

RAPPORT

# Løvstakkvatnet Nord- og Sør

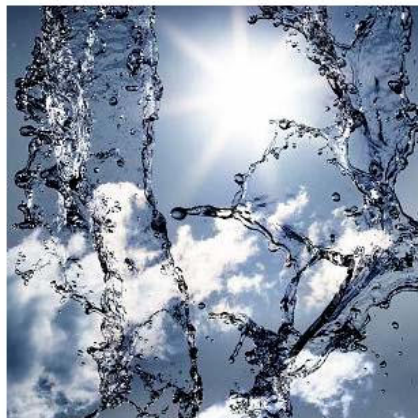
---

OPPDRAGSGIVER  
Bergen kommune

EMNE  
Grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 21. oktober 2015 / 0  
DOKUMENTKODE: 616109-RIG-RAP-001

---



Multiconsult

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

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

## RAPPORT

OPPDRAG	<b>Løvstakkvatnet Nord- og Sør</b>	DOKUMENTKODE	616109-RIG-RAP-001
EMNE	Grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Bergen kommune</b>	OPPDRAGSLEDER	Anne Birgitte Roe
KONTAKTPERSON	Arne Halvorsen	UTARBEIDET AV	Anne Birgitte Roe
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 296190 NORD: 6731795	ANSVARLIG ENHET	2212 Bergen Geoteknikk
GNR./BNR./SNR.	Bergen		

## SAMMENDRAG

Det er utført prøvegraving og geotekniske grunnundersøkelser for å kartlegge grunnforholdene ved dammene Løvstakkvatnet Nord- og Sør.

Ved Løvstakkvatnet Nord består massene øverst av et lag med humusholdig sandig, grusig materiale med stein. Tykkelsene på laget er antatt opptil 2,6 m. Under er registret berg eller morene over berg. Det er stor variasjon i dybden til berg, fra berg i dagen og opptil 8,5 m.

Mens i Sør er det registrert et topplag på opptil 7,2 m med humusholdig sandig, grusig materiale med stein. Under er det et lag med samme typen materiale, men med et lavt humusinnhold. Deretter består materiale av antatt morene. Også her er det stor variasjon i dybden til berg, fra 2,3 m til 12,1 m.

0	21.10.15	Klar til utsendelse	Anne Birgitte Roe	Svein Arne Haugen	Anne Birgitte Roe
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

**INNHOLDSFORTEGNELSE**

<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Lokalitet .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Prøvegraving.....</b>	<b>5</b>
	3.1.1 Løvstakkvatnet Nord.....	6
	3.1.2 Løvstakkvatnet Sør.....	7
<b>4</b>	<b>Geotekniske grunnundersøkelser .....</b>	<b>9</b>
	4.1 Utførte grunnundersøkelser .....	9
	4.2 Grunnforhold, Løvstakkvatnet Nord .....	10
	4.3 Grunnforhold, Løvstakkvatnet Sør.....	10
<b>5</b>	<b>Oppsummering av grunnforholdene .....</b>	<b>10</b>
	5.1 Løvstakkvatnet Nord.....	10
	5.2 Løvstakkvatnet Sør.....	10

**Tegninger**

616109	- G0	Oversiktskart
	- G1	Borplan, Løvstakkvatnet Sør
	- G2	Borplan, Løvstakkvatnet Nord
	- G100	Profil A-A
	- G101	Profil B-B

