

Egholm Kildeplads Københavns Vand

Borehulslogging ved ombygning, 1998

Kurt Klitten



**Egholm Kildeplads
Københavns Vand**

Borehulslogging ved ombygning, 1998

Kurt Klitten

Indhold

INTRODUKTION	3
2. SAMMENFATNING	5
2.1 Tekniske forhold.....	5
2.2 Kalkens geologi.....	5
2.3 Kalkens og kridtets vandføringsevne.....	6
2.4 Saltvand	7
2.5 Anbefalinger	8
3. UNDERSØGELSESPROGRAM	9
4. UNDERSØGELSESRISULTATER	10
4.1 Boring Ø13 (200.4344)	10
4.1.1 Tekniske forhold	10
4.1.2 Lagfølge.....	10
4.1.3 Bio- og Kronostratigrafi.....	12
4.1.4 Indstrømningszoner.....	13
4.1.5 Ledningsevne og temperatur, samt saltvand.....	13
4.1.6 Anbefaling.....	15
4.2 Boring Ø11 (193.1588)	15
4.2.1 Tekniske forhold	15
4.2.2 Lagfølge.....	16
4.2.4 Indstrømningszoner.....	17
4.2.5 Ledningsevne og temperatur samt saltvand.....	17
4.3 Boring V12 (193.1586).....	18
4.3.1 Tekniske forhold	18
4.3.2 Lagfølge.....	19
4.3.3 Indstrømningszoner.....	19
4.3.4 Ledningsevne og temperatur samt saltvand.....	20
5. LOG- OG BIO-STRATIGRAFI	21
6. KALKENS STRATIGRAFI, VANDFØRINGSEVNE OG VANDKEMI	22
8. BILAGSLISTE	25

INTRODUKTION

For Københavns Vand er der i 1998 udført logging undersøgelser i borerne Ø13, Ø11 og V12 på Egholm kildeplads (DGU ark. nr. 200.4344, 193.1588 og 193.1586) i forbindelse med en igangsat ombygning af kildepladsen. Boringernes beliggenhed på kildepladsen fremgår af Fig. 1. Alle tre borer er nye indvindingsboringer udført i 1998, og logging undersøgelsen af borerne er udført umiddelbart efter afslutningen af disse.

Med baggrund i tilsvarende undersøgelser ved Hørup kildeplads i 1996 og Bjellekær kildeplads i 1997 samt på basis af 9 TEM sonderinger udført af RAMBØLL i december 1997 og rapporteret i GEUS-notat nr.: 06-VA-97-13, Egholm kildeplads, Notat 1, blev den første nye erstatningsboring, Ø13, boret til så stor dybde som muligt (110m). Hensigten hermed var at fastlægge fersk-/saltvandsgrænsen, som ifølge TEM sonderingerne skulle ligge i varierende dybde mellem 75 og 106 m. Endvidere skulle den dybe boring tjene til at undersøge, om der optræder stærkt vandførende horisonter i større dybde i kalken end nået i boring 193.1433, som var den hidtil dybeste boring på kildepladsen, 45m dyb og kun 25 m ned i kalken. En sådan information vil være af betydning for planlægningen af den optimale indvinding fra kildepladsen, og herunder for vurdering af muligheden for at øge dybden for vandindvindingen, idet det ved ombygningen af kildepladsen er besluttet ikke længere at indvinde fra de kvartære sandlag og den øvre del af kalken. Årsagen til denne beslutning er, at stedvis hydraulisk forbindelse mellem kvartæret og den øvre del af kalken til de tilstedeværende moser har resulteret i forhøjede permanganatindhold i vandet fra visse af borerne.

Resultatet af logging undersøgelsen af den første, Ø13, blev foreløbig rapporteret i GEUS-notat nr.: 06-VA-98-2, Egholm kildeplads, Notat 2, dateret 3 april 1998. Denne viste, at der optrådte flere meget vandførende horisonter i dybdeintervallet 70-90 m, samt at det saltholdige grundvand først findes i ca. 100 m dybde. På basis heraf blev boredybden fastlagt for de efterfølgende borer til 90 m. Logging resultaterne fra de to øvrige borer er fremsendt til Købh. Vand den 27 august 1998 som logdiagrammer.

I forbindelse med logging undersøgelserne er der af geologerne Jan Audun Rasmussen og Emma Sheldon fra GEUS udført biostratigrafiske dateringer af udvalgte boreprøver fra kalken i den dybe boring Ø13 med henblik på at belyse lagseriens alder og evt. sammenhæng mellem litho- og kronostratigrafi.

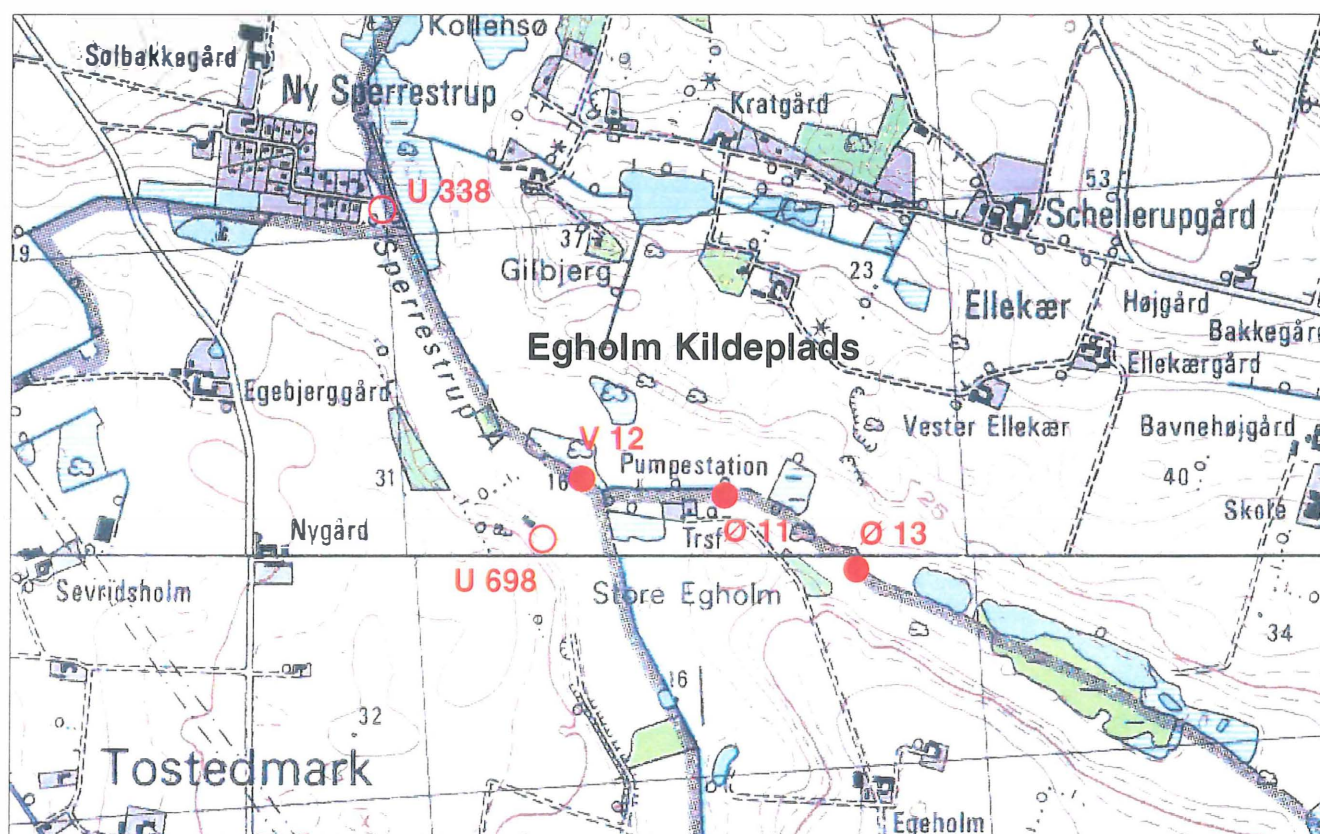


Fig.1. De tre undersøgte borerings placering på Egholm kildeplads (udfyldt cirkel) samt to pejleboringer (åben cirkel).

2. SAMMENFATNING

2.1 Tekniske forhold

Borerør - forerør - utætheder:

Dybden til kalken er 19 til 21 m, og de tre borer er boret som tørboring med et 368 mm stålborerør ført 2 m til 7 m ned i kalken. Efter afslutningen af logging undersøgelserne er de blevet færdigudbygget efter nugældende praksis ved Københavns Vand, d.v.s. et PVC-forerør er sat indeni stålborerøret til dettes bund og med en cementudstøbning mellem de to rør, hvorved utætheder ved samlinger eller efterfølgende tæringer kan udelukkes. Under forerørets bund står borerne åbne i kalken og for Ø13 tillige i den underliggende kridt. Ved V12 er der udført en ekstraordinær betonudstøbning mod kalken lige under stålforerøret for at afspærre den øvre indstrømning.

Intern strømning i kalken:

De komplekse trykforhold, der normalt hersker i kalken på en kildeplads, hvorfra der sker indvinding, er også blevet illustreret her. Således observeres der i alle 3 borer allerede før pumpning en opad rettet og betragtelig intern strømning fra boringernes nedre del til den øvre del af kalken i en størrelsesorden på 13 til 20 m³/t.

Diameter variationer i kalken:

Alle tre borer vil fremover stå som åbne i kalken med en diameter varierende mellem 325 mm og helt op til 900 mm med de største og hyppigste variationer foroven i kalken ned til ca. 30 m dybde. Variationen aftager gradvis nedefter, og i de nederste ca. 30 m af kalken og i boring Ø13 tillige i skrivekridtet er variationen begrænset, og diameteren ca. 315 mm. I kalken fra 30 m og til 60 m dybde ses der enkelte steder fremspring, således at diameteren er observeret helt ned til 275 mm. Dette er mindre end den anvendte 312 mm borekrone, og må skyldes udfaldende kalkblokke.

2.2 Kalkens geologi

Kalkoverfladen ligger i ca. 20 dybde og udgøres af kalksandskalk fra Danien. Det er i denne rapport valgt at bibeholde den lithologiske bjergartsbetegnelse kalksandskalk og ikke at anvende formationsbetegnelsen København kalk, idet det endnu ikke er videnskabeligt dokumenteret, at formationen København kalk kan udstrækkes til hele Nordøstsjælland. I ca. 100 m dybde svarende til kote ca. -83 m underlejres kalksandskalken af skrivekridt således, at den samlede tykkelse af kalksandskalken under kildepladsen er ca. 80 m.

Kalksandskalken kan efter logmønstrene på gamma-, resistivitets- og induktions-logs inddeles i tre sekvenser: Den øverste og 20-22 m tykke sekvens viser stærkt varierende, men i gennemsnit højere porøsitet og højere gammastråling end den underliggende mellemste sekvens. Sidstnævnte er ca. 32 m tyk og har mindre porøsitets variation og en mere ensartet og lav gamma stråling. Den nederste sekvens, som er ca. 27 m tyk, har i gennemsnit en højere porøsitet med større variation og højere gammastråling end den mellemste sekvens.

Den øvre sekvens er fra sen Mellem Danien (kokkolit zone 6), medens den mellemste sekvens overvejende er fra Mellem Danien (kokkolit zone 5). Den nedre sekvens er fra tidlig Mellem Danien (kokkolit zone 4) og evt. fra sen Tidlig Danien (kokkolit zone 3). De to lithologiske grænser mellem henholdsvis den porøse øvre, den mindre porøse mellem og den mere porøse nedre kalksandskalk er muligvis sammenfaldende med de kronostratigrafiske grænser sen Mellem/Mellem Danien og Mellem/tidlig mellem Danien.

Korrelationen imellem boringerne af de karakteristiske sekvens-mønstre på de tre logs, samt enkelte karakteristiske marker peaks på såvel gamma-, resistivitets- som induktions-log viser, at hele lagserien ligger konkordant og fuldstændigt fladt under den østlige del af kildepladsen imellem boringerne Ø13 og Ø11. Her ligger grænsen mellem den øvre og den mellemste sekvens i kote - 23 m, og grænsen mellem den nedre og den mellemste sekvens i kote - 55 m, medens de samme to grænser ligger ca. 4 m dybere i boring V12 på den centrale del af kildepladsen. Denne forskel kan også indikere en vertikal forkastning imellem boringerne V12 og Ø11.

2.3 Kalkens og kridtets vandføringsevne

Alle boringerne har en høj specifik kapacitet (V12: 4.6 m³/t/m, Ø11: 14.4 m³/t/m og Ø13: 26.2 m³/t/m).

I alle tre boringer optræder der i den nedre kalksandskalk, d.v.s. i 70-90 m dybde, flere meget vandførende zoner, hvorimod de vandførende zoner i den mellemste og samtidig tykkeste kalk sekvens kun bidrager i mindre grad til ydelserne, 5-15 %. Den øverste kalk sekvens bidrager generelt heller ikke væsentligt til ydelsen bortset fra den allerøverste del, som i enkelte tilfælde kan være meget vandførende. Det sidstnævnte afhænger af i hvilken grad den øverste del af kalken er afspærret bag forerøret, og om der lige over kalken træffes kvartære lag med stor vandføringsevne.

Det er en generel erfaring, at vandføringsevnen i kalk især er knyttet til sprækker i hærdede, tætte kalklag eller i overgangen mellem disse og mere porøse kalklag. Sådanne hærdede lag er ikke truffet i de ca. 10 m gennemboret skrivekridt, som da heller ikke har udvist nogen vandføringsevne.

2.4 Saltvand

Råvandet fra alle 3 borerer kan betegnes som udpræget ferskvand med en forholdsvis lav ledningsevne, 45-55 mS/m (ikke temperatur-korrigeret). I den dybeste af borerne, Ø13, træffes der i skrivekridtet, d.v.s. under kote ca.-83 m, vand med en højere ledningsevne, 250 mS/m (ikke temperatur-korrigeret), d.v.s. med stærkt forhøjet kloridindhold (formodentlig $>>500$ mg Cl/l). De 10 m af skrivekridtet, som er gennemboret, havde ikke nogen vandføringsevne, hvorfor det saltholdige vand i skrivekridtet ikke bidrager til oppumpningen. Det forhøjede kloridindhold nederst i boring Ø13 har derfor ingen betydning for vandkvaliteten af det oppumpede vand fra denne boring. I den nederste del af de to andre borerer, som kun er ført ned til kote henholdsvis ca. -74 og ca. -73 m, observeres der lidt forhøjet ledningsevne, henholdsvis 70 mS/m og 62 mS/m, uden at dette indikere nogen væsentlig kloridpåvirkning.

