

<b>Rapport nr.:</b> 1	<b>Vår ref.:</b> 040.17S/IA	<b>Dato:</b> 26.06.2017	<b>Rev. nr.:</b>
<b>Til:</b>	Oppegård kommune		
<b>Oppdrag:</b>	Solbråtanveien 40/157 & 40/445		
<b>Emne:</b>	Geotekniske undersøkelser		
<b>Revisjon:</b>			
			<b>Sign.</b>
<b>Oppdragsgiver:</b>	Oppegård kommune		
<b>Utarbeidet av:</b>	Ismail Aricigil v/ ØRP	Siv. ing./M.Sc., geotekniker	IA
<b>Kontrollert av:</b>	Marco Wendt v/ ØRP	Siv. ing., Senior geotekniker	MW

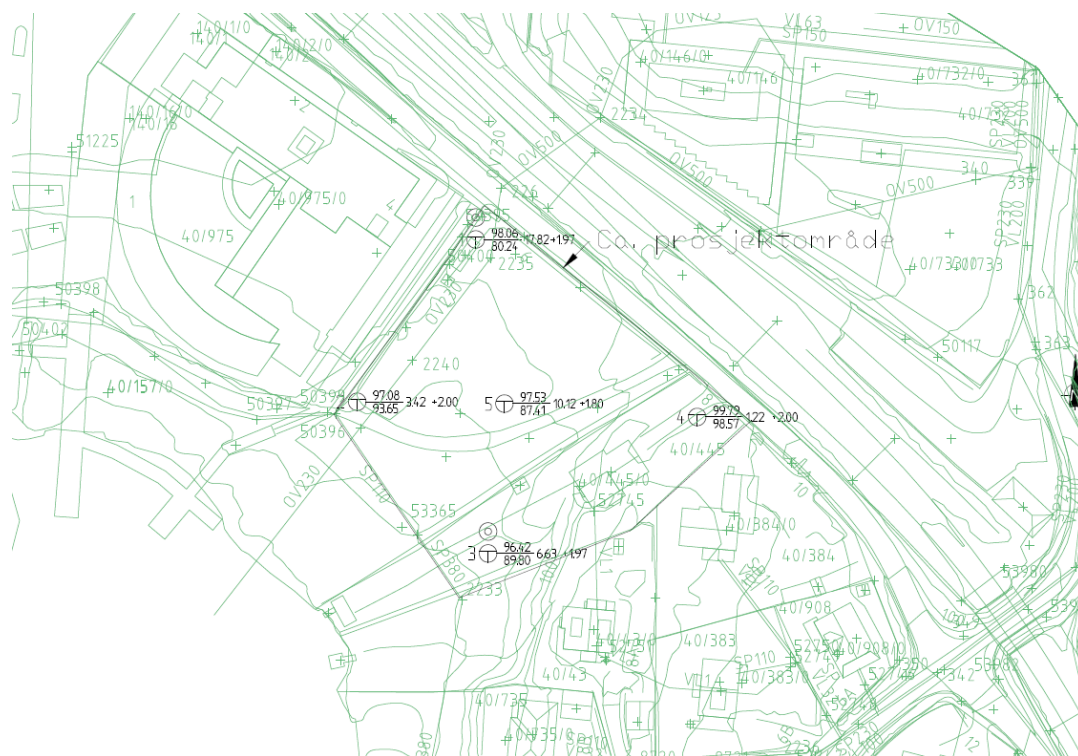


Fig. 1: Oversikt over reguleringsområdet

## Sammendrag:

I forbindelse med regulering av eiendommene 40/157 og 40/445 Oppegård kommune har det blitt utført geotekniske grunnundersøkelser.

Løsmassene i området er i hovedsak klassifisert som fyllmasser over havavsatt tynn leire. Utførte grunnundersøkelser viser hovedsakelig fyllmasser av leire med mye organisk innhold (stedvis matjord) over leire. Fjell ligger ca. 1- 18m under terreng. Det er sterk antydning til sprøbrudd-/kvikkleire i reguleringsområdet.

Foreliggende rapport beskriver grunnforhold med hensyn til reguleringsplaner, samt en vurdering av terreng- og områdestabilitet tilsvarende krav fra NVEs retningslinjer.

# Innholdsfortegnelse

1	Innledning/ orientering.....	3
2	Krav til utredning.....	4
3	Krav til sikkerhet.....	4
3.1	Generelt.....	4
3.2	Faregradklasse.....	4
3.3	Sikkerhetskrav.....	6
3.4	Kontroll.....	6
4	Topografi.....	6
5	Tidligere undersøkelser.....	6
6	Grunnundersøkelser.....	6
6.1	Omfang.....	6
6.2	Grunnforhold.....	7
6.3	Grunnvann.....	7
6.1	Seismisk grunntype.....	8
7	Jordparametere.....	8
7.1	Styrkeparametere.....	8
7.2	Setningsparametere.....	8
8	Stabilitetsforhold.....	8
8.1	Generelt.....	8
8.2	Lokalstabilitet.....	9
8.3	Områdestabilitet.....	9
8.4	Fyllinger og utgravinger.....	10
9	Fundamenteringsforhold.....	10
9.1	Generelt.....	10
9.2	Setninger.....	11
9.3	Bæreevne.....	11
10	Grunnforsterkning og grunnvannssenking i anleggsfasen.....	11
11	Konklusjon.....	12
12	Referanser.....	13
13	Oversikt tegninger og vedlegg.....	13

# 1 Innledning/ orientering

Etter oppdrag fra Oppegård kommune ved Joel Gregory Fernandes ble det den 6.juni 2017 utført grunnundersøkelser på eiendommene 40/157 og 40/445 i Oppegård kommune. Eiendommene tenkes regulert for boligblokk- og svømmehallbebyggelse, med nødvendig infrastruktur for vei og VA. Det tenkes utgraving i området for å få plass til evt. parkeringskjeller/svømmehall. Reguleringsområdet omfatter et areal på ca. 9 daa.

Undersøkelsene skulle gi grunnlag for vurdering av grunnforhold, og vurdering av terrengstabilitet og områdestabilitet i forhold til kravet fra NVEs retningslinjer «Flom- og skredfare i arealplaner», jfr. ref./5/.

NGUs kvartærgeologiske kart indikerer fyllmasser over havavsetninger. Reguleringsområdet (ca. +95-100 m.o.h.) ligger under marin grense som er på ca. 210 m.o.h. i Oppegård, og er relativt flat (slakere enn 1:15). Grunnen består hovedsakelig av fyllmasser av leire med mye organisk innhold (stedvis matjord) over stedlig leire. Fjell ligger ca. 1m- 18m under terreng. Løsmassemektigheten er tilsvarende ca. 1m-18m.

Nærmeste NVE registrerte kvikkleire sone (faregrad «Lav») er ca. 11-12km nord for reguleringsområdet. Det er sterk antydning til sprøbruddleire/kvikkleire i reguleringsområdet.

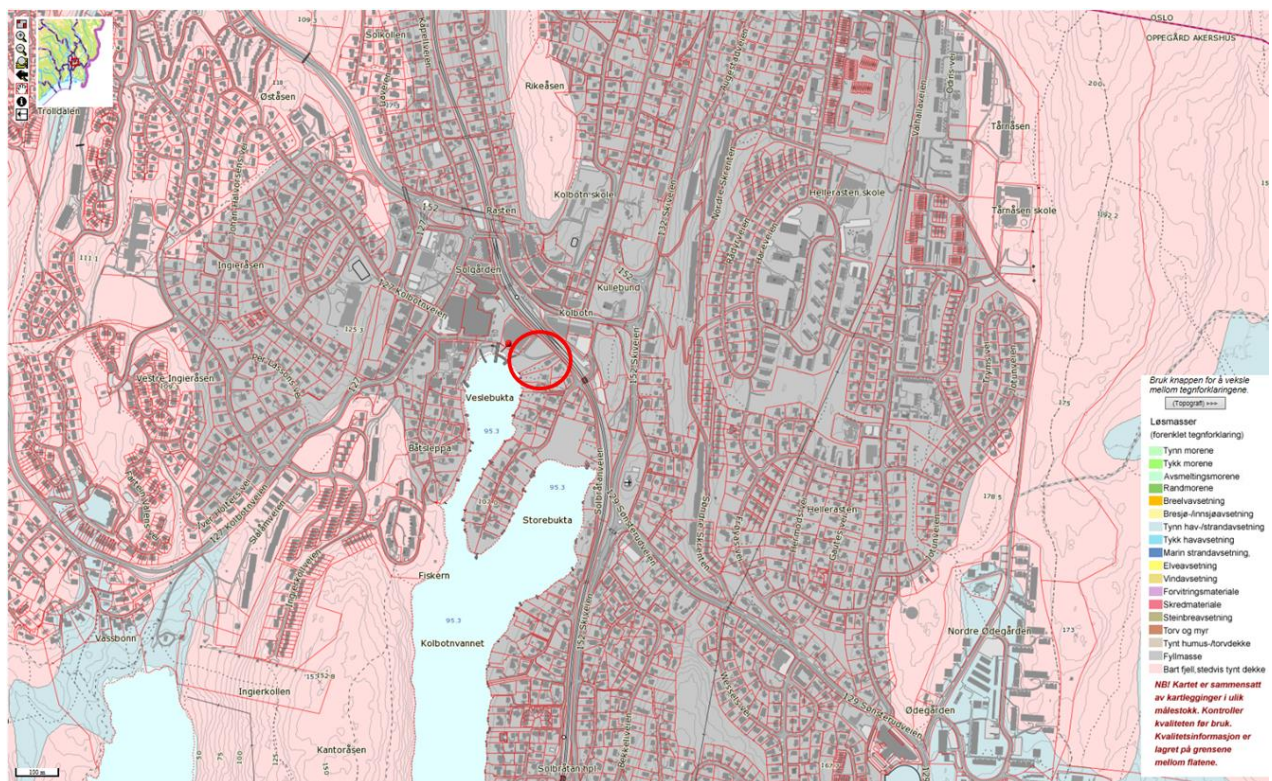


Fig. 2: Oversikt over løsmasseavsetninger på og rundt reguleringsområdet (kilde: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>)



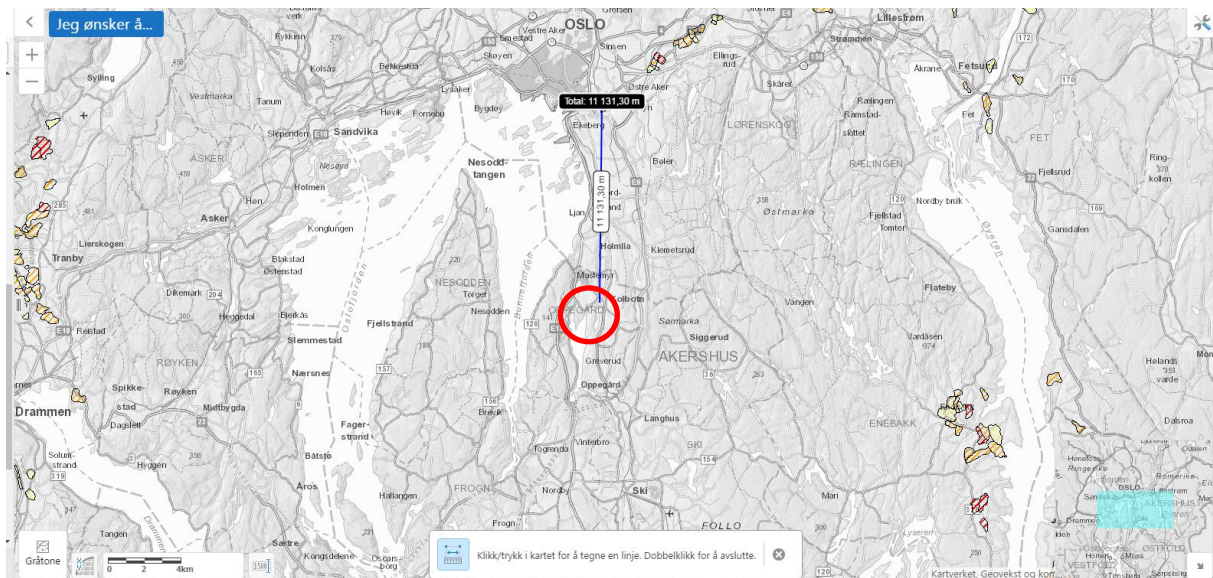


Fig. 3: Oversikt over kjente faresoner for kvikkleire rundt reguleringsområdet (kilde: <http://skredatlas.nve.no>).

## 2 Krav til utredning

For byggesaker må det tas hensyn til kravene i Plan- og bygningsloven (PBL) og byggeteknisk forskrift/byggesaksforskrift til loven (ref./3/ og /4/).

Oven nevnte lovverk viser til NVEs retningslinjer «Flaum- og skredfare i arealplaner» (ref. /5/). Her stilles det krav til geotekniske utredninger for planlegging og utbygging i områder under marin grense og ujevnt terreng (veileder til retningslinjene, ref. /6/).

**Det er indikert leire med sprøbruddegenskaper (sprøbrudd-/kvikkleire) i grunnen.** Utredningskrav ifølge ref. /5/ og /6/ må dermed hensyn tas. Foreliggende vurderinger av stabilitetsforhold er derfor basert på sikkerhetskonseptet fra ref./6/.

## 3 Krav til sikkerhet

### 3.1 Generelt

For reguleringsaker er det ikke fastsatt noe sikkerhetskrav eller kontrollkrav. I og med at reguleringen sikter til spesifikke formål ift. arealbruk vil en likevel kunne knytte sikkerhetskrav hva gjelder terrengstabilitet til kategorisering av tiltak iht. NVE's regelverk, jfr. ref./6/ og kap. 3.3.

### 3.2 Faregradklasse

Faregradsevalueringen av området, dvs. evaluering av skredsannsynlighet, utføres etter prosedyren i ref./6/, kap.4.5. Evalueringssystemet for kvikkleiresoner er vist i Fig.4. Poengene for hver faktor settes sammen av produktet av «vekt tall» og «score». Til slutt summeres poengene for hver faktor og en ender opp med en poengsum. Poengsummen bestemmer tildelingen av faregradsklassen som vist i Fig.6.



Faktorer	Vekt tall	Faregrad, score				
		3	2	1	0	
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15	
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	
Poretrykk	3	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk	
Overtrykk, kPa: Undertrykk, kPa:	-3	> - 50	-(20 – 50)	-(0 – 20)		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	
Inngrep:	3	forverring	Stor	Noe	Liten	Ingen
	-3	forbedring	Stor	Noe	Liten	
Sum		51	34	16	0	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %	

Fig.4: Evaluering av faregrad etter ref./6/

- Det er registrert to skredhendelser i området iht. Skredatlas fra NVE, score settes til «noe».
- Området med sprøbrudd-/kvikkleire er relativt flatt.
- Leiras overkonsolidering er ikke vurdert, settes konservativt til høyeste verdi.
- Poretrykket er ikke målt, men grunnvann antas i terreng (Veslebukta i umiddelbar nærhet), Det antas konservativt lav overtrykk
- Sprøbrud-/kvikkleiremektighet antas tykk (>H/2)
- Sensitivitet er ikke målt, antas høy
- Sjøen antas «lite» eroderende.
- Inngrep (evt. framtidig tiltak, med utgraving av parkeringskjeller og/eller svømmehall) antas å gi «stor» forverring av stabilitet.

Solbråtanveien, Opegård kommune			
Faktorer	Vekttall	Score	Poeng (vekttall x score)
Tidligere skredaktivitet	1	2	2
Skråningshøyde, meter	2	0	0
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	3	6
Poreover-/undertrykk	3/-3	1	3
Kvikkleiremektighet/Sprøbrudleiremekt.	2	3	6
Sensitivitet	1	3	3
Erosjon	3	1	3
Inngrep: forverring/forbedring	3/-3	3	9
<b>SUM</b>			<b>32</b>

Fig.5: Faregradsevaluering Solbråtanveien.

