

# Gentofte Kommunale Vandforsyning

Borehulslogging i DGU nr. 193.1305

Neppegaard - Sjælsø Vandværk

Kurt Klitten og Erik Clausen

# **Gentofte Kommunale Vandforsyning**

Borehulslogging i DGU nr. 193.1305  
Neppegaard - Sjælsø Vandværk

Kurt Klitten og Erik Clausen

# Indhold

|           |  |          |
|-----------|--|----------|
| <b>1.</b> | <b>Introduktion</b>                            | <b>3</b> |
| <b>2.</b> | <b>Sammenfatning af resultater</b>             | <b>4</b> |
| 2.1       | Tekniske forhold .....                         | 4        |
| 2.2       | Geologi .....                                  | 4        |
| 2.3       | Saltvandspåvirkning .....                      | 4        |
| 2.4       | Indstrømningsfordeling.....                    | 4        |
| <b>3.</b> | <b>Undersøglesprogram</b>                      | <b>5</b> |
| <b>4.</b> | <b>Log resultater</b>                          | <b>6</b> |
| 4.1       | Boringens tekniske udbygning .....             | 6        |
| 4.2       | Geologi .....                                  | 6        |
| 4.3       | Beskrivelse til de enkelte log typer.....      | 6        |
| 4.3.1     | Gamma-log:.....                                | 6        |
| 4.3.2     | Induktions-log (formations ledningsevne) ..... | 7        |
| 4.3.3     | Resistivitets-log (formations modstand).....   | 7        |
| 4.3.4     | Ledningsevne-log med og uden pumpning.....     | 7        |
| 4.3.5     | Temperatur-log med og uden pumpning .....      | 7        |
| 4.3.6     | Kaliber-log .....                              | 8        |
| 4.3.7     | Flow-log .....                                 | 8        |
| 4.3.8     | Video inspektions-log .....                    | 8        |

# 1. Introduktion

Logging undersøgelsen af boring DGU nr. 193.1305 beliggende ved Neppegaard ved Sjælsø vandværk (vandværkets nr.: B 101) blev udført den 27 januar 2003 af GEUS som led i det såkaldte saltvandsprojekt, et projekt finansieret af Københavns Energi, Københavns Amt, Roskilde Amt og Frederiksborg Amt.

Saltvandsprojektets hovedformål er at undersøge og om muligt at kortlægge grænsen mellem det ferske grundvand og det saltholdige grundvand i kalk og skrivekridt aflejringerne under Nordøstsjælland.

Formålet med logging undersøgelsen af ovennævnte boring er derfor at se, om den nedre del af kalken i den 96,5 m dybe boring eventuelt skulle være saltvandspåvirket, selv om boringen producerer vand med lavt klorid indhold (75 mg/l i 2001 – 81 mS/m ved 25 C<sup>0</sup>). Endvidere at kontrollere borebeskrivelsen med hensyn til, at Danien kalken ikke er genemboret og at Skrivekridtet derfor ikke er nået. De geologiske informationer opnås ved udførelse af gamma-log, induktions-log og resistivitets-log, medens ledningsevne & temperatur-log såvel uden som under pumpning fra boringen giver information om eventuel saltvandspåvirkning samt identifikation af indstrømningszoner. En logging undersøgelse af en boring omfatter også en flow-log under pumpning fra boringen for at bestemme indstrømningsfordelingen i kalken. For kvantitativt at kunne fastsætte de procentiske indstrømninger i de enkelte indstrømningszoner ud fra flow-loggen er det nødvendigt at kende borehullets diameter variation og især forholdet mellem diameteren i forerøret og den gennemsnitlige diameter i kalken lige under forerøret. Derfor udføres der også en kaliber-log, som samtidig giver information om tilstanden af forerøret.

I nærværende undersøgelse er der tillige udført en video inspektions-log især med henblik på inspektion af jernforerørets tilstand, men også for at få et visuelt indtryk af Danien kalken som supplement til den foreliggende prøvebeskrivelse.

## **2. Sammenfatning af resultater**

### **2.1 Tekniske forhold**

Video-log såvel som kaliber-log viser ingen tegn på tæring af forerøret, som er ført ned til 38,9 m dybde under terræn.

Ingen tegn på opsiltning af bund, idet der kunne logges til 96,5 m dybde.

Stor variation i diameteren i kalken ned til ca 72 m dybde. Herunder har boringen generelt en mindre diameter, min. 225 mm mod min. 260 mm ovenover.

