

Københavns Vand, Gevninge Kildeplads

Geofysiske borehulslogs udført i boringerne:

DGU nr. 206.1484 (lokal nr. 17A),
206.1536 (19B) og 206.1539 (21A)

Jørn Morthorst og Erik Clausen



Københavns Vand, Gevninge Kildeplads

Geofysiske borehulslogs udført i boringerne:

DGU nr. 206.1484 (lokal nr. 17A),
206.1536 (19B) og 206.1539 (21A)

Jørn Morthorst og Erik Clausen

Indholdsfortegnelse

Indledning	3
Boring DGU nr. 206.1484 (17A)	3
Induktionslog	3
Temperaturlog	3
Ledningsevnelog	4
Flowlog	4
Boring DGU nr. 206.1536 (19 B)	4
Temperaturlog	4
Ledningsevnelog	4
Flowlog	5
Boring DGU nr. 206.1539 (21 A)	5
Temperaturlog	5
Ledningsevnelog	6
Flowlog	6
Sammenfatning:	6
Boring 17A:	6
Boring 19B:	6
Boring 21A:	7
Oplæg til supplerende undersøgelse og forsøg på problemløsning	7

Bilag: Div. borerapporter

Indledning

Hermed fremsendes resultatet af nye geofysiske borehulslogs udført i boringerne DGU nr. 206.1484 (17A), 206.1536 (19B) og 206.1539 (21A) ved Gevninge kildeplads.

På grund af den meget forhøjede ledningsevne (225mS/m) og dermed kloridindhold (Cl = 752 mg/l) i blandingsvandet fra de 5 nye boringer 17A, 18, 19B, 20 og 21A, blev det af Københavns Vand besluttet at udføre nye undersøgelser, i første omgang på de 3 af boringerne. For alle 3 boringer er der tidligere udført div. logs i forbindelse med saltvandsproblematikken i området. Disse resultater er med i herværende vurdering af boringerne.

Boring DGU nr. 206.1484 (17A)

Ved den første undersøgelse udført i september 1999 (GEUS notat nr. 06-VA-99-11), blev der konstateret en stærkt forøget formationsledningsevne i paleocæn grønsand, og ligeledes en stærkt forhøjet ledningsevne i grundvandet i intervallet fra ca. 27 m.u.t. (bunden af forerøret) til ca. 38 m.u.t. (208 mS/m ved ca. 35 m.u.t.). Det blev derfor besluttet at lukke boringen ned til ca. 38 m.u.t., i et forsøg på at undgå den høje ledningsevne og dermed det høje kloridindhold.

Efter lukning af boringen ned til ca. 40 m.u.t. blev der i december måned udført nye logs, og resultatet (GEUS notat nr. 06-VA-99-21) viste en konstant ledningsevne på ca. 60 mS/m op gennem boringen både med- og uden pumpning. Der var således lukket af til det paleocæne grønsand, og ledningsevnen i blandingsvandet var kommet ned på et normalt niveau.

Nye geofysiske logs (fig.1) omfatter målinger af formationsledningsevnen (induktionslog), temperatur- ledningsevnelogs med og uden pumpning og flowlog. For logs der kræver oppumpning, er der pumpet med en kapacitet på ca. 15 m³/time.

Induktionslog

Induktionsloggen viser det samme mønster som tidligere, med forhøjet formationsledningsevne i intervallet 30 – 42 m.u.t..

Temperaturlog

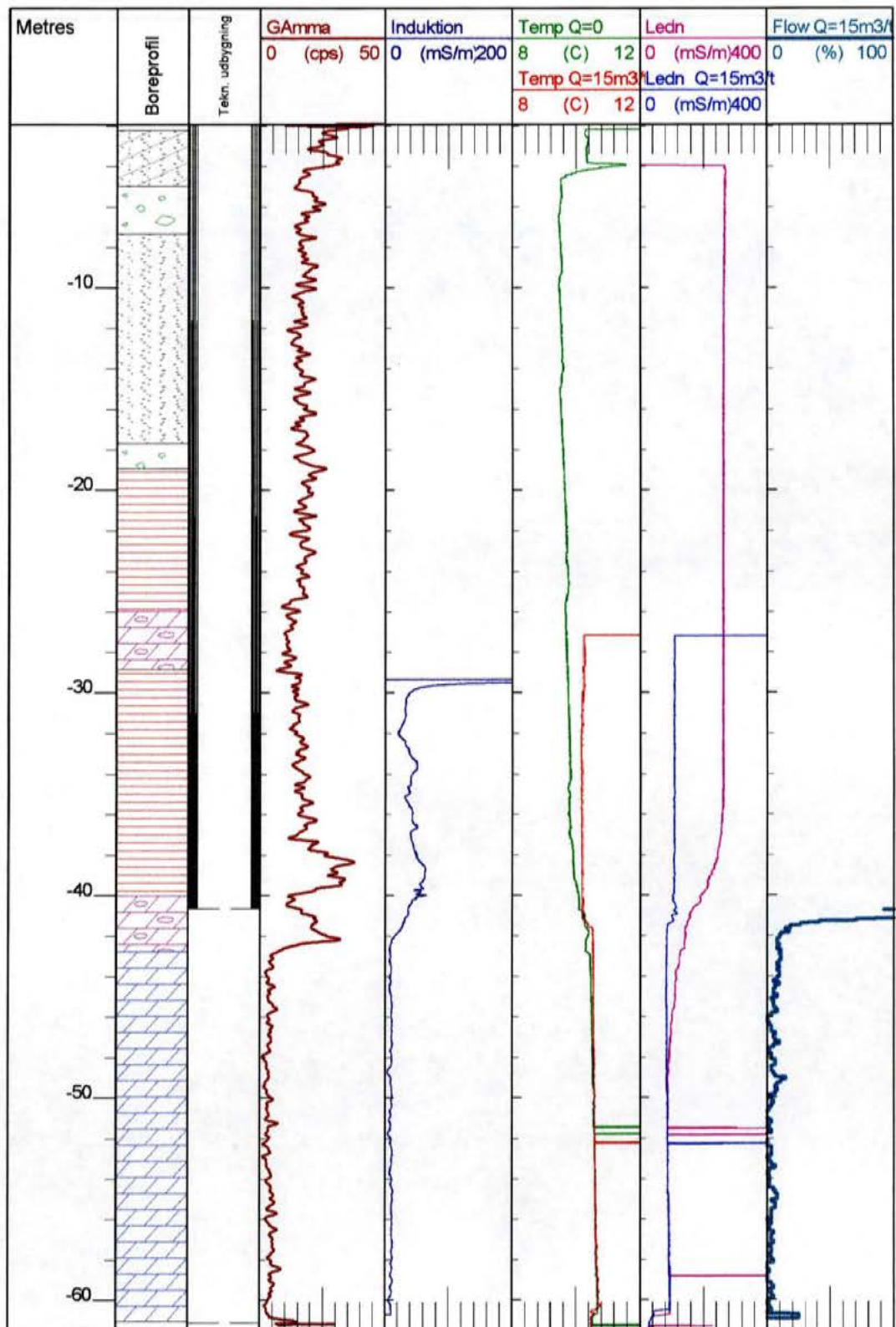
Loggen viser en temperatur, både med- og uden pumpning, på ca. 10,8°C fra bunden af boringen og svagt faldende til ca. 10,5°C ved 42 m.u.t., og et lidt tydelige fald til ca. 10°C fra ca. 42 m.u.t. til bunden af forerøret ca. 40 m.u.t.. Uden pumpning falder temperaturen herfra og op gennem forerøret til ca. 9,5°C, hvor temperaturen med pumpning stabiliseres omkring 10°C op i forerøret.

