

NOTAT

OPPDRAAG	Brensholmen, utdyping	DOKUMENTKODE	10252952-RIG-NOT-003
EMNE	Geoteknisk prosjektering og prosjekteringsforutsetninger	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Tromsø kommune	OPPDRAAGSLEDER	Tone Skogholt
KONTAKTPERSON	Christine Dahl	SAKSBEHANDLER	Tone Skogholt
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10235011 Geoteknikk Nord

SAMMENDRAG

Tromsø kommune skal utdype utenfor kaianlegget til Ivan Lorentzen Fiskeforretning AS på Brensholmen. Det skal utdypes ned til kote minus 9 iht Sjøkartnull sitt høydesystem.

Løsmasser fra mudringen skal deponeres innenfor et strandkantdeponi som etableres av Lorentzen Eie AS.

Det blir også aktuelt med sprengning og mudring av berg. Undervannssprengningen blir tett inntil eksisterende kainalegg og foten av omfatningsmolo for strandantdeponiet. Ved fyllingsfronten til strandkantdeponiet planlegger Lorentzen eie et fremtidig kaianlegg.

Lorenzen skal ta imot alle mudringsmasser, både rene og forurensede sjøbunnsediment. Mudrede løsmasser skal deponeres i strandkantdeponiet. Dersom det blir fult i strandkantdeponiet skal mudringsmasser legges på midlertidig lagringsplass som er like bak strandkantdeponiet. Mudret sprengstein kan legges på toppen av deponiet eller benyttes i andre prosjekt.

Der det planlegges utdypning ligger sjøbunnen på mellom kote minus 3 og minus 9. Løsmassene i området som skal utdypes består i hovedsak av 1 til 3 lag. Det øvre laget er skjellsand/korallsilt. Underliggende lag er leire. Disse massene har lav sonderingsmotstand. Over berg er det et lag med stor sonderingsmotstand, antatt fast morene. Utdyping vil i hovedsak være i skjellsand og korallsilt samt leire. Disse massene ventes å være lett mudderbare. Dersom det påtreffes morenemasser i utdypingsområdet så ventes disse å være tungt mudderbare.

Strandantdeponiet skal være ferdig etablert før mudringen starter. Dersom noe av steinmassene har kommet for nært bergskjæringen må de bli mudret bort.

Bergskjæringene kan bli over 5 meter høye. Bergskjæringene utføres med kontursprengning for å få en jevn skjæringsflate. Det må utføres vibrasjonsmålinger når sprengningsarbeidet pågår.

Det er ikke påtruffet sprøbruddmateriale på området og områdestabiliteten ansees derfor som tilfredsstillende.

00	2026-07-02	Prosjektering av utdypingen	RIG: Tone Skogholt RIGberg: Johan Åsnes RIGmiljø: Juho Junttila	RIG: Rene Rundhaug RIGberg: Peder E. Helgason	Tone Skogholt
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHold

1	Innledning	3
2	Grunnforhold	3
3	Prosjekteringsforutsetninger	6
4	Geoteknisk prosjektering	9
4.1	Utdypningsområde	9
4.2	Sprengningsarbeider	10
4.3	Mengdeberegning	10
4.4	Arbeidsprosedyre	11
5	SHA	13
6	Kontrollplan	14

TEGNINGER

10252952-RIG-TEG-	903	Situasjonsplan
	907	Bergskjæring, plan og snitt
	908	Prinsippsnitt I - utførelse ved fremtidig kaifront
	909	Prinsippsnitt II - utførelse ved fremtidig kaifront
	910	Prinsippsnitt III - utførelse utenfor eksisterende kai
	100	Sonderingsutskrift Borpunkt 1 til 11, oppdrag 712831
	101	Sonderingsutskrift Borpunkt 12- 20, oppdrag 712831

712831-RIG-TEG-	001	Borplan
	010	Geoteknisk data, BH 2
	011	Geoteknisk data, BH 9
	012	Geoteknisk data, BH 15
	013	Geoteknisk data, BH 17
	060	Korngradering BH 2 og 9
	061	Korngradering BH 15
	062	Korngradering BH 17

VEDLEGG

Tidevannsnivåer Brensholmen

Geoteknisk bilag, Felt og laboratorieundersøkelser

1 Innledning

Tromsø kommune skal utdype utenfor kaianlegget til Ivan Lorentzen Fiskeforretning AS på Brensholmen, eiendom 170/15 og 170/16. Det skal utdypes ned til kote minus 9 iht Sjøkartnull sitt høydesystem.

Multiconsult Norge AS er engasjert av Tromsø kommune som rådgivende ingeniør for prosjektet. Foreliggende notat omhandler prosjektering av utdypingen.

Multiconsult har tidligere utført prosjekteringsnotat som omhandler stabilitet av utfylling og mudringen, opparbeiding av strandkantdeponiet samt utførelse av utdypingen. Det vises til notat 10252952-RIG-NOT-002. Tromsø kommune skal kun utføre utdypingsarbeider og foreliggende notat omhandler kun prosjektering av utdypingen.

Løsmasser fra mudringen skal deponeres innenfor et strandkantdeponi som skal etableres av Lorentzen Eie AS. Dersom det blir fullt i strandkantdeponiet skal mudringsmasser legges på midlertidig lagringsplass som er plassert like bak strandkantdeponiet.

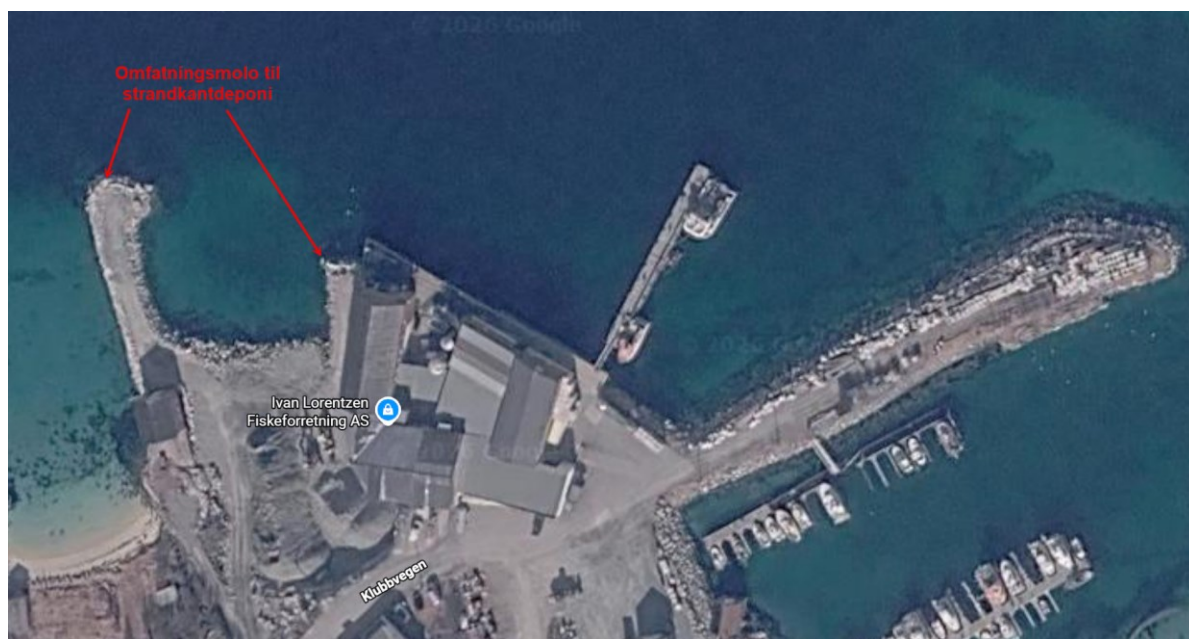
Det blir også aktuelt med sprengning og mudring av berg. Undervannssprengningen blir tett inntil eksisterende kaianlegg samt planlagt fremtidig kaianlegg/foten av strandantdeponiet.

Multiconsult har tidligere utført grunnundersøkelser på området. Det vises til rapport 712831-RIG-RAP-001_rev01 datert 09. oktober 2017. Det har i tillegg blitt utført grunnundersøkelser i området av Rambøll. Boringene som ligger nærmest utdypingen er vist på situasjonsplan 10252952-RIG-TEG-903.

Alle kotehøyder i notatet og på tegninger refererer til referansenivå sjøkartnull. Differanse mellom NN2000 og LAT er 150 cm.

2 Grunnforhold

Figur 1 viser ortofoto over området og figur 2 viser et kartutsnitt over området med tiltaksområdet markert.



Figur 2-1: Ortofoto av tiltaksområdet [Kilde: googlemaps bilde fra 2025]



Figur 2-2: Oversiktskart over området med området for strandkantdeponi markert med blå strek og området for utdypning markert med rød strek [Kilde: norgeskart.no]

I området som skal mudres ligger sjøbunnen mellom kote minus 3 og minus 9. På det bratteste har sjøbunnen en helning på ned mot 1:3 mellom kote minus 3 og minus 8 like utenfor strandkantdeponiet. I resten av området er sjøbunnshelningen slakere.

I området som skal utdypes er det boret mellom 0,1 og 10,9 m i løsmasser, og antatt berg er påtruffet mellom kote minus 3,9 og minus 15,9.

Løsmassene består av et lag på 2-3 m med sandig, siltig, grusig, leirig materiale med lav til middels sonderingsmotstand. Materialet inneholder korall- og skjellrester. Utover i sjøen er det påtruffet leire under laget med skjellsand/korallsilt, med mektighet på 4 til 7 m. Det er stedvis påtruffet et lag med høy sonderingsmotstand, antatt morene, og dette er i hovedsak påtruffet utover i sjøen fra ca. 12 m dybde og dypere.

Utklipp fra representative prøveserier er vist i Figur 2-3 og Figur 2-4. Alle labtegninger er også vedlagt rapporten. Bilder fra prøvene som er korallsilt (sandig, grusig, siltig, leirig materiale med skjell og koraller) er vist i Figur 2-5.

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udreneret skjærfasthet (kPa)					S_t (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
5	grusig, siltig, sandig, leirig, MATERIAL mye skjell- og korallrester		K						1.65								
	LEIRE, siltig, sandig, grusig mye skjell- og korallrester								1.50								
	mye skjell- og korallrester		K						1.55								
	mye skjell- og korallrester								1.70								
	LEIRE, siltig, sandig mye skjell- og korallrester		K						1.57								

Figur 2-3: Utklipp av prøveserie fra BP. 15 fra rapport 712831-RIG-RAP-001_rev01.

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Poreitet (%)		Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50					10	20	30	40	50	
				kt -2.3														
5	MATERIALE, sandig, grusig, siltig, leirig korall- og skjellrester		K						64	1,60	60							
	MATERIALE, siltig sandig, grusig, leirig korall- og skjellrester							50										
	MATERIALE, siltig, sandig, grusig, leirig korall- og skjellrester							58										

Figur 2-4: Utklipp av prøveserie fra BP. 17 fra rapport 712831-RIG-RAP-001_rev01.



Figur 2-5: Foto av sylinderprøve fra BP. 17, dybde 1,2-2,0 m. Massene er siltig, sandig, grusig, leirig materiale med skjell og koraller.

3 Prosjekteringsforutsetninger

Normativt grunnlag for geoteknisk vurdering

Gjeldende regelverk legges til grunn for prosjektering, og for geoteknisk prosjektering gjelder da:

- Teknisk forskrift, TEK 17 § 7 og § 10
- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurokode 0) /1/ (Generelle regler)
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 (Eurokode 7) /2/ (Geoteknikk)
 - NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021 (Eurokode 8) /4/ (Jordskjelv, allment)
 - NS-EN 1998-5:2004+NA:2014 (Eurokode 8) /5/ (Jordskjelv, fundamenter)
 - NVE veileder «Sikkerhet mot kvikkleireskred» /6/ (Områdestabilitet)
 - NS 8141-1:2022 «Vibrasjoner og støt – veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk – Del 1» (Vibrasjonsgrenser, sprengning)
 - NS 8141-4:2021 «Vibrasjoner og støt – veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk – Del 4» (Bygningsbesiktigelse)

Eventuelle erfaringsparametere vil bli hentet fra Statens Vegvesen (SVV), Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging.

Geotekniske problemstillinger

Følgende geotekniske problemstillinger gjelder for prosjektet:

- Stabilitet
- Mudringsmassers gravbarhet
- Sprenging

TEK 17 § 7, Sikkerhet mot naturpåkjenninger

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

Mudringen skal foregå under vann, og flom eller stormflo er ikke relevant for prosjektet.

Det er ikke påtruffet sprøbruddmateriale i mudringsområdet. Områdestabiliteten er tilfredsstillende.

Iht. skrednett.no er det ikke risiko for skred fra bratt terreng.

TEK17 § 7 er dermed ivaretatt.

TEK 17 § 10, Konstruksjonssikkerhet

I henhold til TEK 17 § 10.1 vil forskriftens minstekrav til personlig og materiell sikkerhet være oppfylt dersom det benyttes metoder og utførelse etter Norsk Standard (Eurokoder).

TEK 17 § 10.2 angir følgende:

Grunnleggende krav til byggverkets mekaniske motstandsevne og stabilitet, herunder grunnforhold og sikringstiltak under utførelse og i endelig tilstand, kan oppfylles ved prosjektering av konstruksjoner etter Norsk Standard NS-EN 1990 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner og underliggende standarder i serien NS-EN 1991 til NS-EN 1999, med tilhørende nasjonale tillegg.

I veiledningen til TEK 17 står det:

Forskriftens krav er oppfylt dersom det benyttes metoder og utførelse etter Norsk Standard. Korrekt bruk av prosjekteringsstandardene gir samlet det nivået som tilsvarer det sikkerhetsnivået som er akseptert av myndighetene.

Ved å benytte standarder (Eurokoder) som angitt i pkt. A.2, vil TEK 17 § 10 dermed være ivaretatt.

Geoteknisk kategori

Eurokode 7 stiller krav til prosjektering ut ifra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 «Krav til prosjektering».

Prosjektet vurderes til å tilfredsstille kravene for geoteknisk kategori 2, som omfatter konvensjonelle typer konstruksjoner og fundamenter uten unormal risiko eller vanskelige grunn- eller belastningsforhold.

Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/CR)

Tabell NA.A1(901) i nasjonalt tillegg i Eurokode 0 gir veiledende eksempler på plassering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler i pålitelighetsklasser. Iht. tabell NA.A1 (901) plasseres tiltaket i konsekvensklasse CC2 og pålitelighetsklasse RC2 som er veiledende pålitelighetsklasse for «*fiskerihavner og -anlegg*».

Tabell 1: Klassifisering av tiltak i pålitelighetsklasser (Eurokode 0)

Veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler	Pålitelighetsklasse (CC/RC)			
	1	2	3	4
Atomreaktorer, lager for radioaktivt avfall				x
Dammer			x	(x)
Marine konstruksjoner for petroleumsindustrien			x	(x)
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller ¹⁾		(x)	x	(x)
Veg- og jernbanebruer			x	
Byggverk med store ansamlinger av mennesker (tribuner, kinosaler, sportshaller, kjøpesentere, forsamlingslokaler, osv.)		(x)	x	
Kai- og havneanlegg		x	(x)	
Tårn, master, skorsteiner, siloer		x	(x)	
Industrianlegg		x	(x)	
Kontor- og forretningsbygg, skoler, institusjonsbygg, boligbygg osv.		x	(x)	
Fiskerihavner og -anlegg	(x)	x		
Landbruksbygg	x	(x)		
Feste av kledninger, taktekking og lignende komponenter	x	(x)		
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg ved enkle og oversiktlige grunnforhold ¹⁾	x	(x)		
Småhus, rekkehus, mindre lagerhus osv.	x			
Kaier og forleyningsanlegg for sport og fritid	x			

¹⁾ Ved vurdering av pålitelighetsklasse for grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg skal det også tas hensyn til omkringliggende områder og byggverk.

