
RAPPORT

Dam Hoen

OPPDRAGSGIVER

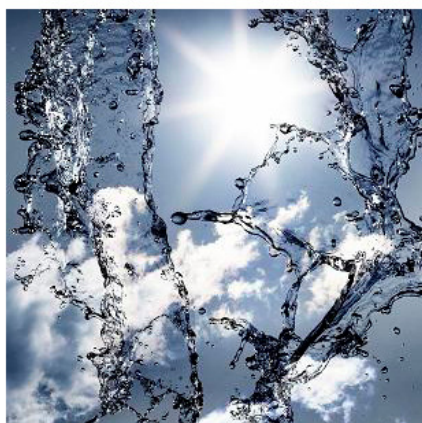
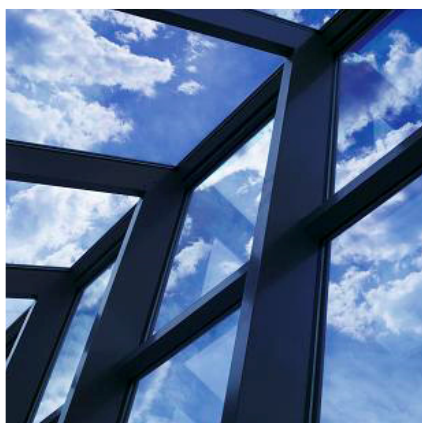
Øvre Eiker Energi AS og Øvre Eiker kommune

EMNE

Datarapport grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 16. november 2015 / 01

DOKUMENTKODE: 814364-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	Dam Hoen	DOKUMENTKODE	814364-RIG-RAP-001
EMNE	Datarapport grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Øvre Eiker Energi AS og Øvre Eiker kommune	OPPDRAGSLEDER	Gunnar Vik
KONTAKTPERSON	Olav Nedberg	UTARBEIDET AV	Gunnar Vik
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 549200 NORD: 6626800	ANSVARLIG ENHET	2013 Sør Drammen/Tbg Samferdsel og infrastruktur
GNR./BNR./SNR.	78 / 1 m. flere Øvre Eiker kommune		

SAMMENDRAG

Multiconsult har utført grunnundersøkelser ved Dam Hoen i Hokksund på vegne av Øvre Eiker Energi AS v/Jon Nedberg og Øvre Eiker kommune v/Roger Humlebakk i fellesskap. Hensikten med undersøkelsene var tredelt, 1) bekrefte riktigheten av NVEs kartlagte kvikkleireson 481 Dammen samt å kontrollere stabiliteten av løsmassene ved senkning av vannstanden, 2) vurdere grunnforhold for mulig omlegging av elven, om 3) kontroll av grunnforhold og stabilitet ved boligfeltet på sør og østsiden av vassdraget.

Det er utført 9 totalsonderinger og foretatt 4 maskinelle skovlinger med opptak av representative prøver.

1. Det er ikke påvist kvikkleire noe steder. NVEs faresone 481 Dammen er ikke reell. Vannstanden kan senkes uten fare for områdestabiliteten.
2. Elven kan legges om i kant av jordet uten sprengning vest for borhull 5 og 6. Det er 10 m eller mer til fjell i området.
3. Det er meget faste masser i den bratte ravineskråningene ved punkt 9 og 10.
4. Det er behov for supplerende grunnundersøkelser for ny gangvei på vestsiden av vassdraget.

01	16.11.2015	814364-RIG-RAP-001. Revidert oppdragsgiver	GV 	DL	KnE
00	13.11.2015	814364-RIG-RAP-001. Datarapport grunnundersøkelse Dam Hoen	GV	DL	KnE
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
1.1	Topografi og kvartærgeologi	5
2	Utførte grunnundersøkelser	6
2.1	Feltarbeider	6
2.2	Laboratoriearbeider	7
3	Grunnforhold	8

Tegninger

814364-RIG-TEG-000	Oversiktstegning med plassering av prosjektet
814364-RIG-TEG-001	Borplan med utførte undersøkelser
814364-RIG-TEG-010 til -013	Prøveserier fra skolvboringer i hull 3, 6, 8 og 9
814364-RIG-TEG-020 til -028	Sonderingsdiagram fra totalsondering nr 1-6, -8 til -10
814364-RIG-TEG-060	Kornfordelingdiagrammer fra hull 6, 8 og 9

Vedlegg 1

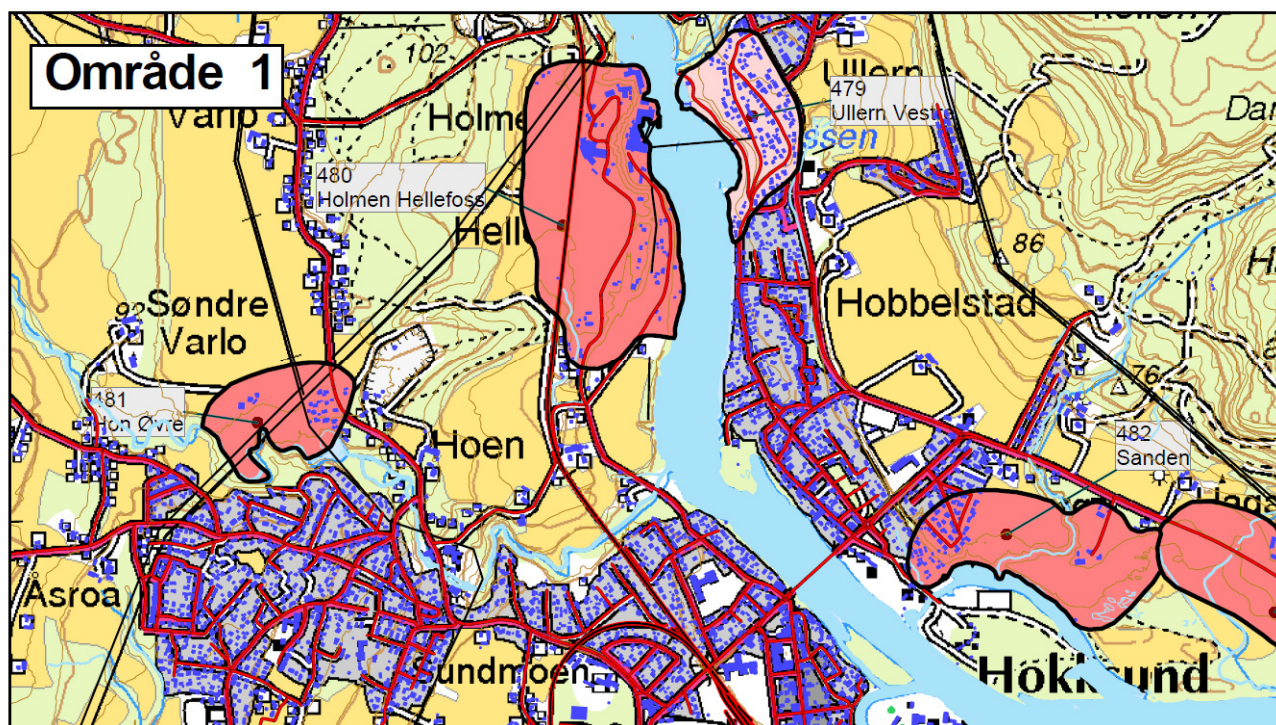
Rapport Pr00479 Morten Strøm. Grunnundersøkelser Skotselvsveien 179 A.

Geotekniske bilag

Feltmetoder
Laboriemetoder
Metodestandarder

1 Innledning

Øvre Eiker Energi AS ønsker å utvikle demningen og senke vannstanden i dam Hoen. NVE har stilt krav om at områdestabiliteten måtte kontrolleres og verifiseres før tiltaket i iverksettes, siden det er avmerket en kvikkleiresone i dette området, se www.skrednett.no.



Figur 1. Kartlagt kvikkleiresone 481 Dammen, eller Dam Hoen nordvest for Hokksund sentrum. Moderat faregrad. www.nve.no

På flere befaringer i forbindelse med planleggingen av grunnundersøkelser har Multiconsult og Øvre Eiker Energi AS samt Øvre Eiker kommune, også avdekket behov for undersøkelser ved boligfeltet på sør og vestsiden av vassdraget på grunn av elveerosjon og skråningsstabilitet ned mot vassdraget oppstrøms dammen.

Et tiltak for å forbedre stabilitet og for å sikre de bratte erosjonsskråningene på sørsiden kan være å legge om elveleiet oppstrøms slik at det er plass til å legge opp en motfylling langs sørvestsiden av bekken.

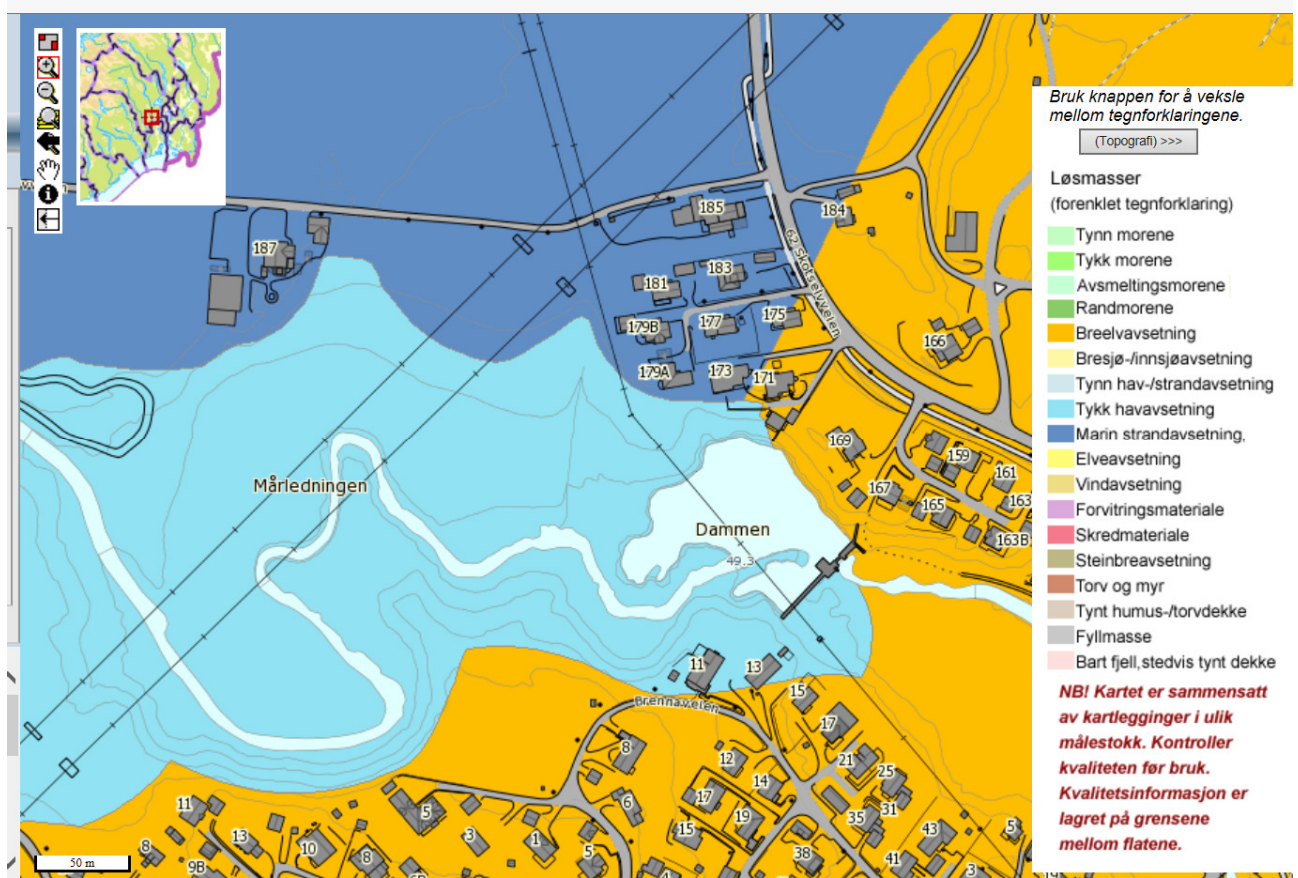
På bakgrunn av disse vurderingene har Multiconsult satt opp et forslag til borplan og gjennomført grunnundersøkelser på stedet på oppdrag fra Øvre Eiker Energi AS og Øvre Eiker kommune i fellesskap.

1.1 Topografi og kvartærgeologi

På nord og østsiden er det dyrket mark med en jevn skråning ned mot øvre del av vannspeilet og elva. Kvartærgeologisk kart viser at det her er marin leire. Gjennomsnittlig terrenggradient er her 1: 7.8. Det er brattere enn det som er stabil helning, dersom det hadde vært kvikkleire på stedet, og dette er da trolig årsaken til at området er tolket som mulig kvikkleireområde.

På sør- og vestsiden av elva er det stedvis svært høye og bratte ravineskråninger. På det meste er det ut fra topografisk kart ca 24 m høydeforskjell mellom elven og topp skråning ved borpunkt 10.

På dette stedet er det en gjennomsnittlig helning på 1:1,32 som er meget bratt til å være i løsmasser. Elven har stedvis gravet seg inn i foten av skråningen. Ravineskråningen står pr definisjon i rasvinkel med sikkerhetsfaktor lik 1. I elveleiet ved borpunkt 4 er det registrert en fjellterskel i elvebunnen.



Figur 2. Utsnitt av kvartærgeologisk kart. www.ngu.no. Lys blå farge viser antatt tykk havavsetning, mens mørk blå farge angir marine strandavsetninger. Breelavsetninger er vist med oransje farge.

2 Utførte grunnundersøkelser

2.1 Feltarbeider.

Multiconsult har utført undersøkelser for alle tre formål. Det er utført sonderinger i 9 punkt:

- Kontroll av områdestabilitet i kvikkleiresone 481. Sondering 1-4
- Kontroll av grunnforhold på sør og vestsiden av vassdraget. Sondering 8-10
- Kontroll av grunnforhold ved mulig omlagt elvestrekning. Sondering 5-6.