<b>Poengsum</b>	0 til 17	18 til 25	26 til 51
<b>Faregradklasse</b>	Lav	Middels	høy

Fig.6: Faregradklasser

Ifølge Fig.6 tilordnes **reguleringsområdet (konservativt) faregradsklasse «høy»** (dvs. høy sannsynlighet at et skred inntreffer).

Vurderingene ovenfor er vurdert til å være noe usikre og konservative. Supplerende grunnundersøkelser kan evt. nedgradere faregradssonen fra «høy» til «middels» eller «lav». For tiltak i tiltakskategori K4 vil krav til sikkerhet være det samme for både «middels» og «lav» faregradssone.

### 3.3 Sikkerhetskrav

Fremtidig tiltak vil ligge i **tiltakskategori K4**. Dermed vil krav om sikkerhet for områdestabilitet i reguleringsområdet ifm. utbygging være  $\geq 1.4$  eller prosentvis-forbedring iht. NVE veileder /6/.

Hvilke krav som skal anvendes (absolutt/prosentvis forbedring) ifm. en spesifikk stabilitetsutredning, er avhengig av om problemet kan betegnes som lokalstabilitet eller områdestabilitet. En nærmere beskrivelse av dette er gitt i avsnittet som omhandler stabilitetsforhold. Bruk av absolutt krav på minst 1.4 på alle problemstillinger vil være konservativt, men medfører ofte store terrenginngrep og kostnader.

### 3.4 Kontroll

Det er utført kollegakontroll/internkontroll av utført arbeid. NVE krever uavhengig kontroll av foreliggende rapport.

## 4 Topografi

Reguleringsområdet ligger på kote ca. 95-10 m.o.h. Terrenget er ansett som flatt (slakere enn 1:15), men heller svakt mot sørvest. Området ligger under tidligere marin grense (ca. 210 m.o.h). Veslebukta (innsjø) er lokalisert på vestsiden av reguleringsområdet

## 5 Tidligere undersøkelser

Evt. tidligere utførte grunnundersøkelser er for ØPR ukjent. Disse ligger evt. i kommunale/statlige arkiver.

## 6 Grunnundersøkelser

### 6.1 Omfang

De utførte grunnundersøkelsene omfatter 5 stk. totalsonderinger inkl. 2m boring i berg per sondering, og 2 stk. prøveserier. Totalt ble det tatt opp 10 stk. forstyrrede poseprøver. Prøvene ble analysert på laboratorium. Borpunktene ble målt inn med GPS.

Av økonomiske grunner ønsket oppdragsgiver ikke å ta opp dype prøver eller sylindrerprøver fra grunnen. Sensitiviteten til leira kunne derav ikke måles, samt at prøver fra dypere liggende lag ikke ble analysert. Både resultatene fra omrørte konus forsøk, og sonderingsdata indikerer sterkt at det er sprøbrudd-/kvikkleire i grunnen. NVE skiller ikke på sprøbrudd- og kvikkleire iht. /6/.

De foreliggende opplysningene om grunnforhold anses som akseptabel grunnlag for en innledende vurdering av grunn- og stabilitetsforholdene.

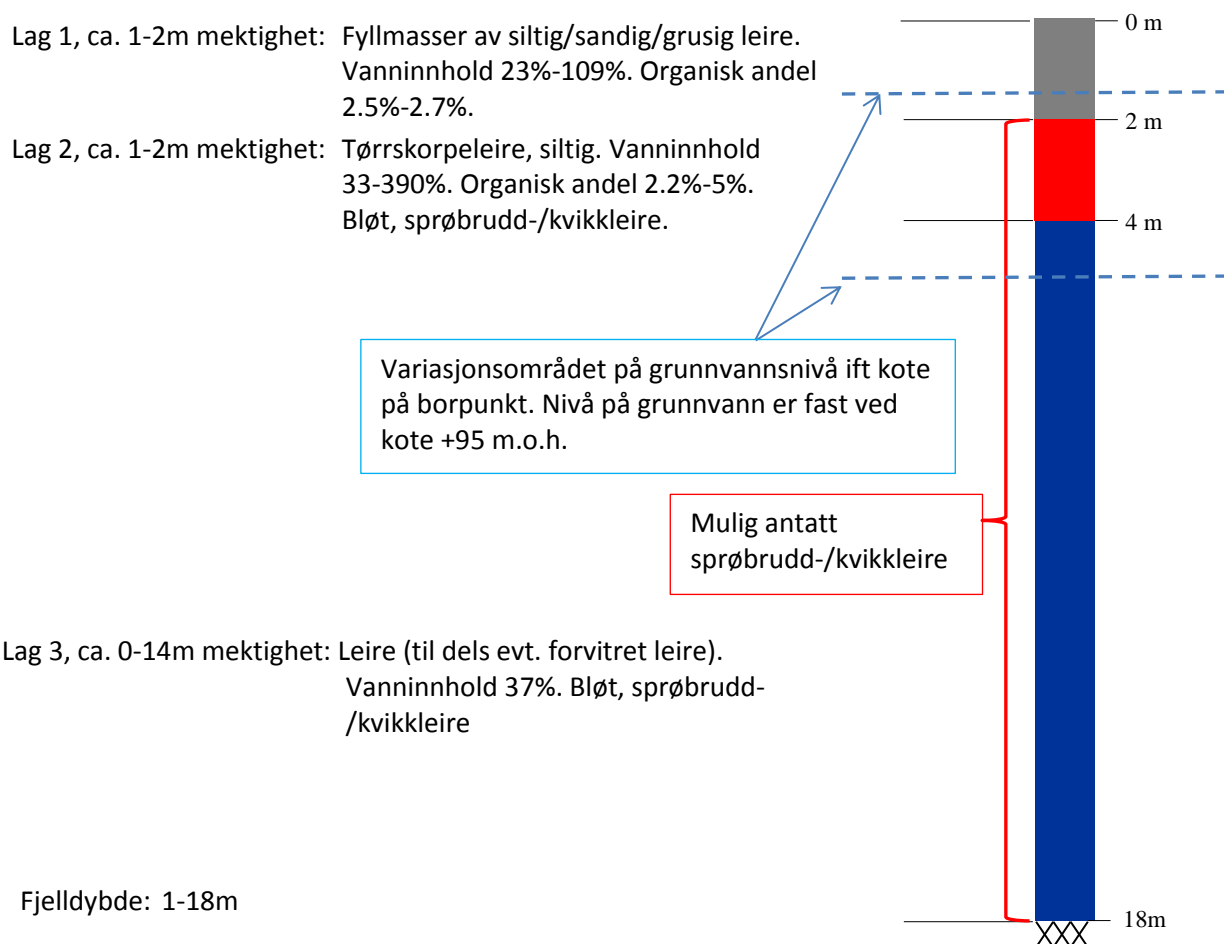
## 6.2 Grunnforhold

Grunnforhold ble tolket vha. feltdata og laboratorieundersøkelser. Følgende lag i grunnen ble tolket:

Lagdeling, mektigheter	Bp1 Kote +98	Bp2 Kote +97	Bp3 Kote +96.5	Bp4 Kote +100	Bp5 Kote +97.5
1-Fyllmasse	2m	1m	1-2m	1m	1-2m
2-Tørrskorpeleire	2m	1m	1m	-	2m
3-Leire/evt. til dels forvitret leire	14m	1.5m	4-5m	-	6-7m
Fjelldybde	18m	3.5m	7m	1m	10m
Antatt sprøbrudd-/kvikkleire	8-18m	2-3.5m	2-7m	-	2.5-10m

Fig.7: Lagdeling ved de ulike borpunktene. Mektigheten til lagene er ikke eksakt og kan avvike +/- 1 til 3m.

En grafisk framstilling av lagdelingen er gitt under:



## 6.3 Grunnvann

Grunnvannsnivå er variabelt. De høyeste nivåene oppstår vanligvis i perioder rundt vårløsning/snøsmelting og etter lange perioder med regn om våren/høsten.



Grunnvannet antas å ligge på samme nivå som innsjøen, altså ved kote +95 m.o.h. Dette tilsvarer ca. 1.5m-5m under terreng.

## 6.1 Seismisk grunntype

Grunntype vil variere fra type A til S2. Det bør utføres supplerende grunnundersøkelser for å konkretisere grunntype og inndelingen av reguleringsområdet i grunntyper. Det er konservativt å bruke grunntype S2 for hele området. Dimensjonering av konstruksjonen med seismiske laster basert på grunntype S2 kan være kostbart

## 7 Jordparametere

### 7.1 Styrkeparametere

Det har ikke blitt tolket styrkeparameter.

### 7.2 Setningsparametere

Det har ikke blitt tolket setningsparameter.

## 8 Stabilitetsforhold

### 8.1 Generelt

Reguleringsområdet (terrenget over vann) har en helning på ca. 1:15 (flat terreng), og det vil således normalt ikke være krav til å utføre stabilitetsberegninger for å vurdere områdestabilitet iht NVE /6/. Reguleringsområdet tilgrenser Veslebukta/Kolbotnvannet. Fra dybdekartet som er fremskaffet av Oppegård kommune den 23.06.2017, ser en at sjøbunnen blir 5m dypere på de første ca. 12 meterne fra strandsonen (helning ca. 1:2.4), for deretter å bli enda 5m dypere på de neste 36 meterne (helning ca. 1:7.2). Fra strandsonen og ned til dypeste punktet i bukta er det derav 10 meter i dybde/høydeforskjell på en lengde ca. 50m, noe som gir en gjennomsnittlig helning på 1:5. Foreliggende grunnundersøkelser gir ikke tilstrekkelig grunnlag for å kunne utføre stabilitetsberegninger av terrenget. Det må derfor utføres supplerende grunnundersøkelser for å få oversikt over fjelldybder, lagdeling, type løsmasser og fastheten i jorda.



Skredtype	Vurdering
Bakoverrettet skalkeskred (retrogressivt skred), eller bakoverrettet flakskred, med reg.området som løsneområde	Eneste skredhendelser fra skråninger i nærområdet (15H, H=skråningshøyde) som kan nå tilbake til reguleringsområdet ved retrogresjon er for skråninger under vannoverflaten ved Veslebukta. Stabilitetsforholdene ved den undersjøiske skråningen må utredes. Dette krever grunnboring fra sjø.
Fremoverrettet flakskred eller rotasjonsskred (progressivt skred) med reg. området som løsneområde	Evt. fremoverrettet flakskred eller rotasjonsskred, vil avhengig av tiltakets omfang, enten behandles som lokal- eller områdestabilitet.
Skredmasser fra et skredutløp. Reguleringsområdet blir et utløpsområde.	Det er en krevende og omfattende sak å bestemme om reguleringsområdet kan nås av evt. skredmasser. Et skred kan ha et skredutløp på 45H (H er skråningshøyden). Det er ingen umiddelbar sannsynlig risiko for å bli tatt av skredmasser pga. lite mektige løsmasser (iht. NGU) og relativt flat og åpen terreng ovenfor reguleringsområdet.

Fig. 9: Mulige typer av områdeskred iht. avsnitt 3.2 i /6/.

Dersom det pågår aktiv erosjon ved sjøkanten, og sprøbrudd-/kvikkleirelaget er «nært» nok sjøen, må sjøkanten erosjonssikres. Hva som er «nært» nok må vurderes ut i fra supplerende grunnundersøkelser, mulige skredtyper og sekundær skred som følge av at det evt. har gått et skred. Grad av erosjon kan vurderes nærmere av en hydrogeolog.

**Vurdering av områdestabilitet i reguleringsområdet krever videre utredninger (grunnundersøkelser).**

## 8.4 Fyllinger og utgravinger

Fyllinger og utgravinger må detaljprosjekteres av geotekniker. Mindre terrenginngrep må følge retningslinjene fra /13/ (vedlegg 3).

## 9 Fundamenteringsforhold

### 9.1 Generelt

Laboratorieundersøkelser fra borpunkt 3 viser organiske materialer/trerester ved 0.5meters dybde (evt. ned til 1-1.5m). Utførte glødetapsforsøk for å sjekke organisk andel i løsmassene mellom 1.5m og 2.5m, viser organisk andel innenfor terskelverdier på 2-2.5%. Andel av organisk materiale i dypere liggende fyllmasser har ikke blitt undersøkt. Laboratorieundersøkelsene fra borpunkt 1 viser at organisk andel langt over terskelverdiene nevnt ovenfor. Ved 2.5 meters dybde er den organiske andelen 5%. I tillegg er det påvist matjord ved 4.5 meters dybde, som da kan ha vesentlig høyere andel av organiske materialer.

Innledende grunnundersøkelser viser at grunnen i området består av fyllmasser, stedvis ren matjord, og generelt for høy andel av organisk materiale. For løsmasser under grunnvann vil ikke høy andel av organisk andel være kritisk da nedbrytningsprosessen er meget langvarig (>>konstruksjoner levetid). Organisk materiale i løsmasser over grunnvannsstanden vil med tiden kunne råtne og gi



uforutsigbare setninger/skjevsetninger. Nivå på grunnvann kan variere både på kort sikt (sesong variasjoner) og lenger sikt. Ved lange «tørkeperioder» vil grunnvannsstanden kunne synke ytterligere, og dette vil dermed kunne aktivere nedbrytningsprosessen som til da har vært forhindret av høyere liggende grunnvann.

**Fundamenteringsgrunnen er uegnet for direkte/grunn fundamentering. Grunnen bør i så fall masseutskiftes (stedvis ned til minst 4.5m). Det anbefales supplerende grunnundersøkelser for å konkretisere områder og dybder som må masseutskiftes. Det er også et alternativ å pele byggene ned til fjell i dette området.**

Det bør legges drenasje rundt bygningene dersom det skal bygges uten kjeller. Drenasjeledning tilkobles lokalt overvannssystem. Fundamentene må stå på et minst 10cm tykt lag av kapillarbrytende masser. Dersom det skal bygges med kjeller bør det bygges med vanntett betong.

Grunnen består av meget telefarlige masser (telegruppe T4) i relevant fundamenteringsdybde. Dette må tas hensyn til ved prosjektering av nødvendig frost-/markisolasjon av grunnmur.

## 9.2 Setninger

Det er en rekke forhold som påvirker setningsegenskapene til grunnen i reguleringsområdet:

- Organisk andel over terskelverdier
- Til dels ekstremt høy vanninnhold (390%) i massene
- Varierende fjelldybde/løsmassemektighet
- Inhomogene løsmasser
- Mektige leirelag (gir langvarige setningsforløp)

Ved masseutskifting og riktig detaljprosjektering av direkte/grunne fundamenter kan skjevsetningsrisiko være innenfor toleransekravene til norsk standard /1/. Det må uansett regnes med en del (ufarlige) setninger da grunnen er bløt. Rør/kabler/ledninger må tåle setningsforkjellene som vil oppstå i reguleringsområdet. Ved peling av byggene ned til fjell vil setningsproblematikken utebli.

**ØRP kan detaljprosjekttere fundamenteringsløsningen ved fremtidig tiltak.**

## 9.3 Bæreevne

Grunnens bæreevne for et fundamenteringsnivå på 0.50m under terreng og 0.25m fundamentbredde ble beregnet til ca. 130kPa. For fundamentbredde på 0.50m øker bæreevnen til 150kPa ved samme fundamenteringsnivå. Grunnvannsnivå for bæreevneberegning antas under fundamentet. Det ble derved kun tatt hensyn til vertikale fundamentlaster og kun statiske laster, samt flatt terreng i bæreevneberegningene.

ØRP kan detaljprosjekttere fundamenteringsløsningen ved fremtidig tiltak, slik at grunnens bæreevne ikke overskrides.

