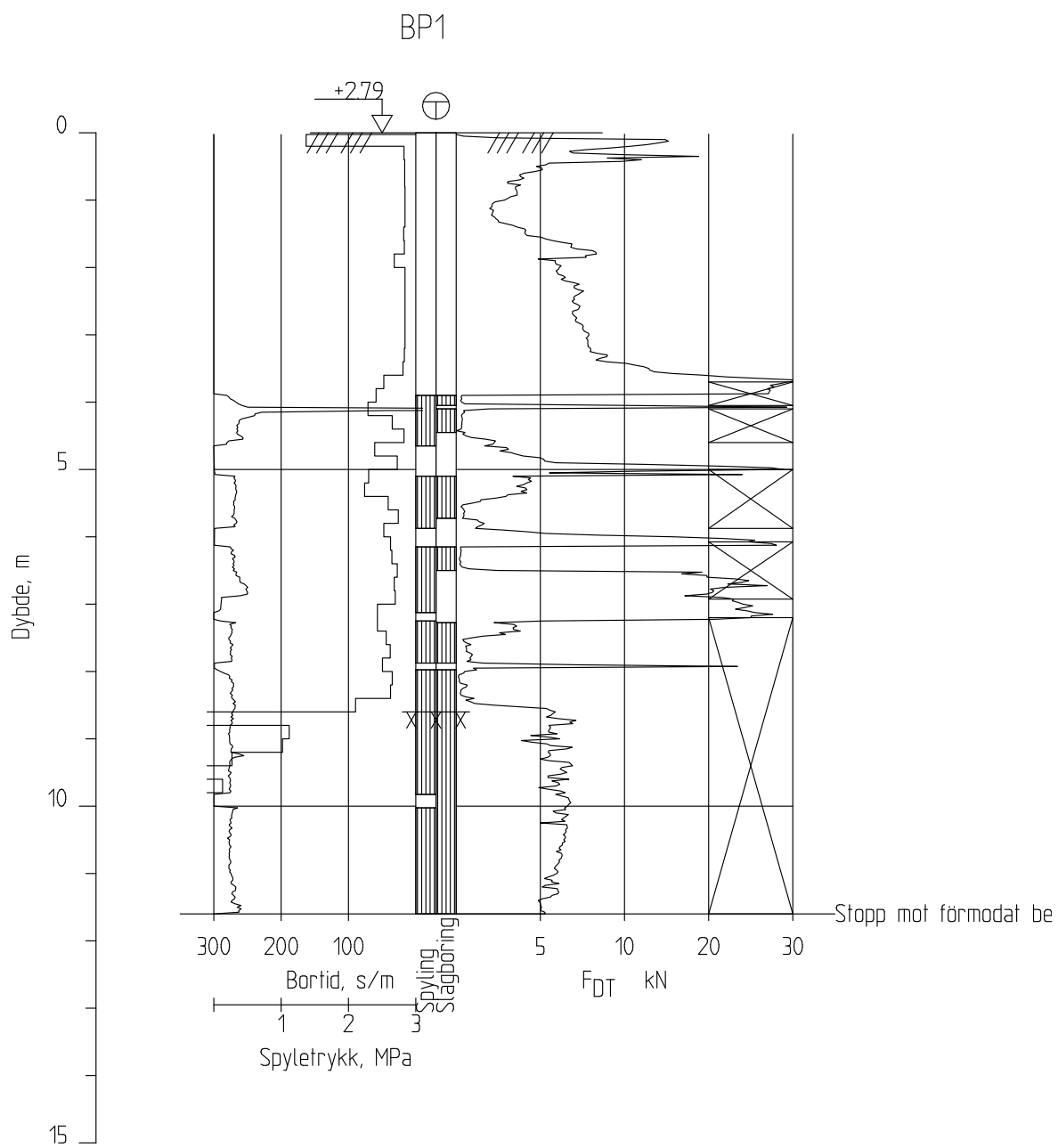
Prøvegrop

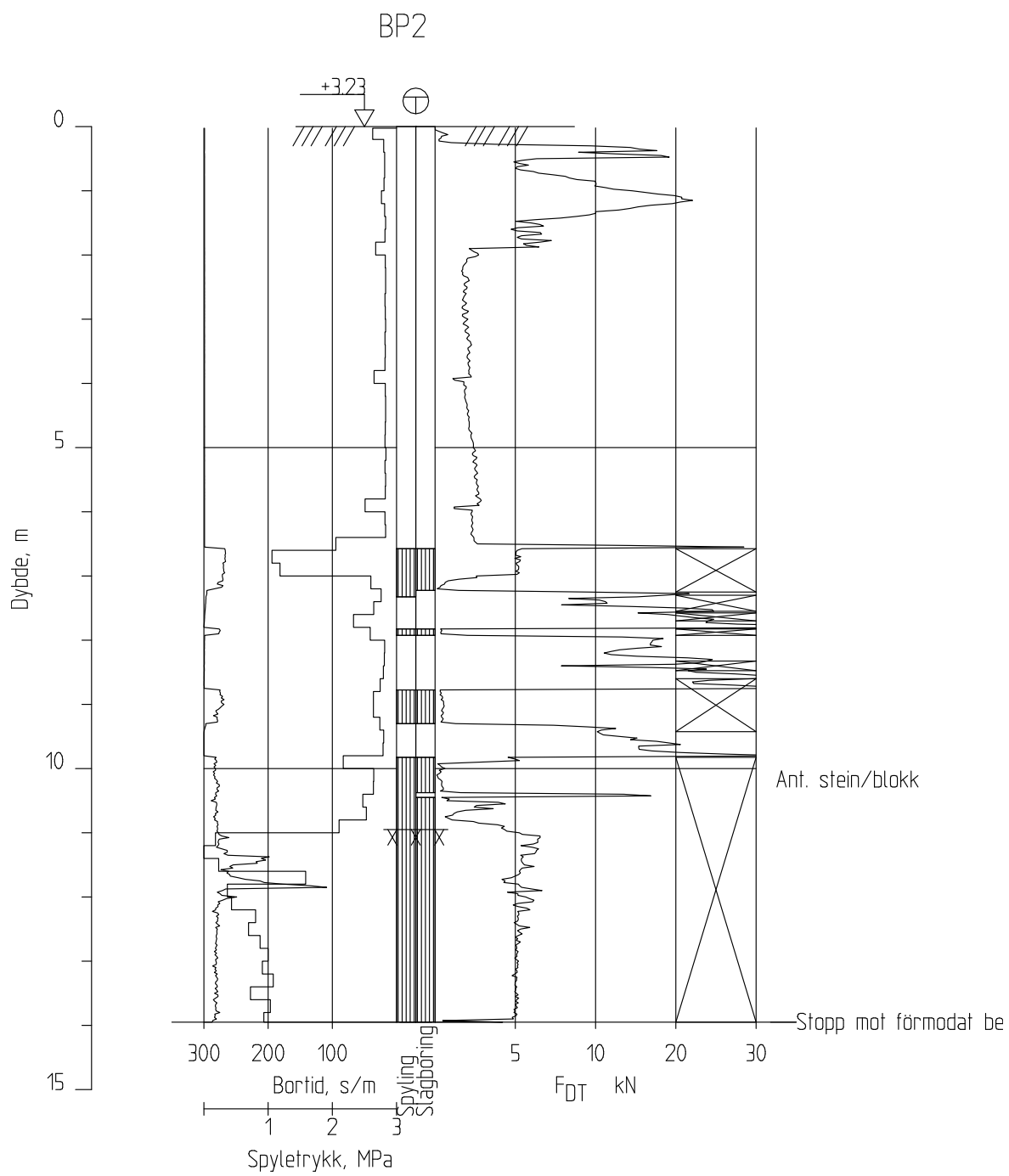
Totalsondering

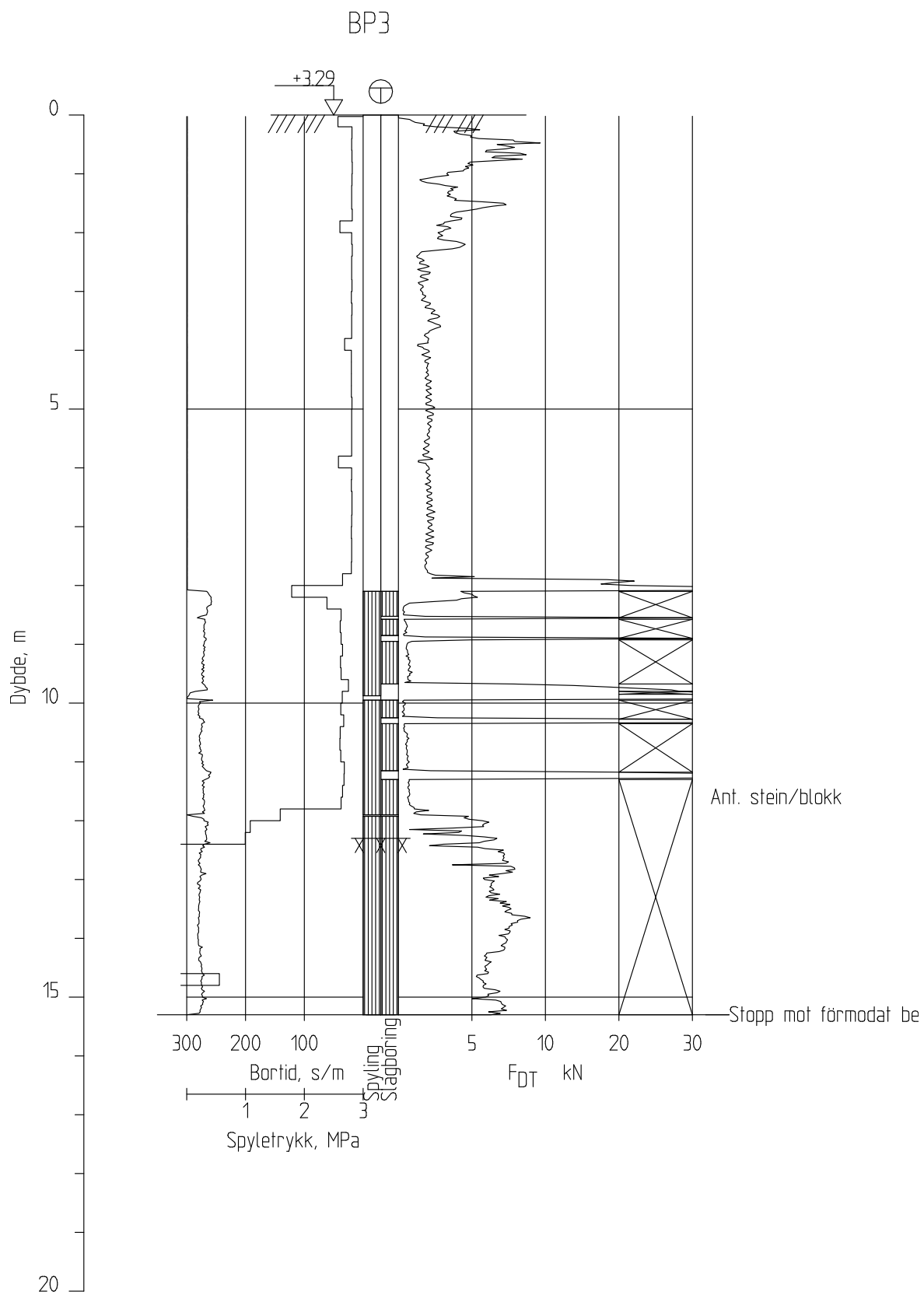
Eksempel

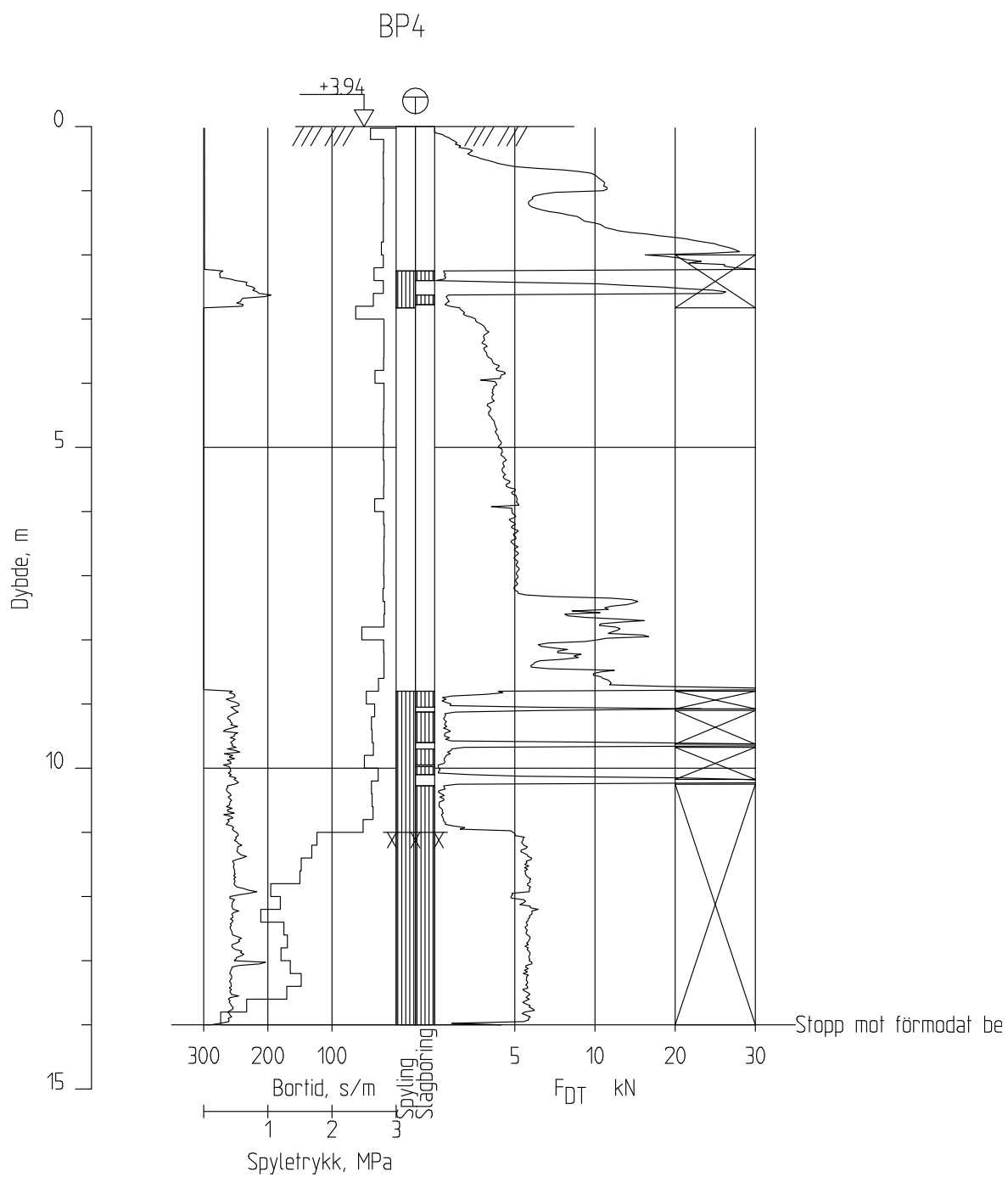
Eksempel

1	ORIGINAL	25.01.2024	SIRGL	SINBO	SINBO
Rev.	Revideringen gjelder	Dato	Tegnet	Kontroll	Godkj.
LNETT AS		Prosjektnr.	110619.001	Fag	GEO
TJORA GRUNNUNDERSØKELSER		Målestokk	A3	Tegnet	