Tiltaksklasse iht. PBL

Iht. tabell 2 «Kriterier for tiltaksklasseplassering for prosjektering» i Veiledning om byggesak /9/, utarbeidet av Direktoratet for byggkvalitet, vurderes utbyggingen og plasseres i Tiltaksklasse 2 for geotekniske arbeider. Klasse 2 velges på grunnlag av at det er godt dokumenterte grunnforhold samt at pålitelighetsklassen er 2 og valg av tiltaksklasse følger tradisjonelt denne.

Kvalitetssystem

Eurokode 0 krever at det ved prosjektering av konstruksjoner i pålitelighetsklasse 2, 3 og 4 skal være et kvalitetssystem tilgjengelig, og at dette systemet skal tilfredsstille NS-EN ISO 9000-serien

for konstruksjoner i pålitelighetsklasse 4. Multiconsults systemer tilfredsstiller også sistnevnte krav, og kravet for kvalitetssystem er således ivarettatt også for pålitelighetsklasse 2.

Prosjekterings- og utførelseskontroll

Eurokode 0 gir videre føringer for krav til omfang av prosjekteringskontroll og utførelseskontroll avhengig av pålitelighetsklasse.

I samsvar med tabell NA.A1(902) og NA.A1(903) i Eurokode 0 blir prosjekteringskontroll og utførelseskontroll av geotekniske arbeid satt til kontrollklasse PKK2 og UKK2, da det anbefales at disse følger konsekvens- og pålitelighetsklasse.

For prosjektering innebærer kontrollklasse «PKK2» at det blir utført grunnleggende kontroll (egenkontroll) og intern systematisk kontroll (kollegakontroll), samt uavhengig kontroll.

For utførelse innebærer kontrollklasse «UKK2» at det skal utføres grunnleggende kontroll (egenkontroll) og intern systematisk kontroll (kollegakontroll), samt uavhengig kontroll.

Seismisk klasse og grunntype

Seismikk og jordskjelvdimensjonering er ikke relevant i prosjektet, da det ikke påvirker sprengings- og mudringsarbeid.

4 Geoteknisk prosjektering

Tromsø kommune skal utdype utenfor kaianlegget til Ivan Lorentzen Fiskeforretning AS på Brensholmen. Det skal utdypes ned til kote minus 9.

Løsmasser fra mudringen skal deponeres innenfor et strandkantdeponi som etableres av Lorentzen Eie AS. Strandkantdeponiet er etablert før oppstart mudring.

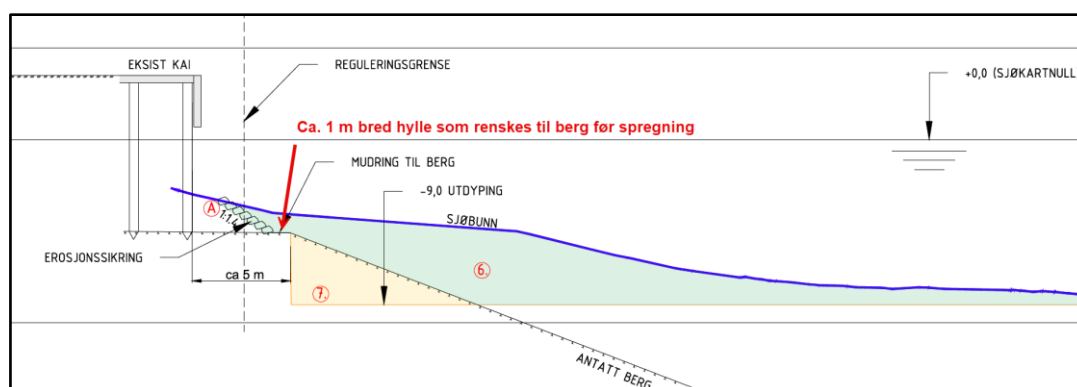
Det blir også aktuelt med sprengning og mudring av berg. Undervannssprengningen blir tett inntil eksisterende kaianlegg samt planlagt fremtidig kaianlegg/foten av strandantdeponiet.

4.1 Utdypningsområde

Mudringsområdet er vist på tegning -903.

Det forventes løsmassetykkelse på 0,1 til 0,6 m rett foran eksisterende kai. Utover i sjøen viser sonderinger opp til 7,6 m løsmassetykkelse og det antas at mudringsdybde blir mellom ca. 0 og 5 m ned til berg eller ønsket seilingsdybde. Det forventes lett mudderbare masser bestående av grusig, siltig, sandig, leirig materiale med skjell og koraller (skjellsand/korallsilt) og leire. Disse massene kan antakelig mudres med de fleste typer utstyr med sjøredskap. Det kan påtreffes faste morenemasser, og disse vil være tungt mudderbare.

Inn mot eksisterende kai legges det opp til at mudring av løsmasser får helning så bratt som mulig, helning 1:1,4. Det er en avstand på ca. 5 m fra eksisterende kaipeler til bergskjæringen. Dette innebærer at det må renskes til berg ca. 1 m bak bergskjæringen. Det vises til Figur 4-1.



Figur 4-1: Utklipp av tegning -906 som viser hylle som må renskes før sprengning.

Dersom mudringsskråningene er silt/sand vil disse slakes ned til helning på 1:3 eller slakere. Kommunen legger ikke opp til remudring. Kommunen må gi beskjed til Lorentzen når det er klart til å erosjonssikre skråningene.

Mudringsmassene er forurenset. Det er tatt overflateprøver som viser dette. Da det ikke foreligger dypere prøver må alt av mudring av løsmasser behandles som forurenset. Massene mudres og legges innenfor omfatningsmoloen som etableres som et tett strandkantdeponi. Mudringsmassene kan ikke avvannes direkte i sjø. Så langt som mulig skal de avvannes gjennom egnet filterbarriere i strandkantdeponiet (innenfor omfatningsmoloen).

Undersprengte masser (sprengstein) som mudres behandles som rene masser, og disse massene kan legges oppå deponiet eller brukes til andre formål.

Det er stor sannsynlighet for at masser fra 0,5 meters dybde er rene. Men det må tas miljøtekniske prøver for å bekrefte dette.

4.2 Sprengningsarbeider

Det skal gjennomføres utdyping av sjøbunn ned til kote minus 9 i framkant av planlagt omfatningsmolo og eksisterende kai. Antatt bergnivå ligger mellom kote minus 3,9 og minus 15,9 i området for utdyping. En del av utdypingen vil være i berg, og det må derfor utføres sprengningsarbeider under vann.

Det er ikke utført geologisk kartlegging av området, og informasjon om de geologiske forholdene er hentet fra geologiske kart på www.ngu.no.

Bergarten i området forventes å være en tonalittisk gneis med amfibolitt- og gabbrolinser og lag av agglomerat og kvartsitt. I tillegg er bergarten gjennomsett av granitter. Erfaringsmessig er bergarten i området sterk og lite oppsprukket, men kan være noe overflateforvitret. Dette kan imidlertid variere lokalt.

Langs planlagt omfatningsmolo og foran eksisterende kaikonstruksjon vil det etableres en undersjøisk bergskjæring. Avstand mellom front av omfatningsmoloen og topp av bergskjæring skal være minimum 1,0 m. Der det skal sprenges foran eksisterende kai skal det opprettholdes en sikkerhetsavstand på 5 m fra topp av bergskjæring og inn til ytterste pelerad for kai.

Det er svært viktig at det sprenges på en slik måte at skjæringen blir jevn og stabil, og at utfall utenfor kontur unngås. Det anbefales derfor at sprenging mot planlagt skjæring utføres som kontursprengning, og at ladningsmengde tilpasses for å oppnå en jevnest mulig skjæringsflate. Gjenstående skjæring skal tilfredsstille krav for toleranseklasse 2, som tillater enkelte bergknøler å stikke maksimalt 0,5 m innenfor prosjektert endelig flate.

Sprengning skal gjennomføres ca. 10 m fra nærmeste bygg og 5 m fra eksisterende kai. Veiledende grenseverdier for vibrasjoner som følge av sprengning er beregnet iht. NS8141-1:2022. Det er forutsatt at bygningen kan regnes som industribygg, at hovedmaterialet er tre og at den er fundamentert på berg. Det forutsettes også at bygningen er av normal tilstand. For kaia er det forutsatt at den er en tung konstruksjon, at hovedmaterialet er armert betong og at den er fundamentert på berg.

Veiledende grenseverdi for vibrasjoner fra sprenging for industribygg (gnr. 170/bnr. 15) er beregnet til 72 mm/s.

Veiledende grenseverdi for vibrasjoner fra sprengning for kaia (gnr. 170/bnr. 15) er beregnet til 124,1 mm/s.

Det er ikke opplyst at det er andre installasjoner eller annen infrastruktur som må tas hensyn til ved sprengning.

NS8141-1:2022 stiller krav til at det utføres vibrasjonsmålinger. Vibrasjonsmålinger skal utføres i hele perioden hvor sprengningsarbeider pågår. Det er entreprenørens ansvar at vibrasjonsmålinger gjennomføres, og at bore- og sprengingsopplegg tilpasses og justeres i forhold til de målte vibrasjonene.

Det anbefales at vibrasjonsmålinger utføres på 2 målepunkter. Sensorer skal monteres så nært sprengningssted som mulig, men eksakt plassering må vurderes med bakgrunn i hvordan tilkomsten til byggverkenes fundament er, samt planlagt bruk av eksisterende bygg etter sprengingsperioden. Vibrasjonsmålinger skal utføres iht. NS8141-1:2022.

Iht. NS 8141 skal bygningsbesiktigelse gjennomføres før sprenging starter på bygg som ligger opp til 50 m fra sprengningsstedet. Bygningsbesiktigelse skal utføres etter NS 8141-4:2021 og vil omfatte eksisterende kai og industribygg med (gnr. 170/bnr. 15).

4.3 Mengdeberegning

Det er utført mengdeberegning for å estimere mengder på uttak av masser ved utdypingen.

Geoteknisk prosjektering og prosjekteringsforutsetninger

Det er laget en bergoverflate ut ifra utførte sonderinger. Bergkoten er interpolert mellom sonderingspunktene. Bergoverflaten vil variere mellom utførte borpunkter og benyttet bergoverflate i mengdeberegningene er dermed usikker.

Det er benyttet tilgjengelig kartgrunnlag med høydekoter for sjøbunn. Sjøbunnen er ikke kartlagt nylig og kan også variere fra benyttet grunnlag.

Mengdeberegningene gir et estimat på omfang av utdypingen.

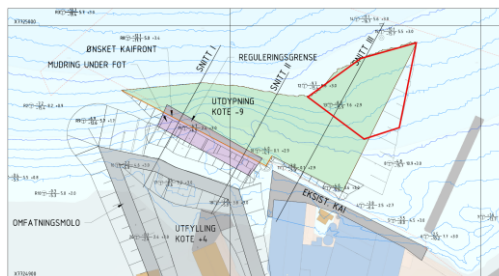
Estimat for mengder:

- Areal for mudringsområdet inkludert skråninger: 3800 m²
 - Uttak løsmasser mudring: 5736 m³
 - Deponering mudringsmasser (Utvidelseskoeffisient 1,2): 6883 m³
 - Berguttak: 1600 m³ . Areal 780m².
- Berg ved utlegging (Utvidelseskoeffisient 1,4): 2250 m³

4.4 Arbeidsprosedyre

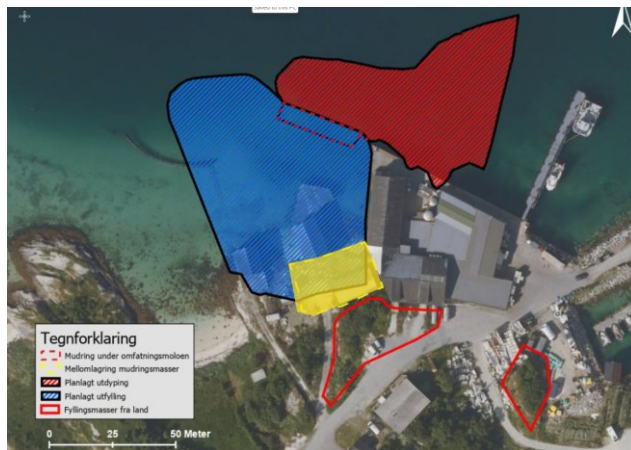
Det skal utdypes ned til kote -9 i området vist på tegning -903. Følgende arbeidsprosedyre gjelder for de geotekniske arbeidene med utdypingen.

- Mudring av det øvre 0,5 meter tykke laget med løsmasser i utdypningsområdet utføres med miljøgrab. Mudringsmassene legges nederst i strandkantdeponiet. Mudringsmassene blir avvannet i strandkantdeponiet.
 1. Mudring av resterende løsmasser ned til berg eller kote minus 9 innenfor utdypningsområdet til det er fult i strandkantdeponiet. Mudring av området i ytre del utføres til slutt, se rødt område i skissen nedenfor. Mudringsmassene blir avvannet i strandkantdeponiet.



2. Lukking/avslutning av strandkantdeponiet. Utføres med å legge ut en fiberduk klasse 3 og minimum 30 cm avrettingslag av 0-32mm. Dette utføres av Lorentzen Eie AS.
3. Rensk av berg i området hvor det skal undersprenges. Det renskes minimum 1 meter innenfor bergskjæringen. Alle disse massene blir avvannet i strandkantdeponiet eller imidlertidig mellomlagringsplass.
4. Kontursprengning av bergskjæring til kote minus 9. Sprengsteinsmasser legges på toppen av strandkantdeponiet, men 5 meter bak fyllingsfronten. Lorentzen Eie AS skal motta alle sprengsteinsmasser.

Dersom det blir fult i strandkantdeponiet har Lorentzen Eie AS også tillatelse til å lagre mudringsmassene i midlertidig mellomlagringsplass på land, gult område i Figur 4-2.



Figur 4-2: Gult område viser midlertidig mellomlagringsplass på land for mudringsmasser

5 SHA

Tabellen under viser input til SHA-plan:

Tabell 2: Input til SHA-plan

Tema	Risiko, fare eller forhold som krever tiltak	Tiltak for å redusere risiko	Ansvarlig
Ledninger i lufta eller i grunnen	Skade på ledninger i nærområdet	Påvises før arbeider. Entreprenør må være oppmerksom på eventuelle luftledninger før arbeider starter.	ENT
Passerende trafikk/anleggstrafikk	Personskade ved påkjørsel	Adskilte soner for persontrafikk og privatbiler. Merking/skilting og synlighet	ENT
Anleggsmaskiner	Klemfare, fallende gjenstander, påkjørsel	Sikkerhetsavstander ved bruk, merking, verneutstyr og synlig arbeidstøy	ENT
Forurensede masser	Spredning av forurensning	Utførelse av miljøundersøkelse samt utarbeide en eventuell tiltaksplan for arbeider på sjø. Mellomlagring og deponering av masser.	ENT
Arbeid på sjø	Drukning ved fall i vann	Sikkerhetsutstyr om bord/redningsvest	ENT
Sprengningsarbeider	Salvesprut	Dekke til med matter på små vanddyp.	ENT
Sprengningsarbeider	Skadelige vibrasjoner på bebyggelse	Vibrasjonsmålinger i hele sprengningsperioden. Sprengningsopplegg tilpasses målte vibrasjoner.	ENT
Sprengningsarbeider	Udetonert sprengstoff	Nøyaktig inspeksjon av gjenstående knøler etter salve.	ENT

6 Kontrollplan

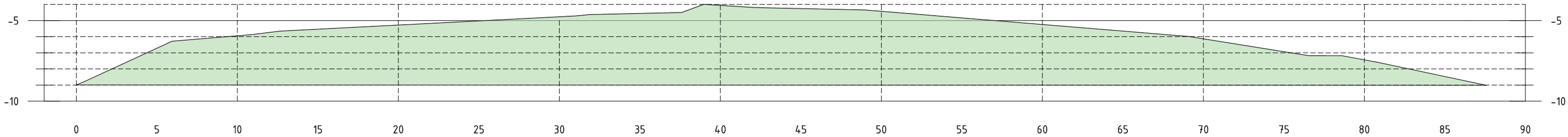
Entreprenøren er ansvarlig for utarbeidelse av prosjektspesifikk kontrollplan for grunnarbeider og pelearbeider. Kontrollpunkter som må inn i entreprenørens kontrollplan for pelearbeider er listet opp under. Entreprenøren er også ansvarlig for oppfølging og rapportering av punktene i kontrollplanen.