### **2.2 Geologi**

Den kvartære lagfølge afspejles ikke ved gamma-loggen, formodentlig på grund af opfyldning/forsegling af det oprindelige borehul udenfor forerøret.

Borebeskrivelsens vurdering af, at Skrivekridt endnu ikke er mødt i boringen, og at der er tale om Danien-kalk helt til bund af boringen, er blevet bekræftet, idet der ikke ses et generelt skifte til et højere gamma-strålningsniveau fra noget dybdeniveau, ligesom hverken Induktions-log eller Resistivitets-log viser noget markant skifte til generelt højere formations ledningsevne henholdsvis lavere resistivitet.

### **2.3 Saltvandspåvirkning**

Den gennemborede del af Danien kalken indeholder ikke saltvandspåvirket grundvand. Højeste ledningsevne af vandet i bunden af boringen er kun 57 mS/m (84 mS/m ved 25 C<sup>0</sup>) Fra andre undersøgte dybe kalk borer i Nordøstsjælland vides, at grænsen til saltholdigt grundvand oftest er sammenfaldende med grænsen til skrivekridtet, som må formodes at ligge mindst 10 m under boringens bund og muligvis endnu dybere.

### **2.4 Indstrømningsfordeling**

Under pumpning fra boringen sker indstrømningen til denne fra fem zoner beliggende i koterne -68, -64, -27, -22 og -19 m svarende til dybderne 88m, 84m, 47m, 42m og 39m og med en indstrømningsfordeling på henholdsvis 6%, 11%, 40%, 12% og 31% af den anvendte ydelse.

### 3. Undersøgellesprogram

Undersøgellesprogrammets omfang og formål er angivet i nedenstående skema. Tallene i skemaet angiver rækkefølgen for de enkelte log-operationer.

| Log type                       | Rækkefølge | Information  |
|--------------------------------|------------|--|
| Ledningsevne uden pumpning     | 1          | Forskelle i vandkemi/saltholdighed   |
| Temperatur uden pumpning       | 1          | Eventuel intern strømning i boringen   |
| Gamma                          | 1          | Geologi/laggrænser   |
| Induktion                      | 2          | Geologi-laggrænser-porøsitet-(saltholdighed af porevand)   |
| Resistivitet (fokuseret)       | 3          | Geologi-laggrænser-porøsitet-(saltholdighed af porevand)   |
| Kaliber                        | 4          | Teknisk udbygning og tilstand af forerør<br>Diameter variation - forudsætning for tolkning af flow-log |
| Flow uden pumpning ved 5 m/min | 5          | Kalibreringskontrol og evt. intern strømning   |
| Flow med pumpning ved 5 m/min  | 6          | Indstrømningszoner og – indstrømningsfordeling   |
| Ledningsevne med pumpning      | 7          | Indstrømningszoner – forskelle i vandkemi  |
| Temperatur med pumpning        | 7          | Indstrømningszoner – forskelle i temperatur  |

Herudover udførtes der en video inspektions-log af boringen.

## **4. Log resultater**

### **4.1 Boringens tekniske udbygning**

Boringen er udført af firmaet Poul Hasbo i 1981 som en tørboring til 96.5 m u. terræn. Boringen er fra terræn udbygget med et 10,5 " jernforerør til 38.90 m u. terræn, og herfra og til bund som et åben hul boret med 240 mm mejsel.

Rovandspejlet er boringens udførelse målt til 7.05 m u. terræn. Boringen er prøvepumpet med 46.45 m<sup>3</sup>/t ved en sænkning på 6.37 m svarende til en specifik ydelse på 7.3 m<sup>3</sup>/t per m afsenkning.

### **4.2 Geologi**

Ifølge den geologiske beskrivelse (vedlagt) består de kvartære aflejringer over kalken af vekslende lag af smeltevandsaflejringer, moræneler og morænesand til kote – 14,3 m. Herfra og til bund består aflejringerne af kalksandskalk, beskrevet som hårde, sandede og flintholdige. Den geologiske beskrivelse er vist som boreprofil på bilaget med logdata.