Figur 1

Well Name: 206.1484 Bor 17 A København Vand

Location: Gevninge

Reference: Terræn



Ledningsevnelog

Ledningsevnen både med- og uden pumpning ligger konstant på ca. 80 mS/m fra bunden af boringen til ca. 47 m.u.t.. Herfra og opad begynder ledningsevnen uden pumpning at stige, for ved bunden af forerøret at være ca. 200 mS/m og ved ca. 36 m.u.t. (oppe i forerøret) at stabiliseres omkring 270 mS/m.

Under pumpning fortsætter ledningsevnen på ca. 80 mS/m til ca. 41 m.u.t., hvor der sker en lille stigning til ca. 100 mS/m, som også er niveauet op gennem forerøret.

Flowlog

Loggen viser at ca. 90 % af indstrømningen sker indenfor den sidste meter lige under forerøret (40 – 41 m.u.t.).

Boring DGU nr. 206.1536 (19 B)

Ved den første undersøgelse udført i december 1999 (GEUS notat nr. 06-VA-99-22), blev der konstateret en stærkt forøget formationsledningsevne i paleocæn grønsand fra ca. 45 m til 32 m.u.t., og ligeledes en stærkt forhøjet ledningsevne i grundvandet i intervallet fra ca. 43 m.u.t. til ca. 33 m.u.t. (180 mS/m ved ca. 41 m.u.t.). Det blev derfor anbefalet at lukke boringen ned til ca. 44 m.u.t., i et forsøg på at undgå den høje ledningsevne og dermed det høje kloridindhold. Undersøgelsen viste dog, at der kun kunne forventes et fald i ledningsevnen for blandingsvandet i boringen fra ca. 65 mS/m til ca. 60 mS/m.

Boringen er efterfølgende lukket til ca. 44 m.u.t.

Nye geofysiske logs (fig.2) omfatter, temperatur- ledningsevnelogs med og uden pumpning og flowlog. For logs der kræver oppumpning, er der pumpet med en kapacitet på ca. 15 m³ /time.

Temperaturlog

Loggen viser en temperatur, både med- og uden pumpning, på ca. 11°C fra bunden af boringen og svagt faldende til ca. 10,8°C ved 44 m.u.t. eller lige under forerøret, hvor der sker et lidt tydeligere fald til ca. 10,4°C (stor indstrømning). Uden pumpning falder temperaturen herfra og op gennem forerøret uregelmæssigt til ca. 9,5°C, hvor temperaturen med pumpning stabiliseres omkring 10,4°C op i forerøret.

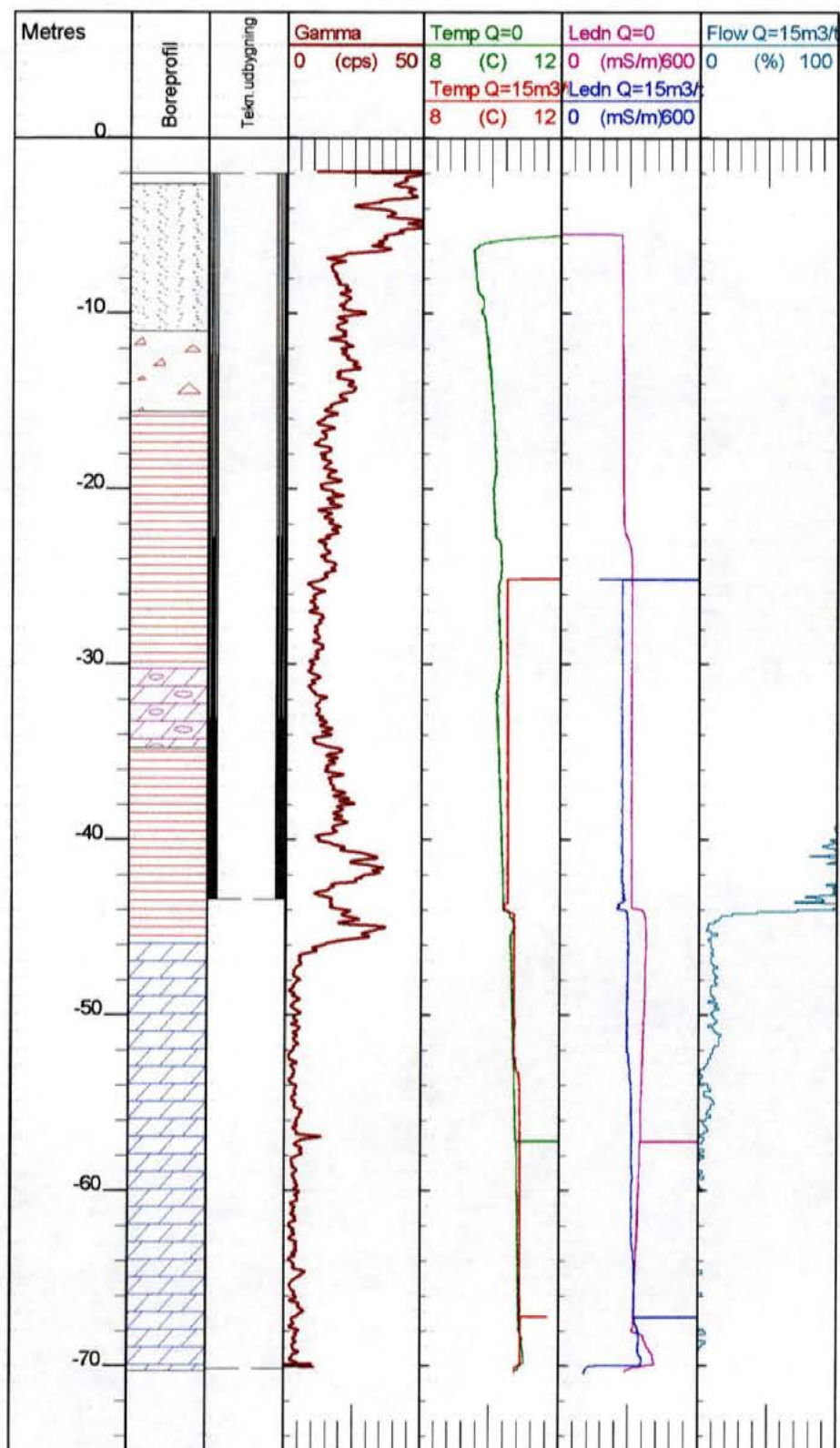
Med pumpning ses der en tydelig indstrømningszone ca. 53 m.u.t., mens resten af indstrømningen sker lige under forerøret.