## 10 Grunnforsterkning og grunnvannssenking i anleggsfasen

Bløt leire og/eller sprøbrudd-/kvikkleire byr på utfordringer ved etablering av byggegrop for evt. parkeringskjeller/svømmehall. I tillegg blir evt. sprøbrudd-/kvikkleire flytende ved omrøring og lar seg vanskelig fjerne. Det må derfor påregnes kalk-sement stabilisering av deler reguleringsområdet. Det

vil være nødvendig å ta opp jordprøver fra grunnen for å finne riktig blandingsforhold av kalk og sement i leira. Sikring av byggegrop må dokumenteres til å tilfredsstille sikkerhetskravene.

**ØRP kan tilby en utredning for hvordan terrenget og byggegropa kan sikres på rimeligste måte ved å vurdere alternative løsninger.**

Etablering av en byggegrop til nivå under grunnvannstanden vil kunne føre til grunnvannssenkning, og derav setninger/skjevsetninger i området (eksisterende bygginger og infrastruktur). **Det bør utføres nærmere vurderinger ift. avbøtende tiltak mot grunnvannssenkning.** En mulighet er å installere flere piezometere og infiltrasjonsbrønner, og overvåke grunnvannsnivået både før, under og etter anleggsfasen.

## 11 Konklusjon

Det er indikert sprøbrudd-/kvikkleire i grunnen.

Innledende grunnundersøkelser viser at **grunnen er uegnet til direkte/grunn fundamentering. Grunnen må masseutskiftes (stedvis minst 4.5m) ved direkte/grunn fundamentering. Alternativt må byggene peles.**

Vurdering av lokalstabilitet i reguleringsområdet krever videre utredninger (grunnundersøkelser), og må vurderes på grunnlag av konkrete utbyggingsplaner. Lokalstabilitet under anleggsfasen må verifiseres før byggestart. Det **kan komme krav til erosjonssikring av sjøkanten** dersom det bl.a. pågår aktiv erosjon, se avsnitt 8.3.

Det kan være behov for og **kalk-sement forsterke grunnen før evt. utgraving, samt etablere avbøttingsplaner for evt. grunnvannssenkning i området.**

ØRP kan bistå med videre utredninger.

Sign.

**Ismail Aricigil**

*Senior Siv.ing. / M.Sc.*

Geoteknisk rådgiver

## 12 Referanser

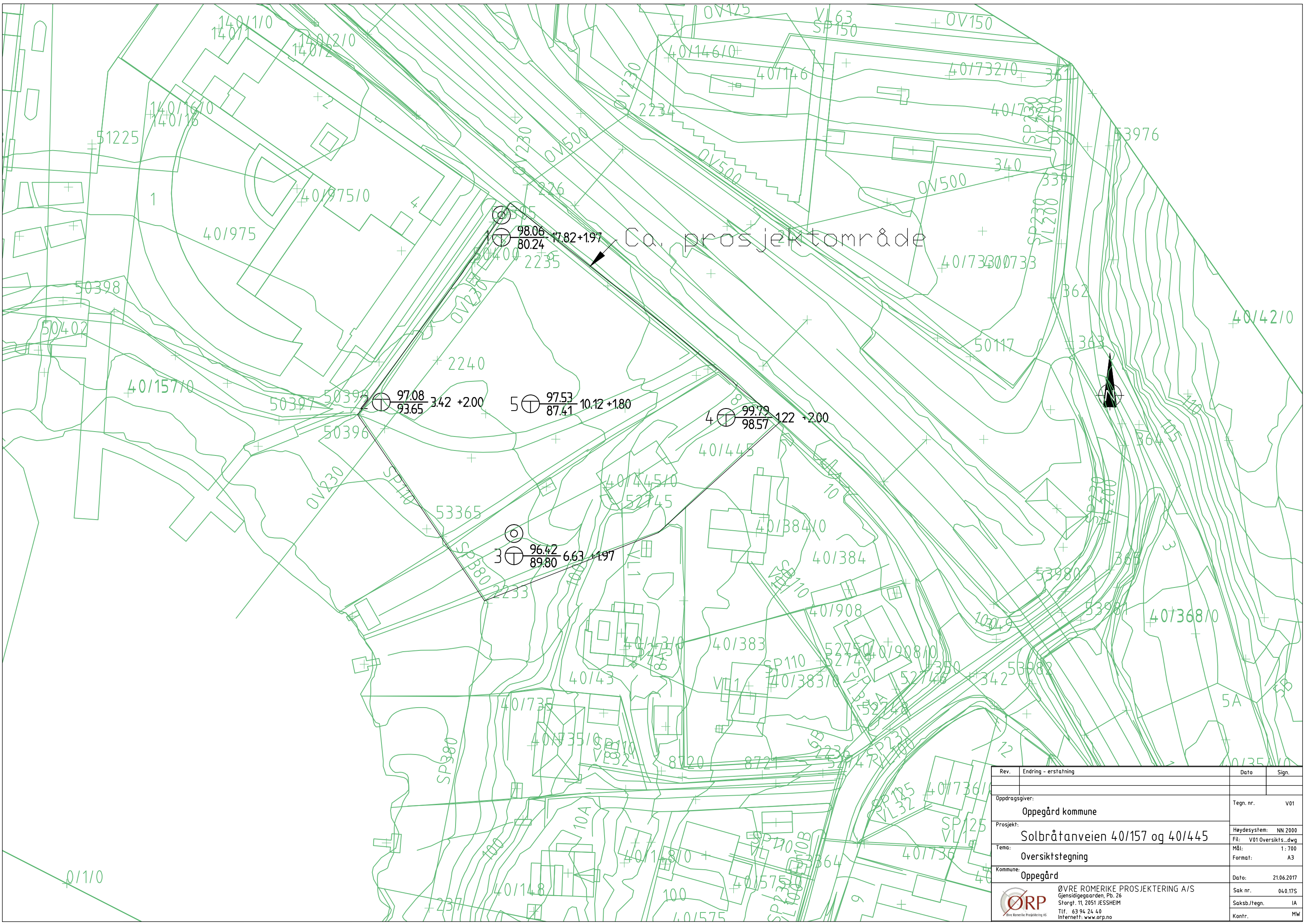
- /1/ Norsk-/ Europeisk Standard, NS-EN 1997-1:2004+NA:2008: «Geoteknisk prosjektering – Del1: Allmenne regler», 2008.
- /2/ Norsk-/ Europeisk Standard, NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016: «Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner», 2016.
- /3/ Direktoratet for byggkvalitet, Byggteknisk forskrift: SAK 10, 2016.
- /4/ Direktoratet for byggkvalitet, Byggesaksforskriften: TEK 10, 2016.
- /5/ NVE, retningslinjer: Flom- og skredfare i arealplaner, 2011.
- /6/ NVE, veileder: «Sikkerhet mot kvikkleireskred - Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper», 2014.
- /7/ Statens vegvesen, Veiledning: Håndbok V220 «Geoteknikk i vegbygging», 2010.
- /8/ Vianova GeoSuite AB 2014, Geoteknisk programpakke: Novapoint GoeSuite Toolbox 15.1.2.0.
- /9/ NGI, K. Karlsruh & F.G. Hernandez-Martinez, «Strength and deformation properties of Norwegian clays from laboratory test on high-quality block samples, 2013
- /10/ NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014, Eurokode 8: «Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger»
- /11/ NS-EN 1998-5:2004+NA:2014, Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 5: Fundamenter, støttekonstruksjoner og geotekniske forhold, 2014
- /12/ Norsk Geoteknisk Forening, NGF, Melding nr 5 «Veiledning for utførelse av trykksondering», Rev nr 3, 2010
- /13/ Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner, NGI/NVE
- /14/ NIFS Rapport 8-2016, Grense mellom lokal- og områdestabilitet
- /15/ NIFS Rapport 14-2016, Metode for vurdering av løсне- og utløpsområder for områdeskred

## 13 Oversikt tegninger og vedlegg

- Tegning V01: Oversiktstegning av grunnundersøkelser
- Tegning V02a: Grunnundersøkelser bp 1
- Tegning V02b: Grunnundersøkelser bp 2
- Tegning V02c: Grunnundersøkelser bp 3
- Tegning V02d: Grunnundersøkelser bp 4
- Tegning V02e: Grunnundersøkelser bp 5

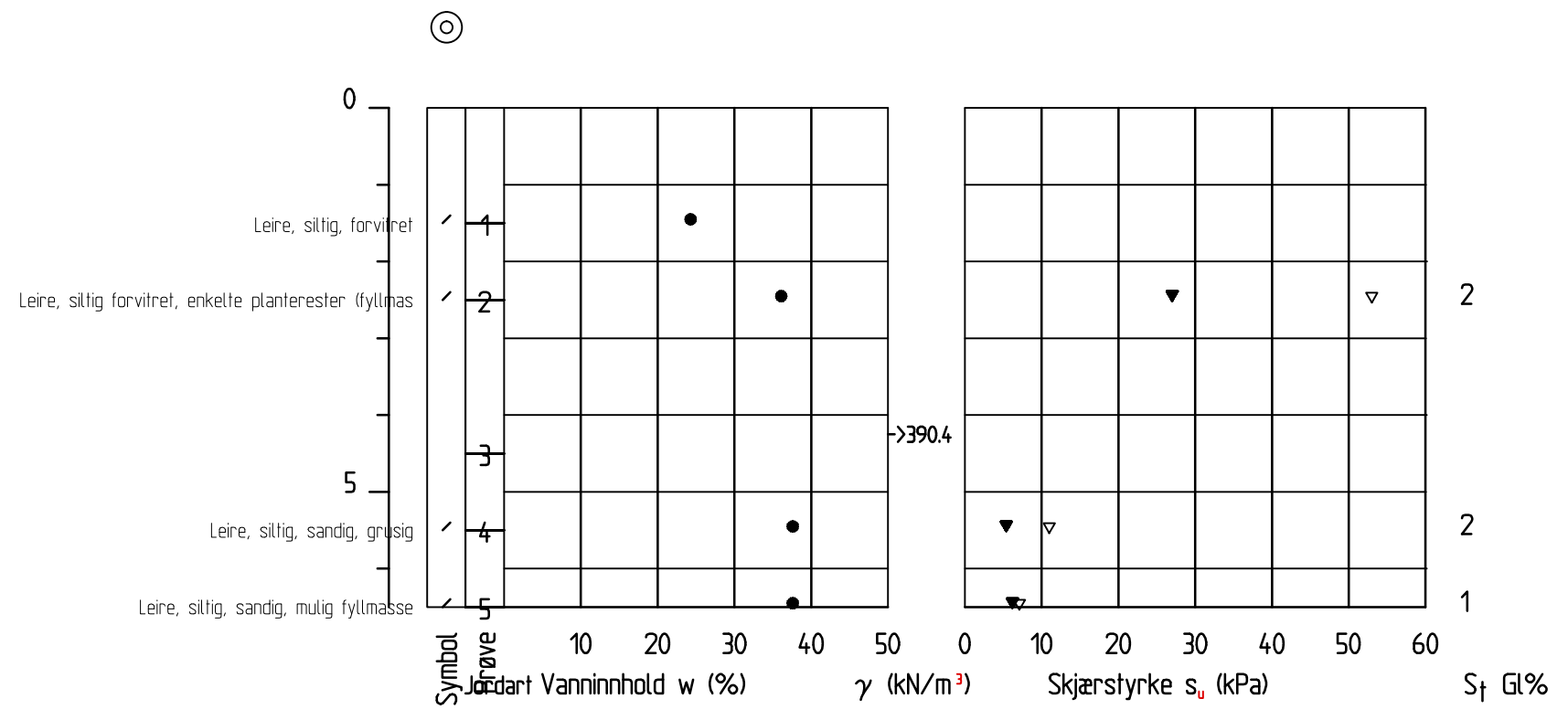
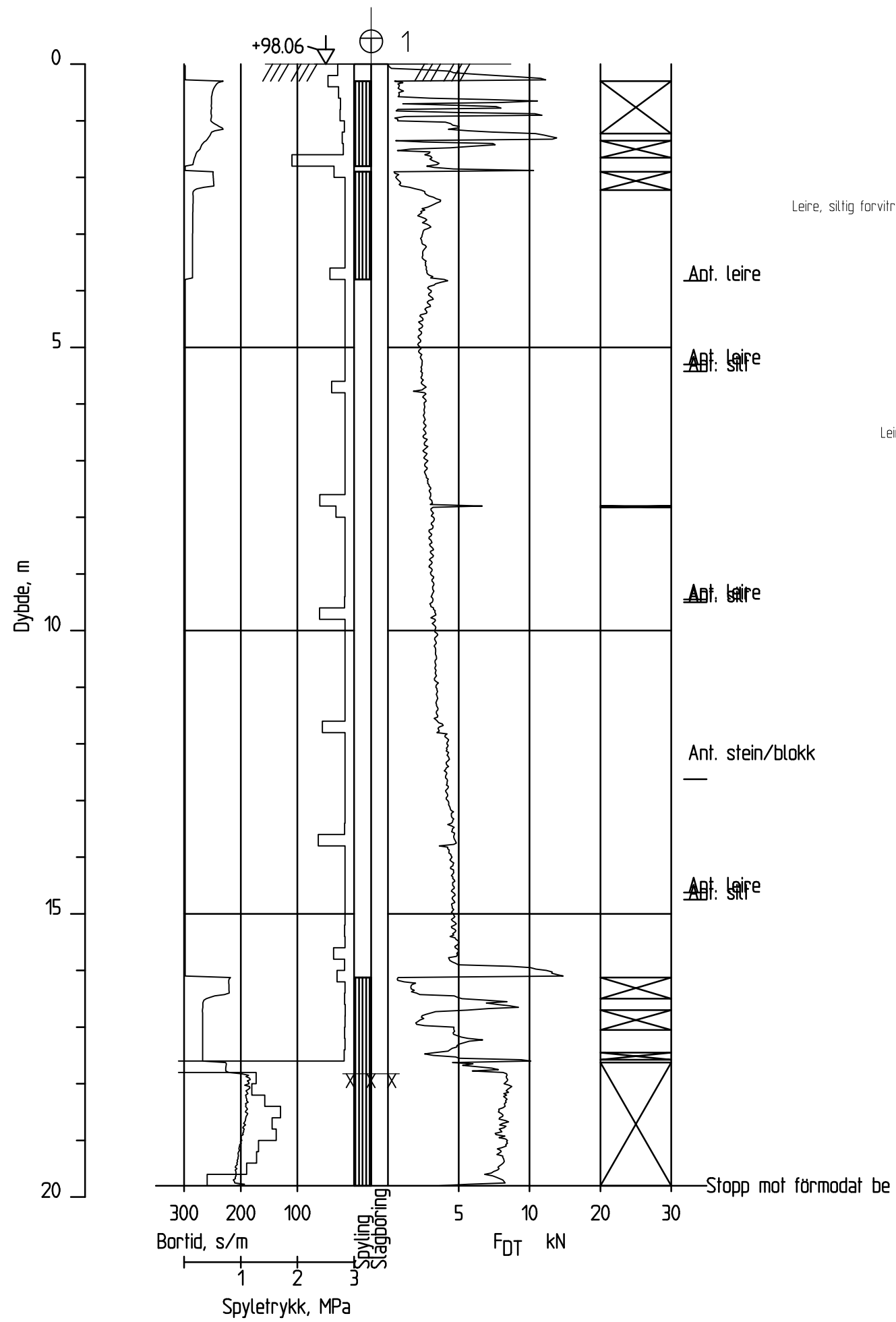
- Vedlegg 1: Koordinatliste feltundersøkelser
- Vedlegg 2: Laboratorieundersøkelser
- Vedlegg 3: Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner, NGI/NVE
- Vedlegg 4: Tegnforklaring