SOLA KOMMUNE			1:500		SIRGL
OVERSIKTSTEGNING		Koordinatsystem	EUREF89-32N NN2000	Kontrollert	
GEOTEKNISKE GRUNNUNDERSØKELSER TJORA					SINBO
		Dato	25.01.2024	Godkjent	SINBO
		Status	UTKAST TIL UTSENDELSE		
HEAD ENERGY UP AS Org.nr.: 925 044 229 www.headenergy.no T: +47 992 04 323		Kontor:	Tegningsnr. V003		
		Vassbotnen 11B, 4313 Sandnes Lønningsvegen 47, 5258 Blomsterdalen	Rev. 0		









<i>Koordinatsystem</i>	EUREF89
<i>Sone</i>	UTM32
<i>Høydesystem</i>	NN2000

<i>Borpunkt</i>	<i>Øst</i>	<i>Nord</i>	<i>Høyde</i>
1	303779.816	6535155.465	2.79
2	303785.655	6535221.896	3.23
3	303761.964	6535250.887	3.29
4	303814.180	6535267.667	3.94

Head Energy UP AS		Tjora Grunnundersøkelser								Oppdragsnummer 10253882-02			NAV1			
Multiconsult		Utarbeidet DT		Kontrollert MSL		Godkjent MartinHo		Revisjon 0		Dato 19.12.2023			RIG-TEG-200			
Borpunkt:	1	Dybde intervall	Dybde	Vann - innhold	Densitet	Korn - densitet	Gjødetap	Utrullings - grense	Flyte - grense	Plastisitets - indeks	Brudd - tøyning	Enaks	Umrørt konus	Omrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk
Beskrivelse																
LEIRE		1,0-2,0	-	23,6				23,4	35,6	12,2				81,66		
spor av sand- og organisk			-													
			-													
			-													

