

# Forsvarsbygg





## Setnesmoen - Åndalsnes Områdestabilitetsvurdering

### Geotekniske grunnundersøkelser - Datarapport

Mai 2018

# RAPPORT

|  |            |                          |  |                     |        |
|--|------------|--------------------------|--|---------------------|--------|
| Rapport nr.:<br>55604001-RIG-R01-A01   |            | Oppdrag nr.:<br>55604001 |  | Dato:<br>22.05.2018 |        |
| Kunde: Forsvarsbygg  |            |                          |  |                     |        |
| <b>Setnesmoen, Områdestabilitetsvurdering – GEOTEKNISK GRUNNUNDERSØKELSER<br/>DATARAPPORT, Mai 2018</b>  |            |                          |  |                     |        |
| <b>Sammendrag:</b>   |            |                          |  |                     |        |
| <p>Forsvarsbygg utarbeider med reguleringsplan for Setnesmoen i Åndalsnes i Rauma kommune. Sweco Norge AS er engasjert av Forsvarsbygg for å utføre grunnundersøkelser og deretter vurdering av områdestabilitet. Vurderingene er utført i separat notat basert på NVE veileder 2014-7 (Sikkerhet mot kvikkleireskred). Denne rapporten gir en oppsummering av de utførte geotekniske grunnundersøkelsene og resultater fra laboratorieanalyser.</p> <p>Det har tidligere blitt utført grunnundersøkelser av Statens vegvesen i nærheten av Setnesmoenområdet og påvist kvikkleiresoner på enkelte steder. De tidligere grunnundersøkelsene ligger utenfor reguleringsområdet. Grunnundersøkelser ble utført i regi av Sweco for å kartlegge/avdekke kvikkleire og å vurdere ytterligere faregrad ved eventuelle kvikkleireskred.</p> <p>Grunnundersøkelsene ble utført med borerigg fra Mesta AS. Laboratiegrunnundersøkelsen ble utført av Multiconsult i Oslo. Det er utført 10 stk. totalsonderinger, 1 stk. CPTu, 1 stk. poretrykkmåling i to nivå, 12 stk. poseprøver og 7 stk. uforstyrrete 54 mm prøver.</p> <p>Basert på feltundersøkelsene og laboratorieanalysene kan påviste/mistenkte kvikkleirelag i området oppsummeres som følgende:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Borehull 4, fra dybde 14,0 m til 37 m kan det sannsynligvis være kvikkleire, fra ca. kote +8,7 til kote -14,3.</li> <li>• Borehull 5, fra dybde 4 m til 35,8 m er det funnet kvikkleire fra ca. kote +0,5 til kote -31,3, ca. 31,8 m dyp.</li> <li>• Borehull 13, fra dybde 4,0 m til 14 m, kan det sannsynligvis være kvikkleire fra ca. kote -1 til kote -11.</li> </ul> |            |                          |  |                     |        |
| 00   | 23.05.2018 | Første leveranse         |  |                     | nobaba |
| Rev.   | Dato       | Revisjonen gjelder       |  |                     | Sign.  |
| Utarbeidet av:   |            |                          | Sign.:   |                     |        |
| Reza Babadi / Geofag   |            |                          | <br>Reza Babadi<br>2018.05.23 17:35:22<br>+02'00'                                |                     |        |
| Kontrollert av:  |            |                          | Sign.:   |                     |        |
| Krishna Aryal / Geofag   |            |                          | <br>Digitally signed by<br>Krishna Aryal<br>Date: 2018.05.23<br>17:51:25 +02'00' |                     |        |
| Oppdragsansvarlig/avd.:  |            |                          | Oppdragsleder/avd.:  |                     |        |
| Reidar Klett / Gruppeleder Bygg  |            |                          | Øystein S. Lohne / Geo   |                     |        |

# Innhold

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Innledning</b> .....                    | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>Områdebeskrivelse</b> .....             | <b>5</b>  |
| <b>3</b> | <b>Grunnforhold</b> .....                  | <b>7</b>  |
| 3.1      | Generelt.....                              | 7         |
| 3.2      | Tidligere utførte grunnundersøkelser ..... | 8         |
| 3.3      | Utførte grunnundersøkelser .....           | 11        |
| 3.3.1    | Feltundersøkelse .....                     | 11        |
| 3.3.2    | Laboratorieundersøkelser .....             | 12        |
| 3.4      | Undersøkt grunnforhold .....               | 12        |
| 3.4.1    | Borpunkt 1.....                            | 12        |
| 3.4.2    | Borpunkt 2.....                            | 13        |
| 3.4.3    | Borpunkt 3.....                            | 13        |
| 3.4.4    | Borpunkt 4.....                            | 14        |
| 3.4.5    | Borpunkt 5.....                            | 14        |
| 3.4.6    | Borpunkt 6.....                            | 14        |
| 3.4.7    | Borpunkt 12.....                           | 15        |
| 3.4.8    | Borpunkt 13.....                           | 15        |
| 3.4.9    | Borpunkt 14.....                           | 16        |
| 3.4.10   | Borpunkt 15 .....                          | 16        |
| <b>4</b> | <b>Grunnvann/poretrykk</b> .....           | <b>17</b> |
| <b>5</b> | <b>Oppsummering</b> .....                  | <b>18</b> |
| <b>6</b> | <b>Referanser</b> .....                    | <b>19</b> |
| <b>7</b> | <b>VEDLEGG</b> .....                       | <b>20</b> |
| <b>8</b> | <b>TILLEGG</b> .....                       | <b>20</b> |

## Vedlegg

Vedlegg 1: Borplan

Vedlegg 2: profiler og feltundersøkelser

Vedlegg 3: Borplan fra tidligere grunnundersøkelser

Vedlegg 4: Laboratoriet datarapport

## Tillegg

Tillegg 1: Tegnforklaring og jordartsklassifisering

Tillegg 2: Markundersøkelser – Boremetoder

Tillegg 3: Laboratorieundersøkelser



## 1 Innledning

Forsvarsbygg utarbeider reguleringsplan for Setnesmoen i Åndalsnes i Rauma kommune. Lokalisering av planområde er vist i Figur 1. I denne forbindelsen er Sweco Norge AS engasjert av Forsvarsbygg for å utføre områdestabilitetsvurdering. Vurderingen er utført basert på NVE veileder 2014-7 (Sikkerhet mot kvikkleireskred). Etter vurdering av område under marin grense, av marine avsetninger, topografi, observasjoner fra befaring og tidligere grunnundersøkelser i området har Sweco vurdert at det er behov til kartlegging av faresoner og faregradklassifisering i planområder. Ifølge NVE veileder for kartlegging av faresoner og klassifisering av faregrad er det behov for grunnundersøkelser.

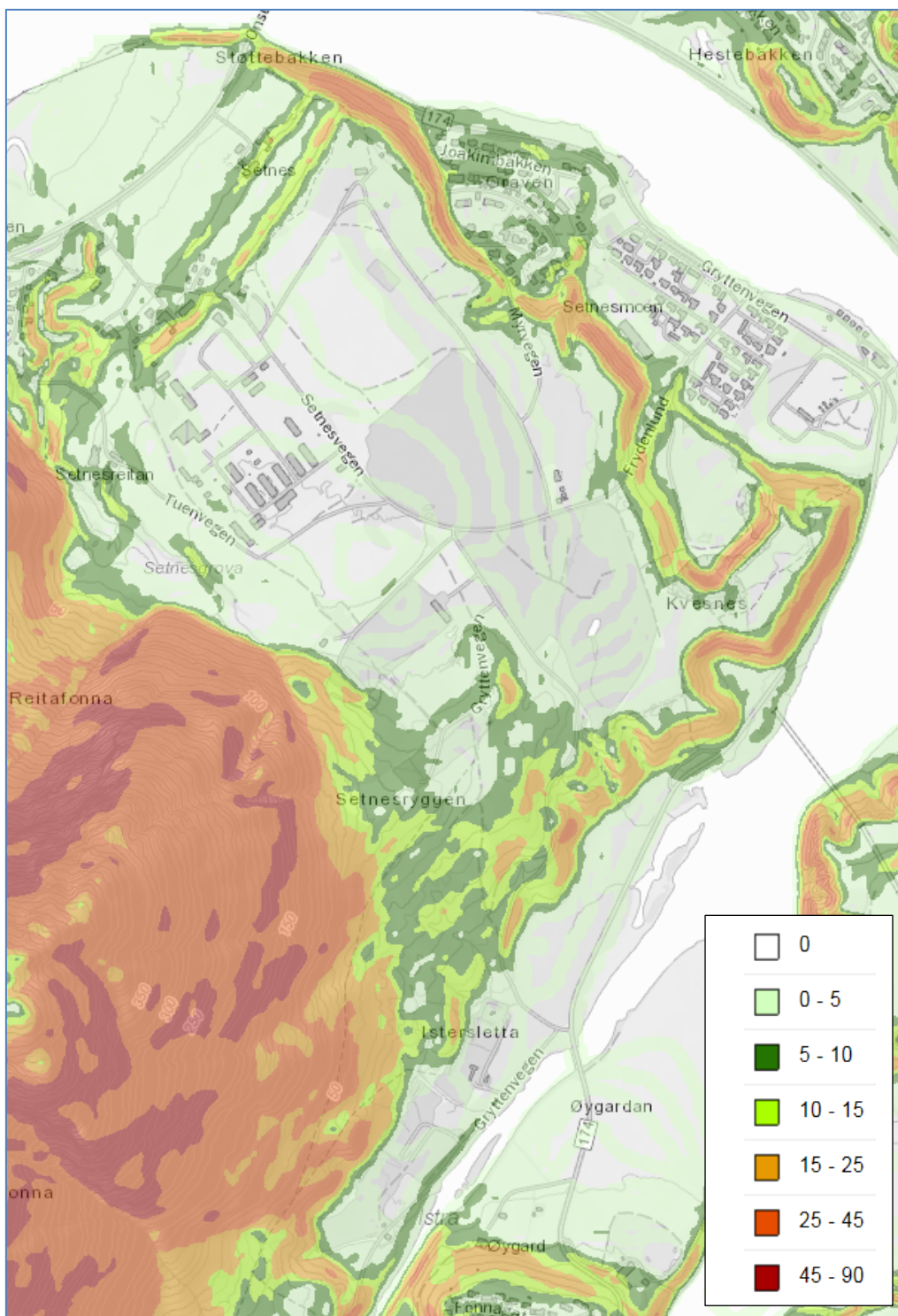
Denne datarapporten gir en oppsummering av de utførte geotekniske grunnundersøkelsene og laborietestene.



Figur 1: Lokalisering av planområdet [1]

## 2 Områdebeskrivelse

Det aktuelle området ligger på Setnesmoen i Åndalsnes i Rauma kommune. Planområdet består i hovedsak av en stor slette (mellom kote +36 og k. +40) med bratte kanter ned mot sjø og elv i nordvest, nordøst og sørøst. I sørvest stiger terrenget opp mot Setnesaksla, mens det lengst i sør er en lavereliggende slette langs elva Istra. Terrenghelning er vist i Figur 2.



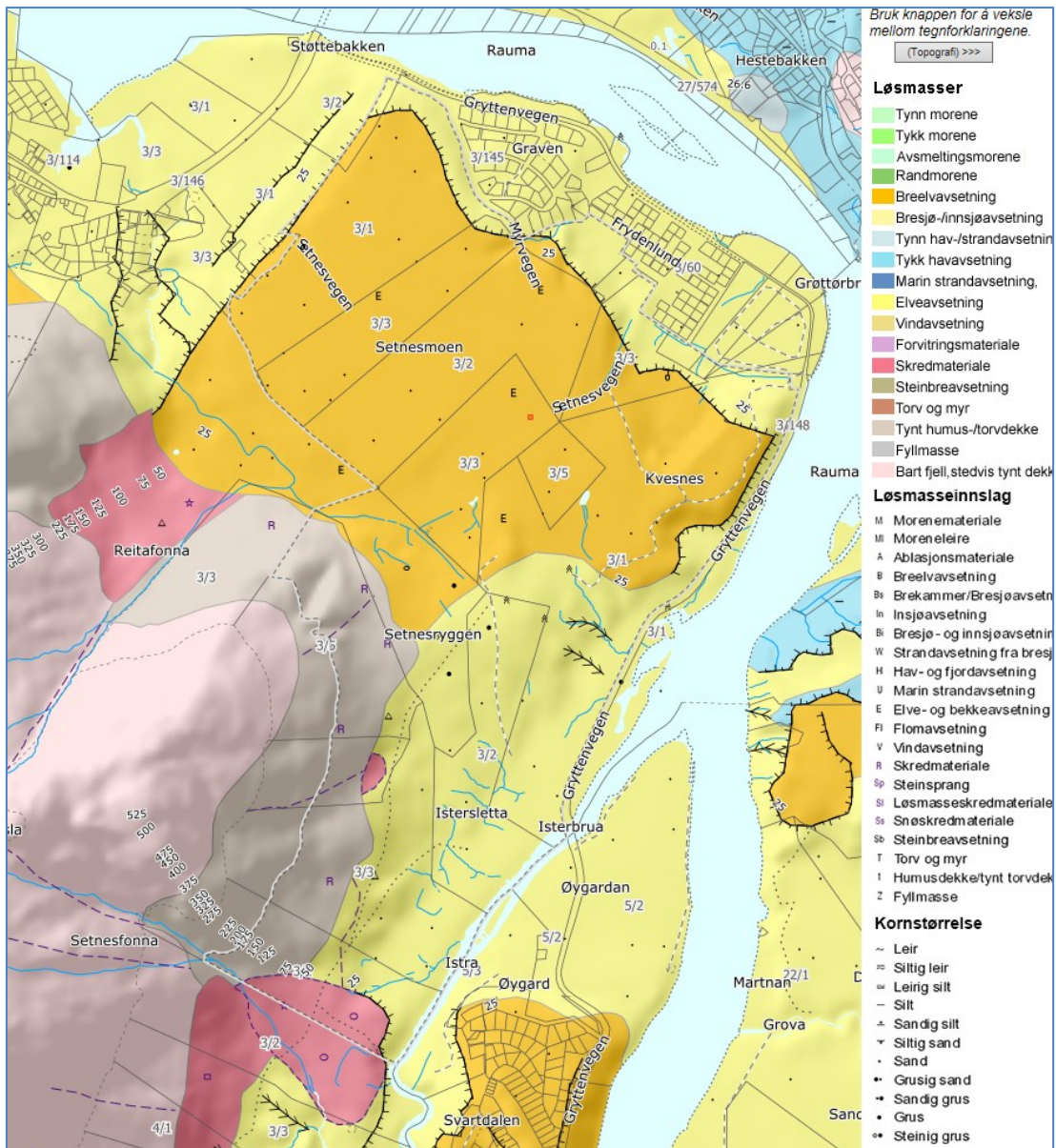
Figur 2: Oversiktskart over plan området (hølningskart). Kartet er hentet fra [temakart.nve.no](http://temakart.nve.no) [2]



### 3 Grunnforhold

#### 3.1 Generelt

Ifølge løsmassekart består området av breelvavsetning (oransje) og elve- og bekkeavsetning (gult) (se Figur 3). I beskrivelse av disse lagene står det ofte skråstilte lag av forskjellig kornstørrelse fra fin sand til stein og blokk [3].