I tabellen under er et forslag til kontrollplan som kan benyttes ved utførelse.

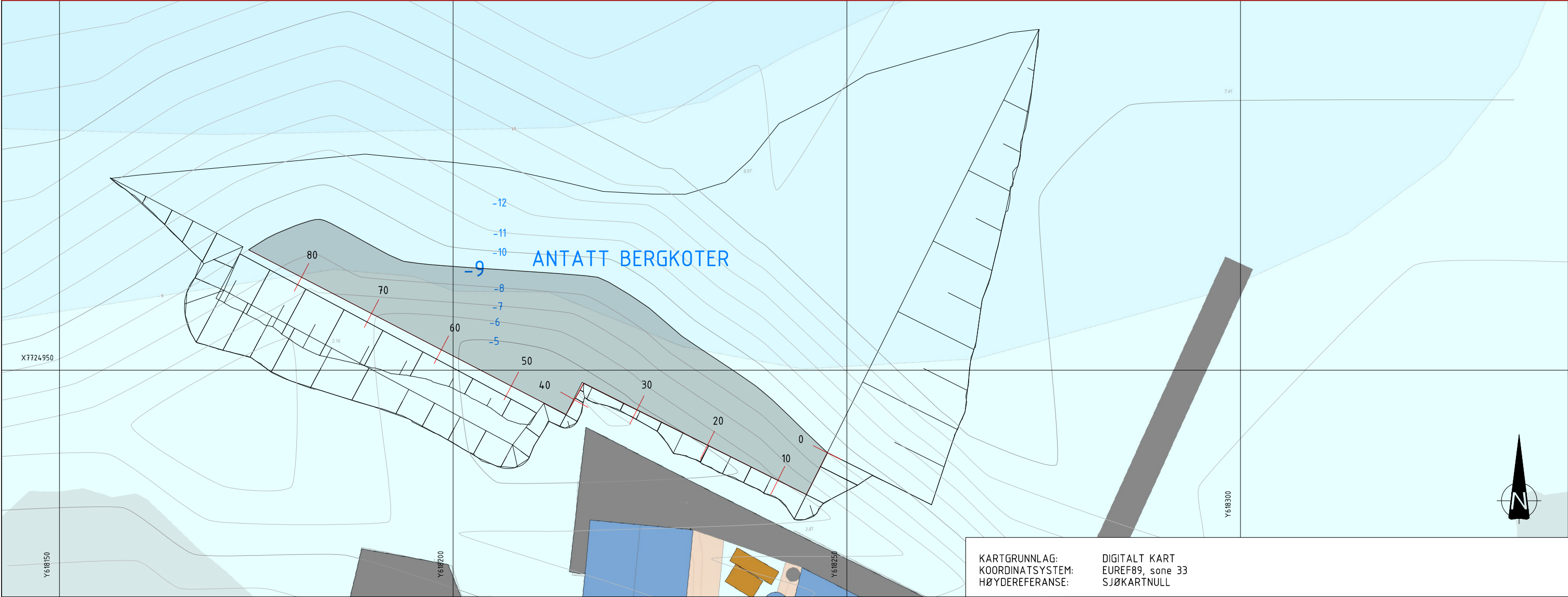
Tabell 3: Forslag til kontrollpunkter i entreprenørens kontrollplan

Kontrollpunkt	Omfang/kontrollmetode	Dokumentasjon	Ansvarlig/utføres av
Utdypning	Sikre konsistens med prosjektering. Utgraving til riktig dybde og helning på graveskråninger.	Sjekkliste	ENT
Sprengning	Utføre vibrasjonsmålinger	Målinger	ENT

\\fos-nasuni-01\GEO\Prosjekt\010252\10252952-01\10252952-01-03 ARBEIDSMRAADE\10252952-01 RIG\10252952-01-05 MODELLER\10252952-RIG-TEG-907.dwg, - Layout: (RIG-TEG-907); - Plottet av: mhm, Dato: 2026.06.30 kl 9:40



PROFIL BERGSKJÆRING
M: 1:250



KARTGRUNNLAG: KOORDINATSYSTEM: HØYDEREFERANSE:		DIGITALT KART EUREF89, sone 33 SJØKARTNULL	
Status	Fag	Originalt format	Dato
Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
10252952-01	RIG-TEG-907		00

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.



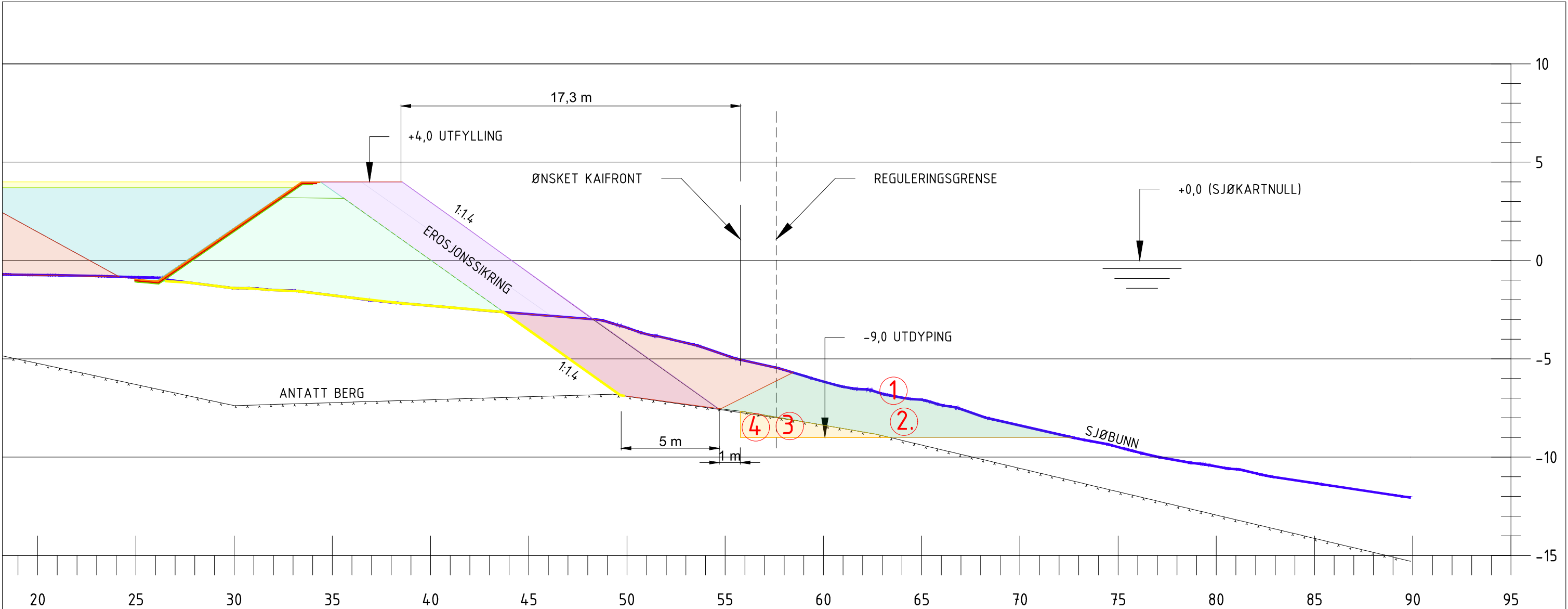
www.multiconsult.no

TROMSØ KOMMUNE

BRENSHOLMEN, UTDYPING

ANTATT BERGSKJÆRING

\\fos-nasuni-01\GEO\Prosjekt\10252952-01\10252952-01-03 ARBEIDSMRAADE\10252952-01 RIG\10252952-01-05 MODELLER\10252952-RIG-TEG-902-904_rev00 Prinsippnitt.dwg, - Layout: (908); - Plottet av: mhm, Dato: 2026.07.02 kl 8:16



PROFIL I

ARBEIDSPROSEDYRE:

- ① MUDRING AV DET ØVERSTE 0,5M LAGET. MASSER DEPONERES NEDERST I STRANDKANTDEPONIET.
- ② MUDRING TIL KT -9,0, MASSER DEPONERES INNFØR STRANDKANTDEPONIET. NÅR DEPONIET ER FULT MÅ MUDRINGSMASSER LEGGES I MIDLERTIDIG MELLOMLAGRINGSPLASS.
- ③ RENSKE TIL BERG I UTDYPPINGSOMRÅDET SAMT 1 METER BAK BERGSKJÆRINGEN
- ④ KONTURSPRENGING AV BERGSKJÆRING OG SPRENGING OG MUDRING AV BERGET

