RAPPORT

Fv. 61 GS Tunheim

OPPDRAGSGIVER

Møre og Romsdal fylkeskommune

EMNE

Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 19. mai 2022 / 00

DOKUMENTKODE: 10243712-RIG-RAP-001

Multiconsult

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

Multiconsult

RAPPORT

OPPDRAG	**Fv. 61 GS Tunheim**	DOKUMENTKODE	10243712-RIG-RAP-001
EMNE	Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	**Møre og Romsdal fylkeskommune**	OPPDRAGSLEDER	Guro T. Vassenden
KONTAKTPERSON	Kristin Fostervold	UTARBEIDET AV	Guro T. Vassenden
KOORDINATER	Sone: NTM 5 Øst: 1455376 Nord: 103967	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt
GNR./BNR./SNR.	- / - / - / Vanylven		

SAMMENDRAG

Møre og Romsdal fylkeskommune planlegger å etablere en gang- og sykkelveg langs fv. 61 ved Tunheim i Vanylven kommune.

Multiconsult Norge AS er engasjert av Møre og Romsdal fylkeskommune til å utføre grunnundersøkelser og utarbeide en geoteknisk datarapport med beskrivelse av grunnforholdene. Videre gjøre en flom og skredvurdering, samt vurdering av tiltak etter naturmangfoldloven.

Foreliggende rapport presenterer resultatene fra utførte geotekniske grunnundersøkelser.

Utførte grunnundersøkelser omfattet:

- 9 stk. totalsonderinger med bergkontrollboring
- Opptak av poseprøver i borpunkt 6

Grunnundersøkelsene viser at løsmassene i hovedsak består av morenemateriale av grus og sand med innslag av silt. I BP. 6 er det registrert organisk materiale, planterester og humusholdige masser i den øverste meteren.

00	19.05.2022	Utarbeidelse rapport	Guro T. Vassenden	Jin Kjellsdatter Melhus	Guro T. Vassenden
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1 Innledning 5
1.1 Formål og bakgrunn 5
1.2 Utførelse 5
1.3 Kvalitetssikring og standardkrav 5
1.4 Innhold og bruk av rapporten 5
2 Områdebeskrivelse 6
2.1 Området og topografi 6
3 Geotekniske grunnundersøkelser 7
3.1 Feltundersøkelser 7
3.2 Laboratorieundersøkelser 7
4 Grunnforholdsbeskrivelse 9
4.1 Kvartærgeologisk kart 9
4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred 9
4.3 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser 9
4.3.1 Generelt 9
4.3.2 Dybde til berg 9
4.3.3 Løsmasser 10
4.3.4 Poretrykk og grunnvann 10
5 Geoteknisk evaluering av resultatene 11
5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder 11
5.2 Viktige forutsetninger 11
5.3 Undersøkelses- og prøvekvalitet 11
5.4 Måling av poretrykk 11
5.5 Påvisning av bergnivå 11
6 Behov for supplerende grunnundersøkelser 12
7 Referanser 13

TEGNINGER

10243712-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-010	Sonderingsresultat
	-200	Geotekniske data, PR. 6
	-300	Korngraderingsanalyse, PR. 6

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 for planlagt gang- og sykkelveg langs fv. 61 ved Tunheim, Fiskå, i Vanylven kommune.

1.1 Formål og bakgrunn

Møre og Romsdal fylkeskommune planlegger å etablere en gang- og sykkelveg langs fv. 61 ved Tunheim i Vanylven kommune.

Multiconsult Norge AS er engasjert av Møre og Romsdal fylkeskommune til å utføre grunnundersøkelser og utarbeide en geoteknisk datarapport med beskrivelse av grunnforholdene, samt gjøre flom og skredvurdering samt vurdering av tiltak etter naturmangfoldloven.

1.2 Utførelse

Feltundersøkelsene ble utført av Multiconsult Norge AS med hydraulisk borerigg av typen Geotech 605HK i uke 12 2022, under ledelse av borleder Espen Andersen Torsæter. Borpunktene er målt inn med Trimble GPS CPOS. Alle kotehøyder refererer til NN2000 og koordinatsystemet er Euref 89, NTM sone 5.

Laboratorieundersøkelsene er utført ved Multiconsults geotekniske laboratorium i Trondheim i uke 18, 2022.

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

Metodikk/prosedyre for utførelse av laboratorieundersøkelsene er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 2.

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

1.3 Kvalitetssikring og standardkrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015 [1]. Oppdraget er også gjennomført i henhold til Eurokode EN-1997, del 1 for geoteknisk prosjektering [2] og – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver [3] samt gjeldende metodestandarder. I tillegg er NS 8000-serien benyttet ved utførelse av laboratorieundersøkelsene, mens feltundersøkelsene er utført i henhold til Norsk Geoteknisk Forenings meldinger [4].

Oversikt over utvalgte metodestandarder er vist i geoteknisk bilag 3.