Figur 3: Oversiktskart over løsmasser i Setnesmoen området. Kartet er hentet fra geo.ngu.no [3]

### 3.2 Tidligere utførte grunnundersøkelser

Det har tidligere blitt utført noen grunnundersøkelser av Statens vegvesen i nærheten av Setnesmoenområdet.

- A. Rapport 470-50.460-R1, Grunnundersøkelser for Istra Bru, Statensvegvesen, datert 10.01.1975 [5]
- B. Rapport 470-50.460-R2, Grunnundersøkelser for Istra Bru, Statensvegvesen, datert 10.01.1975 [6]
- C. Rapport 470-88.107-R1, Istra – Grøttør erosjonssikrings mot elva, Statensvegvesen, datert 20.07.1989 [7]
- D. Rapport 470-96.069-R3, Omlegging Veblungnes Registering av leire i Reitagrova, Statensvegvesen, datert 06.12.1999 [8]
- E. Rapport 470-94.013-R3, Omlegging Veblungnes Alt.1, Statensvegvesen, datert 22.03.2000 [9]
- F. Rapport Nr LU-92104, Grunnundersøking Rauma bru – Grøttør bru, Statensvegvesen, datert 14.01.2002 [10]
- G. Rapport 5120264-1, Grunnundersøkelser etter ras i bekkeravine Setnesreitan, Norconsult, Datert 01.03.2012 [11]

Figur 4 viser plassering av tidligere utførte grunnundersøkelser utenfor planområdet. Se Vedlegg 3 for boreplaner til tidligere grunnundersøkelser.

Basert på Rapport 470-50.460-R1 [5] og Rapport 470-50.460-R2 [6] består løsmasser ved siden av Istra brua som silt og der ble det ikke påvist kvikkleirelag.

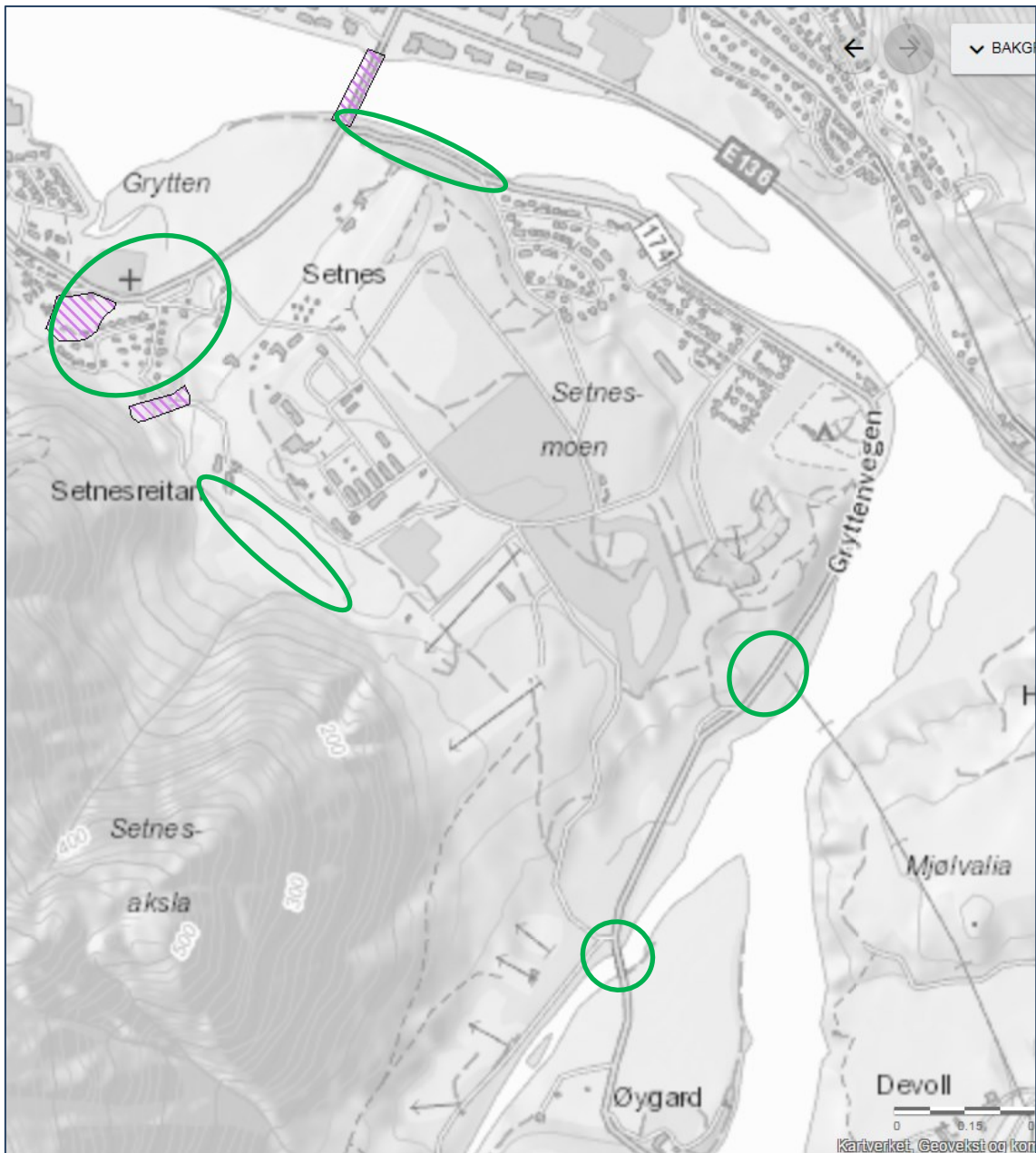
Basert på Rapport 470-88.107-R1 [7] er det et tykt lag av bløt leire (fra dybde 0,5 m til 1,5 m) over fast leirelag i dypere nivå.

Rapport 470-96.069-R3 [8] og Rapport 5120264-1 [11] ble utført i forbindelse med vurdering av kvikkleireskred i Reitagrova/Setnesreitan. Basert på de to rapportene består grunnen av sandlag på mektighet fra 6 m til 27,5 m og siltig leirelag på mektighet fra 18,5 til 39,0 m. Leirelag er registrert som bløtt og sensitivt og kvikkleire er påvist i området.

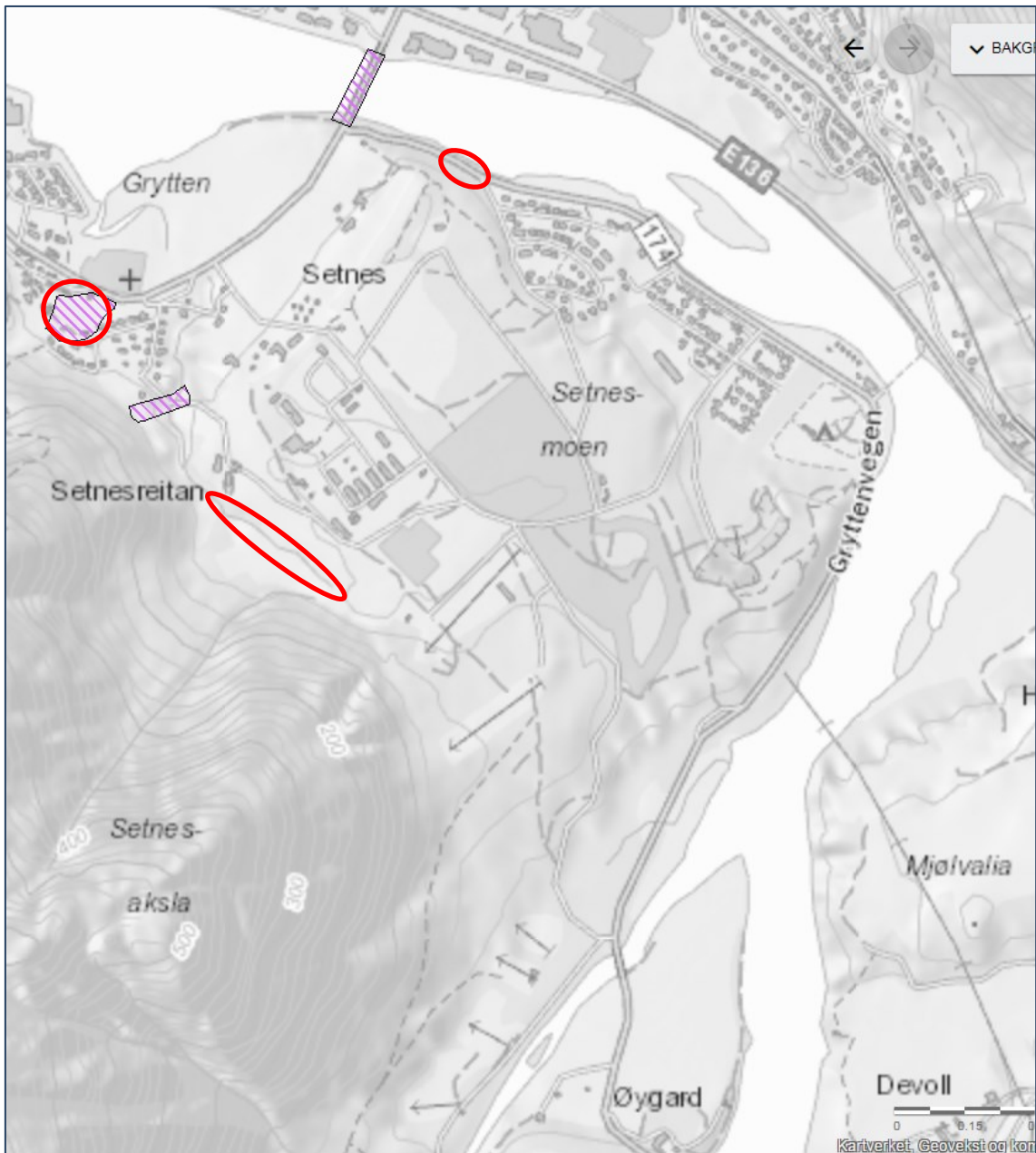
Basert på rapport 470-94.013-R3 [9] ble sprøtt- /kvikkleire påvist i området.

Basert på rapport Nr LU-92104 [10] ble kvikkleire påvist i området.

Figur 5 viser plassering av området med påvist kvikkleire fra tidligere grunnundersøkelser.



Figur 4: Plassering av tidligere utførte grunnundersøkelser (grønt). Områder som markert med rosa er kvikkleiresoner som potensielt kan være utsatt for kvikkleireskred. Hentet fra temakart.nve.no [4]



Figur 5: Plassering av påviste kvikkleiresoner fra tidligere grunnundersøkelser (markert med **rød**). Områder som markert med **rosa** er kvikkleireområdet som hentes fra [temakart.nve.no](http://temakart.nve.no) [4]



### 3.3 Utførte grunnundersøkelser

#### 3.3.1 Feltundersøkelse

Etter borplan og tett oppfølging fra Sweco ble grunnundersøkelsen med grunnboringsrigg utført av Mesta AS v/Andre Bakken. Grunnundersøkelsene ble utført i to faser (uker 44-45/2017 og uke 5/2018). Plassering av borepunktene i fase 1 og fase 2 er gitt i Vedlegg 1.

I området er det utført tilsammen 10 totalsonderinger, 1 CPTu, 1 poretrykkmåling, 12 poseprøver og 7 uforstyrrete 54 mm prøver. Feltarbeid i området er oppsummert i Tabell 1 og Tabell 2.