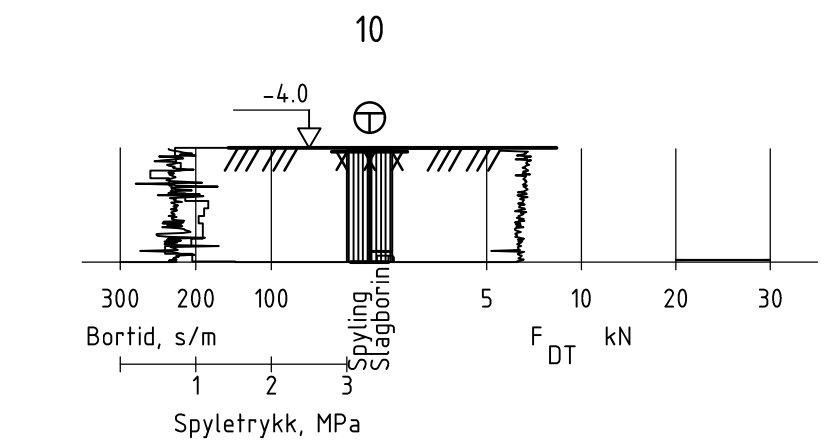
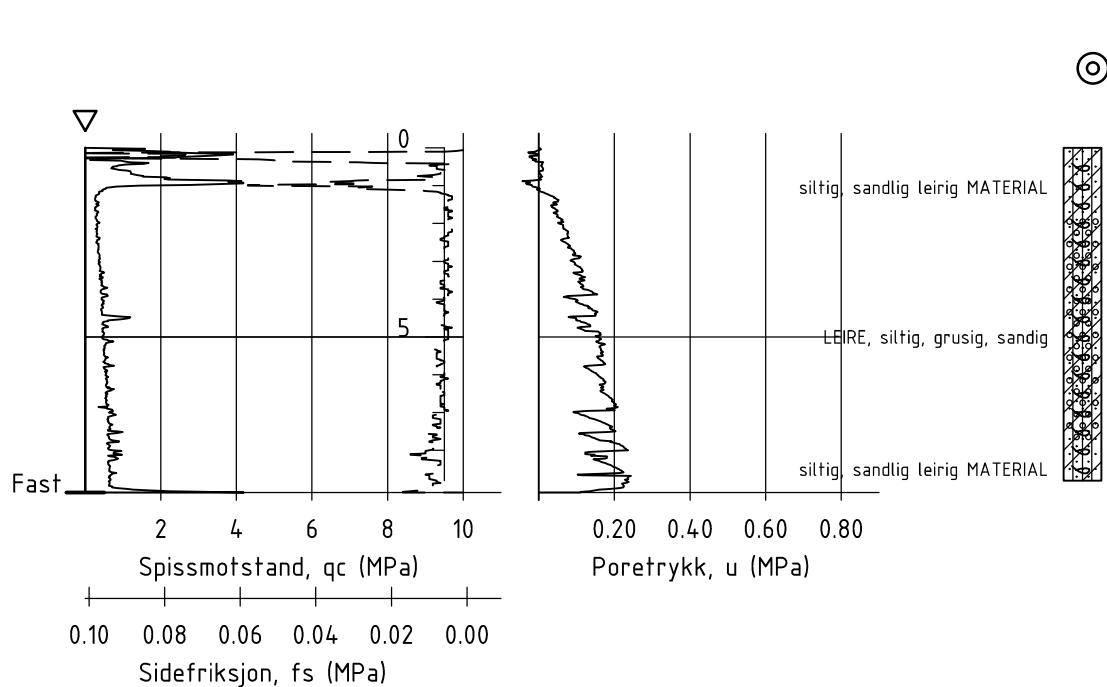
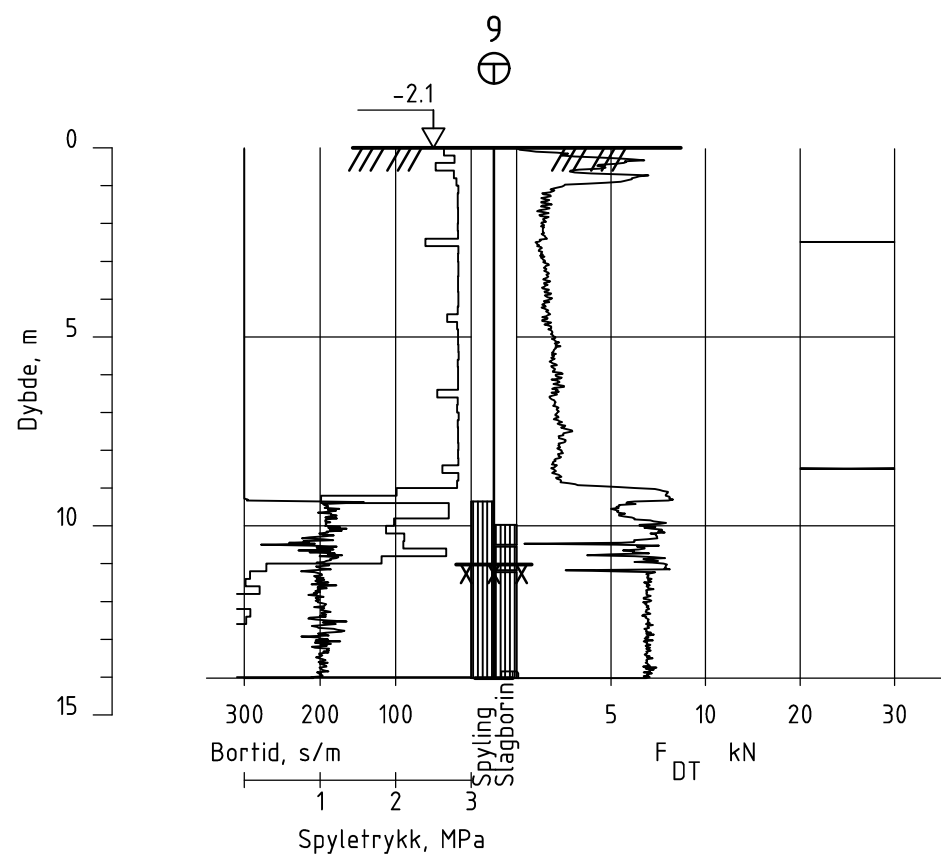
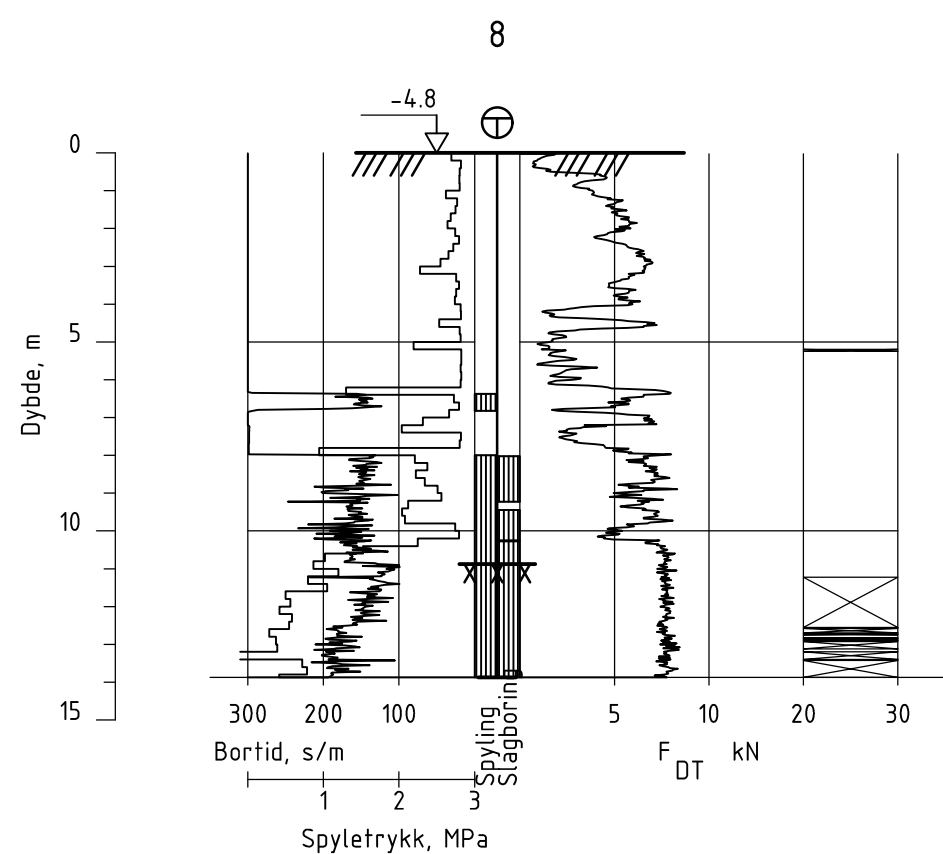
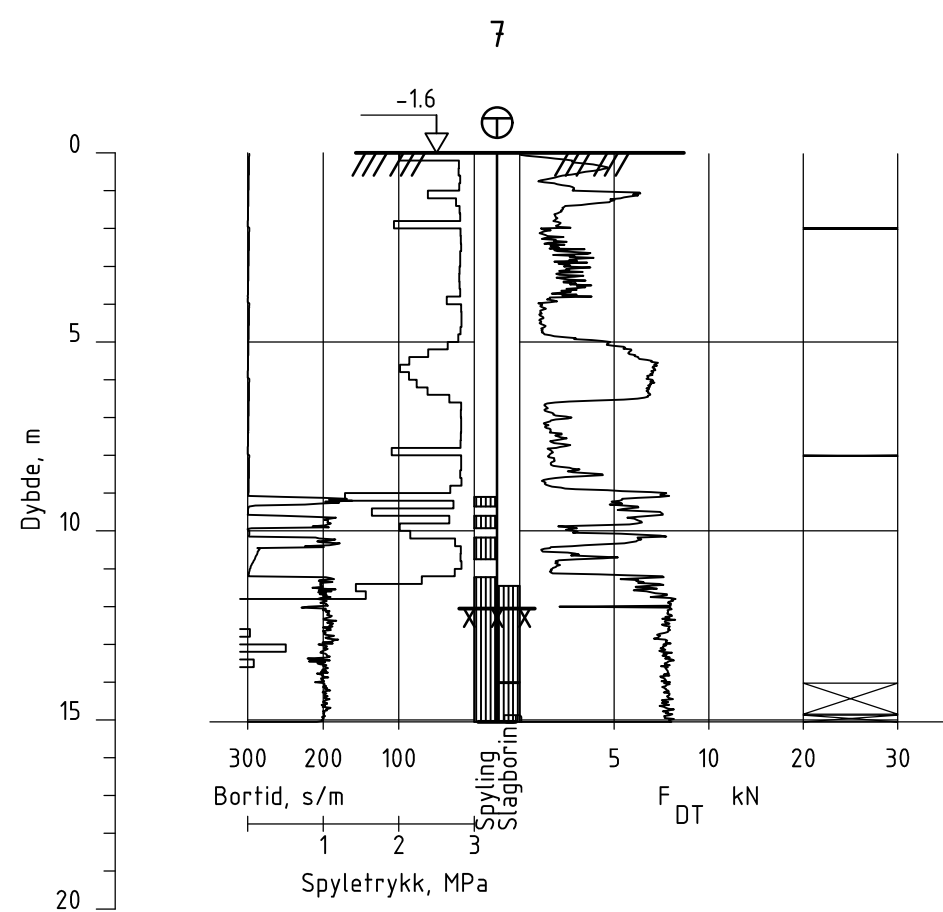
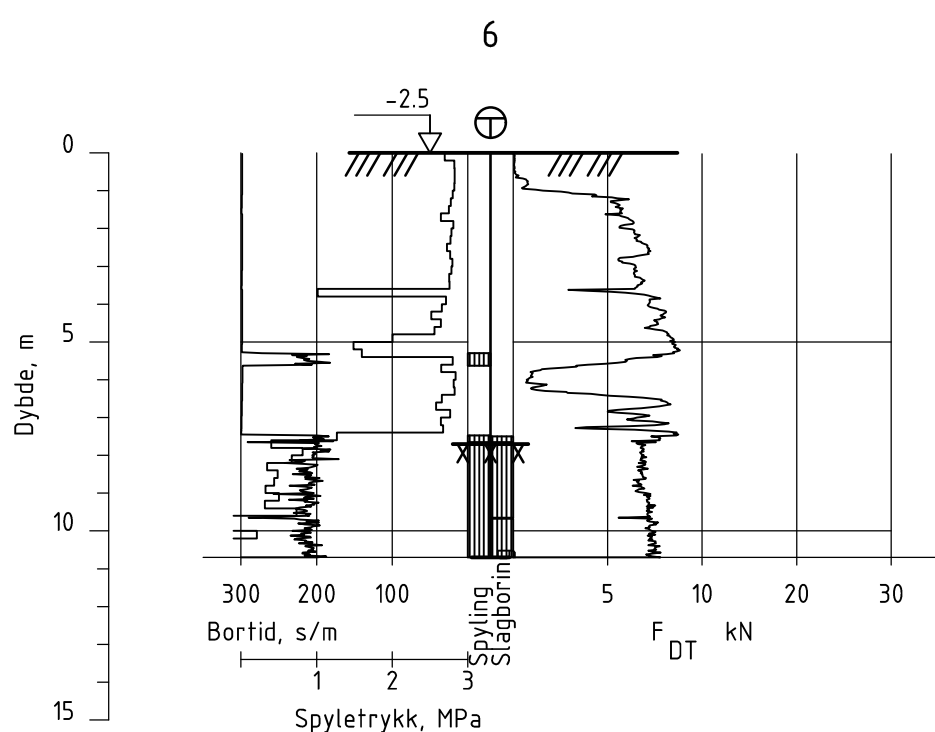
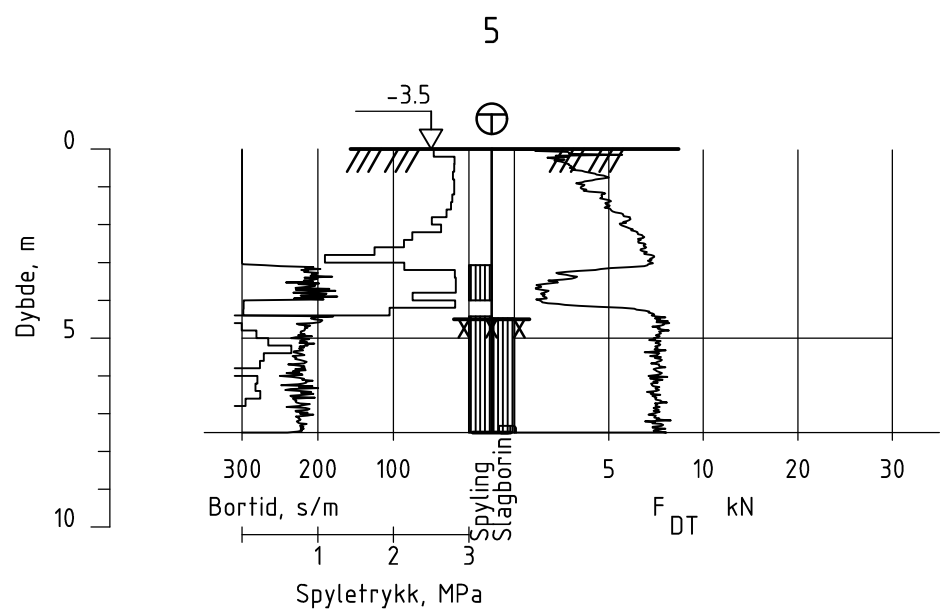
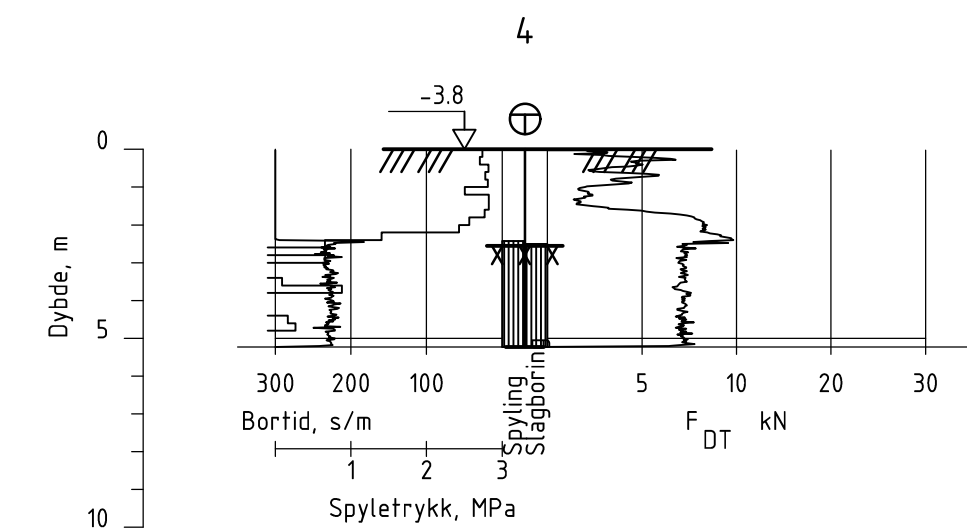
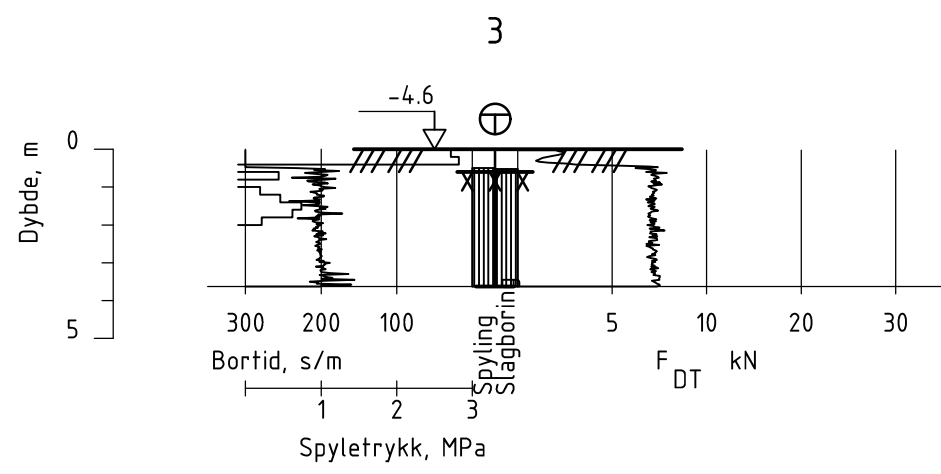
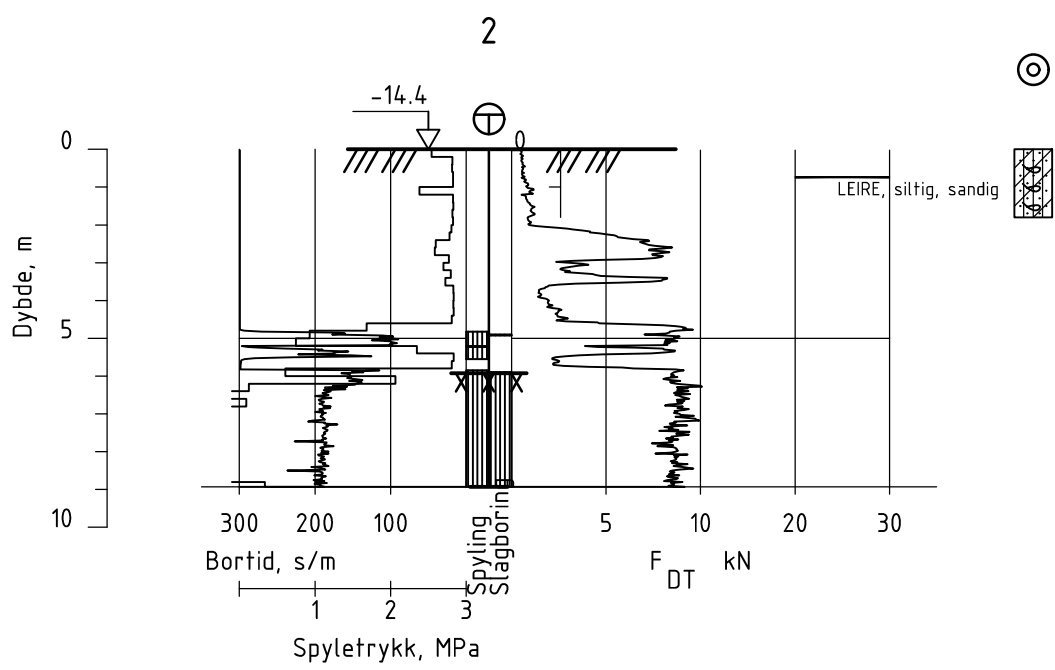
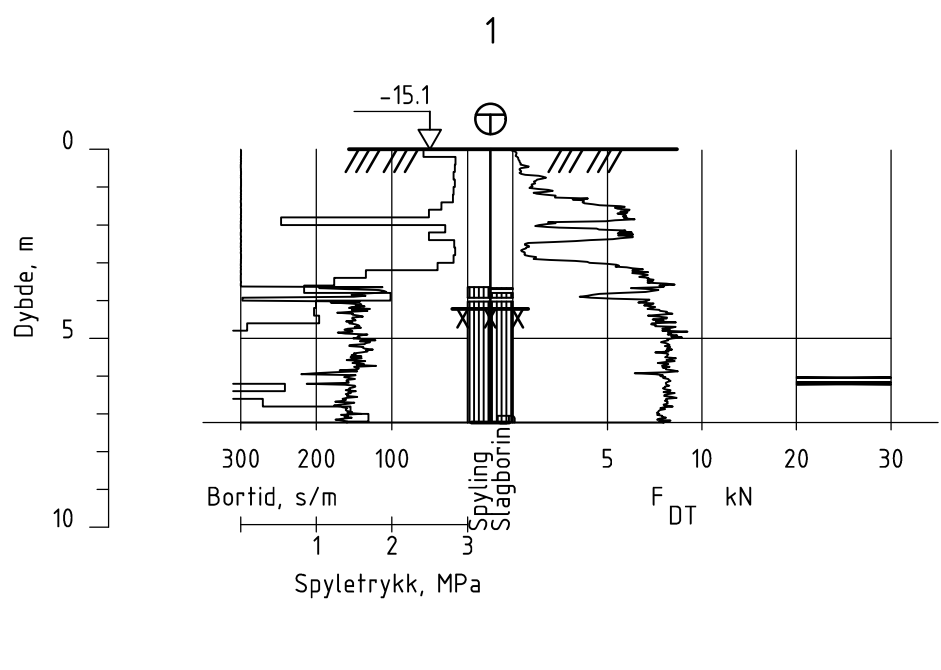
00	-	YYYY-MM-DD	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