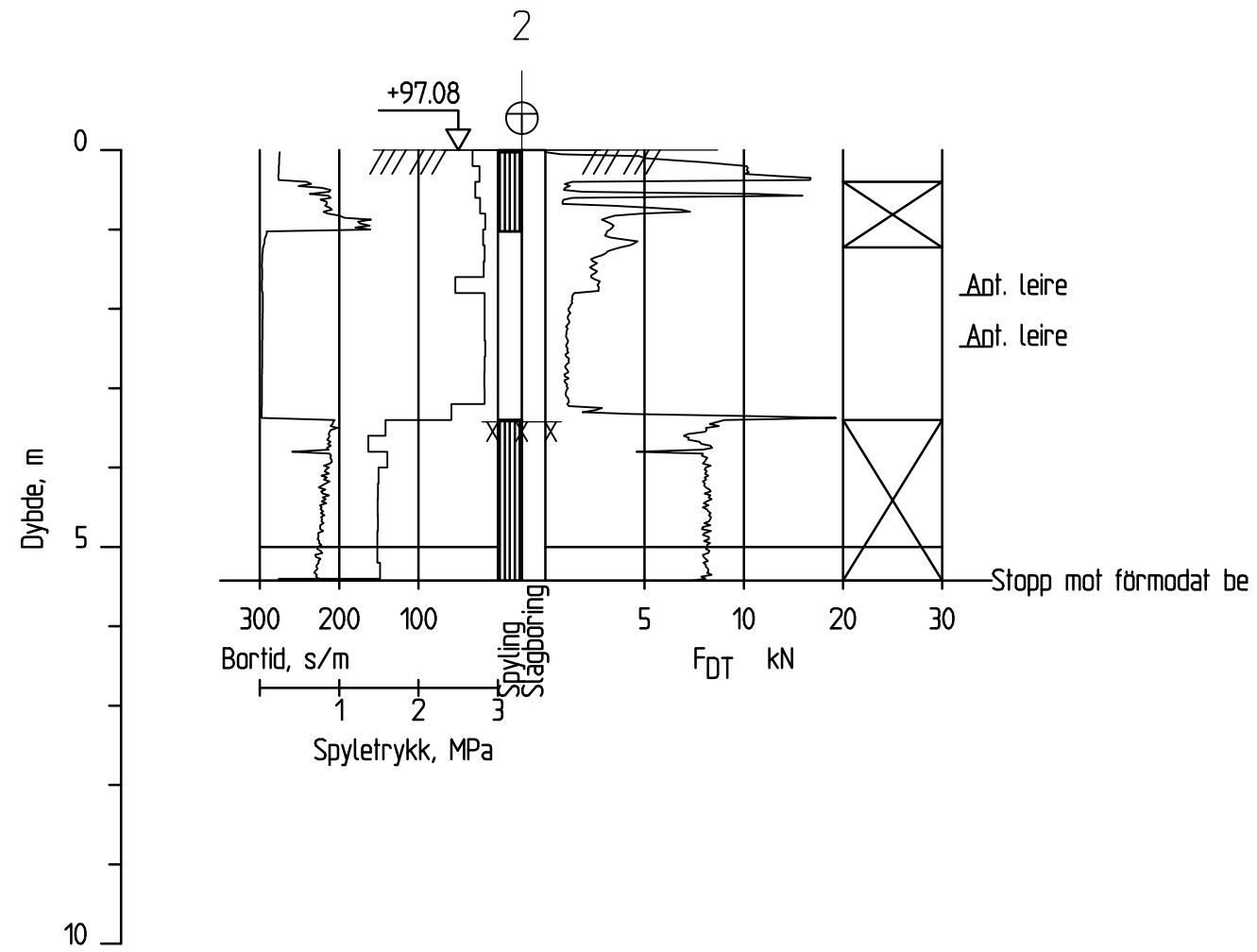



Rev.	Endring - erstatning	Dato	Sign.
Oppdragsgiver:	Oppegård kommune	Tegn. nr.	V01
Prosjekt:	Solbråtanveien 40/157 og 40/445	Høydesystem:	NN 2000
Tema:	Oversiktstegning	Fil:	V01 Oversikts...dwg
Kommune:	Oppegård	Mål:	1:700
		Format:	A3
		Dato:	21.06.2017
		Sak nr.	040.17S
		Saksb./tegn.	IA
		Kontr.	MW

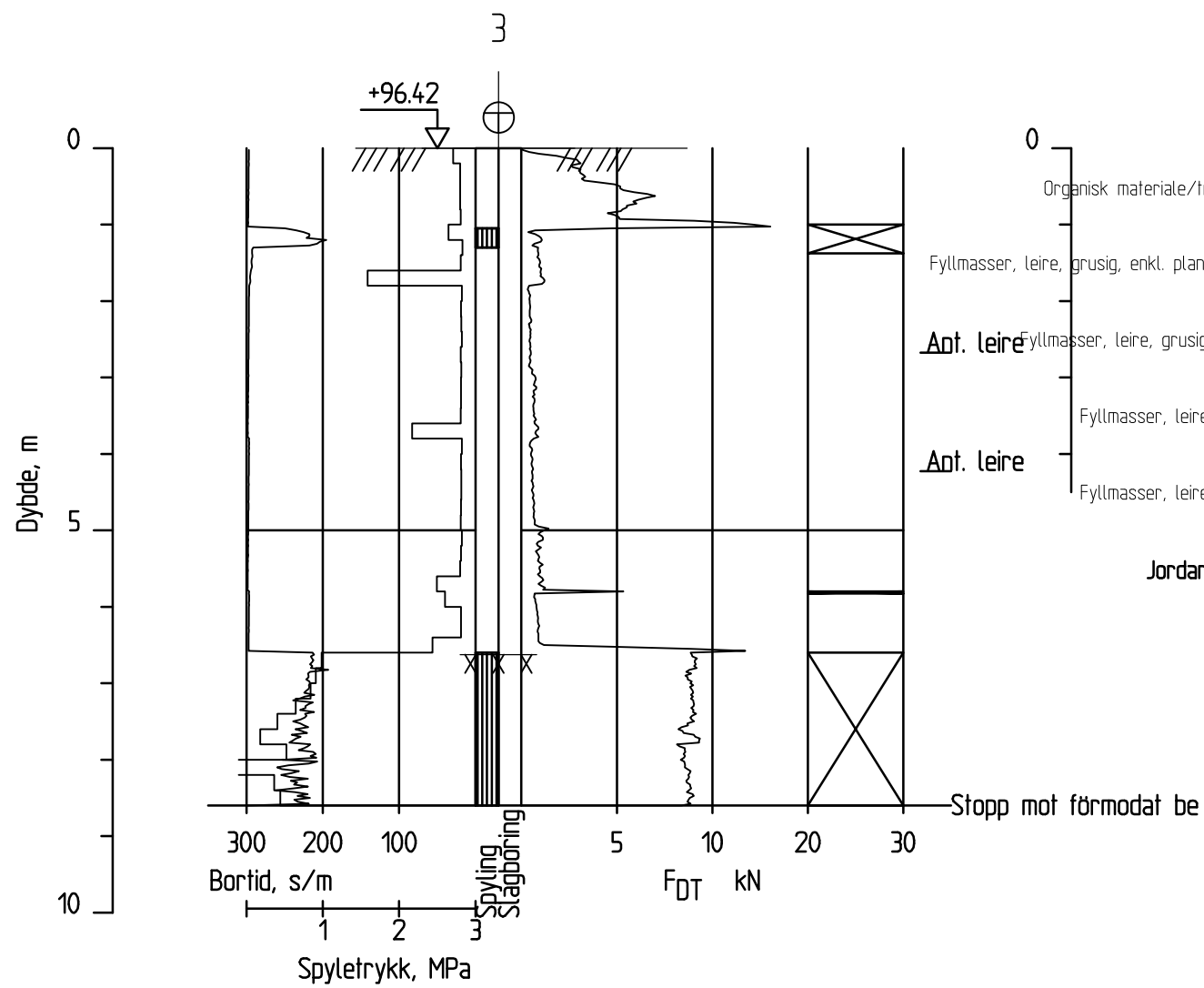
**ØRP**  
 ØVRE ROMERIKE PROSJEKTERING A/S  
 Gjensidigeveien, Pb. 26  
 Storgt. 11, 2051 JESSEIM  
 Tlf. 63 94 24 40  
 Internet: www.orp.no



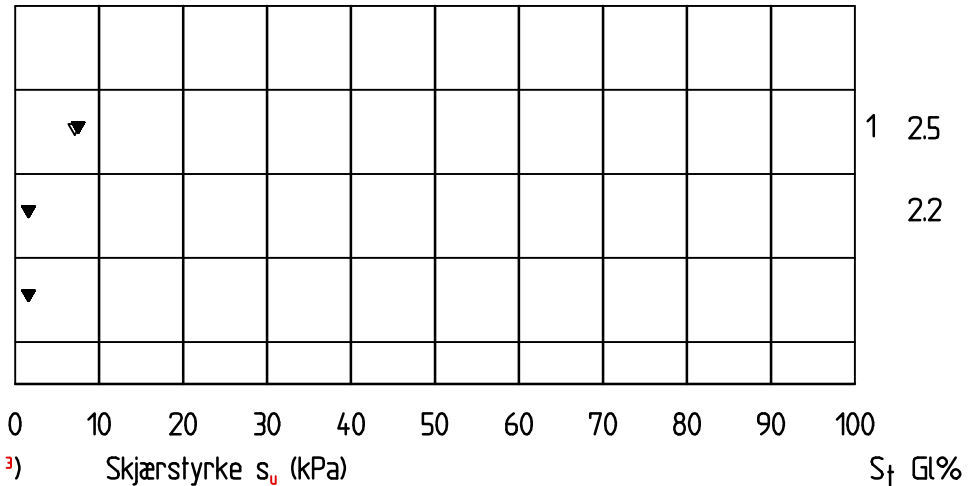
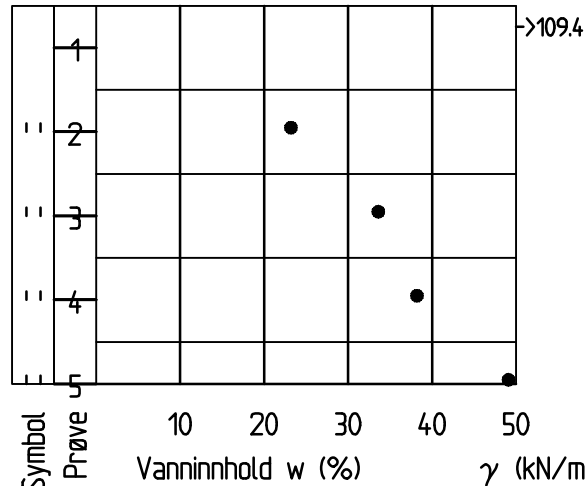
Rev.	Endring - erstatning	Dato	Sign.
Oppdragsgiver: Oppegård kommune		Tegn. nr.	V02a
Prosjekt: Solbråtanveien 40/157 og 40/445		Høydesystem:	NN 2000
Tema: Grunnundersøkelser bp 1		Format:	A3
Kommune: Oppegård		Date:	21.06.2017
 ØVRE ROMERIKE PROSJEKTERING A/S Gjensidigeveien, Pb. 26 Storgt. 11, 2051 JESSHEIM Tlf. 63 94 24 40 Internett: www.orp.no		Sak nr.	040.17S
		Saksb./tegn.	IA
		Konfr.	MW




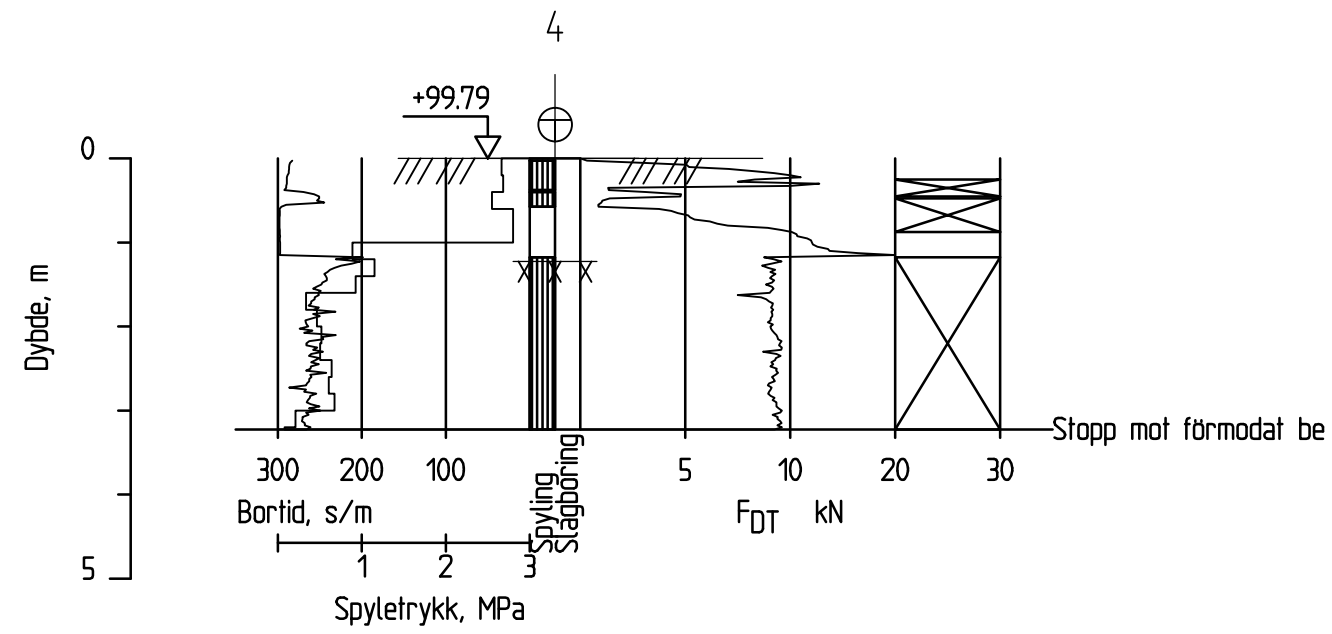
Rev.	Endring - erstatning	Dato	Sign.
Oppdragsgiver: <b>Oppegård kommune</b>		Tegn. nr.	V02b
Prosjekt: <b>Solbråtanveien 40/157 og 40/445</b>		Høydesystem:	NN 2000
Tema: <b>Grunnundersøkelser bp 2</b>		Format:	A3
Kommune: <b>Oppegård</b>		Date:	21.06.2017
 <b>ØVRE ROMERIKE PROSJEKTERING A/S</b> Gjensidigeveien, Pb. 26 Storgt. 11, 2051 JESSHEIM Tlf. 63 94 24 40 Internett: www.orp.no		Sak nr.	040.17S
		Saksb./tegn.	IA
		Konfr.	MW