Tabell 1- Oversikt over feltundersøkelse utført i fase 1

| Borpunkt | X koordinat | Y koordinat | Terrengs-kote | Felt-forsøk | Prøvetaking  | Dybde til berg [m] | Dybde i løsmasser [m] |
|----------|-------------|-------------|---------------|-------------|--|--------------------|-----------------------|
| 1        | 6936206.760 | 431971.402  | 24.985        | TS          | 1 x P.P.* (2-3 m)  | -                  | 35,8                  |
| 2        | 6936463.031 | 432202.543  | 25.751        | TS          | -  | -                  | 36,8                  |
| 3        | 6936745.948 | 432348.283  | 26.689        | TS          | 2 x P.P. (2-3 m, 6-7 m)  | -                  | 35,7                  |
| 4        | 6936511.656 | 432608.509  | 22.744        | TS          | -  | -                  | 35,7                  |
| 5        | 6936415.271 | 432878.696  | 4.463         | TS          | 1 x P.P. (1-2 m), 5 x 54mm (4-5m, 8-9m, 12-13 m, 16-17m, 21-22m) | -                  | 35,7                  |
| 6        | 6936160.216 | 433330.047  | 3.889         | TS          | 2 x P.P. (1-2 m, 4-5 m)  | -                  | 35,7                  |

\* P.P.: Poseprøver

Tabell 2- Oversikt over feltundersøkelse utført i fase 2

| Borepunkt | X koordinat | Y koordinat | Terrengskote | Feltforsøk      | Prøvetaking                      | Dybde til berg [m] | Dybde i løsmasser [m]                          |
|-----------|-------------|-------------|--------------|-----------------|----------------------------------|--------------------|--|
| 5         | 6936415.271 | 432878.696  | 4.534        | Poretrykkmåling | -                                | -                  | To elektriske piezometere på dybde 8 m og 15 m |
| 12        | 6936301.237 | 432758.504  | 35,1         | TS              | 3 x P.P. (2-3 m, 6-7 m, 13-14 m) | -                  | 35,0   |
| 13        | 6936474.896 | 433022.361  | 3.090        | TS, CPTu        | -                                | -                  | 20,9   |
| 14        | 6936188.185 | 433004.419  | 12.624       | TS              | 3 x P.P. (2-3 m, 7-8 m, 12-13 m) | -                  | 35,0   |
| 15        | 6935762.473 | 433192.708  | 5.788        | TS              | 2 x 54mm (2-3 m, 10-11 m)        | -                  | 19,3   |

### 3.3.2 Laboratorieundersøkelser

Alle ble analysert av Multiconsult AS ved deres geotekniske laboratorium i Oslo (se **Error! Reference source not found.**). Analysene som ble utført på 54 mm prøvene var:

- Prøveåpning inkludert: Vanninnhold, Konus, 1-aksialforsøk, plastisk- og flytegrenser, prostiet, tyngdetetthet, kornfordeling og jordartklassifisering
- 3-Aksialforsøk (på 3 prøver fra borehull 5)

### 3.4 Undersøkt grunnforhold

#### 3.4.1 Borepunkt 1

Korngradering av poseprøve tatt fra 2-3 m dybde viser sandig siltig leire [12]. Fra totalsonderingsprofilen er løsmassene tolket som sand i dybdeintervallet 4-14 m. Videre til 33 m dybde er det tolket faste masser, antatt morene. Sonderingen er avsluttet i dybde 37 m uten at berg ble påtruffet. Mellom dybdeintervallet 33-37 er løsmassene tolket som siltig sand.



Tabell 3 – Tolket jordart i borpunkt 1

| Dybde [m] | Jordartsbetegnelse   |
|-----------|----------------------|
| 0 – 1,5   | topplag              |
| 1,5 - 4   | Sandig, siltig leire |
| 4 -14     | Sand                 |
| 14-33     | Faste masser/morene  |
| 33-37     | Siltig sand          |

### 3.4.2 Borpunkt 2

Basert på totalsonderingsprofilen er løsmassene tolket som fast sand fra terreng til 3 m dyp. Videre fra 3 m til 35,8 m dybde er det tolket svært fast lag, antatt moene. Sonderingen er avsluttet i dybde 36,7 m uten at berg ble påtruffet.

Tabell 4 – Tolket jordart i borpunkt 2

| Dybde [m] | Jordartsbetegnelse  |
|-----------|---------------------|
| 0 – 3     | Fast sand           |
| 3 – 36,7  | Faste masser/morene |

### 3.4.3 Borpunkt 3

Korngradering av poseprøver tatt fra 2-3 m og 6-7 m dybde viser sand [12]. Fra totalsonderingsprofilen er det tolket sandlag som fortsetter til 15 m dybde. Videre til 37 m dybde er det tolket faste masser, antatt morene. Sonderingen er avsluttet uten at berg ble påtruffet.

Tabell 5 – Tolket jordart i borpunkt 3

| Dybde [m] | Jordartsbetegnelse          |
|-----------|-----------------------------|
| 0 – 7     | Sand                        |
| 0 – 11    | Fast sand                   |
| 3 – 35,7  | Faste masser, antatt morene |

#### 3.4.4 Borpunkt 4

Basert på totalsonderingsprofilen er massene tolket som fast sand fra terreng til ca. 18 m dybde. Videre fra 18 m til 36 m dybde er det funnet relativt svakt lag, antatt sandig siltig leire. På grunn av stor mektighet av overliggende sandlag var det ikke mulig å ta uforstyrrede prøver fra dypere lag. Det er derfor ikke tatt prøver og det er usikkert hvilke typer masser dette er. Laget kan være bløtt leire eller kvikkleire. Nærliggende borepunkt 5 viser kvikkleire under kote +2,0.

Tabell 6 – Tolket jordart i borpunkt 4

| Dybde [m]   | Jordartsbetegnelse  |
|-------------|---|
| 0 – 1,0     | Topplag   |
| 1,0 – 18,0  | Sand  |
| 14,0 – 35,8 | Antatt sandig siltig leire, men det kan også være bløtt-/kvikkleire |

#### 3.4.5 Borpunkt 5

Korngradering av poseprøve tatt fra 1-2 m dybde viser sand. Videre fra ca. 3 m til 34 m dybde er det undersøkt veldig svakt lag. Laboratorieresultater for 54 mm uforstyrrede prøver tatt fra 4 m til 22 m dybde viser siltig kvikkleire. Dette laget er undersøkt meget sensitivt (sensibilitet mellom 60 og 215). Udrenert skjærfasthet som er funnet mellom 25 til 40 KPa, viser middels fast leire [12]. Det ble utført tre 3-aksialforsøk i dette punktet. Resultater er oppsummert i Vedlegg 4. Basert på kriterier for 3-aksialforsøk er prøvene veldig forstyrret [14].

Tabell 7 – Tolket jordart i borpunkt 4

| Dybde [m]  | Jordartsbetegnelse |
|------------|--------------------|
| 0 – 4,0    | Sand               |
| 4,0 – 35,7 | Siltig kvikkleire  |

#### 3.4.6 Borpunkt 6

Laboratorieundersøkelser på poseprøve fra 2-3 m og 5-6 m dybde viser hhv. sand og siltig sand [12]. Totalsonderingsprofilen viser at det fortsatt ligger sandlag til 15 m dybde. Videre til 35,7 m dybde er det tolket faste masser, antatt morene. Det er ikke funnet kvikkleire i dette borepunktet.

Tabell 8 – Tolket jordart i borpunkt 4

| Dybde [m]   | Jordartsbetegnelse  |
|-------------|---------------------|
| 0 – 24,0    | Sand                |
| 24,0 – 35,7 | Faste masser/morene |

### 3.4.7 Borpunkt 12

Tre poseprøver ble tatt fra dybdeintervallet 2-3 m, 6-7 m og 13-14 m, prøvene ble visuelt tolket i felt som sand (se Vedlegg 5). Videre til 29 m dybde er løsmassene tolket som sandlag ut fra totalsonderingsprofilen. Sonderingen er avsluttet i 35 m dybde uten at berg ble påtruffet. Massene i det siste dybdeintervallet (ca. 28-35 m) er tolket som svakt lag, antatt siltig leire. Sammenlignet med totalsonderingsprofilen i tilsvarende dybde ved borpunkt 4, borpunkt 5 og borpunkt 13, vurderes det som ikke usannsynlig at det er kvikkleire i dypere nivå, dvs. fra 28 m og dypere.

Tabell 9 – Tolket jordart i borpunkt 4

| Dybde [m]  | Jordartsbetegnelse                 |
|------------|------------------------------------|
| 0 – 1,0    | Topplag                            |
| 1,0 – 29,0 | Sand                               |
| 29 – 35,0  | Sannsynlig bløtt leire /kvikkleire |

### 3.4.8 Borpunkt 13

Basert på totalsonderingsprofilen har Sweco tolket sand fra terreng til 4 m dybde. Videre er løsmasser tolket som leire til 21,0 m dybde. Det øverste del av leirelaget fra 4 m til 14 m dybde er tolket sannsynligvis å være kvikkleire. Dette borpunkt ligger utenfor planområdet nær elven og tas som grunnlag for områdestabilitetsvurdering.

I dette punktet ble ett CPTu forsøk utført. OCR ble tolket fra dette forsøket og ble oppsummert i vurderings rapport [13].

Tabell 10 – Tolket jordart i borpunkt 13

| Dybde [m]   | Jordartsbetegnelse                  |
|-------------|-------------------------------------|
| 0 – 1,5     | Topplag                             |
| 1,5 – 4,0   | Sand                                |
| 4,0 – 14,0  | Sannsynlig bløtt leire /kvikkeleire |
| 14,0 – 21,0 | Leire                               |

### 3.4.9 Borpunkt 14

Det ble tatt 3 poseprøver fra dybdeintervallet 2-3 m og 7-8 m og 12-13 m. Disse prøvene er visuelt tolket i felt som sand/siltig sand. Basert på totalsonderingsprofilen i dette borpunkt er det tolket sandlag til dybde på 35,7 m. Sweco har vurdert at det ikke er sannsynlig at det er kvikkeleire i dette borehullet.

Tabell 11 – Tolket jordart i borpunkt 14

| Dybde [m]  | Jordartsbetegnelse |
|------------|--------------------|
| 0 – 0,5    | Topplag            |
| 0,5 – 35,7 | Sand/Siltig sand   |

### 3.4.10 Borpunkt 15

Ifølge resultater fra laboratorieundersøkelser for 54 mm prøvene fra dybde 2-3 m og 10-11 m viser henholdsvis leirelag og sandlag. Udrenert omrørt skjærfasthet for leirelaget ligger mellom 11-14 KPa [12]. Dette betyr at det ikke finnes materialer med sprøbruddegenskaper.

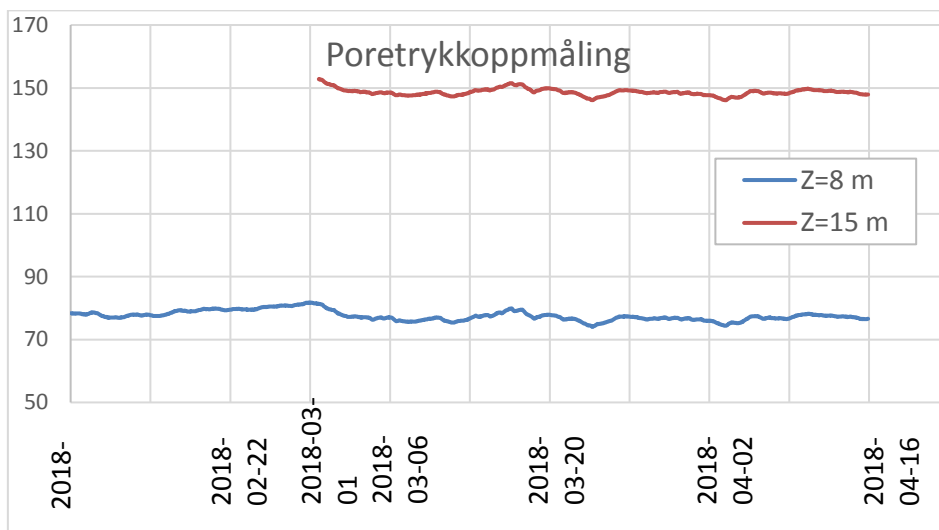
Tabell 12 – Tolket jordart i borpunkt 15

| Dybde [m]  | Jordartsbetegnelse |
|------------|--------------------|
| 1 – 4,0    | Middels fast leire |
| 4,0 – 35,7 | Sand               |

#### 4 Grunnvann/poretrykk

Det er installert poretrykkmåling (elektrisk piezometer) på punkt 5 på dybde 8 m og 15 m. Disse piezometerne ble installert den 08.02.2018 og avlest den 16.04.2018. Poretrykkmålingene på 5 m dybde ble ikke registrert før 01.03.2018. Figur 6 viser poretrykkoppmålingsresultater. Grunnvannstand er ikke målt i borehullet.

- PZ 1 er installert på kote -3,5
- PZ 2 er installert på kote -10,5



Figur 6: Oppmålt poretrykk på borpunkt 5

## 5 Oppsummering

Hensikten for å utføre grunnundersøkelser i dette prosjektet er å kartlegge eventuell kvikkleireutbredelse med faresoner og vurdering av faregrad for evt. kvikkleireskred i området. Det er utført både felt- og laboratorieundersøkelser. I området er det utført tilsammen 10 totalsonderinger, 1 CPTu, 1 poretrykkmåling, 12 poseprøver og 7 uforstyrrete 54 mm prøver. Det er undersøkt kvikkleirelag på et borepunkt og kan sannsynligvis være kvikkleirelag på to borepunkt som følgende:

- Borehull 4, fra dybde 14,0 m til 37 m kan det sannsynligvis være kvikkleire, fra ca. kote +8,7 til kote -14,3.
- Borehull 5, fra dybde 4 m til 35,8 m er det funnet kvikkleire fra ca. kote +0,5 til kote -31,3, ca. 31,8 m dyp.
- Borehull 13, fra dybde 4,0 m til 14 m, kan det sannsynligvis være kvikkleire fra ca. kote -1 til kote -11.