TROMSØ KOMMUNE
BRENSHOLMEN, UTDYPNING
SNITT I

Status	Fag RIG	Originalt format A3	Dato 01.07.2026
Konstr./Tegnet MHM	Kontrollert TONES	Godkjent TONES	Målestokk 1:200
Oppdragsnr. 10252952-01	Tegningsnr. RIG-TEG-908	Rev. 00	

\\fos-nasuni-01\GEO\Prosjekt\010252\10252952-01\10252952-01-03 ARBEIDSBOMRAADE\10252952-01 RIG\10252952-RIG-TEG-100 enkeltsondering.dwg, - Layout: (100 (A1)); - Plottet av: mhm, Dato: 2026.06.29 kl 13:34



FORKLARING

HØYDEREFERANSE: SJØKARTNULL

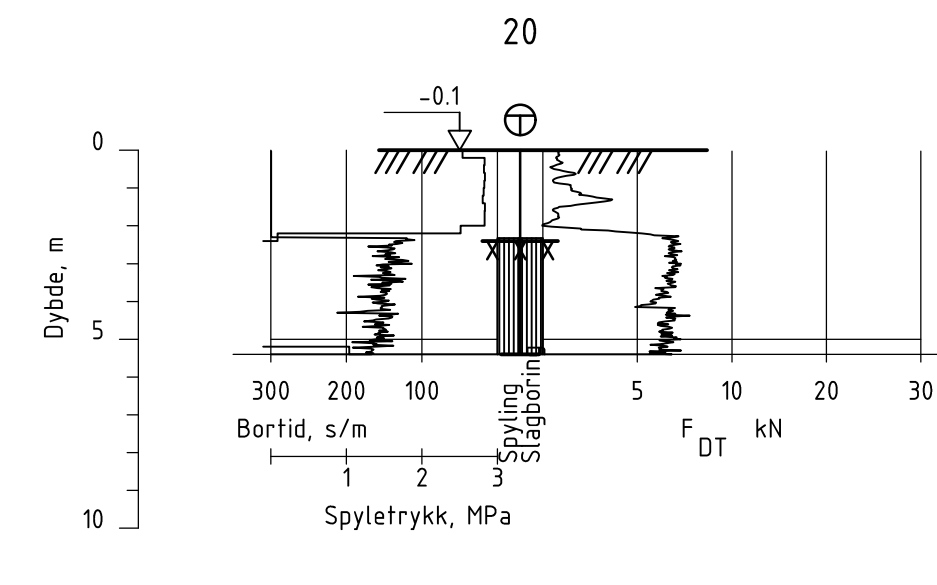
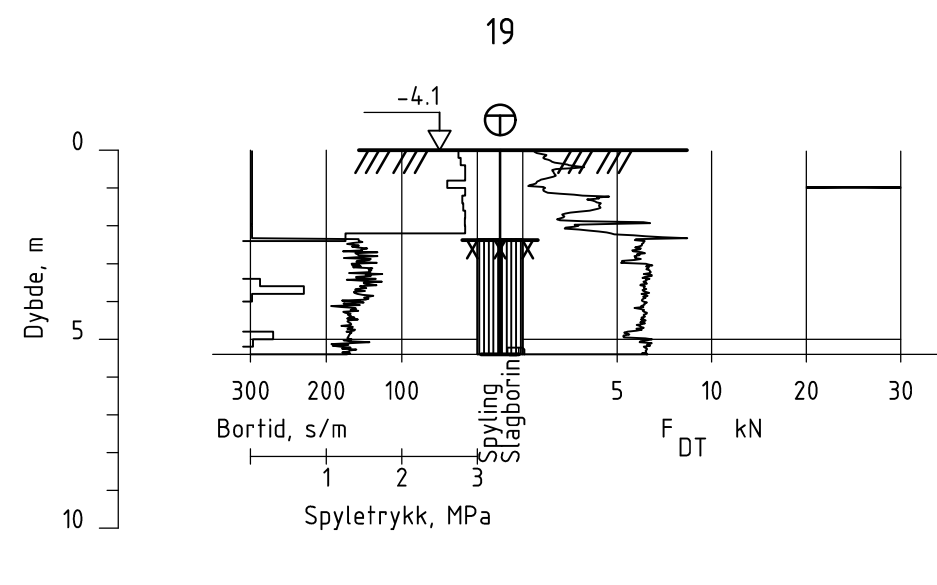
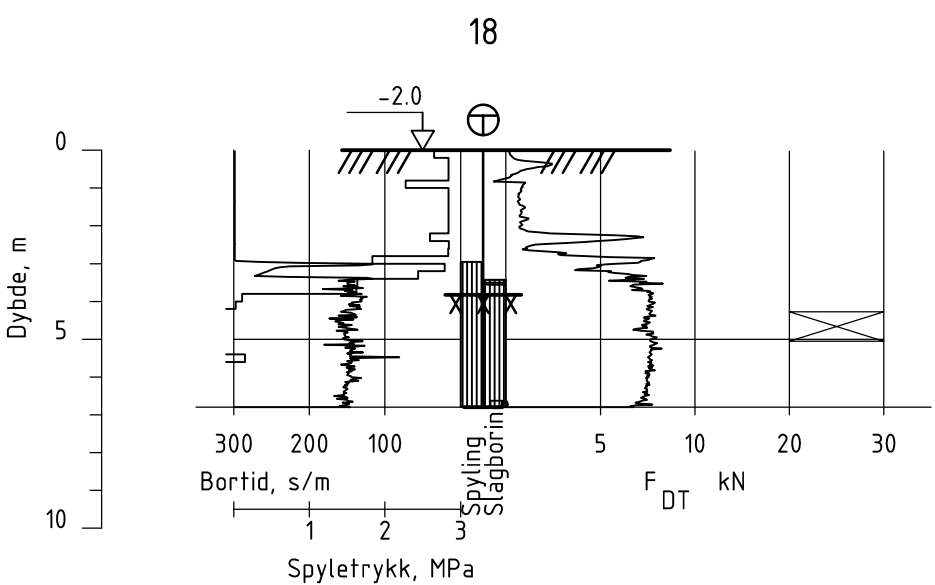
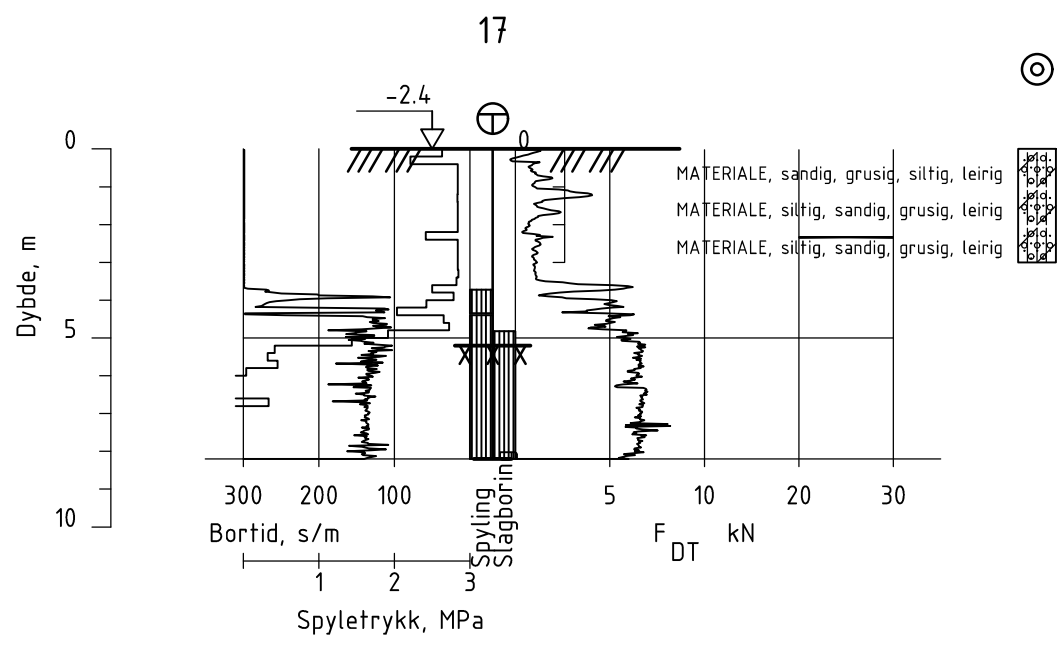
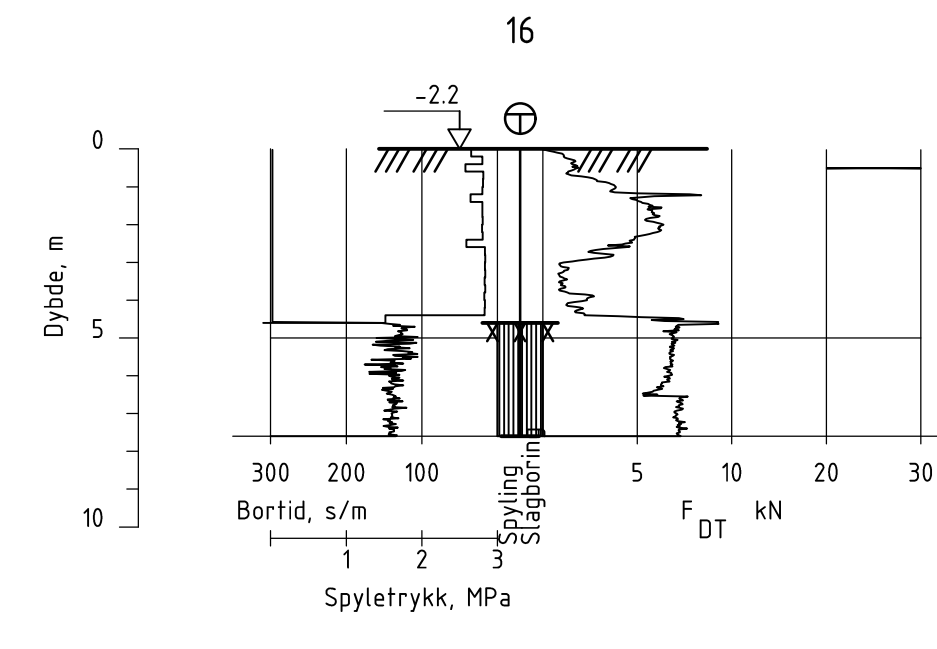
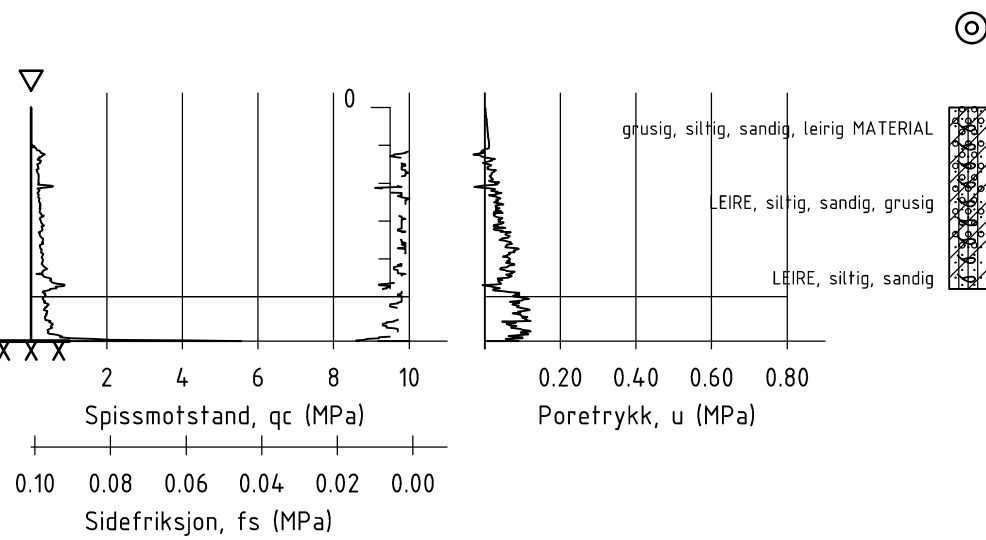
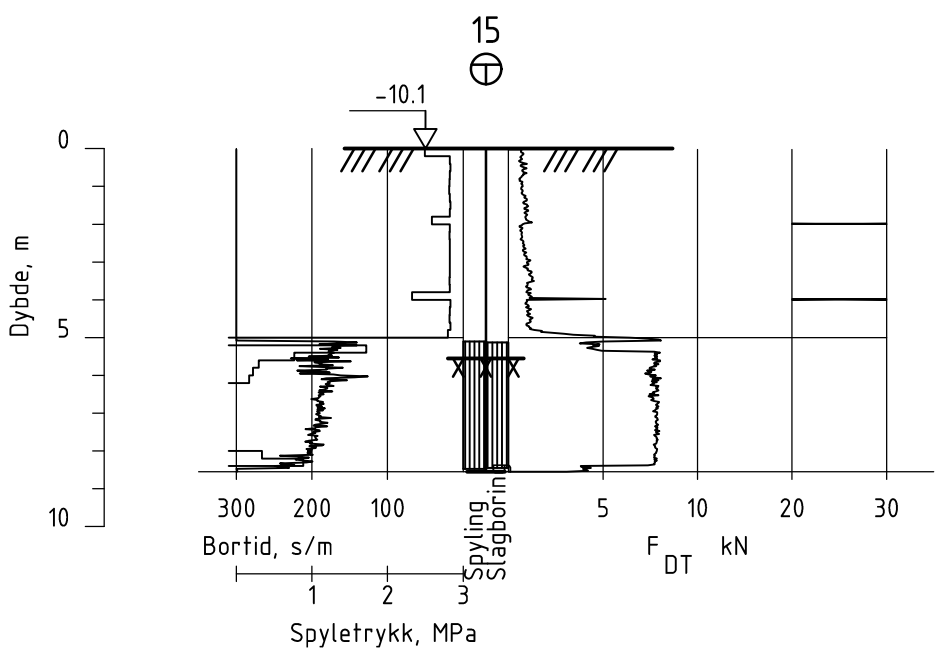
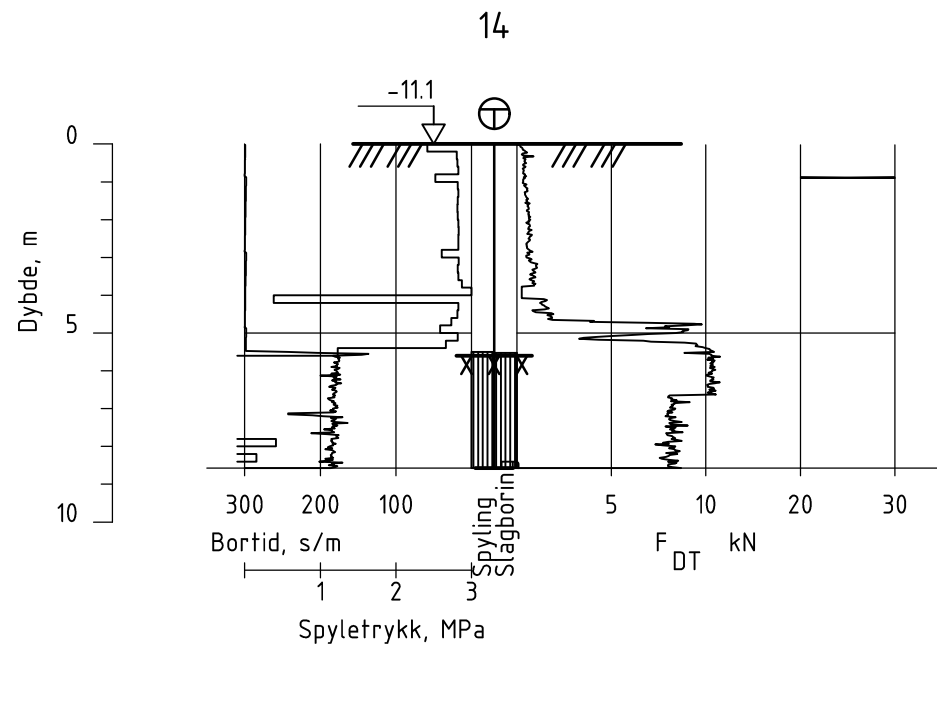
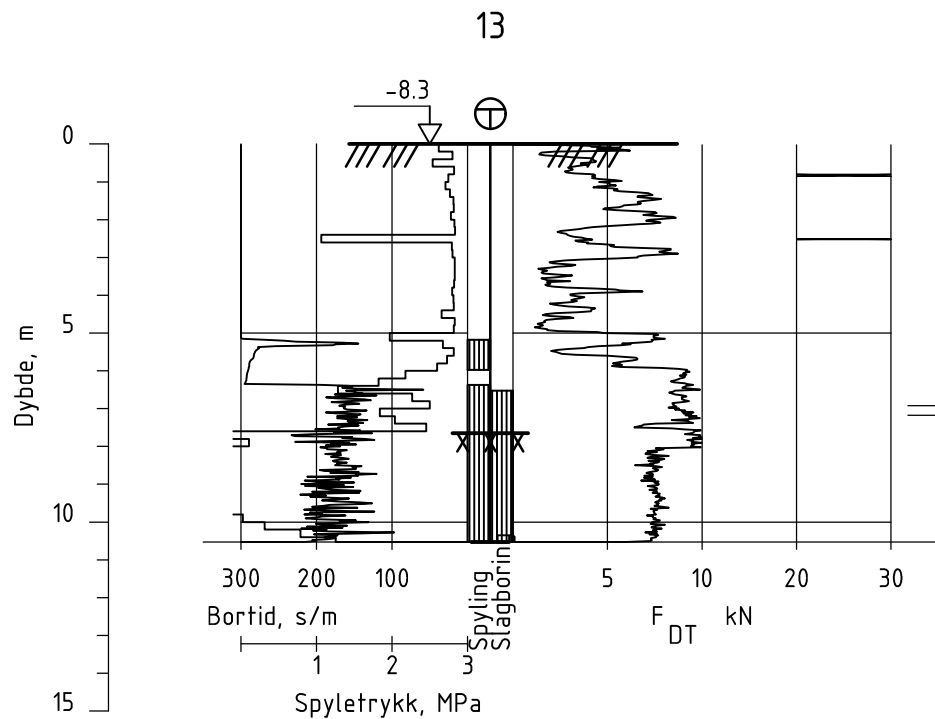
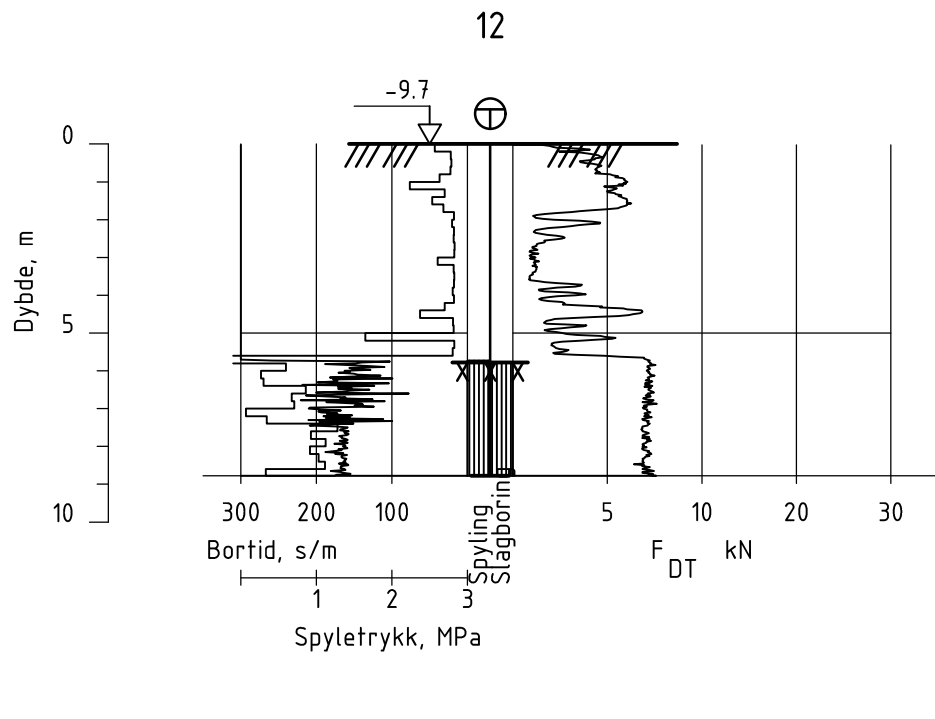
BESTEMMELSER

