

# Dragør Vandforsyning

Borehulslogging i DGU nr. 208.294  
Privat markvandingsboring

Kurt Klitten og Erik Clausen



# Dragør Vandforsyning

Borehulslogging i DGU nr. 208.294  
Privat markvandingsboring

Kurt Klitten og Erik Clausen

## Indholdsfortegnelse

Introduktion .....	3
Lagfølge - geologi .....	3
Forerør og diameter .....	3
Flow-log og indstrømningsfordeling .....	4
Temperatur- og ledningsevne-log før og under pumpning .....	4
Udtagning af vandprøver .....	5

## Introduktion

GEUS udførte den 17 december 2003 borehulslogging i ovennævnte boring på foranledning af RAMBØLL v./ Jens Sølling. Formålet var at få verificeret lagfølgen, bestemt indstrømningsfordelingen, samt identificeret eventuelle forskelle i ledningsevne på vandet fra de forskellige indstrømningszoner, herunder specielt vurdere om boringen er saltvandspåvirket. Indstrømningsfordelingen skulle i øvrigt danne basis for udtagning af 3 akkumulerede vandprøver i forskellige dybdeniveauer med henblik på en detaljeret vandkemisk kvalitetsvurdering af grundvandet i forskellige dybder.

## Lagfølge - geologi

Kvartæret skulle ifølge boreprofilet bestå af 1,5 m moræneler underlejret af smeltevands-sand til kalken i 9, 3 m dybde. Ifølge gamma-loggen synes moræneleret at være ca 3 m tykkere, idet gamma-strålningsniveauet er højt ned til 4,3 m dybde.

Prækvartæret består øverst af København kalk, som underlejres af bryozokalk. Ifølge boreprofilet skulle grænsen mellem de to kalk-bjergarter ligge i 30 m dybde. Den markante dobbelte gamma-marker horisont fra 19,5 til 21,5 m dybde viser imidlertid, at grænsen til bryozokalken ligger i ca. 21,5 m dybde, idet denne gamma-marker har vist sig overalt på Amager og i Københavnsområdet at optræde nederst i København kalken. Gamma-strålingen i bryozokalken ses også generelt at være lavere end i København kalken.

Begge kalk-bjergarter har samme karakter af vekslende bløde og hårde lag, hvilket ses af resistivitets-loggen, hvor de cementerede og hærdnede tætte kalkbænke samt flintlag optræder som lag med høje resistiviteter. Karakteren af disse skiftende lag bliver ikke illustreret i det øverste af København kalken, idet resistivitets-loggen ikke kan måle i sektionen med forerør, og i øvrigt først kan måle fra ca. 11 m under vandspejlet, d.v.s fra ca 15,5 m under terræn eller fra ca 1,2 m under forerøret.

## Forerør og diameter

Kaliber-loggen viser, at forerøret er ført ned til 14,3 m under terræn, samt at dets diameter varierer mellem 150 og 160 mm med de største variationer på den nederste halve meter formodentlig p.g.a. rustudfældninger. Fra forerørets underkant og ned til bryozokalken i ca. 21,5 m dybde ses hyppig og stor variation i diameteren, mellem 160 og 260 mm. Variationen i diameteren er mindre hyppig i bryozokalken og generelt mindre end i København kalken, således kun 140 til 190 mm. Dette er formodentlig p.g.a. mindre opsprækkethed, idet begge kalk-bjergarter som ovenfor nævnt har samme karakter med hensyn til vekslende lag med varierende hårdhed.

## Flow-log og indstrømningsfordeling

Kontinuert propel flow-log blev opmålt med nedsænkningshastighed af sonden på 5 m/min og med pumpen anbragt i ca. 10 m dybde. Pumpens ydelse under loggen blev holdt på 3,9 m<sup>3</sup>/t, og på den halve time, som pumpen kørte før og under loggen afsænkedes vandspejlet fra 4,5 m til 9,5 m under terræn. Boringens specifikke ydelse er således forholdsvis lav, idet den er mindre end 1 m<sup>3</sup>/t/m.

De ubehandlede flow-log tællotal (rotationer per minut = rpm) ses på log-bilagets som "Rå flow Q=0". Der ses nederst i boringen lidt højere værdier end, hvad der svarer til basistællotal for sondehastighed 5 m/min., som er 32 rpm (og som er vist som en lodret linie på søjlen med "Rå flow Q=0"). Der er således tale om en indstrømning helt fra boringens bund. Tællotallet ses at stige tilsyneladende forholdsvis jævnt op gennem boringen indtil lige under forerøret, hvor der ses en markant stigning. Sidstnævnte stigning kunne tyde på en stor indstrømning, men på grund af diameterformindskelsen fra det åbne borehul i kalken til forerøret (fra ca 205 mm i gennemsnit lige under forerøret til ca 154 mm på den nederste halve meter i forerøret) skal der korrigeres for denne stigning. I det konkrete tilfælde giver diameterændringen en stigning på ca 12 rpm, hvorimod den observerede stigning var på 17 rpm (fra ca 47 rpm øverst i boringen til 64 rpm i forerøret). Den reelle indstrømning lige under forerøret er derfor kun, hvad der svarer til en stigning på 5 rpm.