## 6 Referanser

- [1] <https://www.geodata.no/>
- [2] [temakart.nve.no /link/?link=bratthet](https://temakart.nve.no/link/?link=bratthet)
- [3] <https://geo.ngu.no/kart/losmasse/>
- [4] [temakart.nve.no/link/?link=kvikkleire](https://temakart.nve.no/link/?link=kvikkleire).
- [5] Rapport 470-50.460-R1, Grunnundersøkelser for Istra Bru, Statensvegvesen, datert 10.01.1975
- [6] Rapport 470-50.460-R2, Grunnundersøkelser for Istra Bru, Statensvegvesen, datert 10.01.1975
- [7] Rapport 470-88.107-R1, Istra – Grøttør erosjonssikrings mot elva, Statensvegvesen, datert 20.07.1989
- [8] Rapport 470-96.069-R3, Omlegging Veblungnes Registering av leire i Reitagrova, Statensvegvesen, datert 06.12.1999
- [9] Rapport 470-94.013-R3, Omlegging Veblungnes Alt.1, Statensvegvesen, datert 22.03.2000
- [10] Rapport Nr LU-92104, Grunnundersøking Rauma bru – Grøttør bru, Statensvegvesen, datert 14.01.2002
- [11] Rapport 5120264-1, Grunnundersøkelser etter ras i bekkeravine Setnesreitan, Norconsult, Datert 01.03.2012
- [12] Rapport 10201638-RIG-LAB-RAP, Laboratorieundersøkelser, Multiconsult, datert 08.03.2018
- [13] Rapport 55604001\_RIG\_ Geoteknisk områdestabilitetsvurdering\_A01, Sweco Norge AS, datert 22.02.2018.
- [14] Statensvegvesen, håndbok R210, Laboratoriegrunnundersøkelser, juni 2014

## **7 VEDLEGG**

Vedlegg 1: Borplan

Vedlegg 2: Profiler og feltundersøkelser

Vedlegg 3: Borplan fra tidligere grunnundersøkelser

Vedlegg 4: Laboratoriet datarapport

Vedlegg 5: Løsmasser i borhull 12

## **8 TILLEGG**

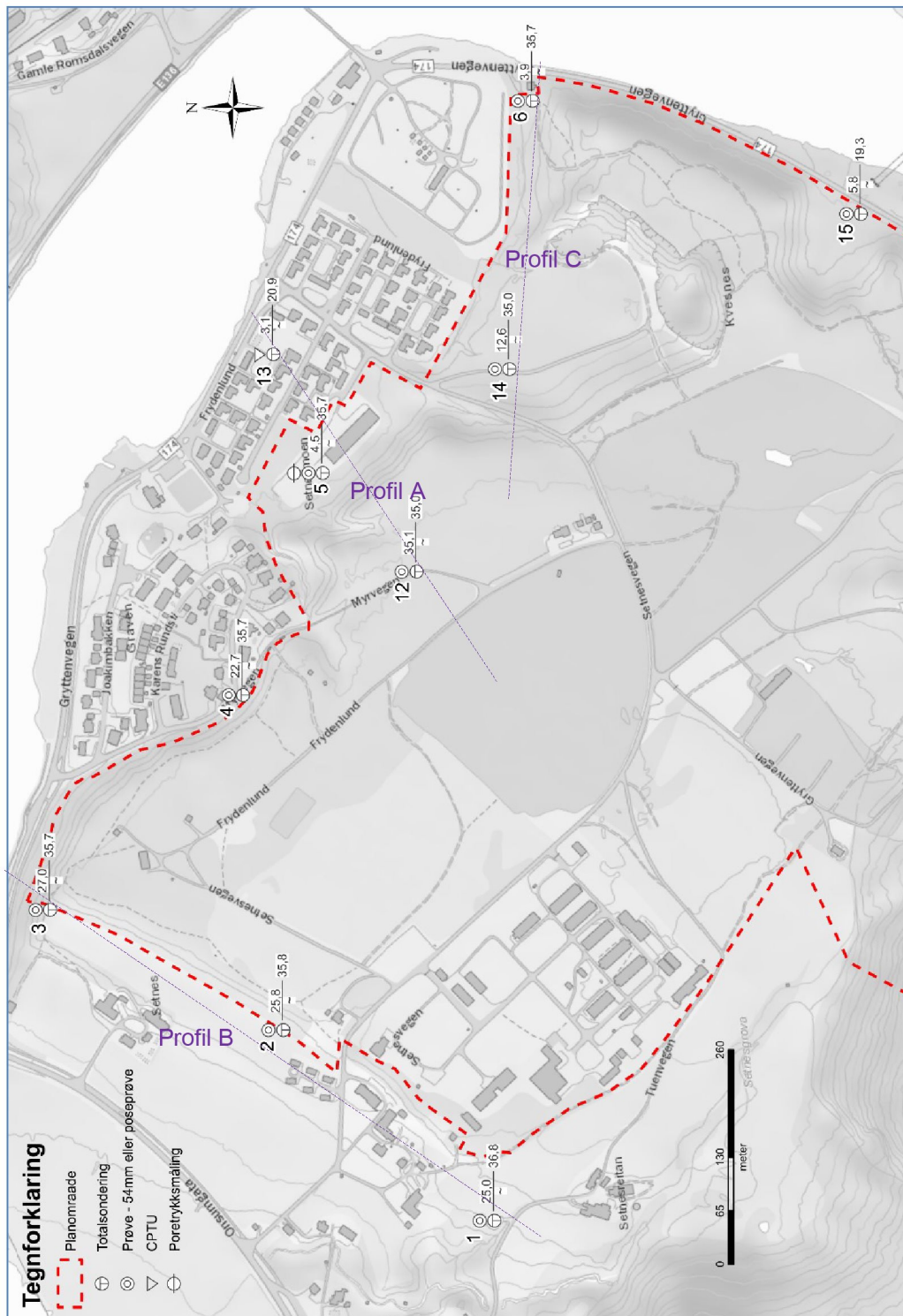
Tillegg 1: Tegnforklaring og jordartsklassifisering

Tillegg 2: Markundersøkelser – Boremetoder

Tillegg 3: Laboratorieundersøkelser

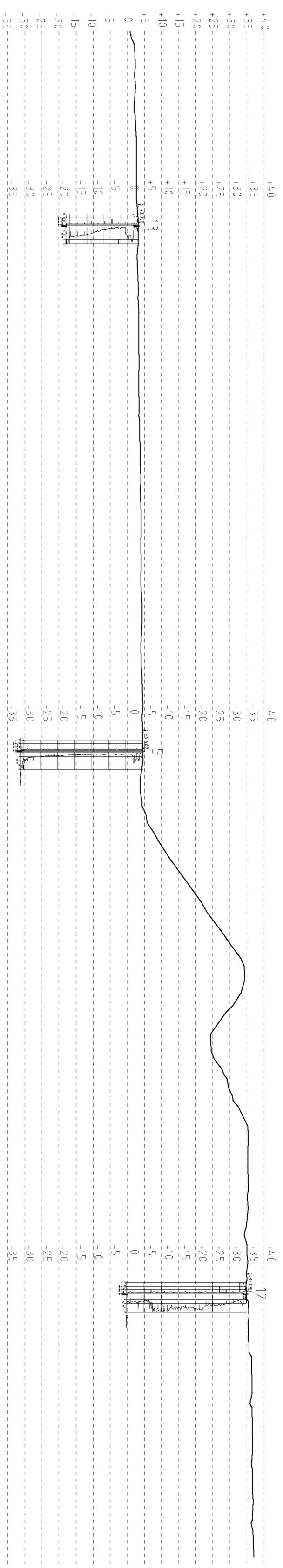


## VEDLEGG 1: BORPLAN

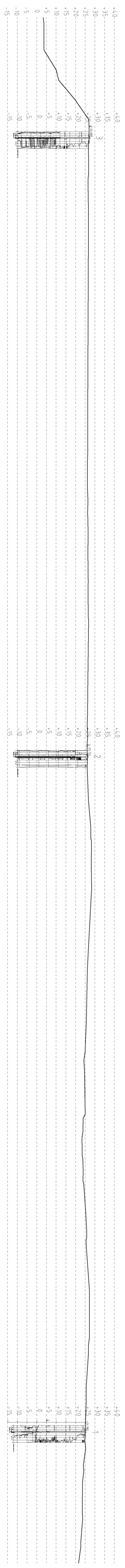


Figur 7: Borplan

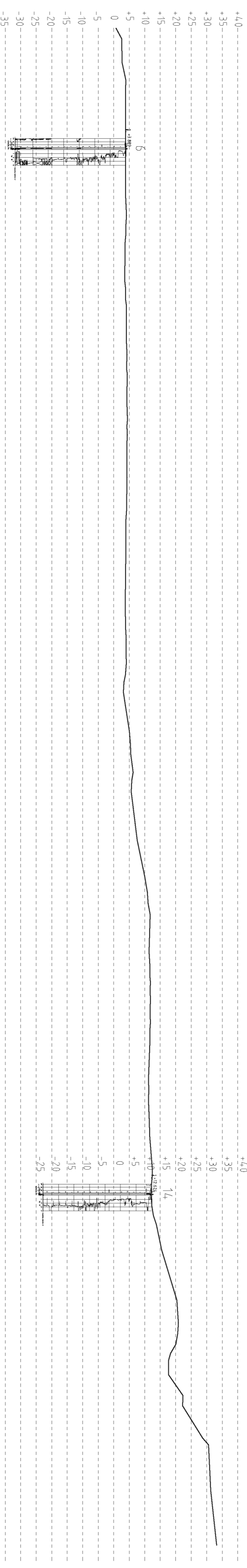
## **VEDLEGG 2: Profiler og feltundersøkelser**



Profil A



Profil B



Profil C

| Struktur | Rev. | Endring | Utført | Kontrollert | Ansv. | Dato       |
|----------|------|---------|--------|-------------|-------|------------|
|          |      |         | NORABA | NORAR       |       | 16.05.2018 |

**Forsvarsbygg**  
**Sethesmoen i Andalsnes**  
 Geotekniske grunnundersøkelser

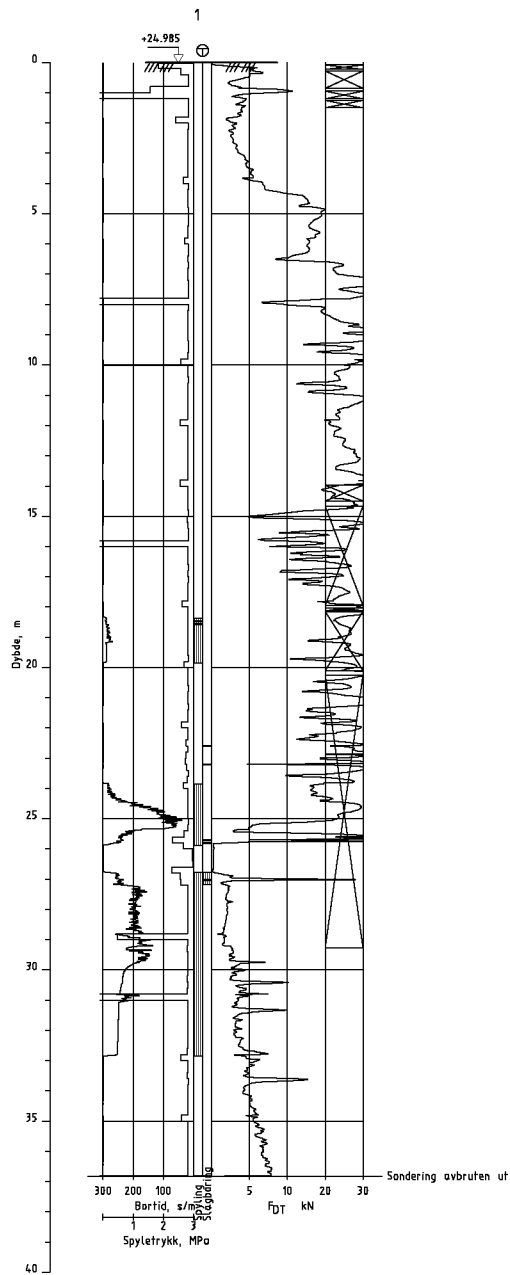
TOTALSONDERING  
 Profil A: Borepunkt nr. 5, 12, 13  
 Profil B: Borepunkt nr. 1, 2, 3  
 Profil C: Borepunkt nr. 6, 14


Oppdragsleder: Amle Jonunn Hordnes  
 Oppdragsnr.: 55604001

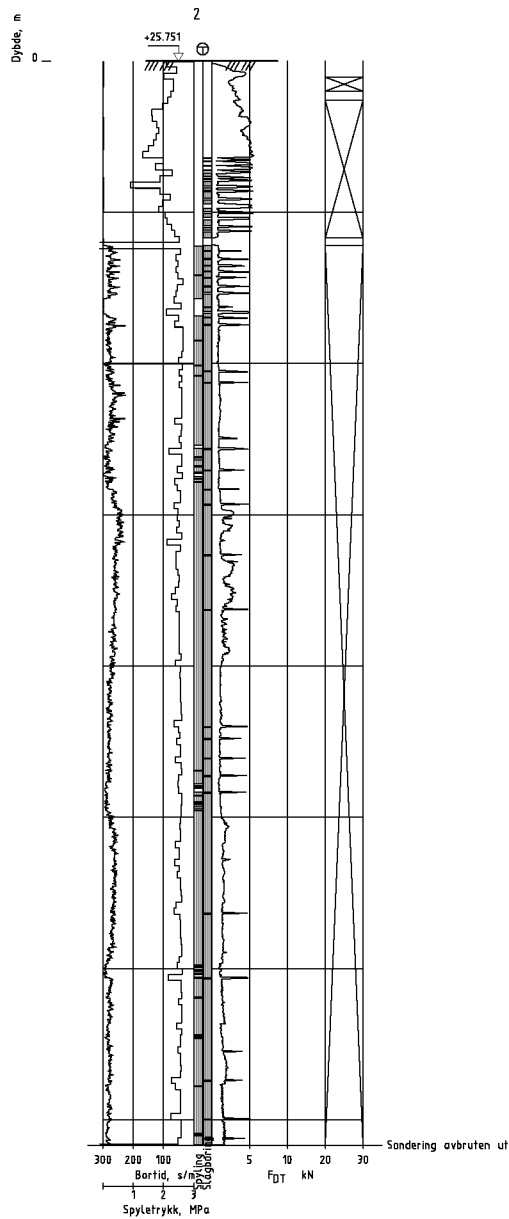
**SWECO**   
 Sweco Norge AS  
 Furuveien 16, 072 Skjerve  
 TLF.: 52 72 50 00 FAX: 52 72 50 00

