

Karlsunde Kildeplads, Københavns Vandforsyning

Hydrogeologi og Indvindingsmuligheder

Kurt Klitten



Karlsunde Kildeplads, Københavns Vandforsyning

Hydrogeologi og Indvindingsmuligheder

Kurt Klitten

Indhold

1. INTRODUKTION	3
2. SAMMENFATNING	4
3. NY ERSTATNINGSBORING 2A	8
3.1 Baggrund, udførelse og logging program	8
3.2 Boreprofil - Geologi	9
3.3 Indstrømningsfordeling	9
3.4 Ledningsevne og saltvand	10
3.5 Prøvepumpningsresultat	11
4. KILDEPLADSENS HYDROGEOLOGI	12
4.1 Indstrømningsfordeling, specifik kapacitet og T-værdier i kalken	12
4.2 Danien - Skrivekridt grænsen, samt forekomst af Kjølbjerg mergel	13
5. FREMTIDIG INDVINDING	16
5.1 Vandkvalitetsmæssige risici	16
5.2 Styring af indvindingen efter vandspejl	17
5.3 Udvidelse af kildepladsen	18
6. BILAGSLISTE	19

1. INTRODUKTION

I 1997 etablerede Københavns Vandforsyning en ny indvindingsboring (2A) på Karlslunde kildeplads. Boringen er ført ned til ca. 110 m.u.t. For Københavns Vandforsyning er der ligeledes i 1997 udført logging undersøgelse af dels en ældre og dels den nye indvindingsboring på kildepladsen. Endvidere er der foretaget en gennemgang af eksisterende relevant datamateriale fra kildepladsen, herunder også Københavns Universitets gamma- og resistivitslogs fra to andre boringer på kildepladsen. Alle ovennævnte undersøgelser sammen med de udførte prøvepumpnings- og vandkvalitetstest af den nye boring har dannet baggrund for nærværende rapport.

Rapporten er udarbejdet med henblik på dels at være en rapportering til Roskilde Amt over den nye erstatnings-og undersøgelsesboring 2A (DGU 207.3476) jævnfør vilkår i bo-retilladelsen af 21. marts 1997 (J.nr. 8-77-11-253-1-96), og dels at være en redegørelse for de hydrogeologiske forhold på kildepladsen og for de dertil knyttede indvindingsmuligheder således, som de tegner sig på basis af de foreliggende data.

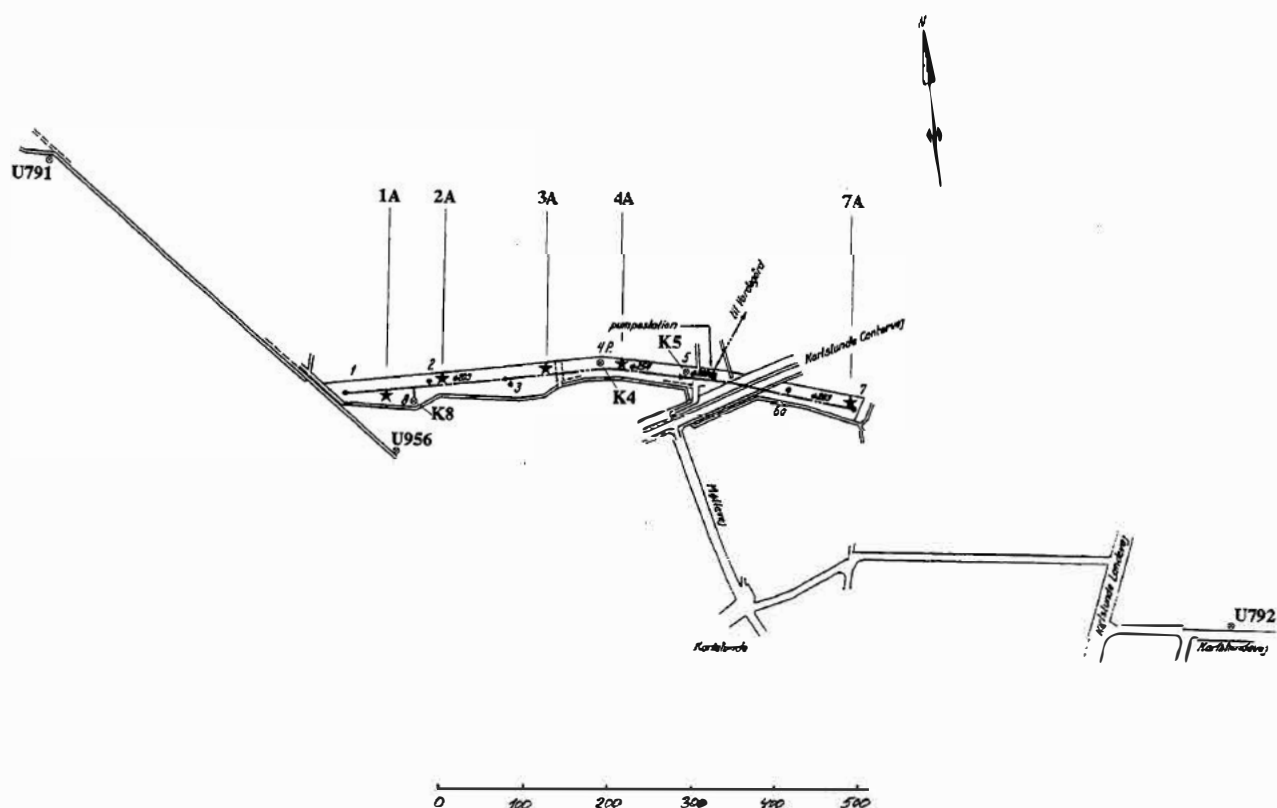


Fig. 1. De undersøgte boringer og pejleboringers placering på Karlslunde kildeplads.

2. SAMMENFATNING

Siden december 1986, hvor boring 7A blev taget ud af drift, har kildepladsen omfattet tre ca. 63 m dybe borer, 1A, 3A og 4A. Disse borer og 7A er alle fra 1984, og er alle filtersatte fra ca. top af kalk og til bund. Den nye boring er ca. 110 m dyb og uforet fra ca. 3 m under top kalk.

Kildepladsens nu i alt fire borer er beliggende med en indbyrdes afstand på ca. 100 m på en øst-vestlig ca. 300 m lang linie vest for Karlslunde Centervej (Fig.1.).

Terrænkoten ved borerne falder fra +20,1 m ved boring 1A mod øst til kote +19,2 m ved 4A. "Ro-vandsspejlet" i kalken ved langtids stop af indvinding fra kildepladsen ligger i kote +16 til +17, d.v.s 3-4 m u.t.

Regional geologi

Den prækvartære overflade følger i store træk den topografiske og hælder således jævnt mod øst indefra landet, fra kote ca. +30 m ved Tune og ud mod Køge Bugt til kote ca. -20 m., se Fig.2.

Den yngste prækvartære serie, Danienkalken, har en mægtighed på over 70 m inde i landet, som aftager markant mod øst. Tæt på selve kysten er kalken borteroderet af isen således, at det underliggende skrivekridt, fra Senon, langs kysten har direkte kontakt til de glaciæle aflejringer.

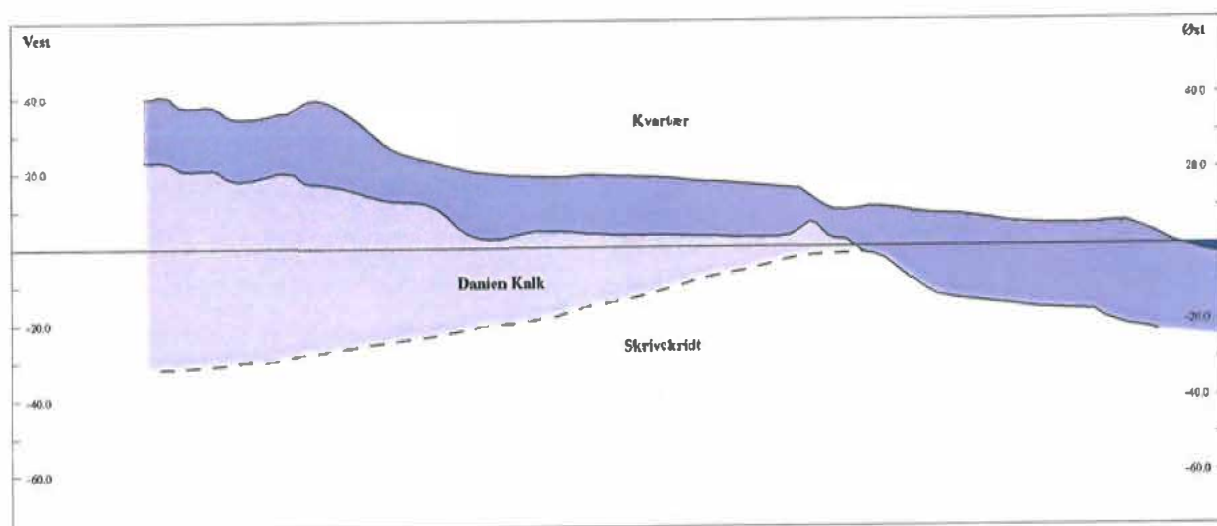


Fig.2. Simplificeret geologisk snit fra Tune over Karlslunde kildeplads til kysten.

Mægtigheden af de glaciale aflejringer varierer mellem ca. 5 og 35 m. Den kvartære lagfølge domineres af moræner med spredte smeltevandsaflejringer. Morænen er kalkrig, ret homogen og leret.

Det regionale primære grundvandsmagasin består af de prækvartære aflejringer, Danienkalken og det Senone skrivekridt. Grundvandspotentialet er faldende indefra land og ud mod kysten resulterende i en grundvandsstrømning mod Ø-SØ. Kalk/kridt reservoiret veksler mellem at være artesiske og frit.

De mindre sandlommer, som ligger i morænen, er i de fleste tilfælde vandførende, men deres betydning som ressource er helt underordnet i forhold til kalk/kridt reservoiret.

Geologi/hydrogeologi i næromgivelserne til Karlstrup kildeplads

Det kvartære dæklag, som overvejende består af moræner, er 13-19 m tykt. Den underliggende Danien kalk er ca. 18-25 m tyk og består i den nye boring øverst af ca. 1,5 m blød slamkalk, derunder ca. 3,5 m hård kalksandkalk og endelig ca. 16 m bryozokalk. I de 4 ældre borer fra 1984 er Danienkalken kun beskrevet som bryozokalk.

I skrivekridtet, hvis overflade ligger i ca. kote -16 til -21 m, træffes der 9-13 m under grænsen til Danien den regionalt optrædende og 0,5-1,5 m tykke Kjølbjerg mergel. Danienkalken kiler ud mod øst samtidig med at skrivekridtoverfladen her ligger højere. Skrivekridtet udgør således prækvartæroverfladen fra ca. 2 km øst for kildepladsen og ud under kysten, hvorimod dets overflade dykker mod vest og nordvest samtidig med, at den overliggende Danienkalks overflade her ligger højere. Alt i alt betyder dette, at kalkens tykkelse øges mod nordvest og vest og, at der optræder stadig yngre Danienkalk øverst i prækvartæret, jo længere mod vest man kommer.

Det primære grundvandsspejl i området omkring kildepladsen såvel som prækvartæroverfladens højdeforhold synes at hænge nøje sammen med ovennævnte optræden af Danienkalken i forhold til skrivekridtet, idet såvel grundvandsspejlet som prækvartæroverfladen fra at ligge højt vest for en linie Karlstrup-Karlsunde-Greve, falder drastisk umiddelbart øst herfor således, at begge generelt ligger lavt, hvor skrivekridtet udgør prækvartæroverfladen.

Grundvandskemi/vandføringsevne

Saltholdigt grundvand blev ikke truffet i den ny boring og ligger således i en dybde større end 110 m under kildepladsen. Fra ca. 96 m dybde stiger ledningsevnen i porevandet i skrivekridtet fra ca. 50 mS/m til ca. 100 mS/m under 100 m dybde, hvorfor kloridindholdet fra denne dybde må regnes at være lettere forhøjet, d.v.s. 100-200 mg/l.

Vandføringsevnen er især knyttet til de øverste få meter af Danien kalken, idet helt op til 80-90 % af indstrømningen sker herfra under pumpning fra borerne. I den nye boring bidrager skrivekridtet dog med ca. 25 % af den totale indstrømning, hvilket resulterer i et højere indhold af fluorid, klorid og bikarbonat end i de tre øvrige borer, men dog stadig lavt for fluorid og klorid. I det hele taget er vandkvaliteten god i alle fire borer.

Korttidsprøvepumpning af den ny boring viste en lidt større T-værdi, $3,1 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sek}$, end fundet ved enkeltvis prøvepumpning på de andre tre boringer i 1984 ($0,5 - 1,8 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sek}$). Den højere T-værdi i den ny boring kan kun delvis skyldes den ekstra indstrømning, som er opnået fra den større boreddybde, idet denne ekstra indstrømning fra dybdeintervallet 63-110 m kun andrager ca. 10-15 % af den samlede ydelse og dermed kun ca. 10-15 % af den samlede T-værdi.

Begrænsninger for en øget fremtidig indvinding

Med hensyn til vurdering af størrelsen af den fremtidige indvinding fra kildepladsen synes den mest begrænsende faktor at være at undgå afsenkning til under kalkens overflade for derved at undgå risikoen for et for stort indhold af nikkel i det producerede vand. Kalkoverfladen under kildepladsen ligger i kote +1,9 til +4,7 og pejledata viser, at vandspejlet har været afsænket til lige omkring kote +4,5 på centrale dele af kildepladsen dels i årene 1986 og 87, dels i året 1991 og endvidere ved udgangen af 1996. I førstnævnte periode foregik indvindingen fra fire boringer (1A, 3A, 4A og 7A) og var i størrelsesorden 5-700.000 $\text{m}^3/\text{år}$, hvorimod den i de to sidstnævnte perioder kun var på ca. 410.000 $\text{m}^3/\text{år}$ og foregik fra tre boringer (1A, 3A og 4A). Nedbøren i de nævnte år var henholdsvis 556, 661, 673 og 466 mm.