### **4.3 Beskrivelse til de enkelte log typer**

#### **4.3.1 Gamma-log:**

Normalt kan moræneler og morænesand skelnes fra smeltevandssand ved at have en højere gamma-stråling. Dette er ikke tilfældet her, hvilket kan skyldes, at såvel smeltevandssand som morænesand ifølge beskrivelsen indeholder silt, der ofte medvirker til en øget gamma-stråling. De manglende forskelle i strålingsniveau på de forskellige kvartære lag i boringen kan imidlertid også skyldes en eventuel ler/bentonit forsejling udenfor forerøret, idet en sådan vil øge det generelle strålingsniveau og overdøve strålingen fra aflejringerne.

Derimod viser gamma-loggen tydeligt grænsen mellem de kvartære aflejringer og den underliggende kalk, idet strålingsniveauet her falder markant. Gammastrålingen i kalksandskalken ligger generelt i størrelsesorden 12 API bortset fra intervallet mellem kote –61 m og –69 m, hvor strålingsniveauet er en smule lavere, ca. 8 API. Her udover ses tre tydelige peaks (kote –22, –58.5 og –74), der indikerer tilstedeværelse af mergel lag.

### **4.3.2 Induktions-log (formations ledningsevne)**

Denne log type kan ikke anvendes inden i jernrøret. Loggen viser generelt meget lave værdier varierende mellem 3 og 10 mS/m, men med lidt højere ledningsevne i intervallet mellem kote -56 og -64. Den lave ledningsevne i kalken viser, at porevandet ikke er saltvands påvirket og ikke har et stort indhold af opløste salte i øvrigt. Den lidt højere ledningsevne i det nævnte dybdeinterval skyldes en lokalt højere porøsitet i kalken. Ud for de tidligere nævnte tre gamma-peaks ses ledningsevnen også at være i den højere ende af skalaen, hvilket også underbygger tolkningen om mergel som forklaring på gamma-peaks.

### **4.3.3 Resistivitets-log (formations modstand)**

Denne logtype kan ikke anvendes inden i jernrøret. Loggen viser en formations modstand varierende mellem 80 og 200 ohmm, og med enkelte maksima over 200 ohmm, samt værdier under 80 ohmm i kote -57 m, det højporøse dybdeinterval omtalt ovenfor. Den hyppigst optrædende formations modstand (resistivitet) ses at være 80-100 ohmm. De optrædende peaks med høje modstande indikerer flintlagenes placering i kalksandskalken.

### **4.3.4 Ledningsevne-log med og uden pumpning**

Der blev pumpet fra boringen til kort tid inden log-programmet blev påbegyndt, hvilket kan ses af, at der stort set ingen forskel er på de to ledningsevne-logs i kalksektionen under forerøret. Ledningsevne-loggen under pumpning bekræfter indstrømningerne i kote -27 og kote -64, idet ledningsevnen på det opad strømmende vand i disse niveauer bliver lidt mindre på grund af indstrømmende vand med lavere ledningsevne end bundvandet. De to øverste indstrømningszoner må åbenbart have den samme ledningsevne som det opad strømmende blandingsvand efter zonen i kote -27, siden de ikke influerer på ledningsevne-loggen.

Loggen uden pumpning viser øverst en lav ledningsevne på det stagnerende vand ovenover pumpens placering (når der produceres fra boringen), kote -5. Den lidt højere ledningsevne, der ses fra denne kote og ned til kote -27 ved sammenligning med loggen under pumpning, skyldes, at vandsøjlen under kote -27 med høj ledningsevne hæves, når pumpen slukkes.

### **4.3.5 Temperatur-log med og uden pumpning**

Temperatur-loggen under pumpning bekræfter ligeledes indstrømningszonerne i kote -27 og -64, idet der her ses et fald i det opad strømmende varmere vands temperatur. Neden under den dybeste indstrømning i kote -68 ses der en gradient på loggen svarende til, at der her ikke sker strømning.

Jernforerørets gode varmeledningsevne forklarer forløbet på temperatur loggen i forerøret, idet der forholdsvis hurtigt efter slukning af pumpen indstiller sig den normale temperatur



fordeling, nemlig højest temperatur øverst, som falder til en hvis dybde, hvorefter der sker en jævn stigning med dybden.

#### **4.3.6 Kaliber-log**

Loggen bekræfter, at jernforerøret er ført 83.9 m under terræn, d.v.s. til kote -18.9 m. Endvidere, at jernrøret er glat indvendig og ikke viser tegn på gennemtæringer.