Disiplin: GEO  
 Lepe nummer: RIG-01

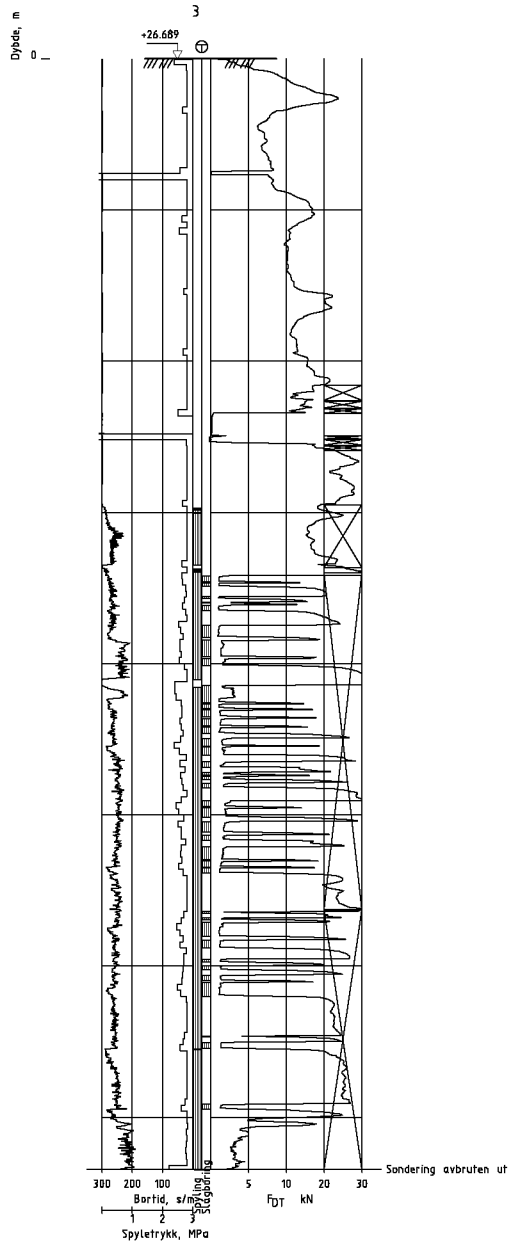
Struktur Rev: 01




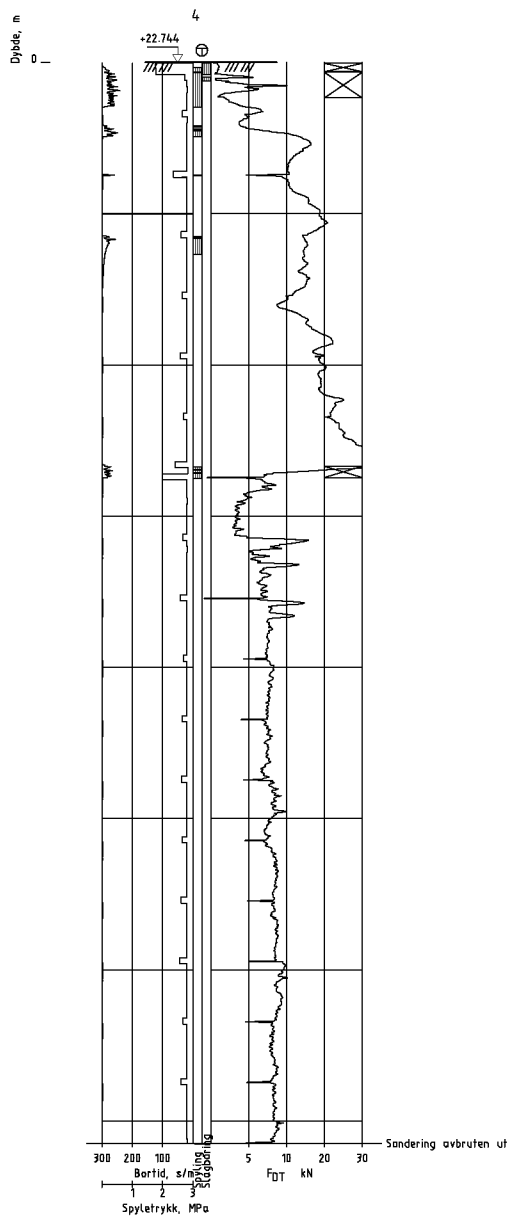
| Status   | Rev. | Endring | Utført         | Kontr.     | Ansv.  | Dato                |
|--|------|---------|----------------|------------|--------|---------------------|
| <b>Forsvarsbygg</b><br><b>Setnesmoen i Åndalsnes</b><br>Geotekniske grunnundersøkelser   |      |         | NOBABA         | NOKRAR     |        | 16.05.2018          |
|  |      |         | Målestokk      |            | Format |                     |
| TOTALSONDERING<br><br>Borepunkt nr. 1  |      |         | Oppdragsleder: |            |        | Anne Jorunn Hordnes |
|  |      |         | Oppdragsnr.    |            |        | 55604001            |
| <b>SWECO</b> <br>Sweco Norge AS<br>Fariloftvegen 14p, 5072 Bergen<br>TLF.: 55 27 50 00 FAX: 55 27 50 00 |      |         | Disiplin:      | Løpnummer: | Status | Rev:                |
|  |      |         | GEO            | RIG-01     |        | 01                  |




| Status   | Rev. | Endring | Utført         | Kontr.     | Ansv.  | Dato                |
|--|------|---------|----------------|------------|--------|---------------------|
| <b>Forsvarsbygg</b><br><b>Setnesmoen i Åndalsnes</b><br>Geotekniske grunnundersøkelser |      |         | NOBABA         | NOKRAR     |        | 16.05.2018          |
|  |      |         | Målestokk      |            | Format |                     |
| TOTALSONDERING<br><br>Borepunkt nr. 2  |      |         | Oppdragsleder: |            |        | Anne Jorunn Hordnes |
|  |      |         | Oppdragsnr.    |            |        | 55604001            |
| <b>SWECO</b>   |      |         | Disiplin:      | Løpnummer: | Status | Rev:                |
|  |      |         | GEO            | RIG-01     |        | 01                  |
| Sweco Norge AS<br>Faniloftvegen 14p, 5072 Bergen<br>TLF.: 55 27 50 00 FAX: 55 27 50 00 |      |         |                |            |        |                     |

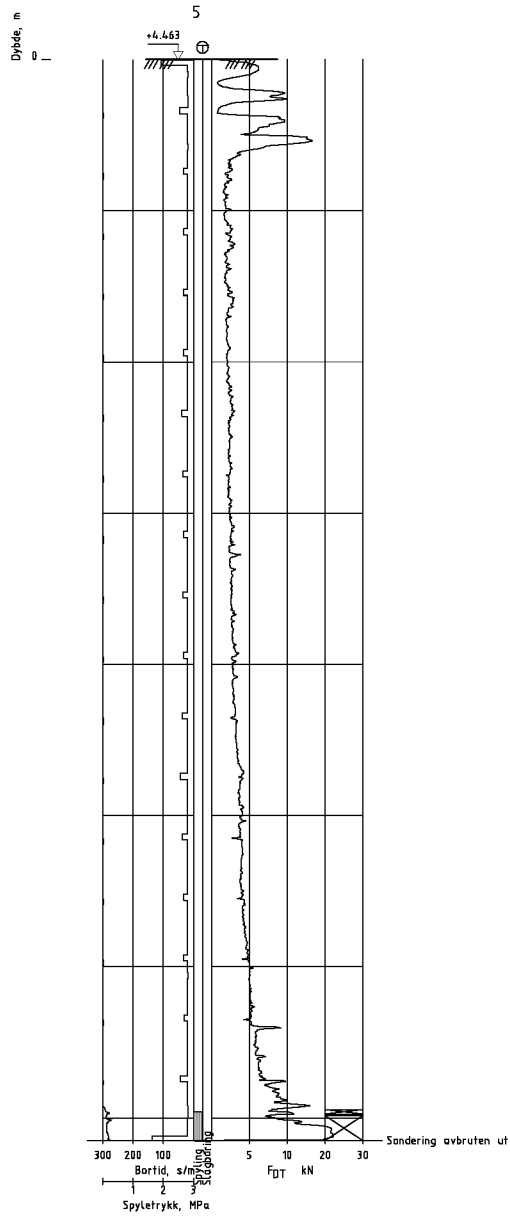



| Status   | Rev. | Endring   | Utført                                | Kontr.                      | Ansv.                   | Dato              |
|--|------|---|---------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------|
|  |      | <b>Forsvarsbygg<br/>Setnesmoen i Åndalsnes<br/>Geotekniske grunnundersøkelser</b> | NOBABA                                | NOKRAR                      |                         | 16.05.2018        |
|  |      | TOTALSONDERING  | Målestokk                             |                             | Format<br>A4            |                   |
|  |      | Borepunkt nr. 3   | Oppdragsleder:<br>Anne Jorunn Hordnes |                             | Oppdragsnr.<br>55604001 |                   |
| <br>Sweco Norge AS<br>Fariloftvegen 14p, 5072 Bergen<br>TLF.: 55 27 50 00 FAX.: 55 27 50 00 |      |   | Disiplin:<br><b>GEO</b>               | Løpnummer:<br><b>RIG-01</b> | Status                  | Rev:<br><b>01</b> |

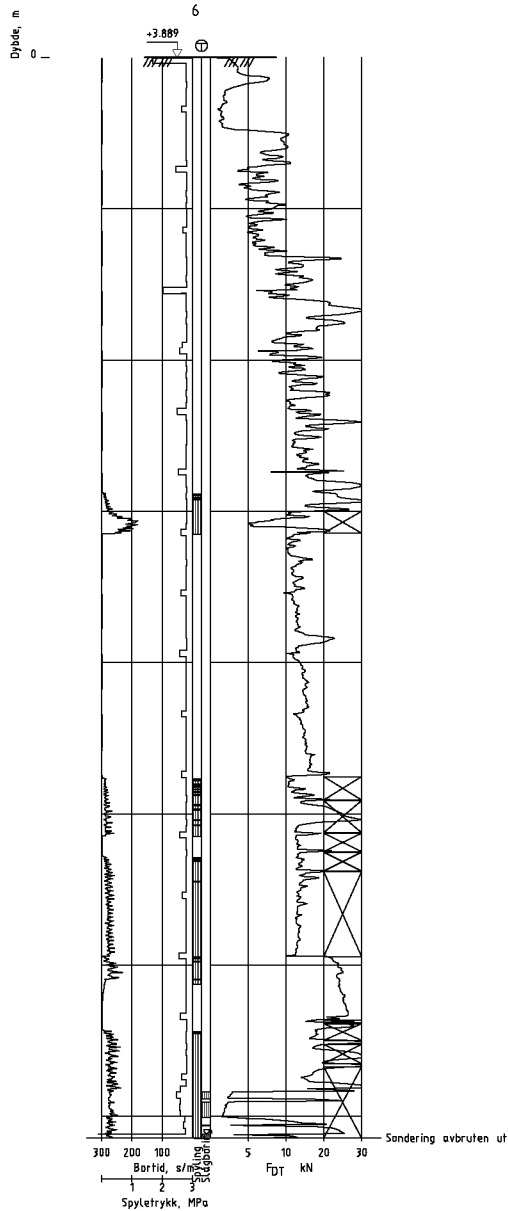



| Status | Rev. | Endring  | Utført                                | Kontr.                      | Ansv.  | Dato              |
|--------|------|--|---------------------------------------|-----------------------------|--------|-------------------|
|        |      | <b>Forsvarsbygg</b><br><b>Setnesmoen i Åndalsnes</b><br><b>Geotekniske grunnundersøkelser</b>    | NOBABA                                | NOKRAR                      |        | 16.05.2018        |
|        |      | TOTALSONDERING   | Målestokk                             |                             |        | Format<br>A4      |
|        |      | Borepunkt nr. 4  | Oppdragsleder:<br>Anne Jorunn Hordnes |                             |        |                   |
|        |      |  | Oppdragsnr.<br><b>55604001</b>        |                             |        |                   |
|        |      | <b>SWECO</b>  | Disiplin:<br><b>GEO</b>               | Løpnummer:<br><b>RIG-01</b> | Status | Rev:<br><b>01</b> |
|        |      | Sweco Norge AS<br>Fariloftvegen 14p, 5072 Bergen<br>TLF.: 55 27 50 00 FAX.: 55 27 50 00          |                                       |                             |        |                   |