Tegning -000 viser et oversiktskart med beliggenhet av dam Hoen.

Tegning 814364-001 viser plasseringen av det utførte undersøkelsene i detalj.

Feltarbeidene ble utført av boreleder Glenn Magnar Ellingsen med beltegående borerigg av typen Geotech 604.

Tabellen 2.1 gir et sammendrag av boreresultater.

Tabell 2.1 Utførte undersøkelser dam Hoen

Borhull nr	Type boring	Nord-koordinat	Øst-koordinat	Terreng-kote * NN2000	Boret dybde i løsmasser, m	Boret dybde i fjell, m	Kommenater fra borleder
1	T	6 626 971.6	549 334.1	74.1	16.5		0-3.5m. Antatt sand, 3.5-15.4m Silt, morene? Faste masser, uten blokk 15.4 - 16.5 Fast morene. Stein? Avsluttet i løsmasser.
2	T	6 626 888.5	549 397.6	65.7	8.1		0-3.4m. Antatt sand, 3.4-7.7m Silt, 7.7-8.1 Stein/grus. Avsluttet i løsmasser
3	T, SK	6 626 794.8	549 450.1	58.1	1.7	0	0-1.7m. Jord (torv) og sand. Antatt fjell. Tatt opp to poseprøver til 1.7 m dybde. Sand. Sand/grus.
4	T	6 626 810.4	549 367.0	59.3	3.2	2.0	0-3.2m. Sand, silt. 3.2-5.1 Innboring i fjell
5	T	6 626 781.0	549 232.8	61.5	10.1	1.6	0-1.6m. Jord, sand. 1.6-10.1 Sand/grus med kulestein eller morene 10.1-11.7 Innboring i fjell.
6	T, SK	6 626 765.6	549 192.7	64.6	14.5	2.2	0-7.5 Sand/grus m. kulestein 7.5-14.5 m. Antatt sand, 14.5-16.7m Innboring i fjell. Det er tatt opp to poseprøver til 1.5 m dybde. Skovl stoppet i stein.
7							Hull 7 er ikke boret.
8	T, SK	6 626 776.7	549 489.7	65.5	10.7		0-3.3m Antatt sand. 3.5-9.5 Antatt silt/sand. 9.5-10.7 Antatt grus/stein. Avsluttet mot antatt fjell. Det er tatt opp seks poseprøver til 4 m dybde. Sand, sand og silt.
9	T, SK	6 626 675.9	549 347.3	78.9	6.8		0-0.7m Jord og sand. 0.7-5.3 Antatt sand 5.3-6.8 Antatt sand/grus med kulestein. 6.8m. Stopp i faste masser. Det er tatt opp to poseprøver til 1.8 m.
10	T	6 626 645.6	549 256.2	88.6	9.4		0-8.8m Sand. 8.8-9.4 Antatt sand/grus med kulestein, 9.4m. Stopp i faste masser.

T= Totalsonderinger

SK= Prøvetaking med maskinell skovling.

Sonderingsdiagrammer er vist i tegningene -020 til -029.

Sonderingene 1-3 er stoppet mot antatt fjell eller faste masser. Sonderingene 4, 5 og 6 er ført ca 2 m inn i fast fjell. Sonderingene 8, 9 og 10 på sør og vestsiden av elva har stoppet i faste løsmasser.

Det er ikke tatt opp uforstyrrede prøver med Ø54 mm prøvetaker, siden det ikke er egnede masser for dette. Det er tatt opp representative prøver ved hjelp av skovling ved borhull 3, 6, 8 og 9.

Faste lag ved sondering 8, 9 og 10 var ikke egnet for planlagte trykksonderinger

2.2 Laboratoriearbeider

Representative prøver fra maskinell skovling er tatt inn til vårt laboratorium. Prøvene er klassifisert og beskrevet i tegningene -010 til -013.

Kornfordelingsdiagrammer er fra borhullene 6, 8 og 9 er vist i tegning 060.

3 Grunnforhold

Det er ikke registrert kvikkleire i noen av boringene. Det er også foretatt en tidligere undersøkelse ved Skotselvsveien 179 A, hvor det heller ikke er påvist kvikkleire.

Rapport nr Pr00476 datert 28 februar 2011 fra Siv. Ing. Morten Strøm er gjengitt i vedlegg 1.

Sondering 3 nede ved innløpsosen til dam Hoen viser at det bare er 1.7 m til fjell. Løsmasser som er sedimentert i dammen består av silt.

Sondering nr 5 og 6 viser at det er 1.5 -2 m med sandig og grusig materiale over meget fast morene/kulesteinslag. Det er mindre steininnhold fra 7.5 m dybde i sondering nr 6. Fjellet ligger 10.1 til 14.5m under terreng.

Sondering 2, 4 og 8 viser ca 2 m tykt lag med forholdsvis lav sonderingsmotstand. Dette er tolket som silt eller siltig leire.

Ved sondering 4 er det registrert fast fjell i bunnen av elveleiet.

4 Konklusjon

Sonen 481 Dammen som er avmerket på NVEs faresonekart for kvikkleire er ikke reell. Kvikkleire er ikke påvist. Områdestabiliteten nord og øst for vassdraget er god. Vannstanden kan senkes uten at det utgjør noen fare for større utglidninger.

Senkning av vannstanden vil føre til at elven graver seg ned i eksisterende løsmasser som i dette området stort sett består av silt. Vannstanden vil ikke reduseres vesentlig oppstrøms punkt 4 på grunn av fjellterskelen i elva.

Elven kan legges om i en ny kanal ved borpunkt 5 og 6.

Det er meget faste masser ved boligene på topp av ravinen ved borhull 9 og 10.

Videre vurderinger av erosjonssikring ved nedtapping av dammen, omlegging av elv og stabilitet av bratt ravineskråning i øst, og må detaljprosjektets senere.

Når linjeføring og tverrprofiler for ny gangvei på sør og vestsiden av dam og elv er klar, må det foretas ytterligere boringer for verifisering av stabilitet av veg og fyllinger.

VEDLEGG 1

Datarapport Pr00479 Skotselvveien 179 A fra Morten Strøm datert 28.02.2011.

SIVILINGENIØR MORTEN STRØM
Geoteknisk konsulent

Rustadgata 21 Tel 33044056
3187 Horten 981261100MVA
morten@mstrom.no

Jonas Hogganvik
Sesmoveien 150

3300 Hokksund

Pr00476

28 februar 2011

SKOTSELVVEIEN 179A - GRUNNUNDERSØKELSE I FORBINDELSE MED PÅBYGG

Etter avtale har vi utført grunnundersøkelse i forbindelse med planlagt påbygg på enebolig i Skotselvveien 179 A. Bakgrunnen for grunnundersøkelsen er at boligtomta ligger i et område som er klassifisert til middels faregradsklasse med hensyn til kvikkleireskred.

Tiltaket innebærer at man skal bygge på deler av boligen med en etasje. Samtidig som man bygger på vil man grave ny drenering rundt husets grunnmur.

Vi kjenner ikke til grunnlaget til at man har klassifisert området til skredfarlig kvikkleiresone. I forbindelse med denne grunnundersøkelsen ble det ikke påvist kvikkleire. Vi regner med at resultatene fra denne grunnundersøkelsen vil være nyttige i forbindelse med en fremtidig vurdering av skredfaren i området. I rapporten gir vi anbefalinger for at huseier kan redusere risiko for uønskede massebevegelser på sin egen tomt. Vi har ikke gjort noen vurdering av skredfaren i området.

Grunnundersøkelsen besto av 5 totalsonderinger og 1 naverboring med opptak av forstyrrede prøver. På laboratoriet ble prøvene visult klassifisert og vanninnhold ble målt. På en av prøvene ble Atterbergs grenser funnet og på en prøve utførte vi kornfordelingsanalyse. Boreresultater og laboratorieresultater er vist på figurer 1 til 4. Plassering av boringer vises på boreplan, figur 5.

Rutinemessig gjør vi oppmerksom på at Norsk Standard 8402 gjelder for oppdraget.

GRUNNFORHOLD OG EKSISTERENDE BEBYGGELSE.

Eiendommen ligger øverst på en 9,0 meter høy skråning. Eksisterende bygning har kjeller med grunnmur av betong med sparestein og av Siporex bygningsblokker. I forbindelse med befaring av kjelleren oppdaget vi ikke skjevheter eller setningsskader. Visstnok skal det være en sprekk på grunnmur ved garasjetilbygget.

Totalsonderingene stoppet på dybder som varierte fra 9,8 m til 13,0 m. Det ble ikke gjort innboring for å bekrefte fjell, men vi antar at de fleste sonderingene stoppet på fjell.

Ved forekomst av kvikkleire vil som oftest kurvene fra totalsonderingene vise markant reduksjon i nedpress der hvor man treffer på kvikkleira. For ingen av totalsonderingene registrerte vi noen reduksjon som kan tyde på kvikkleire.

I forbindelse med naverboringen i borepunkt 3 tok vi forstyrrede prøver til 9,0 meters dybde. Ned til omlag 3,0 meter fant vi lagdelte sandige og siltige masser. Fra 3,0 m til 5,0 m er massene overveiende siltige med noe sand. Fra 5,0 meter til 9,0 meter kan man beskrive massene som sandig, leirig silt.

På prøven fra 7,0 m fant vi flytegrensen til 22% og plastitetsgrensen til 15%. Disse verdiene indikerer siltige masser. På prøven fra 8,0 meter utførte vi slemmeanalyse. Kornfordelingskurven fra slemmeanalysen indikerer sandig, leirig silt.

Vanninnholdet i siltmassene var tildels høyere enn flytegrensen. Silt kan oppføre seg som flytende i vannmettet tilstand og massene kan derfor forveksles med kvikkleire. I de opptatte prøvene var leirinnholdet såpass lite at det vil være feil å karakterisere massene som kvikkleire.

KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER

1. Grunnen består av lagdelt sand og silt ned til 3,0 m. Fra 3,0 m til 5,0 m er massene overveiende siltige med noe sand. Fra 5,0 meter til 9,0 meter fant vi sandig, leirig silt. Antatt fjell ligger 9,8 m til 13,0 m under terrengnivå.
2. Vi registrerte ikke kvikkleire i forbindelse med grunnundersøkelsen. Både totalsonderinger og laboratorieundersøkelser indikerer siltige heller enn leirige masser.
3. Tomta ligger i et område som man har klassifisert til middels faregrad med hensyn til kvikkleireskred. Resultatene fra denne grunnundersøkelsen vil være nyttige ved en fremtidig vurdering av stabiliteten for dette feltet.
4. Ettersom grunnforholdene overveiende består av friksjonsmasser, vil vekten av det planlagte påbygget ha liten eller ingen betydning for skråningsstabiliteten. Det vil ikke være grunn til å foreta masseutskifting med lette masser for å kompensere for vekten av påbygget.

Man har planer om å grave ny drenering rundt husets grunnmur. I den forbindelse har man kommet med ønske om å deponere overskuddsmasser på egen tomt, nær høyspentledningen. I motsetning til de tilkjørte trematerialene i påbygget, kan oppgravde masser utgjøre betydelig vekt. Overskuddsmasser bør kjøres bort og bør ikke deponeres på tomta.

Håndtering av overflatevann vil ha vesentlig betydning for stabilitetsforholdene. Høsten 2000 hadde man en periode over flere uker med mye nedbør. På slutten av denne perioden skjedde det mange utglidninger i siltige masser i kommunene mellom Drammen og Kongsberg. Utglidningene hadde sammenheng med at siltmassene ble mettet. Dybden på utglidningene varierte fra 1,0 m til 3,0 m.

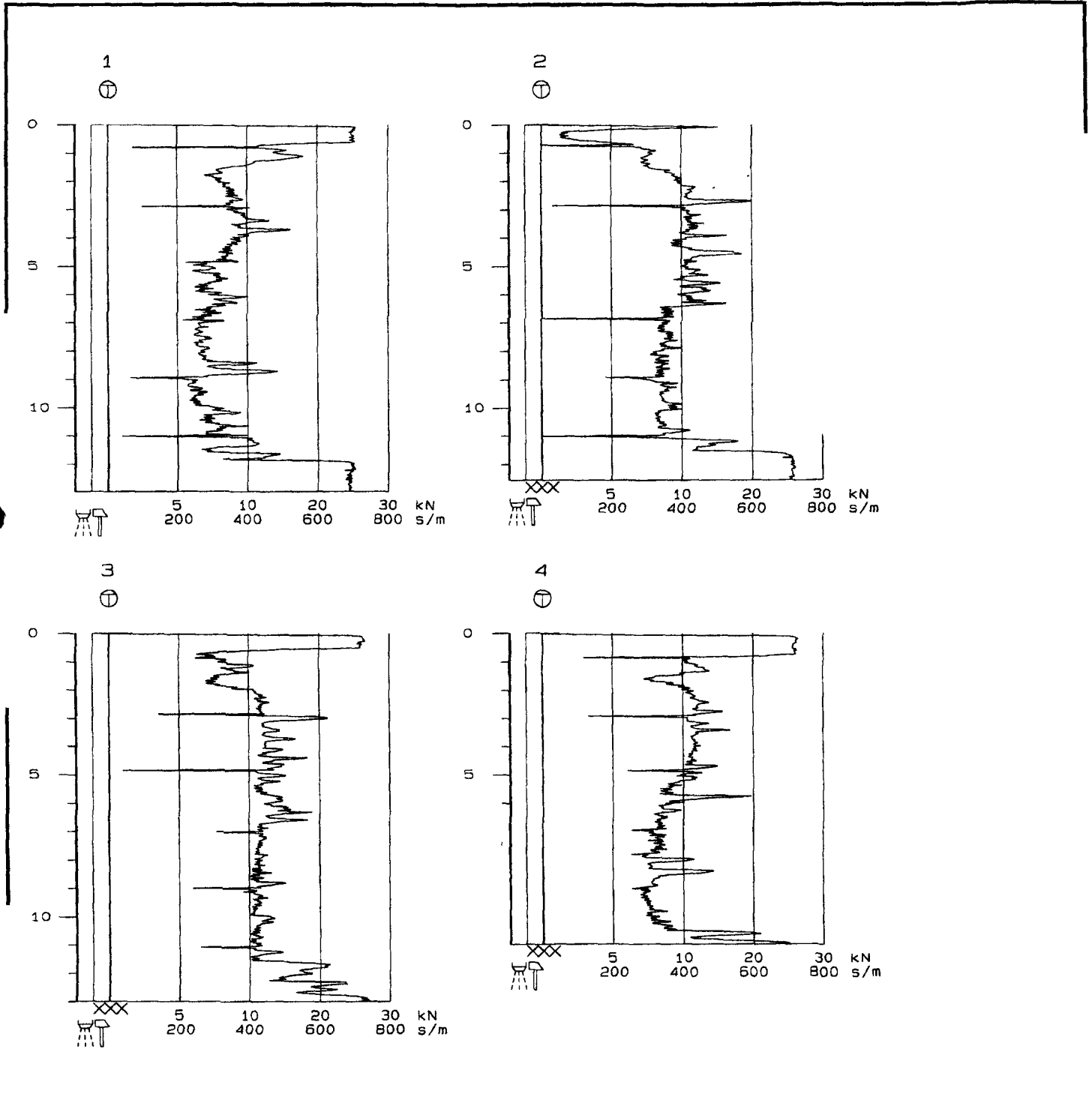
Man bør sørge for at takvann og annen overflatevann i størst mulig grad føres bort fra skråningen.

