

Forureningsundersøgelse. NIRAS / Københavns Kommune

Borehulslogging 2005. Boring DGUnr. 201.6480
(KB 102), Gl. Kongevej, Kbh. V.

Per Rasmussen, Kurt Klitten & Erik Clausen



Forureningsundersøgelse. NIRAS / Københavns Kommune

Borehulslogging 2005. Boring DGUnr. 201.6480
(KB 102), Gl. Kongevej, Kbh. V.

Per Rasmussen, Kurt Klitten & Erik Clausen

Indhold

1	Introduktion og undersøgelsesprogram	3
2	Undersøgelsesresultater	5
2.1	Undersøgelsesboring KB 102, DGU nr. 201.6480	5
2.1.1	Tekniske forhold	5
2.1.2	Lagfølge	5
2.1.3	Temperatur- og ledningsevnelog	6
2.1.4	Flowlog og indstrømningsfordeling	7
3	Litteraturliste	9
4	Bilags liste	10

1 Introduktion og undersøgelsesprogram

For NIRAS udførtes 13. juli borehuls-logging i boring DGU nr. 201.6480, lokalt nr. KB 102, Gl. Kongevej 33, København V.

Boringen er 20 dyb med forerør til 10 m dybde, herunder er boringen åben. Boringen er udført i oktober 2004. Boringens placering fremgår af Figur 1 og Bilag 3.



Fig. 1: Den undersøgte boring er markeret med gul prik ●. Øvrige borer angivet med grøn prik på kortet, er borer i området som er registreret i GEUS's Jupiter boringsdatabase.

Formålet med den gennemførte logging-undersøgelse var at verificere den geologiske lagfølge samt bestemme de zoner (sprækkesystemer), hvor den største vandtilstrømning til boringen finder sted med henblik på modellering af forureningstransporten i grundvandszonen.

Der er gennemført et log-program bestående af gammalog, induktionslog, ledningsevne- og temperaturlog uden og med pumpning, samt kaliberlog, flowlog og optisk televue.

Temperatur- og ledningsevnelog samt kaliberlog under pumpning blev foretaget med en pumpeydelse på 5,4 m³/t.

Den Optiske Televue (OPTV) giver et kontinuert, detaljeret og 360° orienteret billede af borehulsvæggen. Billedet giver mulighed for direkte at analysere lagfølger, hældninger, sprække retninger og aperturer ned gennem den åbne del af boringen. Optagelser-

ne med OPTV i boring KB 102 leveres på digitalt format og er ikke analyseret og rapporteret i denne rapport.

Det normale GEUS logging program for vandindvindingsboringer omfatter en verifikation af den geologiske lagfølge i de enkelte boringer ved hjælp af gamma-log, induktions-log og resistivitets-log, medens ledningsevne- og temperatur-log udført såvel uden som under pumpning fra boringen giver information om eventuelle forskelle i indstrømningernes ledningsevne og temperatur og dermed indikation om forskelle i vandkemi, indikation på intern strømning uden pumpning, samt identifikation af indstrømningszoner under pumpning.

Programmet omfatter endvidere en fastsættelse af indstrømningen i de enkelte indstrømningszoner ved hjælp af flow-log under pumpning fra boringen, samt en kaliberlog. Sidstnævnte er nødvendig, fordi variation i borehullets diameter og især forholdet imellem diameteren i forerøret og den gennemsnitlige diameter i kalken lige under forerøret vil influere stærkt på flow-loggens resultater. Kaliber-loggen giver tillige information om eventuelle uregelmæssigheder i forerørs diameteren, og disse kan være indikation på gennemtæring. Forud for en flow-log udføres der en kalibreringstest af log-sonden ved at køre den ned gennem hele boringen uden pumpning. En eventuel intern strømning imellem zoner i kalk eller mellem to filtre vil også blive identificeret ved en sådan kalibrerings flow-log uden pumpning.

2 Undersøgelsesresultater

2.1 Undersøgelsesboring KB 102, DGU nr. 201.6480

2.1.1 Tekniske forhold

Boringen blev udbygget med et 100 mm forerør til 10,0 m dybde. Boringen står som en åben kalkboring fra bund af forerør til bund af boring i 20 m dybde.

Kaliber-loggen (Bilag 1) viser et borehul med en gennemsnitlig diameter på ca. 100 mm men med mange diameterudvidelser (kaviteter) samt et par indsnævring. Den største kavitet findes i den øvre del fra 11,4 – 11,8 m dybde, hvor boringens diameter er ca. 140 mm. Den største indsnævring observeres fra 13,7 – 14,4, hvor diameteren kun er ca. 60 mm.