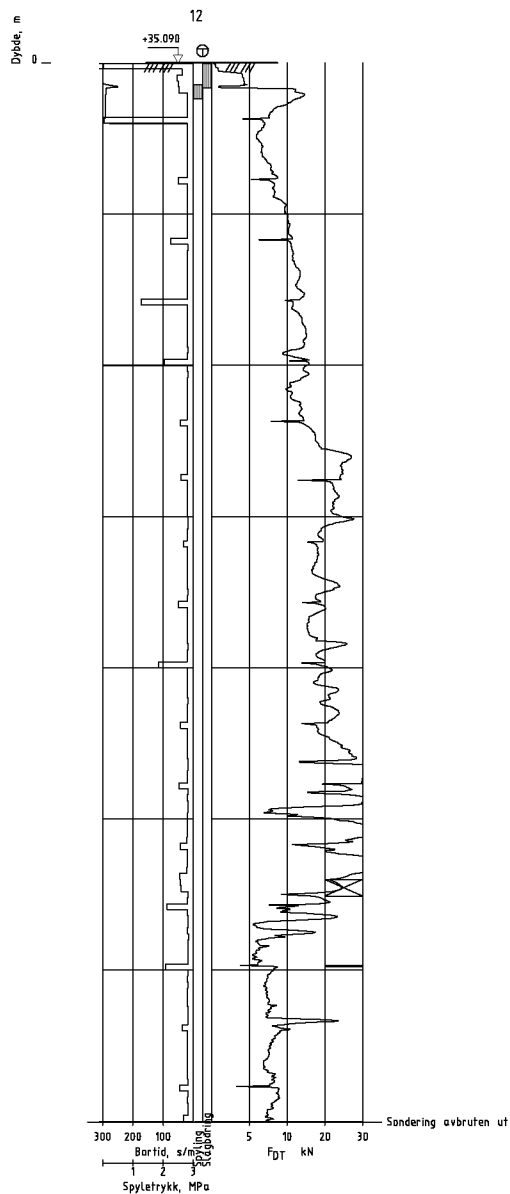





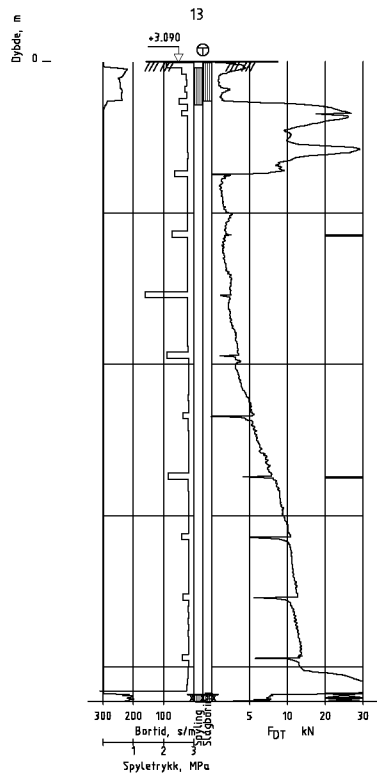
| Status   | Rev. | Endring  | Utført                                | Kontr.                      | Ansv.   | Dato              |
|--|------|--|---------------------------------------|-----------------------------|---------|-------------------|
|  |      | <b>Forsvarsbygg</b><br><b>Setnesmoen i Åndalsnes</b><br>Geotekniske grunnundersøkelser | NOBABA                                | NOKRAR                      |         | 16.05.2018        |
|  |      |  | Målestokk                             |                             |         | Format<br>A4      |
|  |      | TOTALSONDERING   | Oppdragsleder:<br>Anne Jorunn Hordnes |                             |         |                   |
|  |      | Borepunkt nr. 5  | Oppdragsnr.<br><b>55604001</b>        |                             |         |                   |
|  Sweco Norge AS<br>Fariloftvegen 14p, 5072 Bergen<br>TLF.: 55 27 50 00 FAX: 55 27 50 00 |      |  | Disiplin:<br><b>GEO</b>               | Løpnummer:<br><b>RIG-01</b> | Status: | Rev:<br><b>01</b> |




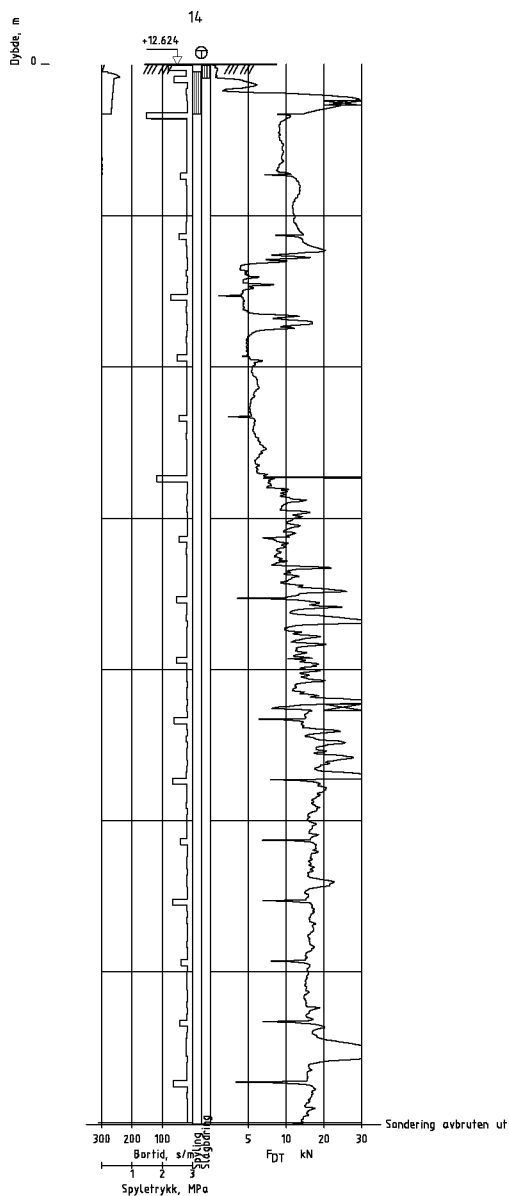
| Status   | Rev. | Endring | Utført         | Kontr.     | Ansv.  | Dato                |
|--|------|---------|----------------|------------|--------|---------------------|
| <b>Forsvarsbygg</b><br><b>Setnesmoen i Åndalsnes</b><br>Geotekniske grunnundersøkelser   |      |         | NOBABA         | NOKRAR     |        | 16.05.2018          |
|  |      |         | Målestokk      |            | Format |                     |
| TOTALSONDERING<br><br>Borepunkt nr. 6  |      |         | Oppdragsleder: |            |        | Anne Jorunn Hordnes |
|  |      |         | Oppdragsnr.    |            |        | 55604001            |
|  Sweco Norge AS<br>Fariloftvegen 14p, 5072 Bergen<br>TLF.: 55 27 50 00 FAX: 55 27 50 00 |      |         | Disiplin:      | Løpnummer: | Status | Rev:                |
|  |      |         | GEO            | RIG-01     |        | 01                  |




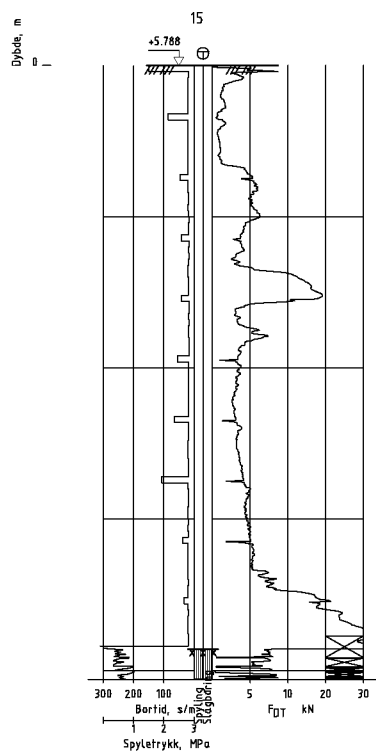
| Status  | Rev. | Endring | Utført                         | Kontr.                      | Ansv.        | Dato                                  |
|---|------|---------|--------------------------------|-----------------------------|--------------|---------------------------------------|
|   |      |         | NOBABA                         | NOKRAR                      |              | 16.05.2018                            |
| <b>Forsvarsbygg</b><br><b>Setnesmoen i Åndalsnes</b><br>Geotekniske grunnundersøkelser  |      |         | Målestokk                      |                             | Format<br>A4 |                                       |
|   |      |         | TOTALSONDERING                 |                             |              | Oppdragsleder:<br>Anne Jorunn Hordnes |
| Borepunkt nr. 12  |      |         | Oppdragsnr.<br><b>55604001</b> |                             |              |                                       |
|  Sweco Norge AS<br>Fariloftvegen 14p, 5072 Bergen<br>TLF.: 55 27 50 00 FAX.: 55 27 50 00 |      |         | Disiplin:<br><b>GEO</b>        | Løpnummer:<br><b>RIG-01</b> | Status       | Rev:<br><b>01</b>                     |




| Status   | Rev. | Endring  | Utført                                | Kontr.                      | Ansv.  | Dato              |
|--|------|--|---------------------------------------|-----------------------------|--------|-------------------|
|  |      | <b>Forsvarsbygg</b><br><b>Setnesmoen i Åndalsnes</b><br>Geotekniske grunnundersøkelser | NOBABA                                | NOKRAR                      |        | 16.05.2018        |
|  |      |  | Målestokk                             |                             |        | Format<br>A4      |
|  |      | TOTALSONDERING   | Oppdragsleder:<br>Anne Jorunn Hordnes |                             |        |                   |
|  |      | Borepunkt nr. 13   | Oppdragsnr.<br><b>55604001</b>        |                             |        |                   |
|  Sweco Norge AS<br>Fariloftvegen 14p, 5072 Bergen<br>TLF.: 55 27 50 00 FAX: 55 27 50 00 |      |  | Disiplin:<br><b>GEO</b>               | Løpnummer:<br><b>RIG-01</b> | Status | Rev:<br><b>01</b> |

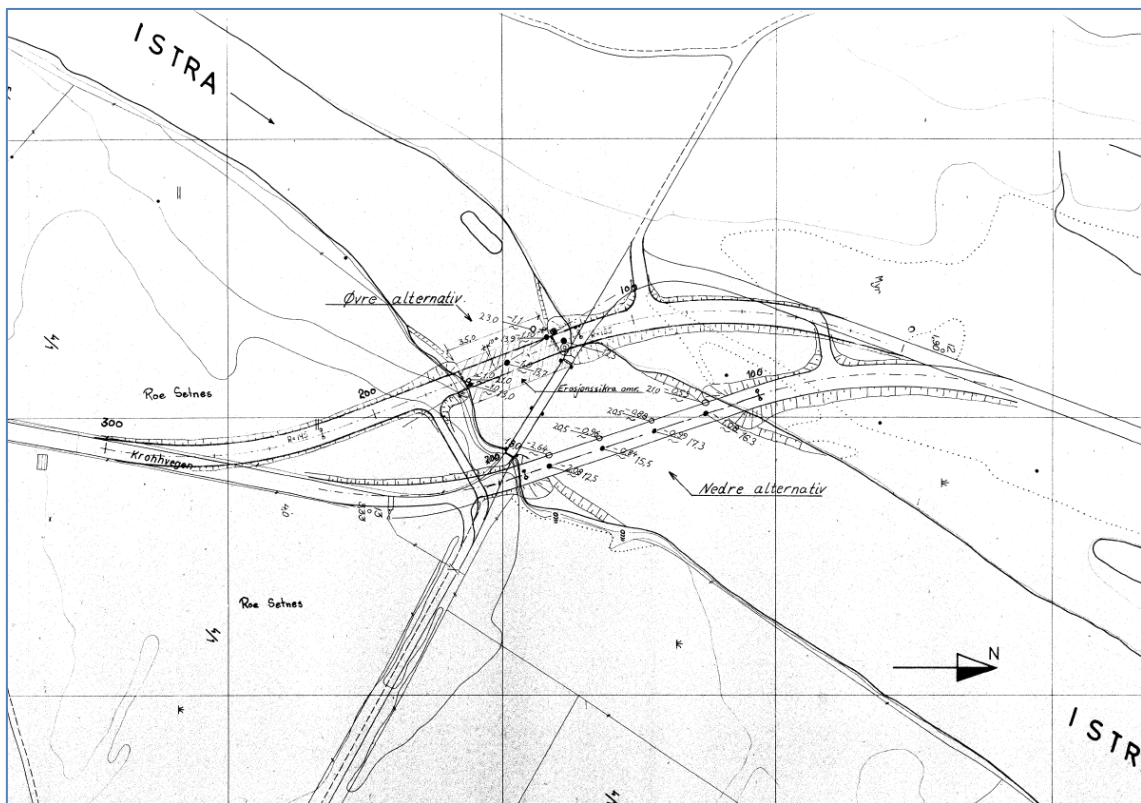


| Status   | Rev. | Endring | Utført         | Kontr.     | Ansv.  | Dato                |
|--|------|---------|----------------|------------|--------|---------------------|
| <b>Forsvarsbygg</b><br><b>Setnesmoen i Åndalsnes</b><br>Geotekniske grunnundersøkelser   |      |         | NOBABA         | NOKRAR     |        | 16.05.2018          |
|  |      |         | Målestokk      |            | Format |                     |
| TOTALSONDERING<br><br>Borepunkt nr. 14   |      |         | Oppdragsleder: |            |        | Anne Jorunn Hordnes |
|  |      |         | Oppdragsnr.    |            |        | 55604001            |
|  Sweco Norge AS<br>Fariloftvegen 14p, 5072 Bergen<br>TLF.: 55 27 50 00 FAX: 55 27 50 00 |      |         | Disiplin:      | Løpnummer: | Status | Rev:                |
|  |      |         | GEO            | RIG-01     |        | 01                  |



| Status   | Rev. | Endring  | Utført                                | Kontr.                      | Ansv.  | Dato              |
|--|------|--|---------------------------------------|-----------------------------|--------|-------------------|
|  |      | <b>Forsvarsbygg</b><br><b>Setnesmoen i Åndalsnes</b><br>Geotekniske grunnundersøkelser | NOBABA                                | NOKRAR                      |        | 16.05.2018        |
|  |      |  | Målestokk                             |                             |        | Format<br>A4      |
|  |      | TOTALSONDERING   | Oppdragsleder:<br>Anne Jorunn Hordnes |                             |        |                   |
|  |      | Borepunkt nr. 15   | Oppdragsnr.<br><b>55604001</b>        |                             |        |                   |
|  Sweco Norge AS<br>Fariloftvegen 14p, 5072 Bergen<br>TLF.: 55 27 50 00 FAX: 55 27 50 00 |      |  | Disiplin:<br><b>GEO</b>               | Løpnummer:<br><b>RIG-01</b> | Status | Rev:<br><b>01</b> |