**Vedlegg**

Geoteknisk bilag - Feltundersøkelser

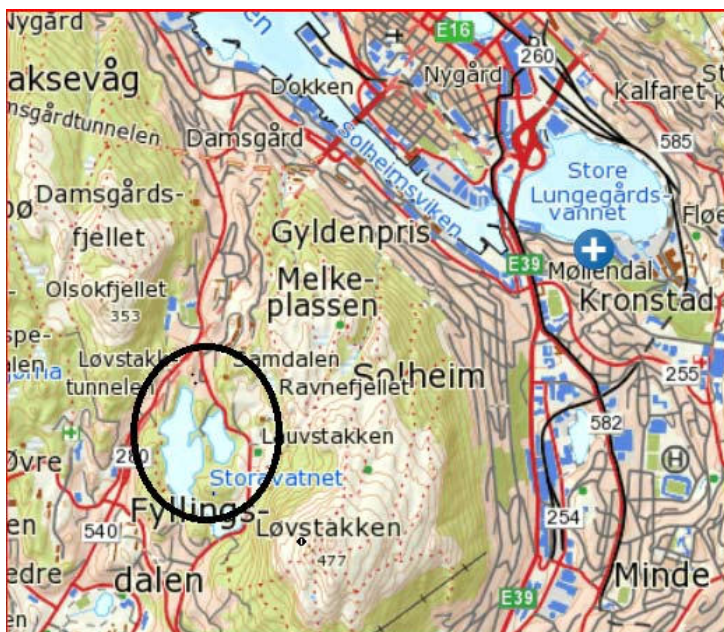
## 1 Innledning

Multiconsult ASA er engasjert av Bergen kommune ved VA-etaten for å utføre grunnundersøkelser og vurdere grunnforholdene for dammene Løvtakkvatnet Nord og –Sør. Behov for grunnundersøkelser er beskrevet av Norconsult i notat 5150850, datert 24.7.2015. Notatet anbefaler at det blir utført prøvegraving og sonderinger ved de to dammene.

Foreliggende rapport presenterer resultatene fra grunnundersøkelsen i tekst og på tegninger, og beskriver grunnforholdene.

## 2 Lokalitet

Dammene Løvtakkvatnet Nord- og Sør demmer opp Storavatnet som er lokalisert ved Melkeplassen i Bergen kommune, se figur 2.1.



Figur 2.1: Viser lokalisering av Storavatnet

## 3 Prøvegraving

Norconsult har beskrevet prøvegraving som består av to grøfter ved Løvtakkvatnet Nord og fire sjakter for Løvtakkvatnet Sør, se med tegning 110, datert 12.5.2011. Det var et ønske om graving til 1,5 m dybde ved Nord og 2,0 ved Sør.

Gravingen ble utført av Løvås Maskin den 22. og 23. august 2015. Multiconsult ved Anne Birgitte Roe var tilstede under feltarbeidet. Det ble tatt bilder og gjort observasjoner, men det ble ikke analysert prøver.

### 3.1.1 Løvstakkvatnet Nord

For Løvstakkvatnet Nord ble det gravd to grøfter, pga vanninnsig ble det kun gravd til en dybde på 1,0-1,2 m.

#### Grøft 1

I grøft 1, består massene av humusholdig materiale med stein, se bilde 1.



Bilde 1: Bildet viser grunnforholdene i grøft 1 ved Løvstakkvatnet Nord.

#### Grøft 2

Grøft 2 er en lengre grøft, her ble det gravd til en dybde på 1,2 m. Materialet består av humusholdige masser med stein, sand og grus, se bilde 2. I den nordøstlige delen av gropen ble det på 1,2 m dybde påtruffet et lag med sand. Mens i den sørvestlige delen ble det registrert et lag med stein og blokker. Vår tolkning er at det er steinsatt et fundament med stein og blokk ved 1,2 m dybde og at materialet fra 0-1,2 m består av fyllmasser.

I den mest nordøstlige delen av grøften ble det registrert antatt berg på 1,2 m dybde.



Bilde 2: Bildet viser grunnforholdene i grøft 2 ved Løvstakkvatnet Nord.

### 3.1.2 Løvstakkvatnet Sør

Ved Løvstakkvatnet Sør ble det gravd fire sjakter. Ved graving på denne lokaliteten ble det registrert at grunnen gynget, noe som indikerer bløte masser i grunnen. Dette i motsetning til Løvstakkvatnet Nord der entreprenøren ikke registrerte noe gynging ved graving. I tillegg ble det registrert en sprekk i betongkanten til dammen, noe som indikerer setninger.

#### Sjakt 1

I sjakt 1 ble det gravd til 2,0 m dybde. Materiale består av jord og humhusholdig sandig, grusig materiale med stein, se bilde 3



Bilde 3: Bildet viser grunnforholdene i sjakt 1 ved Løvstakkvatnet Sør.

## Sjakt 2

I sjakt 2 ble graving avsluttet pga vanninnsig ved 1,0 m dybde. Dybden av gropen var omtrent i samme nivå som vannstanden i Storavatnet. Materiale består av humusholdig sandig, grusig materiale med stein.



Bilde 4: Bildet viser grunnforholdene i sjakt 2 ved Løvstakkvatnet Sør.

## Sjakt 3

Prøvegravingen ble utført til 2,0 m dybde og massene består her av humusholdig sandig, grusig materiale med stein, se bilde 5. I denne gropen kom det vanninnsig 45 min etter at sjakten var utgravd.