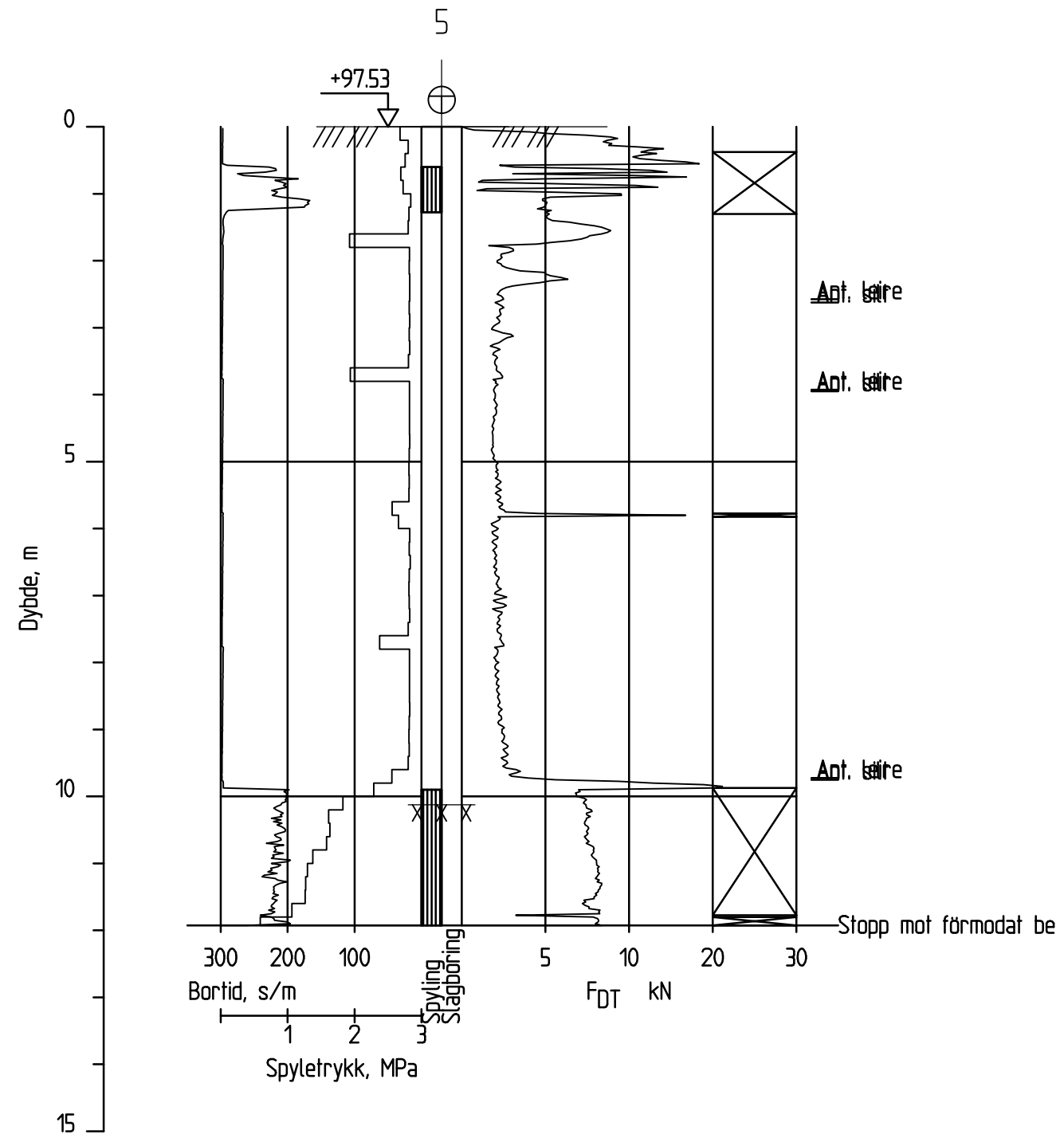
0  
Organisk materiale/trerester  
Fyllmasser, leire, grusig, enkl. planterester  
Ant. leire  
Fyllmasser, leire, grusig, sandig  
Ant. leire  
Fyllmasser, leire, grusig  
Fyllmasser, leire, grusig  
Jordart




Rev.	Endring - erstatning	Dato	Sign.
Oppdragsgiver: <b>Oppegård kommune</b>		Tegn. nr.	V02c
Prosjekt: <b>Solbråtanveien 40/157 og 40/445</b>		Høydesystem:	NN 2000
Tema: <b>Grunnundersøkelser bp 3</b>		Format:	A3
Kommune: <b>Oppegård</b>		Date:	21.06.2017
 ØVRE ROMERIKE PROSJEKTERING A/S Gjensidigeveien, Pb. 26 Storgt. 11, 2051 JESSHEIM Tlf. 63 94 24 40 Internett: www.orp.no		Sak nr.	040.17S
		Saksb./tegn.	IA
		Kontr.	MW



Rev.	Endring - erstatning	Dato	Sign.
Oppdragsgiver: <b>Oppegård kommune</b>		Tegn. nr.	V02d
Prosjekt: <b>Solbråtanveien 40/157 og 40/445</b>		Høydesystem:	NN 2000
Tema: <b>Grunnundersøkelser bp 4</b>		Format:	A3
Kommune: <b>Oppegård</b>		Date:	21.06.2017
 <b>ØVRE ROMERIKE PROSJEKTERING A/S</b> Gjensidigeveien, Pb. 26 Storgt. 11, 2051 JESSHEIM Tlf. 63 94 24 40 Internett: www.orp.no		Sak nr.	040.17S
		Saksb./tegn.	IA
		Konfr.	MW



Rev.	Endring - erstatning	Dato	Sign.
Oppdragsgiver:		Tegn. nr.	V02e
Oppegård kommune		Høydesystem:	NN 2000
Prosjekt:		Fil:	V02e Grunnunder...dwg
Solbråtanveien 40/157 og 40/445		Mål:	1:90
Tema:		Format:	A3
Grunnundersøkelser bp 5		Kommune:	
Oppegård		Dato:	21.06.2017
 ØVRE ROMERIKE PROSJEKTERING A/S Gjensidigeveien, Pb. 26 Storgt. 11, 2051 JESSHEIM Tlf. 63 94 24 40 Internett: www.orp.no		Sak nr.	040.17S
		Saksb./tegn.	IA
		Konfr.	MW



## Vedlegg 1, Koordinatliste for feltundersøkelser

EUREF89-UTM32.

X=Nord-Sør Koordinat

Y=Vest-Øst koordinat

Borhull	X	Y	Z	Metode	Stopp	Løsm	Fjell
1	6631619.033	601079.989	98.061	Total Prøve Tolk	94	17.83	1.97
2	6631582.007	601052.946	97.076	Total Tolk	94	3.42	2.00
3	6631547.390	601082.821	96.423	Total Prøve Tolk	94	6.63	1.98
5	6631581.583	601086.550	97.535	Total Tolk	94	10.13	1.80
4	6631578.534	601130.558	99.791	Total Tolk	94	1.23	2.00

RAPPORT

# Solbråtanveien, Oppegård

---

OPPDRAAGSGIVER

Øvre Romerike Prosjektering AS

EMNE

Laboratorieundersøkelser

DATO / REVISJON: 20. juni 2017 / 00

DOKUMENTKODE: 130788-RIG-LAB-RAP

---



Multiconsult

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

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

## RAPPORT

OPPDRAG	<b>Solbråtanveien, Opegård</b>	DOKUMENTKODE	130788-RIG-LAB-RAP
EMNE	Laboratorieundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Øvre Romerike Prosjektering AS</b>	OPPDRAGSLEDER	Simon O'Rawe
KONTAKTPERSON	Ismail Aricigil	UTARBEIDET AV	Simon O'Rawe
KOORDINATER	SONE: 32 ØST: 600996 NORD: 6631584	ANSVARLIG ENHET	1017 Oslo GeoLab
GNR./BNR./SNR.	40 / 157 / X /		

## SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av Øvre Romerike Prosjektering AS til å utføre laboratorieundersøkelser på prøver fra grunnundersøkelser utført av Romerike Grunnboring AS.

Foreliggende rapport beskriver utførelse og presenterer resultater fra utførte laboratorieundersøkelser.

00	20.06.2017	Første utsendelse av rapport	SIOR	GEO	SIOR
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1</b>	<b>Bakgrunn .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Omfang av laboratorieundersøkelsen .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Prosedyrer for gjennomføring .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Resultater .....</b>	<b>6</b>
	4.1 Borpunkt 1 .....	6
	4.2 Borpunkt 3 .....	6
<b>5</b>	<b>Tegningsliste .....</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>Vedlegg .....</b>	<b>7</b>
	6.1 Geotekniske bilag .....	7

## 1 Bakgrunn

Multiconsult AS har på oppdrag fra Øvre Romerike Prosjektering AS utført laboratorieundersøkelser for oppdrag Solbråtanveien, Oppegård. Omfang av undersøkelsen er i henhold til bestilling mottatt fra oppdragsgiver 07.06.2017 og er angitt i tabell i pkt. 2. Prøvetakingen er utført av Romerike Grunnboring AS og prøvene ble levert til vårt laboratorium som poseprøver den 08.06.2017.

## 2 Omfang av laboratorieundersøkelsen

Laboratorieundersøkelsen ble utført i perioden 16-20.06.2017 og omfatter følgende undersøkelser:

Undersøkelse	Type	Antall	Merknad/avvik
Prøveåpning + vanninnhold	Poser	10	4 x uomrørt konus (4 ikke mulig) 6 x omrørt konus (2 ikke mulig)
Organisk innhold	Gløding	4	

## 3 Prosedyrer for gjennomføring

Multiconsult utfører sine laboratorieundersøkelser i henhold til Norsk standard NS 8000-serien, samt vår interne laboratoriehåndbok som er basert på denne. En oversikt over gjeldende standarder er vist i vedlegg 2.

Gjennomføringen av oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9000:2000.



## 4 Resultater

Laboratorieundersøkelsen er utført i henhold til avtalt omfang og følgende resultater er oppnådd:

### 4.1 Borpunkt 1

Beskrivelse	Del prøve	Dybde	Vann innhold	Konus			Enaks	Brudd tøyning	Utrulling	Flyte grense	Glødetap	Humus/ NaOH	Korn densitet	Tot. densitet	Porøsitet	Spes.forsøk
				Ufor- styret	Omrørt	Sens- itivitet										
				z	w	St										
	m	%	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>		kN/m <sup>2</sup>	%			%	%	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	%		
LEIRE, siltig	A	1,5	24,3								2,7					
forvitret, enk. gruskorn	C															
	D															
LEIRE, siltig	A	2,5	36,1	53,0	27,0	2					5,0					
forvitret, enk. planterester, mulig fyllmasse	C															
	D															
MATJORD	A	4,5	390,4													
LEIRE, siltig, sandig, grusig	A	5,5	37,6	11,0	5,4	2										
mulig fyllmasse	B															
	C															
LEIRE, siltig, sandig	A	6,5	37,6	7,1	6,2	1										
enk. gruskorn, mulig fyllmasse	C															
	D															

### 4.2 Borpunkt 3

Beskrivelse	Del prøve	Dybde	Vann innhold	Konus			Enaks	Brudd tøyning	Utrulling	Flyte grense	Glødetap	Humus/ NaOH	Korn densitet	Tot. densitet	Porøsitet	Spes.forsøk
				Ufor- styret	Omrørt	Sens- itivitet										
				z	w	St										
	m	%	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>		kN/m <sup>2</sup>	%			%	%	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	%		
ORG. MATR. /TRERESTER og GRUS	A	0,5	109,4													
	B															
FYLLMASSE: LEIRE, grusig	A	1,5	23,2	7,1	7,5	1					2,5					
enk. sandkorn, planterester	B															
	C															
	D															
FYLLMASSE: LEIRE, grusig, sandig	A	2,5	33,6		1,6						2,2					
enk. planterester	B															
	C															
FYLLMASSE: LEIRE, grusig	A	3,5	38,2		1,6											
enk. sandkorn, spor av planterester	B															
	C															
	D															
FYLLMASSE: LEIRE, grusig	A	4,5	49,1													
enk. planterester	B															
	C															

## 5 Tegningsliste

130788-10	Geotekniske data, borpunkt 1
130788-11	Geotekniske data, borpunkt 3

## 6 Vedlegg

### 6.1 Geotekniske bilag

1. Terminologi for laboratorieundersøkelser
2. Oversikt over metodestandarder
3. Prøveserie – tegningsforklaring

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
1																	
2	LEIRE, siltig forvitret, enk. gruskorn									2,7							
3	LEIRE, siltig forvitret, enk. planterester, mulig fyllmasse									5,0		▼			▽		2
4																	
5	MATJORD							390									
6	LEIRE, siltig, sandig, grusig mulig fyllmasse											▼	▽				2
7	LEIRE, siltig, sandig enk. gruskorn, mulig fyllmasse											▼					1
8																	
9																	
10																	

**Symboler:**



Enaksialforsøk (strek angir akseil tøyning (%) ved brudd)

○ Vanninnhold

▼ Omrørt konus

$\rho$  = Densitet

T = Treaksialforsøk

$\rho_s$ : 2,75 g/cm<sup>3</sup>

┌ Plastisitetindeks, Ip

▽ Uomrørt konus

$S_t$  = Sensitivitet

Ø = Ødometerforsøk

Grunnvannstand: m

K = Korngradering

Borbok: RGB

Lab-bok: Digital

**PRØVESERIE**

Borhull: 1

Øvre Romerike Prosjektering AS

Dato: 2017-06-20

Solbråtanveien, Oppegård

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet: GEO

Kontrollert: SIOR

Godkjent: SIOR

Oppdragsnummer: 130788

Tegningsnr.: 10

Rev. nr.: 00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
1	ORG. MATR. /TRERESTER og GRUS							109									
2	FYLLMASSE: LEIRE, grusig enk. sandkorn, planterester				○					2,5	▼						1
3	FYLLMASSE: LEIRE, grusig, sandig enk. planterester					○				2,2	▼	1,6					
4	FYLLMASSE: LEIRE, grusig enk. sandkorn, spor av planterester						○				▼	1,6					
5	FYLLMASSE: LEIRE, grusig enk. planterester							○									
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	

**Symboler:**



Enaksialforsøk (strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd)

○ Vanninnhold



Omrørt konus

$\rho$  = Densitet

T = Treaksialforsøk  
Ø = Ødometerforsøk  
K = Korngradering

$\rho_s$ : 2,75 g/cm<sup>3</sup>

Grunnvannstand: m

Borrbok: RGB

Lab-bok: Digital

┌ Plastisitetsindeks, Ip



Uomrørt konus

$S_t$  = Sensitivitet

**PRØVESERIE**

Borhull: 3

Øvre Romerike Prosjektering AS

Solbråtanveien, Oppegård

Dato: 2017-06-20

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet: GEO

Oppdragsnummer: 130788

Kontrollert: SIOR

Tegningsnr.: 11

Godkjent: SIOR

Rev. nr.: 00

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

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

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

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

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

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

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

**SKJÆRFASSTHET**

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

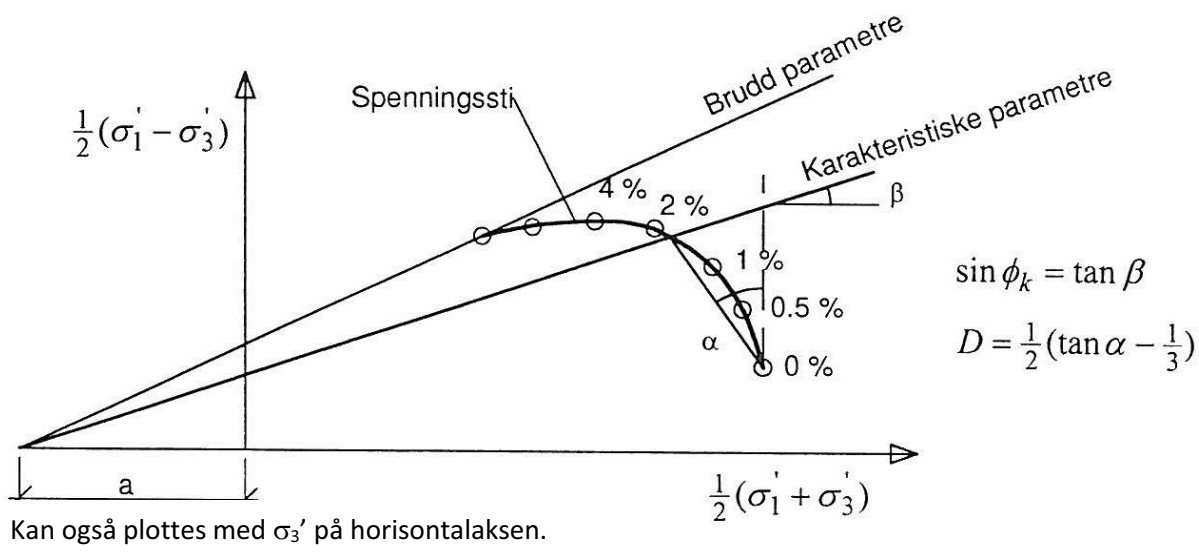
**Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a, c,  $\phi$  ( $\tan\phi$ ) (kPa, kPa, °, (-))**

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

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

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

Udrenert skjærfasthet bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen. Denne skjærfastheten representerer en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk ( $c_{u1}$ ) (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 trykksondering med poretrykkmåling (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.