HENVISNINGER

BORINGER FRA RAPPORT 712831-RIG-RAP-001 FRA 2017. OPPDRAGSGIVER KYSTVERKET

-	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Date	Tegn.	Kontr.	Godkj.
			RIG		A1
TROMSØ KOMMUNE			BRENSHOLMEN, UTFYLLING OG UTDYPNING		
ENKELTSONDERINGER 1-11			Målestokk: 1:200(A1)		
Status		Konstr./Tegnet	Kontrolleret	Godkjent	
Oppdragsgiver		MHM	TONES	TONES	
www.multiconsult.no		10252952-01	RIG-TEG-100	00	

\\fos-nasuni-01\GE0\Prosjekt\010252\10252952-01\10252952-01-03 ARBEIDSMRAADE\10252952-01 RIG\10252952-01-05 MODELLER\10252952-RIG-TEG-100 enkeltsondering.dwg, - Plottet av: mhm, Dato: 2026.06.29 kl 13:35



FORKLARING

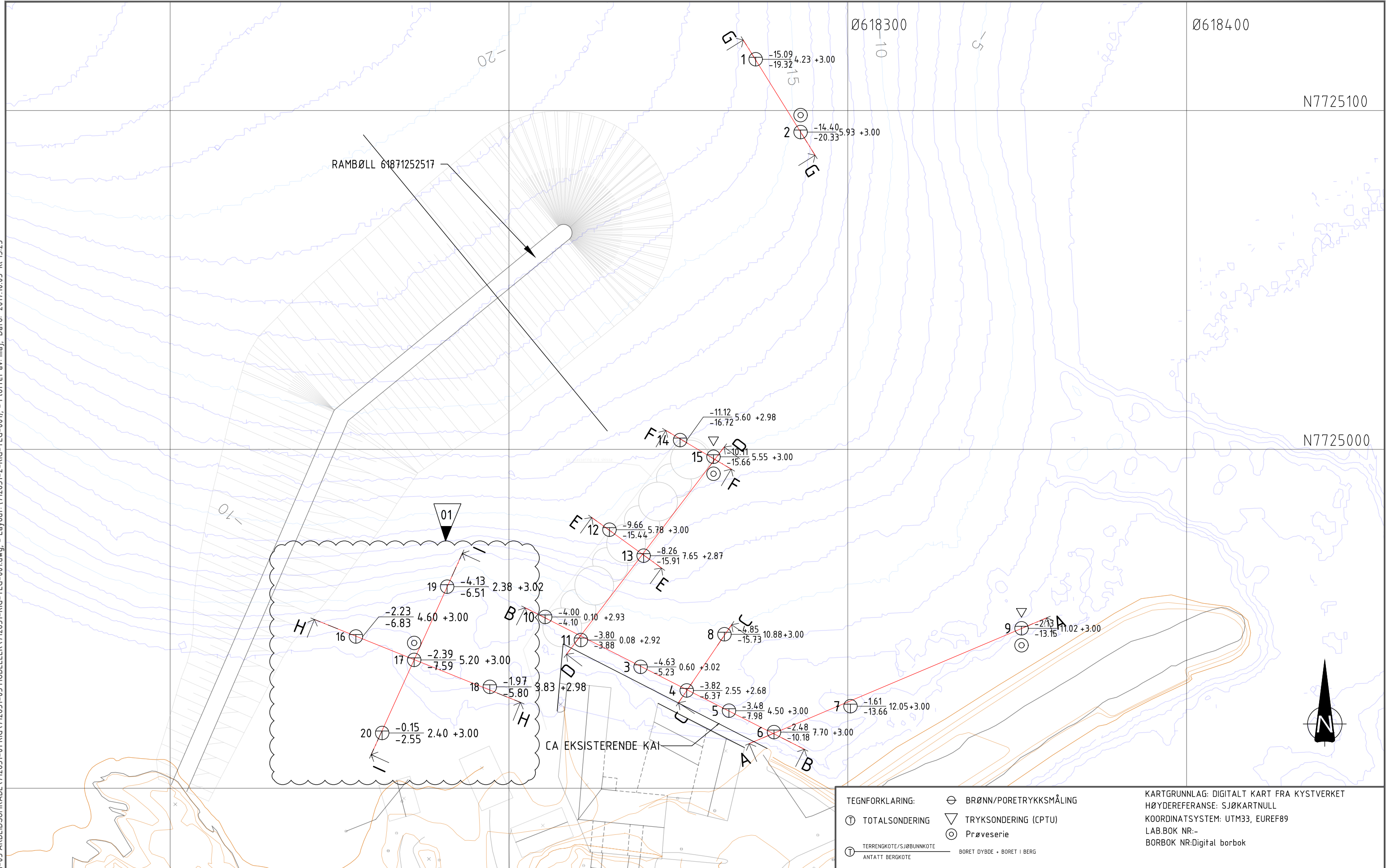
HØYDEREFERANSE: SJØKARTNULL

BESTEMMELSER

HENVISNINGER

BORINGER FRA RAPPORT 712831-RIG-RAP-001 FRA 2017. OPPDRAGSGIVER KYSTVERKET

-	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Date	Tegn.	Kontr.	Godkj.
			RIG		A1
TROMSØ KOMMUNE			BRENSHOLMEN, UTFYLLING OG UTDYPNING		
ENKELTSONDERINGER 12-20			Målestokk: 1:200(A1)		
Status		Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
Oppdragsgiver		MHM	TONES	TONES	
10252952-01		RIG-TEG-101		00	



						Multiconsult www.multiconsult.no	KYSTVERKET	Status	Fag	Original format	Dato
							SITUASJONSPLAN	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
							BRENSHOLMEN	MHM/MAJ	ERBK	ERBK	1:1000
01	SUPPLERENDE GRUNNUNDERSØKELSER		05.10.2017	MHM	DIR		ERBK	Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
Rev.	Beskrivelse	Endr liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.		712831-2	RIG-TEG-001		01

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					S _t (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
5	kt. -2.1																
	siltig, sandig, leirig, MATERIAL		K						1.70	58							
	skjell- og korallrester																
	LEIRE, siltig, grusig, sandig								1.69								
	skjell- og korallrester																
	skjell- og korallrester								1.70								
	skjell- og korallrester		K						1.64								
	skjell- og korallrester								1.64								
10	skjell- og korallrester								1.64								
	skjell- og korallrester								1.65								
	skjell- og korallrester								1.67								
	skjell- og korallrester								1.67								
	skjell- og korallrester								1.68								
	skjell- og korallrester		K														
	skjell- og korallrester																
	skjell- og korallrester																
15																	
20																	

Symboler Enaksialforsøk (strek angir deformasjon (%) ved brudd) Vanninnhold Plastisitetsindeks, I _p Omrørt konus Uomrørt konus		ρ = Densitet S _t = Sensitivitet NP= Non plastisk T = Treaksialforsøk Ø = Ødometerforsøk K = Korngradering		ρ_s = 2.75 g/cm ³ Borbøk: Lab-bøk: 2242	
PRØVESERIE				Tegningens filnavn:	
Kystverket				Tegnet: RAGS	
Brensholmen, Brensholmen				Kontrollert: BGJ	
		Dato: 2015-07-30		Borhull: 9	
		Oppdragsnummer: 712831		Tegningsnr.: RIG-TEG-011	
		Godkjent: DIR		Rev nr.:	

[illegible]