Bilde 5: Bildet viser grunnforholdene i sjakt 3 ved Løvstakkvatnet Sør.



#### Sjakt 4

Sjakt 4 ble gravd til 1,3 m dybde, og her ble det registret sandig, grusig materiale med stein og enkelte blokker, se bilde 6.



Bilde 6: Bildet viser grunnforholdene i sjakt 4 ved Løvstakkvatnet Sør.

## 4 Geotekniske grunnundersøkelser

### 4.1 Utførte grunnundersøkelser

Grunnundersøkelsene ble utført i tidsrommet 29.-30. september mars 2015 under ledelse av våre borerledere Odd Martin Slåtten og Jarle Haugsvik.

Grunnundersøkelsene ble utført med en geoteknisk borerigg av typen GM 100 GTT. Riggeren er utstyrt med en elektronisk registreringsenhet for automatisk logging og opptegning av sonderingsdata. Innmåling av borpunkter og terrenghøyder ble utført med GPS-utrustning av typen Leica RX 125 XC av Torben Nesse.

Følgende geotekniske feltprogram ble gjennomført:

- 11 totalsonderinger

Totalsondering er en kombinasjon av fjellkontrollboring og modifisert dreietrykkssondering. Metoden gir normalt god informasjon om løsmassene sin lagdeling og relative fasthet, og den har i tillegg stor nedtrengningsevne ved at det kan koples inn vannspyling og slag under sonderingen. Metoden gir relativ sikker påvisning av bergnivå ved at det normalt avsluttes etter boring i antatt berg.

For nærmere forklaring av boremetoder og tolkning av resultater viser vi til rapportens geotekniske bilag, «Feltundersøkelser».

På grunn av en feil med borutstyret er registrert matekraft trolig noe for lav. Dette er mest synlig i starten av sonderingene, der det ikke er registrert noe matekraft. På bakgrunn av prøvegravingen har vi allikevel et godt grunnlag for å tolke løsmassene i grunnen.

#### 4.2 Grunnforhold, Løvstakkvatnet Nord

Borpunktene plassering er vist i plan på rapportens tegning nr. G1, og resultatene er tegnet opp i profiler på rapportens tegninger nr. G100.

Undersøkelsene er utført på et flatt område på omtrent kote 147,5. Berg er registrert i samtlige sonderinger. I tillegg er det flere observasjoner av berg i dagen i området. I pkt 8, 9 og 10 er det en klar overgang til berg, og berg er registrert på mellom 0,9 m og 3,1 m dybde. Mens i pkt 11 er det usikkert om det er oppsprukket berg eller fast lagret morene som er påtruffet på 6,3 m dybde. Vi har her konservativt antatt et bergnivå på 8,6 m dybde.

Materialet er tolket til å bestå av humusholdig sandig, grusig materiale med stein.

#### 4.3 Grunnforhold, Løvstakkvatnet Sør

Borpunktene plassering er vist i plan på rapportens tegning nr. G2, og resultatene er tegnet opp i profiler på rapportens tegninger nr. G101.

Undersøkelsene er utført på et flatt område på omtrent kote 147-148. Berg er registrert i samtlige sonderinger, med en dybde som varierer mellom 2,3 og 15,4 m. Det er hovedsakelig en klar overgang til berg, et unntak er pkt 4 der det er usikkert om massene fra 10-15 m dybde består av oppsprukket berg eller fast lagret morene. Vi har her konservativt antatt en dybde til berg på 15,4 m.

Løsmassene består øverst av et lag med humusholdig sandig, grusig materiale som inneholder stein. Mektigheten på dette laget varierer mellom 0 og 7,2 m. Under er det antatt et lag av samme typen materiale, men med et lavt humusinnhold, mektigheten på dette laget er opptil 2,0 m. Deretter er det registrert et lag med antatt morene med en tykkelse på opptil 5,8 m over berg.