Tællotalene på log-sektionen i forerøret (ikke i den åbne del af boringen) er derfor korrigeret ved et fradrag på 12 rpm, før basistællotal på 32 rpm endelig fradrages alle tællotal på "Rå flow Q=0", for at korrigere for sondehastighedens bidrag til antal rotationer. Til sidst omregnes den resulterende flow-log derefter til procentandel af den anvendte pumpeydelse ved, at alle tællotal sættes i procent af det gennemsnitlige korrigerede tællotal i forerøret, som jo svarer til 100 % af den anvendte pumpeydelse.

På log-bilagets er denne akkumulerede procent kurve, Flow Q=3.9, tolket med hensyn til identifikation af, hvor indstrømningerne sker, idet det vides, at det i kalk-bjergarter vil ske ved specifikke sprækker. Resultatet af denne tolkning er, at indstrømningszonerne er fundet i følgende dybder og med følgende procentandele: nederst/15%, 38 m/20%, 36m/15%, 33m/15%, 19m/10% og 15m/25%. Denne tolkning giver således til resultat, at 35% af det oppumpede vand fra boringen kommer fra København kalken, medens de resterende 65% kommer fra bryozokalken. Boringen er ikke ført ned til skrivekridtet, som i den nærliggende boring 208.1527 (B11) vides at optræde i ca 70 m dybde. Hvis det havde været muligt at anvende en større pumpeydelse, ville indstrømningerne i højere grad end det er tilfældet her, have resulteret i en akkumulationskurve med langt mere markante og springvise ændringer op igennem boringen.

## Temperatur- og ledningsevne-log før og under pumpning

På temperatur-log under pumpning ses temperaturen at stige i små spring fra 10,1 °C nederst i boringen til 11,0 °C øverst under pumpen. Disse små spring kan indikere tilstedeværelsen af indstrømningerne, og enkelte ses da også at stemme forholdsvis overens med tolkningen af flow-loggen.

Det er overraskende, at gradienten er omvendt af det normale, som jo med undtagelse af de øverste 10-20 m, er en mod dybden jævnt stigende temperatur. Dette fænomen med en omvendt gradient til en vis dybde ses imidlertid ofte i byer, hvor den menneskelige aktivitet (husopvarmning og varme fra kloakledninger) medfører større temperaturer i grundvandet indenfor de øverste 50 m end, hvad der er tilfældet i det åbne land. Tilsvarende forløb ses også på temperatur-loggen før pumpning, og det er bemærkelsesværdig, at der ikke er nogen signifikant forskel på de to temperatur-logs.

Det er endvidere overraskende, at ledningsevne-loggen under pumpning med undtagelse af lige under forerøret ikke viser nogen variation eller springvis ændring. Det indstrømmende vand i de forskellige zoner ses således at have samme ledningsevne, ca 83 mS/m ved 10 °C, og kun indstrømningen på 25% lige under forerøret har en højere ledningsevne som resulterer i, at det opstrømmende vand til pumpen har en ledningsevne på 90 mS/m. Det er netop denne lidt højere ledningsevne, som det stillestående vand i boringen viser jævnt før loggen før pumpning. Dette kunne indikerer en meget svag nedadgående strømning af vandet fra zonen i 15 m dybde og ned til de forskellige sprækker i bryozokalken, idet der jo eksempelvis indvindes fra B11 (DGU 208.1527) og her sker hele indstrømningen i bryozokalken.

En sådan meget svag strømning kan spores ved den udførte basis flow-log uden pumpning, "*Flow Q=0*". Denne log ses på log-bilaget, og en nedadgående strømning skulle resultere i tælleletal lavere end basis tælleallet på 32 rpm for nedsænkningshastigheden 5 m/min (fundet ved utallige kalibreringer). Der ses da også lidt lavere tælleletal fra netop 15 m dybde og i hvert fald ned til bryozokalken. Men i øvrigt viser denne log større uregelmæssigheder, end hvad der ellers er normalt. Således ses værdierne i forerøret at ligge lidt højere end basis tælleallet. Det samme er tilfældet på de nederste 10-15 m af boringen, hvor det var vanskeligt overhovedet at få pålidelige værdier, d.v.s. uden for store variationer, hvorfor der ses delstrækninger uden data, idet disse er sorteret fra. Disse data-uregelmæssigheder skyldes antagelig en mængde urenheder i vandet, som kan tænkes at være frembragt ved, at sonden som den første type log har slået en del belægninger af fra forerørets væg.

## Udtagning af vandprøver

Som vist på log-bilaget blev der udtaget vandprøve af det opstrømmende vand i dybden 38 m, og denne vandprøve repræsenterer ifølge tolkningen af flow-log ca 35% af den totale ydelse. Endvidere blev der taget vandprøve i 31 m, som repræsenterer 60-65% af ydelsen. Vandprøven i 14, 5 m dybde skulle endelig repræsentere den totale ydelse. Hvis analysen af denne vandprøve afviger fra analysen af vandprøven udtaget efter hovedpumpen, er det sandsynligvis p.g.a. utætheder i forerøret.

Afslutningsvis skal det nævnes, at den mulige nedadrettede svage strømning i boringen kan medføre komplikationer for tolkningen af de vandkemiske analyseresultater fra de udtagne vandprøver. Hvis dette er tilfældet, må det anbefales, at et eventuelt nyt sæt vandprøver først udtages efter længere tids pumpning fra boringen.

Boring 208.294 - Lundestien 30, Dragør

Logging udført af GEUS: 17.12.2003

Reference: Terræn