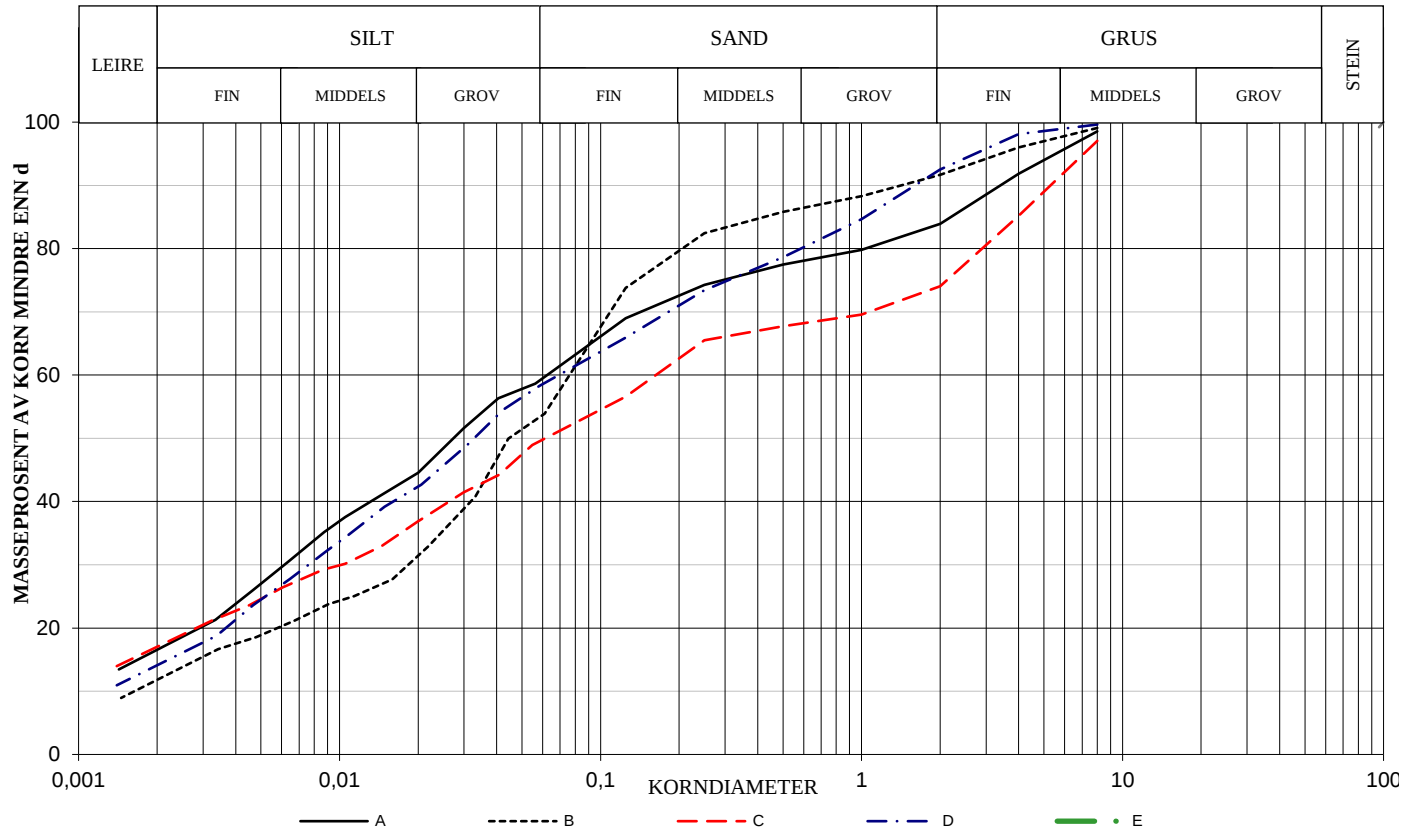
PRØVESERIE

Miljødeponi Brensholmen

Kystverket

Multiconsult
www.multiconsult.no

SYM BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	BESKRIVELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	2	1,0-1,8m	LEIRE, siltig, sandig	Mye skjell- og korallrester	x	x	x
B	9	1,0-1,8m	Siltig, sandig, leirig MATERIAL	Mye skjell- og korallrester	x	x	x
C	9	4,0-4,8m	LEIRE, siltig, grusig, sandig	Mye skjell- og korallrester	x	x	x
D	9	8,0-8,8m	Siltig, sandig, leirig MATERIAL	Mye skjell- og korallrester	x	x	x
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

$$C_z = \frac{D_{30}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

METODE:

TS = Tørr sikt

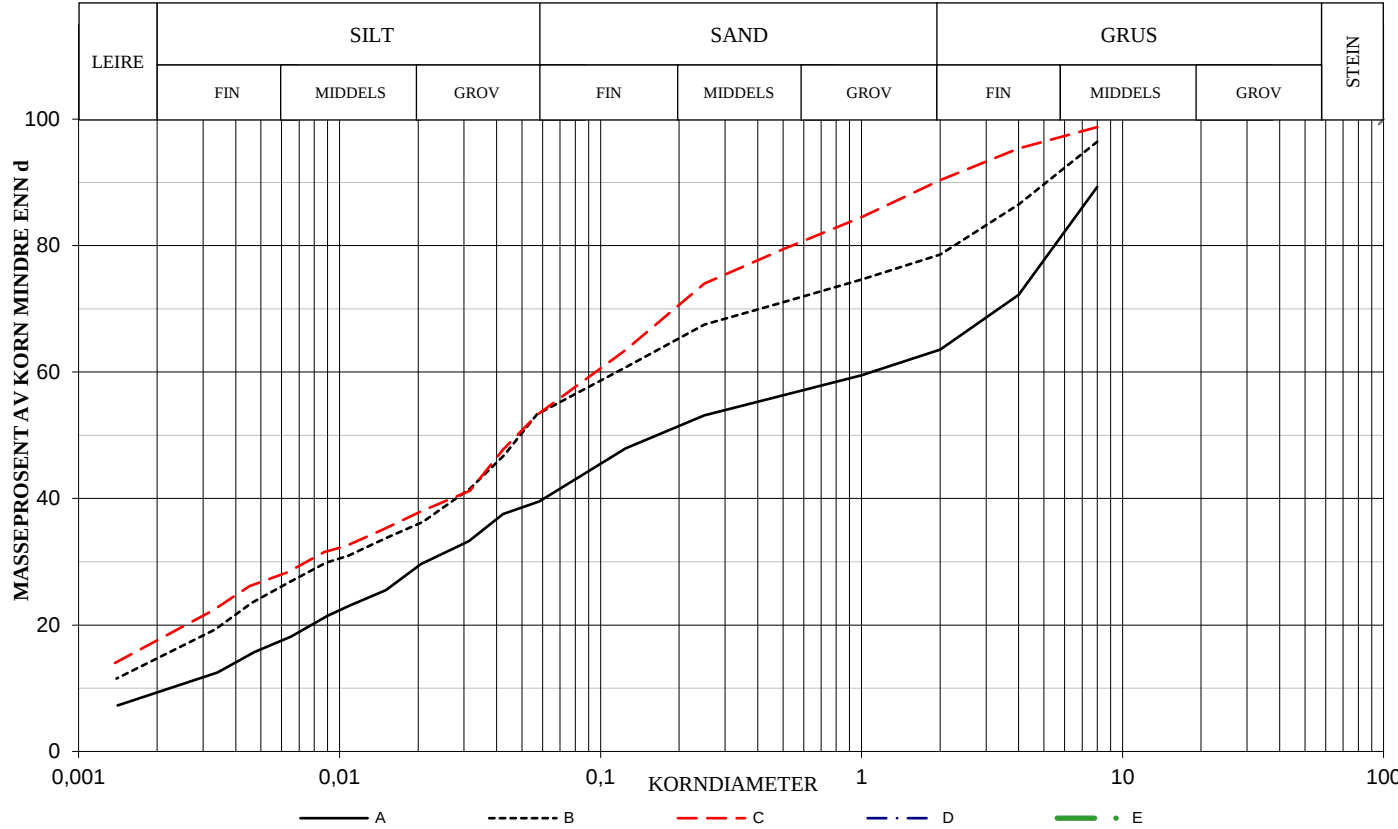
VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

SYM BOL	Vanninnhold %	Telegruppe	<0,063 mm %	< 0,02 mm %	Glødetap %	C_u	D_{10} mm	D_{30} mm	D_{50} mm	D_{60} mm
A	55,5	T4	58,7	44,6				0,006	0,028	0,073
B	46,3	T4	53,9	31,3		58,8	0,002	0,019	0,044	0,101
C	44,6	T4	48,9	36,8				0,010	0,067	0,185
D	51,3	T4	58,3	42,3				0,008	0,033	0,080
E										

KORNGRADERING				Konstr./Tegnet	Kontrollert	Multiconsult
Kystverket Brensholmen Brensholmen				RAGS	BGJ	
				Dato 31.07.2015	Godkjent DIR	
MULTICONSLT AS Fiolveien 13, 9016 TROMSØ Tlf.: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41			Oppdragsnummer 712831	Tegnings nr. 060		Rev.

SYM BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	BESKRIVELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	15	0,0-0,8m	Grusig, siltig, sandig, leirig MATERIAL	Mye skjell- og korallrester	x	x	x
B	15	2,0-2,8m	LEIRE, siltig, sandig, grusig	Mye skjell- og korallrester	x	x	x
C	15	4,0-4,8m	LEIRE, siltig, sandig	Mye skjell- og korallrester	x	x	x
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

$$C_z = \frac{D_{30}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

METODE:

TS = Tørr sikt

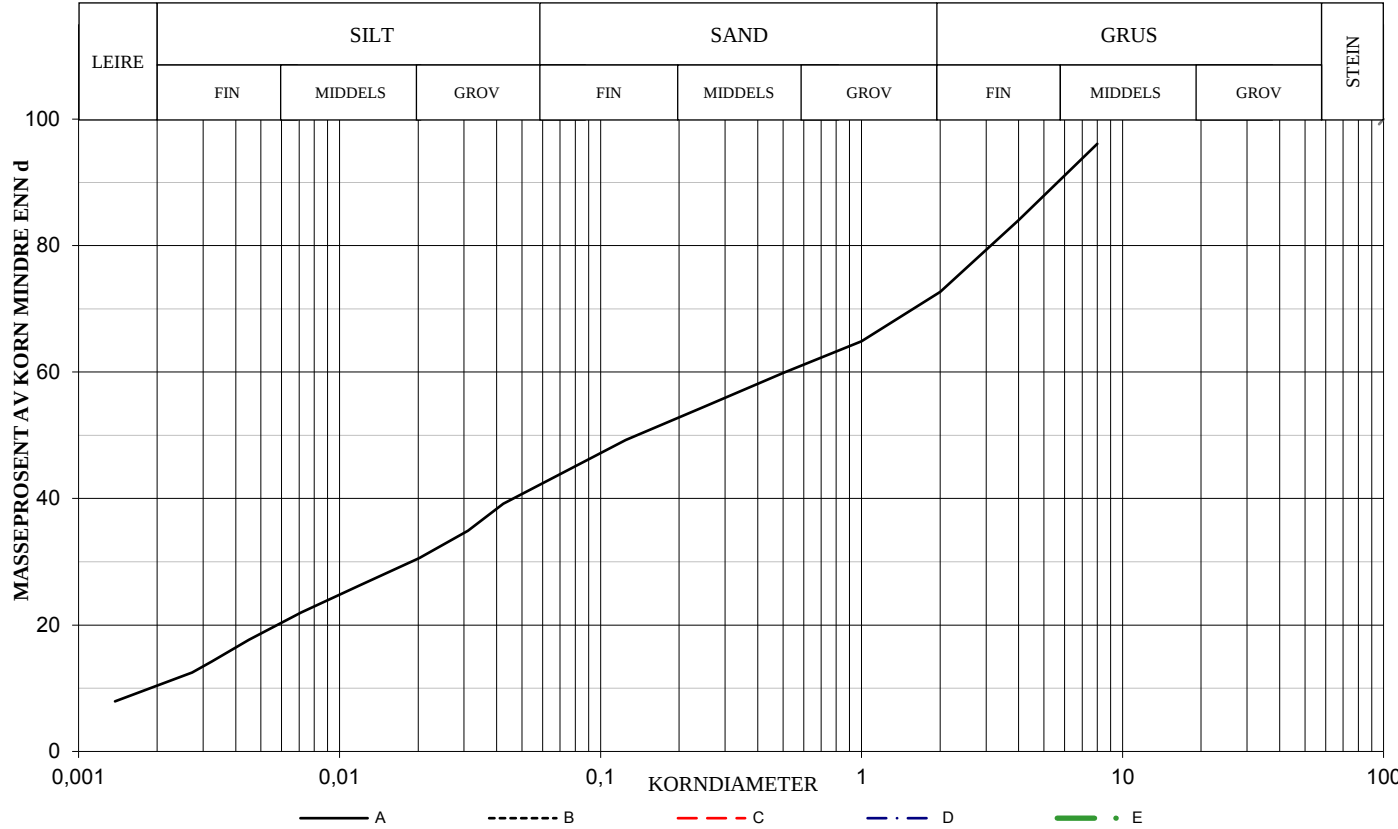
VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

SYM BOL	Vanninnhold %	Telegruppe	<0,063 mm %	< 0,02 mm %	Glødetap %	C_u	D_{10} mm	D_{30} mm	D_{50} mm	D_{60} mm
A	53,3	T4	39,5	29,3		458,1	0,002	0,022	0,206	1,124
B	59,9	T4	53,3	35,9				0,009	0,050	0,148
C	53,9	T4	53,2	37,7				0,008	0,048	0,120
D										
E										

KORNGRADERING				Konstr./Tegnet	Kontrollert	Multiconsult
Kystverket Brensholmen Brensholmen				RAGS	BGJ	
				Dato 31.07.2015	Godkjent DIR	
MULTICONCONSULT AS			Oppdragsnummer	Tegnings nr.		Rev.
Fiolveien 13, 9016 TROMSØ Tlf.: 77 60 69 40 - Faks: 77 60 69 41			712831	61		

SYM BOL	SERIE NR.	DYBDE (kote)	BESKRIVELSE	ANMERKNINGER	METODE		
					TS	VS	HYD
A	17	1,2-2,0 m	Siltig, sandig, grusig, leirig MATERIAL	korall- og skjellrester	x	x	x
B							
C							
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

$$C_z = \frac{D_{30}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

SYM BOL	Vanninnhold %	Telegruppe	Korndensitet ρ_s	< 0,02 mm %	Glødetap %	C_u	D_{10} mm	D_{30} mm	D_{50} mm	D_{60} mm
A	58,5	T4		30,5		257,1	0,002	0,019	0,188	0,512
B										
C										
D										
E										

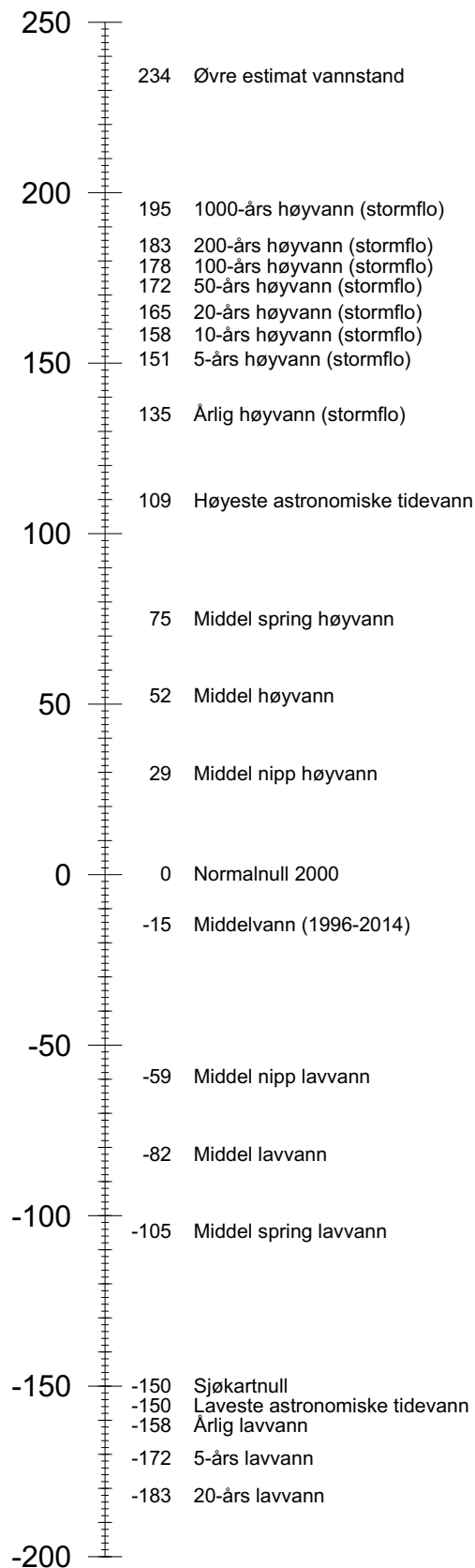
KORNGRADERING				Konstr./Tegnet	Kontrollert	Multiconsult
Kystverket Miljødeponi Brensholmen Brensholmen				RAGS	MAJ	
				Dato 05.09.2017	Godkjent MAJ	
MULTICONSULT AS Kvaløyveien 156, 9013 TROMSØ Tlf.: 77 62 26 00			Oppdragsnummer 712831	Tegnings nr. RIG-TEG- 062		Rev.