Variationen i boringens diameter er stor i kalken ned til ca 72 m dybde, d.v.s. til kote -52.5 m. Under denne dybde kunne det se ud til at der under borearbejdet er skiftet mejsel med en mindre diameter, nemlig til den angivne mejseldiameter på 240 mm. Ovenover er der nok snarere anvendt en mejsel på 300 mm diameter.

#### **4.3.7 Flow-log**

Den ene flow-log er udført uden pumpning og under en konstant nedadrettet log-hastighed på 5 m/min. Tælle tallene ligger på ca 30 rotationer/min hele vejen netop svarende til loggens kalibrerings tælle tal ved den pågældende hastighed. Deraf kan udledes, at der ikke forekommer strømning i boringen, når der ikke pumpes, men at propellens rotationshastighed kun skyldes loggens hastighed.

Flow-log under pumpning udførtes med en ydelse på 38 m<sup>3</sup>/t og loghastighed på 5 m/min. Loggen viser tydelige spring i tælle tal i fem kote niveauer, -68, -64, -27, -22 og -19 svarende til dybde niveauerne 88m, 84m, 47m, 42m og 39m.

Den største stigning i tælle tal ses lige under forerøret ved 39 m dybde (kote -19), men en del af denne skyldes overgangen fra en større diameter i kalken til en mindre diameter i forerøret. Ved at korrigere for denne diameter påvirkning kan de procentiske indstrømninger i de fem dybde niveauer beregnes til henholdsvis 6%, 11%, 40%, 12% og 31% af den anvendte ydelse.

#### **4.3.8 Video inspektions-log**

Der er foretaget video inspektions-log i boringen den 29 januar 2003. Resultatet af videologgen fremgår af vedlagte inspektionsrapport. Heraf ses, at der er observeret 12 samlinger på det ca 39 m lange jern-forerør, hvoraf tre af samlingerne viser tydelige indikationer på korrosion og tæring: 13.0 m, 21.9 m og 29.1 m. Det kan dog ikke afgøres, om tæringerne giver anledning til utætheder.

Fra ca 6 m dybde ses der generelt at være belægninger på forerøret, og fra 13.5 m optræder der endvidere mange sorte pletter af forskellig størrelse, som muligvis er manganudfældninger. I selve forerøret er vandet mindre klart, men i det åbne borehul er vandet helt klart. Der er ikke observeret nogen intern strømning i boringen.

Af inspektionsrapporten fremgår det også, at der i kalken fra forerørets underkant og til ca 66 m dybde er observeret en lang række sektioner med markant større diameter, såkaldte kaviteter, og at der ved flere af disse optræder vertikale sprækker og hulrum. Ved sammenligning med flow-loggen ses det imidlertid at denne dybdesektion med synlige sprækker og hulrum (57-67 m) ikke er vandførende, idet der ikke ses nogen indstrømning i dette interval (kote -37 til -47).

I kalken ses der mange flintlag og flintknolde, men det kan ikke afgøres, om det er grå eller sort flint, idet belysningen fra videolampen dominerer i forhold til flintens naturlige farve.

Der ses ingen okker eller rustudfældninger på kalkoverfladen i hele den åbne kalksektion i boringen.