Ledningsevnelog

Grundvandets ledningsevne uden pumpning ligger ved bunden af boringen så højt som 420 mS/m. Ved ca. 68 m.u.t. faldende til ca. 320 mS/m, og igen opad svagt stigende, så

Well Name: 206.1536 Bor 19 b
 Location: Gevninge
 Reference: Terraen

Figur 2



der lige under forerøret 44 m.u.t. er en ledningsevne på ca. 360 mS/m, der så igen falder til ca. 300 mS/m i det samme interval (ved ca. 44 m.u.t.). Der er således en meget høj ledningsevne i hele kalkintervallet. Desuden er der et lille fald i ledningsevnen til ca. 250 mS/m oppe i forerøret ved ca. 22 m.u.t..

Ledningsevnen med pumpning er ved bunden af boringen 350 mS/m og svagt faldende opad til ca. 300 mS/m lige under forerøret, for op gennem forerøret at ligge konstant på ca. 250 mS/m.

Flowlog

Loggen viser at ca. 15% af indstrømningen sker i intervallet fra ca. 53 m til 52 m.u.t. og at resten (85%) strømmer ind lige under forerøret.

Boring DGU nr. 206.1539 (21 A)

Ved den første undersøgelse udført i december 1999 (GEUS notat nr. 06-VA-00-01), blev der konstateret en stærkt forøget formationsledningsevne i paleocæn grønsand fra ca. 45 m til 30 m.u.t.. Der er ligeledes konstateret en stærkt forhøjet ledningsevne i grundvandet, der uden pumpning stiger fra ca. 60 mS/m ved bunden af boringen til ca. 140 mS/m ca. 35 m.u.t. for herfra yderligere at stige opad til ca. 180 mS/m, for i toppen af vandsøjlen at være ca. 160 mS/m. Under pumpning er ledningsevnen i bunden af boringen den samme som uden pumpning nemlig ca. 60 mS/m, med en svag stigning opad så ledningsevnen ved ca. 45 m.u.t. er ca. 65 mS/m. Herfra stiger ledningsevnen kraftigt for ved ca. 42 m.u.t. at være 150 mS/m og endelig (som uden pumpning) at være ca. 160 mS/m i blandingsvandet.

Det blev derfor anbefalet at lukke boringen ned til ca. 45 m.u.t., i et forsøg på at undgå den høje ledningsevne og dermed det høje kloridindhold. Boringen er efterfølgende lukket til ca. 43,5 m.u.t.

Nye geofysiske logs (fig.3) omfatter, temperatur- ledningsevnelogs med og uden pumpning, kaliberlog og flowlog. For logs der kræver oppumpning, er der pumpet med en kapacitet på ca. 15 m³/time.

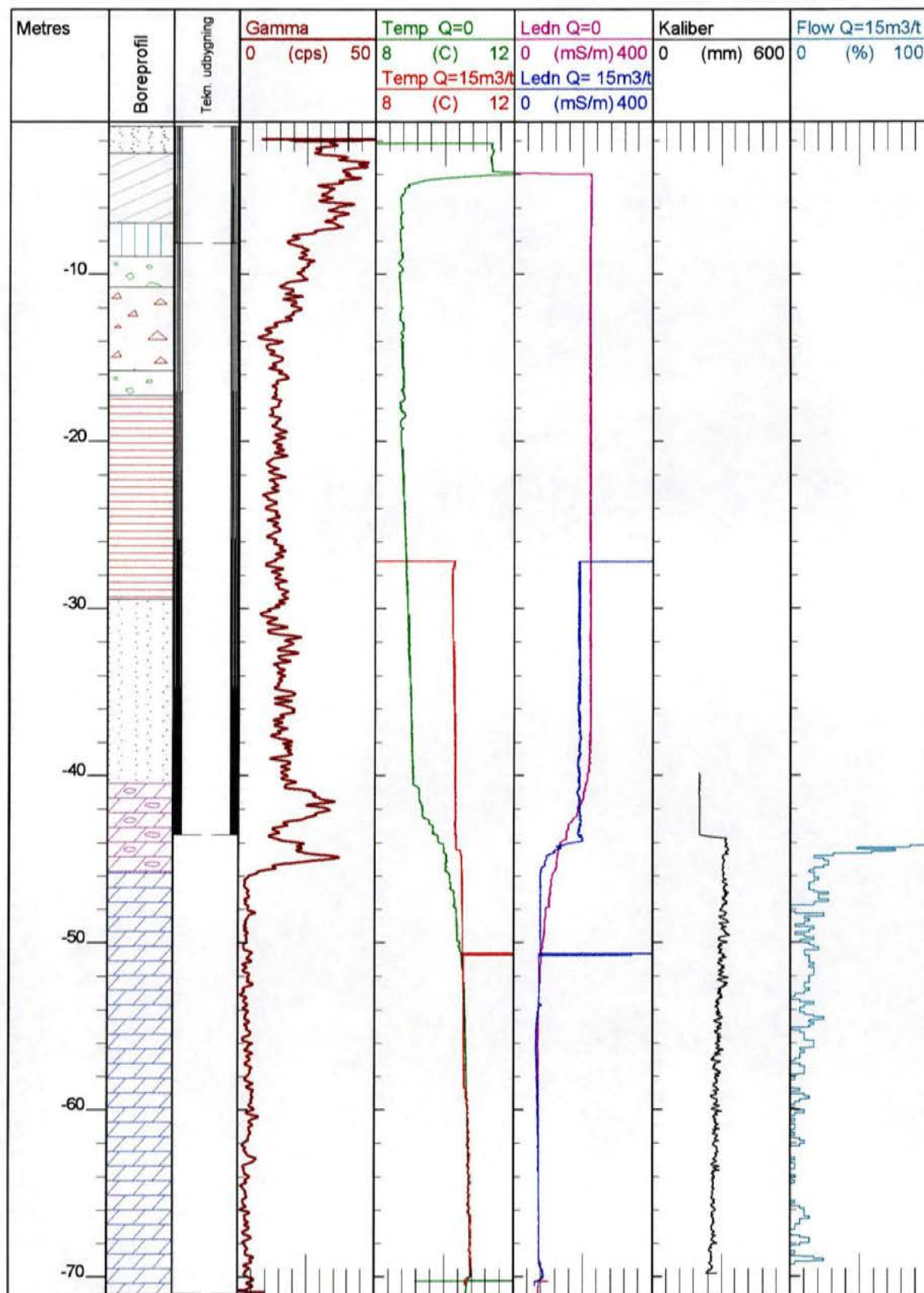
Temperaturlog:

Temperaturen både med- og uden pumpning er i bunden af boringen ca. 10,8°C og jævnt faldende til ca. 10,6°C 50 m.u.t.. Herfra falder temp. uden pumpning jævnt til ca. 9,2°C lige under forerøret og falder fortsat op gennem forerøret til en sluttemperatur på ca. 8,8°C.

Temp. med pumpning er faldet til 10,5°C ved ca. 44 m.u.t., hvor der er et markeret fald til ca. 10,4°C, hvor indstrømningen er størst, for ved ca. 27 m.u.t. at være 10,3°C.