**VEDLEGG 3:  
Boreplan fra tidligere grunnundersøkelser**

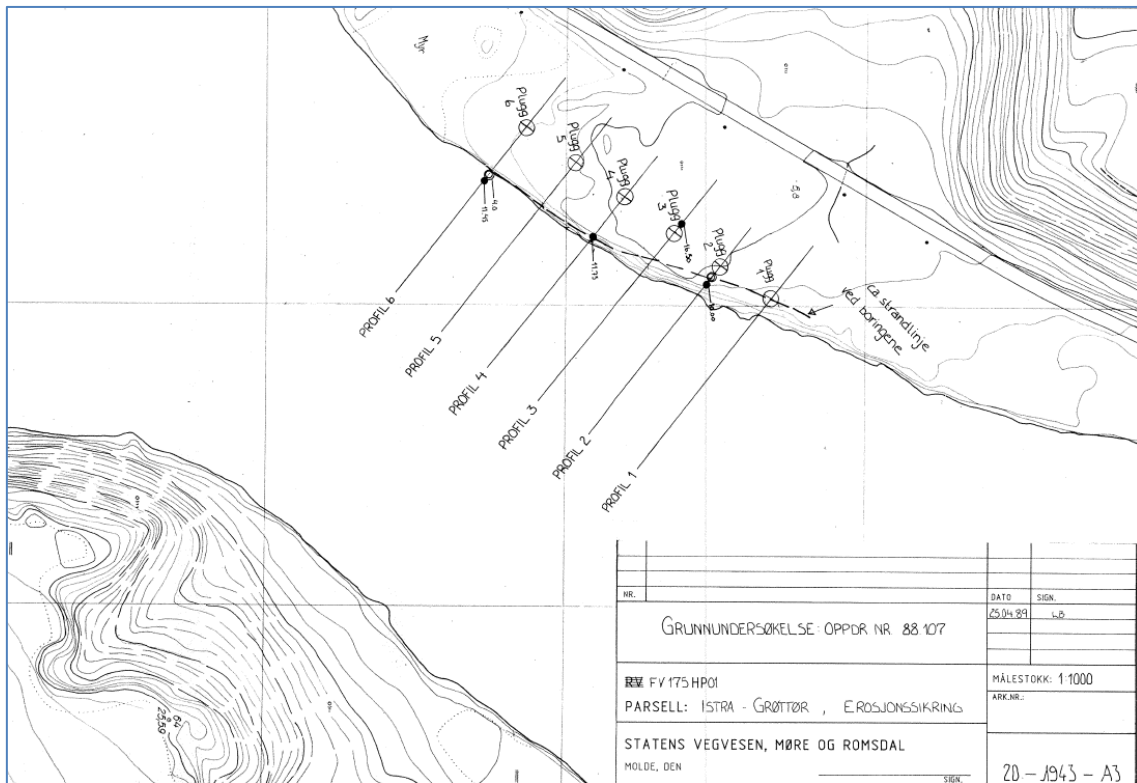


Figur 8: Boreplan fra tidligeregrunnundersøkelser [5]






Figur 9: Boreplan fra tidligeregrunnundersøkelser [6]



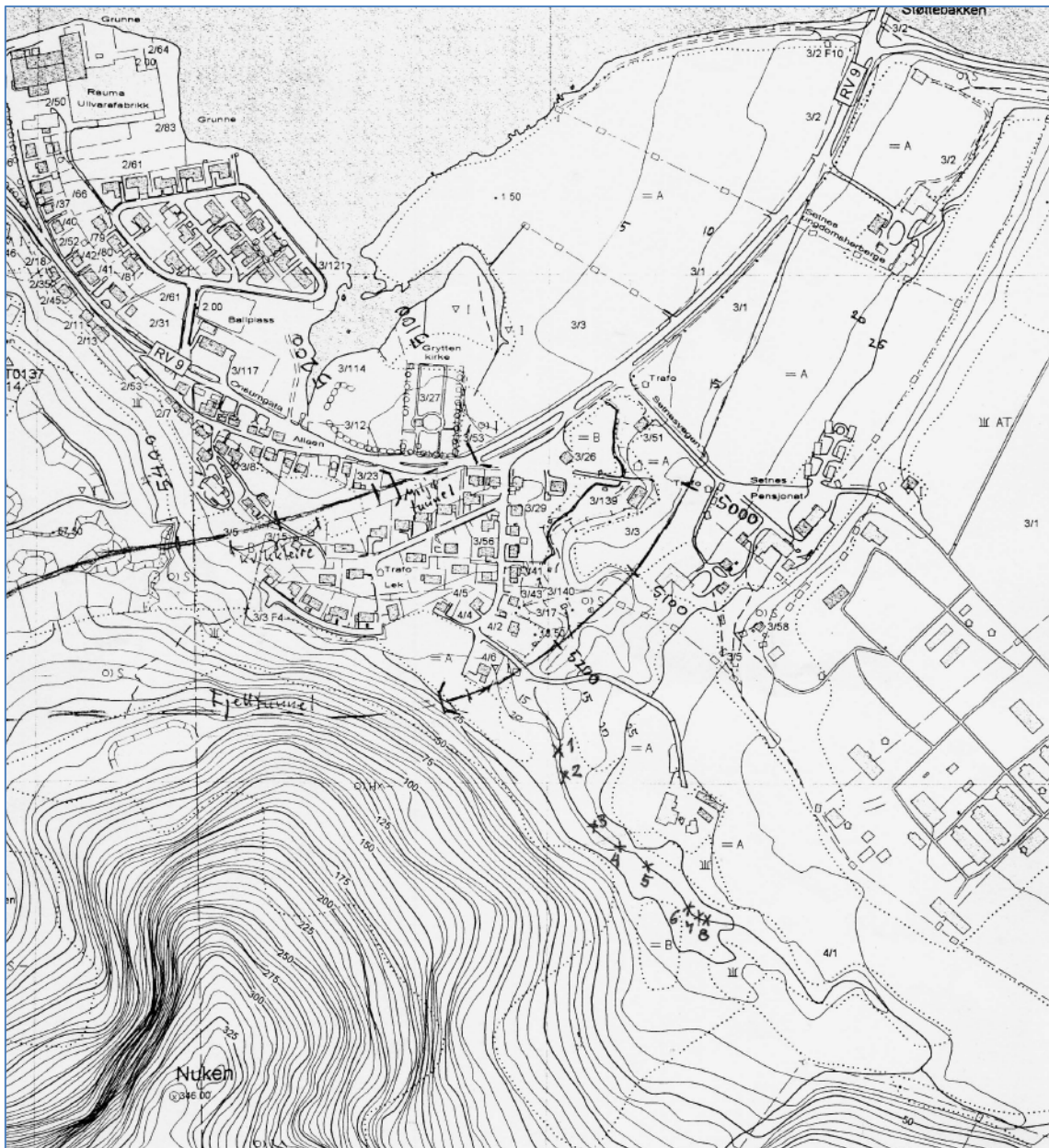
Figur 10: Boreplan fra tidligere grunnundersøkelser [7]



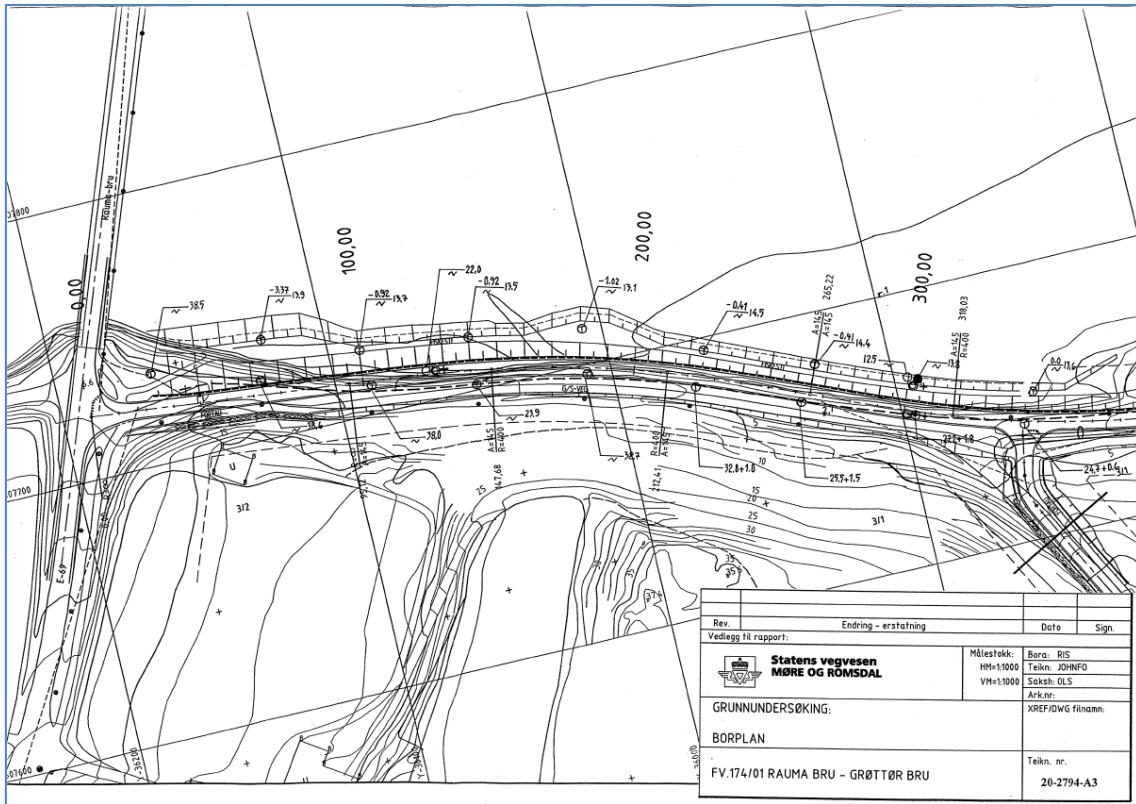
|   |          |      |       |
|---|----------|------|-------|
| NR. 1   | 15.01.00 | JFO  | Sign. |
| Rev.  |          | Date |       |
| Vedlegg til rapport: Endring - erstating  |          |      |       |
|  Statens vegvesen<br>MØRE OG ROMSDAL |          |      |       |
| Målestokk:<br>H=1:1000<br>V=1:1000  |          |      |       |
| Borei: RIS<br>Tegnr: JFO<br>Saksbr: OLS<br>Ark.nr:  |          |      |       |
| GRUNNUNDERSØKELSE:<br>XREF/DWG filnavn:   |          |      |       |
| BORPLAN   |          |      |       |
| E 136/03<br>VFBLINGSNES SENTR. ALT.1  |          |      |       |
| 20-2715-A3  |          |      |       |

Figur 11: Boreplan fra tidligeregrunnundersøkelser [8]





Figur 12: Boreplan fra tidligere grunnundersøkelser [9]



Figur 13: Boreplan fra tidligere grunnundersøkelser [10]





## **VEDLEGG 4: Laboratoriet datarapport (egen fil)**



## **VEDLEGG 5: Løsmasser i borhull 12**



Figur 15: Dybde 2-3 m



Figur 16: Dybde 6-7 m



















Figur 17: Dybde 13-14 m

## TILLEGG

## Tegnforklaring og jordartklassifisering

### TEGNINGSSYSTEMER I PLAN

| Symbol  | Metode                | Anmerkning   | Symbol  | Metode                      | Anmerkning                           |
|---|-----------------------|--|---|-----------------------------|--------------------------------------|
|    | Prøveserie            | Prøver tatt med boreredskap (skovl, kannebor, prøvetager mm) |    | Fjellkontrollboring         | Boring ned til og i fjell            |
|    | Prøvegrop             |  |    | Vannstands-<br>måling       |                                      |
|    | Prøvebelastning       |  |    | Vannprøver                  |                                      |
|    | Setningsmåling        | Sondering uten registrering av motstand                      |    | Poretrykksmåling            | Infiltrasjonsforsøk, prøvepumping mm |
|   | Enkel sondering       |  |  | In situ permabilitetsmåling |                                      |
|  | Dreiesondering        | Maskinsondering med automatisk opptegning                    |  | Vingeboring                 | Boring ned til og i fjell            |
|  | Dreie-trykk sondering |  |  | Totalsondering              |                                      |

Nivåer og dybder (i meter)

$$\frac{12,8}{+5,7} \quad 18,5 + 3,0$$

Over linjen: Kote terreng eller elvøbunn, sjøbunn ved boring i vann

Ut for linjen: Boret dybde i løsmasser (18,5). Event. boret dybde i fjell angis etter plusstegn (+3,0)

Under linjen: Kote antatt fjell (+5,7). Dersom det er antatt at fjell ikke er påtruffet, angis ~

### KORNFRAKSJONER

| Kornstørrelse i mm | Betegnelse av fraksjonen | Signatur   | Betegnelse  |
|--------------------|--------------------------|--|-------------|
| > 600              | Blokk                    |  | STEIN/BLOKK |
| 600-60             | Stein                    |  | GRUS        |
| 60-20              | Grovgrus                 |  | SAND        |
| 20-6               | Mellomgrus               |  | SILT        |
| 6-2                | Fingrus                  |  | LEIRE       |
| 20-0,6             | Grovsand                 |  |             |
| 0,6-0,2            | Mellomsand               |  |             |
| 0,2-0,06           | Finsand                  |  |             |
| 0,06-0,002         | Silt                     |  |             |
| < 0,002            | Leir                     |  |             |

Den kvantitative største fraksjon nevnes i substantivform, de øvrige fraksjoner tas med i adjektivform etter prosentandel i den utstrekning det er av betydning for karakterisering av jordarten.

Eksempler: sandig grus; steinig sand; sandig silt.