Vandspejlsobservationerne er fra pejleboringerne K4, K5 og K8, som ligger tæt ved indvindingsboringerne. I selve pumpeboringerne har vandspejlet formodentlig været afsænket nogle få meter dybere og dermed til lige under eller meget nær kalkoverfladen. Om dette har haft nogen konsekvens for nikkel indholdet, kan ikke vides med sikkerhed, idet der ikke foreligger en tilstrækkelig tidsserie på nikkel. En råvandsanalyse fra 1995 fra kildepladsen såvel som to boringskontrol analyser fra samme år viser 4 $\mu\text{g}/\text{l}$, og den nylige analyse fra boring 2A viser 3 $\mu\text{g}/\text{l}$ nikkel. Det er dog næppe sandsynligt, at der tidligere har været væsentlig højere nikkel i det producerede vand fra kildepladsen

Den fremtidige indvinding

I betragtning af, at kildepladsens areal er blevet mindre ved lukning af boring 7A på den anden side af Karlslunde Centervej, og at en årlig indvinding på 410.000 m^3 fra de tre tilbageværende ældre boringer alene kan afsænke vandspejlet på kildepladsen til nær kalkoverfladen under normale nedbørsforhold, synes det ikke tilrådeligt at øge indvindingen på den eksisterende kildeplads til mere end 410.000 $\text{m}^3/\text{år}$, idet afsenkning af vandspejlet til under kalkoverfladen sandsynligvis vil mobilisere nikkel. Kun længerevarende perioder med ekstra nedbør kan berettige til en større årlig indvinding.

En generel øgning af indvindingen fra kildepladsen vil kræve en arealmæssig udvidelse af denne. En nylig boringskontrol analyse i pejleboring U791 ca. 450 m nordvest for kildepladsen viser 10 $\mu\text{g}/\text{l}$ nikkel, hvilket indikerer, at en udvidelse mod nordvest kan være risikabel. En udvidelse vil derfor antagelig være mere hensigtsmæssig mod nord-nordøst i retning af den centrale del af Vardegård kildeplads, som ligger ca. 1,5 km nordøst for Karlslunde kildeplads. Nye boringer ville herved blive placeret parallelt med såvel vandspejlskurverne som med kalkoverfladens højdekurver. Derved undgås det at placere nye indvindingsboringer i områder, hvor kalkoverfladen ligger højere, og hvor risikoen for af-

sænkning til under kalkoverfladen derfor er større. En sådan afsænkning er ikke tilrådelig jf. problemer med forhøjet nikkelindhold i grundvandet ved Vardegård kildeplads. Ved at placere borerne på linie vinkelret på trykgradienten, som er fra vest mod øst, opnås der samtidig også en bedre udnyttelse af de naturlige potentialforhold i kalkreservoiret .

3. NY ERSTATNINGSBORING 2A

3.1 Baggrund, udførelse og logging program

På basis af en indledende logging undersøgelse af boring 1A (se Appendix I) i juli 1997 anbefaledes det at lade den nye boring 2A udføre til endnu større dybde end de 63 m, som 1A og de øvrige boringer fra 1984 var ført ned til. Hensigten med den større dybde var dels at undersøge, om der i større dybde i skivekridtet skulle optræde zoner med stor vandføringsevne, og dels at bestemme dybden til det eventuelt mere saltholdige grundvand. I boring 1A viste vandet i bunden af boringen (63 m dybde) en lidt højere ledningsevne og temperatur end vandet fra de øvre indstrømningszoner, men var langt fra at være saltvandspåvirket, idet ledningsevnen kun var 53 mS/m. Størstedelen af den vandmængde, som produceres fra boring 1A, 95 %, kommer fra den øverste del af bryozokalken. De resterende 5 % indstrømmer i tre zoner i skivekridtet under Kjølbjerggård merglen, en mergel, der her optræder ca. 9 m under grænsen mellem bryozokalken og skivekridtet.

Placeringen af såvel den nye boring 2A som af kildepladsens ældre boringer ses på Fig. 1., side 3.

Boring 2A, som udførtes i august-september 1997, blev nedboret til 110 m dybde uden, at der under borearbejdet kunne konstateres nogen nævneværdig stigning i ledningsevnen på returskyllevandet. Kalken blev truffet fra 15 m dybde under terræn og stålforerør førtes ned til 18,7 m u.t. Efter renpumpning af boringen udførtes logging undersøgelsen den 11 september, men som det fremgår af nedenstående Tabel 1. blev ledningsevne-log under og uden pumpning gennemført senere, idet der opstod problemer med ledningsevne-sonden den 11 september.

Logging-undersøgelsen omfattede kaliber-log, ledningsevne-/temperatur-log dels uden og dels under pumpning, gamma-log, fokuseret resistivitets-log og endelig propel flow-log under pumpning, og resultaterne heraf ses på Bilag 1.

Tabel 1: Logging program udført i boring 2A (DGU 207.3476)

Log metode	11.09.97	16.09.97	5.11.97	Bemærkninger
Kaliber	+			Blød kalk m. sort flint fra 38 m
Ledningsevne-log v. 35 m ³ /t	Nej			Defekt i sonden!
Ledningsevne med MOBRO i 96 m fra start af pumpning og i 30 min.	+			Ændrer sig fra 48 til 60 mS/m, d.v.s. fra 74 til 90 mS/m v 25°C
Flow-log v. pumpning 35 m ³ /t	+			Pumpeindtag 14.5 m
Gamma-log	+			Spektral gamma udført 10.02.98
Fokus. Resistivitets-log	+			
DGI Ledningsevne-log v. pumpning 35 m ³ /t		+		Pumpeindtag 15 m, udtagning af vandprøve til analyse, Bilag 3.
GEUS Ledningsevne-log			+	2 Vandprøver i 108 m dybde

3.2 Boreprofil - Geologi

Ifølge GEUS's boreprofil (Bilag 2.), beskrevet på basis af de indsendte prøver for hver 0,5 m i de øverste 5 meter og derefter for hver 5 m, træffes kalken under 15 m moræneler og består øverst af blød coccolith slamkalk til 16,5 m, derunder en hård kalksandskalk til 20,0 m, hvorefter der træffes bryozokalk til 35-36 m og derunder skrivekridt i resten af boringen.

Gamma-loggen (Bilag 1.) viser et højt strålingsniveau ned til ca. 17 m dybde og ikke kun til 15 m, hvilket må skyldes, at den bløde slamkalk har højere stråling end det for kalk og kridt sædvanlige lave strålingsniveau, der ses i resten af boringen. Dog optræder der en enkelt signifikant gamma-marker horisont i ca. 48 m dybde. Grænsen mellem bryozokalk og skrivekridt i 35-36 m dybde giver sig ikke til kende på gamma-loggen, hverken ved en tydelig ændring i strålingsniveau eller ved tilstedeværelse af den gamma-marker, som normalt observeres i tilknytning til Fiskelers horisonten (ref.: O. Larsen), der jo repræsenterer indledningen til Danien perioden.

Resistivitets-loggen (Bilag 1.) giver kun meningsfyldte målinger under forerørets bund i 18,7 m. Der ses et markant skifte i 36 m dybde fra et mønster med varierende resistiviteter højere end 80 ohmm ovenover denne dybde til et mere ensartet lavt resistivitsniveau på ca. 50-60 ohmm nedenunder. Dette skifte i resistivitsmønsteret er karakteristisk for grænsen mellem Danien kalk og det underliggende skrivekridt. I ca. 48 m dybde ses et markant resistivitsminimum, d.v.s. i netop samme dybde som den ovenover nævnte gamma-marker. Tilstedeværelsen af såvel gamma- som resistivits-marker i samme horisont i en dybde mellem 8 og 15 m under top skrivekridt tolkes som tilstedeværelsen af den regionalt optrædende Kjølbygård mergel.

Kaliber-loggen (Bilag 1.) viser i Danien kalken en meget varierende diameter på mellem 320 og 400 mm, som efter overgangen til skrivekridtet bliver gradvis mindre, 300 mm, og med forholdsvis ringe variation ned til ca. 60 m. Fra denne dybde og ned til bunden bliver variationen i diameteren igen større, 260 - 325 mm.

3.3 Indstrømningsfordeling

Til vurdering af indstrømningsfordelingen til boringen under pumpning udførtes der en **propel flow-log** ved pumpning med 35 m³/t. Af denne (Bilag 1.) fremgår det, at ca. 75 % af indstrømningen sker i 19 m dybde, d.v.s. lige under forerøret, medens de resterende ca. 25 % indstrømmer fra fire zoner i skrivekridtet: Øverst ved grænsen til bryozokalk, den næste et par meter under Kjølbygård merglen, den tredje i ca. 85 m dybde og den fjerde i 93-94 m dybde. Endelig ses der en ganske svag strømning under denne dybde således, at der også må indstrømme en ubetydelig del i den nederste del af boringen.

De fire indstrømningszoner i skrivekridtet giver sig også til kende på **temperatur-log under pumpning** (Bilag 1.: Kurven Tem Q=35, fuld streg), idet der ses bratte ændringer i

temperaturen i omtrent de samme dybder, 37 m, 52 m, 85 m og i 94 m, som ved flow-loggen. Ved indstrømning af vand i disse dybder bliver den oprindelige temperatur på ca. 9.25 C⁰ i vandet fra bunden af boringen under strømningen opad mod pumpen ved hver indstrømningszone fortyndet med vand med lavere temperatur, således at vandets temperatur øverst i ca. 24 m er 8.35 C⁰. Der kunne ikke måles ovenover denne dybde, idet den fra Geoteknisk Institut udlånte sonde interfererede med elektronikken i pumpen og dermed gav usikre data.

De fire indstrømningszoner i skrivekridtet ses tilsvarende på **ledningsevne-log under pumpning** (Bilag 1.: Kurven Led Q=35, fuld streg), idet ledningsevnen ved bunden af boringen på 112 mS/m falder trinvis i de samme fire dybder til 45 mS/m øverst. Ledningsevne-loggen viser dog yderligere en indstrømningszone i ca. 100 m, idet der her også ses et fald. Den øverste indstrømningszone lige under forerøret kan ikke ses på hverken ledningsevne- eller temp.-log, fordi disse logs som nævnt ovenfor ikke kunne måles helt op til pumpen.

Den større boreddybde i den nye boring har således resulteret i et større bidrag til indstrømningen fra skrivekridtet (ca. 25% af pumpeydelsen) end observeret ved de fire ældre og mindre dybe borer på kildepladsen (5-10% af pumpeydelsen). Dette ses også ved et højere indhold af fluorid, klorid og bikarbonat i det producerede vand fra den nye boring (se Tabel 2. nedenfor). Det er dog stadig lavt for fluorid og klorid. I det hele taget er vandkvaliteten god i alle borerne, men 7A er nu lukket af andre grunde.

3.4 Ledningsevne og saltvand

Vandets ledningsevne i bunden af boringen under pumpning er som nævnt ovenfor ca. 112 mS/m v 9.25 C⁰, hvilket viser, at boringen er nået ned til grundvand med forhøjet kloridindhold i forhold til det kloridindhold på 15-20 mg/l, der har været kendetegnende for det producerede vand fra kildepladsen igennem mange år (se Tabel 2.). Ud fra indstrømningsfordelingen og ledningsevne-loggen under pumpning fås, at porevandets ledningsevne i størstedelen af skrivekridtet samt i Danien-kalken er 45-50 mS/m. Men resistivitets-loggen viser, at ledningsevnen i porevandet i skrivekridtet fra ca. 96 m dybde til ca. 100 m dybde er stigende til lidt over det dobbelte i forhold til ledningsevnen i porevandet ovenover. Ledningsevnen i porevandet under 100 m dybde er derfor 100-110 mS/m, d.v.s. samme størrelsesorden som påvist ved ledningsevne-loggen under pumpning.

Ved den senere (5.11.97) udførte ledningsevne- og temperatur-log uden pumpning (Bilag 1.: Kurven Led Q=0, stiplede streg) ses der en overraskende konstant ledningsevne på 47 mS/m hele vejen ned fra top af kalk til bund af boring. Dette er normalt et udtryk for en intern strømning i boringen fra top mod bund. Da den sammenhørende temperatur-log uden pumpning imidlertid ikke viser en tilsvarende konstant temperatur, men derimod er svagt stigende mod dybden, må den interne strømningshastighed mod bunden være endog meget lille. En vandprøve udtaget i 108 m dybde bekræftede teorien om den interne strøm-

ning nedad mod bunden, idet denne prøve viste 47 mg/l klorid. Endnu en vandprøve udtaget samme sted efter kun 15 min. pumpning med 215 l/t viste allerede en stigning til 92 mg/l, hvilket bekræfter tolkningen af tilstedeværelse af forhøjet kloridindhold i porevandet under 100 m dybde.

Ved sammenligning af temperatur-loggen under pumpning med den samme log uden pumpning ses der i øvrigt det bemærkelsesværdige, at de dels har omtrent samme forløb og dels at loggen uden pumpning viser 0.5 °C højere temperatur hele vejen ned i boringen. Denne forskel er vanskelig at forklare, idet det var at vente, at loggen under pumpning viser højest temperatur p.g.a. bidraget fra det normalt altid varmere vand nederst i en boring. En mulig årsag til denne "forkerte" forskel er, at de to logs ikke er målt med samme sonde. Den første log under pumpning den 16.9 er målt med Geoteknisk Instituts temp.-/ledningsevne-log, medens loggen uden pumpning den 5.11 er målt med GEUS's sonde, som lige var hjemkommet fra reparation og kalibrering hos fabrikanten i England.

Konkluderende må kloridindholdet i grundvandet fra 100 m dybde regnes at være lettere forhøjet til ca. 100-200 mg/l. Men da der kun sker en ubetydelig indstrømning i den nederste del af boringen under pumpning, er kloridindholdet i det producerede blandingsvand som nævnt ovenfor stadig lavt, 25 mg/l, men dog en anelse højere end, hvad der er normalt for de andre boringer (Tabel 2.). Vedr. vandanalyser fra boring 2A og U791: se Bilag 3 og 4.

Tabel 2: Udvalgte vandkemi parametre fra boringskontrol analyser fra kildepladsens boringer. Data fra 1995 er angivet i ().

Boring (207.xxx)	Prøve- tagning	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	NO ₃ mg/l	HCO ₃ mg/l	F mg/l	Fe mg/l	Ni mg/l
1A (2724)	18.04.84	18 (15)	45 (64)	0.020 (1.42)	360 (347)	0.66 (0.40)	1.10 (1.62)	(0.004)
2A (3476)	16.09.97	25	59	<0.005	394	0.94	1.22	0.003
3A (2727)	23.02.84	18 (18)	75 (65)	0.013 (<0.005)	372 (344)	0.75 (0.44)	0.92 (1.18)	(0.004)
4A (2725)	05.09.84	20	49	0.013	348	0.41	1.36	(0.004)*
7A (2726)	27.06.84	18	42	0.013	354	0.50	0.90	-
U791 (292)	23.07.97	19	99	<0.005	361	0.31	1.55	0.010

)*: Ni i 4A er indirekte, idet råvandsprøve=blandingsvand fra 1A, 3A og 4A viste 0.004 mg/l.