Figur 3

Well Name: 206.1539 Bor 21 a, København Vand
 Location: Gevninge
 Reference: Terræn



Ledningsevnelog

Ledningsevnen er konstant ca. 80 mS/m, både med- og uden pumpning, fra boringens bund til ca. 50 m.u.t.. For ledningsevnen uden pumpning er denne jævnt stigende fra ca. 50 m.u.t., for umiddelbart under forerøret ca. 43,5 m.u.t. at være ca. 150 mS/m, og oppe i forerøret fra ca. 39 m.u.t. at være stabil på ca. 230 mS/m op gennem vandsøjlen.

Ledningsevnen med pumpning er ca. 80 mS/m fra bunden af boringen og op til ca. 46 m.u.t., hvorfra den stiger jævnt til ca. 190 mS/m ved bunden af forerøret 43,5 m.u.t.

Flowlog

Loggen viser, at der kun er en mindre sporadisk indstrømning fra bunden af boringen til ca. 54 m.u.t.. At der i intervallet op til 48 m.u.t. er en indstrømning på ca. 20%, fra 48 m til 45 m.u.t. er der et tilskud på ca. 10%, og at ca. 70% strømmer ind de sidste 1,5 m under forerøret.

Sammenfatning:

Boring 17A:

Den høje ledningsevne op gennem forerøret skyldes, at der ikke er sket nogen udskiftning af vandet under den sidste uges stilstand. Den overgang med fald i ledningsevnen der ses med boringen i ro i intervallet fra ca. 36 m.u.t. til 48 m.u.t., skyldes en langsom nedsyning af "saltvandet", der har en højere vægtfylde end det dybereliggende ferske vand. At der under pumpning kun ses en mindre stigning i ledningsevnen lige under forerøret, kan skyldes den korte pumpetid, og det må formodes at saltindholdet vil stige ved yderligere indvinding.

Ved pumpning på boring 17A trækkes der øjensynligt stadig saltvand ind i boringen fra det overliggende paleocæne ler.

Boring 19B:

Boringen er, som tidligere anbefalet, lukket ned til ca. 44 m.u.t., hvilket ifølge tidligere undersøgelse skulle give et mindre fald i blandingsvandets ledningsevne.

Herværende undersøgelse har tvært imod vist en voldsom stigning i ledningsevnen i hele boringen, og at ledningsevnen er på samme høje niveau både med og uden pumpning på boringen.

Hvis den høje ledningsevne skyldes det paleocæne kalk/lerlag ved boring 19B, må der være en nedadgående strømning i boringen ved stilstand. Men da der i begge tilfælde (med/uden pumpning) ses en lille stigning i ledningsevnen i det dybeste interval fra ca. 68

m – 70 m.u.t., kan det paleocæne lerlag i tilknytning til denne boring måske ikke alene forklare problemet.

Er der hydraulisk kontakt til en nærliggende boring, der ikke er i brug ?

Boring 21A:

I boring 21A er det stadig den høje ledningsevne i paleocæn ler/sand formationen der giver problemer. Der er øjensynligt ikke lukket fuldstændig for tilstrømning herfra, hvilket klart fremgår af det faktum, at stigningen i ledningsevnen sker umiddelbart under forerøret (fig. 3). Samtidig har den længerevarende indvinding vist, at ledningsevnen i blandingsvandet er steget fra de indledende ca. 160 mS/m (GEUS notat nr. 06-VA-00-01) til de nuværende 230 mS/m.

Forerøret er ved den sidste udbygning ført ned til 43,5 m.u.t., mod den anbefalede dybde 45 m.u.t.. Om yderligere 1,5 m nedføring af forerøret er tilstrækkelig, eller der må lukkes endnu længere ned, kan testes ved nedsætning af et pakkersystem og lukning indledningsvis til 45 m.u.t.. Skulle dette, under den efterfølgende oppumpning, vise sig ikke at være nok, kan pakkeren flyttes længere ned, indtil der er sikkerhed for afpropning.

Oplæg til supplerende undersøgelse og forsøg på problemløsning

Den nuværende undersøgelse er udført efter at alle 5 boringer har stået stille i ca. 4 dage, hvilket kan være årsag til den fordeling, der er registreret i ledningsevnen uden pumpning. Det anbefales derfor at der efter 1 – 2 uger's indvinding udføres en ny ledningsevnelog, indledningsvis i boring 21A, umiddelbart efter pumpestop på denne boring, men med fortsat indvinding på de øvrige nærliggende boringer. Dette burde give en skarp grænse for hvor "saltvandet" kommer ind i boringen.

Herefter kan 21A lukkes med et pakkersystem umiddelbart under saltvandszonen, og der kan sættes en dykpumpe ned for indvinding af vand under pakkerniveau, mens ledningsevnen i det oppumpede vand kontrolleres løbende. Er der stadig for høj ledningsevne, kan pakkeren sættes ned til et dybere niveau, og pumpeproceduren kan gentages.

Det er en forudsætning, at der under testen indvindes i samtlige nærliggende boringer for at undgå kortslutning.

Den samme procedure kan herefter udføres i de øvrige "nye" boringer.

Kan man ved yderligere lukning i toppen af kalken få en acceptabel vandkvalitet, men får problemer med vandafgivelsen i den enkelte boring, kan en udsyring blive nødvendig.

Det er blevet oplyst fra Klaus Kristensen, at der er udført flowmålinger på de 5 boringer på kildepladsen.

Resultatet viser at de 3 undersøgte boringer 17A, 19B og 21A bidrager med ca. 80% af indvindingen, hvoraf boring 19B alene bidrager med ca. 35%. Der er således stor forskel på boringernes ydelse, hvilket må skyldes variationer i kalkens permeabilitet, da der køres

med lige stor vacuum på alle 5 borer. Er der en anden årsag til de store forskelle i ydeevne, kan den høje ledningsevne der er konstateret i hele kalkintervallet i boring 19B måske skyldes lækage og indtrækning af saltvand fra de nærliggende borer 18A og 20B, og ikke som antaget en nedadgående strømning i 19B.

Til kontrol af evt. intern strømning i borerne kan der udføres en heat-pulse flow måling. Dette kunne gøres i forbindelse med udførelse af en ny ledningsevnelog, dog med et par døgns forsinkelse, for at sikre at den interne strømning i boringen ikke er påvirket af den lige stoppede indvinding. Der skal også under udførelse af heat-pulse flow målinger indvindes fra de øvrige borer på kildepladsen.