1.4 Innhold og bruk av rapporten

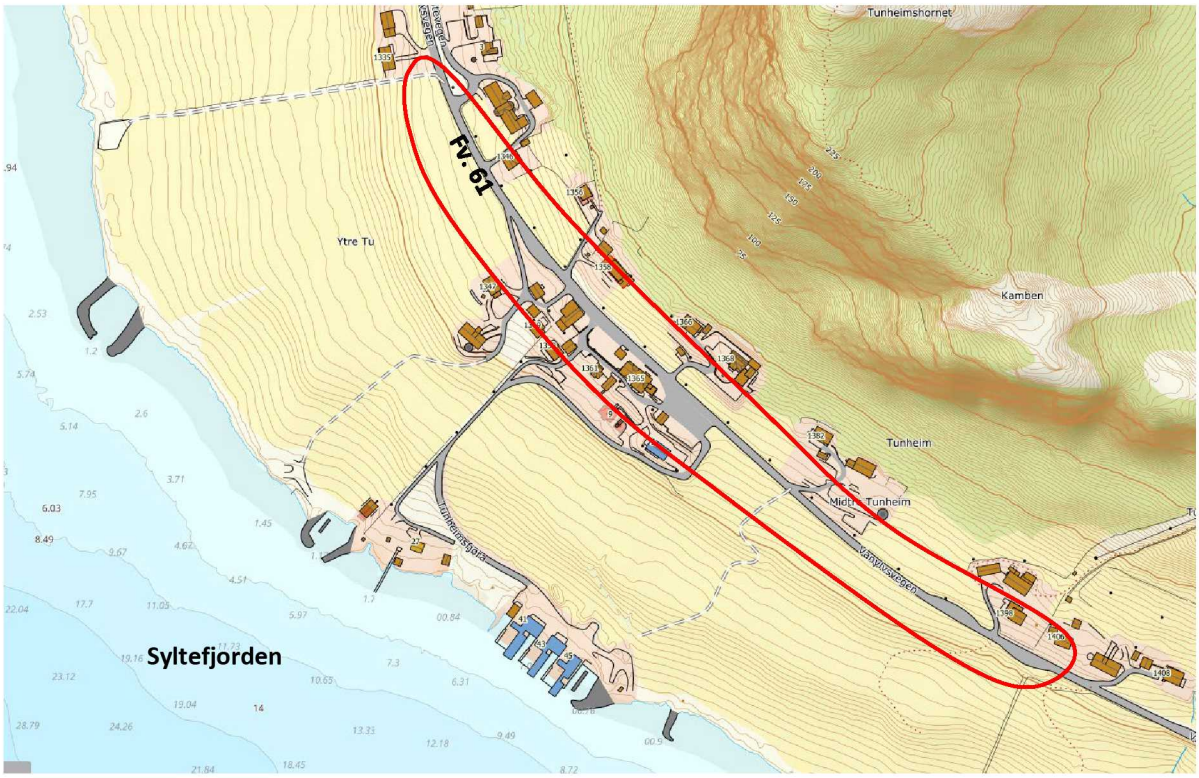
Geoteknisk datarapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser i geotekniske termer og krever geoteknisk kompetanse for videre bruk i rådgivings- og prosjekteringssammenheng. Rapporten inneholder i så måte ingen vurderinger av byggbarhet, metoder eller tiltak, og vi anbefaler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

2 Områdebeskrivelse

2.1 Området og topografi

Området som er undersøkt ligger langs fv. 61 på Tunheim, se *Figur 2-1* og Figur 2-2, og ligger i en skråning som heller i en sørvestlig retning ned mot Syltefjorden. Skråningen har en gjennomsnittlig på ca. 1:5. Generelt består området av spredt bebyggelse og dyrka mark. Grunnundersøkelsene ligger mellom ca. kote +29 og +37.



Figur 2-1: Grunnundersøkelsesområdet er markert med rødt. Kilde: www.norgeskart.no.

Figur 2-2: Grunnundersøkelsesområdet er markert med rødt. Kilde: https://kart.finn.no

3 Geotekniske grunnundersøkelser

3.1 Feltundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser omfattet:

- 9 stk. totalsonderinger med bergkontrollboring
- Opptak av poseprøver i PR. 6

Borplan med plassering av utførte supplerende grunnundersøkelser er vist på tegning nr. 10243712-RIG-TEG-001.

Sonderingsresultat er vist på tegning nr. -010 og -011.

Koordinater og høydesystem benyttet ved grunnundersøkelsene er vist i Tabell 3-.

Utførte feltundersøkelser er presentert i Tabell 3-.

Tabell 3-1: Koordinat-/høydesystem.

Høydesystem	Koordinatsystem	Sone
NN 2000	Euref 89	NTM 5

Tabell 3-2: Utførte feltundersøkelser.

Bp.	Koordinater			Metode	Boret dybde			Dybde PR,	Kommentar
	X	Y	Z		Løsmasse	Ant. Berg	Totalt		
	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	[m]	
1	1455460.0	103928.3	33,5	TOT	10,3	3,7	14,0		
2	-	-	-	-	-	-	-		Utgikk pga. usikkerhet knyttet til lokasjon av vann- og strømkabel
3	1455397.7	103991.2	36,0	TOT	9,7	2,7	12,4		
4	1455376.7	103967.4	33,2	TOT	11,1	3,0	14,1		
5	1455354.1	104032.2	36,9	TOT	13,0	3,0	16,0		
6	1455287.3	104126.0	37,3	TOT	11,8	3,5	15,3		
				PR				4,0	
7	1455245.7	104193.8	36,1	TOT	13,8	2,5	16,3		
8	1455222.6	104178.4	32,3	TOT	14,2	3,0	17,2		
9	1455171.5	104307.7	32,3	TOT	11,8	3,0	14,8		
10	1455136.2	104380.5	29,9	TOT	15,7	2,9	18,6		
TOT=Totalsondering; PR=Prøveserie									

3.2 Laboratorieundersøkelser

Prøvene er undersøkt i Multiconsults geotekniske laboratorium i Trondheim med tanke på klassifisering og identifisering av jordartene, samt bestemmelse av prøvenes mekaniske egenskaper.

Ved undersøkelsen er prøvene klassifisert og beskrevet med måling av vanninnhold og organisk innhold i massene. Det er også utført korngraderingsanalyse.

Følgende laboratorieundersøkelser er utført:

- Rutineundersøkelser av 5 poseprøver
- Kornfordelingsanalyse på 4 utvalgte prøver
- Organisk innhold på 5 prøver

Resultatene fra rutineundersøkelser er presentert som geotekniske data i tegning nr. 10243712-RIG-TEG-200.

Kornfordelingsanalysene er vist på tegning nr. -300.