**VANNINNHOLD (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<sub>f</sub> %) OG PLASTISITETSGRENSE (w<sub>p</sub> %) (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  $I_p = w_l - w_p$  (%) 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)**

<b>Densitet</b> ( $\rho$ , g/cm <sup>3</sup> )	Masse av prøve pr. volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og/eller utskåret del.
<b>Korndensitet</b> ( $\rho_s$ , g/cm <sup>3</sup> )	Masse av fast stoff pr. volumenhet fast stoff
<b>Tørr densitet</b> ( $\rho_d$ , g/cm <sup>3</sup> )	Masse av tørt stoff pr. volumenhet

**TYNGDETETHETER**

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

**PORETALL OG PORØSITET (NS 8014)**

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

**KORNFORDDELINGSANALYSER (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  $\epsilon$ ) registreres, og materialets deformasjonsmodul (stivhet) kan beregnes som  $M = \Delta\sigma'/\Delta\epsilon$ . Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen  $\sigma'$ . Deformasjonsmodulen viser en systematisk oppførsel for ulike jordarter og spenningsstilstander, 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, $\sigma' < \sigma'_c$ ( $\sigma'_c$ = 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 mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet  $\rho_r$  som funksjon av innbyggingsvanninnhold  $w_i$ . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås ( $\rho_{dmax}$ ) 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).

**HUMUSINNHOLD**

Humusinnholdet bestemmes ved som glødning av jordprøve i glødeovn.



**METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER**

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

<b>Norske standarder NS</b>	<b>Tema</b>
NS8000 (1982)	Konsistensgrenser – terminologi
NS8001 (1982)	Støtflytegrense
NS8002 (1982)	Konusflytegrense
NS8003 (1982)	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004 (1982)	Svinngrense
NS8005 (1990)	Kornfordelingsanalyse
NS8010 (1982)	Jord – bestanddeler og struktur
NS8011 (1982)	Densitet
NS8012 (1982)	Korndensitet
NS8013 (1982)	Vanninnhold
NS8014 (1982)	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS8015 (1987)	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016 (1987)	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS8017 (1991)	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018 (1993)	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS14688-1 og -2 (2009)	Klassifisering og identifisering av jord
NS-EN ISO/TS 17892-8 + -9 (2005)	Treaksialforsøk (UU, CU)
Statens vegvesen Håndbok R210 (2005/2014)	Laboratorieundersøkelser

### PRØVESKRAVERING

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



LEIRE



SILT



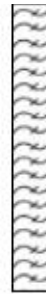
SAND



GRUS



TORV



GYTJE, DY



FILLMASSE



MATERIALE



Borknot.

### SPESIALFORSØK – Korngradering(K) / Treksialforsøk(T) / Ødometerforsøk(Ø)

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

### 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 <b>W</b>		Plastisitetsgrense <b>W<sub>p</sub></b>	
		Flytegrense <b>W<sub>f</sub></b>	

### 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 <b>C<sub>ufc</sub></b>		Omrørt konus <b>C<sub>urfc</sub></b>	
Enaksialt trykkforsøk Strek angir deformasjon (%) ved brudd		Omrørt konus <b>C<sub>urfc</sub> ≤ 2,0kPa</b>	0,9

## Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner



Veiledningen legger opp til at sikkerhetsmessige vurderinger av små inngrep i kvikkleiresoner skal kunne gjennomføres av kommuners tekniske etat og landbrukskontor. Det er gitt råd om hvordan ulike inngrep kan gjennomføres slik at faren for store skred ikke blir vesentlig forverret. Prinsippskissene er ment som et hjelpemiddel til å identifisere problemer som man i ulike situasjoner står overfor.

Inngrep i kvikkleiresoner vil ofte innebære en stabilitetsforverring. Konsekvensene kan være dramatiske. Selv relativt små inngrep vil erfaringsmessig kunne resultere i store skred: Båstadscredet i 1974, 70-80 dekar (utløst ved bakkeplanering), Rissaskredet i 1978, 330 dekar (utløst ved oppfylling) og skredet i Hornneskilen i 1983, 20 dekar (utløst ved oppfylling). Det er derfor viktig at rådene gitt i det etterfølgende blir fulgt. Ved tvilstilfeller forelegges prosjektene geoteknisk rådgiver til uttalelse.

Kun faren for store skred inngår i vurderingen. Faren for lokale utglidninger i grøfter, byggegrop, gjennom fyllmasse o.l. må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

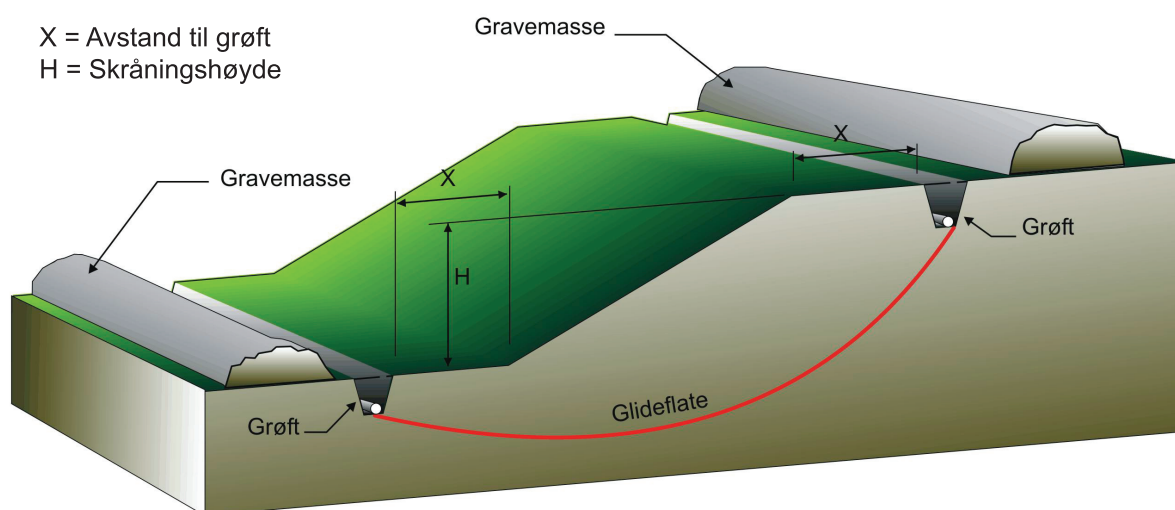
## GRAVING AV GRØFTER

Dette avsnittet omhandler graving av inntil 2 m dype grøfter. Grøfter mer enn 2 m dype bør forelegges geoteknisk sakkyndig til uttalelse. Vedrørende lokal stabilitet i forbindelse med gjennomføring av grøftarbeidene, henvises til «Forskrifter ved graving og avstiving av grøfter», utgitt av Statens arbeidstilsyn.

### Grøfter i ravinert terreng

Graving av grøfter i eller i nærheten av en bratt leirskråning vil ha en ugunstig innvirkning på skråningsstabiliteten. Forverringen beror på at man ved grøftingen reduserer lengden på den potensielle glideflate. Herved reduseres også skråningens stabiliserende kapasitet, se fig. 1.

Desto større avstand mellom grøft og skråning, desto mindre innvirkning på stabiliteten.



Figur 1 Ved graving av grøfter i fot og topp av bratte leirskråninger bør gravemassene plasseres vekk fra skråningen.

Grøftens innvirkning på stabiliteten kan grovt inndeles i følgende fem kategorier:

1.  $X > 4H$ :

Innvirkningen på skråningsstabiliteten vil være av liten betydning. Grøfter, inntil 2 m dype, kan etableres uten spesielle tiltak.

2.  $4H > X > 2H$ :

Innvirkningen på skråningsstabiliteten vil være av betydning. Grøfter må graves seksjonsvis med suksessiv graving og gjenfylling. Seksjonslengden bør ikke overskride 6 m. Tilbakefyllingsmassene legges ut lagvis og komprimeres (spesielt viktig for grøfter ved foten av skråninger). Gravemassene plasseres vekk fra skråningen.

### 3. $X < 2H$ :

Innvirkningen på skråningsstabiliteten er stor. Grøfter frarådes utført uten kontakt med geoteknisk sakkyndig. Se for øvrig pkt. 2.2.1 «Lukking av bekker».

### 4. *I skråningens koteretning:*

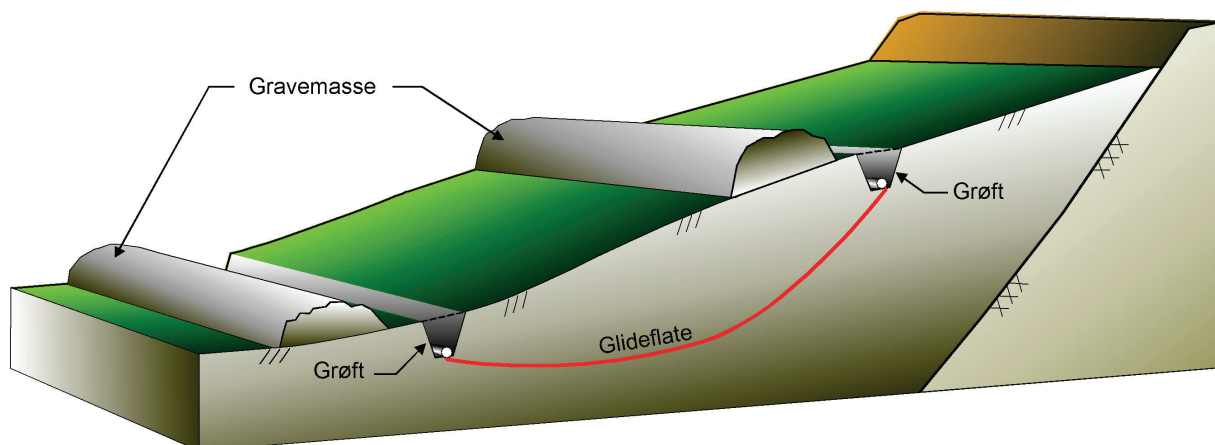
Innvirkningen på skråningsstabiliteten er meget stor. Grøfter frarådes utført uten kontakt med geoteknisk sakkyndig.

### 5. *I skråningens fallretning:*

Innvirkningen på skråningsstabiliteten er begrenset. Grøfter graves seksjonsvis med suksessiv graving og gjenfylling. Seksjonslengden bør ikke overskride 6 m. Tilbakefyllingsmassene legges ut lagvis og komprimeres.

## Grøfter i jevnt hellende terreng

Graving av grøfter vil ha en ugunstig innvirkning på sikkerheten. Forverringen beror på at grøftingen reduserer lengden på den potensielle glideflate og således reduserer skråningens stabiliserende kapasitet, fig. 2.



Figur 2 Jevnt hellende terreng med grøfter

I terreng med jevn helning vil grøftens innvirkning på skråningsstabiliteten som regel være tilnærmet uavhengig av om plasseringen er langt nede eller høyt oppe i skråningen.

### *I skråningens koteretning:*

Innvirkningen på skråningsstabiliteten er av betydning. Grøfter graves seksjonsvis med suksessiv graving og gjenfylling. Seksjonslengden bør ikke overskride 6 m. Tilbakefyllingsmassene legges ut lagvis og komprimeres. Gravemassene plasseres nedenfor grøften og i avstand fra denne tilsvarende minst 2 x grøftedybden.

### *I skråningens fallretning:*

Innvirkningen på skråningsstabiliteten er begrenset. Grøfter graves seksjonsvis med suksessiv graving og gjenfylling. Seksjonslengden bør ikke overskride 12 m.

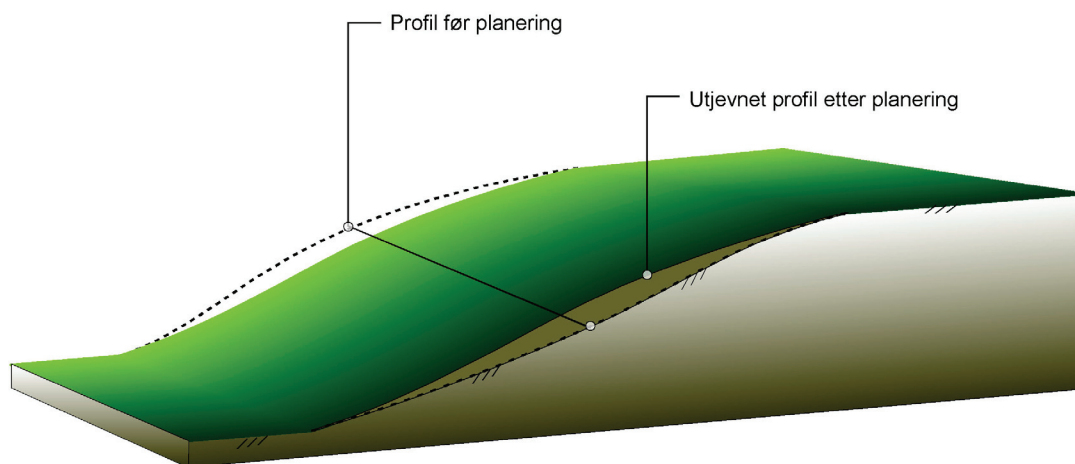
## BAKKEPLANERING

Dette avsnittet omhandler planeringsarbeider, med massevolum mindre enn 1000 m<sup>3</sup> eller areal mindre enn 10 dekar. Arbeider som faller utenfor nevnte kriterier forutsettes forelagt geoteknisk sakkyndig til uttalelse. Likeledes forutsettes det at alle permanente planeringsarbeider skal resultere i en uendret eller forbedret stabilitet. I forbindelse med ethvert bakkeplaneringsprosjekt er det imidlertid vanskelig å unngå en stabilitetsforverring under enkelte faser av arbeidet. De etterfølgende retningslinjer er utarbeidet med spesiell vekt på å unngå slike midlertidige stabilitetsforverringer.

Det foreligger allerede en veiledning om utførelse av bakkeplaneringsarbeider: «Aktuelt fra Landbruksdepartementets opplysningstjeneste», nr. 2 og nr. 4, 1974". Kapitlet om skredfare vil fortsatt være retningsgivende for planeringsarbeider utenfor potensielt skredfarlige områder.