Bilag: **Borerapporter**
 DGU nr. 206.1484 (17A)
 DGU nr. 206.1536 (19B)
 DGU nr. 206.1539 (21A)

BORERAPPORT

DGU arkivnr : 206. 1484

Borested : Gevinge Kildeplads, Orehøjvej 40
4320 Lejre
erstatningsbor. 17a

Kommune : Lejre
Amt : Roskilde

Boringsdato : 23/12 1999

Boringsdybde : 75 meter

Terrænkote : 4.2 meter o. DNN

Brøndborer : Københavns Vandforsyning
MOB-nr :
BB-journr : Gevinge
BB-bornr : 17a

Prøver
- **modtaget** : 7/10 1999 **antal** : 21
- **beskrevet** : 11/10 1999 **af** : AGR
- **antal gemt** : 7

Formål : Vandværksboring
Anvendelse :
Boremetode : Luftslyleboring, Tørboring /slagboring
Kortblad : 1513 IVSØ
UTM-zone : 32
UTM-koord. : 686927, 6169280

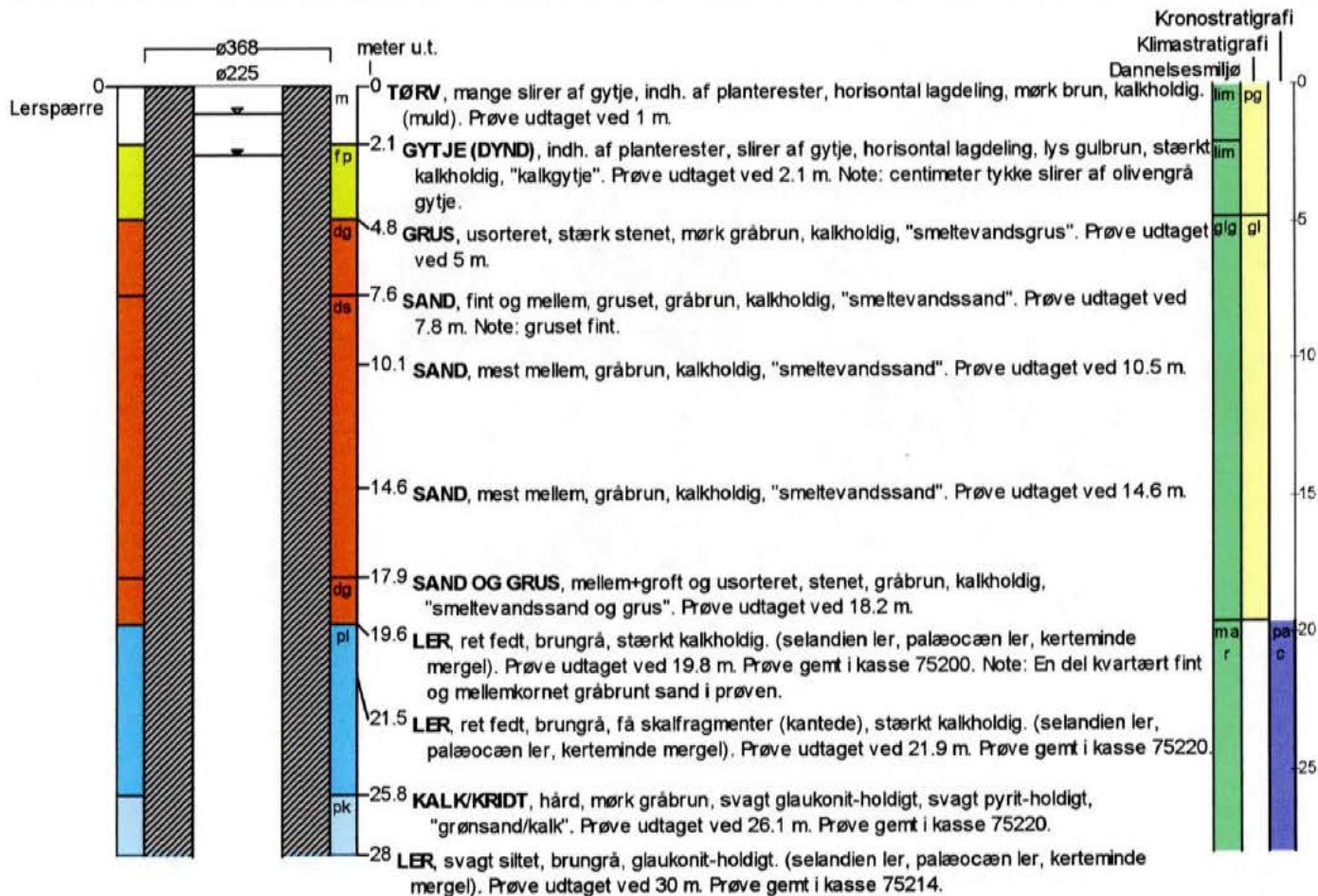
Datum : ED50
Koordinatkilde : Brøndborer
Koordinatmetode : Afst. fra kortkanter

Indtag 1	Ro-vandstand	Pejledato	Ydelse	Sænkning	Pumpetid
(seneste)	2.5 meter u.t.	6/12 1999	21.5 m³/t	7 meter u.t.	24 time(r)
(første)	0.99 meter u.t.	3/9 1999			

Tilbagepejling

Indtag 1 Tid: 2min Vsp: 1.68m , Tid: 6min Vsp: 1.63m , Tid: 10min Vsp: 1.59m , Tid: 30min Vsp: 1.5m , Tid: 60min Vsp: 1.43m , Tid: 90min Vsp: 1.39m

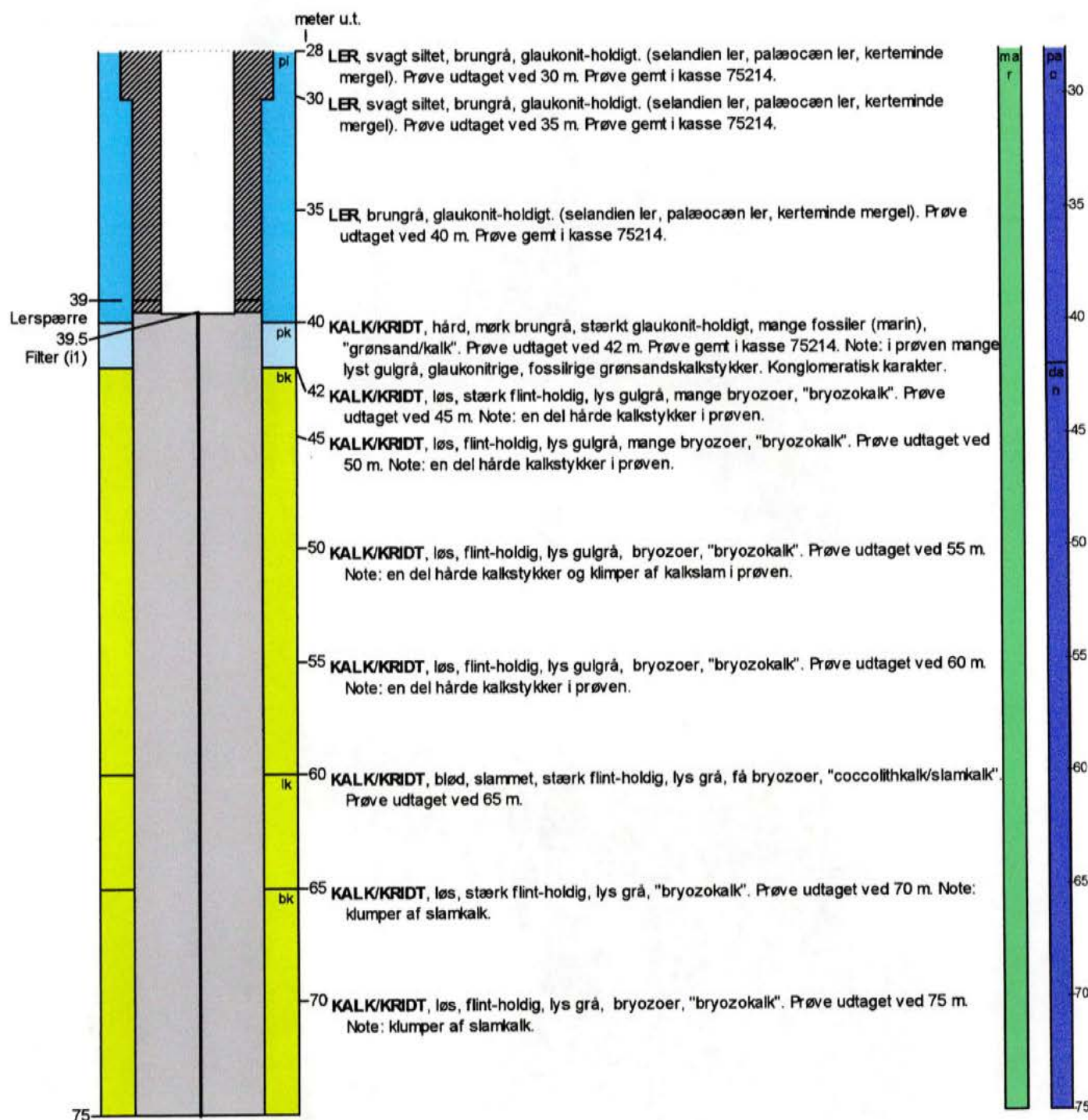
Notater : terr.kote opgivet til både +4.2 og +4.3m
GEUS har gennemført en logning af boringen