3.5 Prøvepumpningsresultat

Efter første runde af logging undersøgelsen den 11.9 afsluttedes færdigudbygningen af boringen med installation af 250 mm PVC foringsrør indeni stålforerøret (354 mm) til 18 m u.t. med betonudstøbning imellem PVC- og stålforingsrøret. Derefter udførtes der den 15.9 af Kbh. Vf. en 2 trins prøvepumpning med henholdsvis 30 m³/t (60 min) og 50 m³/t (60 min), som viser en T-værdi på 1' ste trin på 1,5*10⁻³ m²/sek og på andet trin T = 3,1*10⁻³ m²/sek. (Bilag 5.). Det ser således ud til, at T-værdien er blevet forbedret ved den højere ydelse, hvilket enten kan skyldes renpumpning af sprækkerne eller effekten af lækage fra matrix porøsitet i kalk/kridt reservoiret (dobbeltporøsitet).

4. KILDEPLADSENS HYDROGEOLOGI

4.1 Indstrømningsfordeling, specifik kapacitet og T-værdier i kalken

Kvartæret på kildepladen er 13 -19 m tykt ifølge nye og gamle boringer og består udelukkende af moræneler, som synes at være maget på de nederste få meter. Indvindingen har siden kildepladsens etablering i 1945 altid foregået fra kalken, men ved de fire nyere erstatningsboringer fra 1984 (1A, 3A, 4A og 7A), som blev boret til 63 m dybde, blev skrivekridtet også inddraget uden, at det dog bidrog væsentligt til den direkte indstrømning til boringerne. Flow-logs fra 1984 viser nemlig, at størstedelen (85 %) af indstrømningen skete i de øverste 3-4 m af kalken (Tabel 3.), hvilket er blevet bekræftet af den nye flow-log i boring 1A, se Appendix I. Alle fire boringer er imidlertid filtersat og med gruskastning. I sådanne kalkboringer viser de senere års erfaringer med flow-log før og efter filtersætning, at dele af en koncentreret indstrømning øverst i et filter i visse tilfælde skyldes vand, som indstrømmer fra dybereliggende zoner og strømmer opad udenfor filteret i gruskastningen og ind lige under forerøret.

Der foreligger T-værdi bestemmelser (Jacobs formel ved semi-log graf) på prøvepumpningsdata fra hver af de gamle boringer fra 1984, se tabel 3, og sammenlignes disse med T-værdien af den nye boring 2A ses det, at sidstnævnte er 2-3 gange større. Ved den større boreddybde i 2A er der blevet inddraget dybereliggende indstrømningszoner, således at ca. 25% indstrømmer i skrivekridtet imod ca. 10 % i de ældre boringer. En sådan yderligere indstrømning på 15% vil imidlertid kun øge T-værdien med tilsvarende 15 %, således, at der lokalt omkring boring 2A må være tale om en væsentlig større permeabilitet i den øvre kalk. Dette kan hænge sammen med, at der netop i boring 2A fra 16,5 m til 20 m optræder en meget hård kalksandskalk, som sandsynligvis er mere opsprækket end bryozokalken i de andre boringer.

Tabel 3: Specifik kapacitet, T-værdi og indstrømningsfordeling

Boring	Pumpeydelse m ³ /t	Afsækning m	Speckap. m ³ /t/m	T-værdi m ² /sek	Indstrømning på den øverste del af filter
1a	34.2	9.37	3.65	$1.00 \cdot 10^{-3}$	85% på 3 m
3a	39.2	6.52	6.01	$0.97 \cdot 10^{-3}$	85% på 4 m
4a	30.6	7.84	3.90	$1.8 \cdot 10^{-3}$	85% på 3 m
7a	21.7	4.35	4.99	$0.53 \cdot 10^{-3}$	85% på 3 m
2A	28.4/50	3.50/2.65	8.57/7.55	$1.5 \cdot 10^{-3} / 3.1 \cdot 10^{-3}$	75% på 2 m

Opmærksomheden skal dog henledes på, at kalk-kridt reservoirer kan udvise dobbeltporøsitet, og den endelige T-værdi for reservoiret kan da først bestemmes efter, at effekten fra lækage fra matrixporøsiteten er ophørt, d.v.s. efter en længerevarende prøvepumpning

end anvendt ved ovennævnte borer. De beregnede T-værdier er derfor kun kvalitative og kan ikke umiddelbart anvendes til beregning af den fremtidige sænkning. Som det fremgår af det følgende anbefales der i stedet en styring af indvindingen efter et vandspejlskriterium med henblik på at undgå afsenkning til under kalkoverfladen.

Forskellene, som ses på de specifikke kapaciteter i borerne (Tabel 3.), er en kompleks sammensætning af forskelle i ekstraordinært indstrømningstryktab, i permeabilitetsforhold og i evt. lækage fra matrix porøsitet. Praktiske erfaringer fra tryksyring af kalkboringer viser, at der ved anvendelse af denne metode ofte kan opnås væsentlige forbedringer af den specifikke kapacitet. Forbedringen sker ved helt eller delvis at nedbringe det ekstraordinære tryktab, der optræder ved indstrømning til en boring gennem sprækker i kalk/kridt. Derimod kan kalk/kridt reservoirets generelle T-værdi naturligvis ikke forbedres.

4.2 Danien - Skrivekridt grænsen, samt forekomst af Kjølbjergmergel

For at få et samlet overblik over Danien-kalkens og skrivekridtets forekomst på kildepladsen og herunder grænsen mellem de to formationer, er gamma-logs og resistivitets-logs fra borerne 7A og 4A (opmålt af Ole Larsen, Kbh. Univ.) sammenstillet med GEUS's tilsvarende logs i borerne 1A og 2A, se Bilag 6A og 6B.

På gamma-logs (Bilag 6A) og især på gamma-spektral log i 1A og 2A ses der en aftagende stråling i de nederste ca. 10 m af Danien kalken og en generelt lidt højere stråling i den underliggende skrivekridt. Grænsen mellem Danien og Senon kan dog ikke entydigt fastsættes ud fra gamma-logs med mindre, der optræder Fiskeler i grænselaget til Senon, idet Fiskeleret giver anledning til en signifikant gamma-markering på grund af sit forhøjede indhold af Uran og Thorium. En sådan entydig gamma-markering i Danien-Senon grænsen ses kun på spektral gamma-log i boring 1A.

Derimod reflekteres grænsen mellem Danien bryozokalken og skrivekridtet meget markant på resistivitets-loggene (Bilag 6B) ved skiftet fra et mønster med varierende resistiviteter højere end 80 ohmm i bryozokalk til et mere ensartet lavt resistivitsniveau på ca. 50-60 ohmm i skrivekridtet. Ved dette skifte i såvel resistivitet som mønster ses der ofte et markant resistivitsminimum, som antagelig (ref.: Ole Larsen) skyldes den højporøse og op til 1 m tykke Ceritium kalk, som kan optræde nederst i Danien. Ceritium kalken er afsat i lavninger imellem bioherm banker i den Grå Kridt, som udgør det øvre Senon skrivekridt (Surlyk, 1997). Denne Grå Kridt, som ved Stevns er 3,5 m tyk, og som har et stort indhold af bryozoa og flint, er antagelig årsagen til (ref.: Ole Larsen), at der efter Ceritium kalkens resistivitsminimum ofte ses nogle få meter med en højere resistivitet end, hvad der ellers er typisk for skrivekridtet.

I ca. 9-13 m dybde under Ceritium kalkens markante resistivitsminimum optræder der indenfor ca. 2 m en dobbelt markering horisont i form af to efterfølgende resistivitsminima

med tilhørende gamma-peaks på gamma-logs, hvoraf den øverste gamma-peak altid er den største. Den efterfølgende gamma-peak ses ikke altid. Denne dobbelte resistivitetsmarker horisont, som er mest tydelig på loggen i 2A, er netop en karakteristisk indikation for tilstedeværelsen af den regionalt optrædende Kjølbjerg mergel.

Nedenstående Tabel 4. viser en sammenstilling af dybden til Danien-Senon grænsen bestemt ud fra de lithologiske beskrivelser af de indsendte prøver, fra foraminifer analyser, fra brøndborebeskrivelse om skifte fra hård til blød kalk samt ud fra borehuls-logs. Grænsen bestemt ud fra foraminifer analyse synes generelt at ligge for højt i lagserien i forhold til såvel lithologisk bestemmelse som ud fra logs. Kjølbjerg merglen er ikke beskrevet i nogen af borerne formodentlig, fordi den ikke har været repræsenteret i de indsendte prøver. Den er imidlertid let genkendelig på loggene og ses at ligge i omtrent samme kote (-28 til -31), hvorimod Danien-Senon grænsen varierer lidt mere, d.v.s mellem kote -16 og -21. Dette, at Kjølbjerg mergelen ikke ligger konformt med Danien-Senon grænsen (se Bilag 6B), skyldes, at grænsen er en uregelmæssig erosionsgrænse.

Tabel 4: Danien/Senon grænsen og Kjølbjerg merglen i kildepladsens borer.

	Boring 1A 207.2724	Boring 2A 207.3476	Boring 3A 207.2727	Boring 4A 207.2725	Boring 7A (*) 207.2726
Terrænkote fra Kbh.Vf. længdesnit:	+20,1	+19,7	+19,4	+19,2	+18,7
Danien/Senon grænse m. u.t.:					
GEUS lithologisk beskrivelse (årstal)	38,0 (1986)	35-36 (1997)	22,8 (1986)	37,0 (1986)	26,0 (1986)
I.Bang (DGU): Foraminifer (årstal)	28,0 (1986)		22,8 (1986)	26,0 (1986)	26,0 (1986)
Kbh. Vandforsyning	-	ca. 38	38,0	-	-
O.Larsen, Kbh.U.; logging	-	-	-	40.41	38-39
GEUS tolkning					(35.36)
GEUS logging	40	36	-	-	-
Kjølbjerg mergel; logging	48,5	48	-	50	48
Konklusion: Danien/Senon dybde	40	36	38	40	36
Konklusion: Danien/Senon kote	-20	-16	-19	-21	-17
Dybde til top Danien kalk	18,2	15,0	14,8	14,5	16,2
Kote til top Danien kalk	+1,9	+4,7	+4,6	+4,7	+2,5
Dybde til top filter (bund forerør)	19,0	17,7???	15,5	17,0	17,2
Kote til top filter	+1,1	+2,0	+3,9	+2,2	+1,5

(*) Produktion fra boringen ophørte i december 1986.

Skrivekridtets overflade synes således på selve kildepladsen at variere imellem kote -16 og -21, men kan generelt regnes med at ligge dybere mod vest og at stige mod øst, se Bilag 7.

I den gamle pejleboring U791 (DGU 207.292) ca. 450 m nordvest for kildepladsen er der ikke truffet skrivekridt, idet den kun er 26,8 m dyb og således kun når ned i kote +2,2 m. Af samme grund er der ikke udført logging undersøgelse af denne.

Den 31,5 m dybe pejleboring U792 (DGU 207.293) beliggende ca. 500 m sydøst for kildepladsen når ned til kote -15 m. Kalken er mødt her i 11,2 m dybde, og det er ikke usandsynligt at skrivekridtet optræder nederst i boringen. Der har imidlertid ikke foreligget til-

strækkeligt prøvemateriale til, at dette har kunnet afgøres ved DG U's beskrivelse af boringen, som er fra 1942. Det var derfor hensigten ved logging undersøgelse af boringen at kortlægge Danien-Senon grænsen, men logging kunne desværre ikke gennemføres, idet boringen var blokeret i ca. 13 m dybde.

Bilag 7 viser et tolket geologisk tværsnit fra Karlslunde Strand i øst gennem Karlslunde kildeplads og videre mod vest til gartneriet øst for Tune ved Tune-Karlslunde landevej, baseret på boringer fra GEUS's ZEUS database. Boringerne øst for motorvejen er overvejende beskrevet enten som slamkalk (LK) eller som skrivekridt (SK), og erfaringerne fra de senere års logging undersøgelser viser, at slamkalken i mange tilfælde i virkeligheden er skrivekridt. Den tolkede grænse mellem bryozokalk (Danien) og skrivekridt (Senon) er herudover baseret på dels Ole Larsens logundersøgelse af boring 207.1142 beliggende lige øst for motorvejen og dels på de ovenover refererede logtolkninger af boringerne 1A, 2A (2A er endnu ikke indlagt i ZEUS og derfor ikke vist på Bilag 7), 4A og 7A. Heraf fremgår, at bryozokalken kiler ud mod øst, og at skrivekridtet udgør prækvartæroverfladen omtrent fra, hvor denne er nederoderet til under kote -5m ca. 400 m øst for motorvejen og videre ud under kysten.

5. FREMTIDIG INDVINDING

5.1 Vandkvalitetsmæssige risici

Der er to vandkemiske forhold, som bør inddrages i diskussionen omkring en fastsættelse af den årlige oppumpning fra kildepladsen:

- a) Risikoen for hævnning (upconing) af saltvandet under kildepladsen.
- b) Risikoen for at der opstår nikkelp problemer som følge af afæskning af vandspejlet til under kalkoverfladen.

a) Risikoen for, at der skulle kunne ske en uacceptabel stigning i klorid i det producerede vand fra kildepladsen som følge af en hævnning af saltvandet under kildepladsen kan helt udelukkes, så længe vandspejlet på den centrale del af kildepladsen ikke afsendes til under kote +1 m. Baggrunden for denne konklusion er dels, at det stærkt saltholdige grundvand ligger dybere end den dybeste boring, d.s. dybere end 110 m svarende til kote -90 m, og dels, at det kun er en mindre af den oppumpede vandmængde, som indstrømmer til borerne fra skrivekridtet nedenunder Kjølborggård merglen del (< 10 % i 2A og <5% i de øvrige). Sidstnævnte, som ligger i kote ca. -30 m, vil i givet fald udgøre en forsegling til de øvre og mere vandførende zoner øverst i Danien kalken, hvis saltvandet imod forventning skulle hæve sig.

b) Risikoen for at få et forhøjet nikkelindhold i det producerede vand fra kildepladsen kan elimineres ved at sikre, at vandspejlet i området ikke afsænkes til under kalkoverfladen. For at få et indtryk af indvindingens indflydelse på afsænkningen er vandspejlsdata fra fire pejleboringer på kildepladsen sammenstillet med dels årsproduktionsdata og dels årsnedbør for perioden fra 1985 til nu, se Bilag 8 og 9.