Under forudsætning af, at der ikke sker en drastisk afsænkning af vandspejlet på kildepladsen, påregnes den fremtidige indvinding ikke at medføre nogen ændring i dybden til saltvandet under kildepladsen. Fersk-saltvandsgrænsen styres nemlig tilsyneladende ikke af vægtfylde-ferskvandspotentiale balance. Dette ses af, at vandspejlet på kildepladsen aldrig har stået dybere end kote +10 m, Fig.2., og på trods heraf træffes saltvandet allerede i kote ca. -83 m. Der synes derfor snarere at være tale om residual saltholdigt porevand, som aldrig er blevet udvasket p.g.a. skrivekridtets ringe permeabilitet.

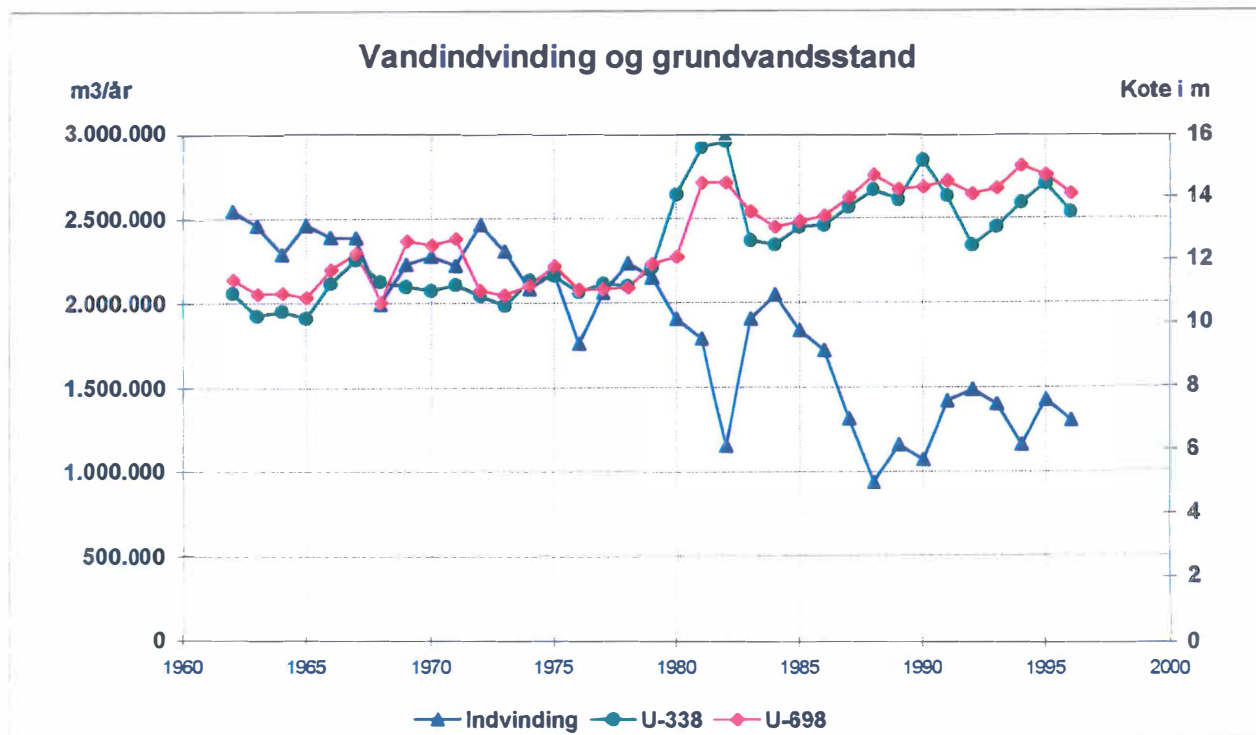


Fig. 2. Vandindvinding og grundvandsstand på Egholm kildeplads (Kbh. Vand)

2.5 anbefalinger

Nærværende rapports dokumentation om såvel indstrømningsfordelingen i den enkelte boring under pumpning som af opad rettet intern strømning i borerne før pumpning vil med fordel kunne anvendes i fremtiden. Dette gælder således, hvis analyser af råvand fra en af disse borer i fremtiden skulle gå hen og vise uacceptable koncentrationer af uønskede stoffer. De nævnte informationer om indstrømningsfordeling og om intern strømning kan i så tilfælde anbefales anvendt for design af en hensigtsmæssig niveaukontrolleret prøvetagning for fremskaffelse af vandkemi data til vurdering af mulighederne for ved ombygning fortsat at kunne udnytte boringen.

Der synes ikke at være grund til at afproppe mod saltvandet i skrivekridtet i boring Ø13. Af hensyn til alligevel at kunne overvåge dette saltvand efter omlægning af indvindingen fra hævertsystem til dykpumper, kan det anbefales dels at bestemme kloridindholdet i vandet nederst i boring Ø13 ved at udtage en niveaukontrolleret vandprøve herfra, og dels at installere et 2" PVC pejle/filtrerrør til bunden af denne boring. Et sådant PVC rør vil gøre det muligt med mellemrum (f.eks. en gang årlig) at måle ledningsevnen i bunden af boringen uden at skulle tage boringen ud af drift for at demontere pumpe og rør.

Der påregnes dog, jævnfør ovenstående om saltvand, ikke at ske nogen saltvandsoptrængning under kildepladsen, men for alle eventualiteters skyld bør indvindingen tilrettelægges således, at vandspejlet på kildepladsen ikke afsænkes til under kote +3. Derved skulle der være sikret tilstrækkeligt ferskvandstryk til at holde balance med saltvandet.

3. UNDERSØGELSESPROGRAM

Det gennemførte undersøgelsesprogram i de enkelte borerer fremgår af nedenstående tabel 1., hvor der er anført undersøgelsesdato samt ved nummer angivet rækkefølgen af de udførte logs. Tabellen indeholder samtlige typer af logs, som GEUS kan udføre ved hydrogeologiske boringsundersøgelser, samt formålet med de enkelte typer logs.

Tabel 1. Log-undersøgelser i borerer på Egholm Kildeplads.

Log type	Boring: dato:	Ø13 02.04.98	Ø11 22.04.98	V12 19-25.05.98	Formål
Temperatur- og elektrisk lednings- evne	Før pump- ning	1	1	1	Forskelle i vandkemi (saltholdighed)/indstrømningszoner/vertikal strømning
Naturlig gamma		1	1	1	Geologi/laggrænser
Gamma spektral		*) 20.05.98	*) 20.05.98	**) 25.05.98	Indhold af Uran, Thorium og Kalium/geologi/laggrænser
Elektromagnetisk induktion		2	2	4	Geologi/porøsitet/laggrænser
Fokuseret resistivitet		3	3	3	Geologi/porøsitet/laggrænser
Kaliber (kort eller langarmet)		4	4	2 og **) 25.05	Teknisk udbygning/tilstand af boring/diameter variation (forudsætning for tolkning af flowlog)
Heat Pulse diskret					Vertikal strømning i boringen (basis flow)
Heat Pulse kontinuert					Vertikal strømning i boringen (basis flow)
Propel Flow kalibrering		5	5	5 og **) 25.05	Propel sondens karakteristisk-/vertikal strømning i boringen (basis flow)
Propel Flow	Under pump- ning	6	6	6 og **) 25.05	Indstrømningsfordeling/-vandføringsevne
Heat Pulse diskret					Strømningshastighed i udvalgte dybder
Heat Pulse kontinuert					Indstrømningsfordeling/vandføringsevne (alternativ til propel flow)
Temperatur- og elektrisk lednings- evne		7	7	7	Forskelle i vandkemi (saltholdighed)/indstrømningszoner

*) Efter PVC udbygning af boring

**) Efter yderligere 3 m nedramning af forerøret til 28 m dybde.

4. UNDERSØGELSESRISULTATER

4.1 Boring Ø13 (200.4344)

4.1.1 Tekniske forhold

Boringen er udført af Københavns Vand i marts 1998 som tørborring fra terræn til ca. 23 m med ø_i 368 mm stålborerør, og videre herfra til 110 m dybde som 312 mm skylleboring. Dette var udbygningssituationen under logging arbejdet.

Terrænkoten, som var referencepunkt for dybdeangivelsen ved logging undersøgelsen, er opgivet af Københavns Vand til +17.33 m. Rovandsspejlet stod 1,73 m under terræn.

Kaliperloggen (se Bilag Ø13.2) viser en fuldstændig glat ø_i 368 mm stålørsvæg indtil 23 m under terræn. Derunder står boringen åben i kalken og med i øvrigt ret stort kalkudfald på de øverste 6 m resulterende i diameter her på 420-600 mm. Fra ca. 29 m dybde aftager diameteren gradvist til ca. 300 mm i ca. 40 m dybde, og herfra fortsætter denne diameter med mindre og mindre variationer med øget dybde. I ca. 45 m er der et fremspringende kalkparti med diameter ned til 275 mm.

Propel-flow log uden pumpning (basis flow-log, Bilag Ø13.2) viser, at der sker intern strømning opad fra 89 m, og helt op til lige under forerøret. Indstrømningen sker fra flere zoner i intervallet 89 til 74 m. Det kunne se ud som om, der sker udstrømning til flere zoner i intervallet 47 til 23 m, idet den opadgående strømning viser maksimale rotationstal (RPM= per minut) i intervallet fra 74 m og op til 47 m, medens rotationstallene aftager på strækningen fra 47 til 23 m. De aftagende rotationstal skyldes imidlertid en gradvist øgende diameter fra 47 til 23 m, og ikke en gradvis udstrømning, hvorfor hele udstrømningen sker i 23 m dybde lige under forerøret. Størrelsen af den interne strømning er ganske betragtelig, 30 rot. per minut ved diameteren 300 mm svarer til ca. 19 m³/t, og skyldes, at der indvindes fra kildepladsens boringer, medens undersøgelsen blev foretaget.

Efter afslutningen af logging undersøgelsen blev boringen færdigudbygget med ø250 mm PVC foring indvendig i stålørret til 23,0 m og udstøbning med beton mellem PVC-røret og stålørret.

4.1.2 Lagfølge

Ifølge GEUS prøvebeskrivelse (Bilag Ø13.1) består de kvartære lag over kalken af 0,6 m muld, sand til 1,6 m, moræneler til 7,8 m, smeltevandssand til 12,1 m, sten til 12,6 m, moræneler til 17,3 m og endelig igen stenlag til 20,5 m. Fra 20,5 træffes Danien kalk til 95-100

m og derunder Maastrichtien skivekridt. Danien kalken består overvejende af kalksand-skalk men der forekommer mindre indslag af slamkalk. Grænsen mellem Danien kalk og skivekridt kan ikke fastlægges nøjagtigt, idet der foreligger en prøve fra 95 m med kalk-sandskalk og en prøve fra 100 m med skivekridt.

Gamma-loggen (se bilag Ø13.2) viser et varierende men forholdsvis højt strålingsniveau ned til ca. 19,5 m svarende til, at kvartæret udgøres af en skiftende lagserie af sand, moræner og sten. Overgangen til kalken ses som et gradvist fald i gammastrålingen, og kalken ses generelt at have en lav gammastråling bortset fra enkelte marker horisonter i dybderne 30-31, 35.5, 40, 95, 98 og 100 m. Ved ca. 41 m dybde indikerer gamma-loggen en grænse i kalken, idet strålingsniveauet under denne dybde er markant lavere end i kalken ovenover. Ligeledes synes der at være en grænse i ca. 73 m, idet strålingsniveauet herunder igen er højere. Den spektralt opmålte gamma-log, **Gamma-spektral**, opmålt ved en senere lejlighed (20.05.98), hvor boringen var blevet færdigudbygget med ø250 mm PVC foring indvendig i stålroret til 22.0 m og udstøbning med beton mellem PVC-roret og stålroret. Denne beton udstøbning forklarer den kraftige gamma-peak øverst på den spektrale gamma-log, som ikke ses på den normale gamma-log. Den spektralt opmålte gamma-log opmåles med en større detektor og under langsommere nedsænkningshastighed end den normale gamma-log, hvorfor strålingsniveauet generelt er højere og peaks mere markante end ved den normale gamma-log. *Gamma-spektral loggen er i øvrigt kun vist som integral-log på bilag Ø13.2 uden de tilhørende logs over kalium-, uran- og thorium-indhold, idet det efter undersøgelsen viste sig, at spektral kalibreringen (energi vinduerne) ikke var korrekt.*

Induktions-loggen og resistivitets-loggen måler henholdsvis formations-ledningsevne og formations-resistivitet og viser derfor modsatte variationsmønstre, d.v.s. høj formations-ledningsevne modsvares af lav formations-resistivitet. På grund af stålforerøret giver hverken induktions- eller resistivitets-loggen oplysninger om den kvartære lagserie bag dette. De to logs viser tydeligt, at grænsen mellem Danien kalken og skivekridtet ligger i 99,5 m, idet skivekridtet i modsætning til Danien kalken har en mere ensartet og lav resistivitet eller høj ledningsevne på grund af en mere ensartet og højere porøsitet.

Danien kalken kan på basis af de to logs opdeles i tre sekvenser: En Øvre sekvens til ca. 41 m med stærkt varierende og høj ledningsevne/forholdsvis lav resistivitet, en Mellem sekvens fra ca. 41 m til ca. 73 m med en varierende lav ledningsevne/ høj resistivitet, og endelig en Nedre sekvens fra 73 til 99,5 m med varierende og forholdsvis høj ledningsevne/ lav resistivitet. Disse karakteristiske forskelle i resistivitets-/ledningsevne-niveau og variationsmønstre imellem de tre sekvenser er et udtryk for generelle lithologiske forskelle. Den mellemste sekvens må derfor vurderes at være generelt mere ensartet og i gennemsnit en mere tæt kalk med mindre porøsitet end de to andre sekvenser.

Grænserne mellem de tre sekvenser i Danien kalken er sammenfaldende med ovenfor omtalte grænser baseret på forskelle i gamma stråling, d.v.s. den mellemste sekvens er gamma-strålingsmæssigt karakteriseret ved et væsentligt lavere niveau end den øvre og nedre sekvens og er endvidere uden gamma-marker horisonter.