5. Enhver vektøkning eller omfordeling av laster kan medføre oppsprekking av gamle grunnmurer. Både grunnforhold og grunnmurens tilstand tyder imidlertid på at det er liten risiko for at det skal oppstå vesentlige skader i forbindelse med det planlagte påbygget.

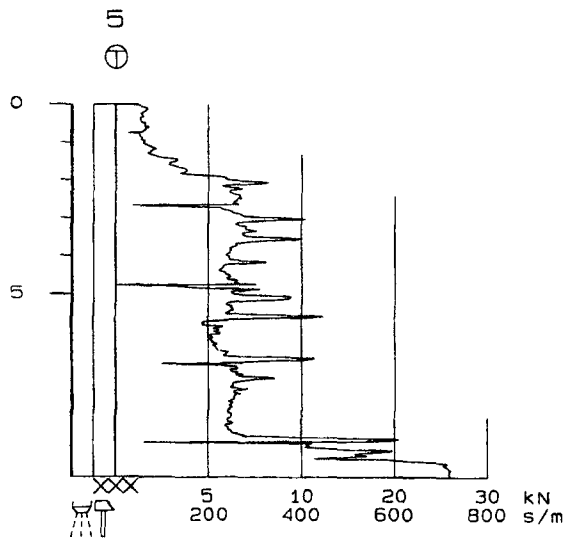


Morten Strøm

Vedlegg: Figurer 1 til 5
Standardbilag A, Definisjoner og ansvarsforhold



TOTALSONDERINGER	Hull	X-koord	Y-koord
	Ferang	Grv.st	Utf
Skotselveien 179 A Øvre Eiker	Borplan	Logg.nr	Kontr.
	Prosjekt: 576	FIGUR:	
Tegn dato 16.2.11			
GeoStrøm GRUNNUNDERSØKELSE			



TOTALSONDERINGER	Hull	X-koord	Y-koord
	Terrang	Grv.st	Utf
Skotselveien 179 A Øvre Eiker	Borplan	Logg.nr	Kontr
	Prosjekt:	FIGUR:	
GeoStrøm GRUNNUNDERSØKELSE	Tegn.dato		
	16.2.11		

PROSJEKT :

NAVERBORINGER

FIGUR: 3

Skotsevveien 179 A

DATO: 18 februar 2011

BORING: 2			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
			Matjord
- 0,5			Sand, fin/middels, grå og rød
	22	Finsand, siltig, gråbrun	---
- 1,0			Leirig silt

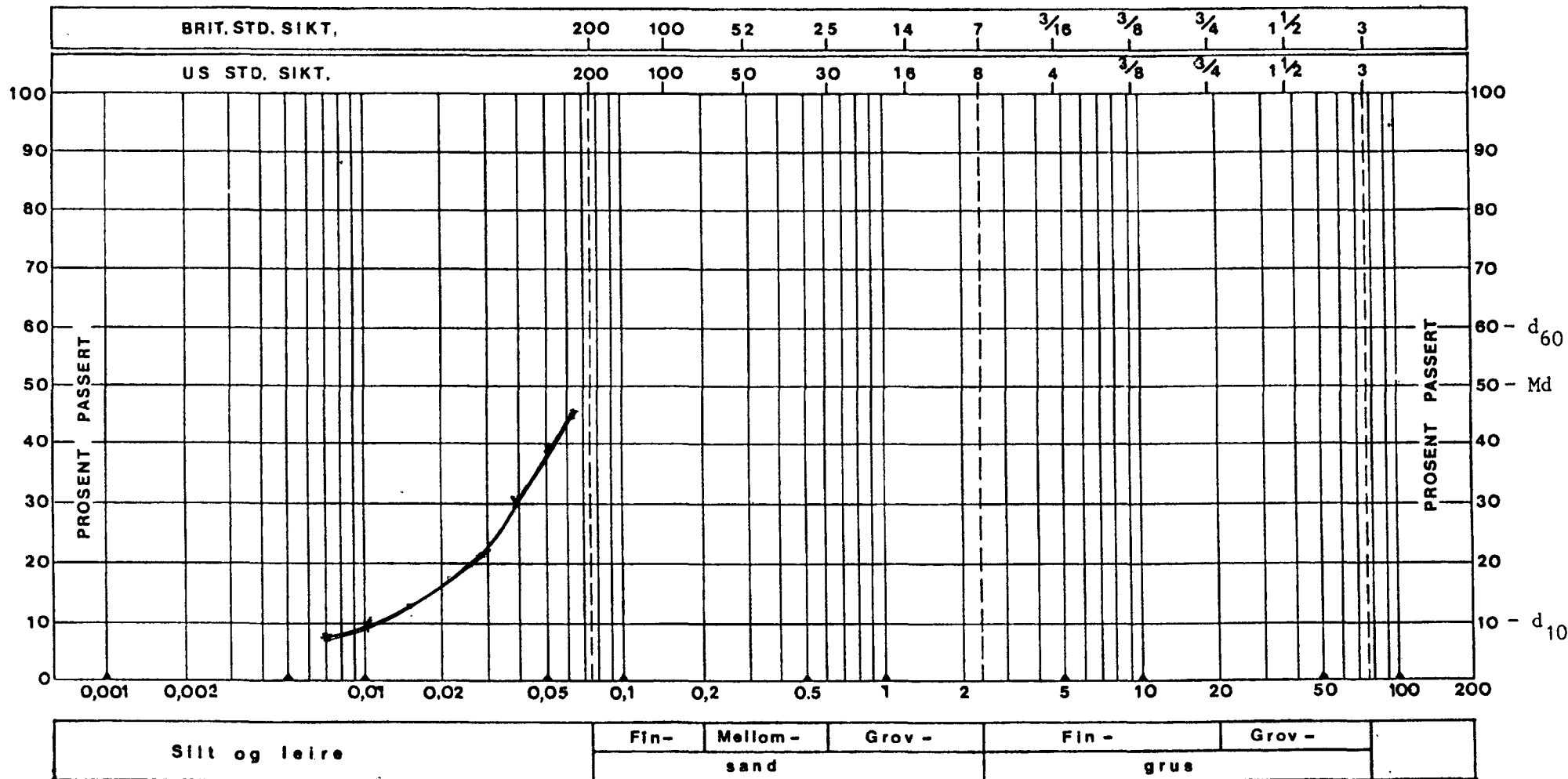
- 1,5	22	Silt, gråbrun, fast lagret	Silt, leirig, grå, meget fast
- 2,0	19	Silt, sandig	---
			Finsand og silt, lagdelt, meget fast
- 2,5	21	Silt, sandig, fast lagret	
- 3,0	16	Finsand, siltig	
- 3,5	24	Silt, fast/middels fast	
- 4,0	25	Silt, sandig	
- 4,5	22	Silt, fast/middels fast $k'=3,7$	
- 5,0	18	Finsand, siltig	
- 5,5	24	Silt, leirig, med sandig lag $k'=10$	
- 6,0	18	Silt, leirig, med sandig lag	---
			Finsand, brun

- 6,5	22	Silt, litt leirig og sandig	Finsand, siltig

BORING:			
DYP	W	Lab. beskrivelse	Markbeskrivelse
- 7,0	24	Silt, leirig $k'=0,9$ Flytegr = 22 Plast gr = 15	Silt, sandig, grå
- 7,5	29	Silt, leirig $k'=0,6$	
- 8,0	27	Silt, leirig Kornfordelingsk	
- 8,5	26	Silt, leirig	
- 9,0	26	Silt, leirig	Avsluttet 9,0 m
- 9,5			
-10,0			
-10,5			
-11,0			
-11,5			
-12,0			
-12,5			
-13,0			

W er vann i % av tørr vekt.

Prøver fra naverboringer vil være forstyrret og derfor bløtere enn uforstyrret grunn. Lagdeling kan bli borte. Laboratoriebeskrivelsene må derfor brukes sammen med markbeskrivelsene.



Sandig, leivig silt

KORNFORDELINGSKURVER

JONAS HOGGANVIK
Skotselvveien 179 A

18 febr 2011 Figur 4

Sivilingeniør Morten Strøm

BILAG A

Sivilingeniør Bjørn Strøm AS
30 august 2006

DEFINISJONER / ANSVARFORHOLD / USIKKERHET

Leire. Leire går gjennom et 0,075 mm sikt og er i våt tilstand plastisk. Vi sier at jordarten er plastisk når den ved riktig vanninnhold kan rulles ut til en tynn tråd (2mm).

Leire som er tørket inn gjentatte ganger eller som er blitt trykket sammen under høyt trykk (bunmorene), er hard og vil absorbere vann meget langsomt (timer eller dager). Hard, tørr leire må knuses og knas hardt og lenge før den blir plastisk. Dette i motsetning til silt, som absorberer vann raskt og er lett å bløte opp.

Våt leire mister mye av sin fasthet når den blir omrørt eller utsatt for bevegelse. Hvor mye en leire vil bli oppbløtt ved omrøring kan anslås fra Atterbergs flytegrense (LL) og vanninnholdet.

En sensitiv leire er en leire som mister det meste av sin fasthet ved omrøring. Ytterligheten er kvikkeleire, som blir flytende under ganske lite omrøring.

Leire har liten vanngjennomtrengelighet, og påvirkes lite av drenering eller oversvømmelse. Våte leirmasser er vanskelige å tørke ut. Faste leirmasser blir ikke bløte fordi en utgraving oversvømmes, hvis ikke massene samtidig rotes opp.

Leire kan komprimeres bare når den er passe fuktig. Tørre leirige gravemasser kan bestå av harde klumper som må knuses med tungt utstyr.

I forbindelse med graving i leire er tiden en vesentlig faktor. I mange tilfeller vil en graveskrent stå i flere dager før den raser ut. Dette gjør at en ofte kan greie seg uten forstøtning når utgravingen bare skal stå åpen en kort tid. Dette er et faremoment siden det kan friste til å arbeide i utgravinger med for liten sikkerhet.

Skjærfasthet, kN/m ²	Beskrivelse	Enkel prøve.
0 - 12	Meget bløt.	Knyttneve presses lett inn flere cm.
12 - 25	Bløt.	Tommelfinger presses lett inn flere cm.
25 - 50	Middels fast.	Tommelfinger presses inn med moderat trykk.
50 - 100	Fast.	Merkes lett med tommel, vanskelig å trykke inn
100 - 200	Meget fast.	Merkes lett med fingernegl.
200 +	Hard.	Vanskelig å merke med negl

Silt. En leirig silt kan forveksles med leire. Hvis en våt siltklump ristes brått, blir overflaten blank fordi vannet går ut i overflaten. Hvis en så klemmer på siltklumpen, blir den matt. Denne muligheten for vannstrømming gjør at silt kan være totalt ustabil ved graving under grunnvannsnivået. Når silten tørker blir den fast, men ikke hard. Tørr silt trekker raskt til seg vann, og kan lett brytes ned eller løses opp i vann. Vannmettet silt er elastisk eller svampaktig. En kan vri eller strekke en prøve nesten uten motstand inntil den plutselig binder. Siden silt suger lett opp vann og er meget teleførlig.

Vi bruker Atterbergs grenser som kriterium for å benevne siltige og leirige jordarter. Atterberg utviklet systemet for jordbruksformål og Casagrande tilpasset det til geoteknikk.

Sand. For sand bruker vi grensene 0,075 mm og 2,4 mm. Hvis en sandig masse inneholder tiltrekkelig finstoff til å oppføre seg som leire, blir den klassifisert som leire selv om den inneholder mer sand enn noe annet. Anleggsproblemer i sand henger gjerne sammen med enten for mye eller for lite vann.

Grus. Grus ligger mellom 2,4 mm og 60 mm. Grus behøver ikke nødvendigvis være en åpen masse med gode dreneringsegenskaper. En velgradert, leirig grus er ganske tett.

Stein. Grensene for stein er 60 mm og 600 mm.

Steinblokker (blokk). Steinblokker er større enn 600 mm. I moreneområder kan steinblokker forekomme i leirmasser, og er en av flere grunner til å unngå opphold i usikrede utgravinger.