N69°35,4' E18°1,0'

Nivåskisse

N69°35,4' E18°1,0'

Nivå knyttet til tidevann er hentet fra Andenes, justert med faktor 1,01.



Høyder er i cm over Normalnull 2000 som er nullnivå i det norske offisielle høydesystemet NN2000. Datagrunnlag sist endret: 4. juli 2025. Lastet ned: 22. juni 2026.

Øvre estimat vannstand

Øvre estimat vannstand er kombinasjonen av det høyeste tidevannet (HAT) og et sjelden høyt værbidrag forventent en gang per 1000 år.

Høy-/lavvann med gjentakintervall

Statistiske beregninger av hvor hyppig et ekstremt høy-/lavvann av en viss størrelse vil opptre. I gjennomsnitt når høy-/lavvannet dette nivået en gang i løpet av gjentakintervallet. Eksempel: et ekstremt høyvann med 50 års gjentakintervall vil i gjennomsnitt opptre en gang per 50 år. Gjentakintervall kalles også returperiode.

Høyeste astronomiske tidevann

Høyeste mulige vannstand uten værrets virkning, det vil si uten påvirkning fra blant annet vind, lufttrykk og temperatur. I praksis bestemmes HAT ved å lage tidevanntabeller for 19 år og plukke ut det høyeste tidevannet. Tidevannet har blant annet en periode på 18,6 år.

Middel spring høyvann

Gjennomsnittet av observerte høyvann i tiden omkring ny- eller fullmåne (springperiode). I praksis brukes harmoniske konstanter som en tilnærming. I tiden omkring ny- eller fullmåne vil tidevannsamplitudene øke siden tidevannskreftene fra sol og måne virker i samme retning. Dette fører til høyere høyvann enn ellers.

Middel høyvann

Gjennomsnittet av alle observerte høyvann i en periode på 19 år. Kartverket bruker middelvann pluss amplituden til den harmoniske konstituenten M2 som en god tilnærming.

Middel nipp høyvann

Gjennomsnittet av observerte høyvann i tiden omkring halvmåne (nipperiode). I praksis brukes harmoniske konstanter som en tilnærming. Ved halvmåne, når månen er i første eller tredje kvarter, vil tidevannsamplituden bli mindre siden tidevannskreftene fra sol og måne motvirker hverandre. Dette fører til lavere høyvann enn ellers.

Normalnull 2000

Nullnivå i det norske offisielle høydesystemet NN2000

Middelvann (1996-2014)

Gjennomsnittlig høyde av sjøens overflate på et sted over en periode på 19 år. Middelvann beregnes som gjennomsnittet av vannstandsobservasjoner foretatt med faste tidsintervall - fortrinnsvis over en periode på 19 år. Dagens middelvann er beregnet over perioden 1996-2014.

Middel nipp lavvann

Gjennomsnittet av observerte lavvann i tiden omkring halvmåne (nipperiode). I praksis brukes harmoniske konstanter som en tilnærming. Ved halvmåne, når månen er i første eller tredje kvarter, vil tidevannsamplituden bli mindre siden tidevannskreftene fra sol og måne motvirker hverandre. Dette fører til høyere lavvann enn ellers.

Middel lavvann

Gjennomsnittet av alle observerte lavvann i en periode på 19 år. Kartverket bruker middelvann minus amplituden til den harmoniske konstituenten M2 som en god tilnærming.

Middel spring lavvann

Gjennomsnittet av observerte lavvann omkring ny- eller fullmåne (springperiode). I praksis brukes harmoniske konstanter som en tilnærming. I tiden omkring ny- eller fullmåne vil tidevannsamplitudene øke siden tidevannskreftene fra sol og måne virker i samme retning. Dette fører til lavere lavvann enn ellers.

Sjøkartnull

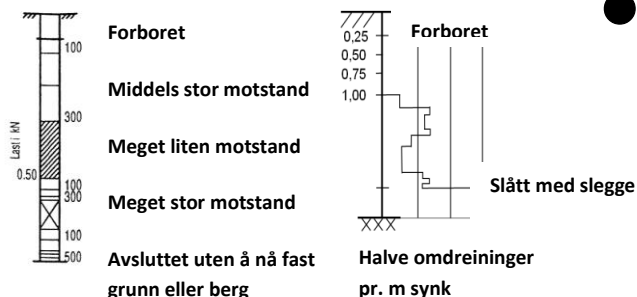
Nullnivå for dybder i sjøkart og høyder i tidevanntabellen. Sjøkartnull er fra 1. januar 2000 lagt til laveste astronomiske tidevann (LAT). Langs Sørlandskysten og i Oslofjorden er tidevannsvariasjonene små i forhold til værrets virkning på vannstanden (vind, lufttrykk og temperatur). Sjøkartnull er derfor av sikkerhetsmessige grunner lagt 20 cm lavere enn LAT langs kysten fra svenskegrensen til Utsira og 30 cm lavere enn LAT i indre Oslofjord (innenfor Drøbaksundet).

Laveste astronomiske tidevann

Laveste mulige vannstand under midlere meteorologiske forhold, det vil si uten påvirkning fra blant annet vind, lufttrykk og temperatur. I praksis bestemmes LAT ved å lage tidevanntabeller for 19 år og plukke ut det laveste tidevannet. Tidevannet har blant annet en periode på 18,6 år.



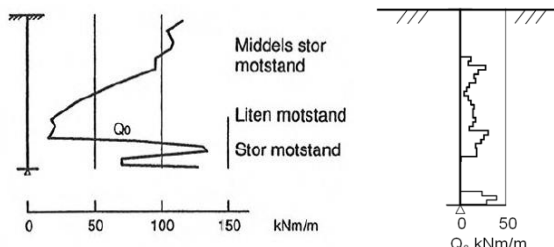
Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



DREIESONDERING (NGF MELDING 3)

Utføres med skjøtbare $\phi 22$ 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 $\frac{1}{2}$ -omdreininger pr. 0,2 m synk registreres.

Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100 $\frac{1}{2}$ -omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikalast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.

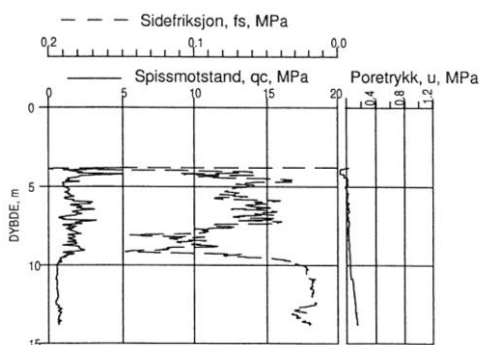


RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)

Boringen utføres med skjøtbare $\phi 32$ 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_0 pr. m nedramming.

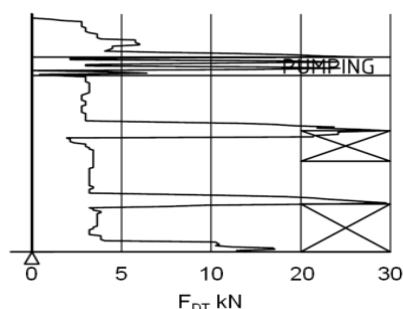
Q_0 = loddets tyngde * fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)



TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) (NGF MELDING 5)

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 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).

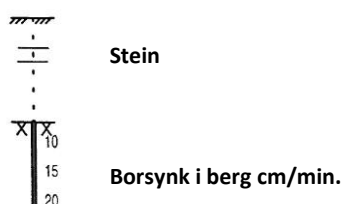


DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)

Utføres med glatte skjøtbare $\phi 36$ 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.

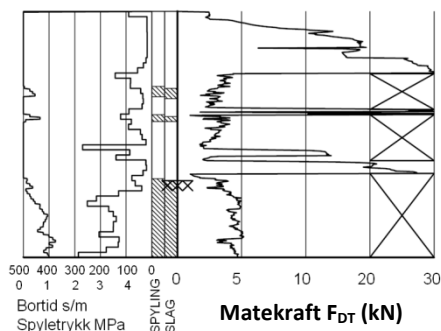
Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

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



BERGKONTROLLBORING

Utføres med skjøtbare $\phi 45$ 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.



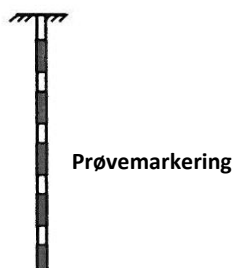
T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)

Kombinerer metodene dreietrykksondering og bergkontrollboring. Det benyttes $\phi 45$ mm skjøtbare borstenger og $\phi 57$ mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag benyttes dreietrykksmodus, og boret presses ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. 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.



○ MASKINELL NAVERBORING

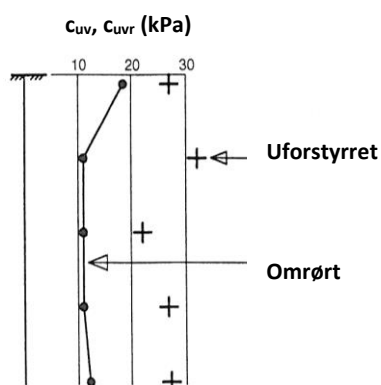
Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stighøyde (auger). Med borrhigg kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom spiralskivene. Det er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



○ PRØVETAKING (NGF MELDING 11)

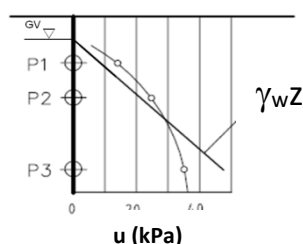
Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylindren kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde blir prøvesylindren presset ned mens innerstangen med stempelet holdes i ro. Det skjæres derved 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. Stempelprøvetaking gir vanligvis prøver i Kvalitetsklasse 1-2 for leire.



+ VINGEBORING (NGF MELDING 4)

Utføres ved at et vingekorset med dimensjoner $b \times h = 55 \times 110$ mm eller 65×130 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.



⊖ PORETRYKKSÅLING (NGF MELDING 6)

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 borchullet.

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

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

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

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

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

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

Benevnelse	Beskrivelse
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet.
• <i>Fibrig torv</i>	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke.
• <i>Delvis fibrig torv, mellomtorv</i>	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene.
• <i>Amorf torv, svarttorv</i>	Ingen synlig plantestruktur, svampig konsistens.
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 omvandlet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det øvre jordlaget.

SKJÆRFASTHET

Skjærfastheten uttrykkes ved jordens skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (effektivspenningsanalyse) eller c_u (c_{uA} , c_{uD} , c_{uP}) (totalspenningsanalyse).

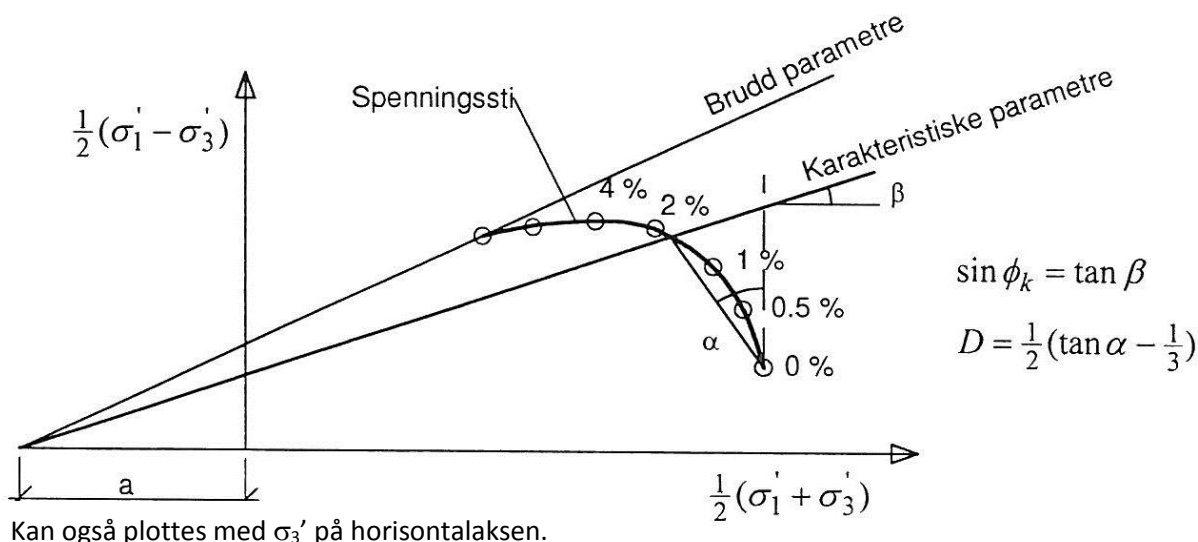
Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (kPa, kPa, °, (-))

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

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

Totalspenningsanalyse: Udrenert skjærfasthet, c_u (kPa)

Udrenert skjærfasthet bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen. Denne skjærfastheten representerer en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{u1}) (NS8016), konusforsøk (c_{uk} , c_{ukr}) (NS8015), udrenerte treaksialforsøk (c_{uA} , c_{uP}) og direkte skjærforsøk (c_{uD}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksøndering med poretrykksmåling (CPTU) (c_{ucptu}) eller vingebor (c_{uv} , c_{ur}).



SENSITIVITET S_t (-)

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

VANNINNHOOLD (w %) (NS 8013)

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 – FLYTEGRENSE (w_f %) OG PLASTISITETSGRENSE (w_p %) (NS 8002 & 8003)

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. Plastisiteten $I_p = w_f - w_p$ (%) 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).

DENSITETER (NS 8011 & 8012)

Densitet (ρ , g/cm ³)	Masse av prøve pr. volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del.
Korndensitet (ρ_s , g/cm ³)	Masse av fast stoff pr. volumenhet fast stoff
Tørr densitet (ρ_d , g/cm ³)	Masse av tørt stoff pr. volumenhet

TYNGDETETHETER

Tyngdetetthet (γ , kN/m ³)	Tyngde av prøve pr. volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der $g = 10 \text{ m/s}^2$)
Spesifikk tyngdetetthet (γ_s , kN/m ³)	Tyngde av fast stoff pr. volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)
Tørr tyngdetetthet (γ_d , kN/m ³)	Tyngde av tørt stoff pr. volumenhet ($\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$)

PORETALL OG PORØSITET (NS 8014)

Poretall e (-)	Volum av porer dividert med volum fast stoff ($e = n/(100-n)$) der n er porøsitet (%)
Porøsitet n (%)	Volum av porer i % av totalt volum av prøven

KORNFORDELINGSANALYSER (NS 8005)

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter $d > 0,063 \text{ mm}$. 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.

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER (NS 8017 & 8018)

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved setningsberegning og bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon og belastes vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last. Sammenhengende verdier for last og deformasjon (tøyning ϵ) registreres, og materialets deformasjonsmodul (stivhet) kan beregnes som $M = \Delta\sigma'/\Delta\epsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen σ' . Deformasjonsmodulen viser en systematisk oppførsel for ulike jordarter og spenningstilstander, og oppførselen kan hensiktsmessig beskrives med modulfunksjoner og inndeles i tre modeller:

Modell	Moduluttrykk	Jordart - spenningsområde
Konstant modul	$M = m_{oc}\sigma_a$	OC leire, $\sigma' < \sigma'_c$ (σ'_c = prekonsolideringsspenningen)
Lineært økende modul	$M = m(\sigma' \pm \sigma_r)$	Leire, fin silt, $\sigma' > \sigma'_c$
Parabolisk økende modul	$M = m\sqrt{\sigma'\sigma_a}$	Sand, grov silt, $\sigma' > \sigma'_c$

PERMEABILITET (k cm/sek eller m/år)

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.

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineral Kornene. 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_r 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}).

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).

HUMUSINNHOOLD

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