### Stabilitetsforhold etter ferdig planering

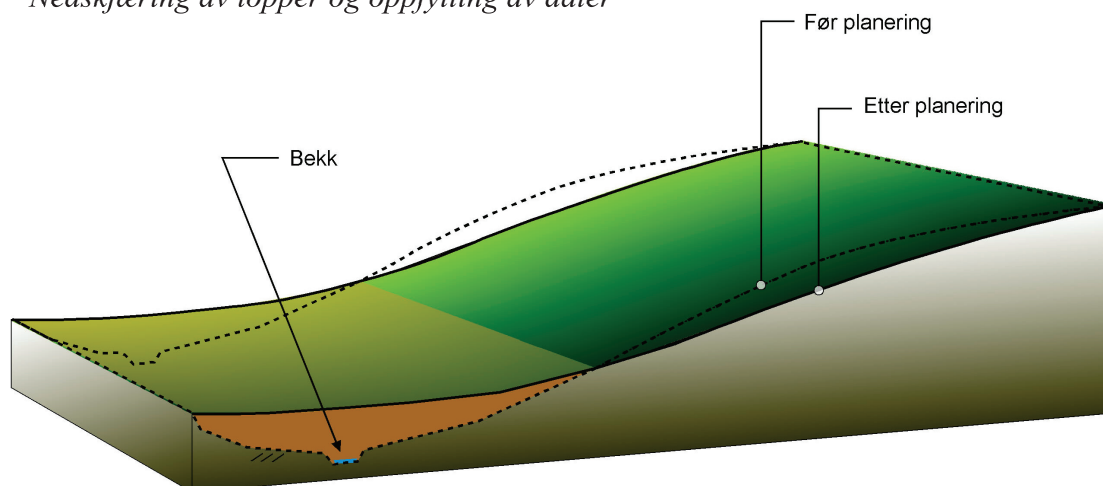
#### 1. Utjevning av mindre lokale rygger og søkk ved sideveis forskyvning av masser



Figur 3 Sideveis planering ved utjevning av mindre lokale rygger og søkk har liten innvirkning på stabiliteten

Arbeidet har liten innvirkning på skråningens totale stabilitet og kan utføres når det ikke legges opp større massedepoter under arbeidet.

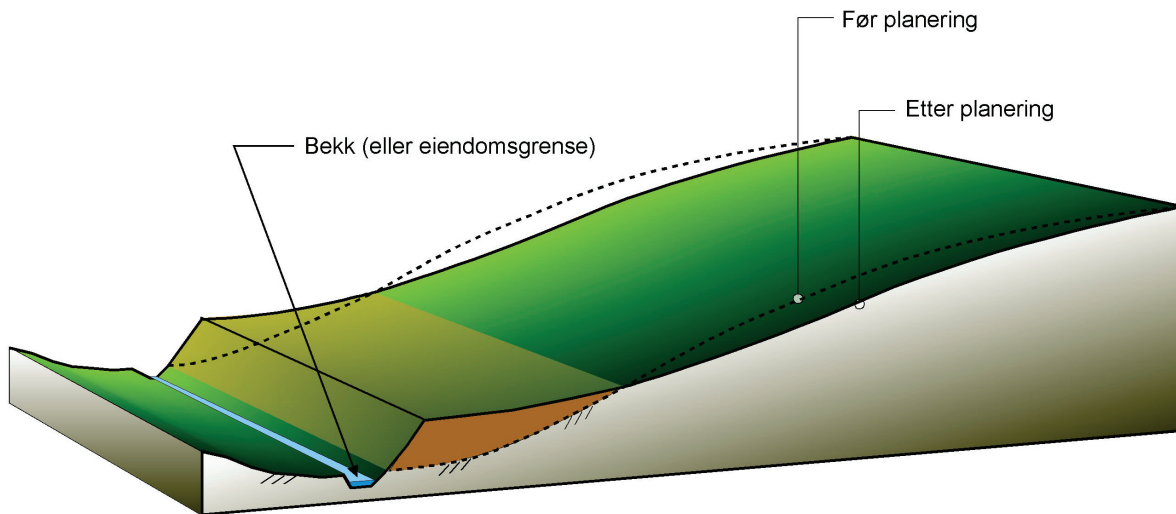
#### 2. Nedskjæring av topper og oppfylling av daler



Figur 4 Planering ved oppfylling av dalbunnen forbedrer stabiliteten



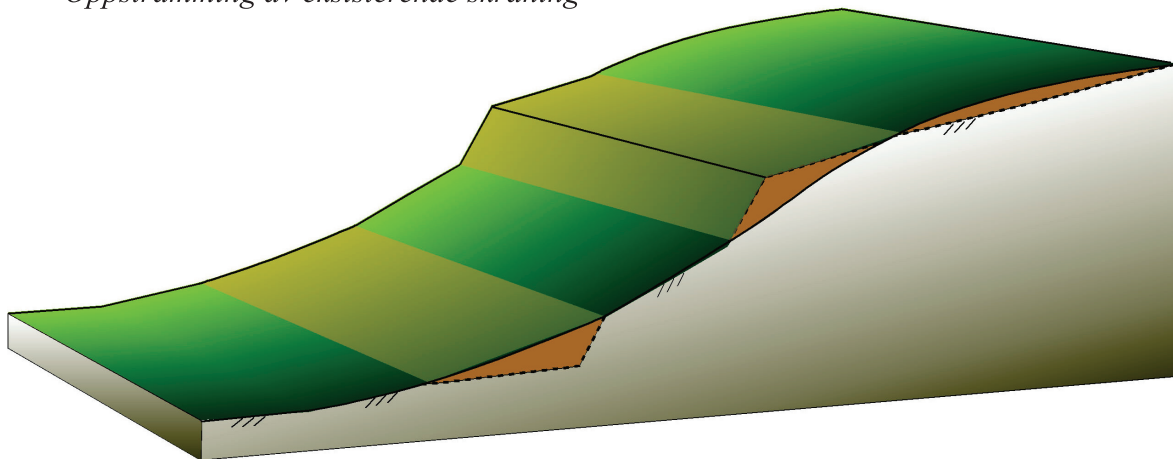
Arbeidet har positiv innvirkning på skråningens totale stabilitet og kan gjennomføres under forutsetning av at arbeidene i anleggsfasen ikke medfører nevneverdig stabilitetsforverring. Dette er behandlet nærmere under "Stabilitetsforhold under planeringsarbeidet".



Figur 5 Oppfylling som avsluttes mot bekk, eiendomsgrense o.l. kan forverre stabiliteten

Fyllingen vil forverre den lokale stabiliteten ved bekken, og kan utløse skred som forplanter seg videre bakover. Dette kan igjen resultere i en større skredutvikling i bakenforliggende områder. Planene bør forelegges geoteknisk sakkyndig til uttalelse før påbegynnelse.

### 3. Oppstramming av eksisterende skråning



Figur 6 Oppstramming av skråning ved utfylling fra topp eller utgraving i fot medfører forverring av stabiliteten.

Inngrepene, enkeltvis eller samlet, vil forverre skråningsstabiliteten og kan utløse skred. Store områder kan bli berørt. Inngrepene bør forelegges geoteknisk sakkyndig til uttalelse og vil normalt betinge at grunnundersøkelser utføres.

## Stabilitetsforhold under planeringsarbeidet

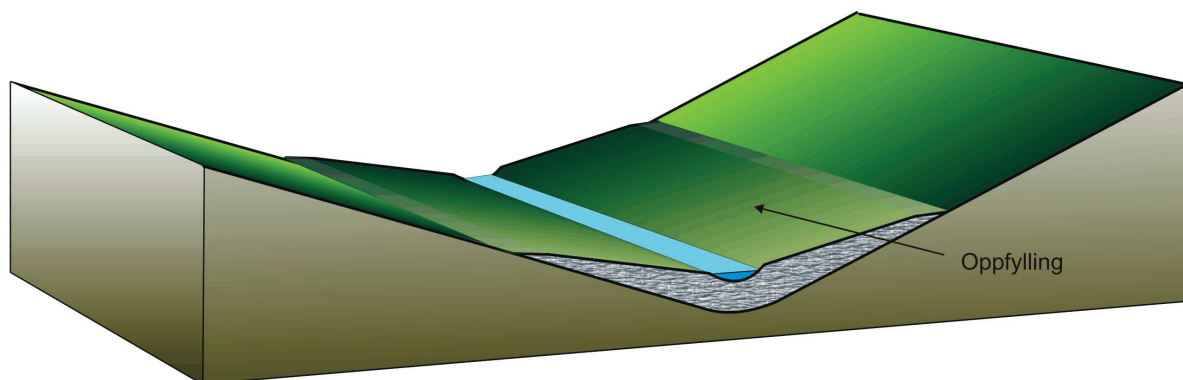
Ved bakkeplaneringsarbeider tar man generelt sikte på nedskjæring av høyereliggende partier og oppfylling av de lavereliggende. Som regel vil derfor bakkeplanering, når den er ferdig utført, kunne innebære en betydelig forbedring av stabilitetsforholdene i et område.

Ofte vil faren for skred være størst i forbindelse med utførelsen av selve planeringsarbeidene. Faktum er at i de fleste tilfeller der bakkeplanering har medført skred, har skredene skjedd som følge av midlertidig stabilitetsforverring under flytting av jordmasser. Det er derfor nødvendig at slike arbeider gjennomføres etter retningslinjer som ivaretar den stabilitetsmessige sikkerheten. De arbeidsoperasjonene som er anbefalt i det etterfølgende kan av denne grunn virke noe urasjonelle og kostnadskrevende, men anses nødvendige ut fra en sikkerhetsmessig vurdering.

### 1. Etablering av nytt bekkeløp oppå oppfyllingen

Etablering av nytt bekkeløp oppå oppfyllingen betinger lite graving/ tilrettelegging langs skråningsfot forut for oppfylling og er således stabilitetsmessig en gunstig løsning, se fig. 7.

Det er også andre grunner for å velge denne løsningen. Bekker skaper variasjon i landskapet, og mange planter og dyr er knyttet til bekkedragene. Videre bidrar åpne bekker til redusert forurensning nedstrøms, fordi den naturlige renseprosessen i vannet er avhengig av lys. Åpne bekker gir også mindre fare for flomskader, både fordi de normalt har større kapasitet for flomvannet, og fordi de gir bedre muligheter til å kontrollere avrenningsforholdene i flomsituasjoner enn lukkede systemer. Løsningen er benyttet med stort hell mange steder, bl.a. i forbindelse med NVEs sikringstiltak mot leirskred. Både internasjonalt og i en del byer/tettsteder i Norge har en sett verdien av det åpne vannet, og mange steder brukes betydelige ressurser på å gjenåpne tidligere lukkede vassdrag.



Figur 7 Etablering av nytt bekkeløp oppå oppfyllingen er en god løsning både geoteknisk og miljømessig

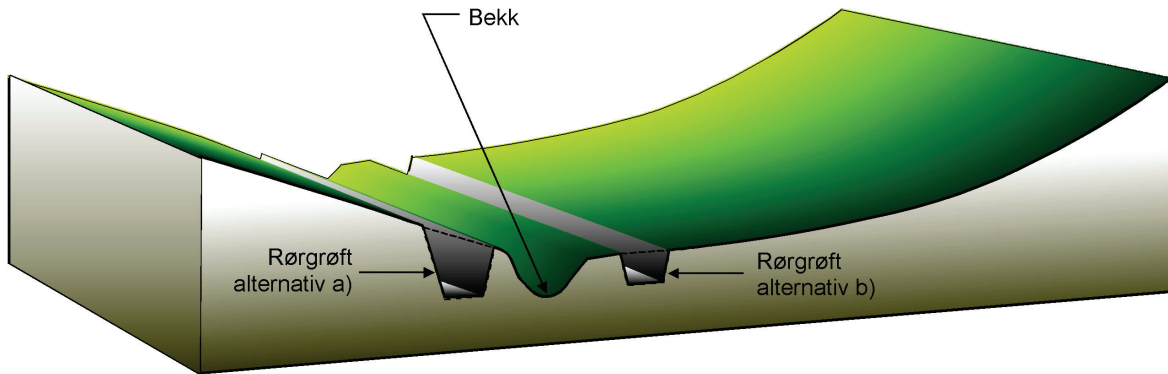
### 2. Lukking av bekker

I noen tilfeller kan det være ønskelig legge bekken i rør. Dette må utføres før oppstart av oppfyllingsarbeidene og kan således være en kritisk fase for stabiliteten. Det er først og fremst to forhold en skal være oppmerksom på i denne forbindelse:

Bekkeløpet må renskes for å sikre et stabilt underlag for rørene. Dersom dette innebærer en utdypning av løpet, må arbeidet utføres i seksjoner med maks. 6 m seksjonslengder. Ved utdypninger på mer enn 0,5 m bør geoteknisk sakkyndig kontaktes.

Det kan være ønskelig å rette ut rørgrøften i forhold til bekketraséen. Dette kan gjøres dersom en unngår undergraving av skråningen. Ved undergraving av skråningen på kortere eller lengre partier bør geoteknisk sakkyndig kontaktes, se fig. 8 alternativ a og b. Se også «GRAVING AV GRØFTER».

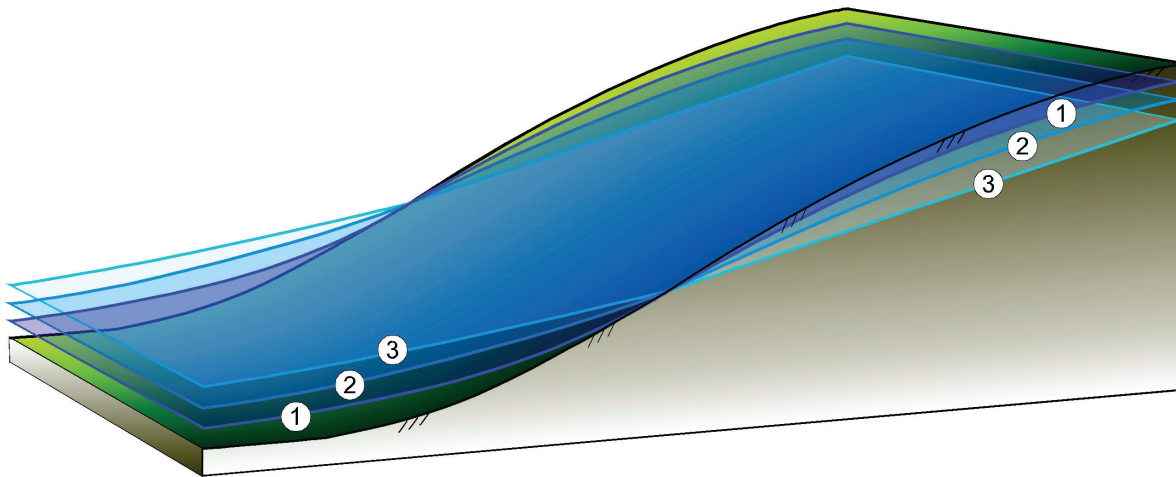
Det skal bemerkes at det finnes flere eksempler på at lukking av bekker har ført til betydelige skader som følge av oversvømmelse, enten fordi kulvertene er underdimensjonerte, eller fordi de tilstoppes.



Figur 8 Lukking av bekkeløp. Rørgrøftalternativ «a» reduserer sikkerheten vesentlig og betinger vurdering av geoteknisk sakkyndig. Alternativ «b» har liten innvirkning på sikkerheten og kan gjennomføres.

### 3. Masseforflytning

I hovedsak bør planering i skredfarlige områder skje ved at massene for hvert skjær med doseren, skyves fra toppen av skråningen og helt ned i bunnen. Derved vil man helt kunne unngå midlertidige depoter og tipper, se fig. 9 a og b.



Figur 9 Planering av skråninger bør skje ved flåvis nedskjæring

---

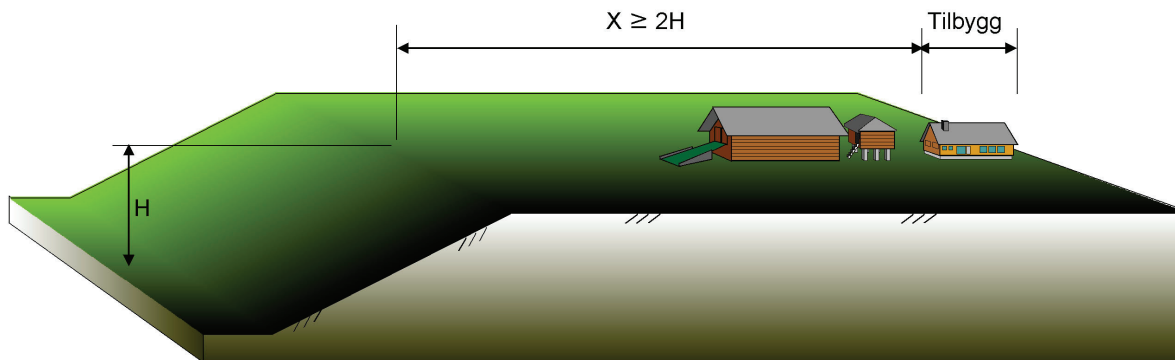
## NY BEBYGGELSE

---

Ved nye byggeprosjekter i områder med potensiell fare for kvikkleireskred forutsettes at nødvendige grunnundersøkelser utføres på forhånd. Det etterfølgende er derfor begrenset til å gjelde mindre tilbygg og nødvendig nybygging i tilknytning til eksisterende bebyggelse. En absolutt betingelse er at stabiliteten ikke forverres på grunn av bebyggelsen.