Ensgradert masse. Består av partikler av lik størrelsesorden, slik at det stort sett ikke finnes mindre korn til å fylle åpningene.

Velgradert masse. Består av korn eller partikler av forskjellige størrelser, slik at åpningene i all vesentlighet vil være mindre enn en fjerdedel av den gjennomsnittlige kornstørrelsen. Massen skal være stabil etter komprimering. Et eksempel på en velgradert masse er 10 % finsand, 20 % mellomsand, 20 % grovsand og resten grus. Sand med en del gruskorn er således ikke velgradert. Maskingrus 0-50 mm er ofte bare delvis velgradert. Spredte større partikler har liten effekt.

Lagdelt masse kan være ferskvannsavsetninger hvor sesongmessig tilførsel av grovere masse gir lag som kan være vannførende og som derfor kan påvirke skråningsstabiliteten. Slike grovere lag kan gi bedre drenering og derved bety noe for setningshastigheten. Det kan også dreie seg om organiske lag som kan påvirke setningsegenskapene, som for eksempel i avsetninger av masse fra Numedalslågen.

GENERELL USIKKERHET VED GRUNNUNDERSØKELSER

Våre beskrivelser av grunnforhold er basert på fortolkning av spredte borer og sjakter, det vi ser i terrenget, og andre opplysninger som måtte finnes. Dette innebærer en varierende grad av usikkerhet. For å unngå å belemre rapportene med en stadig referanse til denne usikkerheten, gjør vi oppmerksom på den bare i dette bilaget.

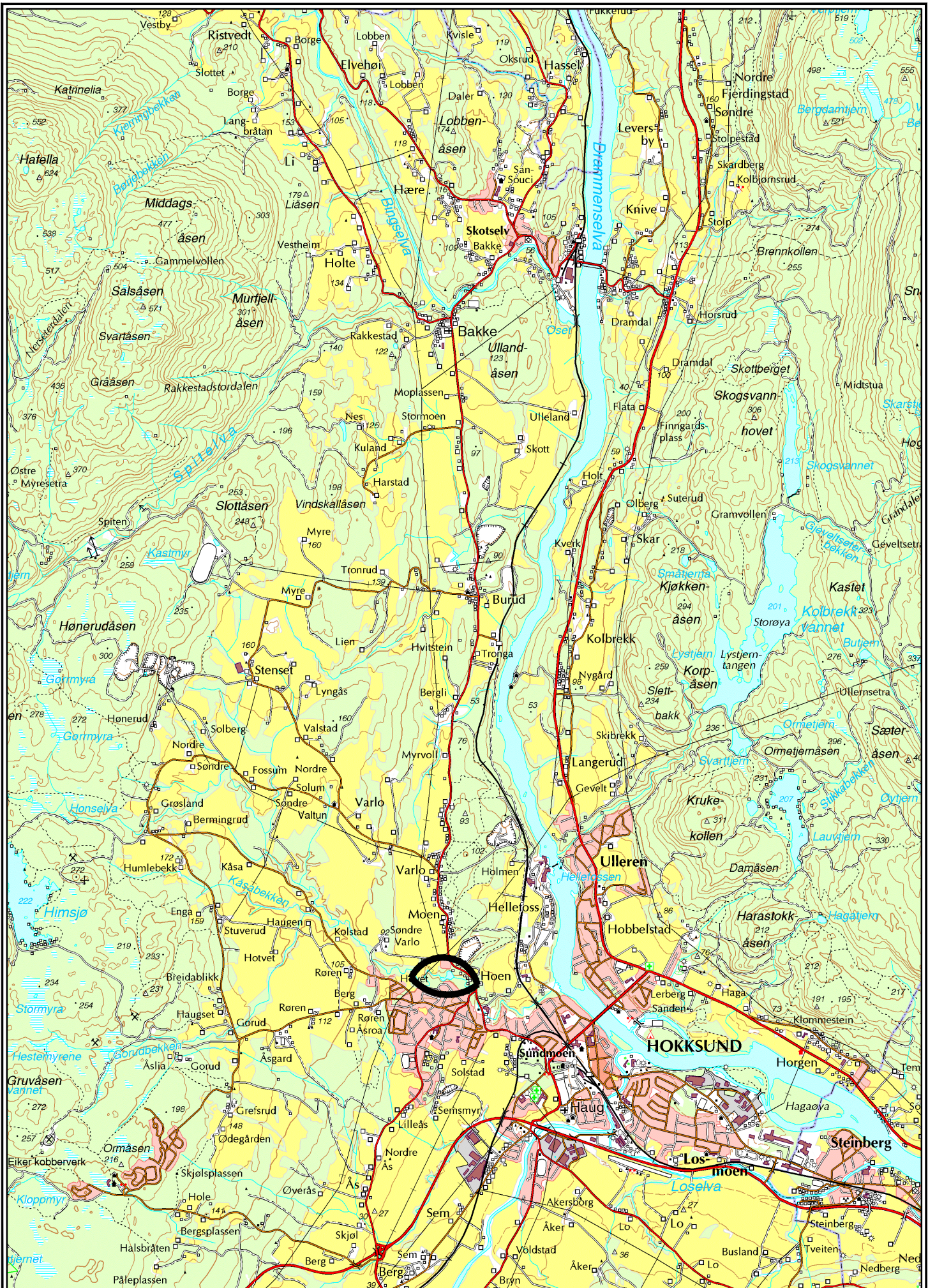
ANSVARFORHOLD

Norsk Standard 8402 som gjelder for våre oppdrag, begrenser ansvaret overfor oppdragsgiver til kr 3.000.000,- pr skade og til kr 9.000.000,- totalt, hvilket også er dekningen gjennom RIF Forsikringservice AS. Disse beløpene vil i noen tilfeller være for små, og vi anbefaler derfor oppdragsgivere å overveie spesiell forsikring. I forbindelse med totalentrepriser kan det være spesiell ansvarsbegrensning. NS 8402 begrenser ansvaret overfor tredjemann til kr 5.000.000,-.

GEOTEKNISK OPPFØLGING

NS 3480, geoteknikk prosjektering, krever antagelser om grunnforholdene skal kontrolleres i forbindelse med anleggsarbeidene. Siden vi vanligvis ikke er informert om oppstart og arbeidsprogram, er vi avhengige av byggherre eller entreprenør for å kunne følge opp. Oppfølgingen kan i mange tilfeller gjøres som et samarbeide mellom byggeleder og geotekniker.

U:\0814\814364\814364-03 ARBEIDSRÅDE\814364-01 RIG\814364-04 TEGNINGER\814364-0-tegn, Drammen.dwg - Layout: (000) - Plottet av: gv. Dato: 2015.11.11 kl 13:23

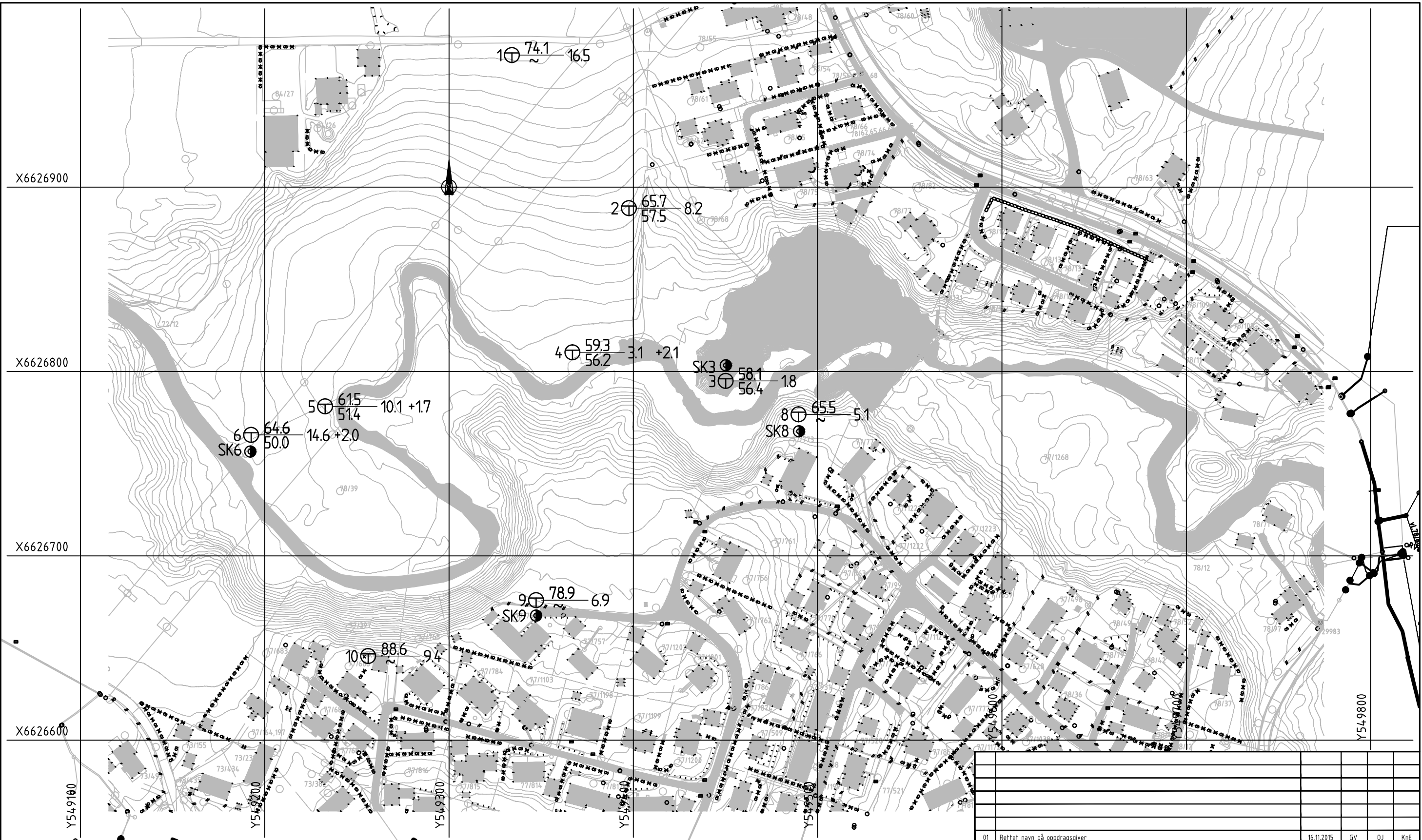


Multiconsult
www.multiconsult.no

ØVRE EIKER ENERGI/KOMMUNE
DAM HOEN
GRUNNUNDERSØKELSER
OVERSIKTSPLAN

Status	...	Fag	RIG	Original format	A4	Dato	20150807
Konstr./Tegnet	GV	Kontrollert	OJ	Godkjent	KnE	Målestokk	1:...
Oppdragsnr.	814364	Tegningsnr.	RIG-TEG-000	Rev.	...		

U:\0814\814.364-01 RIG\814.364-04 TEGNINGER\814.364-RIG-TEG-001.dwg - Layout: (001) - Plottet av: gv. Dato: 2015.11.16 kl 11:10



- Dreiesondring
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondring
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- + Vingeboring
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⚡ Fjell i dagen
- ⦿ Skovling

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Borboknr.: 026792

Kartgrunnlag: Digitalt kart fra *.sosi-modell

Innmåling: Øvre Eiker kommune

Lab.boknr.:

01	Rettet navn på oppdragsgiver	16.11.2015	GV	OJ	KnE
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	ØVRE EIKER ENERGI AS/ØVRE EIKER KOMMUNE		Fag	Format	
	DAM HOEN		RIG	A3	
	GRUNNUNDERSØKELSER		Dato		
	BORPLAN		10.11.2015		
			Format/Målestokk:		
			1 : 2000		
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet	Kontr./DL	Godkjent
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		KE
		814364	RIG-TEG-001		

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					S_t (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
5	SILT med noe finstoff og planterester							58									
	SILT, leirig enkelte planterester					○											
10																	
15																	
20																	

kt. + 58.1

Symboler



Enaksialforsøk (strek angir deformasjon (%) ved brudd)

- Vanninnhold
- ▽ Plastisitetsindeks, I_p

- ▼ Omrørt konus
- ▽ Uomrørt konus

- ρ = Densitet
- S_t = Sensitivitet

- T = Treaksialforsøk
- Ø = Ødometerforsøk
- K = Korngradering

ρ_s : 2.75 g/cm³
 Grunnvannstand: m
 Borbok:
 Lab-bok: DLB

PRØVESERIE

Borhull:

SK 3

ØVRE EIKER ENERGI AS

Dato:
2015-09-25

Dam Hoen


Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet: **METS**
Oppdragsnummer: **814364**

Kontrollert: **GEO**
Tegningsnr.: **10**

Godkjent: **GV**
Rev nr.: **00**

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					S_t (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
5	SILT MATERIALE, sandig, grusig	brun	K		○												
10																	
15																	
20																	

Symboler		Enaksialforsøk (strek angir deformasjon (%) ved brudd)	ρ_s : 2.75 g/cm ³
○	Vanninnhold	▼	Omrørt konus
—	Plastisitetsindeks, I_p	▽	Uomrørt konus
		ρ = Densitet	T = Treaksialforsøk
		S_t = Sensitivitet	Ø = Ødometerforsøk
			K = Korngradering
			Lab-bok: DLB

PRØVESERIE	Borhull: SK 6
-------------------	----------------------

ØVRE EIKER ENERGI AS	Dato: 2015-09-25
Dam Hoen	

Multiconsult www.multiconsult.no	Konstr./Tegnet: METS	Kontrollert: GEO	Godkjent: GV
	Oppdragsnummer: 814364	Tegningsnr.: 11	Rev nr.: 00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					S_t (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
5	SAND, fin, siltig enk. gruskorn og planterester, rød brun																
	SAND enk. gruskorn, brun		K														
	SILT enk. planterester, lys brun																
	SILT lys brun																
	SILT med litt finstoff, lys brun																
5	SILT blandet med LEIRE, siltig, sandig		K														
10																	
15																	
20																	