### DREIESONDERING

| Sonderingsmotstand    | Last<br>kN | Antall halve<br>omdr. pr. m |
|-----------------------|------------|-----------------------------|
| Meget liten motstand  | 1          | 0                           |
| Liten motstand        | 1          | < 35                        |
| Middels stor motstand | 1          | 35-125                      |
| Stor motstand         | 1          | 125-250                     |
| Meget stor motstand   | 1          | > 250                       |

### UDRENERT SKJÆRSTYRKE

| Betegnelse av leire | Betegnelse av skjærstyrke | Skjærstyrke<br>kN/m <sup>2</sup> |
|---------------------|---------------------------|----------------------------------|
| Meget bløt leire    | Meget lav skjærstyrke     | < 12,5                           |
| Bløt leire          | Lav skjærstyrke           | 12,5-25                          |
| Middels fast leire  | Middels høy skjærstyrke   | 25-50                            |
| Fast leire          | Høy skjærstyrke           | 50-100                           |
| Meget fast leire    | Meget høy skjærstyrke     | > 100                            |

### SENSITIVITET

Sensitivitet er forholdet mellom skjærstyrken til uforstyrret og omrørt materiale.

| Betegnelse av leire    | Betegnelse av sensitivitet | Sensitivitet<br>St |
|------------------------|----------------------------|--------------------|
| Lite sensitiv leire    | Lav sensitivitet           | < 8                |
| Middels sensitiv leire | Middels høy sensitivitet   | 8-30               |
| Meget sensitiv leire   | Høy sensitivitet           | > 30               |

Med *kvikkleire* forstås en leire som i omrørt tilstand er flytende, dvs. omrørt skjærstyrke < 0,5 kN/m<sup>2</sup>

## Markundersøkelser - Boremetoder

**FORMÅL:** Grunnundersøkelser utføres vanligvis for å klarlegge grunnens beskaffenhet tilstrekkelig til at grunnarbeider og fundamenteringsarbeider kan utføres på en teknisk og samtidig økonomisk forsvarlig måte.

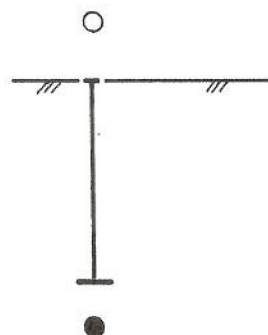
- Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens lagringsfasthet og dybder til antatt fjell eller fast grunn.
- Vingeboringer utføres for in-situ bestemmelse av udrenert skjærfasthet i leire.
- For nærmere bestemmelse av grunnens geotekniske egenskaper tas det opp prøver.

Markundersøkelsene vil også kunne omfatte måling av grunnvannstand og poretrykk, måling av deformasjon i grunnen og på konstruksjoner, samt belastningsforsøk på f.eks. peler.

### ENKEL SONDERING

Utstyret består av Ø 22 mm stålrør i 1 m lengder som skrues sammen med glatte skjøter. Det benyttes en Ø 25 mm 200 mm lang spiss. Boret bores ned ved hjelp av en bærbar slagmaskin. Normal kapasitet 20 - 100 m pr.dag.

Enkel sondering gir veiledende bestemmelse av dybden til antatt fjell eller fast grunn. Utstyret har begrensninger med hensyn til sikker fjellbestemmelse.

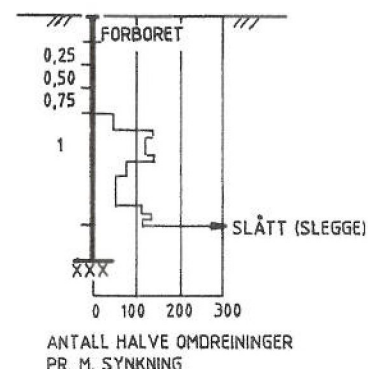


### DREIESONDERING

Utstyret består av Ø 22 mm stålrør i 1 m lengder som skrues sammen med glatte skjøter. Spissen er pyramideformet med lengde 200 mm og største sidekant 25 mm.

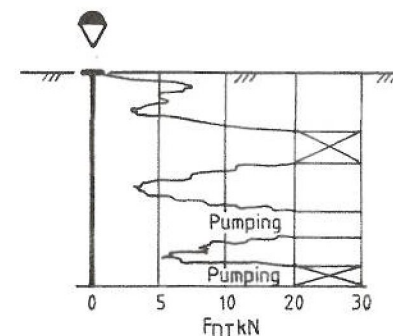
Boret belastes trinnvis opptil 1 kN. Synker ikke boret ved 1 kN belastning, dreies den ned med motor. Antall halve omdreininger noteres. Normal kapasitet 20 - 100 m pr.dag.

Diagrammet viser antall halve omdreininger pr.meter synkning. Belastning på utstyret angis i kN til venstre.



### DREIETRYKKSONDERING

Utstyret består av Ø 36 mm stålrør i 2 m lengde som skrues sammen i glatte skjøter. Det benyttes en Ø 40 mm 225 mm lang spiss påsveiset en 5 mm høy skrueformet sveiselarve. Boret drives ned med konstant nedpressningshastighet 3 m/min. og med konstant omdreiningshastighet 25 omdr./min. Nedpressningskraften blir målt kontinuerlig ved hjelp av en automatisk skriver. Når motstanden øker slik at normert nedtrekningshastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten. Dette anføres i diagrammet.





### FJELLKONTROLLBORING

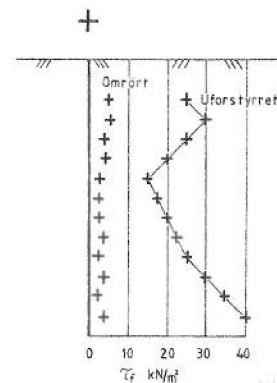
Utsyret består av Ø 32 mm stålrør med muffeskjæter og hardmetallkrone. Boret drives av en hydraulisk borhammer under spyling med vann under høyt trykk. Når fjellet er nådd, bores noe ned i fjellet, vanligvis ca. 3 m, under registrering av borsynk for sikker påvisning.



### VINGEBORING

Vingeboring brukes til å bestemme in-situ udrenert skjærfasthet av kohesjonsmaterialer, vesentlig leire. Utstyret består av et vingekors som presses ned i grunnen. I ønsket dybde måles det maksimale torsjonsmoment ved sakte omdreining til brudd. Maksimale moment gir grunnlag for beregning av skjærfasthet som bestemmes i uforstyrret og etter brudd, i omrørt tilstand. Forholdet mellom skjærfasthet før og etter brudd kalles sensitivitet (St)

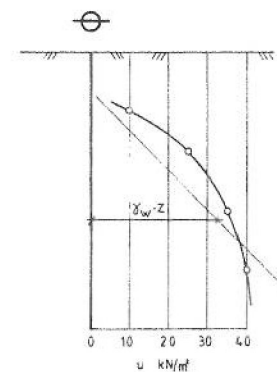
Lommevingebor er et forenklet utstyr for omtrentlig bestemmelse av udrenert skjærfasthet f.eks. i grøfter og utgravninger. Måledybden er begrenset til 3 meter.



### PORETRYKKSÅLING

Trykket i porevannet i en gitt dybde måles med poretrykkmåler (piezometer). Utstyret består av et Ø32 mm porøst filter (bronse eller epoxy) av lengde 300 mm som trykkes ned i ønsket dybde ved hjelp av forlengelsesrør. Fra filteret føres en plastslange opp til over terreng. Poretrykket måles som vannstand i plastslangen eller ved hjelp av manometer tilkoblet systemet.

Alternativt måles poretrykket ved hjelp av elektrisk registrering av trykket på en fleksibel membran.



### PRØVETAGNING

For opptak av uforstyrrende prøver benyttes vanligvis Ø54 mm NGI stempelprøvetager. Standard prøvelengde 800 mm.

Skovlbor benyttes for opptak av prøver i de øvre jordlag. Skovlboret er laget av to skålformede stålblader som skrues ned ved hjelp av Ø 19 mm forlengelsesrør med muffe.

For opptak av omrørte prøver av torv, leire og delvis sand og grus under grunnvannstanden, kan kannebor benyttes. Kanneboret er nederst forsynt med en snodd spiss og forlenges med Ø 22/Ø 12 mm sonderør.



## Laboratorieundersøkelser

**FORMÅL:** Laboratorieundersøkelser utføres for klassifisering og identifisering av jordarten. I tillegg utføres forsøk for bestemmelse av jordartens mekaniske egenskaper og parametere for bruk i geotekniske analyser.

**Korndensitet** (Spesifikk vekt) ( $\rho_s$  i  $t/m^3$ ) er forholdet mellom masse av korn og kornvolum i prøven.

**Romvekt** ( $\gamma$  i  $kN/m^3$ ) er forholdet mellom total tyngde og totalt volum av prøven.

**Vanninnhold** ( $w$ ) angir i prosent forholdet mellom masse av porevann og masse av korn etter uttørkning ved  $110^\circ C$ .

**Flytegrense** ( $w_L$ ) angir i prosent vanninnhold av omrørt jord på grensen mellom flytende og plastisk tilstand.

**Plastisitetsgrense** ( $w_p$ ) angir i prosent vanninnhold av omrørt jord på grensen mellom plastisk og halvstiv tilstand.

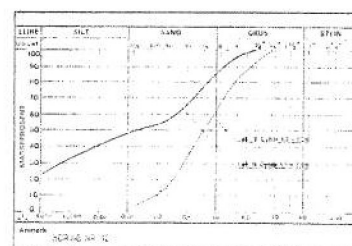
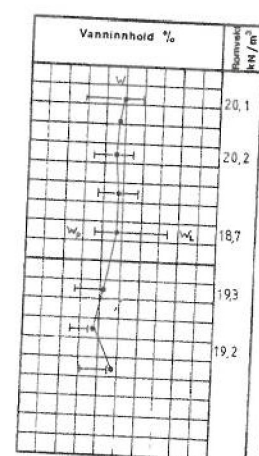
**Plastisitetsindeksen** ( $I_p$  i %) er differansen mellom flyte- og utrullingsgrense.  $I_p = w_L - w_p$ .

**Udrenert skjærstyrke** ( $s_u$  i  $kN/m^2$ ) av leire bestemmes ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med  $\varnothing$  54 mm og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten.

Skjærstyrken måles også i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk hvor nedsynkningen av en normert konus registreres og skjærstyrken tas ut av en kalibreringstabell.

**Saltinnhold** (i g/l) bestemmes ved å måle elektrisk ledningsevne i en liten mengde utpresset porevann. Saltinnholdet angis ekvivalent med en natriumkloridkonsentrasjon med samme ledningsevne.

**Kornfordelingen** i jord bestemmes ved sikting og dråpeforsøk. For fraksjoner større enn 0,074 mm utføres kornfordelingsanalysen ved hjelp av en siktesats. For finere fraksjoner (silt og leire) bestemmes kornfordelingen ved hjelp av dråpeforsøk. Analysen bygger på Stoke's lov. En viss mengde tørket materiale slemmes opp med vann til en jevn suspensjon som settes til sedimentasjon. Etter bestemte tidsintervaller tas det ut prøvedråper fra en gitt dybde i oppløsningene med mikropipette. Dråpene slippes i en anisoppløsning, og falltiden over en gitt høyde bestemmer mengden. Kornstørrelsen bestemmes fra sedimentasjonstiden.





**Kompressibiliteten** av jord bestemmes ved konsolideringsforsøk i ødometer. Prøvehøyden er 20 mm og diameter 50 mm. Prøven bygges inn i en stålsylinder og belastes trinnvis. For hvert lasttrinn måles sammentrykning av jordprøven som en funksjon av tid etter pålastning. For praktiske formål kan variasjon i kompressibilitet uttrykkes ved en parameter, spenningsmodulen M. Diagrammet viser en typisk belastningskurve, og spenningsmodulen er definert som

$$M = \frac{\delta \sigma'}{\delta \epsilon}$$

Forsøksresultatene gir grunnlag for beregning av konsolideringssetningene og setningenes tidsforløp.

**Komprimeringsforsøk (Proctor-forsøk)** utføres for bestemmelse av jordens komprimeringsegenskaper. Forsøket utføres ved innstamping av materiale i en stålsylinder ved varierende vanninnhold. Stempelets tyngde, fallhøyde og antall slag holdes konstant. Den maksimale tørrdensitet  $\rho_{dopt}$  og tilsvarende vanninnhold  $w_{opt}$  bestemmes.

**Luftporøsitet ( $A_r$ )** er volum av luft (gass),  $V_g$ , angitt i prosent av total volum,  $V$ .

**Metningsgraden ( $S$ )** er volum av porevann,  $V_w$ , angitt i prosent av porevann,  $V_p$ .

**Porøsitet ( $n$ )** er porevolum,  $V_p$ , angitt i prosent av total volum,  $V$ .

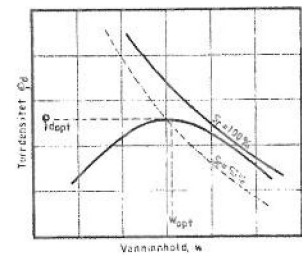
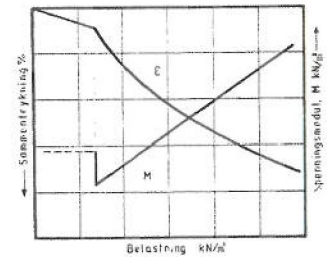
**Permeabilitetskoeffisienten ( $k$  i mm/s)** er et uttrykk for materialets evne til å slippe væske gjennom porene definert som strømningshastighet for en hydraulisk gradient lik 1. I laboratoriet måles permeabiliteten ved direkte vanngjennomgangsforsøk.

I finkornig jord kan permeabiliteten bestemmes på grunnlag av konsolideringsforsøk i ødometer.

**Fri svelling** er volum av en leirprøve som får svulle fritt etter tilsetning av destillert vann angitt i prosent av volumet av tørr prøve.

**Fritt svellevolum** er volum av vann innesluttet i en leirprøve etter fri svelling angitt i prosent av volumet av tørr prøve.

**Svelletrykk** på leirprøver fra svakhetssoner i fjell måles i ødometer. En tørket prøve bygges inn, konsolideres og tilføres destillert vann. Volumet av prøven holdes konstant under svelling, og prøvens aktive svelletrykk registreres.



$$A_r = \frac{V_g}{V}$$

$$S = \frac{V_w}{V_p} \quad V_p = V_w + V_g$$

$$n = \frac{V_p}{V}$$

| Jordart | $k$ (mm/s)          |
|---------|---------------------|
| grus    | 10                  |
| sand    | $10^{-3} - 10^{-3}$ |
| silt    | $10^{-3} - 10^{-6}$ |
| leire   | $10^{-6} - 10^{-8}$ |

Typiske variasjonsområder