Af pejledata ses, at vandspejlet i de tre pejleboringer K4, K5 og K8 beliggende tæt ved centeraksen for kildepladsen, generelt ligger ca. 4 m lavere end vandspejlet i pejleboring U956 ca. 70 m syd for centeraksen. Ved de langvarige indvindingsstop i 89/90 og 92/93 ses rovandsspejlet i U956 at ligge i omtrent samme niveau som i K8 og K4, medens det i K5 ses at ligge ca. 1,8 m lavere. Fra 1987 adskiller K5 sig i øvrigt fra de øvrige to på centeraksen, K4 og K8 ved, at vandspejlet i K5 ligger ca. 1 m højere. Årsagen hertil er, at produktionen blev indstillet på boring 7A i december 1986, og K5 er den af pejleboringerne, som ligger tættest på boring 7A.

Den største afsænkning på kildepladsen var i perioden juni 1985 til juni 1987, hvor vandspejlet har været afsænket til mellem kote +4 og +5 m i K4, K5 og K8. I denne periode var produktionen i gennemsnit lidt over 600.000 m³/år og den gennemsnitlige årsnedbør var 645 mm. I 1991 afsænkedes vandspejlet igen til mellem kote +4 og +5 i K4 og K8, men ved en produktion på kun 410.000 m³/år og uden, at årsnedbøren var mindre end i 1985-

87, idet den i 1991 var 673 mm, se Bilag B. Den mindre produktion i 1991 sammenlignet med juni 1985 - juni 1987 skyldes stop af produktion i 7A, og vandspejlet i K4 og K8 synes således ikke at være påvirket af lukningen af 7A.

Heraf kan udledes følgende: En øgning af produktionen fra kildepladsen udover 410.000 m³/år ved at igangsætte indvinding fra den ny boring 2A, som ligger imellem pejleboringerne K8 og K4, vil medføre en øget afsenkning af vandspejlet på den centrale del af kildepladsen i forhold til vandspejlets beliggenhed ved produktion af 410.000 m³/år fra boringerne 1A, 3A og 4A. Derved vil vandspejlet blive afsænket til under kote +4 m. Da kalkoverfladen ved boringerne 2A, 3A og 4A ligger i kote +4.6 m (se Tabel 4. ovenover), vil der opstå risiko for iltning af den øvre kalk, især da vandspejlet i selve pumpeboringerne vil være afsænket yderligere et par meter på grund af ekstraordinært tryktab ved indstrømning til boringerne gennem sprækker.

Om det har haft nogen konsekvens for indholdet af nikkel i råvandet fra kildepladsen, at vandspejlet i perioder kan have været afsænket til under kalkoverfladen i selve pumpeboringerne, kan ikke vides med sikkerhed, idet der ikke foreligger en tilstrækkelig tidsserie på nikkel. En råvandsanalyse fra 1995 fra kildepladsen såvel som to boringskontrol analyser fra samme år viser kun 4 µg/l, og den nylige analyse fra boring 2A viser 3 µg/l nikkel (se ovenstående Tabel 2.). Det er dog næppe sandsynligt, at der tidligere har været væsentlig højere nikkel i det producerede vand fra kildepladsen.

5.2 Styling af indvindingen efter vandspejl

Konklusionen må blive, at der synes at være en risiko for forhøjet nikkelindhold i vandet i den stærkt vandførende øvre kalk, hvis indvindingen på den tilbageværende del af kildepladsen øges til væsentligt over 410.000 m³/år, idet dette vil medføre en afsenkning af vandspejlet til under kalkoverfladen.

I år med nedbør over det normale (ca. 650 mm) vil der antagelig kunne indvindes mere end 410.000 m³/år. I stedet for at indrette oppumpningen på en fastsat øvre grænse på eksempelvis 410.000 m³/år ville det derfor være bedre at optimere indvindingen i henseende til at kunne udnytte ekstra nedbør samt at sikre mod overpumpning i perioder med underskud af nedbør.

En gennemsnitlig ydelse på 12,5 m³/t i hver af de fire boringer vil resultere i en produktion på kildepladsen på 1200 m³/døgn eller ca. 438.000 m³/år. Ved normal indvinding fra kun tre af boringerne med en gennemsnitlig ydelse på 16 m³/t opnås en årsproduktion på ca. 420.000 m³.

5.3 Udvidelse af kildepladsen

En yderligere øgning af indvindingen fra kildepladsen vil kræve en arealmæssig udvidelse af denne. En nylig boringskontrol analyse i pejleboring U791 ca. 450 m nordvest for kildepladsen viser 10 µg/l nikkel, hvilket indikerer, at en udvidelse mod nordvest kan være risikabel. En udvidelse vil derfor antagelig være mere hensigtsmæssig mod nord-nordøst i retning af den centrale del af Vardegård kildeplads, som ligger ca. 1,5 km nordøst for Karlslunde kildeplads. Nye boringer ville herved blive placeret parallelt med såvel vandspejlskurverne, se Bilag 10, som med kalkoverfladens højdekurver, se Fig.3.

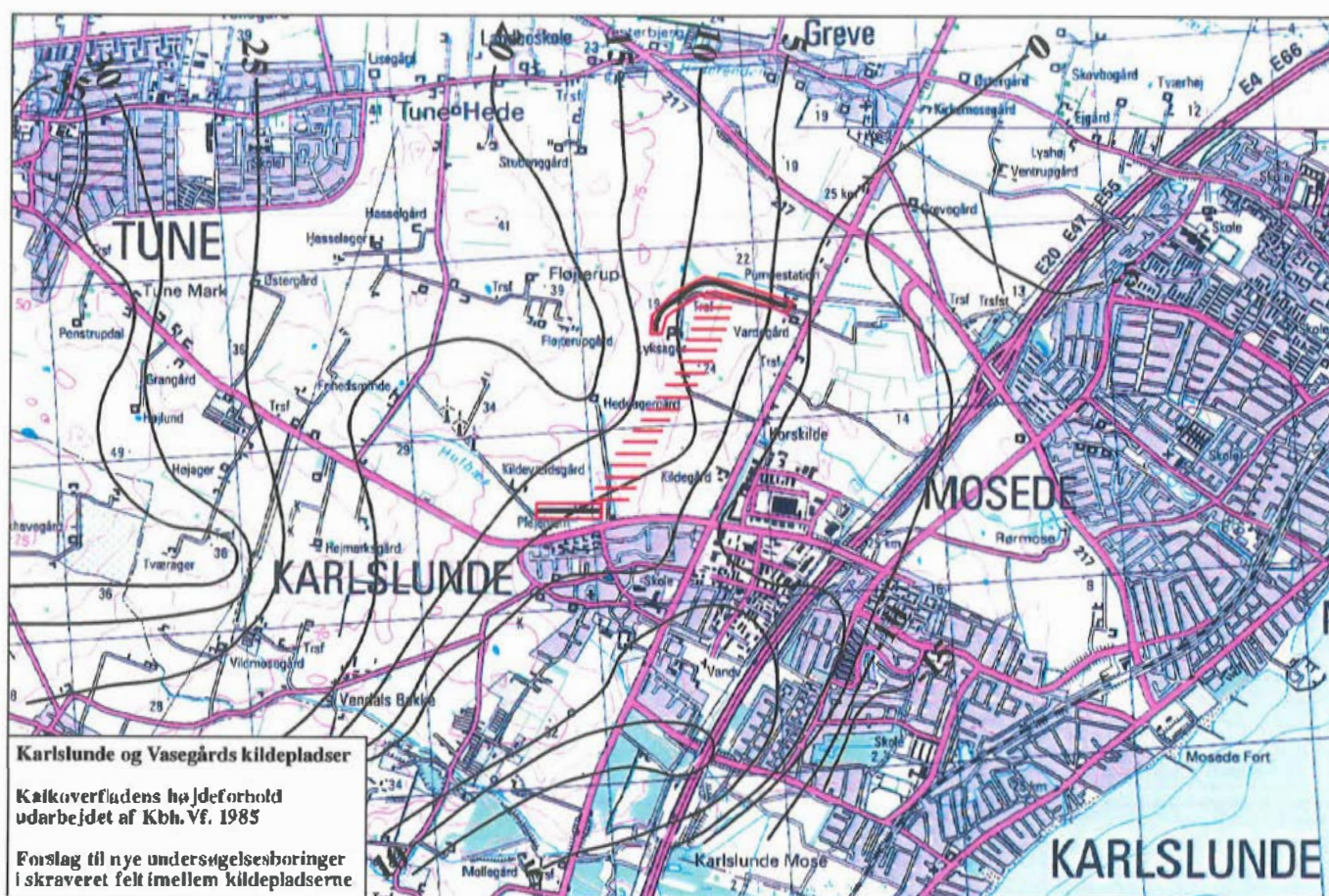


Fig.3. Kalkoverfladens højdeforhold og forslag til område for nye boringer mellem Karlslunde og Vardegård kildepladser.

Derved undgås det at placere nye indvindingsboringer i områder, hvor kalkoverfladen ligger højere, og hvor risikoen for afsækning til under kalkoverfladen derfor er større. En sådan afsækning er ikke tilrådelig jf. problemer med forhøjet nikkellindhold i grundvandet ved Vardegård kildeplads. Ved at placere boringerne på linie vinkelret på trykgradienten, som er fra vest mod øst (Bilag 10), opnås der samtidig også en bedre udnyttelse af de naturlige potentialforhold i kalkreservoiret.

6. BILAGSLISTE

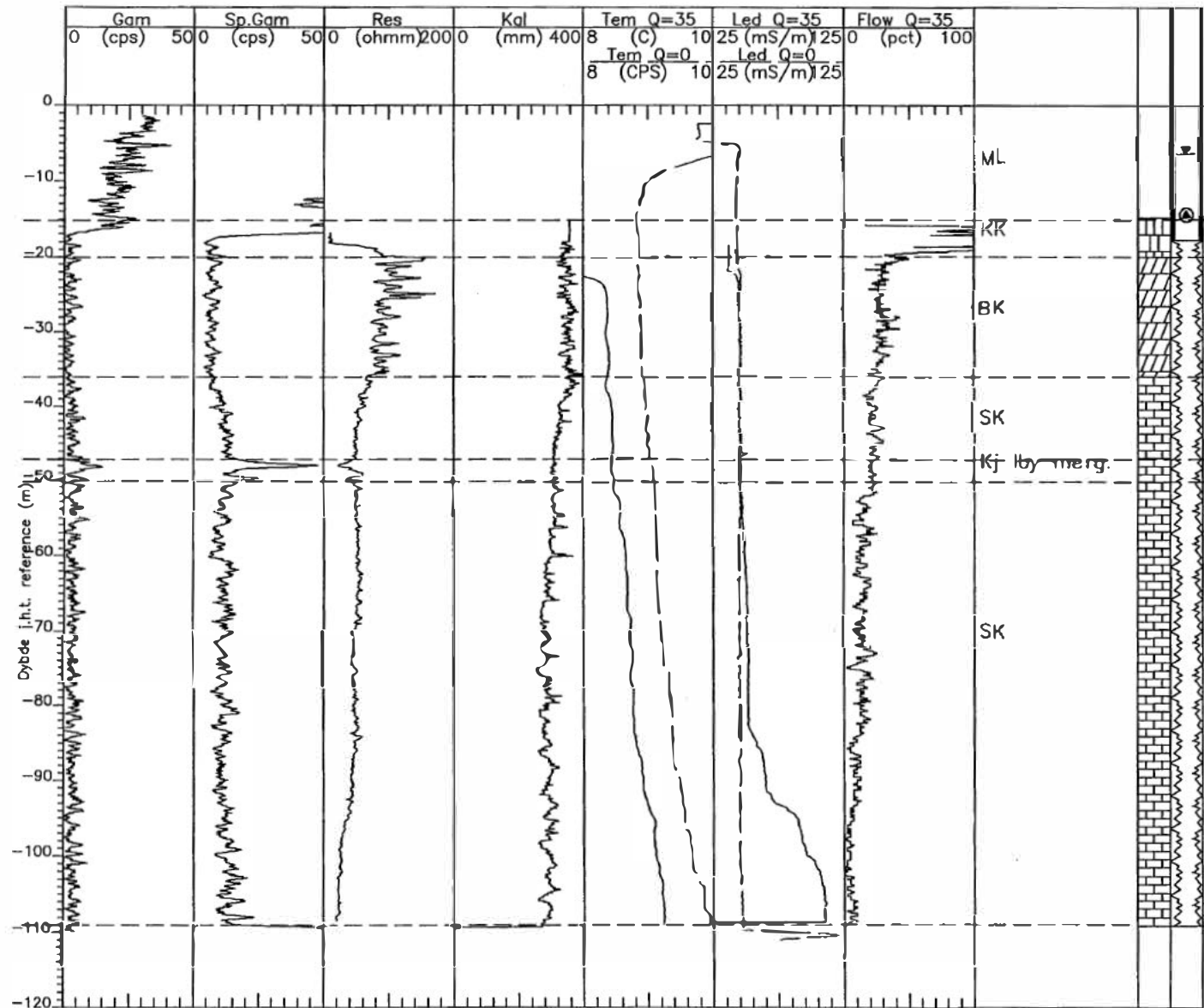
- Bilag 1: GEUS borehulslogs fra boring DGU 207.3476, erstatningsboring 2A, Karlslunde Kildeplads.
- Bilag 2: GEUS prøvebeskrivelse af DGU 207.3476, erstatningsboring 2A, Karlslunde Kildeplads.
- Bilag 3: Boringskontrol analyse af vandprøve fra erstatningsboring 2A, Karlslunde Kildeplads - Kbh. Vf. Laboratorium, Reg. nr. 101-10-351502A-970916-00.
- Bilag 4: Boringskontrol analyse af vandprøve fra pejleboring U791, Karlslunde Kildeplads - Kbh. Vf. Laboratorium, Reg. nr. 101-10-UB791-970723.
- Bilag 5: Semi-log plot af sænkingsdata fra trinvis prøvepumpning af erstatningsboring 2A, Karlslunde Kildeplads - og T-værdi efter Jacobs formel.
- Bilag 6A & B: Log-stratigrafisk korrelation mellem boringerne 1A, 2A, 4A og 7A.
- Bilag 7: Tolket geologisk længdeprofil Tune - Karlslunde kildeplads - Karlslunde strand.
- Bilag 8: Vandspejlsdata i pejleboringer og årsproduktion, 1984-1996, Karlslunde Kildeplads.
- Bilag 9: Vandspejlsdata i pejleboringer og årsnedbør, 1984-1996, Karlslunde Kildeplads.
- Bilag 10: Karlslunde og Vardegård kildepladser samt grundvandsstand i 1995 i området Karlstrup-Karlslunde-Greve. Efter Roskilde amt, 1995.
- Appendix I: Karlslunde kildeplads, Notat 3: Borehulslogging i boring 1A, DGU 207.2724 som forberedelse til ny undersøgelses- og indvindingsboring på kildepladsen. GEUS-notat nr.: 06-VA-97-6, 13 august 1997.