## 5 Oppsummering av grunnforholdene

### 5.1 Løvstakkvatnet Nord

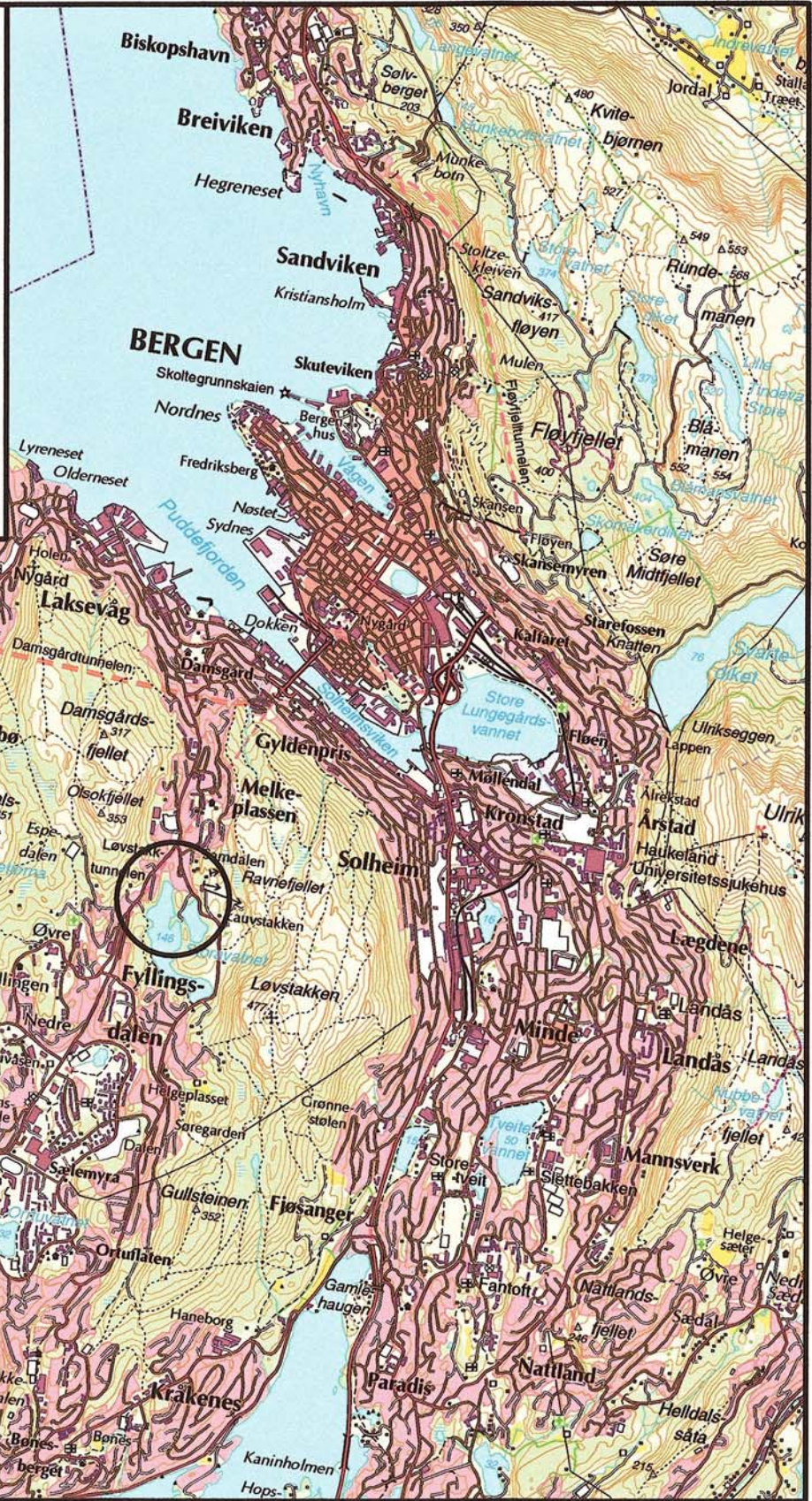
Ved Løvstakkvatnet Nord består massene øverst av et lag med humusholdig sandig, grusig materiale med stein. Tykkelsene på laget er antatt opptil 2,6 m. Under er registrert berg eller morene over berg.

Det er stor variasjon i dybden til berg, fra berg i dagen og opptil 8,5 m.

### 5.2 Løvstakkvatnet Sør

I Sør er det registrert et topplag på opptil 7,2 m med humusholdig sandig, grusig materiale med stein. Under er det et lag med samme typen materiale, men med et lavt humusinnhold. Deretter består materiale av antatt morene.

Også her er det stor variasjon i dybden til berg, fra 2,3 m til 12,1 m.