Symboler



Enaksialforsøk (strek angir deformasjon (%) ved brudd)

○ Vanninnhold
 — Plastisitetsindeks, I_p

▼ Omrørt konus
 ▽ Uomrørt konus

ρ = Densitet
 S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk
 Ø = Ødometerforsøk
 K = Korngradering

ρ_s : 2.75 g/cm³
 Grunnvannstand: m
 Borbok:
 Lab-bok: DLB

PRØVESERIE

Borhull:

SK 8

ØVRE EIKER ENERGI AS

Dato:
2015-09-28

Dam Hoen

Multiconsult
 www.multiconsult.no






Konstr./Tegnet:
METS
 Oppdragsnummer:
814364

Kontrollert:
GEO
 Tegningsnr.:
12

Godkjent:
GV
 Rev nr.:
00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					S_t (-)	
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50		
5	SILT	enkelte planterester	K															
	SAND																	
10																		
15																		
20																		

Symboler

 Vanninnhold
 Plastisitetsindeks, I_p
 Enaksialforsøk (strek angir deformasjon (%) ved brudd)
 Omrørt konus
 Uomrørt konus
 ρ = Densitet
 S_t = Sensitivitet
T = Treaksialforsøk
 \emptyset = Ødometerforsøk
K = Korngradering
 ρ_s : 2.75 g/cm³
Grunnvannstand: m
Borbok:
Lab-bok: DLB

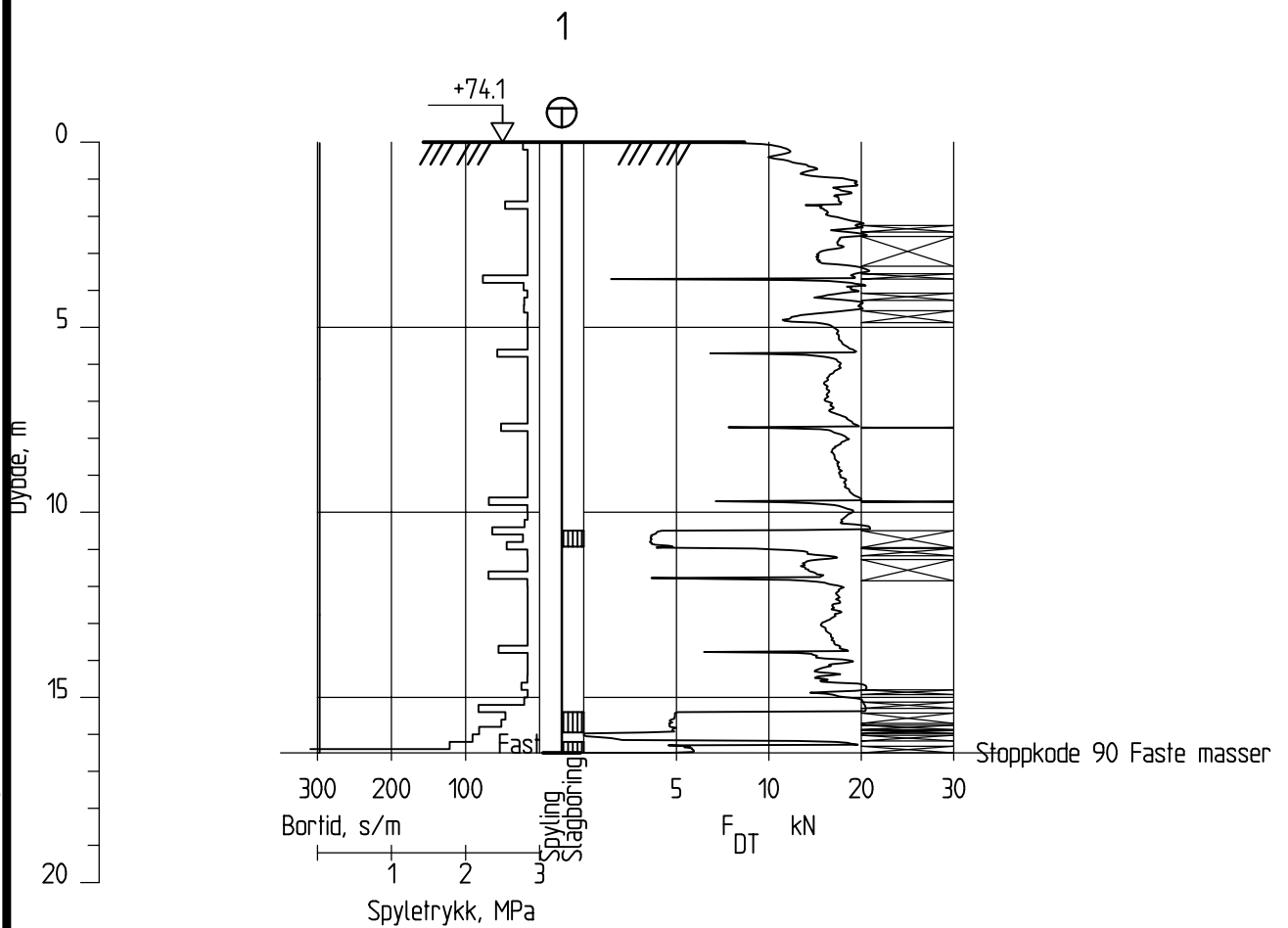
PRØVESERIE Borhull: SK 9

ØVRE EIKER ENERGI AS Dato: 2015-09-25

Dam Hoen

 www.multiconsult.no	Konstr./Tegnet: METS	Kontrollert: GEO	Godkjent: GV
	Oppdragsnummer: 814364	Tegningsnr.: 13	Rev nr.: 00

U:\0814\814364\814364-03 ARBEIDSPRÅDE\814364-01 RIG\814364-04 TEGNINGER\814364-04 Totalsonderinger.dwg, - Layout: (Model); - Plottet av: gv, Dato: 2015.11.16 kl 11:16



Dato boret :17.08.2015

Posisjon: X 6626971.61 Y 549334.09

TOTALSONDERING

Tegningens filnavn
814364_Sonderinger.dwg

Øvre Eiker Energi AS/Øvre Eiker kommune
Grunundersøkelser Dam Hoen

Målestokk
1 : 200

Godkjent
KnE
Kontrollert
DL

Multiconsult

www.multiconsult.no

Dato
02112015

Original format
A4

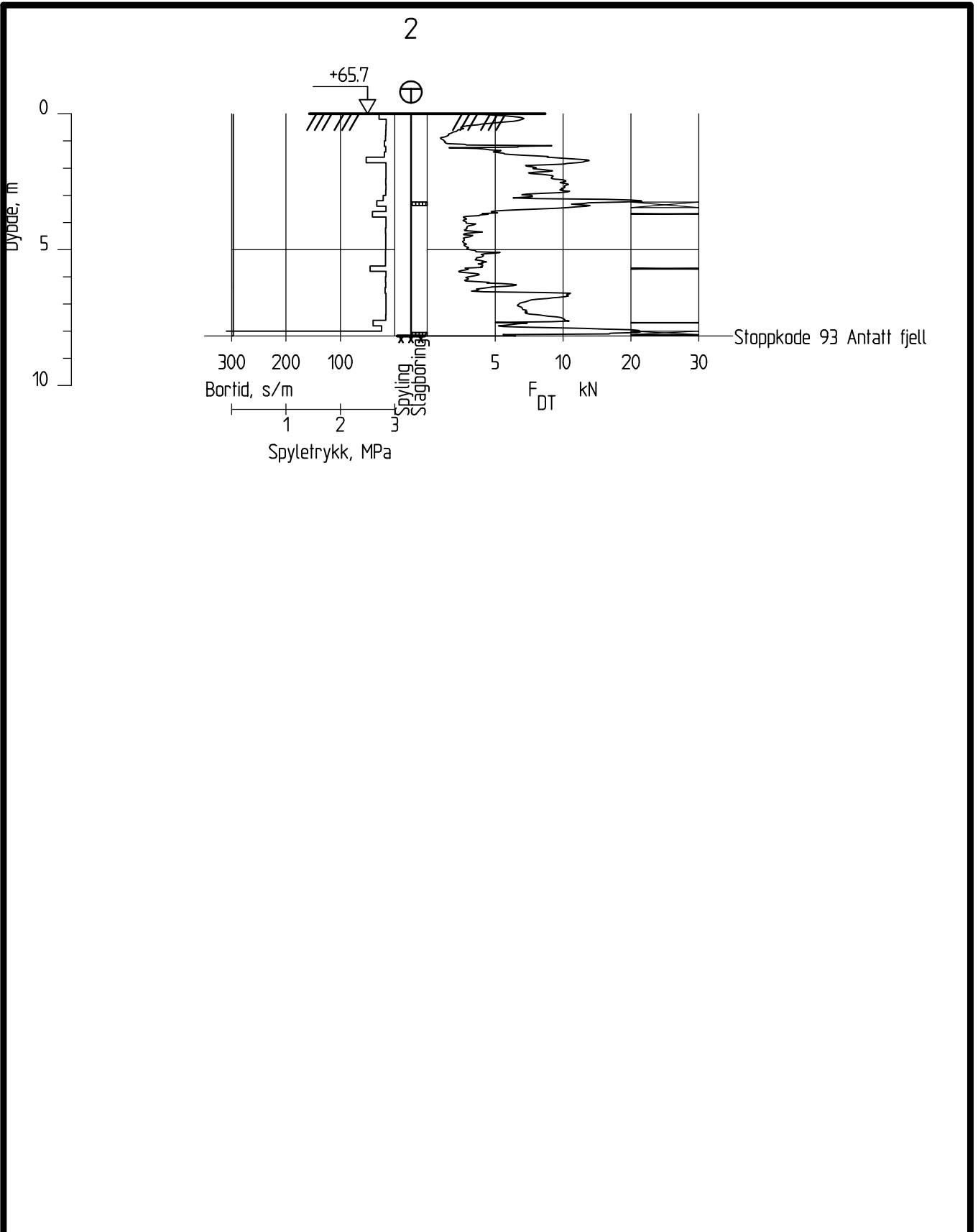
Konstr./Tegnet
GV

Oppdragsnr.
814364

Tegningsnr.
-RIG-020

Rev.
01

U:\0814\814364\814364-03 ARBEIDSPRÅDE\814364-01 RIG\814364-04 TEGNINGER\814364-04 Totalsonderinger.dwg, - Layout: (Model); - Plottet av: gv, Dato: 2015.11.16 kl 11:16

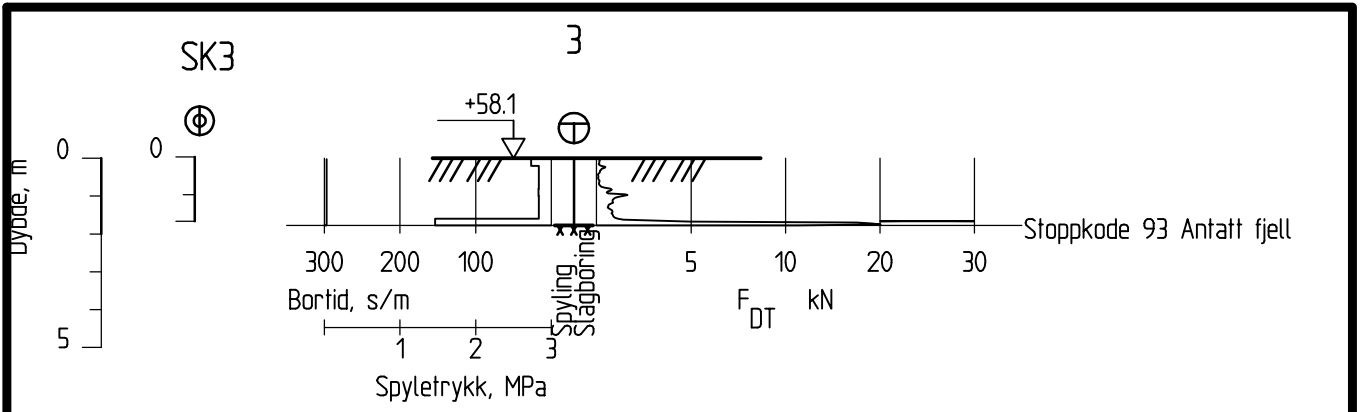


Dato boret :17.08.2015

Posisjon: X 6626888.54 Y 549397.59

TOTALSONDERING		Tegningens filnavn 814364_Sonderinger.dwg	
Øvre Eiker Energi AS/Øvre Eiker kommune Grunundersøkelser Dam Hoen		Målestokk 1 : 200	Godkjent KnE
			Kontrollert DL
 www.multiconsult.no	Dato 02112015	Original format A4	Konstr./Tegnet GV
	Oppdragsnr. 814364	Tegningsnr. -RIG-021	Rev. 01

U:\0814\814364\814364-03 ARBEIDSPRÅDE\814364-01 RIG\814364-04 TEGNINGER\814364-04 Totalsonderinger.dwg, - Layout: (Model); - Plottet av: gv, Dato: 2015.11.16 kl 11:17