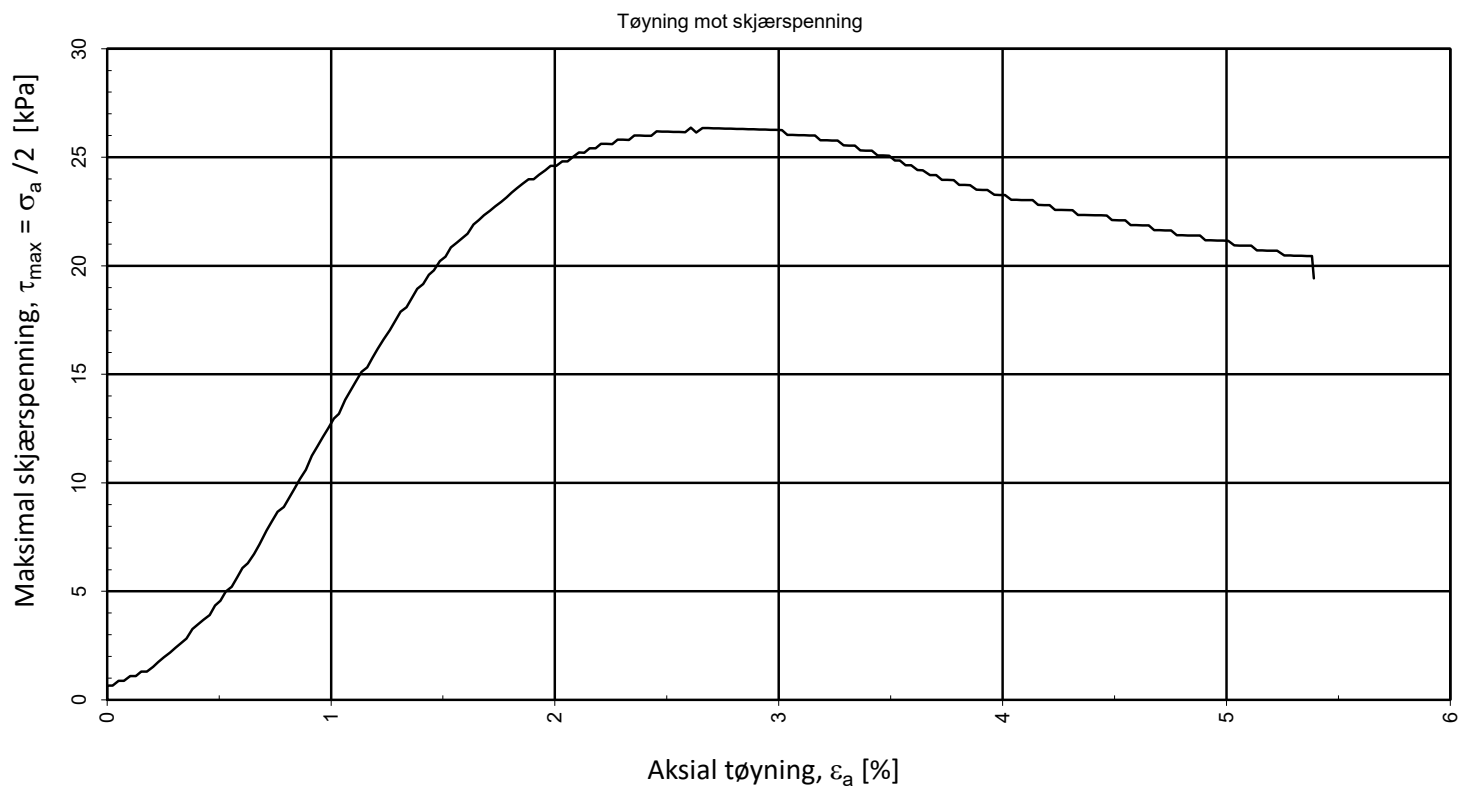
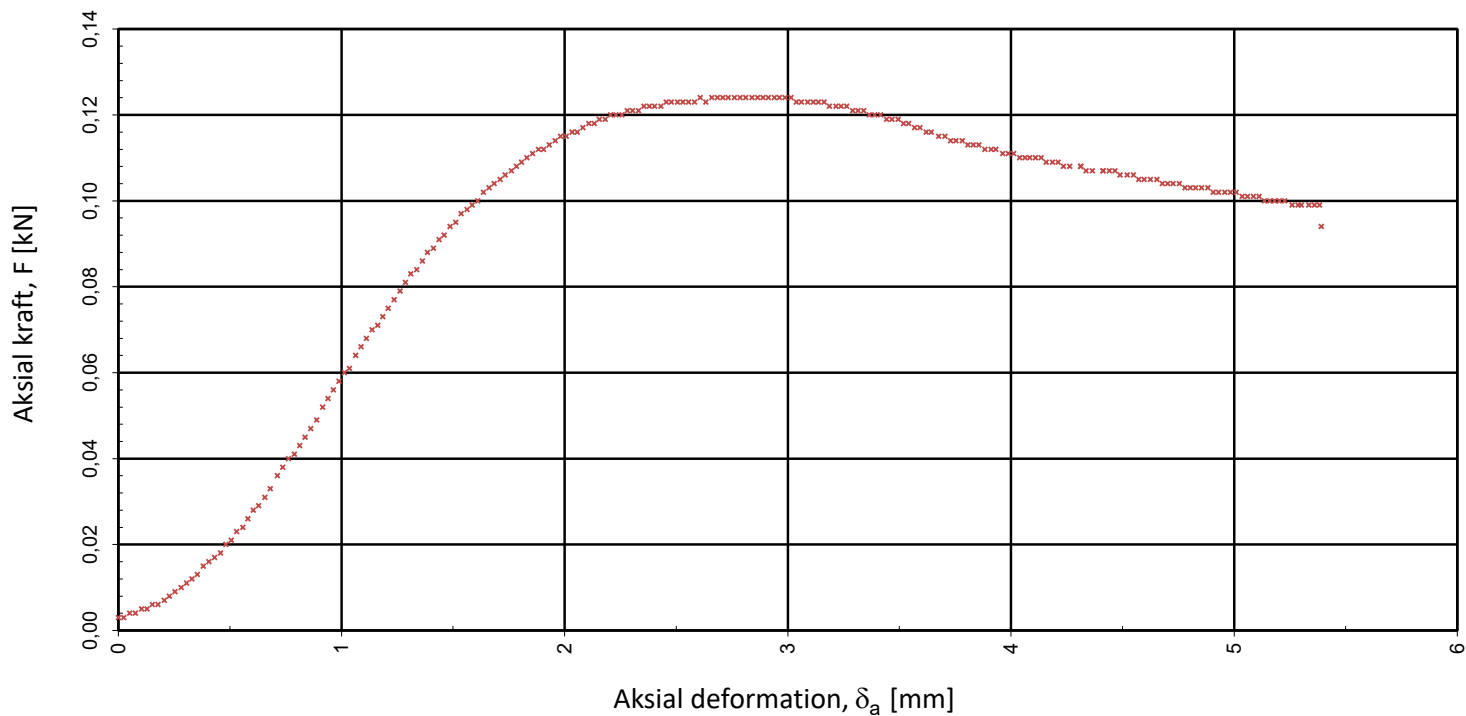
Head Energy UP AS		Tjora Grunnundersøkelser								Oppdragsnummer 10253882-02			NAV3			
Multiconsult		Utarbeidet DT		Kontrollert MSL		Godkjent MartinHo		Revisjon 0		Dato 19.12.2023			RIG-TEG-201.1			
Borpunkt:	3	Dybde intervall	Dybde	Vann - innhold	Densitet	Korn - densitet	Glødetap	Utrullings - grense	Flyte - grense	Plastisitets - indeks	Brudd - tøyning	Enaks	Uomrørt konus	Omrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk
Beskrivelse																
LEIRE		4,0-5,0	-	34,6				25,3	38,8	13,5				2,36		
enk. sand- og gruskorn, spor av organisk			-													
			-													
			-													