Well Name: Kbh.Vf. 2A (207.3476)

File Name: C0

Location: Karlslunde kildeplads; 11.9, 16.9 og 5.11.1997 og 10.2.98

Elevation: 0 Reference: Terrain



DGU arkivnr : 207. 3476

Borested : Karlslunde kildeplads, Karlslunde Centervej 103
2670 Greve
erstatningsboring 2a

Amt : 025 Roskilde
Kommune : 253 Greve

MOB-nr : .
Brøndborer : Københavns Vandforsyning
BB-journr :
Boremetode : ???
Kote : 0.00

Prøver
-modtaget : 1997-09-24 antal : 34
-beskrevet : 1997-11-11 af : AGR/
-gemt i kasse : antal : .

Nr	Meter under terræn		Prøve	DGU symbol	Aflejrings- miljø alder	Beskrivelse
	Top	Bund				
1	0.00-	0.50	0.50	m	ter pg	MULD, leret, klumper af ler, mørk gulbrun, opblandet planterester, kalkholdig, (muld).
2	0.50-	4.80	4.00	ml	glg gl	LER, siltet, gruset, oliven, kalkholdig, "moræneler", Note: svagt sandet, en sten af blød slankalk.
3	4.80-	15.00	10.00	ml		LER, siltet, gruset, olivengrå, kalkholdig, "moræneler", Note: svagt sandet.
4	15.00-	15.50	15.50	lk	mar dan	KALK/KRIDT, meget blød, stærkt slæmnet, klumper af kalk/kridt, svagt flint-indhold, hvidgrå, "coccolithkalk/slankalk", Note: klumpre af hård kalksandskalk.
5	15.50-	16.00	-	lk		KALK/KRIDT, meget blød, stærkt slæmnet, hvidgrå, "coccolithkalk/slankalk", Note: få stykker flint.
6	16.00-	16.50	-	lk		KALK/KRIDT, meget blød, stærkt slæmnet, flint-indhold, klumper af kalk/kridt, lys gulgrå, "coccolithkalk/slankalk", Note: klumpre af hård kalksandskalk.
7	16.50-	17.00	-	kk		KALK/KRIDT, hård, svagt slæmnet, sandet, flint-indhold, lys gulgrå, "kalksandskalk".
8	17.00-	17.50	-	kk		KALK/KRIDT, hård, svagt slæmnet, sandet, flint-indhold, lys gulgrå, "kalksandskalk".
9	17.50-	18.00	-	kk		KALK/KRIDT, hård, svagt slæmnet, sandet, flint-indhold, lys gulgrå, "kalksandskalk".
10	18.00-	18.50	-	kk		KALK/KRIDT, hård, svagt slæmnet, sandet, flint-indhold, lys gulgrå, "kalksandskalk".
11	18.50-	19.00	-	kk		KALK/KRIDT, hård, svagt slæmnet, sandet, flint-indhold, lys gulgrå, "kalksandskalk".
12	19.00-	19.50	-	kk		KALK/KRIDT, hård, svagt slæmnet, sandet, flint-indhold, lys gulgrå, "kalksandskalk".

Fortsættes...

DGU arkivnr : 207. 3476 (fortsat)

Nr	Meter under terræn		Prøve	DGU symbol	Aflejrings- miljø alder	Beskrivelse
	Top	Bund				
13	19.50-	20.00	-	kk	mar dan	KALK/KRIDT, hård, svagt slænnet, sandet, flint-indhold, lys gulgrå, "kalksandskalk".
14	20.00-	25.00	-	bk		KALK/KRIDT, løs, svagt slænnet, flint-indhold, lys gulgrå, "bryozokalk", Note: mange hårde klumper bryozokalk.
15	25.00-	30.00	-	bk		KALK/KRIDT, løs, svagt slænnet, flint-indhold, lys gulgrå, "bryozokalk".
16	30.00-	35.00	-	bk		KALK/KRIDT, løs, svagt slænnet, flint-indhold, lys gulgrå, "bryozokalk".
17	35.00-	36.00	-	sk	mar maa	KALK/KRIDT, blød, stærkt slænnet, svagt flint-indhold, hvid, nogle bryozoe, "skrivekridt".
18	36.00-	40.00	-	sk		KALK/KRIDT, blød, stærkt slænnet, svagt flint-indhold, hvid, "skrivekridt".
19	40.00-	45.00	-	sk		KALK/KRIDT, blød, stærkt slænnet, svagt flint-indhold, hvidgrå, "skrivekridt".
20	45.00-	50.00	-	sk		KALK/KRIDT, blød, stærkt slænnet, lys grå, "skrivekridt".
21	50.00-	55.00	-	sk		KALK/KRIDT, blød, stærkt slænnet, svagt flint-indhold, hvid, "skrivekridt".
22	55.00-	60.00	-	sk		KALK/KRIDT, blød, stærkt slænnet, hvid, "skrivekridt".
23	60.00-	65.00	-	sk		KALK/KRIDT, blød, stærkt slænnet, hvid, "skrivekridt".
24	65.00-	70.00	-	sk		KALK/KRIDT, blød, stærkt slænnet, svagt flint-indhold, hvid, "skrivekridt".
25	70.00-	75.00	-	sk		KALK/KRIDT, blød, stærkt slænnet, svagt flint-indhold, hvid, "skrivekridt".
26	75.00-	80.00	-	sk		KALK/KRIDT, blød, stærkt slænnet, svagt flint-indhold, hvid, "skrivekridt".
27	80.00-	85.00	-	sk		KALK/KRIDT, blød, stærkt slænnet, svagt flint-indhold, hvid, "skrivekridt".
28	85.00-	90.00	-	sk		KALK/KRIDT, blød, stærkt slænnet, svagt flint-indhold, hvid, "skrivekridt".
29	90.00-	95.00	-	sk		KALK/KRIDT, blød, stærkt slænnet, hvid, "skrivekridt", Note: enkelte stk. flint.
30	95.00-	100.00	-	sk		KALK/KRIDT, blød, stærkt slænnet, klumper af kalk/kridt, hvid, "skrivekridt", Note: med grå kal.

Fortsættes...

DGU arkivnr : 207. 3476 (fortsat)

Nr	Meter under terræn		Prøve	DGU Aflejrings-		Beskrivelse
	Top	Bund		symbol	miljø alder	
31	100.00-105.00	-		sk	mar maa	KALK/KRIDT, blød, stærkt slammet, hvid, "skrivekridt".
32	105.00-110.00	-		sk		KALK/KRIDT, blød, stærkt slammet, hvidgrå, få bryozøer, "skrivekridt", ANA: analyseslemning.

Aflejringsmiljø / Alder - oversigt

1	0.0 - 0.5	terrigen - postglacial
2	0.5 - 15.0	glacigen - glacial
3	15.0 - 35.0	marin - danien
4	35.0 - 110.0	marin - maastrichtien

Slut på boring



Undersøgelse af drikkevand/råvand

Formål	Analysens omfang [2]
Undersøgelse af	Mikro. Fys. kem.
☐ Drikkevand [1]	☐ Begrænset kontrol
☐ Drikkevand, afdet	☐ Normal kontrol
☒ Råvand	☐ Udvidet kontrol
☐ Forurening	☒ Bortdagskontrol
☐ Andet:	☐ Andet:
Ankægstype	Råvandskilde
☐ Husholdning	☒ Boring
☐ Institution	☐ Kildeplads
☐ Erhverv	☐ Brønd
☐ Nædforsyning	☐ Sø
☐ Gartneri	☐ Vandløb
☐ Markvanding	☐ Andet:
☐ Andet:	
Indtag	m.u.o.
DGU nr.	Et registreret

Kopi til

- ☒ Levnedsmiddelkontrollen
☐ Stadsråden
☐ Københavns amt (kvartalsvis)
☐ Frederiksberg amt (kvartalsvis)
☐ Roskilde amt (kvartalsvis)
☒ Vestsjællands amt (kvartalsvis)

x GEUS

Direkte undersøgelse		Kommune København	
Temperatur ved prøvetagning 9,7 °C		Anlægsnavn Københavns Vandforsyning	
[3] Lugt svovlbente		Prøvetagningssted	
[3] Smag		Karlslunde kildeplads erstatningsbor 2A	
[3] Farve ingen		Prøvetager Palle Dønng	
[3] Klarhed, Bundfald klar		Prøvetagningsstidspunkt	
		16.09.97 kl 12.10	
		Modtaget på laboratoriet	
		16.09.97 kl 13.30	
Mikrobiologisk undersøgelse		Resultat	
Coliforme bakterier pr 100ml		i.m. DS2255	
[4] Termotolerante coliformebakterier pr 100ml		i.m. DS2255	
Kvintal, 37°C pr ml		5 20 DS2254	
Kvintal, 21°C pr ml		50 200 DS2251	
Clostridium perfringens pr 50ml		i.m. DS2256	
[5] Alger pr ml		intern	
[5] Dethitus pr ml		intern	
Fysisk-kemisk undersøgelse		Resultat	
Farve Pt mg/l		5 15 DS289	
Turbiditet (Uklarhed) FTU		0,3 0,5 DS290	
pH ved 12°C		7,07 7,0-8,0 8,5 DS287	
Konduktivitet (Ledningsevne) ved 12°C mS/m		54,4 >30 DS288	
Permanganattal KMnO ₄ mg/l		3,7 6 12 DS275	
Tørstof (Inddampningsrest) mg/l		45,7 1500 DS204	
[6] Chlor, total Cl ₂ mg/l		DS282	
[6] Chlor, frit Cl ₂ mg/l		DS282	
[5] Chlor, bundet - monochloramin Cl ₂ mg/l		DS282	
[5] Chlor, bundet - dichloramin Cl ₂ mg/l		DS282	
Kurvet Jern Fe mg/l		0,05 0,2 DS219	
begrænset kontrol [7] Nitrit NO ₂ mg/l		u.d. 0,1 DS222	

Laboratoriets bemærkninger:

ingen

Bilag:

x

[1] - [9] vend
m.u.o.: meter under overflade
i.m.: ikke målelig
u.d.: under detektionsgrænsen

Søren Lind

Underskift



Fysisk-kemisk undersøgelse			Resultat	Grænseværdier for drikkevand [3] vej.		Metode
Calcium	Ca ⁺⁺	mg/l	99			DS 248
Magnesium	Mg ⁺⁺	mg/l	30	30	50	beregnet
Natrium	Na ⁺	mg/l	18	20	175	flammetestmetri
Kalium	K ⁺	mg/l	2,6		10	flammetestmetri
Ammonium	NH ₄ ⁺	mg/l	0,31	0,05	0,5	OS 224
Jern	Fe	mg/l	1,22	0,05	0,2	OS 219
Mangan	Mn	mg/l	0,016	0,02	0,05	OS 220
[8] Nikkel	Ni ⁺⁺	mg/l	0,093	0,02/0,05		AAS - Grafitovn
[9] Aluminium	Al ⁺⁺⁺	mg/l		0,05	0,2	AAS - Grafitovn
Hydrogencarbonat (Bicarbonat)	HCO ₃ ⁻	mg/l	294	> 100		DS253
Chlorid	Cl ⁻	mg/l	25	50	300	DS249
Sulfat	SO ₄ ⁻	mg/l	59	50	250	DS 286
Nitrat	NO ₃ ⁻	mg/l	< 0,005	25	50	DS 223, 1. udg.
Nitrit	NO ₂ ⁻	mg/l	< 0,001	u.d.	0,1	DS222
Orthophosphat-phosphor	PO ₄ ⁻⁻⁻ -P	mg/l				DS291
Phosphor, total	P	mg/l	0,009	u.d.	0,15	OS292
Fluorid	F ⁻	mg/l	0,94		1,5	DS218
Oxygen (li)	O ₂	mg/l	0,0			OS 2205
[10] Hydrogensulfid (Svovlbente)	H ₂ S	mg/l	0,01		i.m.	DS276
[10] Methan ved 10°C	CH ₄	mg/l			i.m.	GC - FID
[5] Alkalinitet, total TA	H ⁺	mmol/l	8,46			DS290
[5] Alkalinitet, phenolphthalein PA	H ⁺	mmol/l	0,00			DS 288
[5] Hårdhed, total	Ca ⁺⁺ +Mg ⁺⁺	mmol/l	3,72			DS 260
Hårdhed, total	°dH		20,9			DS290
[5] Hårdhed, permanent	°dH		2,8			beregnet
[5] Hårdhed, carbonat	°dH		18,1			DS 253/256
[5] Kalkhædning ved 12°C	°dH		0,3			DS238
[5] Natriumhydrogencarbonat	NaHCO ₃	mg/l	0			beregnet
[5] Carbonat	CO ₃ ⁻	mg/l	0			DS253
[5] Carbondioxid ved 12°C	CO ₂	mg/l	59			OS236
Agg-essiv carbondioxid ved 12°C	CO ₂	mg/l	0		i.m.	OS236
[5] Kiselsyre	SiO ₂	mg/l	26			intern
[5] Restaktivitet	pC/l					intern
Anioniske overfladesaktive stoffer	LAS	mg/l	< 0,003	u.d.	0,1	OS237
[5] Nitrogen, total	N	mg/l				OS221
NVOC	C	mg/l	1,65			intern
VOC	C	mg/l				intern
Chloroform	µg/l					GC - ECD
Bromdichlormethan	µg/l					GC - ECD
Dibromchlormethan	µg/l					GC - ECD
Bromoform	µg/l					GC - ECD
Tetrachlormethan	µg/l					GC - ECD
1,1,1-Trichlorethan	µg/l					GC - ECD
Trichlorethylen	µg/l					GC - ECD
Tetrachlorethylen	µg/l					GC - ECD
1,1,2,2-Tetrachlorethan	µg/l					GC - ECD
1,2-Dibromethan	µg/l					GC - ECD

Laboratoriets bemærkninger:

ingen

Søren Lind
Underskift



Undersøgelse af drikkevand/råvand

Formål	Analysens omfang ☒ Mikro. ☐ Fys. ☐ Kem.
Undersøgelse af:	☐ Drikkevand ☒ Begrenset kontrol
☐ Drikkevand, andet	☐ Normal kontrol
☐ Råvand	☐ Udvidet kontrol
☐ Forurening	☐ Bortingskontrol
☒ Andet:	☒ Andet:
Anlægstype	Råvandskilde
☐ Husholdning	☒ Boring
☐ Institution	☐ Kildeplads
☐ Erhverv	☐ Brønd
☐ Nedforsyning	☐ Sø
☐ Gartneri	☐ Vandløb
☐ Markvanding	☐ Andet:
☐ Andet:	
	Indtæg m.v.o. DGU nr. 207292