Dato boret :17.08.2015

Posisjon: X 6626794.83 Y 549450.09

TOTALSONDERING

Tegningens filnavn
814364_Sonderinger.dwg

Øvre Eiker Energi AS/Øvre Eiker kommune
Grunundersøkelser Dam Hoen

Målestokk
1 : 200

Godkjent
KnE
Kontrollert
DL

Multiconsult

www.multiconsult.no

Dato
02112015

Oppdragsnr.
814364

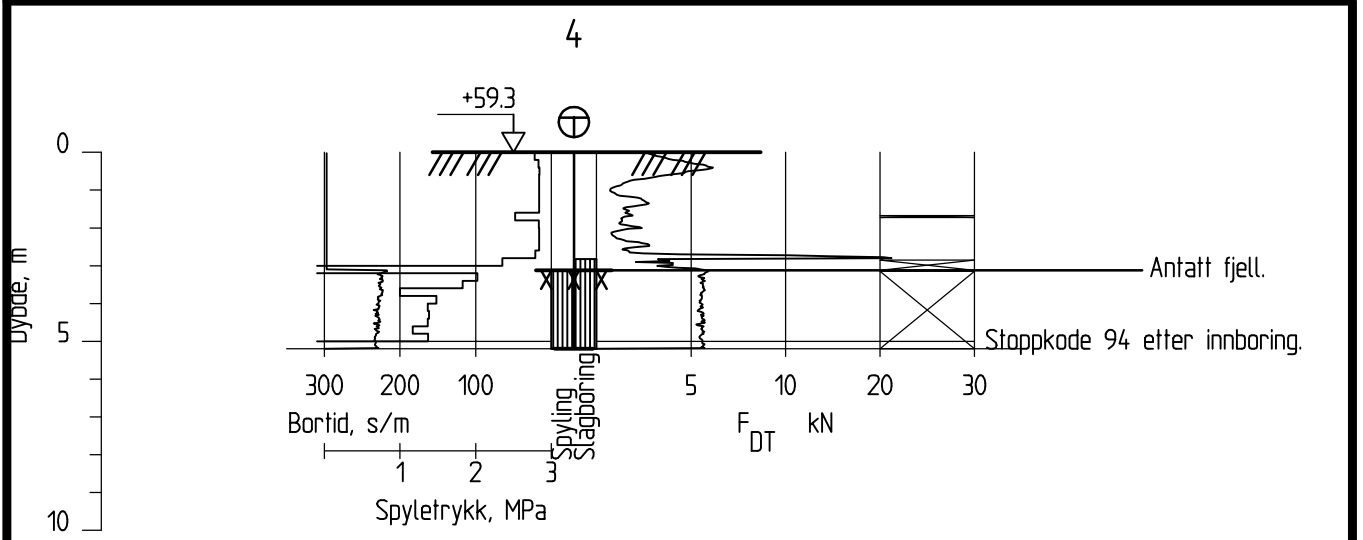
Original format
A4

Tegningsnr.
-RIG-022

Konstr./Tegnet
GV


Rev.
01

U:\0814\814364\814364-03 ARBEIDSPRÅDE\814364-01 RIG\814364-04 TEGNINGER\814364-04 TOTALSONDERINGER.dwg, - Layout: (Model); - Plottet av: gv, Dato: 2015.11.16 kl 11:17

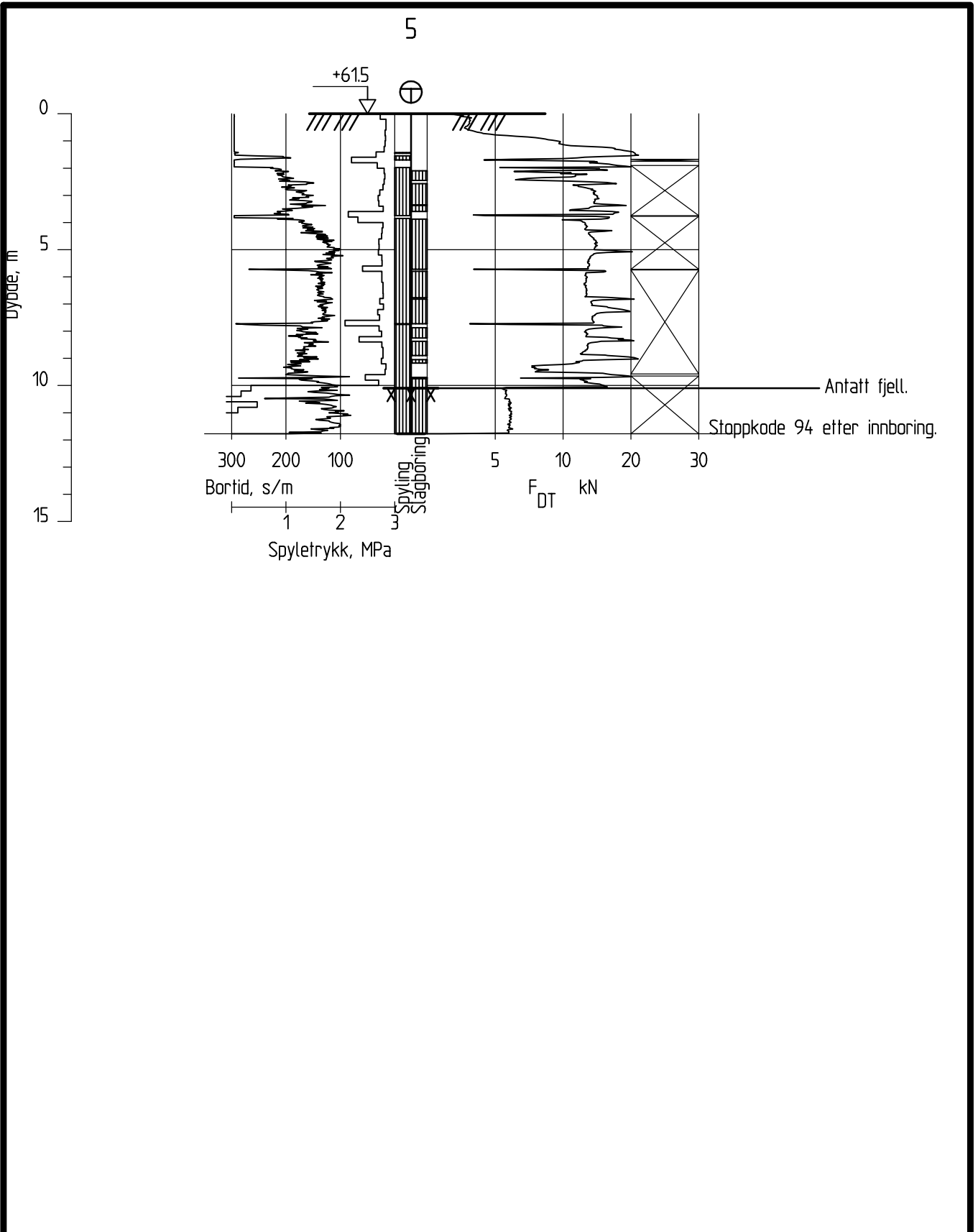


Dato boret :17.08.2015

Posisjon: X 6626810.37 Y 549366.98

TOTALSONDERING		Tegningens filnavn 814364_Sonderinger.dwg	
Øvre Eiker Energi AS/Øvre Eiker kommune Grunnundersøkelser Dam Hoen		Målestokk 1 : 200	Godkjent KnE
			Kontrollert DL
 www.multiconsult.no	Dato 02112015	Original format A4	Konstr./Tegnet GV
	Oppdragsnr. 814364	Tegningsnr. -RIG-023	Rev. 01

U:\0814\814364\814364-03 ARBEIDSPRÅDE\814364-01 RIG\814364-04 TEGNINGER\814364-04 TOTALSONDERINGER.dwg, - Layout: (Model); - Plottet av: gv, Dato: 2015.11.16 kl 11:17



Dato boret :18.08.2015

Posisjon: X 6626781.04 Y 549232.81

TOTALSONDERING

Tegningens filnavn
814364_Sonderinger.dwg

Øvre Eiker Energi AS/Øvre Eiker kommune
Grunundersøkelser Dam Hoen

Målestokk
1 : 200

Godkjent
KnE
Kontrollert
DL

Multiconsult

www.multiconsult.no

Dato
02112015

Oppdragsnr.
814364

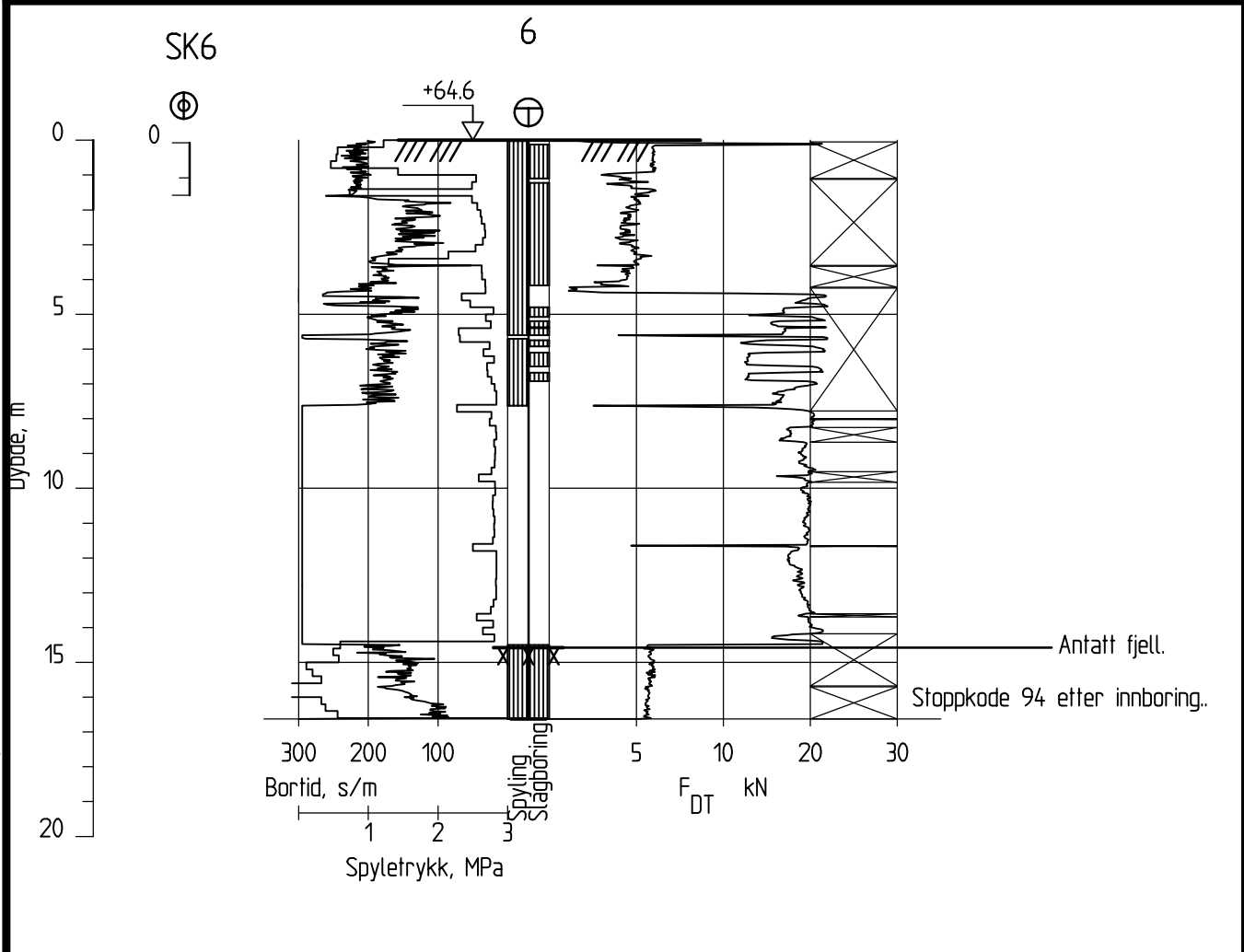
Original format
A4

Tegningsnr.
-RIG-024

Konstr./Tegnet
GV

Rev.
01

U:\0814\814364\814364-03 ARBEIDSPRÅDE\814364-01 RIG\814364-04 TEGNINGER\814364-04 Totalsonderinger.dwg, - Layout: (Model); - Plottet av: gv, Dato: 2015.11.16 kl 11:18