Under udførelse af flow-log med pumpning blev der pumpet med en kapacitet på 5,4 m³/t uden nævneværdig afsenkning (1,0 m på 5 min.). Rovandspejlet blev den 13. juli 2005 målt til 3,24 m under terræn.

2.1.2 Lagfølge

Den geologiske lagfølge er ifølge brøndborerrapporten (Bilag 3):

0,0 – 0,1 m	stenbelægning
0,1 – 2,3 m	FYLD, sand, gruset, brunligt
2,3 – 2,7 m	ML, sandet, stenet, brunligt
2,7 – 9,4 m	ML, sandet, let stenet, grå
9,4 – 20,0 m	KALK, grålig

Der er ikke indsendt boreprøver til GEUS's Jupiter boringsdatabase og der foreligger således ingen geologisk prøvebeskrivelse af boringen.

Gamma-loggen viser en øvre kvartær lagserie bestående af moræneler under 2,3 m fyld. I 3,4 – 5,8 m dybde er morænen mere lerholdig i forhold til den øvrige kvartære lagserie. Ifølge gamma-loggen træffes toppen af kalken, Københavner Kalk (KK), i 9,9 meter dybde (Bilag 1). I borejournalen er denne grænse angivet til 9,4 m dybde.

Gamma-loggen viser en markant markerhorisont i kalken i 13,6 - 14,4 m dybde. Denne horisont er i Metro-undersøgelserne (DGU Service report no. 33 - 1995) betegnet "gamma marker 3" (GM3). Se Bilag 2.

På induktions-loggen genkendes marker horisonterne H og H1 på hver side af GM3, samt ca. 3 m under H1 endnu en marker horisont G fra den etablerede log-stratigrafi over København kalken (DGU Service report no. 33 – 1995). Den nævnte marker horisont G danner grænsen mellem Øvre København kalk og Mellem København kalk, se Bilag 2. Boringen er således lige netop nået ca. 1,5 m ned i Mellem København kalk.

Denne log-stratigrafiske klassificering af den gennemborede del af København kalken har bl.a. betydning i henseende til en vurdering af kalkens hydrauliske egenskaber. Den store mængde undersøgelser af København kalken i relation til dels Øresundsforbindelsen og dels Metroen under København har vist, at Øvre og Nedre København kalk er meget mere vandførende, dvs. har et meget større antal vandførende sprækker per meter kalk end Mellem København kalk (DGU Service report no. 33 – 1995). Permeabiliteten af Mellem København kalk kan derfor påregnes at være mindre end de to andre stratigrafiske enheder (5×10^{-7} to 1×10^{-5} m/sek. i Mellem KK og 2 til 3×10^{-5} m/sek. i Øvre og Nedre KK).

2.1.3 Temperatur- og ledningsevnelog

Temperatur-loggen uden pumpning viser en lavere temperatur (ca. 15°C) i bunden af boringen. Op gennem boringen ses der en svag stigning i temperaturen til $15,3^{\circ}\text{C}$ i 11,5 m dybde. Fra 11,5 – 7 m dybde falder temperaturen fra $15,3 - 14,8^{\circ}\text{C}$, hvorefter temperaturen stiger igen som følge af påvirkninger fra overfladetemperaturen.

Forløbet af temperatur-loggen under pumpning er sammenfaldende med temperatur-loggen uden pumpning fra bund af boring til ca. 11,5 m dybde. Temperatur-loggen under pumpning viser laveste temperatur (ca. 15°C) ved de nederste indstrømninger, og efter hver indstrømning herover ses der en svag stigning i temperaturen i det opadstrømmende vand. Størst stigning ses ved øverste indstrømning umiddelbart under forerøret i intervallet fra 11,5 - 10,5 m dybde, således at temperaturen herefter er $15,7^{\circ}\text{C}$.

Ledningsevne-loggen viser i situationen uden pumpning en meget konstant ledningsevne på 77 mS/m i hele det målte interval. Derimod ses der under pumpning langt flere forskelle i ledningsevnen, end der normalt ses over et så lille dybdeinterval som her (10 m kalk), hvilket indikerer et stort antal indstrømningszoner.

Der er på Bilag 1 er tilføjet en søjle med indikationer på indstrømninger vurderet ud fra ledningsevne-loggen opmålt under pumpning.

Da vandet under pumpning strømmer opad, betyder en stigning på ledningsevne-loggen at der sker en indstrømning af vand med en højere ledningsevne end ledningsevnen i det opadstrømmende vand lige nedenunder. Omvendt ved et fald på ledningsevne-loggen.