| Dybde*   | Konstr.** | Samling     | Korrosion | Utæthed | Belægn. | Tilstopn. | Flint*** | Farve   | Sprækker & kavitet           | Vandet i boringen |
|--|-----------|-------------|-----------|---------|---------|-----------|----------|---------|------------------------------|-------------------|
| 4,49   | FO-jern   | Video start |           |         |         |           |          |         |                              |                   |
| 5,81   | FO        | X           |           |         | X       |           |          | Rødbrun |                              | Uklar             |
| 9,33   | FO        | X           |           |         | X       |           |          | "       |                              | "                 |
| 13,00  | FO        | X           | (X)?      | (X)?    | X       |           |          | "       |                              | "                 |
| 13,47  | FO        |             |           |         | X       |           |          | Mørk    |                              | "                 |
| 16,14  | FO        | X           |           |         | X       |           |          | "       |                              | "                 |
| 19,18  | FO        | X           |           |         | X       |           |          | "       |                              | "                 |
| 21,87  | FO        | X           | X         | (X)?    | X       |           |          | "       |                              | "                 |
| 22,44  | FO        | X           |           |         | X       |           |          | "       |                              | "                 |
| 25,50  | FO        | X           |           |         |         |           |          | "       |                              | "                 |
| 29,08  | FO        | X           | (X)?      | (X)?    | X       |           |          | "       |                              | "                 |
| 31,49  | FO        | X           |           |         | X       |           |          | "       |                              | "                 |
| 32,22  | FO        | X           |           |         | X       |           |          | "       |                              | "                 |
| 35,40  | FO        | X           |           |         | X       |           |          | "       |                              | "                 |
| 39,34  | FO        | Rør slut    |           |         |         |           |          |         |                              | Klar              |
| 40,90  |           |             |           |         |         |           |          |         | Kavitet                      | "                 |
| 42,53  |           |             |           |         |         |           |          |         | Kavitet                      | "                 |
| 43,90  |           |             |           |         |         |           |          |         | Kavitet                      | "                 |
| 45,88  |           |             |           |         |         |           |          |         | Kavitet                      | "                 |
| 47,89  |           |             |           |         |         |           |          |         | Kavitet                      | "                 |
| 49,90  |           |             |           |         |         |           |          |         | Kavitet                      | "                 |
| 54,30  |           |             |           |         |         |           |          |         | Kavitet                      | "                 |
| 57,30  |           |             |           |         |         |           |          |         | Vertikal Sprække             | "                 |
| 58,30  |           |             |           |         |         |           |          |         | Kavitet                      | "                 |
| 59,04  |           |             |           |         |         |           |          |         | Vertikal sprække             | "                 |
| 61,70  |           |             |           |         |         |           |          |         | Kavitet & vertikale sprækker | "                 |
| 66,43  |           |             |           |         |         |           |          |         | Kavitet & sprækker           | "                 |
| 77,80  |           |             |           |         |         |           | Mergel   |         |                              | "                 |
| 96,00  |           | Slut        |           |         |         |           |          |         |                              | "                 |
| 1) Vedr. Flint: Der observeres mange flintlag og flintknolde i hele den åbne kalksektion, men farve usikker. |           |             |           |         |         |           |          |         |                              |                   |
| 2) Vedr. Okker og rustudfældninger: Er ikke observeret overhovedet i hele kalksektionen.                     |           |             |           |         |         |           |          |         |                              |                   |
| 3) Vedr. Strømning: Ingen strømmende partikler, når sonden holdes i ro.                                      |           |             |           |         |         |           |          |         |                              |                   |

(\*) Målepunkt: Terræn (\*\*): Forerør=FO; Filter=FI; Åben borehul=ÅB (\*\*\*) : Massiv=MA; Knolde=KN

Inspektionsrapport udarbejdet af: K. Klitten & E. Clausen Dato: 19.05.03

**BORERAPPORT**
**DGU arkivnr : 193.1305**
**Borested** : Nebbegård B 101

**Kommune** : Birkerød  
**Amt** : Frederiksborg

**Boringsdato** : 1/12 1981

**Boringsdybde** : 96.6 meter

**Terrænkote** : 20 meter o. DNN

**Brøndbore** : Poul Hasbo A/S, Ishøj

**MOB-nr** :

**BB-journr** :

**BB-bornr** : Ne.101

**Prøver**

- modtaget : 1/3 1982 antal : 23

- beskrevet : 5/3 1987 af : IS/PG

- antal gemt :