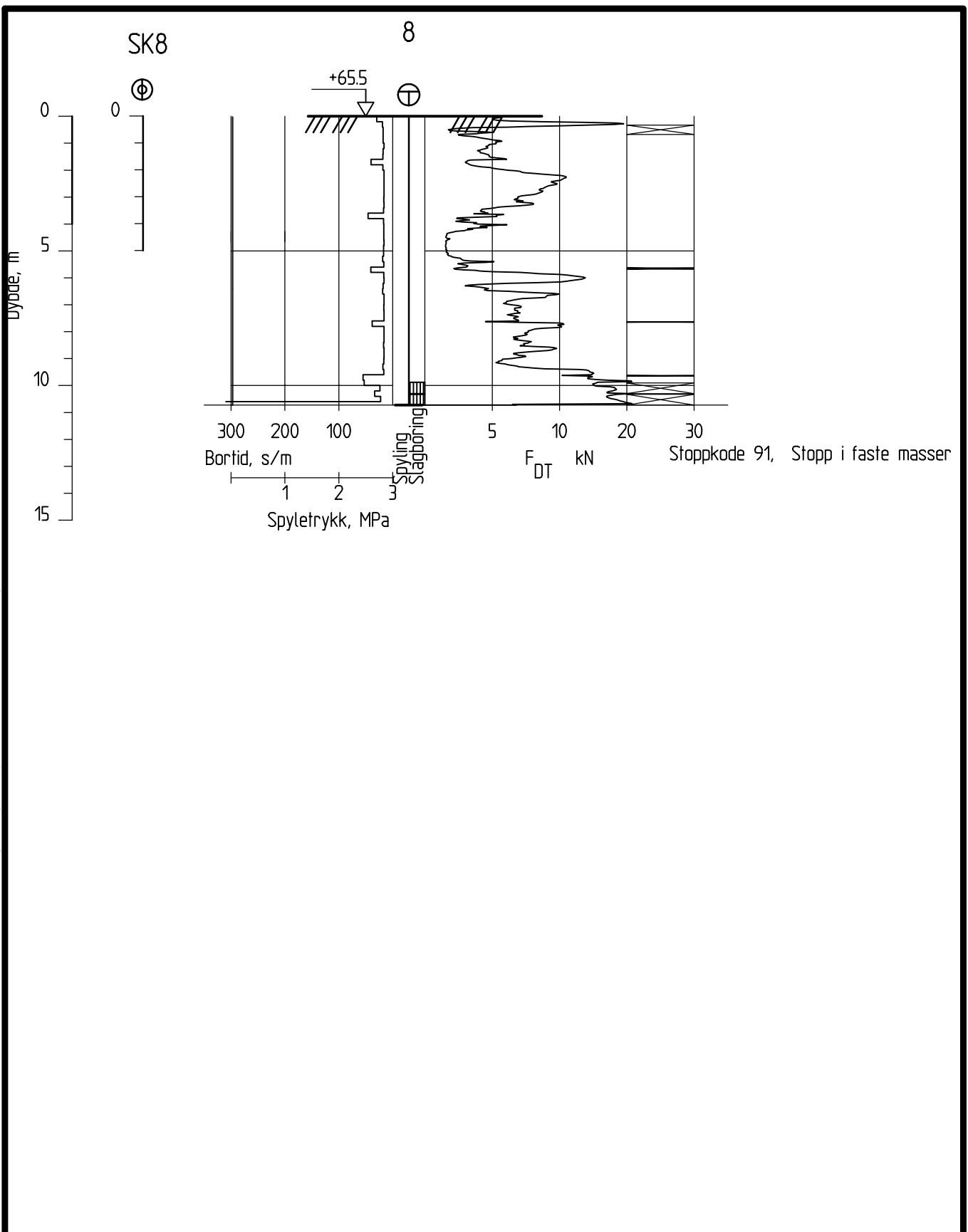


Dato boret :18.08.2015

Posisjon: X 6626765.60 Y 549192.66

TOTALSONDERING		Tegningens filnavn 814364_Sonderinger.dwg	
Øvre Eiker Energi AS/Øvre Eiker kommune Grunundersøkelser Dam Hoen		Målestokk 1 : 200	Godkjent KnE
			Kontrollert DL
 www.multiconsult.no	Dato 02112015	Original format A4	Konstr./Tegnet GV
	Oppdragsnr. 814364	Tegningsnr. -RIG-025	Rev. 01

U:\0814\814364-03 ARBEIDSPÅRÅDE\814364-01 RIG\814364-04 TEGNINGER\814364-04 Totalsonderinger.dwg, - Layout: (Model); - Plottet av: gv, Dato: 2015.11.16 kl 11:18

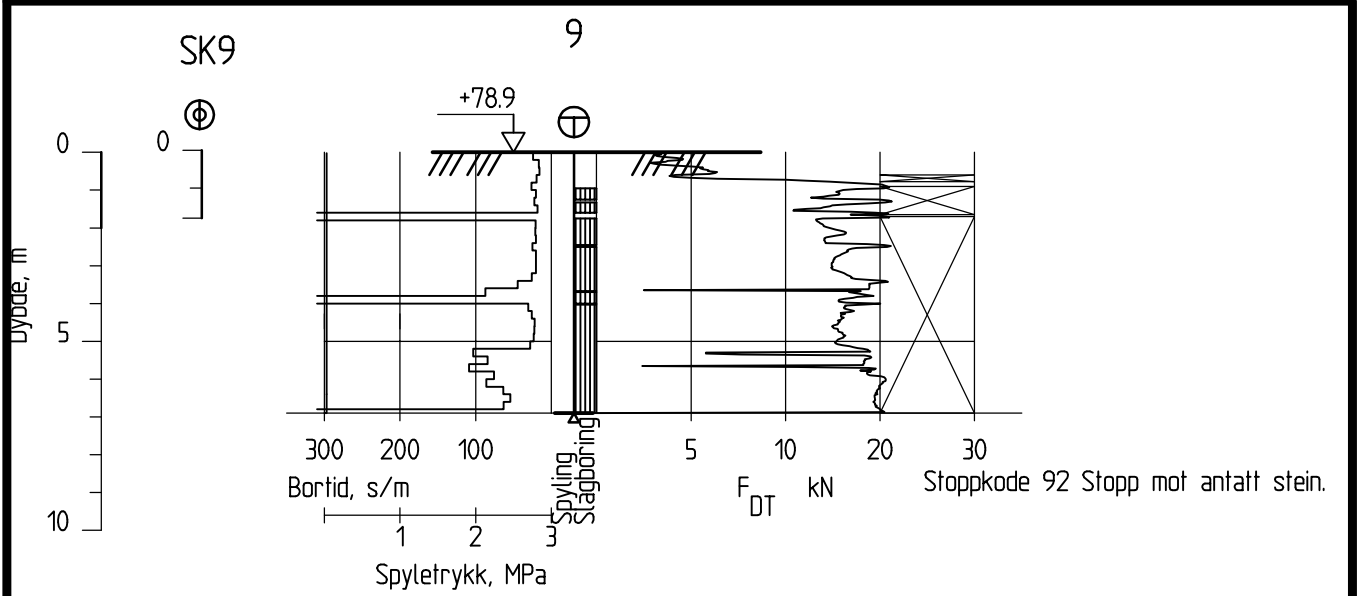


Dato boret :19.08.2015

Posisjon: X 6626776.72 Y 549489.67

TOTALSONDERING		Tegningens filnavn 814364_Sonderinger.dwg	
Øvre Eiker Energi AS/Øvre Eiker kommune Grunundersøkelser Dam Hoen		Målestokk 1 : 200	Godkjent KnE
			Kontrollert DL
 www.multiconsult.no	Dato 02112015	Original format A4	Konstr./Tegnet GV
	Oppdragsnr. 814364	Tegningsnr. -RIG-026	Rev. 01

U:\0814\814364\814364-03 ARBEIDSONDRÅDE\814364-01 RIG\814364-04 TEGNINGER\814364-04 Totalsonderinger.dwg, - Layout: (Model); - Plottet av: gv, Dato: 2015.11.16 kl 11:19



Dato boret :19.08.2015

Posisjon: X 6626675.93 Y 549347.25

TOTALSONDERING

Tegningens filnavn
814364_Sonderinger.dwg

Øvre Eiker Energi AS/Øvre Eiker kommune
Grunundersøkelser Dam Hoen

Målestokk
1 : 200

Godkjent
KnE
Kontrollert
DL

Multiconsult

www.multiconsult.no

Dato
02112015

Oppdragsnr.
814364

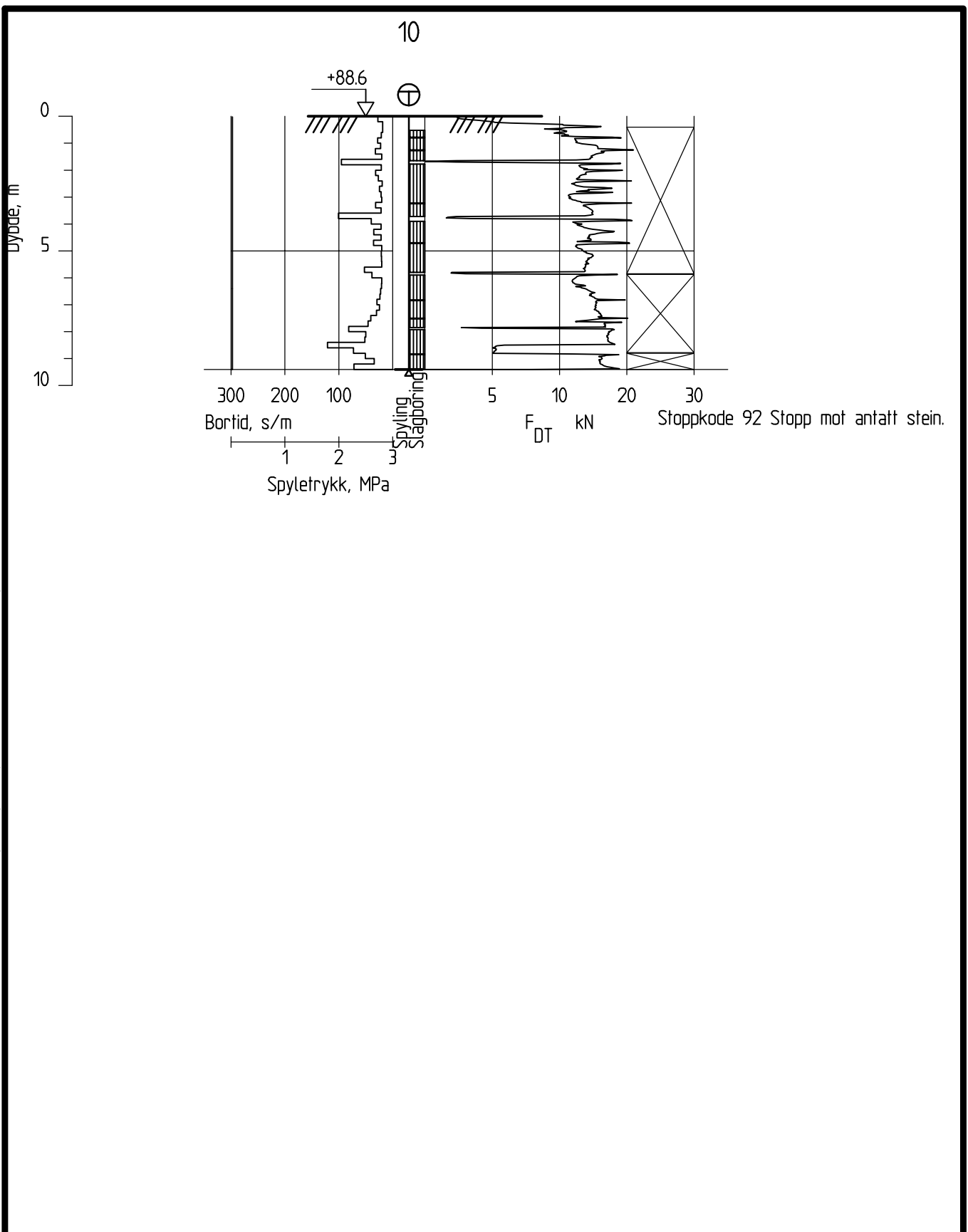
Original format
A4

Tegningsnr.
-RIG-027

Konstr./Tegnet
GV

Rev.
01

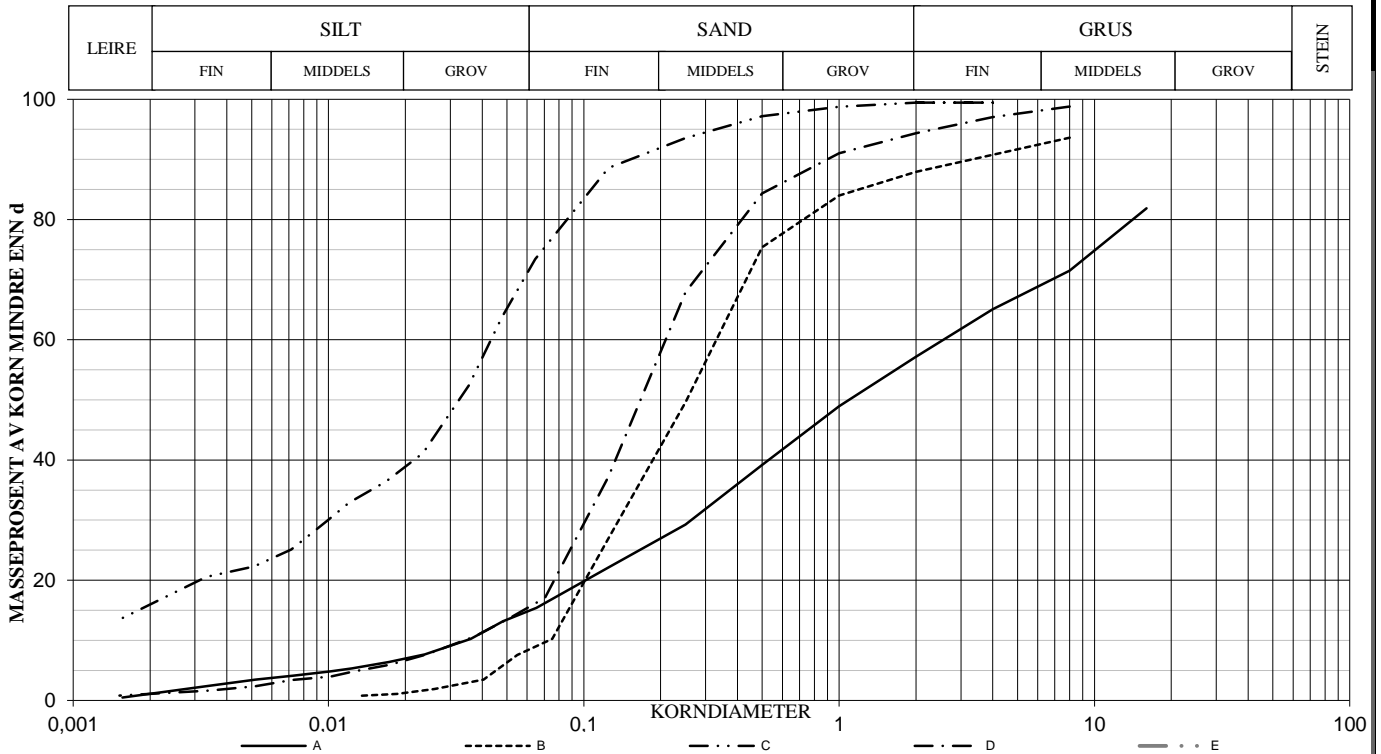
U:\0814\814364\814364-03 ARBEIDSPRÅDE\814364-01 RIG\814364-04 TEGNINGER\814364-04 Totalsonderinger.dwg, - Layout: (Model); - Plottet av: gv, Dato: 2015.11.16 kl 11:19



Dato boret :19.08.2015 Posisjon: X 6626645.59 Y 549256.19

TOTALSONDERING		Tegningens filnavn 814364_Sonderinger.dwg	
Øvre Eiker Energi AS/Øvre Eiker kommune Grunundersøkelser Dam Hoen		Målestokk 1 : 200	Godkjent KnE
			Kontrollert DL
 www.multiconsult.no	Dato 02112015	Original format A4	Konstr./Tegnet GV
	Oppdragsnr. 814364	Tegningsnr. -RIG-028	Rev. 01

SYMBOL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	SK 6	1,0-1,5	MATERIALE, sandig, grusig		X	X	
B	SK 8	1,0-2,0	SAND		X	X	
C	SK 8	4,0-5,0	LEIRE, siltig, sandig		X	X	
D	SK 9	1,0-1,8	SAND		X	X	
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)
 Ona. = Humusinnhold (%)
 Perm. = Permeabilitet (m/s)

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

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

METODE:

TS = Tørr sikt
 VS = Våt sikt
 HYD = Hydrometer

SYM BOL	Tele gruppe	W %	Su kN/m ²	Su r kN/m ²	Plastisitet		Glødetap Ogl %	< 0,02 mm %	Tot. densitet kN/m ³	D ₁₀ mm	D ₃₀ mm	D ₅₀ mm	D ₆₀ mm
					Wf	Wp							
A										0,0349	0,2686	1,1283	2,7125
B										0,0734	0,1416	0,2537	0,3506
C											0,010	0,0329	0,0437
D										0,0346	0,105	0,187	0,222
E													

KORNGRADERING

ØVRE EIKER ENERGI AS
 Dam Hoen

Konstr./Tegnet
METS

Kontrollert
GEO

Godkjent
GV

Dato
25.09.15

Multiconsult
 www.multiconsult.no

OPPDRAK NR.