Head Energy UP AS		Tjora Grunnundersøkelser								Oppdragsnummer 10253882-02			54mm CYL3 RIG-TEG-201.2				
Multiconsult		Utarbeidet DT		Kontrollert MSL		Godkjent MartinHo		Revisjon 0		Dato 19.12.2023							
Borpunkt:	3	Dybde intervall	Dybde	Vann - innhold	Densitet	Korn - densitet	Gjødetap	Utrullings - grense	Flyte - grense	Plastisitets - indeks	Brudd - tøyning	Enaks	Uomrørt konus	Omrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk	
Beskrivelse																	z [m]
LEIRE, sprøbruddmateriale		4,0-4,7	4,20	44,0									37,1	1,53	24		
			4,40	44,7	1,81							3	26,4				
organisk på toppen			4,60	45,1										20,4	1,24	16	
			-														

Dybde (m)	Jordart	Prøve	Test	Vanninnhold og konsistensgrenser (%)						ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Org. (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)						S_t (-)	
				0	10	20	30	40	50				60	0	10	20	30	40		50
0																				
1	LEIRE																			
2	spor av sand- og organisk																		82	▼
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
Symboler:				ρ Densitet		ρ_s Korndensitet		○ Vanninnhold		∇ Uomrørt konus										
Grunnvannstand: Ingen				Org. Organisk innhold		— — Plastisitetsindeks (I_p)				$\blacktriangledown$ Omrørt konus										
Borbok:				S_t Sensitivitet				○ Enaksialforsøk (strek angir akseil tøying (%) ved brudd)												
Head Energy UP AS								Utarbeidet DT		Kontrollert MSL		Godkjent MartinHo								
Tjora Grunnundersøkelser								Borpunkt 1		Dato 19.12.2023		Revisjon 00								
Multiconsult				Prøveserie V.1.16 17.11.2023				Oppdragsnummer 10253882-02				Tegningsnummer RIG-TEG-200								

Dybde (m)	Jordart	Prøve	Test	Vanninnhold og konsistensgrenser (%)						ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Org. (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)						S_t (-)
				0	10	20	30	40	50				60	0	10	20	30	40	
0																			
1																			
2																			
3																			
4	LEIRE																		
5	enk. sand- og gruskorn, spor av organisk																		
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
Symboler:				ρ Densitet				Vanninnhold				Uomrørt konus							
T: Treaksialforsøk				ρ_s Korndensitet				Plastisitetsindeks (I_p)				Omrørt konus							
Ø: Ødometerforsøk				Org. Organisk innhold								Enaksialforsøk (strek angir aksial tøyning (%) ved brudd)							
K: Korngradering				S_t Sensitivitet															
Grunnvannstand: Ingen																			
Head Energy UP AS										Utarbeidet DT		Kontrollert MSL		Godkjent MartinHo					
Tjora Grunnundersøkelser										Borpunkt 3		Dato 19.12.2023		Revisjon 00					
Multiconsult				Prøveserie V.1.16 17.11.2023				Oppdragsnummer 10253882-02				Tegningsnummer RIG-TEG-201.1							

Dybde (m)	Jordart	Kt. 3,3	Prøve	Test	Vanninnhold og konsistensgrenser (%)											ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Org. (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)						S_t (-)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
					0	10	20	30	40	50	60	0	10	20	30				40	50	60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																



Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)	Forsøk nr
54,0	100,0	4,5	1
Head Energy UP AS		Utarbeidet	Kontrollert
		DT	MSL
Tjora Grunnundersøkelser		Borpunkt	Dato
		3	18.12.2023
		Oppdragsnummer	Tegningsnummer
		10253882-02	RIG-TEG-250.0
Multiconsult		Enaksforsøk	
		V.1.6.15 02.11.2023	

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
Fibrig torv	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke
Delvis fibrig torv, mellomtorv	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene
Amorf torv, svarttorv	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 øvre 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.

VANNINNHold

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).