De er bemærkelsesværdigt, at de to nederste log-sekvenser kan nøje korreleres til tilsvarende log-sekvenser i kalksandskalken ved Bjellekær kildeplads, hvor de blev benævnt øvre og nedre log-sekvens, GEUS rapport 1998/32. Den øverste log-sekvens i nærværende boring er derimod ikke truffet ved Bjellekær, hvor den derfor må formodes at være borte-roderet.

4.1.3 Bio- og Kronostratigrafi

Prøverne fra dybdeintervallerne 20.5-23.6, 30-35, 40-45, 45-50, 50-55, 55-60, 70-75, 75-80, 80-85, 85-90, 90-95, 95-100, 100-105, og 105-110 m, ialt 14 prøver, er blevet underkastet såvel foraminifer som nannofossil analyse, GEUS rapport 1998/121 (Bemærk, at der i den nævnte rapport er fejl ved de opgivne dybdeintervaller for de undersøgte prøver). Indledningsvis bør det understreges, at dybdebeligheden af grænserne mellem de biostratigrafiske zoner ikke kan fastlægges med større nøjagtighed end 5-10 m, idet de enkelte prøver repræsenterer et 5 m dybdeinterval, og det vides ikke med sikkerhed, om en prøve kun repræsenterer det nederste af intervallet. I værste tilfælde kan en prøve således være fra toppen af et interval og den efterfølgende prøve fra bunden af et interval.

På basis af de biostratigrafiske analyser er prøvernes kronostratigrafiske placering angivet: De to dybeste prøver er fra Maastrichtien, medens prøverne fra intervallerne 95-100 og 90-95 m er af tidlig (nedre) Mellem Danien eller sen (øvre) Tidlig Danien alder, i overensstemmelse med, at Danien – Skrivekridt grænsen ud fra de geofysiske borehuls-logs er fastsat til 99, 5 m. Prøverne fra intervallerne, 85-90, 80-85 og 70-75 m, er tidlig (nedre) Mellem Danien, medens alderen på den mellemliggende prøve fra 75-80 m er mere usikker og kun har kunnet bestemmes til Mellem Danien. Prøverne fra 55-60 og 50-55 m er derimod med større sikkerhed fra mellem Danien. Prøverne fra 45-50 og 40-45 har ikke kunnet bestemmes nærmere end til mellem Tidlig Danien til tidlig (nedre) Sen Danien, hvilket er et langt tidsspænd. Da de to øverste prøver, 30-35 og 20,5-23,6 begge er sen (øvre) Mellem Danien, indskrænker det tidsspændet for de to foregående prøver.

Sammenfattende er den øverste del af kalken fra sen Mellem Danien (svarende til Thomsen kokkolit zone 6) og den nederste del af kalken kan være fra sen Tidlig Danien (Thomsen kokkolit zone 3). Analysen konkluderer også, at der synes at være en Hiatus omfattende den nedre del af Tidlig Danien og den øverste del af Maastrichtien.

Ovenstående kronostratigrafi er vist på Bilag Ø13.2 sammen med den log-stratigrafiske tolkning. Grænsen mellem Øvre og Mellem log-sekvens er muligvis sammenfaldende med overgangen fra sen mellem Danien til mellem Danien, men netop prøven i dette dybdeinterval har ikke kunnet fastlægges særligt præcist (GEUS rapport 1998/121). Prøven, der repræsenterer dybdeintervallet med grænsen mellem Nedre og Mellem log-sekvens, er fastsat til tidlig mellem Danien. Uheldigvis er prøven fra dybdeintervallet lige ovenover ikke analyseret. Hvis sidstnævnte imidlertid er fra Mellem Danien, kan log-sekvens grænsen være sammenfaldende med overgangen fra Mellem til tidlig Mellem Danien.

4.1.4 Indstrømningszoner

Den **kontinuerte propel flow-log under pumpning** er udført med en konstant ydelse på 36 m³/t og med pumpen anbragt i forerøret i ca. 15 m dybde. Beregningen af flow i pct. af pumpeydelsen ud fra flow-log data (Flow Q=36 på Bilag Ø13.2) er i dette tilfælde kompliceret af den store diameter variation, som influerer væsentligt på rotationstallene fra 46 m og op til forerøret i 23 m. Ud fra ledningsevne- og temperatur-log samt overslagsberegning af den strømmende vandmængde ud fra rotationstal og diameter vurderes det, at der ikke sker nogen væsentlig indstrømning ovenover 69 m dybde. Derfor er rotationstælleletal sat til 0 % nederst i boringen og til 100 % i dybdeintervallet 69 m til 46 m, hvor tælleallene viste maksimale værdier. Ovenover 46 m dybde aftager strømningen p.g.a. øgende diameter, og minimumsstrømning ses da også ved de store diametre lige under forerøret.

Den herved fremkomne flow-log er vist på bilag Ø13.2, og den illustrerer tydeligt, at praktisk talt hele indstrømningen sker fra 7 zoner i den nedre log-sekvens af Danien kalken, d.v.s. fra dybden 89 m, 84 m, 80 m, 76 m og 74 m, samt meget små indstrømninger i 100 m og i 94 m dybde. Der ses dog en enkelt indstrømningszone i den mellemste log-sekvens i 69 m dybde, hvor der indstrømmer 10-15 %.

4.1.5 Ledningsevne og temperatur, samt saltvand

Ledningsevne- og temperatur-log uden pumpning (Led Q=0 og Tem Q=0 på Bilag Ø13.2) er fuldstændig sammenfaldende med de samme logs under pumpning (Led Q=36 og Tem Q=36), hvilket bekræfter, at der er samme strømningssituation i boringen uanset om der pumpes eller ej. Begge typer logs viser markante spring i intervallet 100 m og op til 74 m, hvor netop de fleste af indstrømningerne sker. Disse spring skyldes, at vand fra bunden med høj temperatur, 10.4 °C, og forholdsvis høj ledningsevne, 250 mS/m (ikke temp.korrigeret) ved hver zone fortyndes med indstrømmende vand med lavere temperatur og mindre ledningsevne. Størrelsen af springet i temperatur og ledningsevne styres naturligvis dels af mængden af indstrømmende vand i forhold til opad strømmende vand i den pågældende dybde, og dels af forskellen i temperatur og i ledningsevne mellem det indstrømmende vand og det opad strømmende vand.

De to øverste indstrømningszoner, i ca. 69 m og 74 m, ses ikke på hverken ledningsevne- eller temp.-loggen, hvilket må skyldes, at vandet herfra har samme ledningsevne, 47 mS/m (ikke temp.korr.), og samme temperatur, 9.9 °C, som det opad strømmende vand.

Ledningsevne-loggen under pumpning sammenholdt med flow-loggen viser, at selv om boringen nederst har nået det stærkt saltvandspåvirkede grundvand, så bidrager dette vand ikke med mere end max. 1 % til den samlede ydelse, og allerede i 89 m dybde sker der en kraftig fortynding af saltvandet med ferskvand, således at ledningsevnen på blandingsvandet lige ovenover kun er 95 mS/m. De følgende indstrømninger i 84, 80 og 76 m nedsætter ledningsevnen på blandingsvandet yderligere til de 47 mS/m, som er ledningsevnen på pumpevandet ved 9.9 °C. Denne svarer ganske nøje til Købh.Vf. analyse 1515Ø03A-980428-00 af prøve fra 28.04.98, som viste 51.7 mS/m v. 12 °C, se tabel 3 i

kapitel 6, og kun 43 mg/l klorid og bekræfter således, at saltvandet under 90 m ikke påvirker vandkvaliteten af det producerede blandingsvand.

Et udsnit af gamma-, resistivits- og induktions-loggen i boring Ø13 er vist i en større målestok på Fig.3. nedenfor sammen med ledningsevne-logs før og under pumpning. Heraf ses, at formations-resistivitet og -ledningsevne i de nederste ca. 5 m af kalken og videre ned i skrivekridtet henholdsvis aftager og stiger med dybden, og at ledningsevne-loggen ikke viser tilsvarende variation i borehulsvandet. Dette peger på en med dybden faldende grad af udvaskning af residualt salt porevand i de nederste ca. 5 m af kalken og videre ned i skrivekridtet.

Ø13 (200.4344)

Egholm kildeplads, 02.04.98

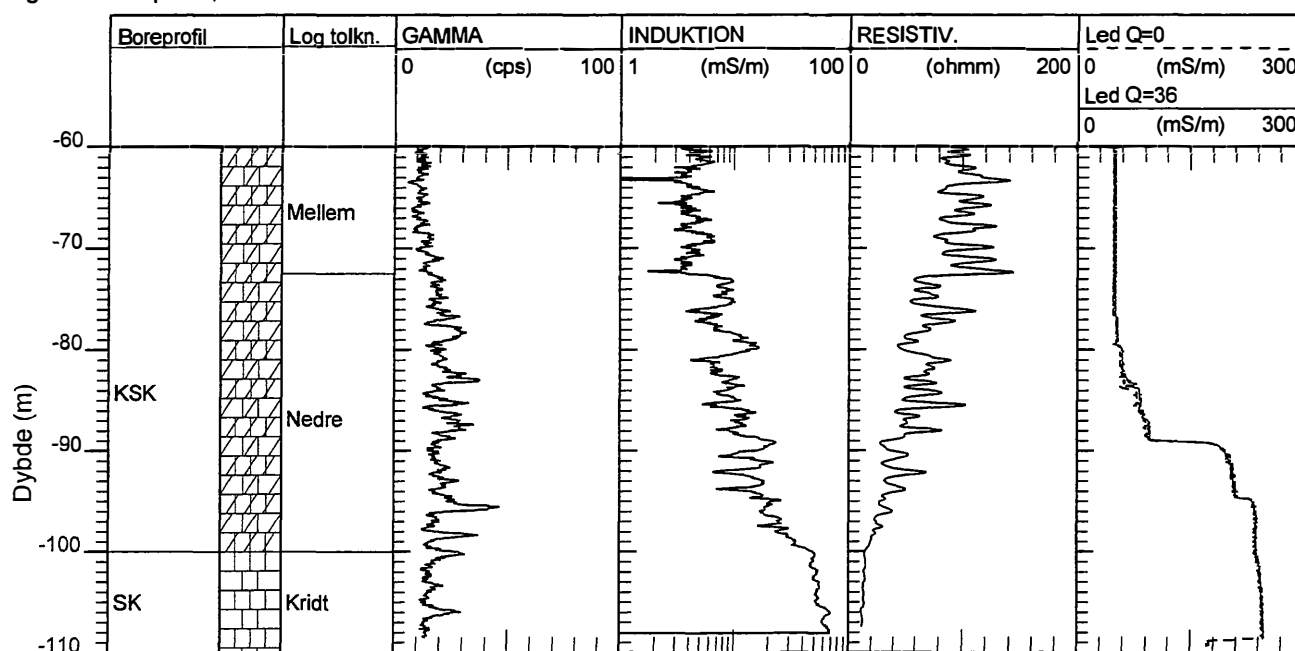


FIG.3. Udsnit af logs fra boring Ø13. illustrerende dels grænsen mellem Danien kalken og skrivekridtet ved forskellen i formations-ledningsevnen og -resistiviteten i de to bjergarter, dels den gradvise variation i formations-ledningsevnen og dermed i porevandet til forskel fra variationen i ledningsevnen i vandet i boringen før og under pumpning.

Endvidere ses der på Fig.3. et markant fald i formations-resistiviteten (stigning i formations-ledningsevnen) fra 20-25 ohm til 14 ohm ved grænsen mellem Danien kalk og skrivekridt i 100 m dybde som heller ikke falder sammen med det markante spring i ledningsevne i borehulsvandet i 89 m. Sidstnævnte skyldes som ovenfor omtalt, at mere kloridholdigt vand fra boringens nedre del bevæger sig langsomt opad og fortyndes i 89 m med ferskvand, medens springet i formations-resistivitet (og -ledningsevne) ved grænsen til skrivekridtet i 99-100 m må formodes at være forårsaget af både en forskel i porevandets salinitet (saltvandsgrænsen) og en forskel i porøsitet imellem de to bjergarter.

Det vides fra andre undersøgelser f.eks. på Bjellekær kildeplads, GEUS rapport 1998/32, at der i denne del af Sjælland i ca. 20-25 m dybde under top skrivekridt optræder et par regionalt udbredte mergellag (Kjølbygaard mergel) med 0.5-1 m tykkelse og ca. 1 m indbyrdes afstand. Disse mergellag synes at have været hindrende for saltvandsudvaskningen i den underliggende del af skrivekridtet, idet grundvandet under mergellagene ved flere undersøgelseslokaliteter er observeret at have væsentlig højere saltholdighed end ovenover mergellagene. Boring Ø13 er ført ca. 10 m ned i skrivekridtet og således stoppet 10-15 m over de forventede mergellag, og dermed også 10-15 m ovenover det forventede virkelige saltvand, som normalt resulterer i en formations-resistivitet på mindre end 5 ohmm. Formations-resistiviteten ved bunden af boring Ø13 er 12 ohmm, se Fig. 3.

4.1.6 Anbefaling

Selv om der under grænsen mellem skrivekridtet og kalksandskalken træffes saltholdigt grundvand med ledningsevne på 250 mS/m, bidrager dette saltholdige grundvand kun meget lidt til blandingsvandets ledningsevne under pumpning på grund af den ringe vandføringsevne i skrivekridtet. Skønsmæssigt hæver skrivekridtets bidrag til indstrømningen kun ledningsevnen fra de 45 mS/m, som er observeret i vandet over 82 m i den efterfølgende knap så dybe boring Ø11, og til de 47 mS/m som er blandingsvandets ledningsevne i nærværende boring Ø13.

Det anbefales derfor, at undlade afpropning af boringens nedre del. Derved bliver der mulighed for at kunne følge, om der med tiden vil ske en ændring i saltvandsgrænsens dybde eller i saltvandets koncentration nederst i boringen efter ombygningen og omlægningen af kildepladsens indvinding. En sådan fremtidig monitorering af saltvandet vil mest hensigtsmæssigt kunne ske ved, at der i boringen anbringes et f.eks. 2" PVC filterrør med slidser hele vejen op til top af kalken. Derved gives der mulighed for inden i dette filterrør at kunne føre en ledningsevne-sonde forbi pumpen uden at skulle stoppe pumpning fra boringen, ligesom der uhindret vil kunne udtages vandprøve fra bunden af boringen med f.eks. en MP1 pumpe.