Relevant

Kopier

- ☐ Levnedsmiddelkontrol
☐ Stads lægen
☐ Københavns amt (kvartalsvis)
☐ Frederiksberg amt (kvartalsvis)
☐ Roskilde amt (kvartalsvis)
☐ Vestsjællands amt (kvartalsvis)

MIL

Direkte undersøgelse		Kommune København	
Temperatur ved prøvetagning	9,9 °C	Anlægsnavn Københavns Vandforsyning	
☒ Lugt	svovlbriente	Prøvetagningssted UB 791 ved Kallslunde kildeplads	
☒ Smag	-	Prøvetager Palle Dønvig	
☒ Farve	ingen	Prøvetagningsstidspunkt	Modtaget på laboratoriet
☒ Klarhed, Bundfald	klar	23.07.97 kl 11.20	23.07.97 kl 13.00
Mikrobiologisk undersøgelse		Resultat	Metode
Coliforme bakterier	pr 100 ml		i.m. DS2255
☒ Termotolerante coliforme bakterier	pr 100 ml		i.m. DS2255
Kimtal, 37°C	pr ml		20 DS2254
Kimtal, 21°C	pr ml		50 200 DS2251
Clostridium perfringens	pr 50 ml		i.m. DS2256
☐ Alger		pr ml	intern
☐ Detritus		pr ml	intern
Fysisk-kemisk undersøgelse		Resultat	Metode
Farve	Pt mg/l	5	15 DS289
Turbiditet (Uklarhed)	FTU	0,3	0,5 DS290
pH ved 12°C		7,21	7,0-8,0 8,5 DS287
Konduktivitet (Ledningsevne) ved 12°C	mS/m	55,9	>30 DS288
Permanganattal	KMnO ₄ mg/l	3,6	6 12 DS275
Tørstof (Inddampningsrest)	mg/l	497	1500 DS204
☒ Chlor, total	Cl ₂ mg/l		OS282
☒ Chlor, frit	Cl ₂ mg/l		OS282
☒ Chlor, bundet - monochloramin	Cl ₂ mg/l		OS282
☒ Chlor, bundet - dichloramin	Cl ₂ mg/l		OS282
Kun ved begrænset kontrol	Jern Fe mg/l	0,05	0,2 DS219
	Nitrit NO ₂ ⁻ mg/l	u.d.	0,1 DS222

Laboratoriets bemærkninger: ☒ Ingen ☐ Bilag:

☒ - ☒ vend
m.v.o.: meter under overflade
i.m.: ikke målet
u.d.: under detektionsgrænsen

Søren Lind

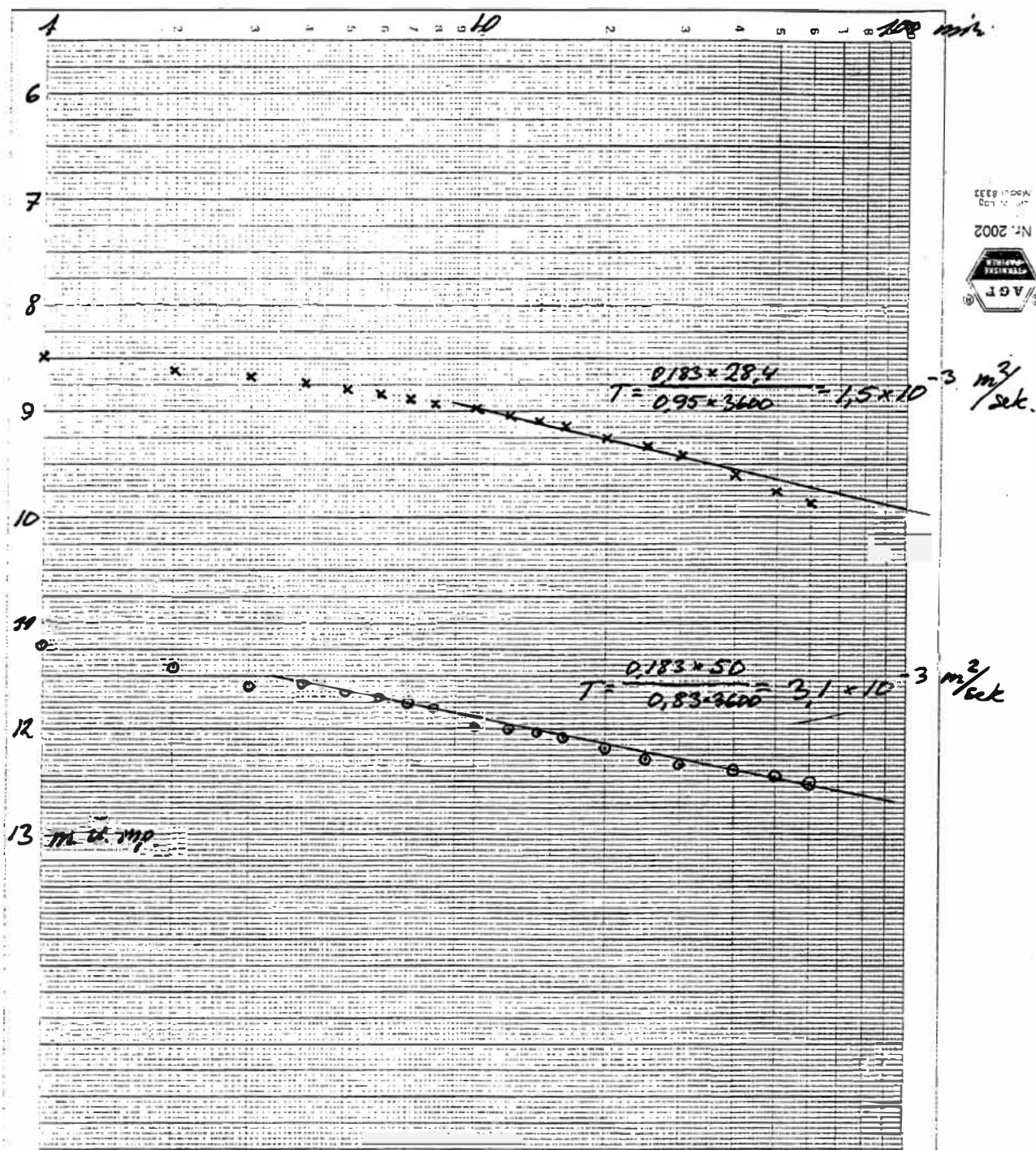
Undersøgt af:



Fysisk-kemisk undersøgelse	Resultat	Grænseværdier for drikkevand (2) vejl. højst	Metode
Calcium Ca ⁺⁺ mg/l	123		DS248
Magnesium Mg ⁺⁺ mg/l	20	30 50	beregnet
Natrium Na ⁺ mg/l	11	20 175	flamme fotometri
Kalium K ⁺ mg/l	2,3		flamme fotometri
Ammonium NH ₄ ⁺ mg/l	0,14	0,05 0,5	DS224
Jern Fe mg/l	1,56	0,05 0,2	DS219
Mangan Mn mg/l	0,034	0,02 0,05	DS220
☒ Nikkel Ni ⁺⁺ mg/l	0,040	0,02/0,05	AAS - Grafitolov
☒ Aluminium Al ⁺⁺⁺ mg/l		0,05 0,2	AAS - Grafitolov
Hydrogencarbonat (Bicarbonat) HCO ₃ ⁻ mg/l	361	>100	DS253
Chlorid Cl ⁻ mg/l	19	50 300	DS249
Sulfat SO ₄ ⁻ mg/l	99	50 250	DS286
Nitrat NO ₃ ⁻ mg/l	< 0,005	25 50	DS223.1. udg.
Nitrit NO ₂ ⁻ mg/l	0,004	u.d. 0,1	DS222
Orthofosfat-phosphor PO ₄ ⁻ -P mg/l			DS291
Phosphor, total P mg/l	< 0,001	u.d. 0,15	DS292
Fluorid F ⁻ mg/l	0,31		1,5 DS218
Oxygen (lt) O ₂ mg/l	0,0		DS2205
☒ Hydrogensulfid (Svovlbriente) H ₂ S mg/l	0,02		i.m. DS278
☒ Methan ved 10°C CH ₄ mg/l	-		i.m. GC-FID
☒ Alkalinitet, total TA H ⁺ mmol/l	5,92		DS253
☒ Alkalinitet, phenolphthalein PA H ⁺ mmol/l	0,00		DS253
☒ Hårdhed, total Ca ⁺⁺ +Mg ⁺⁺ mmol/l	3,91		DS250
Hårdhed, total °dH	21,9		DS250
☒ Hårdhed, permanent °dH	5,3		beregnet
☒ Hårdhed, carbonat °dH	16,6		DS253/256
☒ Kalkfæklring ved 12°C °dH	0,2		DS236
☒ Natriumhydrogencarbonat NaHCO ₃ mg/l	0		beregnet
☒ Carbonat CO ₃ ⁻ mg/l	0		DS253
☒ Carbondioxid ved 12°C CO ₂ mg/l	40		DS236
Aggressiv carbondioxid ved 12°C CO ₂ mg/l	0		i.m. DS236
☒ Kulsyre SiO ₂ mg/l	25		intern
☒ Reduktivitet p C/l			intern
Anioniske overfladeaktive stoffer LAS mg/l		u.d. 0,1	DS237
☒ Nitrogen, total N mg/l			DS221
NVOC C mg/l			intern
VOC C mg/l			intern
Chloroform µg/l			GC-ECD
Bromdichlormethan µg/l			GC-ECD
Dibromchlormethan µg/l			GC-ECD
Bromoform µg/l			GC-ECD
Tetrachlormethan µg/l			GC-ECD
1,1,1-Trichloroethan µg/l			GC-ECD
Trichlorethylen µg/l			GC-ECD
Tetrachlorethylen µg/l			GC-ECD
1,1,2,2-Tetrachlorethan µg/l			GC-ECD
1,2-Dibromethan µg/l			GC-ECD

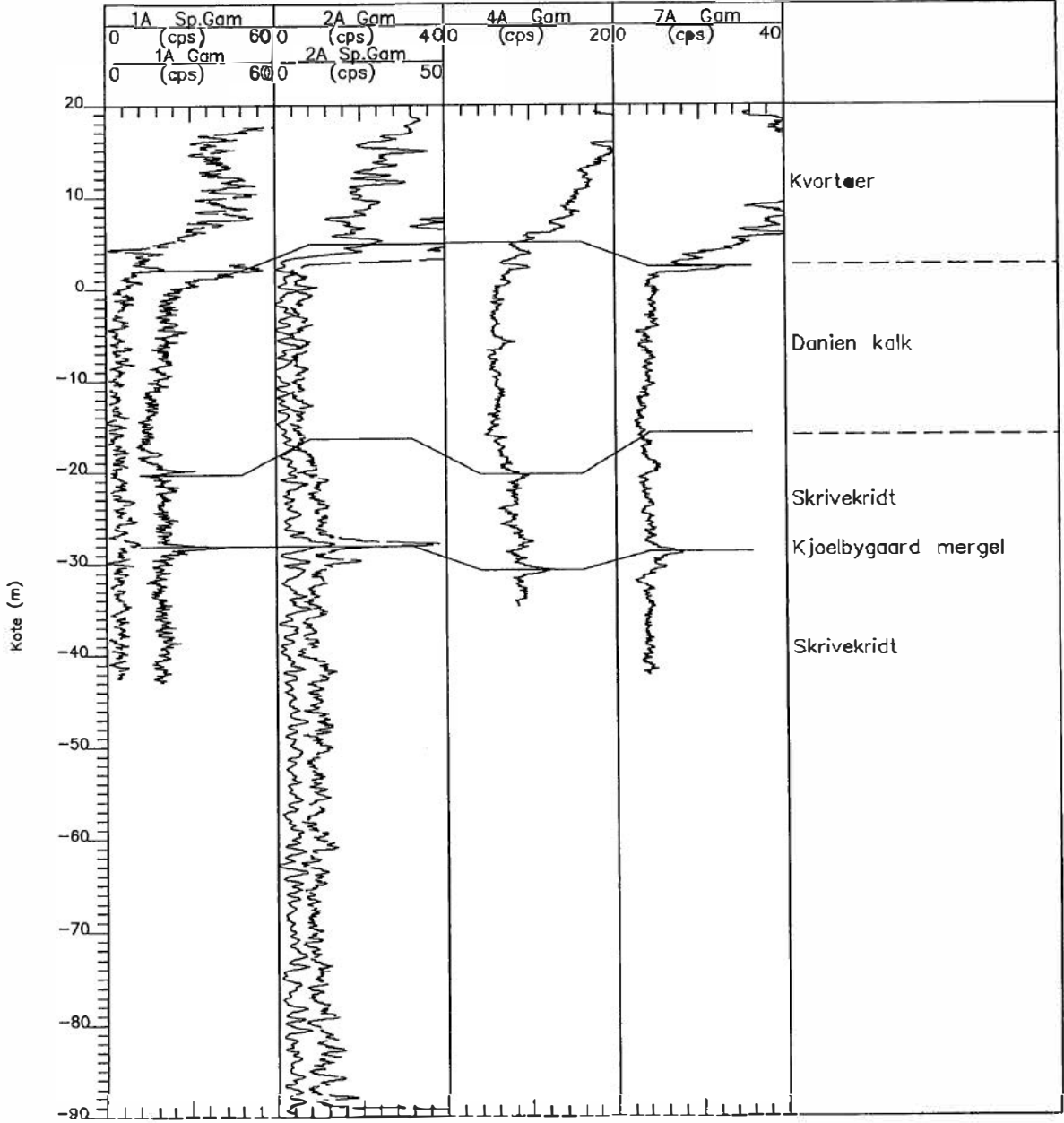
Laboratoriets bemærkninger: ☒ Ingen

Søren Lind
Undersøgt af:

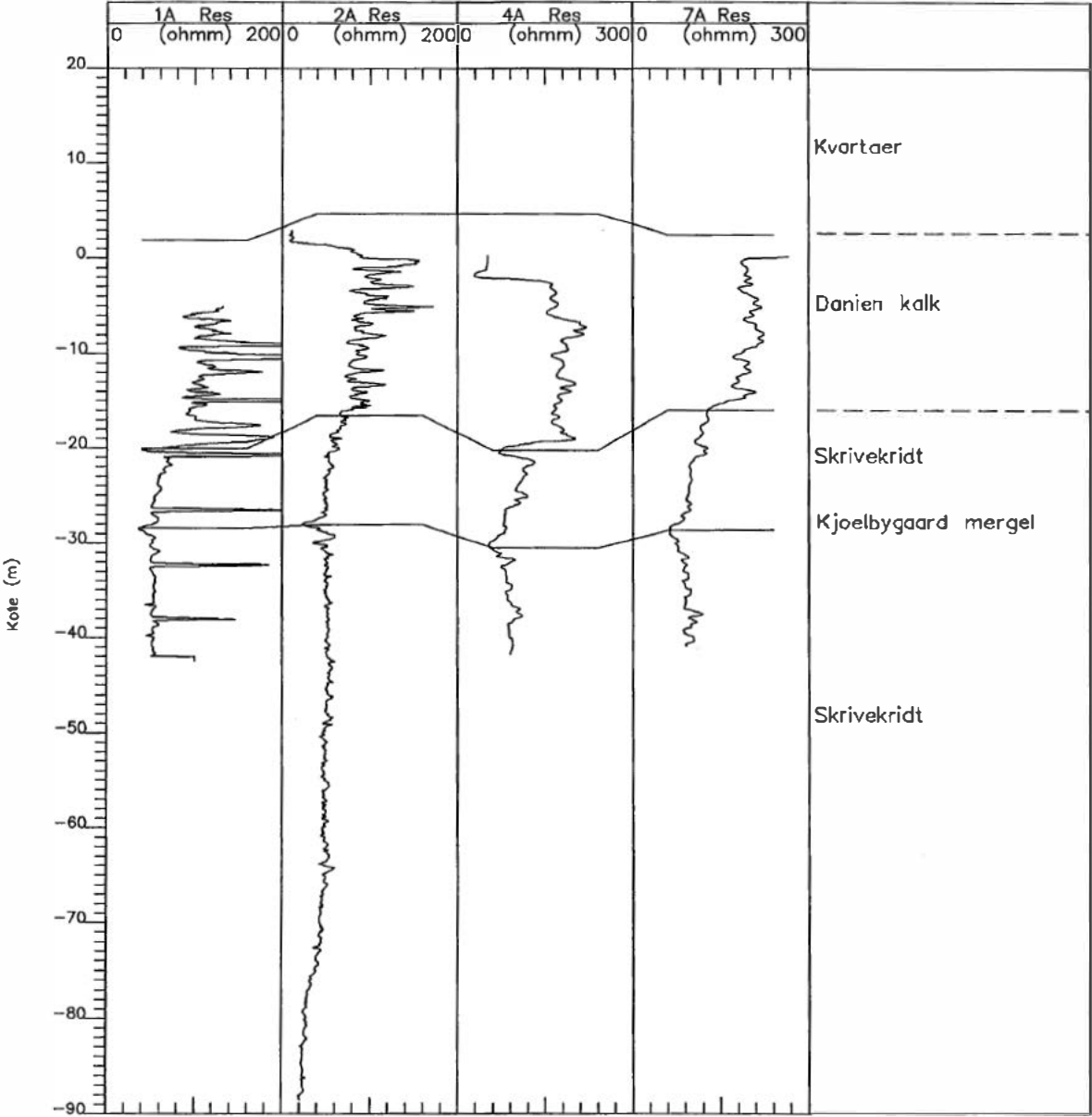


Karlsunde kildeplads, boring 2A.
 Trinvis prøvepumpning, Kbh. Vf. 15.09.97
 $Q_1 = 28,4 \text{ m}^3/\text{t}; \quad Q_2 = 50 \text{ m}^3/\text{t};$

Well Name: 1A, 2A, 4A og 7A
File Name: GAMMA
Location: Karlslunde kildeplads
Elevation: 0 Reference: 0



Well Name: A1, A2, A4 og A7
File Name: RESIST
Location: Karlslunde kildeplads
Elevation: 0 Reference: 0