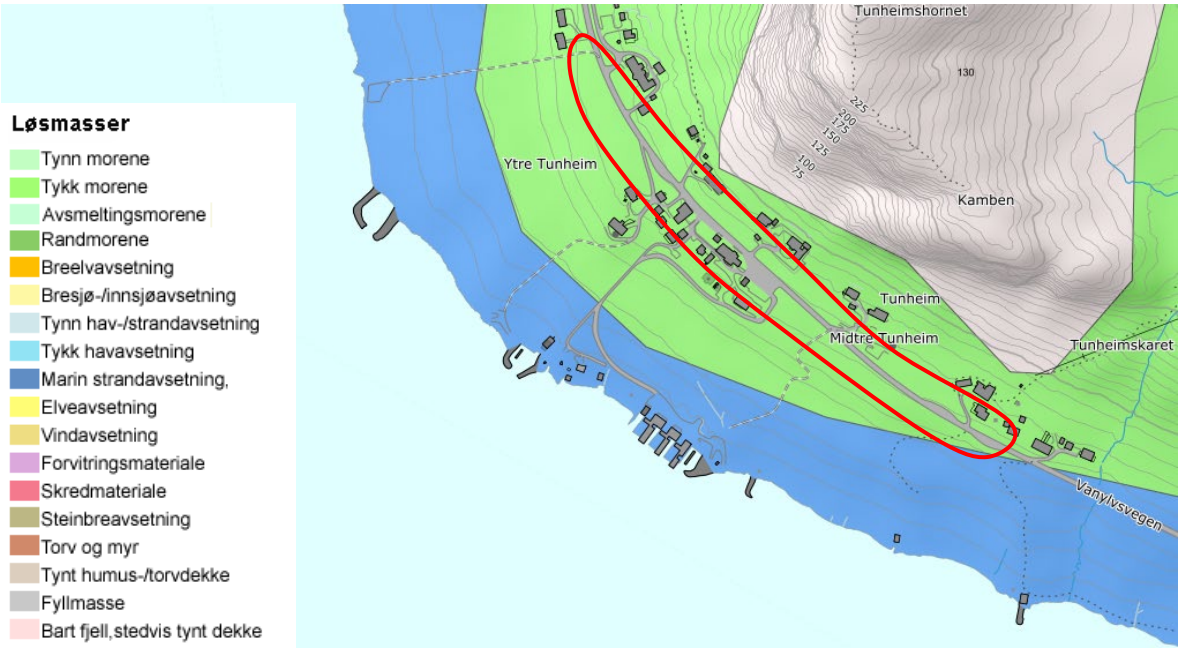
4 Grunnforholdsbeskrivelse

4.1 Kvartærgeologisk kart

NGUs kvartærgeologiske løsmassekart viser at det undersøkte området ligger hovedsakelig innenfor tykk morene, med bart berg i bakkant og marin strandavsetning ned mot sjøen, se Figur 4-1.

I kvartærgeologisk løsmassekart er morenemateriale definert som et materiale avsatt av isbreer og kan inneholde alt fra leir til stein og blokk, med mektighet mellom 0,5 m til flere ti-talls meter. Marin strandavsetning er i løsmassekartet definert som marint strandvaskede sedimenter med mektighet større enn 0,5 m, dannet av bølge- og strømaktivitet i strandsonen. Materialet er ofte rundet og godt sortert. Kornstørrelsen varierer fra sand til blokk, men sand og grus er vanligst. Ligger normalt som et forholdsvis tynt dekke over berggrunn eller andre sedimenter.

Det kvartærgeologiske kartgrunnlaget 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 løsmasse-mektighet. For mer informasjon om kvartærgeologiske kart og bruk/kvalitet vises til www.ngu.no.



Figur 4-1: Utsnitt av kvartærgeologisk kart – løsmasser. Grunnundersøkelsesområdet er markert med rødt. Kilde: www.ngu.no

4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

Iht. NVEs Atlas er det ingen eksisterende faresoner for kvikkleireskred i nærheten.

4.3 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser

4.3.1 Generelt

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

4.3.2 Dybde til berg

Berg er ved kontrollboring påtruffet i dybder mellom 9,8 til 15,8 m under terrengnivå i borpunktene.

Totalsonderinger gir informasjon om løsmassenes beskaffenhet og lagringsforhold samtidig som metoden har god nedtrengningsevne og kan benyttes til bergpåvisning.

Bergoverflatens forløp mellom borpunktene vil kunne variere, og det må regnes med lokale forhøyninger eller forsenkninger i bergoverflaten som ikke er fanget opp av utførte undersøkelser.

4.3.3 Løsmasser

Grunnundersøkelsene viser at løsmassene i hovedsak består av morenemateriale av grus og sand med innslag av silt.

Basert på resultatene fra analyser og forsøk i laboratoriet i BP. 6, er det registrert organisk materiale, planterester og humusholdige masser i den øverste meteren.

Basert på resultatene fra prøvene har løsmassene et naturlig vanninnhold mellom ca. 14 - 41 %, og organisk innhold er målt til å være mellom 0,6 % og 10,3 %.

4.3.4 Poretrykk og grunnvann

Det er ikke satt ned piezometer for måling av grunnvannstand og poretrykk som del av denne grunnundersøkelsen.

5 Geoteknisk evaluering av resultatene

5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder

Det er ikke registrert noe avvik fra standard utførelsesmetoder.

5.2 Viktige forutsetninger

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 Undersøkelses- og prøvekvalitet

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

5.4 Måling av poretrykk

Det er ikke satt ned piezometer for måling av grunnvannstand og poretrykk som del av denne grunnundersøkelsen.

Grunnvannstand- og poretrykkssituasjonen i grunnen vil kunne variere med nedbør og årstidsvariasjoner.

5.5 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 berghorisonten, 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 (2015). Systemer for kvalitetsstyring. Krav. (ISO 9001:2015). NS-EN ISO 9001:2015. September 2015.

[2] Standard Norge (2020) Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler. NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA2020.

[3] Standard Norge (2008) Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver. NS-EN 1997-2:2007+NA2008.