4.2 Boring Ø11 (193.1588)

4.2.1 Tekniske forhold

Boringen er udført af Københavns Vand i april 1998 som tør boring fra terræn til ca. 22 m med Ø_i 368 mm stålborerør, og videre herfra til 90 m dybde som 312 mm skylleboring. Dette var udbygningssituationen under logging arbejdet. Boreddybden på 90 m blev fastsat ud fra erfaringerne fra den dybe boring Ø13, således at boringen lige netop stoppede i den nedre del af Danien kalken med henblik på dels at undgå det mere saltholdige grundvand i skrivekridtet og dels at undersøge, om de vandførende horisonter også her hovedsagelig ville optræde i dybdeintervallet 70-90 m.

Terrænkoten, som var referencepunkt for dybdeangivelsen ved logging undersøgelsen, er opgivet af Københavns Vand til +16.30 m. Rovandsspejlet stod 1,25 m under terræn.

Kaliperloggen (se Bilag Ø11.2) viser en fuldstændig glat $\varnothing$ 368 mm stålørsvæg indtil 22 m under terræn. Derunder står boringen åben i kalken og har ligesom forrige boring ret stort kalkudfald på de øverste 6 m resulterende i diametre her på 420-630 mm. Fra ca. 28 m aftager diameteren gradvist til ca. 300 mm i ca. 35 m dybde, og herfra fortsætter denne diameter med mindre og mindre variationer med øget dybde.

Propel-flow log uden pumpning (Basis Flow $Q=0$, Bilag Ø11.2) viser, at der sker intern strømning opad fra 89 m, og helt op til ca. 2 m under forerøret. Indstrømningen sker fra flere zoner i intervallet 89 til 73 m. Ligesom ved forrige boring aftager rotationstallene opad ovenover 35 m dybde på grund af den opad øgende diameter fra denne dybde. Fra 24 m dybde og opad ses der ingen strømning, hvorfor udstrømningen sker til en zone i 24 m dybde, d.v.s. ca. 2 m under forerørets bund. Størrelsen af den interne strømning er ganske betragtelig, 20 rot. per minut ved diameteren 300 mm svarer til ca. 13 m³/t, og skyldes, at der indvindes fra kildepladsens boringer, medens undersøgelsen blev foretaget.

4.2.2 Lagfølge

Ifølge GEUS's prøvebeskrivelse, Bilag Ø11.1, består den gennemborede lagserie af post-glacialt muld og tørv til 1,5 m og ler til 6,7 m. Derunder smeltevandsgrus til 10,2 m underlejrret af moræneler til 17,1 m. Endelig et lag med overvejende sten til kalkoverfladen i 18,3 m. Kalken er beskrevet som Danien kalk helt til 90 m og til overvejende at bestå af kalksand-skalk, dog med flere indslag af slamkalk og endog en enkelt prøve beskrevet som bryozo-kalk.

Grænsen mellem de kvartære lag og kalken ses tydeligt på **gamma-loggen** ved det bratte fald i gammastrålingen i kalken. Den spektralt opmålte gamma-log, **Gamma-spektral**, opmålt ved en senere lejlighed (20.05.98), hvor boringen var blevet færdigudbygget med $\varnothing$ 250 mm PVC foring indvendig i stålørret til 22.0 m og udstøbning med beton mellem PVC-røret og stålørret. Denne beton udstøbning forklarer den kraftige gamma-peak øverst på den spektrale gamma-log, som ikke ses på den normale gamma-log. *Gamma-spektral loggen er i øvrigt kun vist som integral-log på bilag Ø11.2 uden de tilhørende logs over kalium-, uran- og thorium-indhold, idet det efter undersøgelsen viste sig, at spektral kalibreringen (energi vinduerne) ikke var korrekt.*

Boringen er ikke ført ned i skrivekridtet, og gamma-log såvel som **resistivitets- og induktions-logs** viser samme tre log-sekvenser i Danien kalken som observeret i den dybe boring Ø13. Sekvens grænserne ses i 40 m dybde og i 72 m dybde, hvorved ca. 22 m af Øvre sekvens er repræsenteret, medens 18 m af Nedre sekvens er repræsenteret. Da Nedre sekvens i boring Ø13 var 27 m tyk, er nærværende boring Ø11 således stoppet ca. 9 m over skrivekridtet. Den mellemste sekvens (Mellem) er ligesom i Ø13 ca. 32 m tyk.

4.2.4 Indstrømningszoner

Den **kontinuerte propel flow-log under pumpning** er udført med en konstant ydelse på 36 m³/t og med pumpen anbragt i forerøret i ca. 10 m dybde. Beregningen af flow i pct. af pumpeydelsen ud fra flow-log data (Flow Q= 36 på Bilag Ø11,2) er ligesom i forrige boring kompliceret ved, at der i den øvre del af kalken er stor diameter variation, som influerer på rotationstallene. Ud fra temperatur-log samt overslagsberegning af den strømmende vandmængde ud fra rotationstal og diameter vurderes det, at der sker 10-15 % indstrømning ca. 2 m under forerøret i 24 m. Derfor er rotationstælleletal sat til 100 % i stålforerøret, hvor tælleallene viste maksimale værdier, medens rotationstal 0 nederst i boringen svarer til 0%. Fra ca. 30 m og op til 24 m dybde aftager strømmingen p.g.a. øgende diameter.

Den resulterende flowlog, som er vist på Bilag Ø11.2, viser i lighed med forrige boring, at størstedelen af indstrømningen, d.v.s. 65-70 %, sker i dybdeintervallet 90-70 m, d.v.s. i den Nedre sekvens, men at der også sker flere små indstrømninger i Mellem sekvensen i dybdeintervallet 60-40 m, i alt ca. 15-20 %. De sidste ca. 10-15 % sker som nævnt ovenfor i den Øvre sekvens i 24 m.

4.2.5 Ledningsevne og temperatur samt saltvand

Ledningsevne- og temperatur-log uden pumpning (Led Q=0 og Tem Q=0 på Bilag Ø11.2) er også ved denne boring fuldstændig sammenfaldende med de samme logs under pumpning (Led Q=36 og Tem Q=36), hvilket igen skyldes, at der er også uden pumpning foregår en kraftig intern strømning i boringen, d.v.s. samme strømningssituation i boringen uanset om der pumpes eller ej. Temperatur-loggen viser ingen markante spring men en gradvist faldende temperatur fra nederst 10.2 °C til 9.8 °C i 50 m dybde, hvilket indikerer mange forholdsvis små indstrømninger. Der ses en svag stigning til 9.9°C ved indstrømningen i 24 m øverst. Ledningsevne-loggen viser kun et par springvise ændringer i ledningsevnen: Nederst i boringen i henholdsvis 85 m fra 60 mS/m til 55 mS/m og igen i 82 m til 45 mS/m. Derefter er den konstant hele vejen op. Sammenholdes dette med flow-loggen, ses vandet fra de fleste indstrømningszoner at have samme ledningsevne, 45 mS/m (ikke temp. korr.).

En efterfølgende vandanalyse af blandingsvand udtaget fra prøvepumpning af boringen 28 april 1997, viste en ledningsevne på 50 mS/m v. 12 °C (Københavns Vand analyse nr. 101-10-1515Ø11-990428-00) samt et kloridindhold på 28 mg/l, hvilket stemmer godt overens med ledningsevne-loggen og i øvrigt bekræfter, at det meget vandførende dybdeinterval i Danien kalkens nedre sekvens ikke er saltvandspåvirket. sidstnævnte ses også på en vandprøve udtaget i 89 m dybde efter udførelsen af ledningsevne-log under pumpning, som viste en ledningsevne på 60 mS/m og et klorid indhold på 72 mg/l.

4.3 Boring V12 (193.1586)

4.3.1 Tekniske forhold

Boringen er udført af Københavns Vand i maj 1998 som tørboring fra terræn til i første omgang 25 m med 368 mm borerør, og derefter som ø312 mm skylleboring til 90m, hvilket var boringens status ved udførelsen af logging-undersøgelsen den 19 maj 1998. På grund af den ekstraordinære store indstrømning lige under forerøret, som blev observeret ved flow-loggen, samt alt for højt permanganattal (33 mg/l) i en blandingsvandsprøve udtaget efter flow-loggen, besluttedes det at banke stålforerøret fire meter dybere til 28 m, hvorefter flow-loggen blev gentaget den 25 maj. Resultatet fra begge dages logging undersøgelse fremgår af Bilag V12.2, hvor logging målingerne er sammenstillet med lagfølge- og tolkningsprofil. Terrænkote, som var referencepunktet for dybdeangivelsen under logging undersøgelsen, er angivet af Københavns Vand til +15,65 m. Rovandspejlet i boringen stod 1,42 m under terræn.

Boreddybden på 90 m blev fastsat ud fra erfaringerne fra de to foregående boringer, hvorved det igen var hensigten dels at undgå at føre boringen ned til skrivekridtet for derved at undgå det mere saltholdige grundvand i skrivekridtet, men på den anden side igen undersøge, om de vandførende horisonter også her hovedsagelig ville optræde i dybdeintervallet 70-90 m.

Kaliper-loggen bekræfter den glatte forerørsdiameter ned til først 25 m og efterfølgende til 28 m, og derunder den åbne kalk med en større og meget varierende diameter (360 - 950 mm) til ca. 30 m. Herfra og ned til ca. 52 m er diameteren stadig ret varierende, 225 - 460 mm, hvorefter variationerne bliver mindre, 290 - 345 mm, og med tendens til øgende diameter mod dybden. Sidstnævnte er normalt en indikation på, at kaliper-log sonden slæber på den ene side af borehulsvæggen, fordi boringen ikke står lodret ("skævv boring").

Propel-flow log uden pumpning (Basis Flow $Q=0$, Bilag V12.2) viser, at der ligesom i de foregående to boringer sker intern strømning opad fra boringens nedre del til dens øvre del forårsaget af forskel i vandtryk på grund af den indvinding, der finder sted fra kvartære sandlag og fra den øvre del af kalken. Indstrømningen uden pumpning sker fra flere zoner i intervallet 85 til 58 m. Ligesom ved forrige boring aftager rotationstallene opad ovenover 35 m dybde på grund af den opad øgende diameter fra denne dybde. Fra forerørets bund (i 25 m dybde og senere i 28 m) og opad ses der ingen strømning, hvorfor udstrømningen sker til zonen lige under forerøret. Størrelsen af den interne strømning er ganske betragtelig, 20 rot. per minut ved diameteren 300 mm svarer til ca. 13 m³/t.

Boringen blev efterfølgende færdigudbygget med ø250 mm PVC foring til 30,0 m med cementudstøbning imellem stålborerøret og PVC-foringen, samt udstøbning omkring foden af stålørret for at aflukke indstrømningen fra den øvre del af kalken, se senere.

4.3.2 Lagfølge

Ifølge GEUS's prøvebeskrivelse, Bilag V12.1, består den gennemborede lagserie af 1,8 m postglacialt tørv, derunder smeltevandssand til 3,4 m, smeltevandsgrus til 7,5 m, igen smeltevandssand til 12,5 m, igen smeltevandsgrus til 21,3 m og -sand til 21,5 m, hvorefter resten af lagfølgen er Danien kalksandskalk til boringens slutdybde i 90 m.

Grænsen mellem de kvartære lag og kalken ses tydeligt på begge de opmålte **gamma-logs** ved det bratte fald i gammastrålingen i kalken. Den spektralt opmålte gamma-log, **Gamma-spektral**, opmåles med en større detektor og under langsommere nedsænkningshastighed, hvorfor strålingsniveauet generelt er højere og peaks mere markante end ved den normale gamma-log. *Gamma-spektral loggen er ligesom ved de foregående to boringer kun vist som integral-log på bilag V12.2 uden de tilhørende logs over kalium-, uran- og thorium-indhold, idet det efter undersøgelsen viste sig, at spektral kalibreringen (energi vinduerne) ikke var korrekt.*

Den 90 m dybe boring er som ventet ikke nået ned i skrivekridtet, og gamma-log såvel som **resistivitets- og induktions-logs** viser igen de samme tre log-sekvenser i Danien kalken som observeret i de foregående to boringer. Sekvens grænserne ses i henholdsvis 43 m dybde og i 76 m dybde, hvorved ca. 21 m af Øvre sekvens er repræsenteret, medens kun 14 m af Nedre sekvens er repræsenteret. Da hele Nedre sekvens var repræsenteret i boring Ø13 og der var 27 m tyk, er nærværende boring således stoppet ca. 13 m over skrivekridtet. Den mellemste sekvens (Mellem) er ligesom i Ø13 32-33 m tyk.

4.3.3 Indstrømningszoner

Den **kontinuerte propel flow-log under pumpning** er udført med en konstant ydelse på 100 m³/t og med pumpen anbragt i forerøret i ca. 4.3 m dybde. Loggens rotationstal er omregnet til pct. af pumpeydelse ved, at rotationstal i stålforerøret svarer til 100 pct, medens rotationstal 0 nederst i boringen svarer til 0%. Korrektion for forskellen mellem diameteren i forerøret og middel diameteren i det åbne hul, 315 mm, er udført ved at multiplicere rotationstal i forerøret med kvadratet på forholdet mellem forerørsdiameter og boringens middel diameter: $(d_{\text{rør}}/D)^2 = (368/315)^2 = 1,36$. Dette skyldes, at et specifikt rotationstal ved en mindre diameter end forerørets svarer til en mindre vandmængde per tidsenhed, og omvendt vil det samme rotationstal ved en større diameter repræsentere en større vandmængde per tidsenhed. Denne korrektion er i modsætning til de to øvrige boringer nødvendig her, fordi der er så stor indstrømning lige under forerøret. Korrektion for den store diameter variation i den øvre del af kalken har derimod ikke været mulig at gennemføre, hvorfor rotationstallene her indikerer en tilsyneladende mindre strømning.