fortsættes..

BORERAPPORT

DGU arkivnr : 206. 1484



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

meter u.t.

0	-	2.1	limnisk - postglacial
2.1	-	4.8	limnisk - postglacial
4.8	-	19.6	glacigen - glacial
19.6	-	42	marin - palæocæn
42	-	75	marin - danien

BORERAPPORT

DGU arkivnr : 206. 1536

Borested : Gevinge Kildeplads, Orehøjvej 40
4320 Lejre
Erstatningsboring for 206.1160

Kommune : Lejre
Amt : Roskilde

Boringsdato : 31/1 2000

Boringsdybde : 70 meter

Terrænkote : 4.05 meter o. DNN

Brøndborer : Københavns Vandforsyning
MOB-nr :
BB-journr : Gevinge
BB-bornr : 19b

Prøver
- modtaget : 1/12 1999 antal : 17
- beskrevet : 14/12 1999 af : AGR
- antal gemt : 0

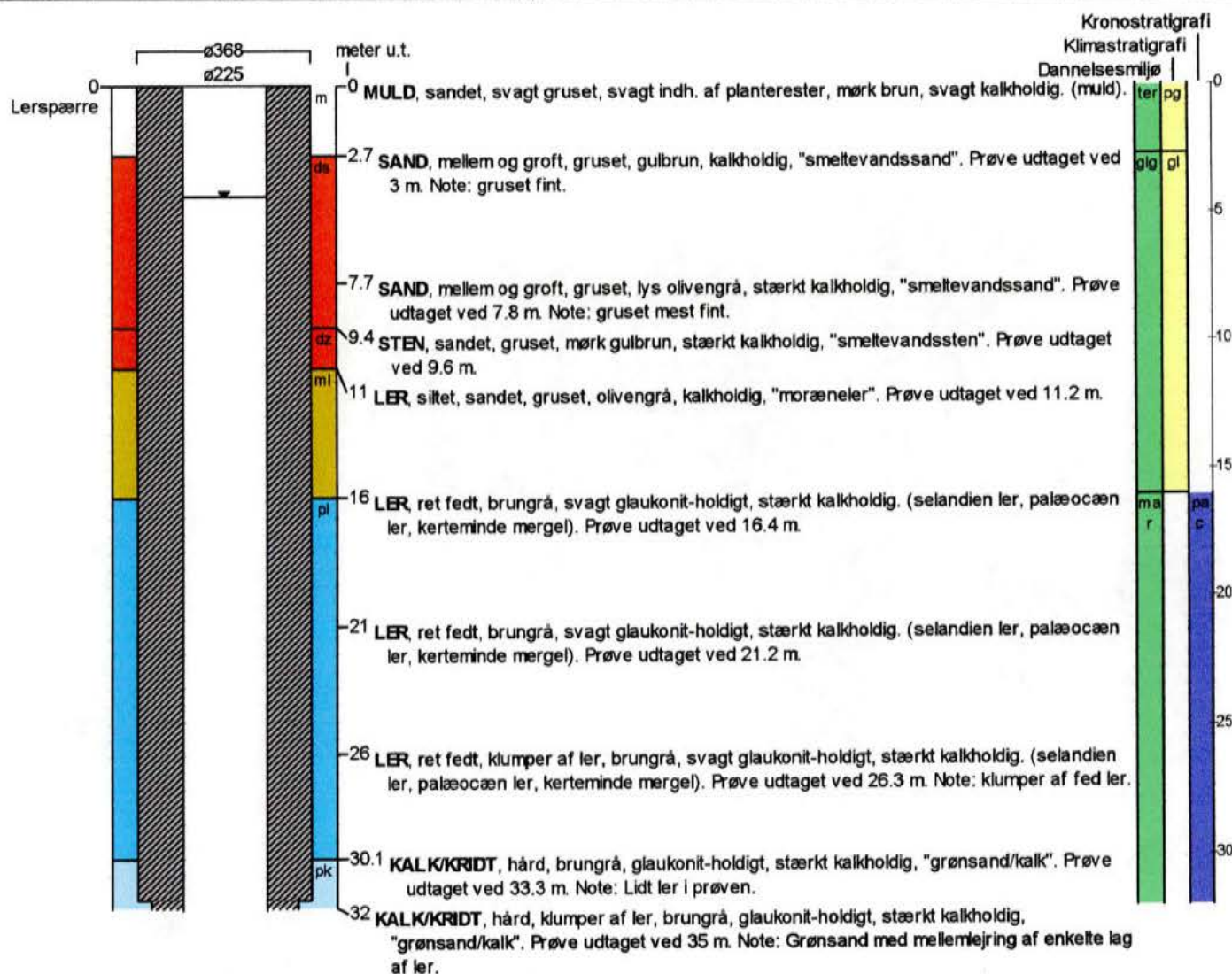
Formål : Vandværksboring
Anvendelse : Vandforsyningsboring
Boremetode : Luftsylleboring, Tørboring /slagboring
Kortblad : 1513 IVSØ
UTM-zone : 32
UTM-koord. : 686897, 6169554