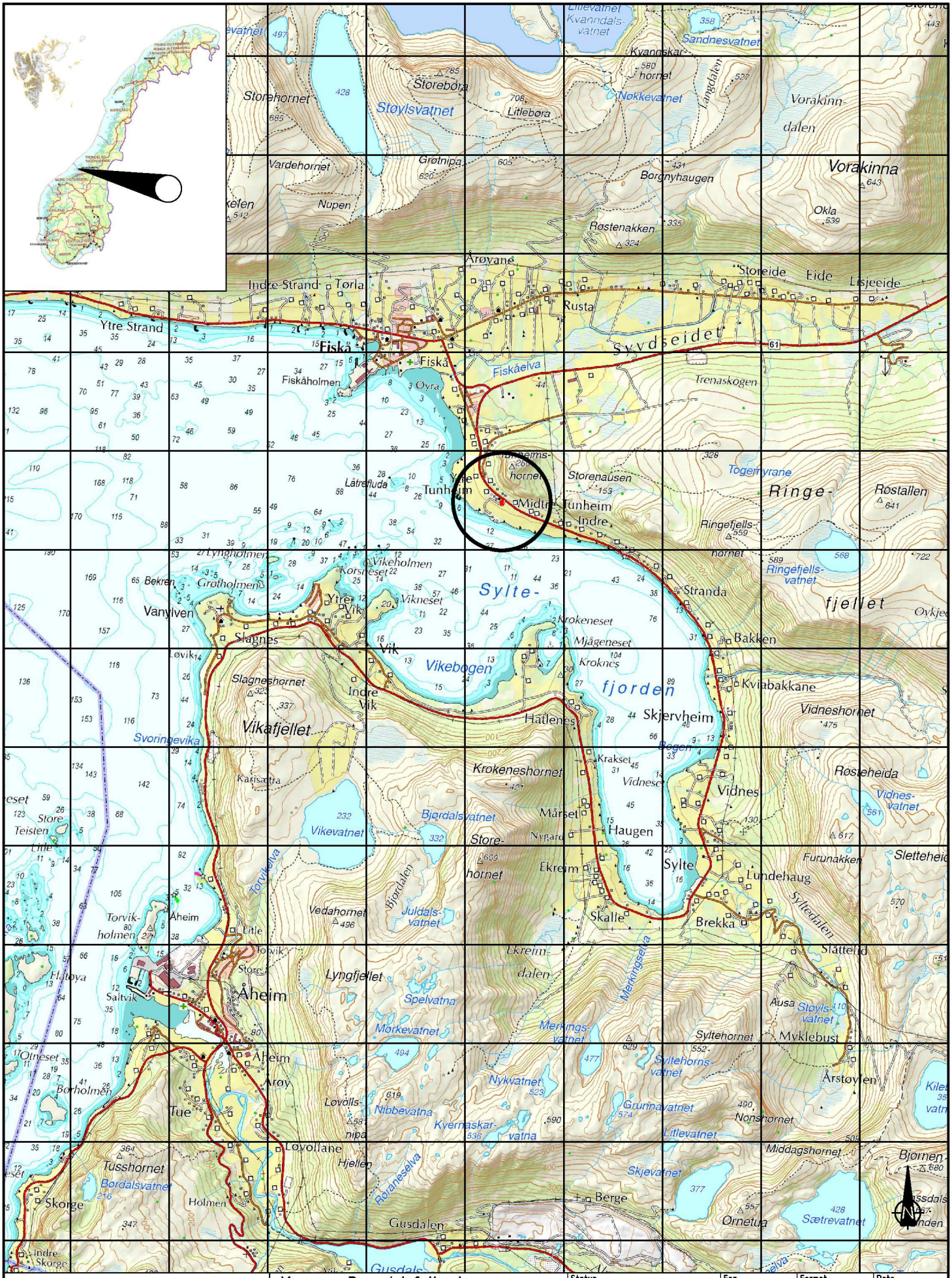
[4] Norsk Geoteknisk Forening (NGF): NGF-Melding nr. 1-11.

[5] Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE), https://atlas.nve.no

[6] FINN.no AS, https://kart.finn.no/

[7] Norges Geologiske Undersøkelse (NGU), «Løsmasser – Nasjonal løsmassedatabase – Kvartærgeologisk kart»: http://geo.ngu.no/kart/losmasse/

[8] Statens kartverk, www.norgeskart.no



Multiconsult
www.multiconsult.no

Møre og Romsdal fylkeskommune

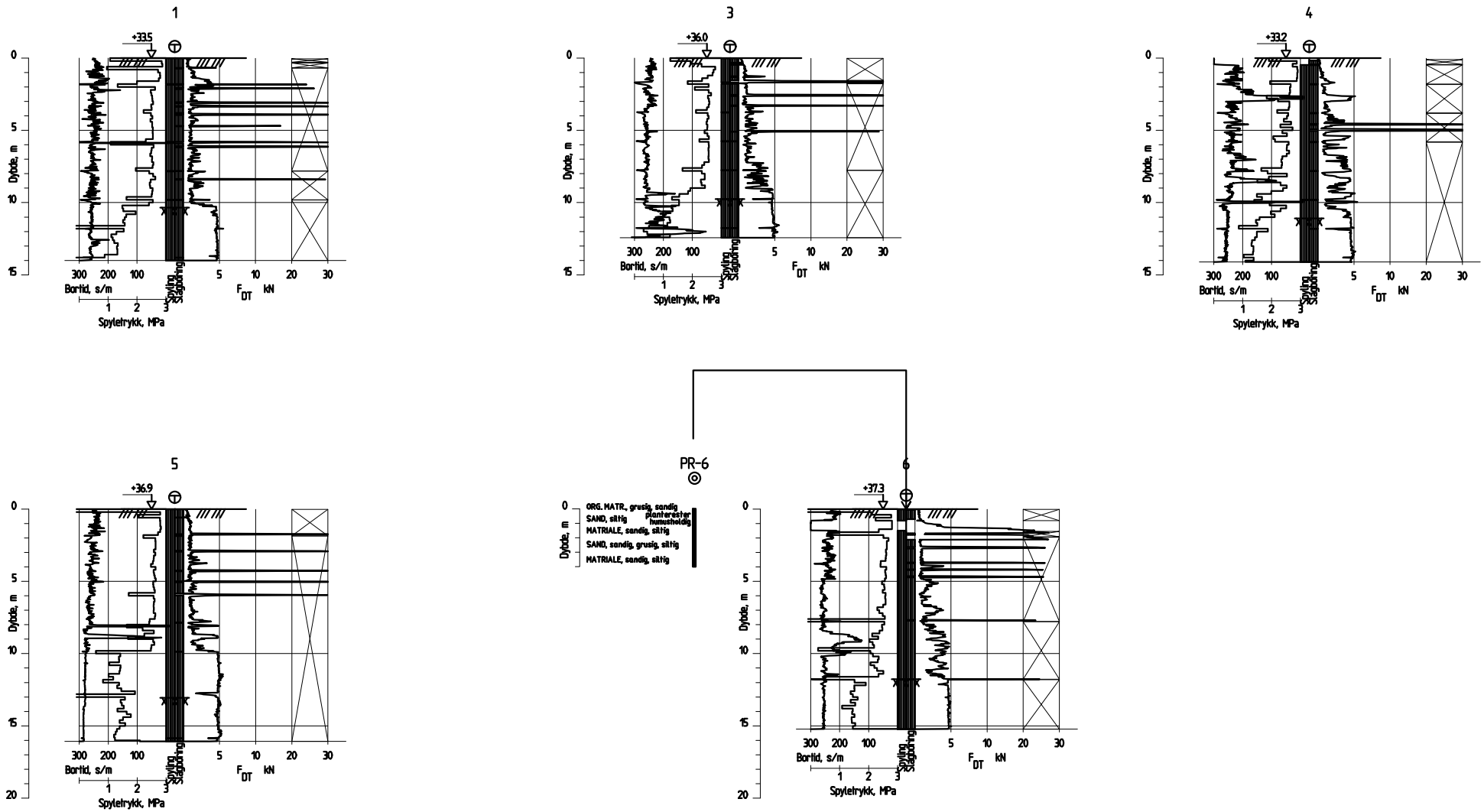
Fv. 61 GS Tunheim

Oversiktskart

Status	Fag	Format	Dato
	RIG	A4	2022-05-19
Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
JKM	GURT	GURT	1:50 000
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
10243712	RIG-TEG-000		00