Den resulterende flowlog i situation I (forerøret ført til 25 m) viser, at ca. 85 % af indstrømningen sker lige under forerøret, og de resterende 15 % indstrømmer fra den Nedre kalksekvens, d.v.s. fra dybdeintervallet 85 m til 74 m, muligvis med en mindre indstrømning også i 65 m. I situation II (forerøret ført til 28 m) er indstrømningen lidt mindre, ca. 80 %, lige under forerøret, og tilsvarende lidt større fra boringens nedre del, 20 %. Følgelig er der

ikke opnået en afspærring af indstrømningen fra den øvre stærkt opsprækkede kalk ved at banke forerøret yderligere 3 m ned. Dette er derimod blevet opnået senere, jævnfør en vandanalyse af 3 september 1998, se tabel 3 i kapitel 6, hvor der forinden er udbygget med PVC-rør til 30 m og udstøbt mod kalken og under og bagved stålørrets bund, se afsnit 4.3.1.

4.3.4 Ledningsevne og temperatur samt saltvand

Ledningsevne-loggen og temperatur-loggen før pumpning forløber fuldstændigt som de samme logs under pumpning, hvilket bekræfter basis flow-loggens indikation på en opad rettet intern strømning fra boringens nedre del til zonen lige under forerøret uden pumpning fra boringen.

Ledningsevne-loggene før og under pumpning viser, at boringen ikke er nået ned til det saltholdige grundvand, som jævnfør boring Ø13 også først skulle optræde i skrivekridtet, d.v.s. ca. 13 m under boringens bund. Loggene viser dog en lettere forhøjet ledningsevne, 70 mS/m, nederst i boringen, men p.g.a. det meget begrænsede bidrag (<1%) til den samlede oppumpning fra de nederste 5 m bliver denne ledningsevne allerede efter indstrømningen i 80 m "fortyndet" til 48 mS/m, og det producerede blandingsvands ledningsevne efter den øverste indstrømningszone lige under forerøret ender med at være 52 mS/m (v. 9,7 °C), jævnfør ledningsevne-loggen under pumpning.

Temperatur-loggen viser i øvrigt, at det nederste vand er 10,1 °C, og efter de første indstrømninger er blandingsvandets temperatur i 80 m dybde 9,9 °C, og efter den sidste indstrømning øverst er blandingsvandets temp. 9,7 °C.

En vandanalyse af blandingsvand, udtaget fra boringen 19 maj 1998 efter flow-log viste en ledningsevne på 55 mS/m v. 12 °C (Københavns Vand) samt et kloridindhold på 34 mg/l, hvilket bekræfter, at boringen overhovedet ikke er saltvandspåvirket. Men da kaliumpermanganat tallet viste sig at være så højt som 32,9 mg/l, og dette måtte forventes at skyldes den store indstrømning lige under forerøret, besluttedes det som ovenfor nævnt at nedbanke forerøret yderligere 3 m. En ny blandingsvandsprøve udtaget efter nedbankningen og efter ny flow-log den 25 maj viste samme ledningsevne, 54 mS/m, og samme klorid 34 mg/l, og stadig alt for højt permanganat tal: 29 mg/l.

Senere er det blevet besluttet at udbygge boringen til 30 m med 250 mm PVC indeni stålørret og udstøbe imod kalken og rundt om stålørrets fod. En efterfølgende blandingsvandsprøve udtaget 3 september 1998, se tabel 3 i kapitel 6, viser, at det ved den afsluttende udbygning er lykkedes at afspærre for indstrømningen foroven, idet vandanalysen viser den samme stærkt reducerede vandtype som truffet i de to øvrige boringer med hovedindstrømning fra den nedre Danien kalk og med lavt permanganat tal og lavt kloridtal, 48 mg/l.

5. LOG- OG BIO-STRATIGRAFI

På bilagene STRAT G+R og STRAT G+I er de tre boringers gamma- og henholdsvis resistivitets-log og induktions-log vist i forhold til kote og i rækkefølge fra vest mod øst på kildepladsen. Afstanden mellem den vestligste, V12, og den østligste, Ø13, er ca. 500 m. Bemærk, at gamma-logs er vist med modsat orienteret enhedsakse i forhold til de to øvrige typer logs. Af begge bilagene fremgår det, at log-mønstrene for de tre sekvenser i Danien kalken er fuldstændig analoge fra boring til boring med undtagelse af en ca. 2 m tyk zone i ca. kote -32 i boring V12, som optræder med ekstraordinær høj resistivitet og lav lednings-evne, og som derfor kunne være et tykt massivt flintlag eller flintlegeme. Prøven fra det pågældende dybdeinterval i V12 er da også beskrevet som overvejende flint.

I de to østlige boringer ses grænsen mellem øverste og mellemste sekvens at ligge i ca. kote -23 m, og grænsen mellem den mellemste og den nedre sekvens at ligge i ca. kote -55, medens de tilsvarende to grænser i den vestlige boring ligger ca. 4 m dybere. Da de tre boringer ikke ligger på linie betyder dette, at Danien kalkens lagserie ligger uden hældning under kildepladsens østlige del, men tilsyneladende hælder mod vest under kildepladsens centrale del eller, at der optræder en vertikal forkastning imellem boringerne V12 og Ø11.

De indsendte prøver af kalken i de tre boringer har ikke givet indikationer på denne tilsyneladende lithologiske forskel i porøsitet, der ifølge resistivitets- og induktions-log må være imellem de tre sekvenser. Den øvre sekvens, hvoraf 20-22 m er repræsenteret, viser en lagserie med stor variation i lagenes porøsitet, idet der ses såvel meget høje resistiviteter (>200 ohmm) som meget lave resistiviteter (<80 ohmm); den mellemste og 32 m tykke sekvens har en generel mere ensartet porøsitet, idet resistiviteten kun varierer mellem 80 og 120 ohmm; den nedre og 27 m tykke sekvens har en generelt højere porøsitet og lidt større variation end den mellemste sekvens, idet resistiviteten varierer mellem 50 og 130 ohmm.

Den biostratigrafiske analyse af i alt 12 prøver fra Danien kalken i boring Ø13 sammenholdt med de tre log-stratigrafiske sekvenser viser, at den øverste sekvens er fra sen Mellem Danien (Thomsen kokkolit zone 6), den mellemste sekvens er fra Mellem Danien (kokkolit zone 5) og den nedre sekvens er fra sen Tidlig (kokkolit zone 3) til tidlig Mellem Danien (kokkolit zone 4). Da de foreliggende prøver kan repræsentere et vilkårligt niveau indenfor 5 m og der ikke er udtaget prøver på hver side af sekvens grænserne, kan det ikke med sikkerhed siges, om sekvensgrænserne falder sammen med de biostratigrafiske zonegrænser.

Den biostratigrafiske analyse af de to skrivekridt prøver udtaget under kote -83 m i boring Ø13 viser, at disse er fra sen Sen Maastrichtien. Analysen konkluderer også, at der er en Hiatus omfattende den nedre del af Tidlig Danien og den aller øverste del af Maastrichtien.

6. KALKENS STRATIGRAFI, VANDFØRINGSEVNE OG VANDKEMI

I nedenstående tabel 2. er anført de tidligere angivne indstrømningsfordelinger på de enkelte borer i relation til de tre log-sekvenser: Øvre log sekvens i kalksandskalken fra sen Mellem Danien; Mellemste log sekvens i kalksandskalken fra overvejende Mellem Danien; Nedre log sekvens i kalksandskalken fra sen Tidlig Danien til tidlig Mellem Danien, og endelig skrivekridt, som kun er mødt i boring Ø13. Boringerne er anført i tabellen i samme rækkefølge som på bilag STRAT G+R, d.v.s. fra vest mod øst.

Endvidere er der i tabel 2. for hver boring anført oplysninger om forerørsdybde, boringsdybde og specifik kapacitet. Alle borer er tydeligvis meget højtydende med stor specifik kapacitet (4.6 til 26.2 m³/t/m).

Tabel 2: Indstrømning (i pct) og stratigrafi

Logsekvens,	Boring: Forerørsdybde m: Boringsdybde m: Spec.kap. m³/t/m:	V12 28 (25) * 90 4.6		Ø11 22 90 14.4		Ø13 23 90 26.2	
		Ind pct	Sekvens længde (m)	Ind pct	Sekvens Længde (m)	Ind pct	Sekvens længde (m)
Øvre log sekvens, Danien KSK (antal indstrømninger)		75 (1)	15	10 (1)	18	0	18
Mellem log sekvens, Danien KSK (antal indstrømningszoner)		5 (2)	33	20 (3)	32	15 (1)	32
Nedre log sekvens, Danien KSK (antal indstrømningszoner)		20 (4)	14	70 (5)	18	85 (7)	27
Skrivekridt		-	-	-	-	0	10
Total åben borehulsdybde i kalk /kridt			62		68		87

*) Senere ændret udbygning med PVC og udstøbning til 30 m

Flow-loggene i disse tre borer på Egholm kildeplads har således påvist, at der træffes meget vandførende zoner i de nederste 27 m af Danien kalken. Den mellemste del, ca. 32 m, bidrager kun med en mindre del, 5-15 %, og bidraget fra den øvre del varierer helt fra ingenting og til 10 % og 75 % formodentlig afhængig af, dels i hvilken grad det er lykkedes at afspærre den aller øverste del af kalken, og dels om der lige over kalken træffes kvartære lag med stor vandføringsevne.

Sammenfattende fremgår det, at der kan opnås øget specifik kapacitet ved at gennembore den nedre del af kalksandskalken, men at der ikke opnås ekstra ydelse ved at bore ned i skrivekridtet, som i øvrigt også er saltvandsførende.

De oprindelige forskelle i indstrømningsfordelingen imellem på den ene side boringerne Ø11 og Ø13 og på den anden side V12 må formodes at ville have givet sig til kende i den vandkemiske sammensætning af det producerede blandingsvand. Men dette kan ikke påvises, da der ikke blev udført boringskontrol-vandanalyse på V12 før denne blev endelig udbygget med afspærring af den øvre indstrømningszone. Den foreliggende vandanalyse repræsenterer den endelige udbygning af V12 og følgelig en indstrømningssituation tilsvarende de to øvrige boringer, d.v.s. med hovedindstrømningen fra nedre Danien kalk i 70-90 m. Dette fremgår også af råvandsanalyserne sammenstillet i nedenstående tabel 3.

Tabel 3.: Vandanalyser fra boringerne V12, Ø11 og Ø13, Egholm Kildeplads.

Boring nr.	Kbh. Vf	V12	Ø11	Ø13
Boring nr.	DGU	193.1586	193.1588	200.4344
Dato		03.09.98	28.04.98	28.04.98
Prøvedybde		Råvand	Råvand	Råvand
pH v. 12C		7,23	7,41	7,41
Kondukt. v.	mS/m	95,4 ?	49,8	51,7
KMnO4	mg/l	3,8	7,7	5,6
TDS	mg/l	432	404	411
Calcium	mg/l	84	80	58
Magnesium	mg/l	61	33	37
Natrium	mg/l	30	17	25
Kalium	mg/l	3,0	3,0	3,5
Ammonium	mg/l	0,18	0,22	0,20
Jern	mg/l	0,039	0,098	0,071
Mangan	mg/l	<0,005	0,011	0,011
Nikkel	mg/l	0,00087	0,001	0,003
HCO3	mg/l	423	394	378
Chlorid	mg/l	45	28	43
Sulfat	mg/l	3,4	13	13
Nitrat	mg/l	<0,004	0,007	<0,005
Nitrit	mg/l	0,003	0,002	0,002
Phosphor	mg/l	0,014	0,007	0,007
Fluorid	mg/l	0,86	0,68	0,80
Oxygen	mg/l	11?	0,0	0,0
Svovlbrinte	mg/l	0,01	0,01	0,02
Methan	mg/l	0,02	0,16	0,11
Total alkal.	mmol/l	6,93	6,45	6,20
PA alkal.	mmol/l	0,00	0,00	0,00
Hårdhed	mmol/l	4,61	3,37	3,23
Hårdhed	dH	25,8	18,9	18,1
Hårdhed	dH	6,4	0,8	0,7
Hårdhed	dH	19,4	18,1	17,4
kalkfældn	dH	0	0,1	0,1
NaHCO3	mg/l	0	0	0
CO3	mg/l	0	0	0
CO2	mg/l	65	55	50
CO2 aggr.	mg/l	4	0	0
SiO2	mg/l	25	26	27
NVOC	mg/l	1,37	2,17	2,20

Af tabellen ses, at råvandet i alle tre borer kommer fra stor dybde, idet det er stærkt reduceret og middelhårdt karbonat vand med lavt sulfat, jern og mangan, lidt fluorid og ingen nitrat. Der ses dog mindre forskelle i hårdhed, klorid, sulfat og fluorid. Det er overraskende, at de relativt små forskelle alligevel har betydet, at ledningsevnen af råvandet fra V12 er så meget højere, 95 mS/m, end ved de to andre borer, 50 og 52 mS/m. Ledningsevnen i V12, som er bestemt af Københavns Miljølaboratorium, er sandsynligvis fejlbehæftet, idet også ledningsevne-loggen fra denne boring (Bilag V12,2) viser, at ledningsevnen burde ligge i niveauet 48-50 mS/m v. aktuel temperatur 9,9 C⁰ svarende til 53-55 mS/m (v. 12 C⁰).

8. BILAGSLISTE

Bilag Ø13.1	GEUS (DGU) Boreprofilbeskrivelse fra boring Ø13 (200.4344)
Bilag Ø13.2	Borehulslogs fra boring Ø13
Bilag Ø11.1	GEUS (DGU) Boreprofilbeskrivelse fra boring Ø11 (193.1588)
Bilag Ø11.2	Borehulslogs fra boring Ø11
Bilag V12.1	GEUS (DGU) Boreprofilbeskrivelse fra boring V12 (193.1586)
Bilag V12.2	Borehulslogs fra boring V12
Bilag STRAT G+R	Gamma- og Resistivitets-log korrelation mellem boringerne.
Bilag STRAT G+I	Gamma- og Induktions-log korrelation mellem boringerne.