### I ravinert terreng

I ravinert leirterreng, se fig. 10, må nybygget ligge i en avstand av minst 2 x ravinedybden fra topp skråning. Ved kortere avstand til topp skråning bør geoteknisk sakkyndig kontaktes. For å unngå tilleggsbelastning på grunnen, bør vekten av utgravde masser for kjeller minst tilsvare vekten av tilbygget. Gravemassene transporteres direkte bort fra området til sikkert deponeringssted.



Figur 10 Ny bebyggelse i ravinert leirterreng

## I jevnt hellende terreng

I jevnt hellende terreng vil stabilitetskonsekvensene kunne være betydelige, slik at geoteknisk sakkyndig bør kontaktes på forhånd.

---

## ANLEGG AV VEGER

---

Dette avsnittet omhandler nødvendig omlegging av mindre gårdsveger. Etablering av nye gjennomfartsveger i potensielt skredfarlige områder betinger grunnundersøkelser.

### I ravinert terreng

Vegtraséer bør legges lengst mulig bort fra skråningstopp. Gravemassene fjernes fra området før bærelagsmassene kjøres ut. Veger nærmere enn 2H fra skråningstopp forelegges geoteknisk sakkyndig til uttalelse.

### I jevnt hellende terreng

Vegtraséer bør helst legges i terrengets fallretning. Veger som legges parallelt med skråningen eller på skrå i forhold til fallretningen, bør tilpasses topografien slik at skjæringer og fyllinger blir minst mulig. I tvilstilfeller anbefales det å ta kontakt med geoteknisk sakkyndig.

---

## DEPONERING AV MASSER

---

De skraverte områdene på oversiktskartene angir potensiell fare for kvikkleireskred og må aldri benyttes som deponeringssted for fyllmasser, uten at de inngår i en plan for stabilisering av et område. Ofte benyttes nettopp raviner som tippsted for avfallsmasser i forbindelse med nydyrking, riving av gammel bebyggelse o.l. Slik ukontrollert deponering kan forverre stabiliteten betydelig og bør unngås. Konsekvensene kan bli svært alvorlige.

Angående utfylling for stabilisering av raviner, henvises til avsnitt 3: «BAKKEPLANERING», hvor aktuelle framgangsmåter er skissert.

Statens vegvesen Blankett nr. 497	TEGNINGSFORKLARING for geotekniske kart og profiler	
--------------------------------------	--	--

Opptegning i plan / på oversiktskart.

TEGNINGSSYMBOLER

Nummerering i henhold til borpunktliste GeoPlot.

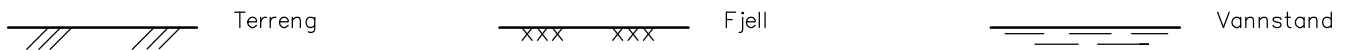
Symbol	Metode	Anmerkning	Symbol	Metode	Anmerkning
●	2401 Dreiesondering	Sondering m. registrering av motstand.	■	2410 Setningsmåling	Nivellements punkt.
◎	2402 Prøveserie	Prøvene tatt med boringsredskap (skovlbor, prøvetager, diamantkjernebor m.m.)	⊖	2411 S.P.T.	Standard Penetration Test
□	2403 Prøvegrop	Prøvene tatt i gropvegg.	☆	2412 Fjellkontrollboring	Boring ned til og i fjell.
⊠	2404 Prøvebelastning	Peler, terrengplater, fundamenter o.l.	⊕	2413 Poretrykksmåling	Inkludert måling av grunnvannstand.
○	2405 Enkel sondering	Sondering uten registrering av motst., f.eks. spyleboring, slagboring m.m.	⊗	2414 In situ permeabilitetsmåling	Infiltrasjonsforsøk, prøvepumping m.m.
◊	2406 Dreietrykksondering	Maskinsondering med automatisk registrering.	+	2415 Vingeboring	Måling av uomrørt og omrørt udrenert skjærstyrke.
▽	2407 CPTU	Sondering der spissmotstand, lokal friksjon og poretrykk registreres under nedpressing	∩	2416 Elektrisk sondering	Elektrisk motstand, korrosivitet etc.
⊗	2408 Skruplateforsøk	Kompressometer o.l.	⊞	2417 Helningsmåling	Inklinometer.
▼	2409 Ramsondering	Sondering der borstang slås ned. Stangdiameter, loddvekt og fallhøyde er normert. Q <sub>0</sub> registreres.	⊕	2418 Totalsondering	Kombinasjonsboring gjennom løsmasser og fjell.

NIVÅER OG DYBDER (i meter)

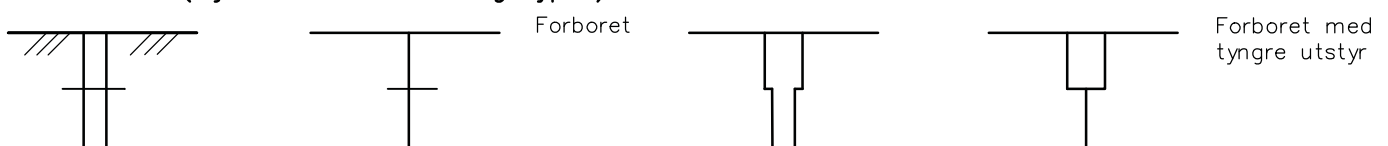
Over linjen : kote terreng eller elvebunn, sjøbunn ved boring i vann (12,8).  
 Ut for linjen : boret dybde i løsmasser (18,5). Evt. boret dybde i fjell angis etter plusstegn (+3,0).  
 Under linjen : sikker fjellkote.

OPPTEGNING I PROFIL

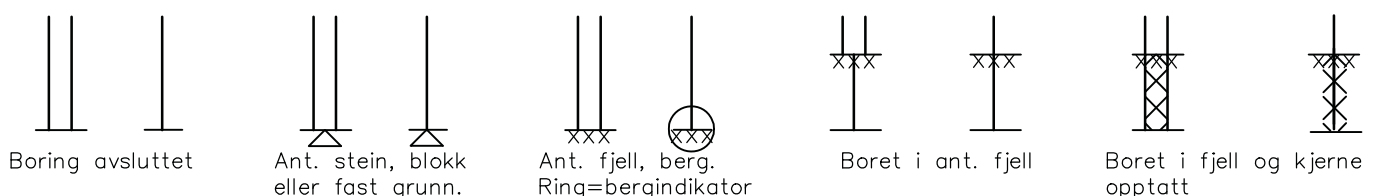
Generelt



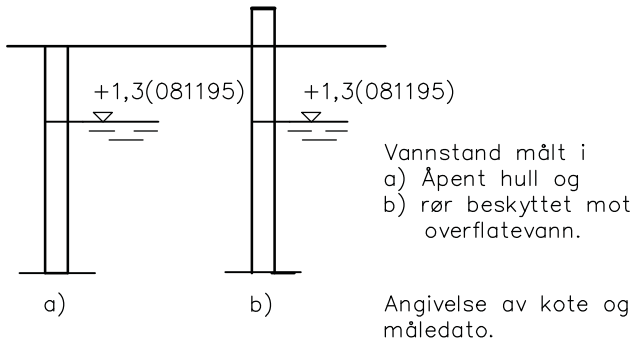
FORBORING (Gjelder alle sonderingstyper)



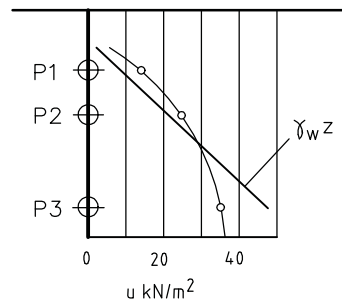
AVSLUTNING AV BORING (Gjelder alle sonderingstyper)



## GRUNNVANNSTAND



## ⊖ PORETRYKK

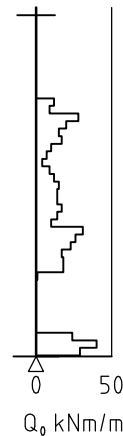


Poretrykk, u, fremstilles i et diagram. En teoretisk linje for hydrostatisk trykkfordeling  $\gamma_w z$  kan vises.

## VANNSTAND

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

## ▼ RAMSONDERING

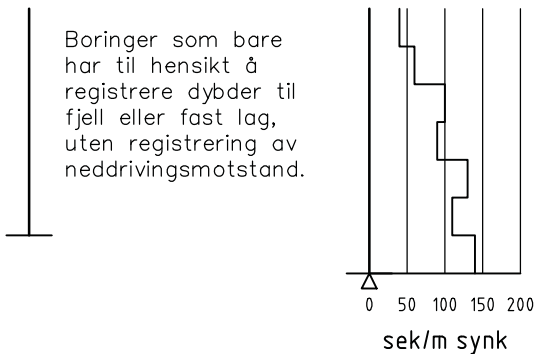


Rammemotstanden Q<sub>0</sub> angis som brutto rammeenergi i kNm pr. m synk av boret.

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

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

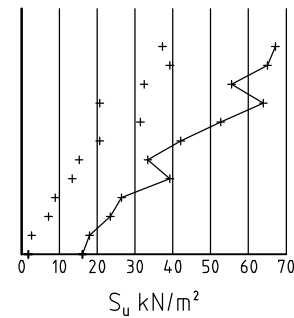
## ○ ENKEL SONDERING



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

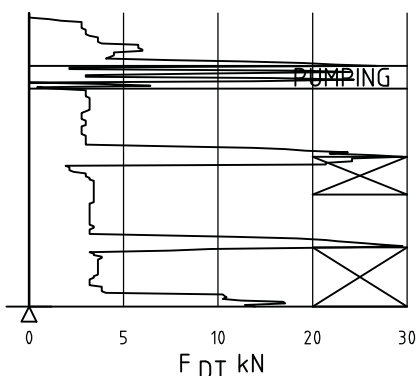
Ved enkel sondering med slagbormaskin og sondering med fjellrigg kan synk vises som sek/m.

## + VINGEBORING



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

## ● DREIETRYKKSONDERING



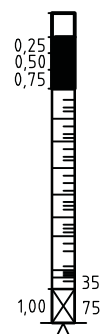
Vanlig boring med 25 omdr./min.

Pumping

Økt rotasjon

Borhullet markeres med en enkel tykk strek. Målt nedpressingskraft er vist som funksjon av dybden. Kraften er registrert ved automatisk skriver.

## ● DREIESONDERING

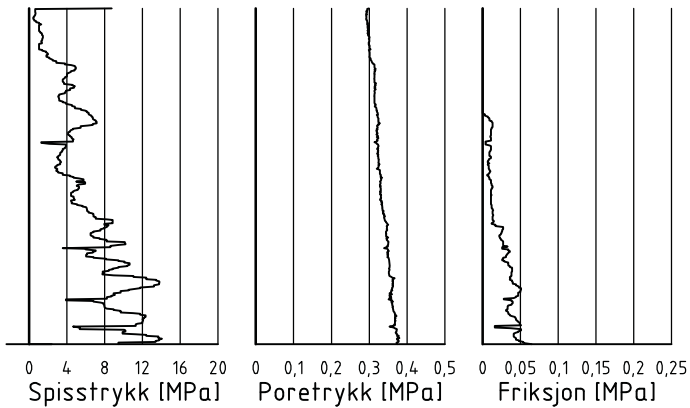


Forboringedybde markeres og diameter angis i mm. Vertikallasten i kN angis på borhullets v. side. Endring i belastning vises ved tverrstrek. Synk uten dreining markeres med skygglegging eller raster.

Hel tverrstrek for hver 100 halv-omdreining. Halv tverrstrek for hver 25 halvomdreining. Mindre enn 100 halvomdreininger vises ved å skrive ant. halvomdr. på h. side. Neddriving ved slag på boret vises m. kryss, slagant. og redskap kan angis. Endret neddrivingsmåte vises m. hel tverrstr.

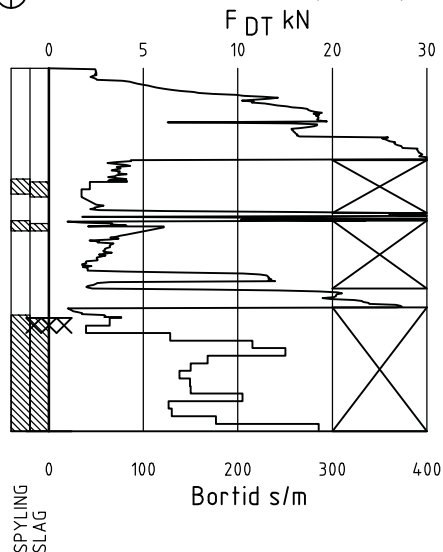


## ▽ CPT / TRYKKSONDERING



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

## ⊕ TOTALSONDERING (alt. 1)



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

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

## KODELISTE

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

### GENERELLE KODER

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

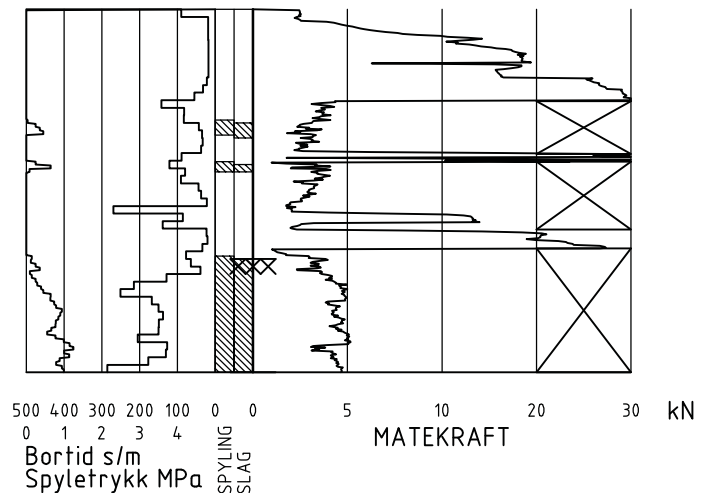
### ANMERKNINGSKODER

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

### FRIE KODER (EKSEMPEL)

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

## ⊕ TOTALSONDERING (alt. 2)



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

### BEDØMMELSESKODER

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

### MASKINTEKNISKE KODER

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

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

### STOPPKODER

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



⊙ PRØVESERIE  
Materialsignatur (iht. NGF)

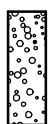
Anmerkning



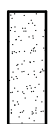
Fjell



Stein og blokk



Grus

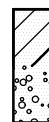


Sand

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

Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.  
Morene vises ved skyggelegging.

Eks.:



Moreneleire

Grusig morene



Silt



Leire



Skjell



Fyllmasse



Trerester  
Sagflis



Matjord



Torv  
Planterester



Gytje, dy  
(vannavsatt)

For konkresjoner kan bokstavsymboler settes inn i materialsignaturen.

Ca = kalkkonkresjoner  
Fe = jernkonkresjoner  
AH = aurhelle

SYMBOLER FOR LABORATORIEDATA

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

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