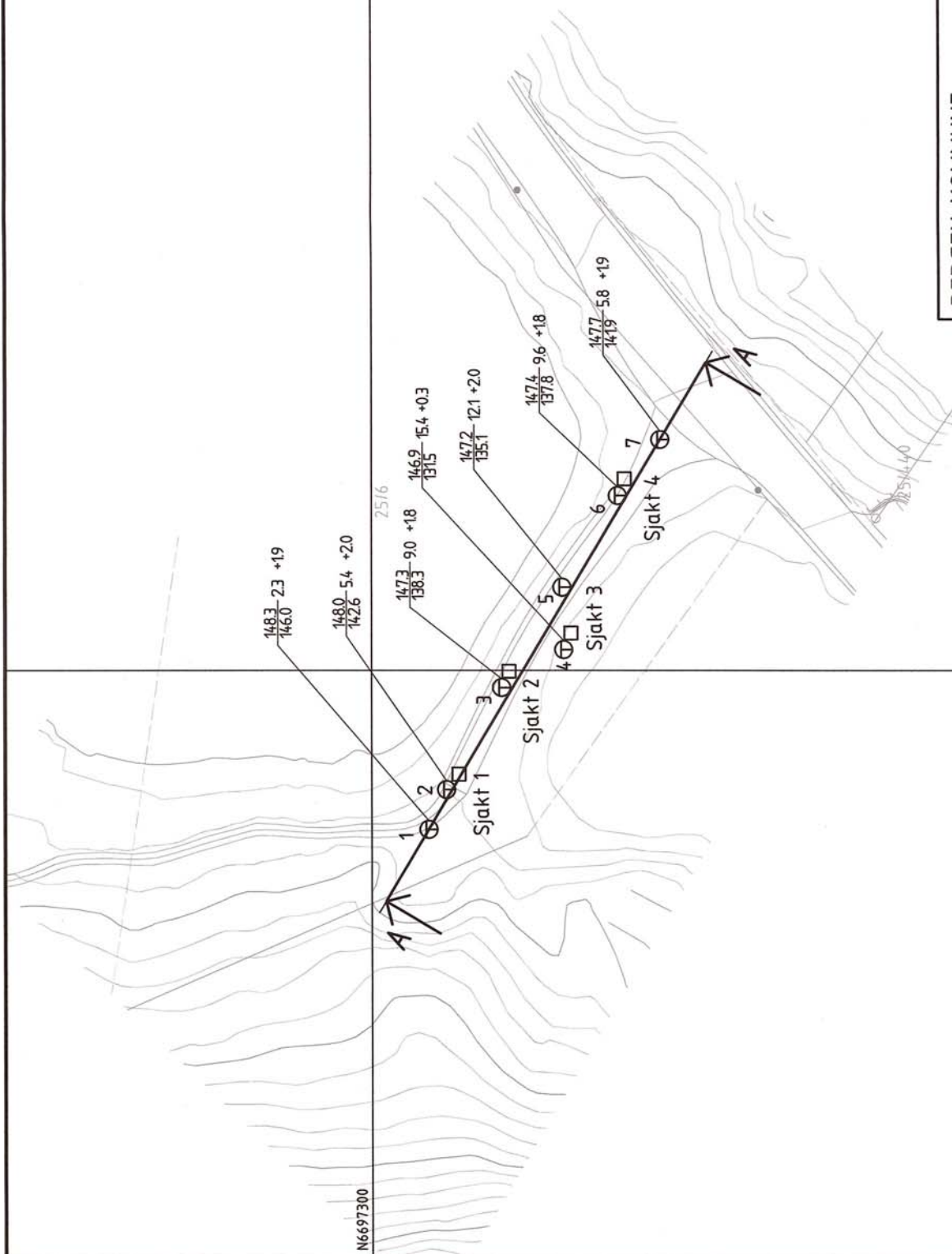
**BERGEN KOMMUNE**  
**LØVSTAKKVATNET NORD- OG SØR**