DGU arkivnr : 200. 4344 side 1

Borested : Nørrekærvej 1, Egholm kildeplads
3660 Stenløse
erstatningsbor. Egholm ø3a. - Åben kalkboring

Amt : 20 Frederiksborg
Kommune : 235 Stenløse

MOB-nr :
Brøndborer : Københavns Vandforsyning
BB-journr :

Prøver
-modtaget : 08-06-1998 antal : 29
-beskrevet : 20-08-1998 af : AGR/
-gemt i kasse : antal : 21

Boringsdato : 15-04-1998 4cm-kort : 1513 INV Koor.kval : Middel
Formål : Vandforsyningsboring UTM-zone : 32 Koor.kilde : Brøndborer
Anvendelse : UTM-koor : 701051, 6188387 Koor.metode : Afst. fra kortkanter
Boremetode : Tørboring/slagboring Kote : 17.33

Borerør			Forerør			Filtre			Ydelse	Sænkning	Vandstand	Pejledato
Diameter	Top	Bund	Diameter	Top	Bund	Diameter	Top	Bund	m ³ /t	meter	mut	
36.80 cm	0.00-	24.80	25.00 cm	0.00-	23.80	0.00	23.80-	110.00	10.00	0.30	1.83	15-04-1998
31.20 cm	24.80-	110.00		-			-		20.60	0.60		
	-			-			-		100.00	3.80		

Lerspærre : 0.0- 23.8 - - - - -

Notater : 368mm casing til 24.79m.u.t.

Nr	Meter under terræn			DGU symbol	Aflejrings-		Beskrivelse
	Top	Bund	Prøve		miljø	alder	
1	0.00-	0.60	0.20	m	ter	pg	MULD, indh. af planterester, mørk brun, kalkfri, (muld).
2	0.60-	1.30	0.60	s	glg	gl	SAND, mest fint, siltet, svagt indh. af planterester, oliven, kalkfri, (sand).
3	1.30-	5.60	1.30	ml			LER, siltet, sandet, svagt gruset, lys olivenbrun, kalkholdig, "moræneler", Note: få rester af recente planterødder.
4	5.60-	7.80	5.60	ml			LER, siltet, gruset, stenet, svagt sandet, olivengrå, kalkholdig, "moræneler".
5	7.80-	12.10	7.80	ds			SAND, fint og mellem, gruset, stenet, olivengrå, kalkholdig, "smeltevandssand".
6	12.10-	12.60	12.10	dz			STEN, gråbrun, kalkholdig, "smeltevandssten", Note: Sten af krystalline bjergarter.
7	12.60-	17.30	12.60	ml			LER, siltet, sandet, gruset, olivengrå, kalkholdig, "moræneler", Note: Mange kalkklaster i grusfraktionen.
8	17.30-	19.10	17.30	dz			STEN, gråbrun, kalkholdig, "smeltevandssten", Note: Sten af krystalline bjergarter.
9	19.10-	20.50	19.10	dz	x		STEN, lys olivengrå, stærkt kalkholdig, "smeltevandssten", Note: Mange sten af hærnet kalksandkalk, en del fint sand med prøven.

Fortsættes...

Nr	Meter under terræn			DGU symbol	Aflejrings- miljø alder		Beskrivelse
	Top	Bund	Prøve				
10	20.50-	23.60	20.50	kk	mar dan	x	KALK/KRIDT, hård, sandet, flint-holdig, lys grå, "kalksandskalk", Note: Nogle gruskorn af krystalline bjergarter.
11	23.60-	24.80	23.60	lk		x	KALK/KRIDT, blød, lys grå, "coccolithkalk/slamkalk", Note: Slamkalk i siltfraktionen. En del silificeret kalk.
12	24.80-	25.00	25.00	kk		x	KALK/KRIDT, hård, lys grå, "kalksandskalk".
13	25.00-	30.00	30.00	kk		x	KALK/KRIDT, hård, sandet, flint-holdig, lys grå, "kalksandskalk".
14	30.00-	35.00	35.00	kk		x	KALK/KRIDT, hård, flint-holdig, sandet, lys gulgrå, "kalksandskalk".
15	35.00-	40.00	40.00	kk		x	KALK/KRIDT, hård, stærkt flint-holdig, sandet, lys grå, "kalksandskalk".
16	40.00-	45.00	45.00	kk		x	KALK/KRIDT, hård, stærkt flint-holdig, sandet, lys grå, "kalksandskalk".
17	45.00-	50.00	50.00	kk		x	KALK/KRIDT, hård, lys grå, "kalksandskalk".
18	50.00-	55.00	55.00	kk		x	KALK/KRIDT, hård, sandet, flint-holdig, lys grå, "kalksandskalk".
19	55.00-	60.00	60.00	kk		x	KALK/KRIDT, hård, sandet, flint-holdig, lys grå, "kalksandskalk".
20	60.00-	65.00	65.00	kk		x	KALK/KRIDT, hård, stærkt flint-holdig, sandet, grå, "kalksandskalk".
21	65.00-	70.00	70.00	kk		x	KALK/KRIDT, hård, sandet, svagt flint-holdig, lys gulgrå, få bryozøer, "kalksandskalk", ANA: analyseslemning, Note: Prøven svagt slammet.
22	70.00-	75.00	75.00	kk		x	KALK/KRIDT, hård, sandet, svagt flint-holdig, lys gulgrå, svagt glaukonit-holdigt, "kalksandskalk", ANA: analyseslemning, Note: Prøven slammet.
23	75.00-	80.00	80.00	lk	mar dan	x	KALK/KRIDT, blød, slammet, flint-holdig, grå, "coccolithkalk/slamkalk", ANA: coccolith analyse, Note: Slamkalken iblandet mange hårde stykker kalksandskalk.
24	80.00-	85.00	85.00	kk	mar dan	x	KALK/KRIDT, hård, sandet, flint-holdig, grå, "kalksandskalk", Note: En del klumper slamkalk og slam i prøven.
25	85.00-	90.00	90.00	lk	mar dan	x	KALK/KRIDT, blød, flint-holdig, grå, "coccolithkalk/slamkalk", ANA: coccolith analyse, Note: Slamkalken iblandet mange hårde stykker kalksandskalk med et svagt glauconitindhold.
26	90.00-	95.00	95.00	kk		x	KALK/KRIDT, hård, sandet, flint-holdig, grå, "kalksandskalk", ANA: coccolith analyse, Note: Lidt slam i prøven.
27	95.00-	100.00	100.00	sk	mar maa	x	KALK/KRIDT, blød, slammet, flint-holdig, hvidgrå, "skrivekridt", ANA: coccolith analyse, Note: En del hård stykker kalksandskalk med et svagt glaukonitindhold.

Fortsættes...

Nr	Meter under terræn			DGU symbol	Aflejrings-		Beskrivelse
	Top	Bund	Prøve		miljø	alder	
28	100.00-105.00	105.00		sk	mar maa	x	KALK/KRIDT, meget blød, stærkt slammet, svagt flint-holdig, lys grå, "skrivekridt", Note: Nogle hårde stykker kalksandskalk. Blanding af lysgrå og g å mere leret kalk.
29	105.00-110.00	110.00		sk	mar maa	x	KALK/KRIDT, meget blød, stærkt slammet, svagt flint-holdig, hvidgrå, "skrivekridt", ANA: coccolith analyse, Note: Nogle hårde stykker kalksandskalk med svagt indhold af gla ukonit.

Aflejringsmiljø / Alder - oversigt

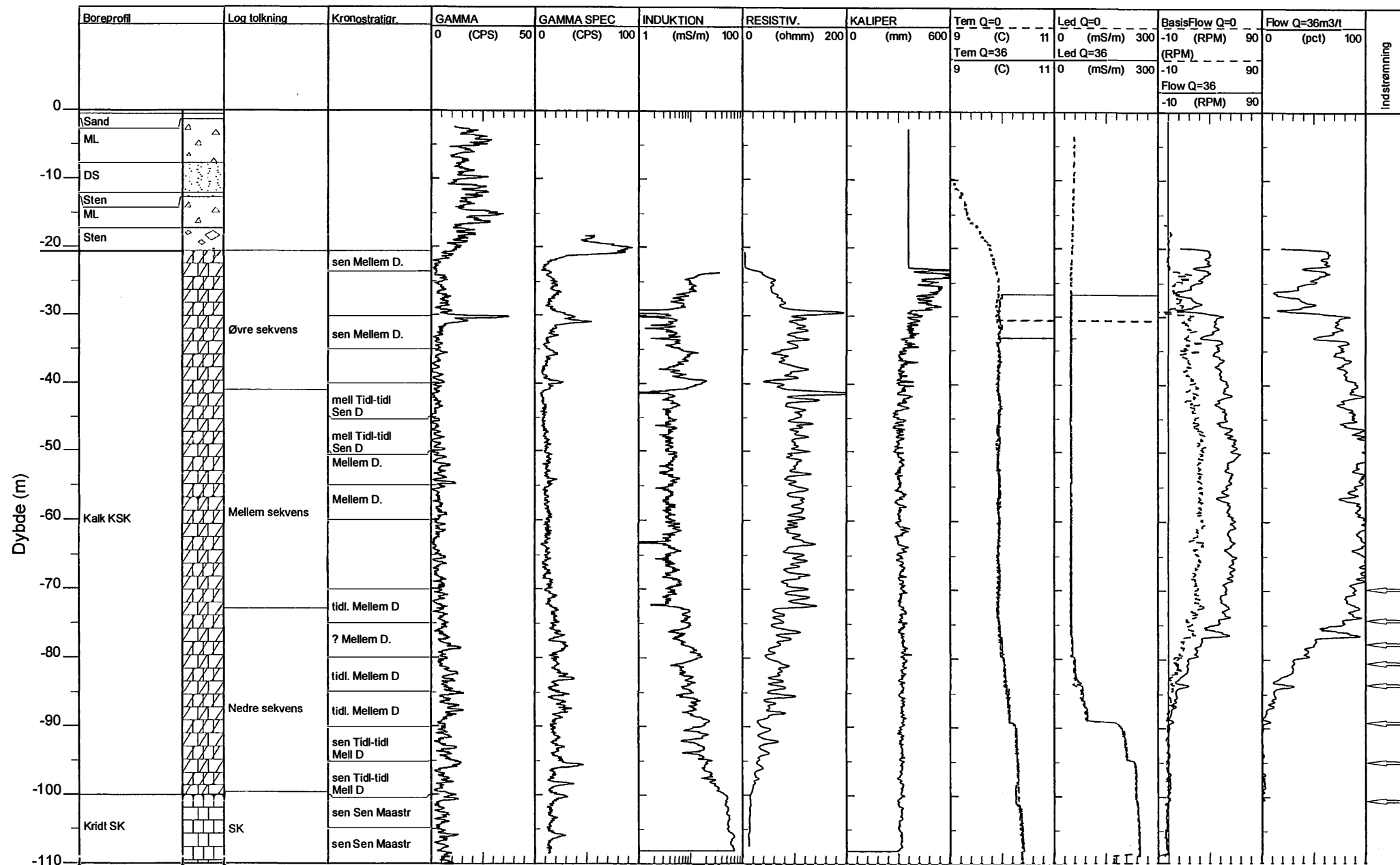
1	0.0 - 0.6	terrigen - postglacial
2	0.6 - 20.5	glacigen - glacial
3	20.5 - 75.0	marin - danien
4	75.0 - 80.0	marin - danien
5	80.0 - 85.0	marin - danien
6	85.0 - 95.0	marin - danien
7	95.0 - 100.0	marin - maastrichtien
8	100.0 - 105.0	marin - maastrichtien
9	105.0 - 110.0	marin - maastrichtien

Slut på boring

Boring Ø13 (200.4344)

Egholm kildeplads, 02.04.98

Reference: terrain (= kote +17.33 m)



DGU arkivnr : 193. 1588 side 1

Borested : Nørrekærvej 1, Egholm kildeplads
3660 Stenløse
erstatningsbor. Egholm ø1b. - Åben kalkboring

Amt : 20 Frederiksborg
Kommune : 235 Stenløse

MOB-nr :
Brøndborer : Københavns Vandforsyning
BB-journr :

Prøver
-modtaget : 08-06-1998 antal : 23
-beskrevet : 08-09-1998 af : AGR/
-gemt i kasse : antal : 0

Boringsdato : 04-05-1998 4cm-kort : 1514 IISV Koor.kval : Middel
Formål : Vandforsyningsboring UTM-zone : 32 Koor.kilde : Brøndborer
Anvendelse : UTM-koor : 700749, 6188506 Koor.metode : Afst. fra kortkanter
Boremetode : Tørboring/slagboring Kote : 16.30

Borerør			Forerør			Filtre			Ydelse	Sækning	Vandstand	Pejledato
Diameter	Top	Bund	Diameter	Top	Bund	Diameter	Top	Bund	m ³ /t	meter	mut	
36.80 cm	0.00-	22.80	25.00 cm	0.00-	23.80	0.00	23.80-	90.00	50.00	3.10	0.92	03-05-1998
31.20 cm	22.80-	90.00		-			-		70.40	4.50	1.12	05-05-1998
	-			-			-		96.50	6.70		

Lerspærre : 0.0- 22.8

Notater : 368mm casing til 22.8m.u.t.

Nr	Meter under terræn			DGU symbol	Aflejrings- miljø alder	Beskrivelse
	Top	Bund	Prøve			
1	0.00-	1.50	-	m	ter pg	MULD, tørve-holdig, svagt sandet, indh. af planterester, mørk brun, kalkfri, (muld).
2	1.50-	2.10	1.50	ft	lim pg	TØRV, indh. af planterester, mørk brun, kalkfri, (postglacial ferskvandstørv).
3	2.10-	6.70	2.10	fl		LER, sandet, svagt indh. af planterester, mørk oliven, nogle planterødder, kalkholdig, (postglacial ferskvandsler).
4	6.70-	10.20	6.70	dg	glg gl	GRUS, mest groft, stenet, svagt leret, mørk oliven, kalkholdig, "smeltevandsgnus".
5	10.20-	14.60	10.20	ml		LER, olivengrå, kalkholdig, "moræneler".
6	14.60-	15.80	14.60	ml		LER, sandet, siltet, olivengrå, kalkholdig, "moræneler".
7	15.80-	17.10	15.80	ml		LER, siltet, sandet, gruset, olivengrå, kalkholdig, "moræneler".
8	17.10-	18.30	17.10	dz		STEN, lys olivengrå, kalkholdig, "smeltevandssten", Note: En del sten af stærkt hærnet kalk (spar). Bunddybde jf. b røndbore 18.4, ændret til 18.3.
9	18.30-	18.40	18.40	kk	mar dan	KALK/KRIDT, hård, lys grå, "kalksandskalk", Note: kalken udviklet som en spar.

Fortsættes...