HUMUSINNHold

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

DENSITET, TYNGDETETHET, PORETALL OG PORØSITET

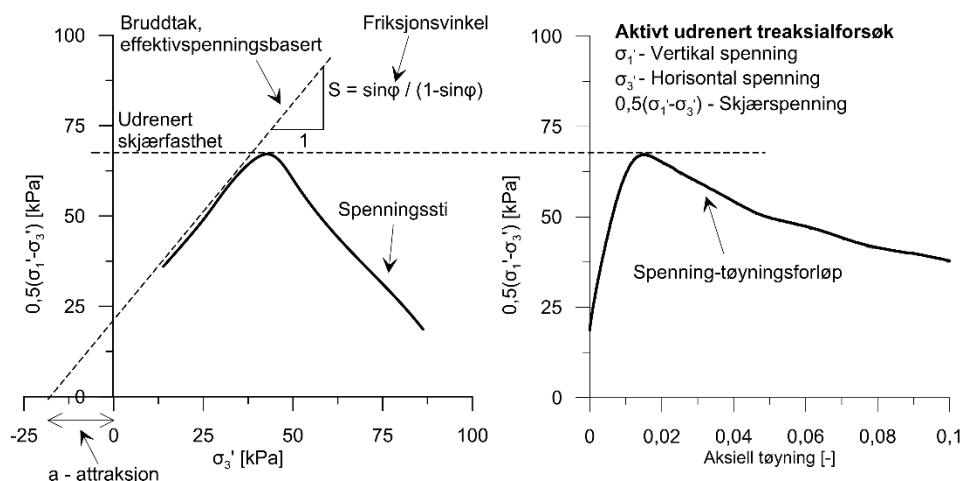
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm ³	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm ³	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm ³	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m ³	Tyngde av prøve per volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der g er tyngdeakselerasjonen)
Spesifikk tyngdetetthet	γ_s	kN/m ³	Tyngde av fast stoff per volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)
Tørr tyngdetetthet	γ_d	kN/m ³	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.

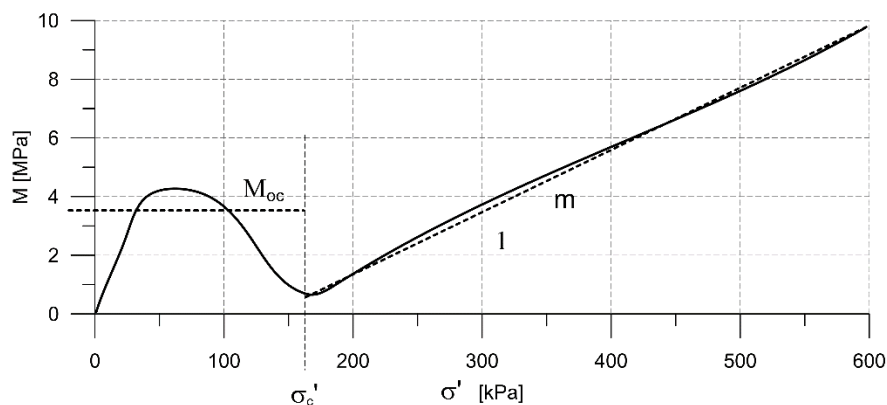
Udrenert skjærfasthet c_u (kPa) bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen i en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ut}), konusforsøk (uforstyrret c_{ufc} , 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 trykksøndering med poretrykksmåling (CPTU) (c_{ucptu}) eller vingeboor (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 vingeboorforsøk 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 (σ'). Sammenhørende verdier for spenning og deformasjon (tøyning ε) registreres, og materialets stivhet (deformasjonsmodul) kan beregnes som $M = \Delta\sigma' / \Delta\varepsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen. En sentral parameter som tolkes i sammenheng med ødometerforsøk er forkonsolideringsspenningen (σ'_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 σ'_c representeres ved en konstant stivhetsmodul M_{oc} . For spenningsnivåer over σ'_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

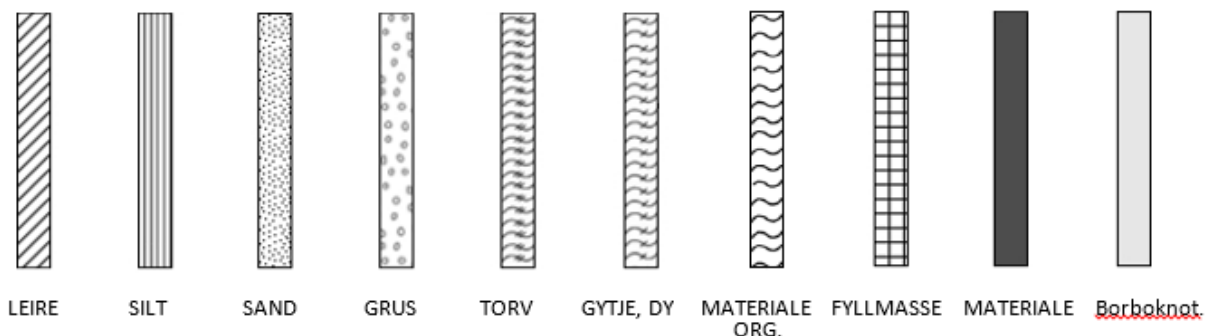
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_d som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved spesifikasjon 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 maksgrænse 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 maksgrænse vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

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