OVERSIKTSKART

Fag	RIG	Format	A4
Dato	20.10.15		
Format/Målestokk:	1:50000		

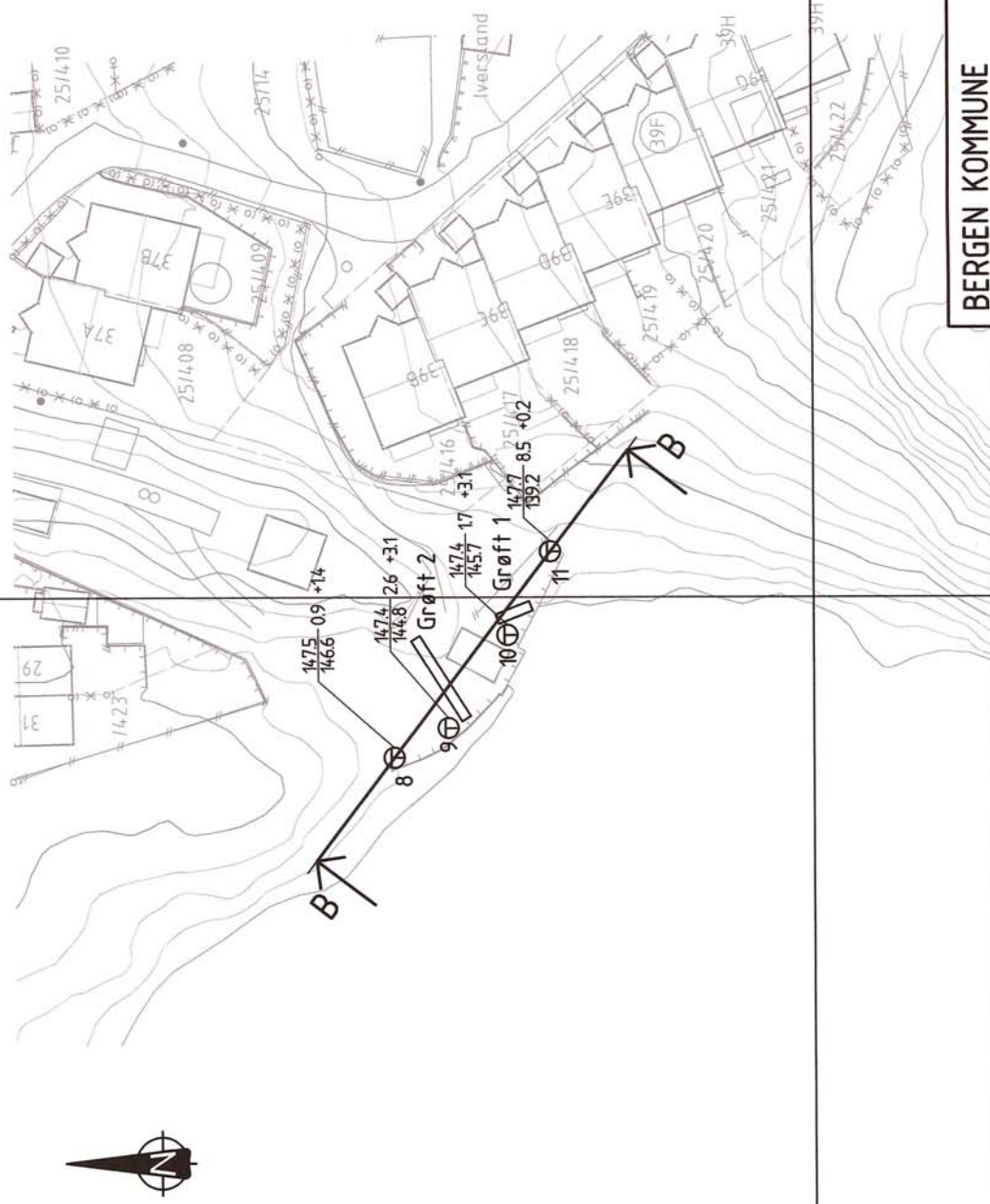
**Multiconsult**  
 www.multiconsult.no

Status	Konstr./Tegnet /JSB	Kontrollert SAT/ ABR	Godkjent ABR
Oppdragsnr.	Tegningsnr.	GO	Rev.
616109			



Fag	RIG	Format	A3
Date	14.10.15		
Format/Blåstokk	1:500		
<b>BERGEN KOMMUNE</b>			
<b>LØVSTAKKVATNET NORD- OG SØR</b>			
<b>BORPLAN LØVSTAKKEN SØR</b>			
Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Oppdragsnr.	/ JSB	SAV/199	ABR
Tegningsnr.		Rev.	
616109		G1	
<b>Multiconsult</b>			
www.multiconsult.no			

● DREESONDERING	⊛ FJELLKONTROLLBORING	⊙ PRØVESERIE	+ VINGEBORING
○ ENKEL SONDERING	⊕ KJERNEBORING	□ PRØVEGROP	⊖ PORETRYKKMÅLING
▼ RAMSONDERING	⚠ TRYKKDREESONDERING	▽ TRYKKSONDERING	⊕ TOTALSONDERING
BORHULL NR. TERRENG (BUNNI KOTE) BORET DYBDE + (BORET I FJELL) ANTATT FJELLKOTE			
BORHULL NR. DIGITAL BORHULL		LAB.BOK NR.	
KARTGRUNNLAG: BERGEN KOMMUNE		UTGANGSPUNKT FOR INNMÅLING: SPIDERNETT	



N6698100

# BERGEN KOMMUNE

## LØVSTAKKVATNET NORD- OG SØR

BORPLAN LØVSTAKKEN NORD

Status  
**Multiconsult**  
 Oppdragsnr. 616109  
 www.multiconsult.no

Fag	RIG	Format
		A3
Dato	14.10.15	
Format/Målestokk:	1:500	

Konstr./Tegnet	Godgjent
/JSB	SAI/ABE
Tegningan.	ABR
	Rev.