2.1.4 Flowlog og indstrømningsfordeling

Der blev foretaget flow-log i boring KB 102 såvel uden som med pumpning. På Bilag 1 ses mange uregelmæssigheder på begge flow-logs. Uregelmæssighederne (svingninger i tælleletal) skyldes dels variationer i diameter og dels variation i log-hastighed. Det var vanskelig at holde en konstant loghastighed på 5 m/minut, idet sonden stødte mod den uregelmæssige kalkvæg. Det er derfor vanskelig at tolke flow-loggen kvantitativt i form af absolutte procentværdier på de enkelte indstrømninger.

De ubehandlede flow-log tælleletal (rotationer per minut = rpm) ses på Bilag 1 som "*Flow Q=5,4 m³/t*". På samme log-søjle er til sammenligning vist den opmålte flow-log uden pumpning, "*Flow Q=0*", som giver basis-tælleletal for sondehastighed 5 m/min.

For at kunne omregne en flow-logs ubehandlede (rå) tælleletal til akkumuleret indstrømning i procent skal ovennævnte basis-tælleletal i boringen fratrækkes de rå flow-log tælleletal under pumpning. Herefter omregnes de korrigerede flow-log tælleletal til akkumuleret indstrømning i procent ved, at alle tælleletal sættes i procent af det gennemsnitlige korrigerede tælleletal i forerøret over filteret, hvor tælleallene repræsenterer 100% strømning i boringen. I dette tilfælde er strømningen lige under bund af forerør vurderet og anvendt som 100% strømning, idet forerørets tælleletal ikke kan anvendes som repræsenterende 100 % på grund af forerørets lidt større diameter sammenlignet med sektionen 10,0 – 11,2 m.

Ud fra den akkumulerede procent kurve, "*Flow Q=5,4 m³/t (%)*" og indstrømningsindikationerne i søjlen efter ledningsevne-loggen kan det vurderes, hvor der sker lokale indstrømninger (Bilag 1). Ved at sammenholde indstrømningsindikationerne i søjlen efter ledningsevne-loggen med indstrømningerne tolket ud fra flow-log ses kun få forskelle: Flow-loggen kan ikke registrere den nederste indstrømning i ca. 19,3 m, og ledningsevnen på vandet fra flow-log indstrømningerne i 12,5 og 13,3 m er ikke forskellig fra ledningsevnen i det opadstrømmende vand i boringen i denne dybde.

For boring KB 102 kan denne tolkning af indstrømningsfordelingen summeres således:

Størstedelen af vandtilstrømningen, 55%, sker lige under forerøret i ca. 10,6 m dybde. Opdelt på dybder er der følgende indstrømningsfordeling i boringen:

10,6 m:	55%
11,6 m:	20%
12,6 m:	5%
13,3 m:	5%
14,0 m:	5%
15,4 m:	4%
16,6 m:	3%
18,1 m:	3%

En sådan indstrømningsfordeling med stor indstrømning øverst i kalken og med mange indstrømningszoner fordelt nedefter er netop karakteristisk for Øvre København kalk,

hvorimod Mellem København kalk som regel kun har få indstrømningszoner og kun sjældent bidragende med særligt store indstrømningsprocenter.

3 Litteraturliste

Frederiksen, J. et al. (2003): ***Ingeniørgeologiske forhold i København.*** Dansk Geoteknisk Forening. Bulletin 2002.