Datum : ED50
Koordinatkilde : Brøndborer
Koordinatmetode : Afst. fra kortkanter

Indtag 1 (seneste)	Ro-vandstand	Pejledato	Ydelse	Sænkning	Pumpetid
	4.29 meter u.t.	3/2 2000	12 m³/t	1.79 meter u.t.	6 time(r)

Tilbagepejling

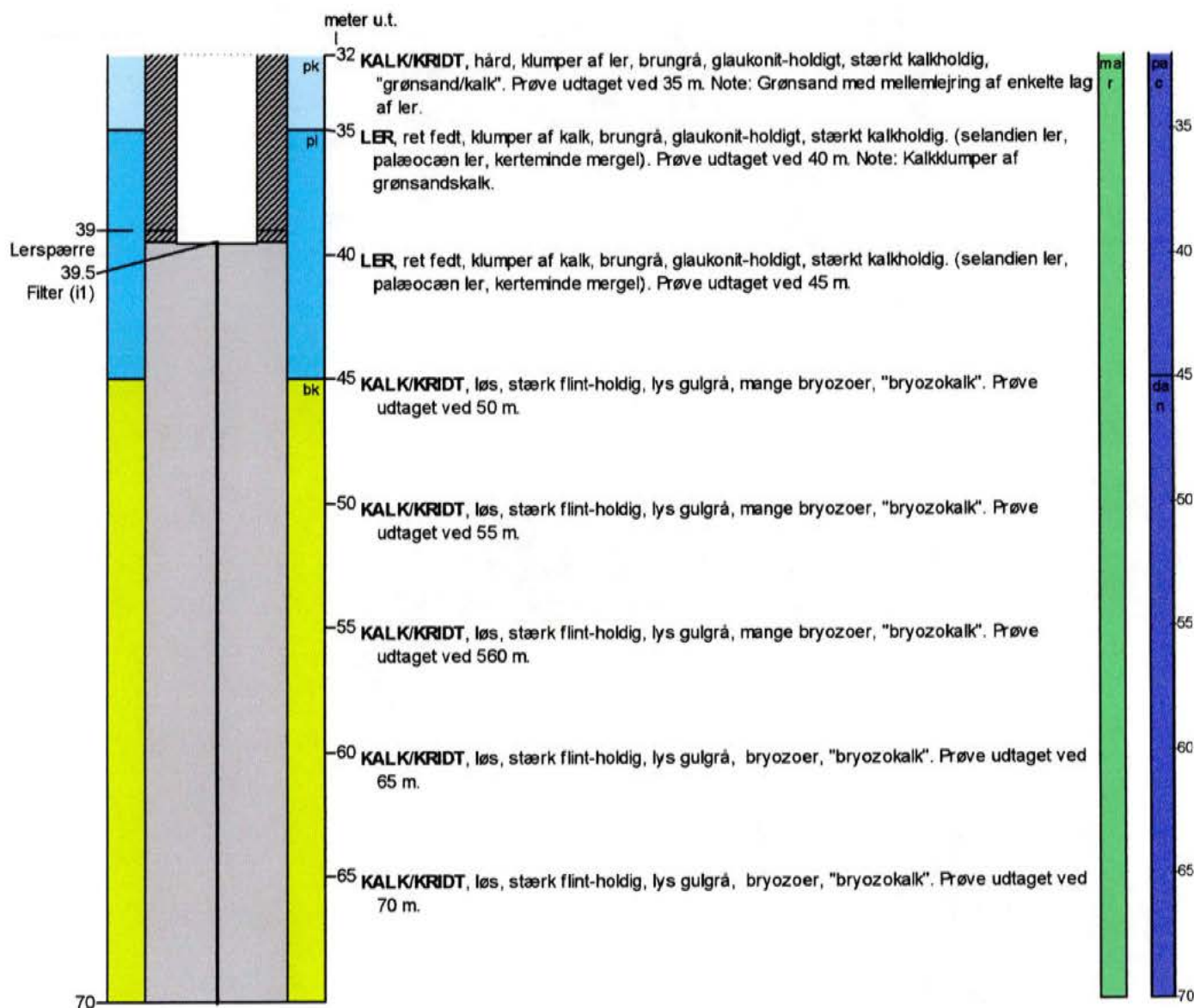
Indtag 1 Tid: 2min Vsp: 5.2m , Tid: 6min Vsp: 5.12m , Tid: 10min Vsp: 5.09m , Tid: 30min Vsp: 5.04m , Tid: 60min Vsp: 5.01m



fortsættes...

BORERAPPORT

DGU arkivnr : 206. 1536



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

meter u.t.

0	-	2.7	terrigen - postglacial
2.7	-	16	glacigen - glacial
16	-	45	marin - palæocæn
45	-	70	marin - danien

BORERAPPORT

DGU arkivnr : 206. 1539

Borested : Gevinge Kildeplads, Orehøjvej 40
4320 Lejre

Kommune : Lejre
Amt : Roskilde

Boringsdato : 10/1 2000

Boringsdybde : 70 meter

Terrænkote : 4.1 meter o. DNN

Brøndborer : Københavns Vandforsyning

MOB-nr :

BB-journr : Gevinge

BB-bornr : 21a

Prøver

- **modtaget** : 7/1 2000 **antal** : 18

- **beskrevet** : 10/1 2000 **af** : AGR

- **antal gemt** : 0

Formål : Vandværksboring

Kortblad : 1513 IVSØ

Datum : ED50

Anvendelse :