G2

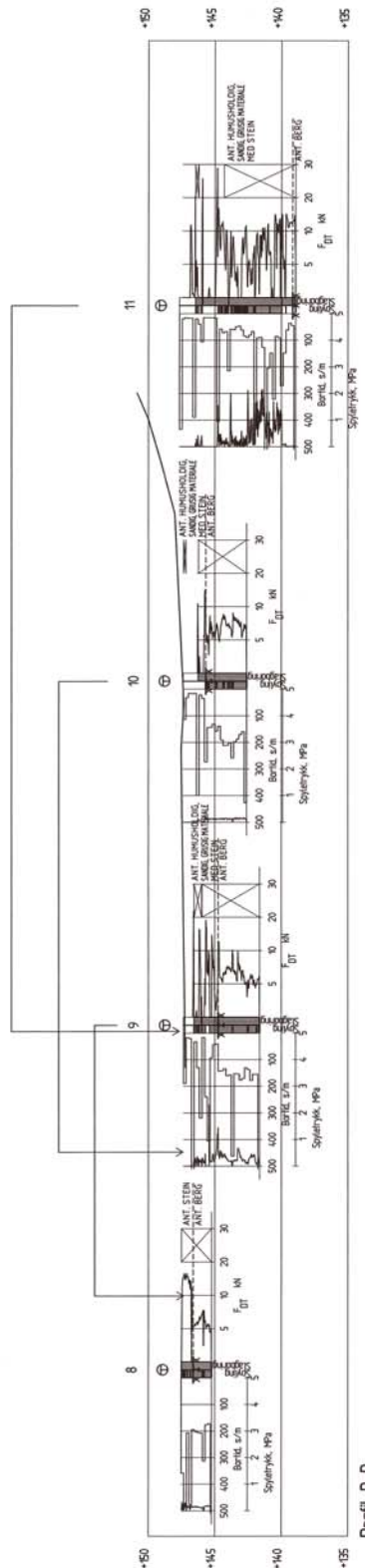
616109

616109

www.multiconsult.no

● DREESONDERING	⊗ FJELLKONTROLLBORING	⊙ PRØVEBORING	+ VINGEBORING
○ ENKEL SONDERING	⊕ KJERNEBORING	□ PRØVEGROP	⊖ PORETRYKKMÅLING
▼ RAMSONDERING	⊖ TRYKKDREESONDERING	▽ TRYKKSONDERING	⊕ TOTALSONDERING
○ TERRENG (IBUNNI) KÖTE	⊙ BORET DYBDE + (BORET I FJELL)		
○ ANTATT FJELLKÖTE			
○ BORBOOK NR. DIGITAL BORBOOK	LAB.BOK NR.		
○ KARTGRUNNLAG: BERGEN KOMMUNE			
○ UTGANGSPUNKT FOR INNMÅLING: SPIDERNETT			





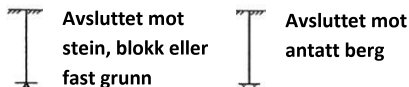
Profil B-B  
1:200

BERGEN KOMMUNE  
LØVSTAKVATNET NORD- OG SØR

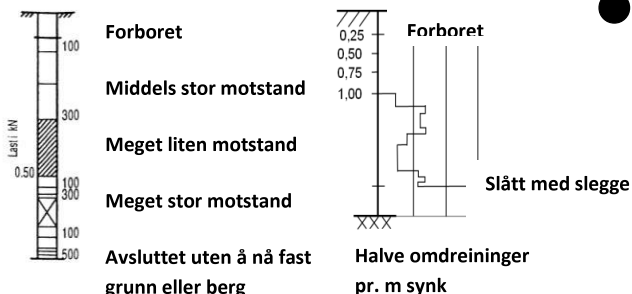
PROFIL B-B

1:200

www.multiconsult.no		616109		G101	
Multiconsult		616109		G101	
Utskrift		Tegning / 3D		Løvsstakvatnet / 3D	
Prosjekt		616109		G101	
Dato		12.10.15		1:200	
Rev.		AUP		1:200	