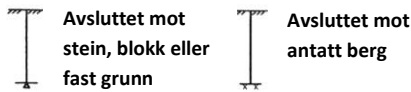
814364

TEGN.NR.

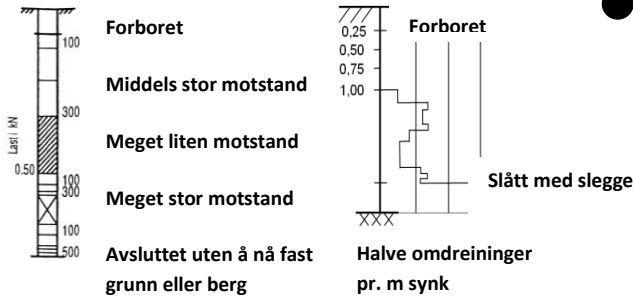
60

REV.

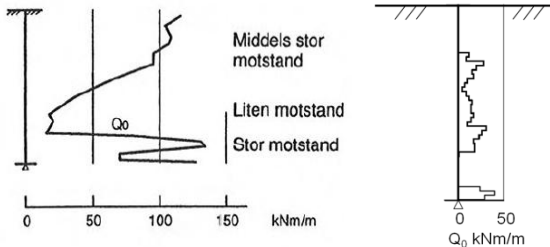
00



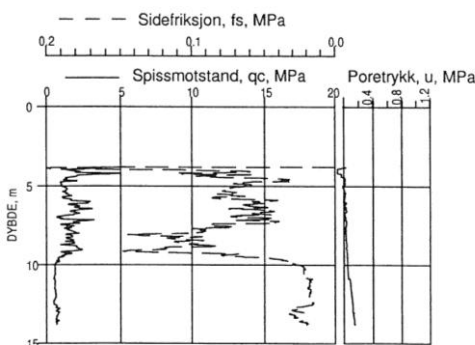
Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



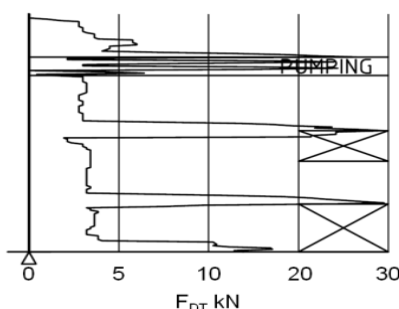
DREIESONDERING (NGF MELDING 3)
Utføres med skjøtbare $\phi 22$ mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall $\frac{1}{2}$ -omdreininger pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100 $\frac{1}{2}$ -omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikalast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.



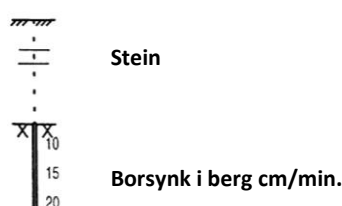
RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)
Boringen utføres med skjøtbare $\phi 32$ mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden Q_0 pr. m nedramming.
 $Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$



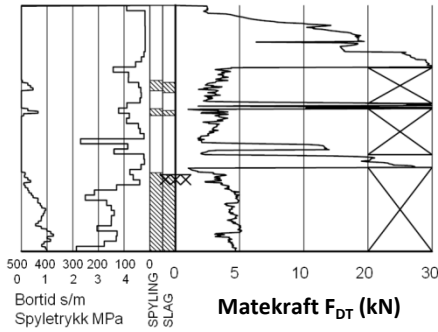
TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) (NGF MELDING 5)
Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand q_c og sidefriksjon f_s kan bestemmes (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.



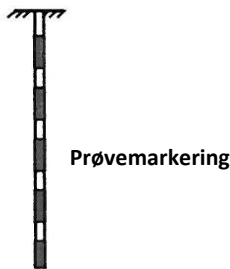
T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)

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 lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens markering av spyletrykk, slag og bortid vises til venstre.



⊙ MASKINELL NAVERBORING

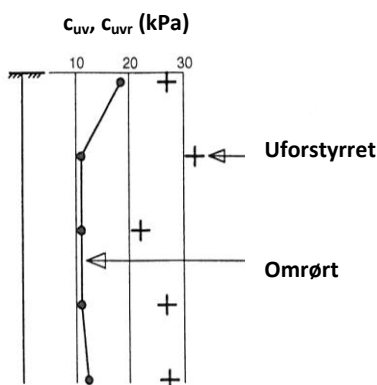
Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stige høyde (auger). Med borrhigg kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom spiralskivene. Det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



⊙ PRØVETAKING (NGF MELDING 11)

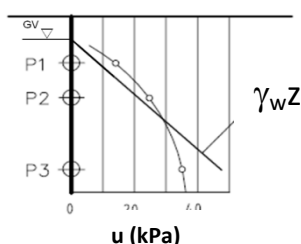
Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylindren kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde blir prøvesylindren presset ned mens innerstangen med stempelet holdes i ro. Det skjæres derved ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der den blir forseglet for transport til laboratoriet. Prøvediameteren kan variere mellom $\phi 54$ mm (vanligst) og $\phi 95$ mm. Det er også mulig å benytte andre typer prøvetakere, som for eksempel ramprøvetakere og blokkprøvetakere.

Prøvekvaliteten inndeles i Kvalitetsklasse 1-3, der 1 er høyeste kvalitet. Stempelprøvetaking gir vanligvis prøver i Kvalitetsklasse 1-2 for leire.



+ VINGEBORING (NGF MELDING 4)

Utføres ved at et vingekorset med dimensjoner $b \times h = 55 \times 110$ mm eller 65×130 mm presses ned i grunnen til ønsket målenivå. Her blir vingekorset påført et økende dreiemoment til jorden rundt vingen når brudd. Det tilhørende dreiemomentet blir registrert. Dette utføres med jorden i uforstyrret ved første gangs brudd og omrørt tilstand etter 25 gjentatte omdreininger av vingekorset. Udrenert skjærfasthet c_{uv} og c_{ur} beregnes ut fra henholdsvis dreiemomentet ved brudd og etter omrøring. Fra dette kan også sensitiviteten $S_t = c_{uv}/c_{ur}$ bestemmes. Tolkede verdier må vanligvis korrigeres empirisk for opptredende effektivt overlagingstrykk i måledybden, samt for jordartens plastisitet.



⊖ PORETRYKSMÅLING (NGF MELDING 6)

Målingene utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk (åpent)/elektrisk piezometer (poretrykksmåler). Filteret eller piezometerspissen påmontert piezometerrør presses ned i grunnen til ønsket dybde. Stabilt poretrykk registreres fra vannets stige høyde 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.

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

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

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

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

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

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

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

SKJÆRFASTHET

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

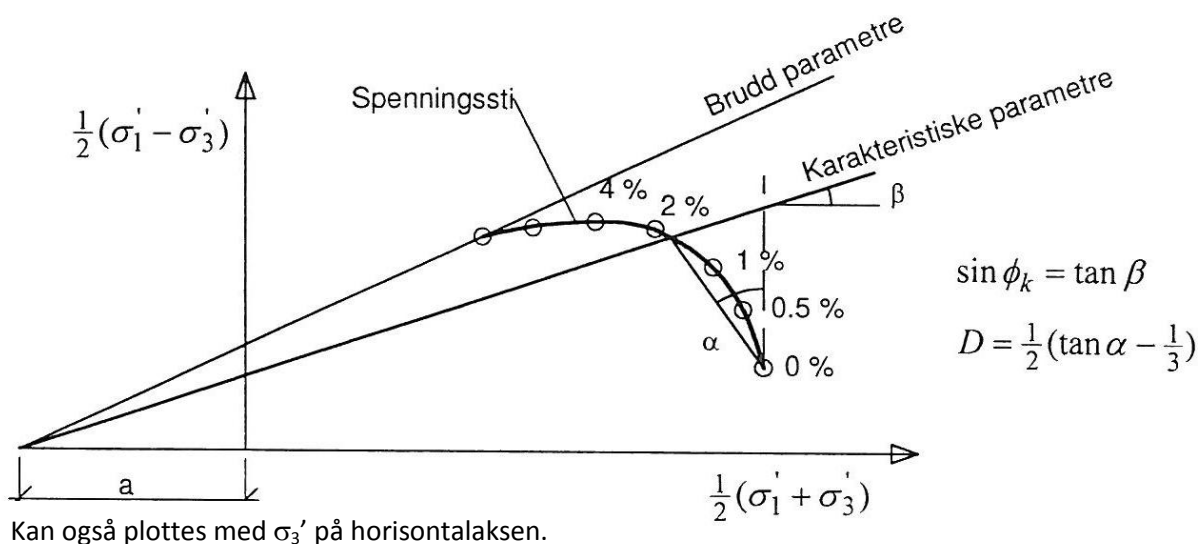
Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a, c, ϕ (tan ϕ) (kPa, kPa, °, (-))

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon), tan ϕ (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_{ut}) (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_l %) OG PLASTISITETSGRENSE (w_p %) (NS 8002 & 8003)

Konsistensgrensene (Atterbergs grenser) for en jordart angir vanninnholdsområdet der materialet er plastisk (formbart). Flytegrensen angir vanninnholdet der materialet går fra plastisk til flytende tilstand. Plastisitetsgrensen (utrullingsgrensen) angir vanninnholdet der materialet ikke lenger kan formes uten at det sprekker opp. Plastisiteten $I_p = w_l - w_p$ (%) 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)

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

TYNGDETETHETER

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

PORETALL OG PORØSITET (NS 8014)

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

KORNFORDELINGSANALYSER (NS 8005)

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter $d > 0,063 \text{ mm}$. For mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameteren ved slemmeanalyse og bruk av hydrometer. I slemmeanalysen slemmes materialet opp i vann og densiteten av suspensjonen måles ved bestemte tidsintervaller. Kornfordelingen kan da bestemmes fra Stokes lov om sedimentering av kuleformede partikler i vann. Det vil ofte være nødvendig med en kombinasjon av metodene.

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER (NS 8017 & 8018)

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

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

PERMEABILITET (k cm/sek eller m/år)

Permeabiliteten defineres som den vannmengden q som under gitte betingelser vil strømme gjennom et jordvolum pr. tidsenhet. Generelt bestemmes permeabiliteten fra følgende sammenheng: $q = kiA$, der A er bruttoareal av tverrsnittet normalt på vannets strømningsretning og i = hydraulisk gradient i strømningsretningen (= potensialforskjell pr. lengdeenhet). Permeabiliteten kan bestemmes ved strømningsforsøk i laboratoriet ved konstant eller fallende potensial, eventuelt ved pumpe- eller strømningsforsøk i felt.

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_r som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved spesifikasjon av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold (w_{opt}).

TELEFARLIGHET

En jordarts telefarlighet bestemmes ut i fra kornfordelingskurven eller ved å måle den kapillære stighøyde for materialet. Telefarligheten klassifiseres i gruppene T1 (Ikke telefarlig), T2 (Litt telefarlig), T3 (Middels telefarlig) og T4 (Meget telefarlig).

HUMUSINNHOLD

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

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER

Feltundersøkelsesmetoder beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende norske veiledninger fra NGF (Norsk Geoteknisk Forening), norske standarder (NS) og andre referansedokumenter:

NGF Veiledninger Norske standarder NS	Tema
NGF 1 (1982)	SI Enheter
NGF 2, rev.1 (2012)	Symboler og terminologi
NGF 3, rev. 1 (1989)	Dreiesondering
NGF 4 (1981)	Vingeboring
NGF 5, rev.3 (2010)	Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU)
NGF 6 (1989)	Grunnvanns- og poretrykksmåling
NGF 7, rev. 1 (1989)	Dreietrykksondering
NGF 8 (1992)	Kommentarkoder for feltundersøkelser
NGF 9 (1994)	Totalsondering
NGF 10, rev.1 (2009)	Beskrivelsestekster for grunnundersøkelser
NGF 11 rev.1 (2012) NS-EN ISO 22475-1 (2006)	Prøvetaking
Statens vegvesen Geoteknisk felthåndbok 280 (2010)	Feltundersøkelser

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:

Norske standarder NS	Tema
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 015 (2005)	Laboratorieundersøkelser