Z:\010243\10243712-01\10243712-01-03 ARBEIDSOMRAADE\10243712-01 RIG\10243712-01-04 TEGNINGER\10243712-RIG-TEG-000-rev00_OVERSIKTSKART.dwg, - Layout: (000 (A4)); - Plottet av: jkm, Dato: 2022.05.19 kl 10:24

X1455400
X1455300
X1455200
X1455100
X1455000
Y103900
Y104000
Y104100
Y104200
Y104300
Y104400
Y104500
1 33.5 / 23.1 10.3 +3.7
2 36.0 / 26.3 9.7 +2.7
3 33.2 / 22.1 11.1 +3.0
4 36.9 / 23.9 13.0 +3.0
5 37.3 / ≈ 4.0
6 37.3 / 25.5 11.8 +3.5
7 36.1 / 22.3 13.8 +2.5
8 32.3 / 18.1 14.2 +3.0
9 32.3 / 20.5 11.8 +3.0
10 29.9 / 14.2 15.7 +2.9
R=∞
R=1500
R=600
R=270
R=250
R=200
R=300
R=400
R=500
R=550
R=650
R=700
R=750
R=800
R=900
R=1000
R=1100
R=1200
R=1300
R=1400
R=1600
R=1700
R=1800
R=1900
R=2000
R=2100
R=2200
R=2300
R=2400
R=2500
R=2600
R=2700
R=2800
R=2900
R=3000
R=3100
R=3200
R=3300
R=3400
R=3500
R=3600
R=3700
R=3800
R=3900
R=4000
R=4100
R=4200
R=4300
R=4400
R=4500
R=4600
R=4700
R=4800
R=4900
R=5000
R=5100
R=5200
R=5300
R=5400
R=5500



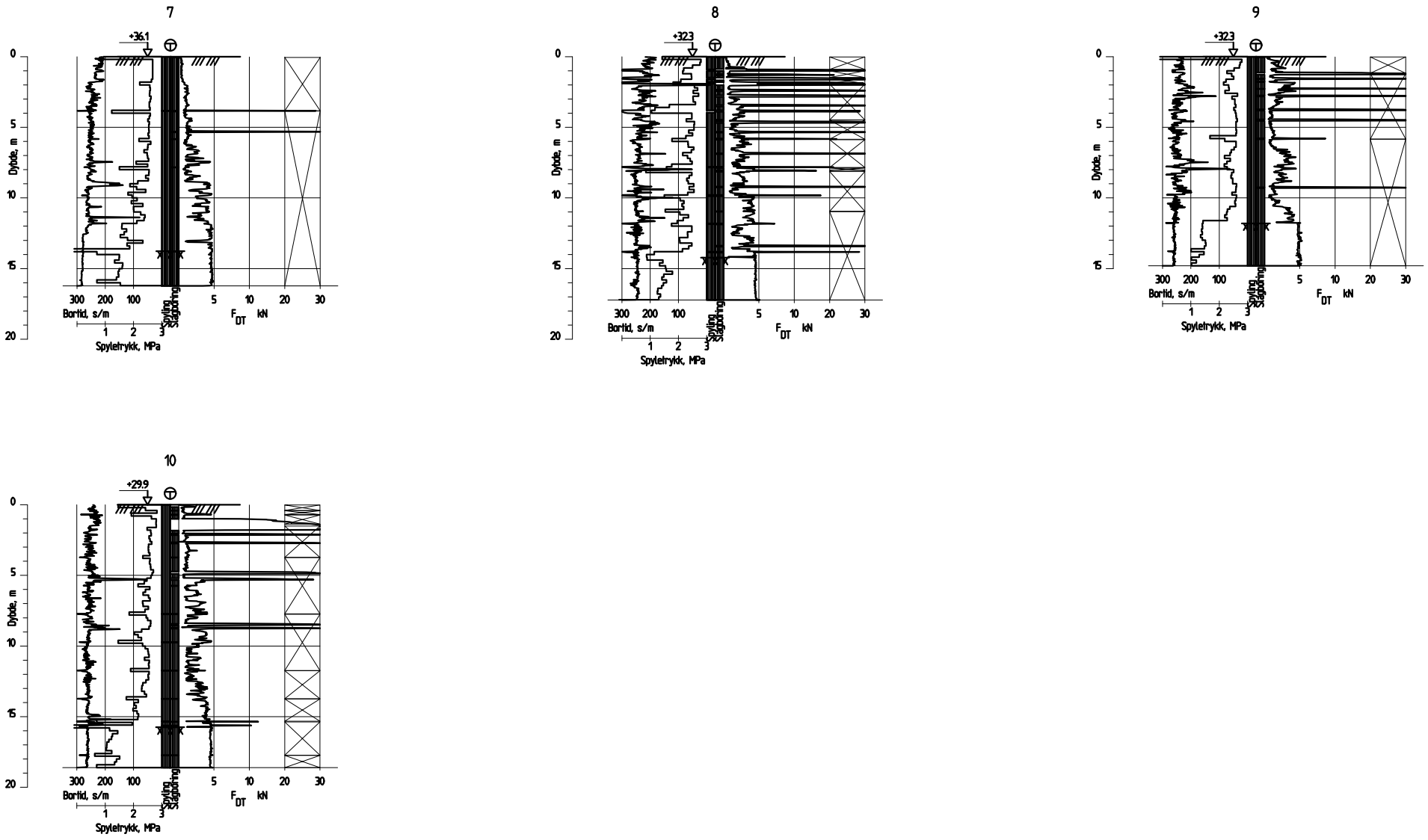
Multiconsult
www.multiconsult.no

Møre og Romsdal fylkeskommune

Fv. 61 GS Tunheim
Sonderingsresultat
BP. 1-6

Status	Fag	Format	Dato
	RIG	A4	2022-05-16
Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
GURT	JKM	GURT	1:400
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
10243712	RIG-TEG-010		00