Nr	Meter under terræn			DGU symbol	Aflejrings- miljø alder	Beskrivelse
	Top	Bund	Prøve			
10	18.40-	25.00	25.00	lk	mar dan	KALK/KRIDT, blød, slammet, grå, "coccolithkalk/slamkalk", Note: Flinten lysgrå.
11	25.00-	30.00	30.00	zk		KALK/KRIDT, hård, stærkt flint-holdig, grå, (danien kalk, kalk og flint), Note: Flinten grå og sortgrå.
12	30.00-	35.00	35.00	zk		KALK/KRIDT, hård, stærkt flint-holdig, klumper af ler, grå, (danien kalk, kalk og flint), Note: Flinten grå og sortgrå. Lerklumper af fedt gråbrunt kalkho ldigt ler.
13	35.00-	40.00	40.00	kk		KALK/KRIDT, hård, mange klumper af ler, sandet, grå, "kalksandskalk", Note: Flinten grå og sortgrå. Lerklumper af fedt gråbrunt kalkho ldigt ler med laminæ og klumper af kalk.
14	40.00-	45.00	45.00	lk		KALK/KRIDT, blød, stærkt slammet, lys grå, "coccolithkalk/slamkalk", Note: Flinten grå.
15	45.00-	50.00	50.00	lk		KALK/KRIDT, blød, stærkt slammet, stærkt flint-holdig, lys grå, "coccolithkalk/slamkalk", Note: Flinten grå og sortgrå.
16	50.00-	55.00	55.00	bk		KALK/KRIDT, hård, flint-holdig, sandet, lys grå, nogle bryzoer, "bryozokalk", Note: Flinten grå og sortgrå.
17	55.00-	60.00	60.00	k		KALK/KRIDT, grå, (kalk, kridt kalksten), Note: Blanding af hård kalksandskalk og slamkalk. Flinten grå og sortgrå.
18	60.00-	65.00	65.00	kk		KALK/KRIDT, hård, sandet, flint-holdig, lys grå, "kalksandskalk", Note: Flinten grå og sortgrå.
19	65.00-	70.00	70.00	kk		KALK/KRIDT, hård, sandet, flint-holdig, klumper af kalk/kridt, lys grå, "kalksandskalk", Note: Flinten sortgrå, kalkklumper af blød slamkalk.
20	70.00-	75.00	75.00	kk		KALK/KRIDT, hård, sandet, flint-holdig, klumper af kalk/kridt, lys grå, "kalksandskalk", Note: Flinten sortgrå og grå., kalkklumper af blød slamkalk.
21	75.00-	80.00	80.00	lk		KALK/KRIDT, blød, stærkt slammet, flint-holdig, grå, "coccolithkalk/slamkalk", Note: En del hårde stykker kalksandskalk.
22	80.00-	85.00	85.00	kk		KALK/KRIDT, hård, grå, "kalksandskalk", Note: Mange klumper af slamkalk.
23	85.00-	90.00	90.00	kk		KALK/KRIDT, hård, grå, "kalksandskalk".

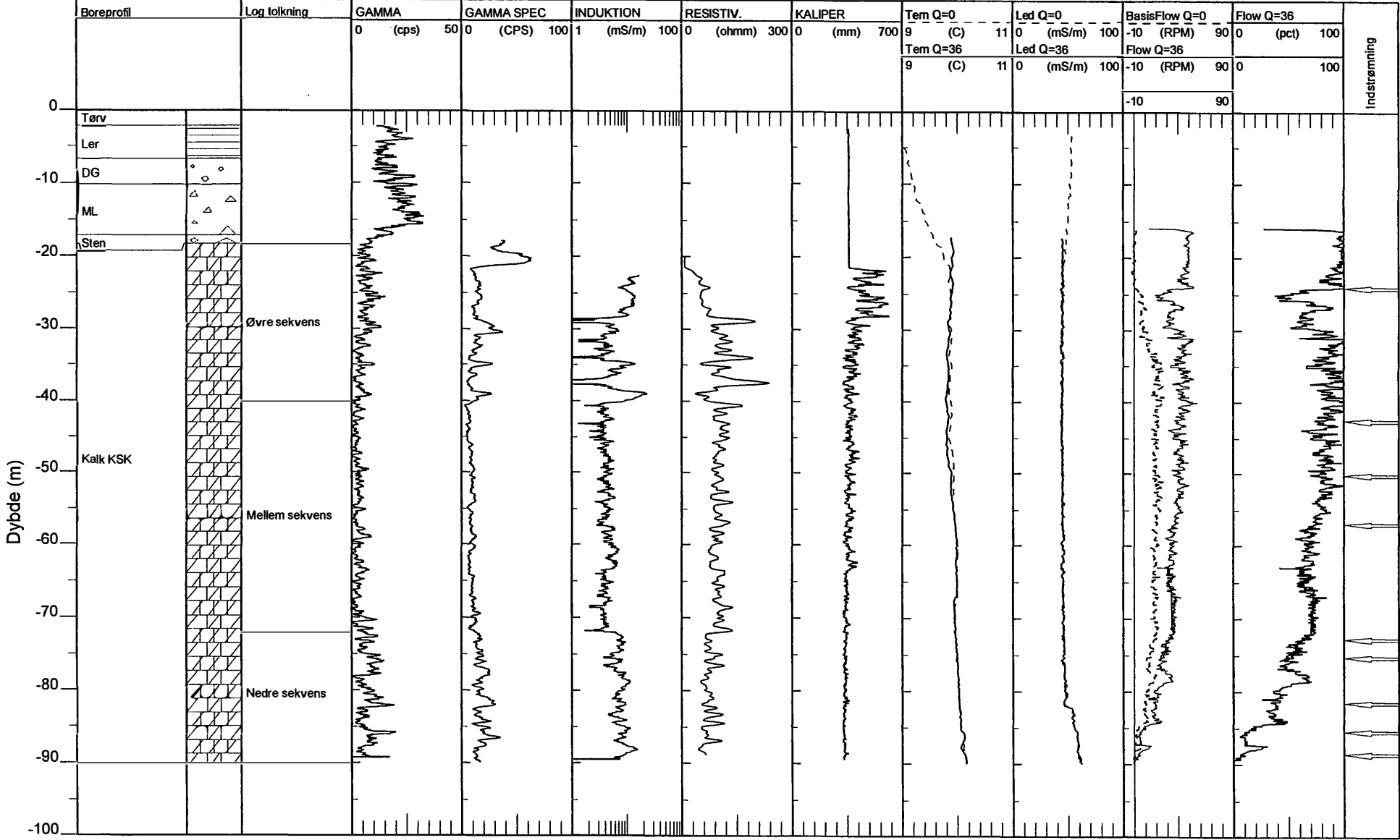
Fortsættes...

Aflejringsmiljø / Alder - oversigt

1	0.0 - 1.5	terrigen - postglacial
2	1.5 - 6.7	limnisk - postglacial
3	6.7 - 18.3	glacigen - glacial
4	18.3 - 90.0	marin - danien

Slut på boring

Boring Ø11 (193.1588)
Egholm Kildeplads, 22.04.98
Reference: terrain (kote +16,30 m)



DGU arkivnr : 193. 1586 side 1

Borested : Nørrekærvej 1, Egholm kildeplads
3660 Stenløse
erstatningsbor. Egholm v2b. - Åben kalkboring

Amt : 20 Frederiksborg
Kommune : 235 Stenløse

MOB-nr :
Brøndborer : Københavns Vandforsyning
BB-journr : Egholm

Prøver
-modtaget : 23-11-1998 antal : 22
-beskrevet : af : AGR/
-gemt i kasse : antal : 0

Boringsdato : 29-05-1998 4cm-kort : 1514 IISV Koor.kval : Middel
Formål : Vandforsyningsboring UTM-zone : 32 Koor.kilde : Brøndborer
Anvendelse : UTM-koor : 700192, 6188820 Koor.metode : Afst. fra kortkanter
Boremetode : Kote : 15.65

Borerør			Forerør			Filtre			Ydelse	Sækning	Vandstand	Pejledato
Diameter	Top	Bund	Diameter	Top	Bund	Diameter	Top	Bund	m ³ /t	meter	mut	
36.80 cm	0.00-	22.80	25.00 cm	0.00-	23.80	0.00	23.80-	90.00	10.20	1.40	0.12	30-08-1998
31.20 cm	22.80-	90.00		-			-		20.10	3.20	-0.01	31-08-1998
	-			-			-		50.00	10.90		

Lerspærre : 0.0- 22.8 22.8- 23.8 - - - - -

Notater : 368mm stål casing til 22.8m.u.t.

Meter under terræn			DGU Aflejrings-			Beskrivelse
Nr	Top	Bund	Prøve	symbol	miljø alder	
1	0.00-	0.20	-	ft	lim pg	TØRV, indh. af planterester, muld-holdig, sortbrun, kalkfri, (postglacial ferskvandstørv).
2	0.20-	1.80	0.50	ft		TØRV, indh. af planterester, sortbrun, kalkfri, (postglacial ferskvandstørv).
3	1.80-	3.40	3.00	ds	glg gl	SAND, fint og mellem, gulbrun, kalkholdig, "smeltevandssand".
4 s	3.40-	7.50	5.00	dg		GRUS, usorteret, stærkt stenet, lys gulbrun, kalkholdig, "smeltevandssand".
5 s	7.50-	12.50	10.00	ds		SAND, mellem og groft, gruset, stenet, gulbrun, kalkholdig, "smeltevandssand".
6 s	12.50-	17.50	15.00	dg		GRUS, usorteret, sandet, gråbrun, kalkholdig, "smeltevandssand", Note: sandet mellem og groft.
7	17.50-	21.30	20.00	dg		GRUS, usorteret, sandet, gråbrun, kalkholdig, "smeltevandssand", Note: sandet mellem og groft.
8	21.30-	21.50	21.50	ds		SAND, mellem og groft, gruset, stenet, lys brungrå, stærkt kalkholdig, "smeltevandssand", Note: Grus og sten af meget hård kalk (sparit), sedimentet stærkt kalkpræget.

Fortsættes...

Nr	Meter under terræn		Prøve	DGU		Aflejrings- miljø alder	Beskrivelse
	Top	Bund		symbol			
9	21.50-	25.00	-	kk		mar dan	KALK/KRIDT, hård, stærkt flint-holdig, svagt sandet, lys grå, "kalksandskalk", Note: Flinten lysgrå, enk. bløde slammede svagt sandede kalkklumper, kalk en sparit med få fossiler.
10	25.00-	30.00	-	kk			KALK/KRIDT, hård, stærkt flint-holdig, sandet, lys grå, "kalksandskalk", Note: Flinten lysgrå, enk. bløde slammede svagt sandede kalkklumper.
11	30.00-	35.00	-	kk			KALK/KRIDT, hård, sandet, flint-holdig, lys grå, "kalksandskalk", Note: Flinten lysgrå og mørk gråbrun, mange silicificerede kalkstykker.
12	35.00-	40.00	-	kk			KALK/KRIDT, hård, stærkt flint-holdig, sandet, lys grå, "kalksandskalk", Note: Flinten lysgrå og mørk gråbrun, mange silicificerede kalkstykker. E nk. grovgruskorn af krystallinge bjergarter.
13	40.00-	45.00	-	kk			KALK/KRIDT, hård, flint-holdig, sandet, klumper af kalk/kridt, lys grå, "kalksandskalk", Note: Flinten mørkgråbrun til gråbrun, kalkklumper i prøven af grå slamka lk, heri enk. lerslirer. En krystalling bjergart i grovgrusfraktionen.
14	45.00-	50.00	-	zk			FLINT, klumper af kalk/kridt, grå, (danien kalk, kalk og flint), Note: Flinten også mørk gråbrun. Enk. grovgruskorn af krystalline bjergar tsfragmenter.
15	50.00-	55.00	-	kk			KALK/KRIDT, hård, stærkt flint-holdig, sandet, lys grå, "kalksandskalk", Note: Flinten mørk gråbrun.
16	55.00-	60.00	-	kk			KALK/KRIDT, hård, sandet, flint-holdig, klumper af kalk/kridt, lys grå, få bryozoer, "kalksandskalk", Note: Flinten mørk gråbrun, klumper af sandet slamkalk, Enk. grovgruskron af krystalline bjergarter.
17	60.00-	65.00	-	kk			KALK/KRIDT, hård, stærkt flint-holdig, sandet, klumper af kalk/kridt, lys grå, "kalksandskalk", Note: Flinten mørk gråbrun, klumper af sandet slamkalk. Enk. grovgruskorn af krystalline bjergarter.
18	65.00-	70.00	-	kk			KALK/KRIDT, hård, sandet, flint-holdig, lys gulgrå, "kalksandskalk", Note: Flinten gråbrun og mørk gråbrun., enk. bryozoer.
19	70.00-	75.00	-	kk			KALK/KRIDT, hård, sandet, flint-holdig, lys grå, "kalksandskalk", Note: Flinten mørk gråbrun.
20	75.00-	80.00	-	kk			KALK/KRIDT, hård, sandet, flint-holdig, lys grå, "kalksandskalk", Note: Flinten mørk gråbrun.
21	80.00-	85.00	-	kk			KALK/KRIDT, hård, stærkt flint-holdig, sandet, lys grå, "kalksandskalk", Note: Flinten mørk gråbrun.

Fortsættes...