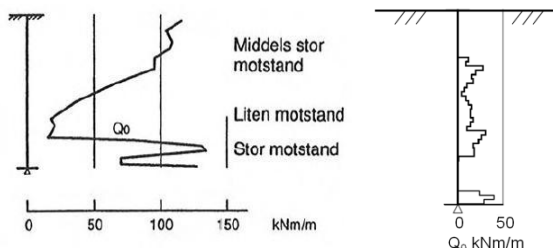
**Sonderinger** utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



**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 vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.

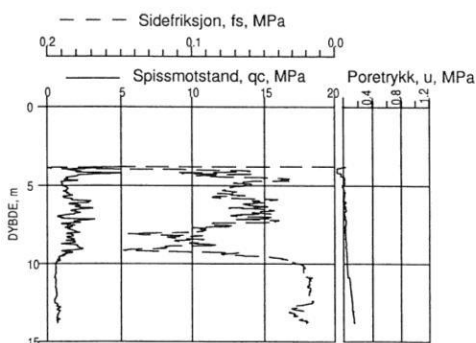


**RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)**

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.

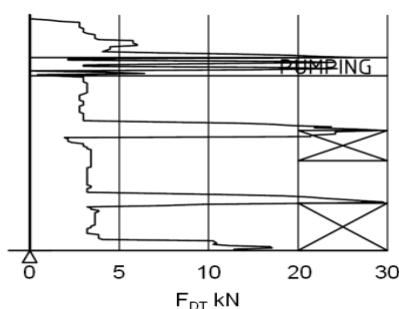
$Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$



**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).

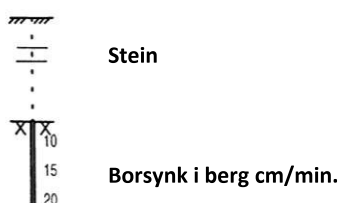


**DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)**

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.

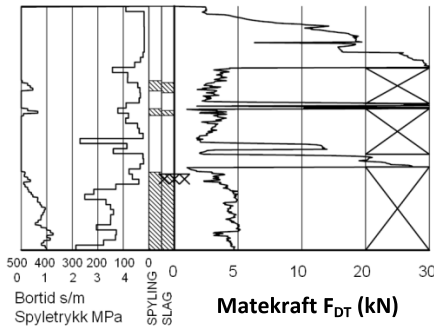
Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.



**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 dreietrykkmodus, 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.



Prøvemarkering

**⊙ 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.

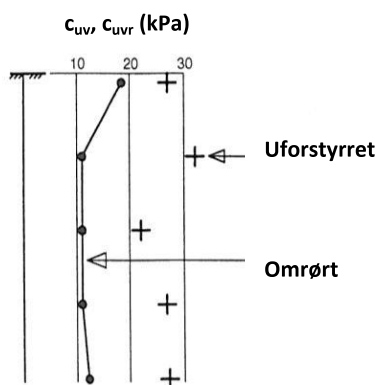


Prøvemarkering

**⊙ PRØVETAKING (NGF MELDING 11)**

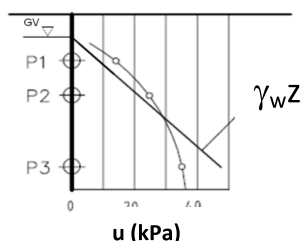
Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde blir prøvesylinderen 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  $65 \times 130$  mm presses ned i grunnen til ønsket målenivå. Her blir vingekorset påført et økende dreiemoment til jorden rundt vingen når brudd. Det tilhørende dreiemomentet blir registrert. Dette utføres med jorden i uforstyrret ved første gangs brudd og omrørt tilstand etter 25 gjentatte omdreininger av vingekorset. Udrenert skjærfasthet  $c_{uv}$  og  $c_{ur}$  beregnes ut fra henholdsvis dreiemomentet ved brudd og etter omrøring. Fra dette kan også sensitiviteten  $S_t = c_{uv}/c_{ur}$  bestemmes. Tolkede verdier må vanligvis korrigeres empirisk for opptredende effektivt overlagingstrykk i måledybden, samt for jordartens plastisitet.



**⊖ PORETRYKSMÅLING (NGF MELDING 6)**

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