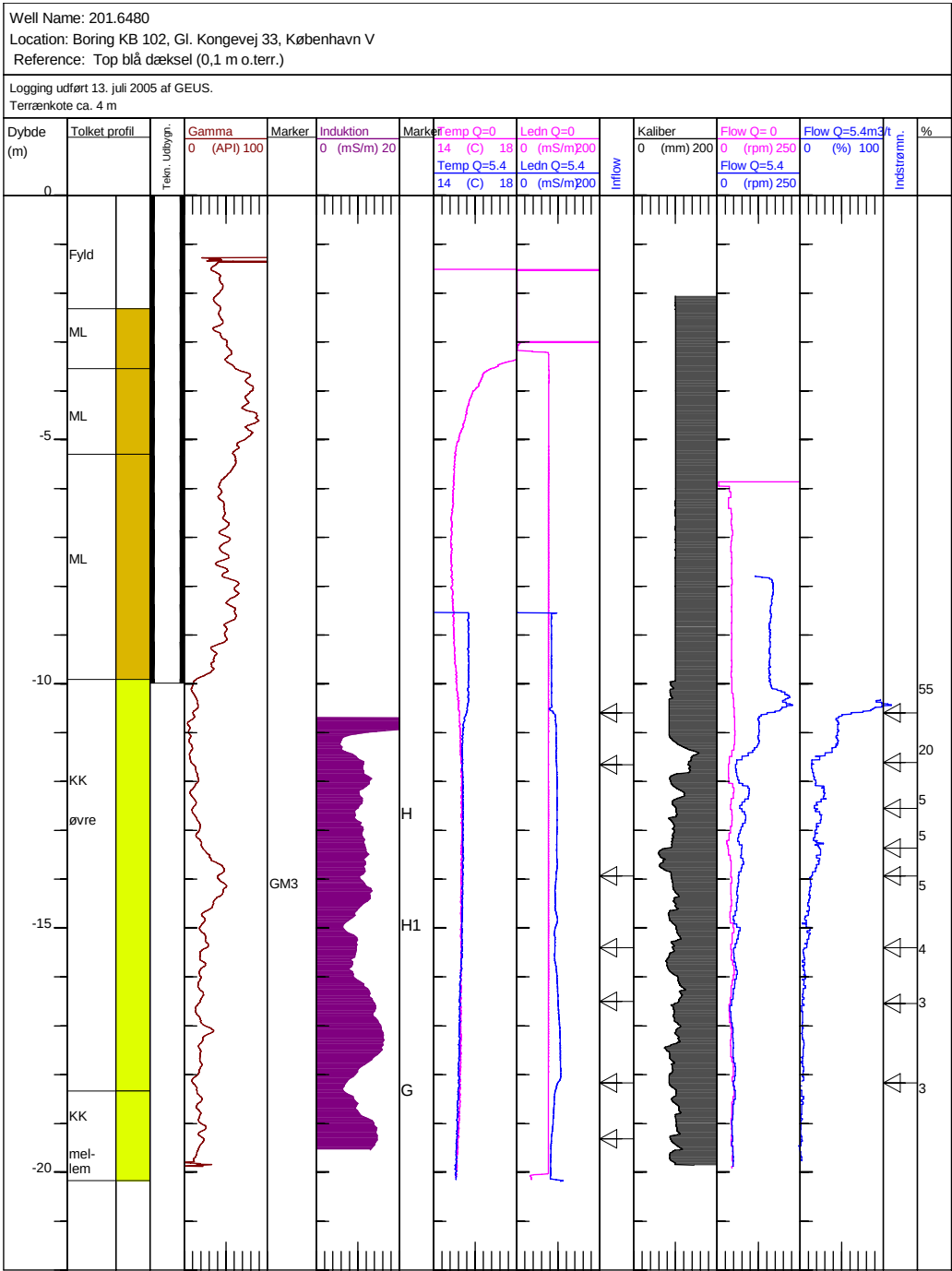
Klitten, K., Ploug, C., and Olsen, H. (1995): ***Geophysical log stratigraphy of the København Limestone.*** - Danish Geotechnical Society, DGF Bulletin 11. Proceedings from XI ECSMFE, Copenhagen, 1995.

Knudsen, C., Klitten, K., and Krogsbøll, A. (1995): ***The Copenhagen Minimetro - Geological Summary.*** - DGU Service report no. 33, 1995.

4 Bilags liste

- Bilag 1: GEUS borehuls logs fra undersøgelsesboring KB 102, DGUnr. 201.6480
- Bilag 2: Log-stratigrafi i København kalk (fra boring DGU 201.3111, Nyhavn = TUBA 44 = KNP1).
- Bilag 3: Lokaliseringskort, Brøndborerrapport og Borerapport