DGU arkivnr : 193. 1586 side 3

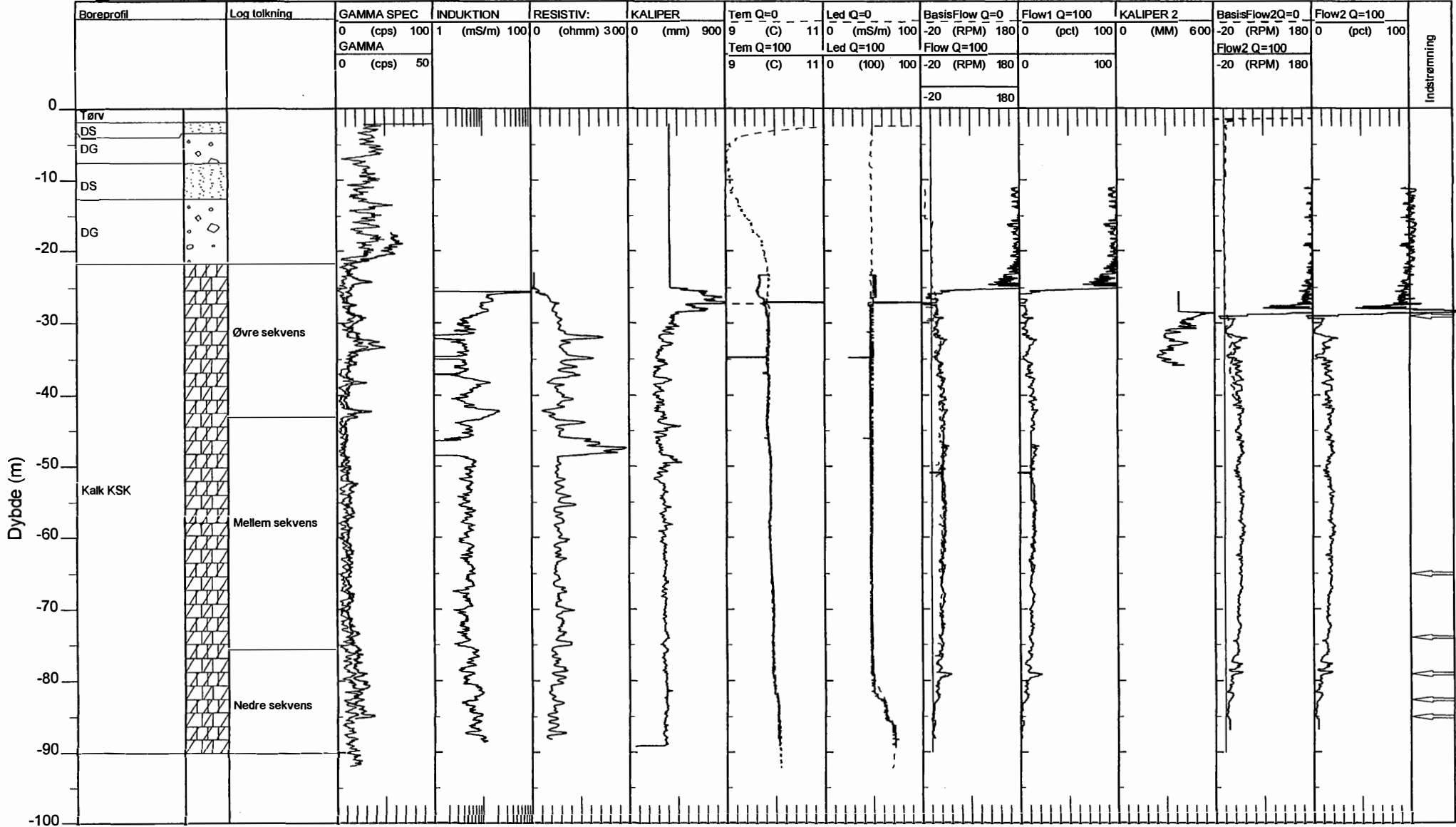
Nr	Meter under terræn			DGU	Aflejrings-		Beskrivelse
	Top	Bund	Prøve	symbol	miljø	alder	
22	85.00-	90.00	-	<u> </u> kk	mar	dan	KALK/KRIDT, hård, sandet, flint-holdig, lys grå, "kalksandkalk", Note: Flinten mørk gråbrun.

Aflejringsmiljø / Alder - oversigt

1	0.0 -	1.8	limnisk - postglacial
2	1.8 -	21.5	glacigen - glacial
3	21.5 -	90.0	marin - danien

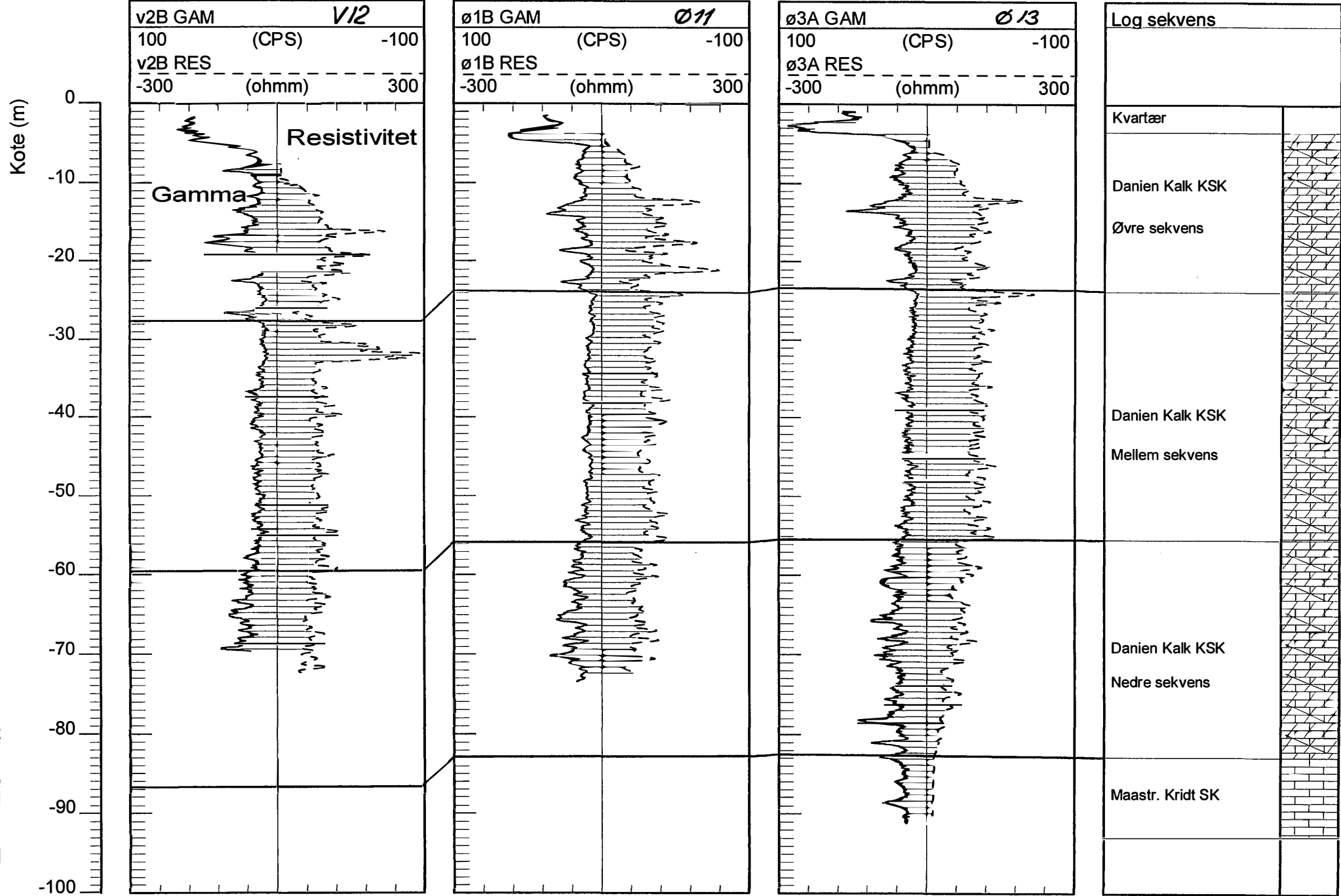
Slut på boring

Boring V12 (193.1586)
Egholm Kildeplads, 19. og 25.05.98
Reference: terrain (=kote +15,65 m)



Log korrelation af v2B, ø1B og ø3A
Egholm kildeplads, april-maj 1998

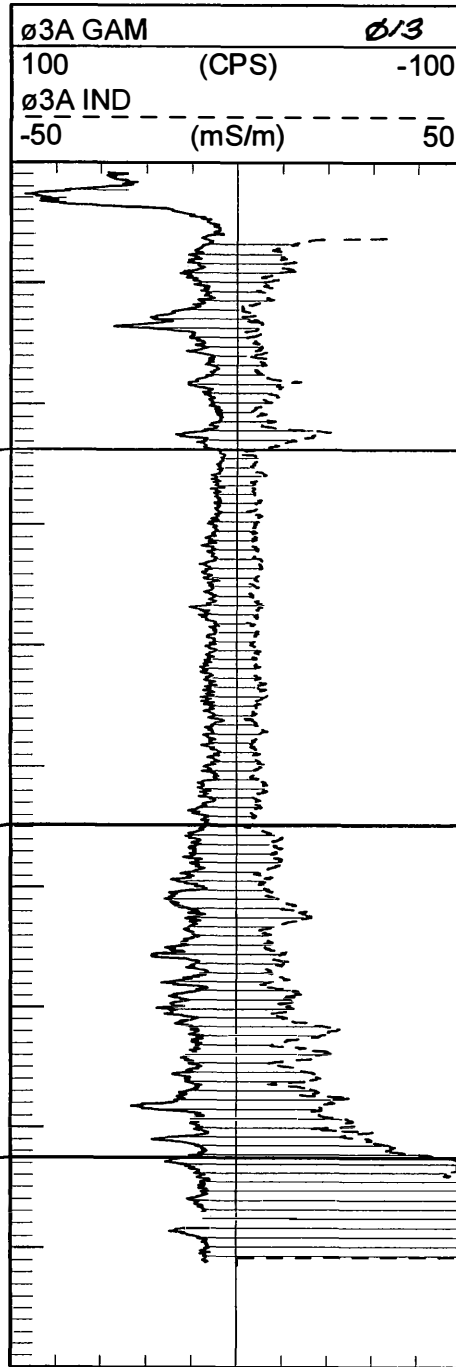
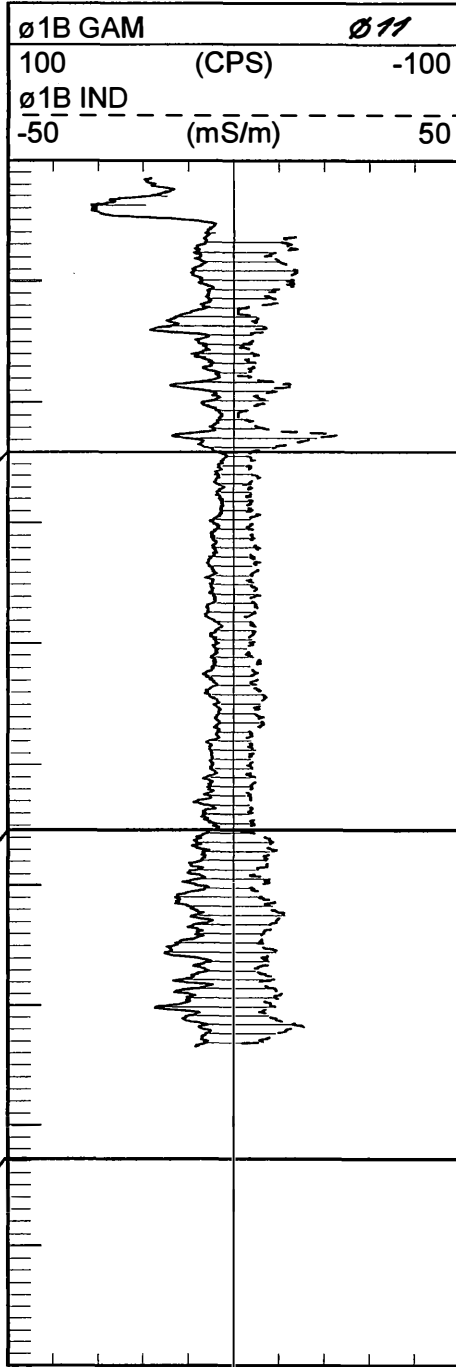
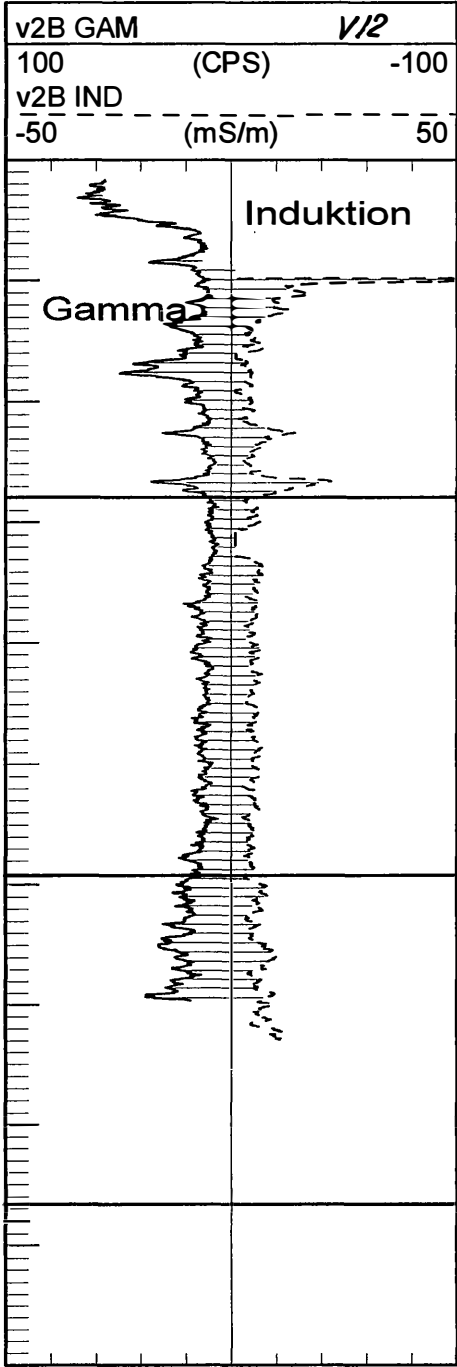
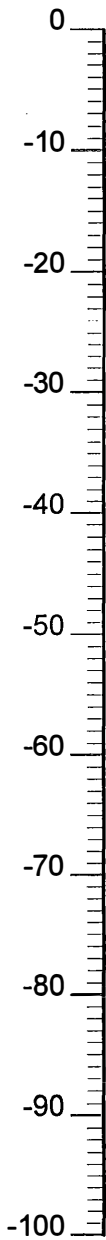
Bilag STRAT G+R



Log korrelation af v2B, ø1B og ø3A
Egholm kildeplads, april-maj 1998

Bilag STRAT G+I

Kote (m)



Log sekvens	
Kvartær	
Danien Kalk KSK Øvre sekvens	
Danien Kalk KSK Mellem sekvens	
Danien Kalk KSK Nedre sekvens	
Maastr.Kridt SK	