Bilag 7
er indsat i lomme på indersiden af rapportens bagside

Tune - Karlslunde - Karlslunde Strand

Længdemålestok: 1:120000

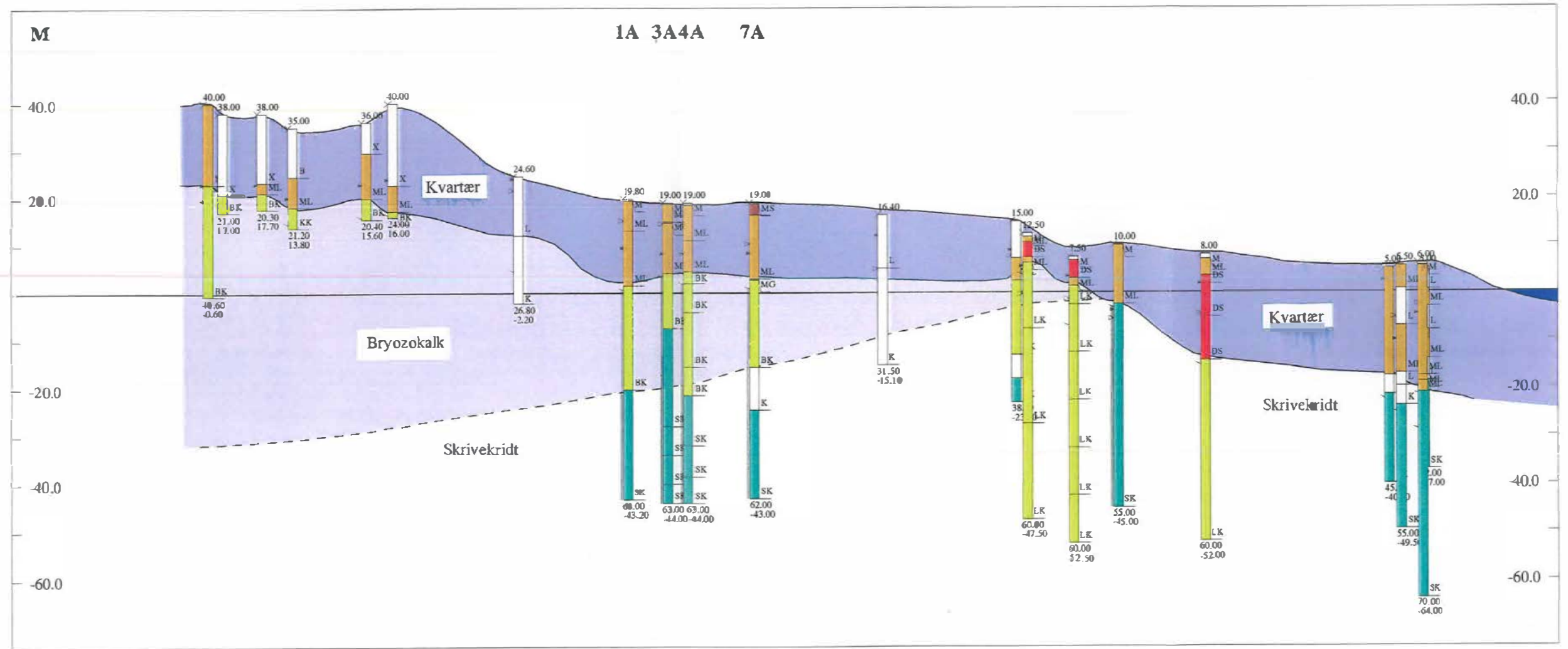
Højdemålestok: 1:1000

Højdelinie: 0 m over DNN

Båndbredde: 100 m

Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse

2/4 1998

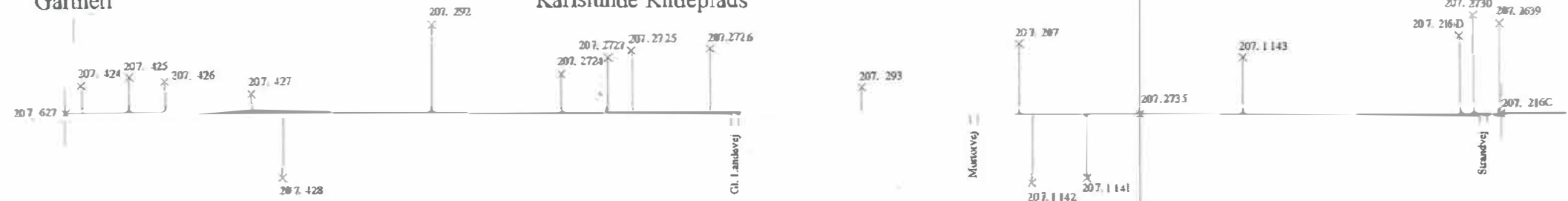


Vest

Øst

Gartneri

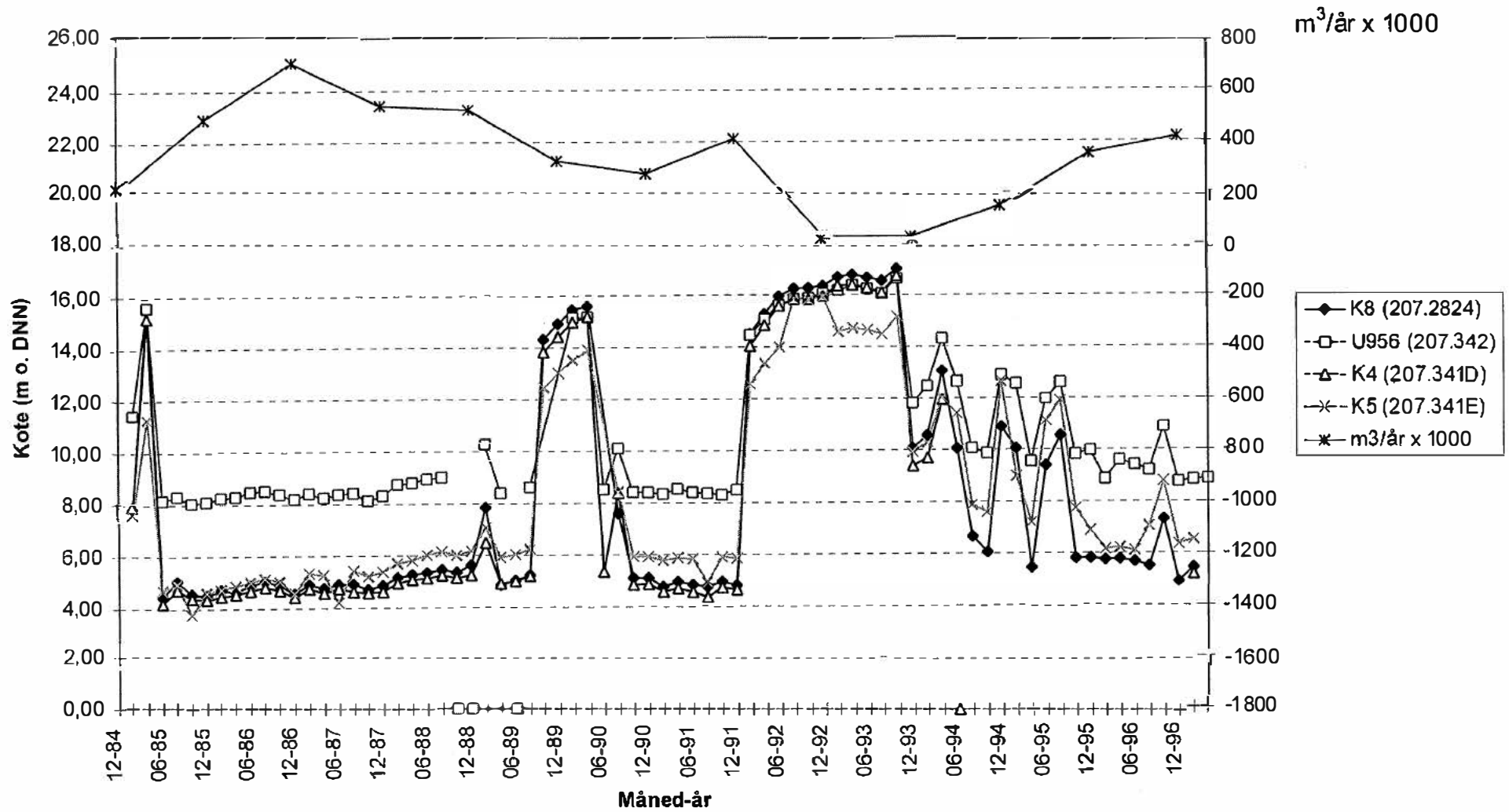
Karlslunde Kildeplads



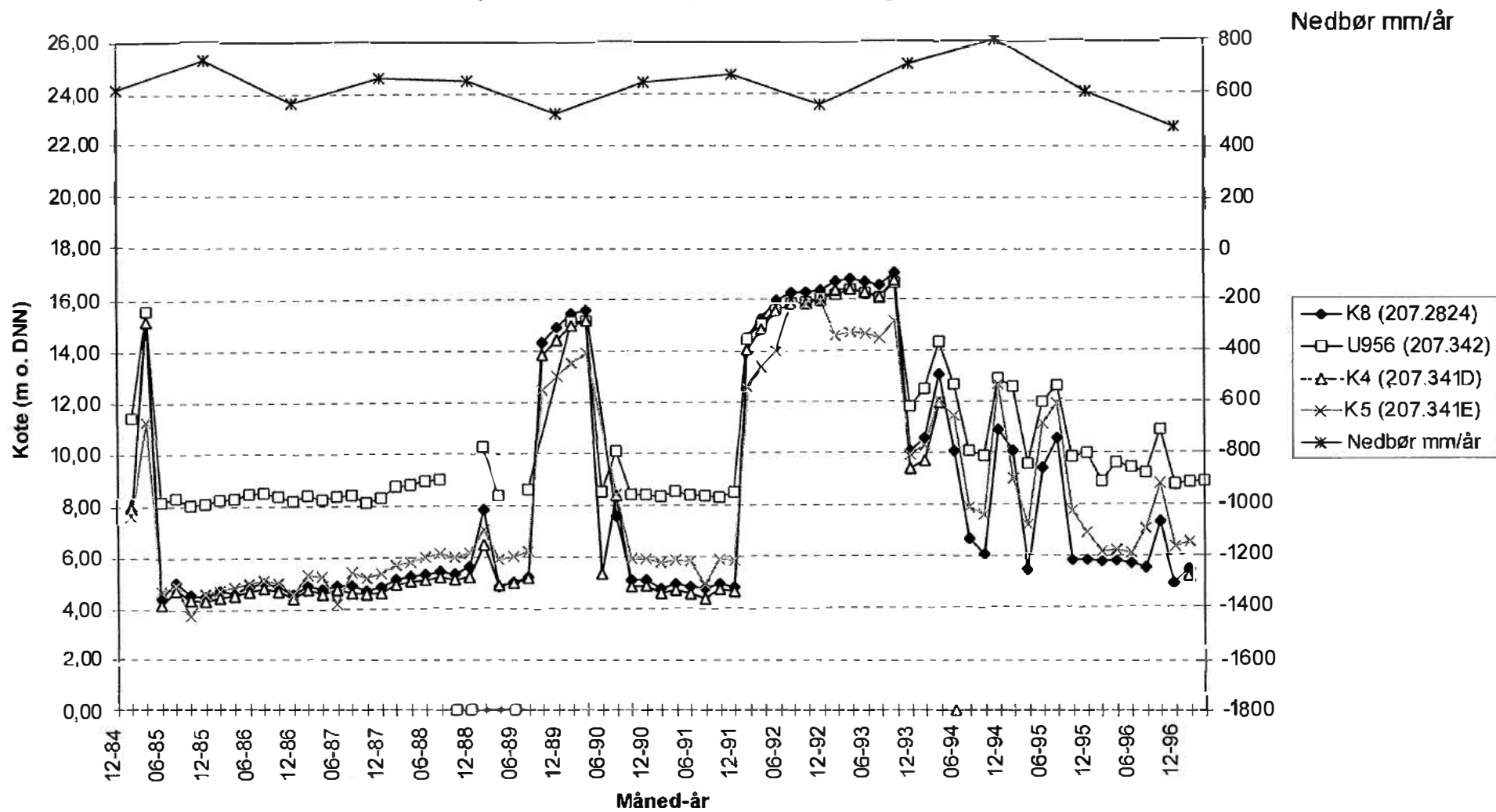
701259 , 164137

706061 , 162490

Karlslunde kildeplads, vandspejl 1985-1997 og årsproduktion 1984-1996



Karlslunde kildeplads, vandspejl 1985-1997 og nedbør 1984-1996

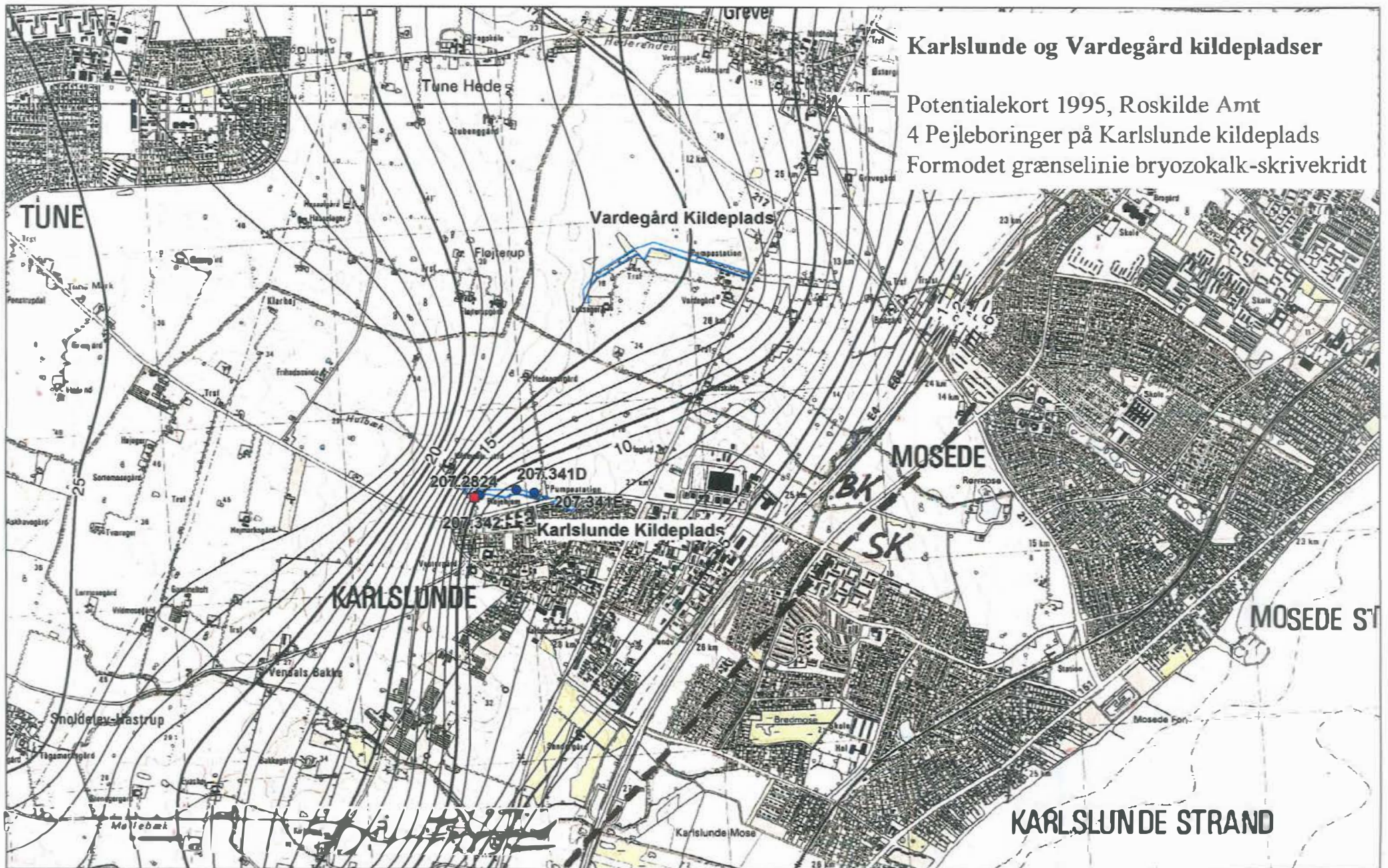


Karlslunde og Vardegård kildepladser

Potentialekort 1995, Roskilde Amt

4 Pejleboringer på Karlslunde kildeplads

Formodet grænselinie bryozokalk-skrivekridt



Appendix I

Til: Københavns Vandforsyning/Miljø- & Plankontoret/Jørgen Madsen

Fra: Kurt Klitten

Kopi til:

Fortroligt: **nej**

Dato: 13 august 1997

GEUS-notat nr.: 06-VA-97-6

J.nr. GEUS: 075-027

Emne: Karlslunde kildeplads, Notat 3: Borehulslogging i boring 1A, DGU 207.2724 på som forberedelse til ny undersøgelses- og indvindingsboring på kildepladsen.

Boringen er 63 m dyb med 18.2 m kvartære dæklag over Danien bryozokalk. Nærværende logging-undersøgelse udførtes 23 juli 1997 som led i planlægningen af en ny undersøgelses- og indvindingsboring på kildepladsen midt imellem boringerne 1A og 3A. Formålet er derfor dels at fastlægge grænsen mellem bryozokalken og den underliggende skivekridt, og dels at se, om indstrømningsfordelingen stadig er den samme som ved en flow-logging undersøgelse udført af Kbh.Vf. i 1984. Endvidere skal nærværende undersøgelse belyse, om der optræder "saltholdigt" grundvand nederst i boringen selv om den foreliggende råvandsanalyse fra boringen i 1995 med et klørindhold på 15 mg/l ikke indikerer påvirkning af saltholdigt vand fra bunden.

Boringen har 225 mm PVC blindrør til 19 m og derunder 225 mm PVC filterrør m. 3 mm slidser til bunden.

Logging-undersøgelsen omfattede ledningsevne-/temperatur-log dels før og dels under pumpning, gamma-log og spektral gamma-log, fokuseret resistivitets-log og endelig propel flow-log under pumpning.

GEOLOGI:

Ifølge boreprofil beskrivelsen består de kvartære lag overvejende af moræneler. Dette bekræftes af **Gamma-loggens** høje strålingsniveau ned til ca 14 m dybde, men herunder tyder det faldende strålingsniveau på et mere sandholdigt lag på de nederste par meter ovenover kalken. Ved overgang til kalken i ca 18 m falder strålingsniveauet som ventet yderligere til et forholdsvis ensartet og lavt strålingsniveau (5-12 cps = tælleantal per sekund) med en gamma-marker horisont i ca 48 m dybde. **Den spektrale gamma-log**, som kun blev udført fra top af kalk og nedefter, bekræfter den markante gamma-marker horisont i 48 m, men viser tillige en svagere marker-horisont i 40 m dybde.

Resistivitets-loggen giver kun meningsfyldte målinger i den filtersatte del af boringen, hvor der kan måles ud gennem slidseåbningerne. Der ses meget høje resistivitetsværdier for hver ca 5.5 m, hvil-

ket skyldes de manglende slidseåbninger ved rørsamlingeme. Herudover ses der et markant skifte i 40 m dybde fra et mønster med varierende resistiviteter højere end 80 ohmm ovenover 40 m dybde til et mere ensartet lavt resistivitetsniveau på ca 50-60 ohmm nedenunder 40 m dybde (bemærk: logaritmisk skala). Dette skifte i resistivitetsmønster er karakteristisk for grænsen mellem Danien kalk og det underliggende skrivekridt. I selve grænsen i 40 m samt i ca 48 m dybde ses der at optræde markante resistivitsminima. Ved begge disse resistivitsminima viste spektral gamma-log som allerede nævnt en tilsvarende gamma-marker. Marker-horisonten i grænsen i 40 m kunne indikere tilstedeværelse af Fiskeler, medens marker-horisonten i 48 m sandsynligvis skyldes den regional optrædende Kjølbjerg mergel.

INDSTRØMNINGSFORDELING:

Til vurdering af indstrømningsfordelingen under pumpning udførtes der en **propel flow-log** ved pumpning med 22.5 m³/t. Af denne fremgår det, at 95 % af indstrømningen sker i de øverste 3 m af filteret, medens de resterende 5 % indstrømmer fra skrivekridtet nedenunder Kjølbjerg merglen.

Ved den tidligere flow-log fra 1984 konstateredes det, at ca 85% indstrømmede på de øverste 3 m. Forskellen skal snarere tages som et udtryk for usikkerheden på de gamle målinger end, at der er tale om nogen ændring.

Indstrømningszoneme giver sig også til kende på **temperatur-log under pumpning** (kurven Tem Q=22.5, fuld streg) ved pludselige spring i ca 21 m, i 49 m, i 55 m og i 58 m dybde som følge af indstrømning af vand med lavere temperatur end det opad strømmende blandingsvand i den pågældende dybde. Derved bliver den oprindelige temperatur af vandet fra bunden af boringen på ca 9.8 C⁰ under strømningen opad ved hver zone fortyndet med vand med lavere temperatur, således at vandets temperatur øverst i filteret er 9.1 C⁰.

Tilsvarende gælder for **ledningsevnen under pumpning** (kurven Led Q=22.5, fuld streg) som er 53 mS/m ved bunden af boringen og 46 mS/m øverst i filteret. Dog giver den øverste indstrømningszone sig ikke til kende på trods af, at indstrømningen her er størst. Dette forhold viser, at ledningsevnen af vandet øverst i kalken ikke adskiller sig fra ledningsevnen af blandingsvandet fra de øvrige indstrømningszoner, der alle ligger i skrivekridtet nedenunder Kjølbjerg merglen.

At der under pumpning kommer en omend svag vandtilstrømning fra skrivekridtet under Kjølbjerg merglen ses også ved sammenligning af såvel temperatur- som ledningsevne-log før og under pumpning, idet både temperatur og ledningsevne i vandet under merglen er lavere før pumpning end under pumpning.

På grund af gruskastningen er der teoretisk mulighed for, at en del af den store indstrømning øverst i filteret reelt skyldes vand, som indstrømmer fra dybereliggende zoner og som strømmer opad udenfor filteret. Det kraftige temperaturfald øverst i filteret på temperatur-loggen under pumpning viser imidlertid, at dette ikke er tilfældet, men at den store indstrømning her skyldes vand fra den øvre del af kalken, idet vand fra dybereliggende zoner ville have haft højere temperatur.

LEDNINGSEVNE OG SALT VAND:

Vandets ledningsevne i bunden af boringen **under pumpning** er ca 53 mS/m v 9.8 C⁰, hvilket viser, at boringen ikke er nået ned til grundvand med forhøjet saltholdighed.

KONKLUSION OG ANBEFALING:

Størstedelen af den ca 18 m tykke kvartære lagserie består af moræneler, men de nederste ca 4 m har tydeligvis et stort indhold af sand-grus. Det er blevet bekræftet, at grænsen mellem Danien bryozokalken og den underliggende skrivekridt ligger i ca 40 m dybde, d.v.s. i omtrent samme dybde som fundet ved logging i boringerne 4A og 7A af Ole Larsen, Kbh.Univ. Endvidere optræder samme mergellag (Kjølbygård mergel) i samme dybde som fundet i disse boringer, d.v.s. i ca 8 m dybde under BK/SK grænsen.

Størstedelen af den vandmængde, som produceres fra boringen, 95 %, kommer fra den øverste del af kalken. De resterende 5 % indstrømmer i tre zoner i skrivekridtet under Kjølbygård merglen.

Vandet i bunden af boringen har lidt højere ledningsevne og temperatur end vandet fra de øvrige indstrømningszoner, men er langt fra at være saltvandspåvirket, idet ledningsevnen kun er 53 mS/m.

Det kan derfor anbefales, at lade den nye boring på kildepladsen udføre til større dybde end de 63 m, som de nuværende boringer er ført ned til, dels for at undersøge, om der i større dybde i skrivekridtet skulle optræde zoner med stor vandføringsevne, og dels for eventuelt at bestemme dybden til det mere saltholdige grundvand.

I første omgang forslås nedboring til 80 m dybde og måling af ledningsevnen i vandet nederst i boringen inden yderligere nedboring besluttet.

Kurt Klitten

Vedlagt: 1 stk bilag med logs sammenstillet med boreprofil.

Oversigt over tidligere GEUS-notater vedr. Karlslunde kildeplads:

- Karlslunde kildeplads, Kbh. Vandforsyning - Oplæg til logging undersøgelse forud for ny boring. K. Klitten, 15.07.97.
- Karlslunde kildeplads, Notat 2: Vurdering af afsækningsmulighederne i forbindelse med en ny undersøgelses- og indvindingsboring på kildepladsen. K. Klitten, 11.08.97. (ref. 06-VA-97-05)

Well Name: 207.2724 (1A)

File Name: COM

Location: Karlslunde kildeplads, 23.07.97

Elevation: 0 Reference: Top rør = 0,15m o. terræn