BILAG 1

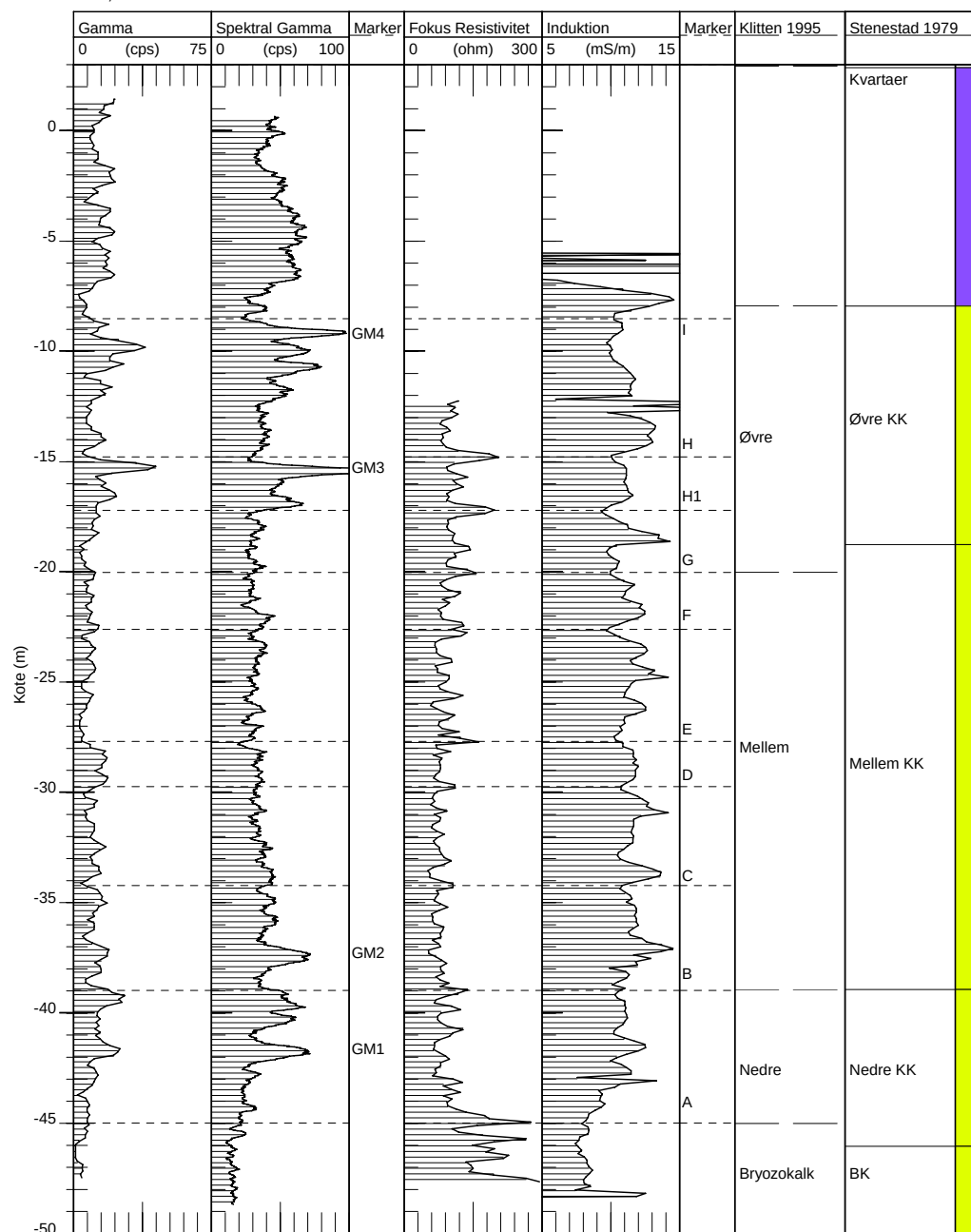


BILAG 2

BILAG 1: Boring KNP1, TUBA44, DGU 201.3111 - Nyhavn

GEUS logging for Metro forundersøgelserne 1995

Terraen +2,95 m



Borrprotokol



TEL: 08 746 8400 FAX: 08 746 8401
WWW.RAMBOLL.SE

Uppdragsnamn : Bormingsarbete i Köpenhamn		Datum : 2004-10-05	
Uppdragsnummer : 61640410142		Initialer : TRD	
Bormingsmetod : ODEX-90 med hammar		Borming : kb 102	
Vatten träffat (m.u.m.p) : 3,21		Nivå:	
GW-rör	Foderör : 0,0-9,7 – öppet hål : 9,7-20,0		Bormingsarbete
	Djup, från (m)	Djup, till (m)	Prov nr.
	0	0,1	Stenbeläggning
	0,1	2,3	FYLD, sand, gruset, brunt
	2,3	2,7	ML, sandet, stenet, brunlig
	2,7	9,4	ML, sandet, let stenet, grå
	9,4	20,0	KALK, grålig
Anmärkningar : Fördjupning 17,9 18,2 m.u.l.			

BORERAPPORT

DGU arkivnr: 201. 6480
Borested : Gl. Kongevej 33

Kommune : København

Amt : Københavns Kom.

Boringsdato : 5/10 2004

Boringsdybde : 20 meter

Terrænkote :

Brøndbore : Brøndboreren er ukendt

MOB-nr :

BB-journr :

BB-bornr : KB102

Prøver

- modtaget :

- beskrevet :

- antal gemt :

Formål : Forurening/miljø

Anvendelse :

Boremethode :

Kortblad : 1513 ISØ

UTM-zone : 32

UTM-koord. : 723464, 6175442

Datum : EUREF89

Koordinatkilde : Rådg. firma

Koordinatmetode : KMS digitale kort