Z:\010243\10243712-01\10243712-01-03 ARBEIDSOMRAADE\10243712-01 RIG\10243712-01-04 TEGNINGER\10243712-RIG-TEG-010.dwg, - Layout: (010); - Plottet av: jkm, Dato: 2022.05.19 kl 10:02



Multiconsult
www.multiconsult.no

Møre og Romsdal fylkeskommune

Fv. 61 GS Tunheim
Sonderingsresultat
BP. 7-10

Status	Fag	Format	Dato
	RIG	A4	2022-05-16
Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
GURT	JKM	GURT	1:400
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
10243712	RIG-TEG-011		00

Z:\010243\10243712-01\10243712-01-03 ARBEIDSOMRAADE\10243712-01 RIG\10243712-01-04 TEGNINGER\10243712-RIG-TEG-010.dwg, - Layout: (011); - Plottet av: jkm, Dato: 2022.05.19 kl 10:03

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser (10 20 30 40 50)	ρ (g/cm³)	ρs (g/cm³)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa) (10 20 30 40 50)	St (-)
	kt.+37,3								
	ORG. MATR., grusig, sandig			○ (40)			10,3		
	planterester								
	SAND, siltig		K	○ (20)			3,6		
	humusholdig								
1									
	MATERIALE, sandig, siltig		K	○ (20)			1,2		
2									
	SAND, sandig, grusig, siltig		K	○ (10)			0,6		
3									
	MATERIALE, sandig, siltig		K	○ (20)			1,0		
4									
5									

Symboler:

15 10 5 Enaksialforsøk (strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd)

○ Vanninnhold
Plastisitetsindeks, I_p

ISO 17892-6: 2017
▼ Omrørt konus
▽ Uomrørt konus

ρ = Densitet
ρ_s = Korndensitet
S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk
Ø = Ødometerforsøk
K = Korngradering

Grunnvannstand: m
Borbok:

PRØVESERIE

Borhull: 6

Møre og Romsdal fylkeskommune

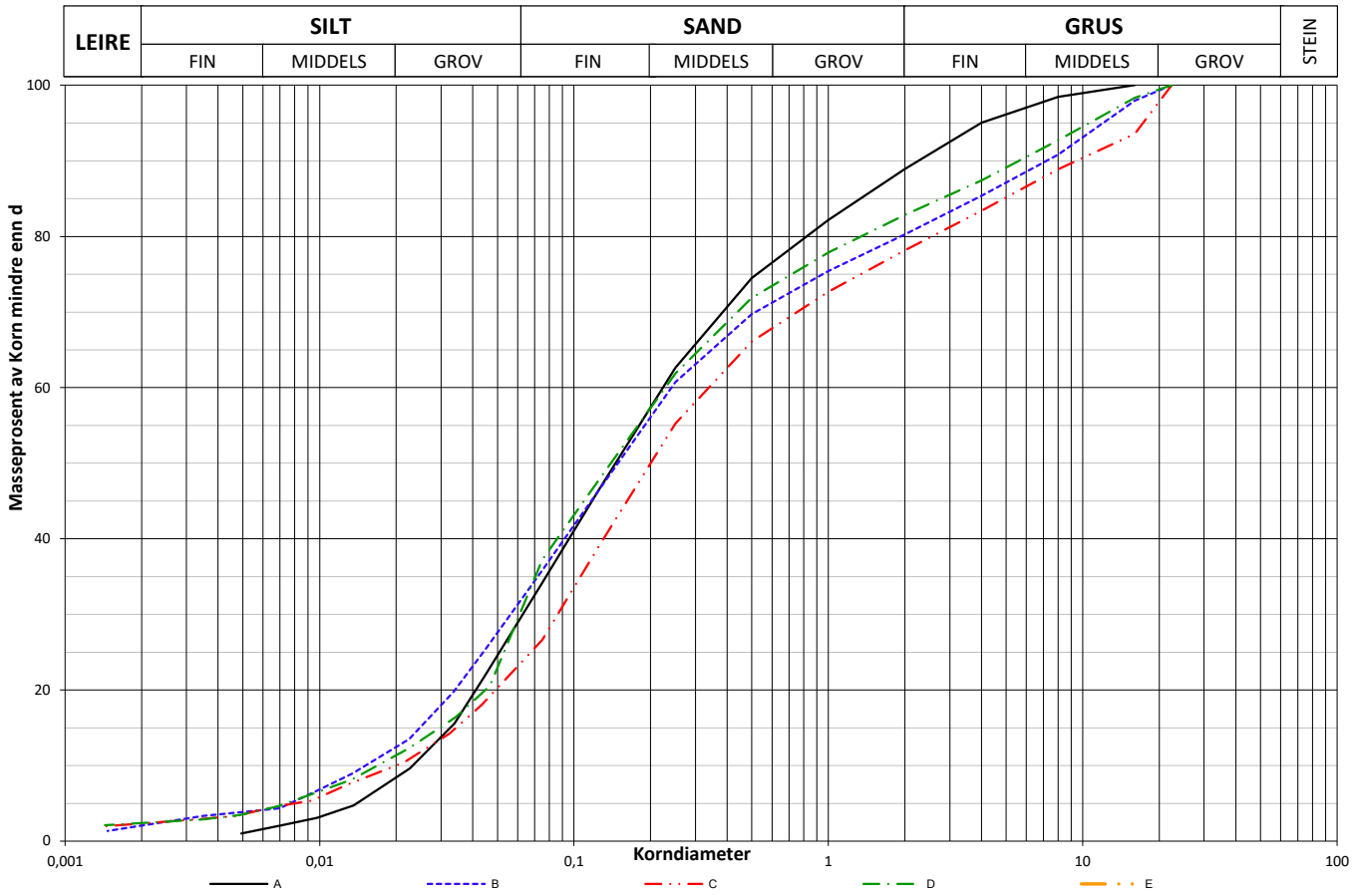
Fv. 61 GS Tunheim

Dato: 2022-05-02

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:
mk	vt	GURT
Oppdragsnummer: 10243712	Tegningsnr.: RIG-TEG-200	Rev. nr.: 00