**Formål** : Vandforsyningsboring

**Kortblad** : 1514 IISØ

**Datum** : ED50

**Anvendelse** : Vandforsyningsboring

**UTM-zone** : 32

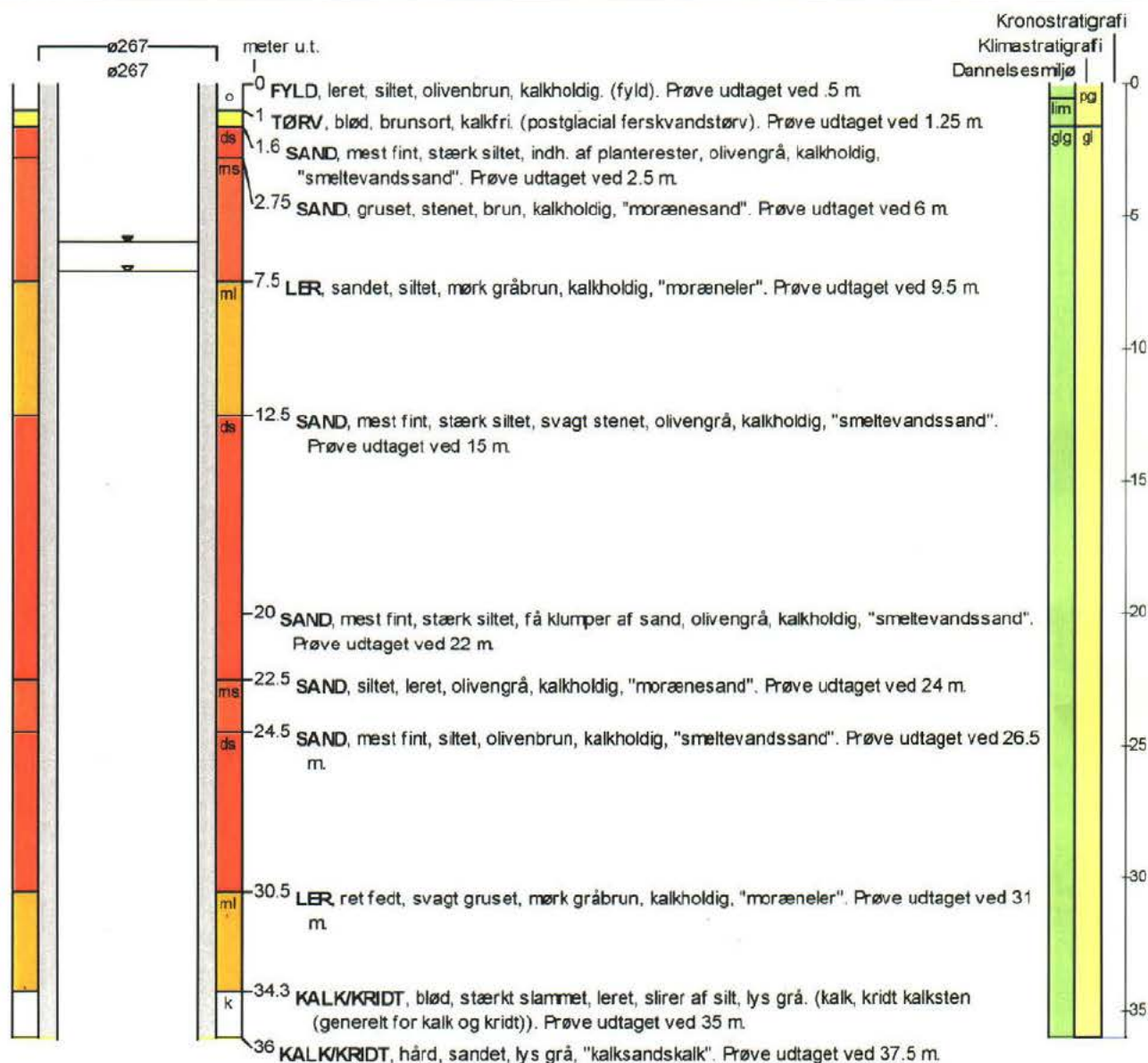
**Koordinatkilde** :