UTM-zone : 32

Koordinatkilde : GEUS

Boremetode : Luftslyleboring, Tørboring
/slagboring

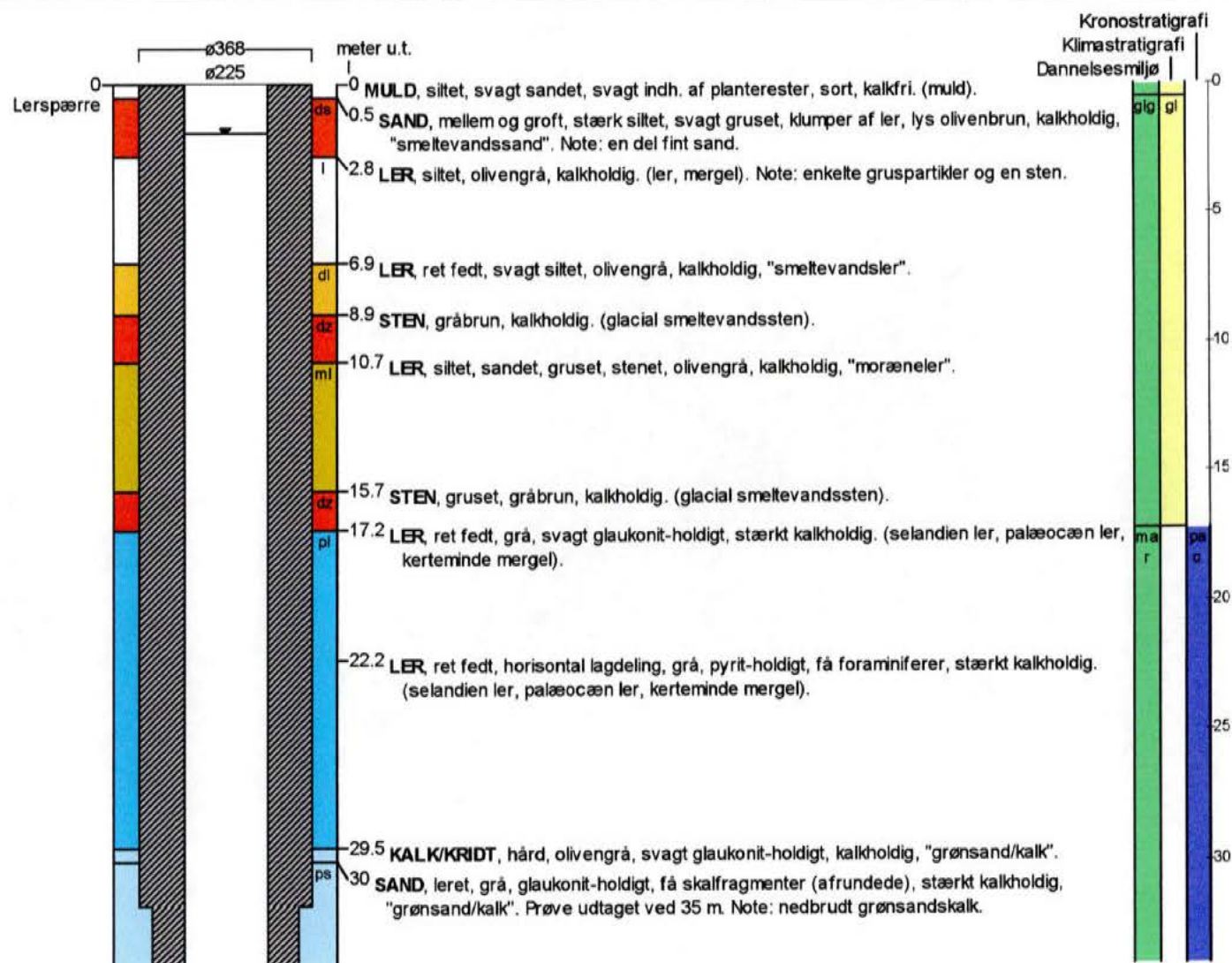
UTM-koord. : 686895, 6169550

Koordinatmetode : Afst. fra kortkanter

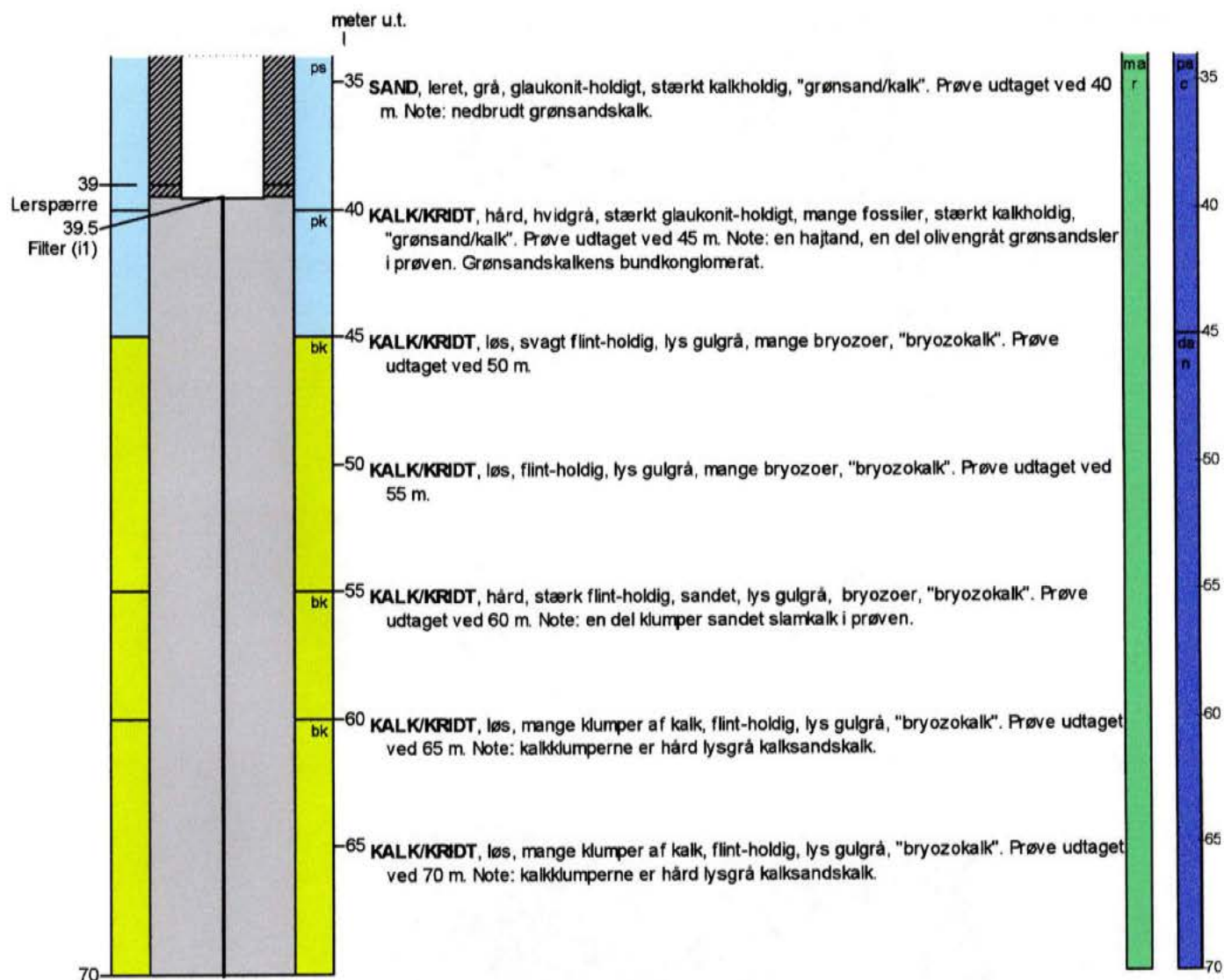
Indtag 1 (seneste)	Ro-vandstand	Pejledato	Ydelse	Sænkning	Pumpetid
	1.89 meter u.t.	18/1 2000	10.9 m³/t	6.94 meter u.t.	6 time(r)

Tilbagepejling

Indtag 1 Tid: 2min Vsp: 2.75m , Tid: 6min Vsp: 2.49m , Tid: 10min Vsp: 2.43m , Tid: 30min Vsp: 2.35m , Tid: 60min Vsp: 2.32m , Tid: 90min Vsp: 2.32m , Tid: 120min Vsp: 2.32m



BORERAPPORT

DGU arkivnr : 206. 1539


Aflejrmiljø - Alder (klima-, krono-, litho-, biostratigrafi)

meter u.t.

0	-	0.5	terrigen - postglacial
0.5	-	17.2	glacigen - glacial
17.2	-	45	marin - palæocæn
45	-	70	marin - danien