Prøve	Borpunkt	Dybde (m)	Jordarts Betegnelse	Anmerkinger	Metode TS	Metode VS	Metode HYD
A	6	0,5-1,0	SAND, siltig			X	X
B	6	1,0-2,0	MATERIALE, sandig, siltig			X	X
C	6	2,0-3,0	MATERIALE, sandig, grusig, siltig			X	X
D	6	3,0-4,0	MATERIALE, sandig, siltig			X	X
E							



METODE:

TS = Tørrsikt **VS** = Våtsikt **HYD** = Hydrometer

Prøve	Tele gruppe	w (%)	C_u kN/m^2	C_{ur} kN/m^2	Plastisitet Wf	Plastisitet Wp	Gløde-tap %	< 0.02 mm %	Densitet g/cm$_3$	D_{10} mm	D_{30} mm	D_{50} mm	D_{60} mm
A		21,1								0,0234	0,0646	0,1524	0,2295
B		13,9								0,0155	0,0581	0,1562	0,2437
C		12,4								0,0202	0,0887	0,2097	0,3596
D		14,8								0,0175	0,0628	0,1448	0,2334
E													

	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
Møre og Romsdal fylkeskommune	**mk**	**vt**	**GURT**
	Borpunkt	Dato	Revisjon
Fv. 61 GS Tunheim	**6**	**29.04.2022**	**0**

		Oppdragsnummer	Tegningsnummer
Multiconsult	**Korngradering**	**10243712**	**RIG-TEG-300**

Multiconsult

BILAG 1

Feltundersøkelser

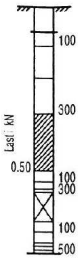
(2 sider)

Multiconsult

Avsluttet mot stein, blokk eller fast grunn

Avsluttet mot antatt berg

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».



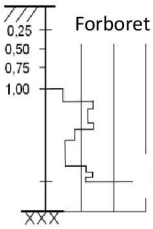
Forboret

Middels stor motstand

Meget liten motstand

Meget stor motstand

Avsluttet uten å nå fast grunn eller berg



Forboret

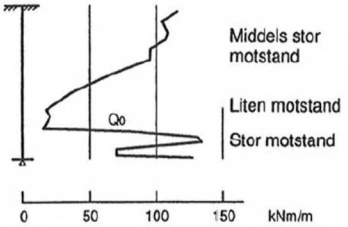
Slått med slegge

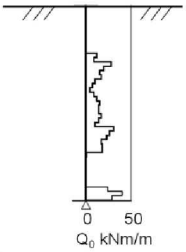
Halve omdreininger pr. m synk

DREIESONDERING

Utføres med skjøtbare ϕ22 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 ½-omdreininger pr. 0,2 m synk registreres.

Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybde-skala og tverrstrek for hver 100 ½-omdreininger. Skravur angir synk uten dreiing, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.

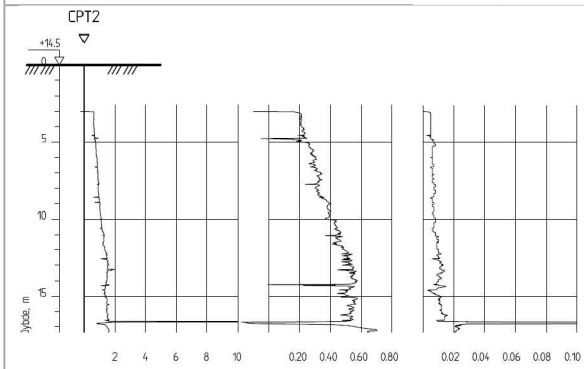




RAMSONDERING

Boringen utføres med skjøtbare ϕ32 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 Q_o pr. m nedramming.

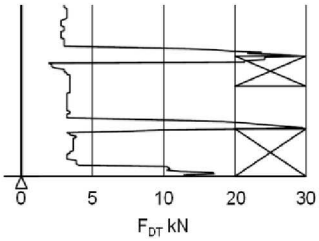
Q_o = loddets tyngde * fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)



TRYKKSONDERING (CPT - CPTU)

Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjons-hastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand q_c og sidefriksjon f_s kan bestemmes (CPT). I tillegg kan poretrykket u måles like bak den koniske spissen (CPTU). Målingene utføres kontinuerlig for hver 0,02 m, og metoden gir derfor detaljert informasjon om grunnforholdene.

Resultatene kan benyttes til å bestemme lagdeling, jordart, lagringsbetingelser og mekaniske egenskaper (skjærfasthet, deformasjons- og konsolideringsparametre).



DREIETRYKKSONDERING

Utføres med glatte skjøtbare ϕ36 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 F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

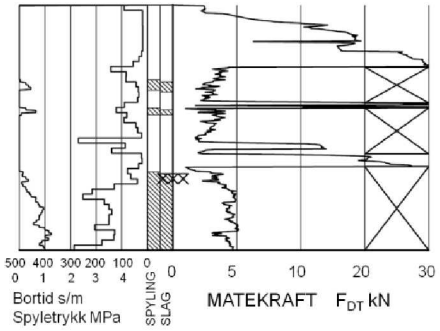
Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.

Stein

Borsynk i berg cm/min.

BERGKONTROLLBORING

Utføres med skjøtbare ϕ45 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.



TOTALSONDERING

Kombinerer metodene dreietrykksondering og berg-kontrollboring. Det benyttes ϕ45 mm borstenger og ϕ57 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.

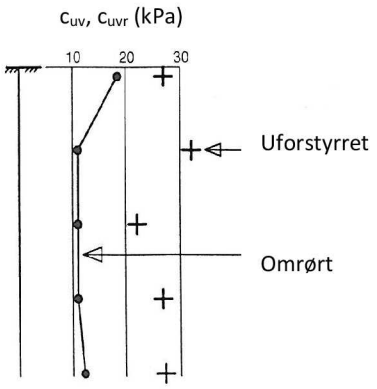
Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):

Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stigehøyde (auger). Med borrigg 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/blokkprøvetaing (Uforstyrrede prøver):

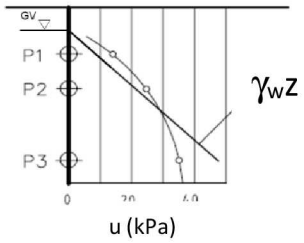
Vanligvis benyttes stempel-prøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde skjæres det ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der den blir forseglet for transport til laboratoriet. Prøvediameteren kan variere mellom ϕ54 mm (vanligst) og ϕ95 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 vingekors med dimensjoner b x h = 55x110 mm eller 65x130 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 overlagringstrykk i måledybden, samt for jordartens plastisitet.