**Boremethode** : Tørboring/slagboring

**UTM-koord.** : 717216, 6197664

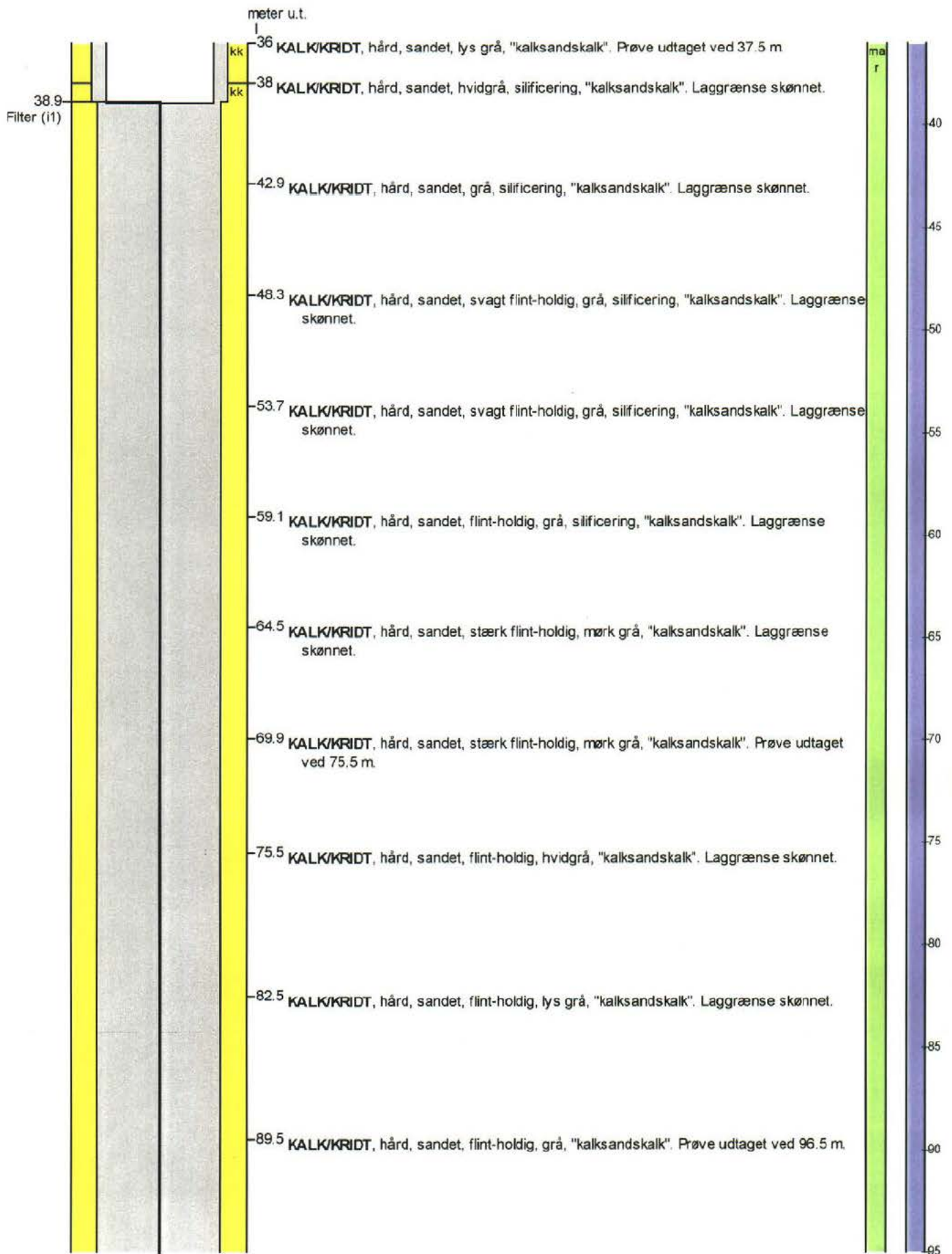
**Koordinatmetode** : Dig. på koor.bord

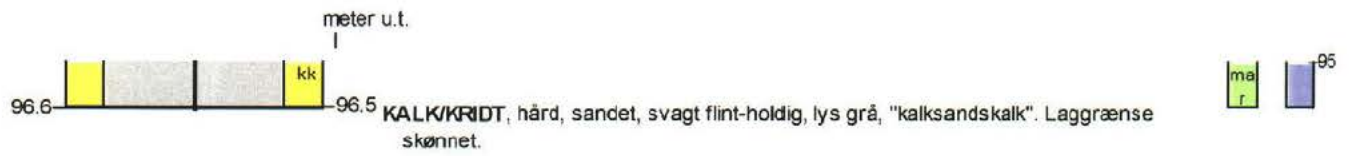
|                    | Ro-vandstand    | Pejledato | Ydelse                 | Sænkning       | Pumpetid   |
|--------------------|-----------------|-----------|------------------------|----------------|------------|
| Indtag 1 (seneste) | 5.97 meter u.t. | 14/7 1988 | 46.5 m <sup>3</sup> /t | 6.4 meter u.t. | 68 time(r) |
| (første)           | 7.05 meter u.t. | 1/12 1981 |                        |                |            |

**Notater** : Terrænkote aflæst på kort i terræn. lok. se situationsplan i org.-ark.


# BORERAPPORT

DGU arkivnr : 193.1305





**Aflejringsmiljø - Alder (klima-, krono-, litho-, biostratigrafi)**

meter u.t.

|     |   |      |                       |
|-----|---|------|-----------------------|
| 0   | - | 0.5  | fyld - postglacial    |
| 0.5 | - | 1.6  | limnisk - postglacial |
| 1.6 | - | 36   | glacigen - glacial    |
| 36  | - | 96.5 | marin -               |



Well Name: 193.1305

Location: Sjælsø Vandværk B 101 Neppegaard

Elevation: 20 Reference: Terræn