PORETRYKKSMÅLING

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 stigehøyde 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.

Multiconsult

BILAG 2

Geotekniske bilag - laboratorieforsøk

(4 sider)

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 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.

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, TYNGDETETTHET, PORETALL OG PORØSITET

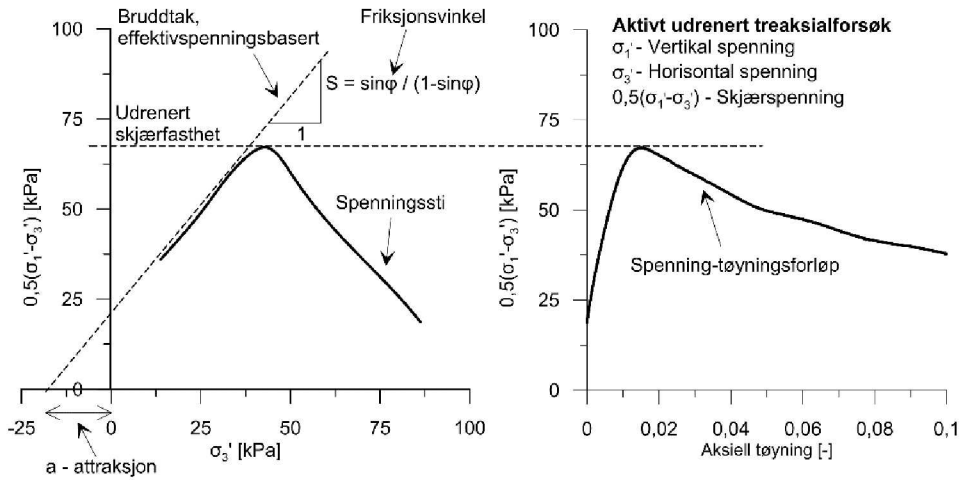
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm^3	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm^3	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm^3	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m^3	Tyngde av prøve per volumenhet ($\gamma=\rho g= \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, 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 $\tan \varphi$ (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 tøyningsutvikling 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_{ucptu}) eller vingebor (uforstyrret c_{uv}, omrørt c_{uvr}).

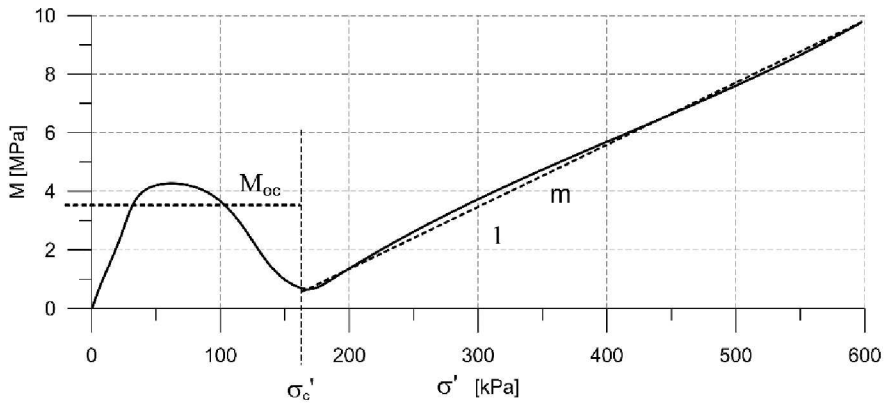


SENSITIVITET

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 (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 overlagring 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 stigehøyde for materialet. Telefarligheten klassifiseres i gruppene T1 (Ikke telefarlig), T2 (Litt telefarlig), T3 (Middels telefarlig) og T4 (Meget telefarlig) etter SVV Håndbok N200.

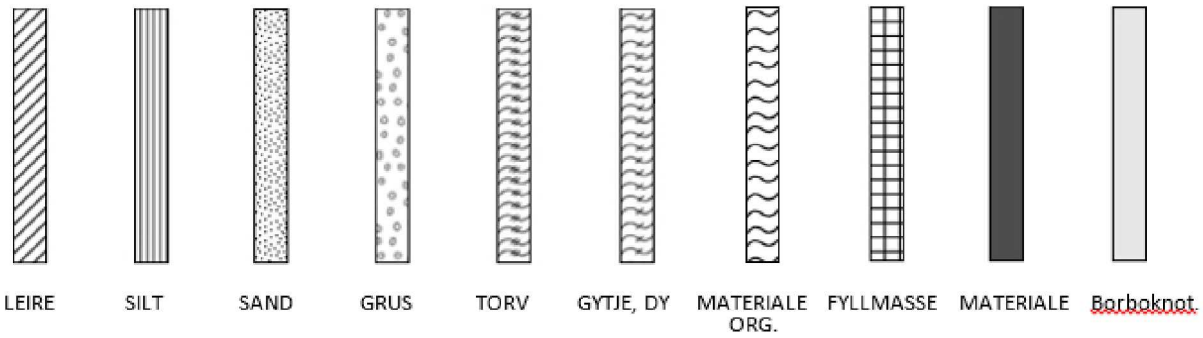
KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

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 betegnelsene 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) / Treaksialforsøk (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_{ufc}	▽	Omrørt konus c_{urfc}	▼
Enaksialt trykkforsøk *Strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd*	0 / 15 / 5 / 10	Omrørt konus c_{urfc} ≤2,0kPa	▼ 0,9

Multiconsult

BILAG 3

Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

(2 sider)

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
NS8001	Støtflytegrense
NS8002	Konusflytegrense
NS8003	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004	Svinngrense
NS8005, NS-EN ISO 17892-4	Kornfordelingsanalyse
NS8010, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Jord – bestanddeler og struktur. Klassifisering og indentifisering.
NS8011, NS-EN ISO 17892-2	Densitet
NS8012, NS-EN ISO 17892-3	Korndensitet
NS8013, NS-EN ISO 17892-1	Vanninnhold
NS8014	Poretall, porøsitet og metningsgrad
ISO 17892-6:2017	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS-EN ISO 17892-5:2017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO/TS 17892-8 og -9	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser