



**Benløse-Runding
Vandværk
Boringsundersøgelse
DGU nr. 211.208**

Rekvirent

Benløse Runding Vandværk
Roskildevej 146
4100 Ringsted

Rådgiver

Orbicon A/S
Jens Juuls Vej 18
8260 Viby J
Telefon 87 38 61 66
E-mail alp@orbicon.dk

Sag	13108321
Projektleder	Allan Petersen
Kvalitetssikring	Henrik Andersen
Revisionsnr.	1
Godkendt af	Omar Thomsen
Udgivet	November 2008

**Benløse-Runding
Vandværk
Boringsundersøgelse
DGU nr. 211.208**

INDHOLDSFORTEGNELSE

1	Indledning	4
2	Feltarbejde	4
3	Resultater	5
3.1	Videoinspektion	5
3.2	Borehulslogging	6
4	Sammenfatning	6

Bilagsoversigt

Bilag 1: Videoinspektion

DVD med den samlede videooptagelse

Bilag 2: Loggingresultater

Samlet plot der viser de optagede loggingspor

Appendiks

Appendiks 1:

Geofysiske metoder: Videoinspektion

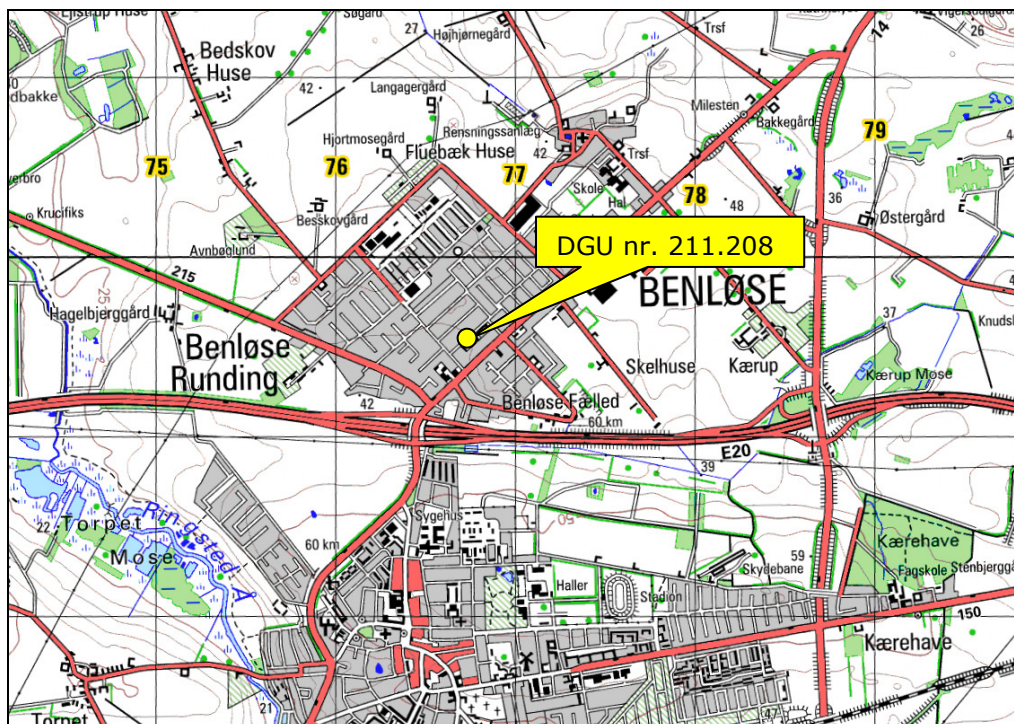
Appendiks 2:

Geofysiske metoder: Borehulslogging

1 Indledning

Orbicon har for Benløse-Runding Vandværk udført boringsundersøgelse i form af videoinspektion og borehulslogging i en boring ved Benløse. Den omtrentlige placering af boringen fremgår af figur 1. Borehulslogging er foretaget som flowlog, caliperlog, naturlig gammalog, fluid-resistivetslog og temperaturlog.

Ydelsen på boringen er faldet og formålet med boringsundersøgelsen er, at undersøge boringens generelle tilstand og belyse eventuelle problematiske elementer.



Figur 1: Lokaliseringskort, der viser den undersøgte borings beliggenhed. Kortgrundlag KMS1:50.000.

2 Feltarbejde

Undersøgelserne i boringen med DGU nr. 211.208 blev udført den 25. november 2008. Anvendelsen og tolkningen af naturlig gammalog, fluid-resistivetslog og temperaturlog findes beskrevet i appendiks. For yderligere beskrivelse af principperne bag borehulslogging henvises til referencerne.

3 Resultater

3.1 Videoinspektion

Resultaterne af den udførte videoinspektion fremgår af bilag 1.

Videoinspektionen er foretaget med et avanceret kamera, som er beskrevet i appendiks 1. Kameraet er udstyret med både en front- og en sidelinse, hvor sidstnævnte kan roteres 360°/1/.

Videoinspektionen er foretaget med anvendelse af top forerør som reference-niveau. Dybderne vist på DVD'en angiver dybden til kameraets sidelinse. Ved videoinspektionen er der gjort en række observationer, som er anført i skematisk form.

Videoinspektionen blev gennemført til en dybde af 75,60 meter under reference (m.u.r.), hvor kameraet stillede sig på bunden af boringen. Usikkerheden på dybdeangivelsen på videooptagelsen vurderes at være mindre end 0,2 meter.

Dybde meter under reference	Observation
0,00	Start optagelse.
	Forerøret er af metal og fremstår tæret.
16,62	Vandspejl.
	Forerøret fremstår belagt under vandspejlet.
23,00	Der ses begyndende knoldede udvækster på røret.
26,55	Hul i forerøret. Hullet ses i forlængelse af afskrabning på røret. Formentlig en del af pumpen der slår på røret under tænd og sluk. Det ses at vand strømmer ind i boringen gennem hullet.
26-44	Forerøret fremstår kraftigt tæret i dette niveau. Røret skaller af og der ses grube tæring og knoldede udvækster.
44,48	Bund af forerør. Overgang til åbent hul.
75,60	Bund af boring.
	Opkørsel filmes med sidekamera.

Tabel 1: De væsentlige observationer ved videoinspektionen er samlet i overskuelig form i tabellen herover. For yderligere detaljering henvises til bilag 1.

Sammenfatning

Forerøret er af metal og fremstår tæret.

Der blev kun erkendt en samling. Formentlig svejset.

Den åbne del af boringen fremstod svagt belagt.

Tilstanden af boringen vurderes samlet at være kritisk pga. tæring og hul i forerøret, jf. appendiks.

3.2 Borehulslogging

Resultaterne af den udførte borehulslogging fremgår af bilag 2.

Gammalloggen viser tælleletal i intervallet 30-50 cps fra 0-41 m.u.r., hvilket svarer til moræneler og morænesand. Fra 41-65 m.u.r. ses der tælleletal omkring 20 cps, hvilket svarer til mergel. Fra 65-70 m.u.r. ses tælleallene stige op til 35 cps, hvilket indikerer at lerindholdet stiger. Under 70 m.u.r. ses tælleallene at falde igen.

Forerørets diameter blev målt til 209 mm ved referencepunktet. Caliperloggen viser, at diameteren af det åbne hul er ca. 300 mm lige under forerøret, 44 m.u.r., og at diameteren aftager ned af. Fra 55-75 er diameteren 220-230 mm med at par sprækker fra 72-74 m.u.r.

Flowloggen, Fluid-resistivitetsloggen og temperaturloggen blev udført under pumpning med 23 m³/t og en afsækning på ca. 6,7 m.

Tolkningen af flowloggen viser, at stort set alt indstrømning sker fra bunden af boringen.

Fluid-resistivitetsloggen viser ringe påvirkning i vandsøjlen under pumpning, hvilket indikerer, at vandet tilstrømmer i bunden af boringen. Fluid-resistivitetsloggen udført uden pumpning viser, at der strømmer vand ind i boringen 26,5 m.u.r. (kraftigt fald i resistiviteten i dette niveau). Desuden ses en stigning i resistiviteten i bunden af boringen.

Temperaturloggen udført under pumpning viser ingen påvirkning i vandsøjlen.

4 Sammenfatning

Boringens tilstand vurderes at være kritisk, da forerøret er kraftigt tæret og der tilstrømmer vand gennem et hul i forerøret 26,5 m.u.r.

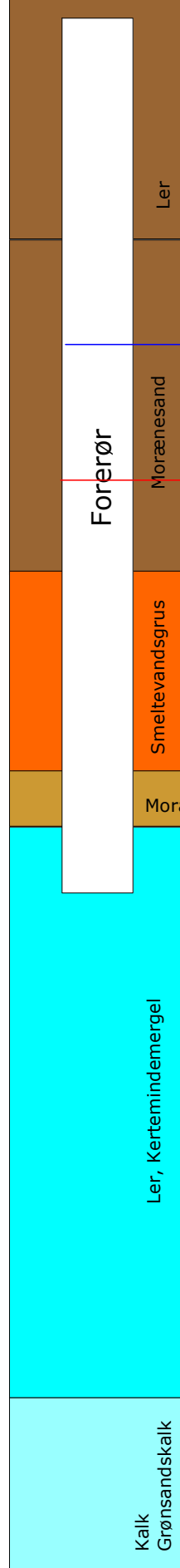
Tolkning af data fra boringensundersøgelsen viser, at der ikke tilstrømmer vand i den åbne mergel. Tilstrømningen foregår overvejende fra bunden af boringen.

Det har under videoinspektionen og borehulslogging kunne konstateres, at boringen er ca. 3 meter kortere end opgivet til GEUS. En eventuel nedsat ydelse kan skyldes nedfalden mergel der lukker sprækker i kalken i bunden af boringen.

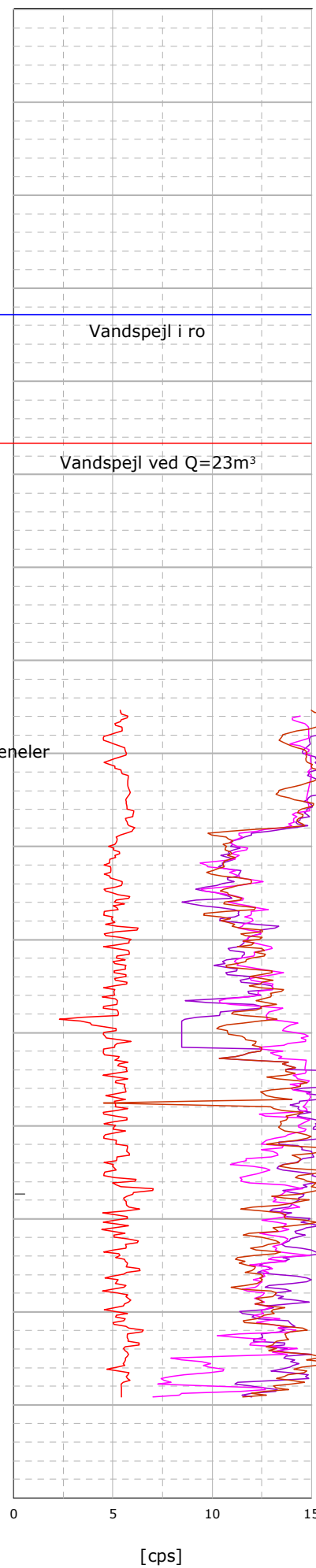
Borelokalitet

Adresse:
Benløse Runding Vandværk
Roskildevej 146
4100 Ringsted

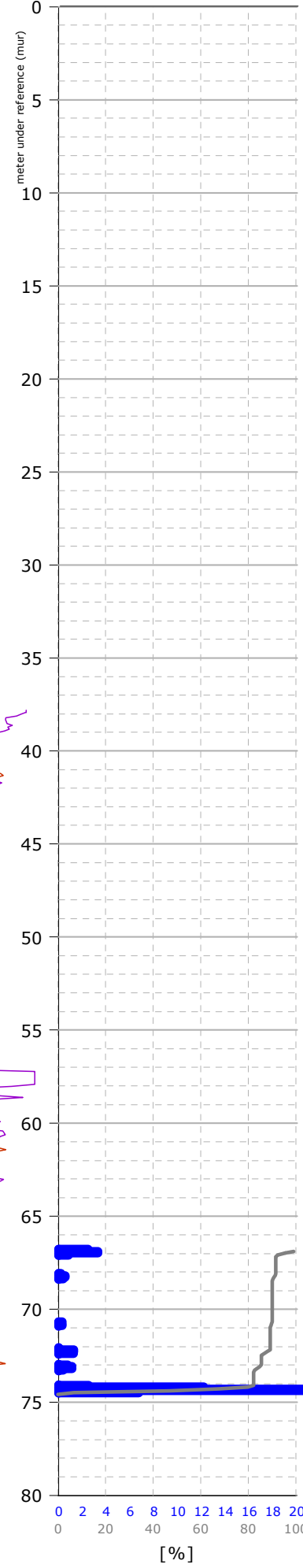
Litologi (GEUS) og boringsudbygning



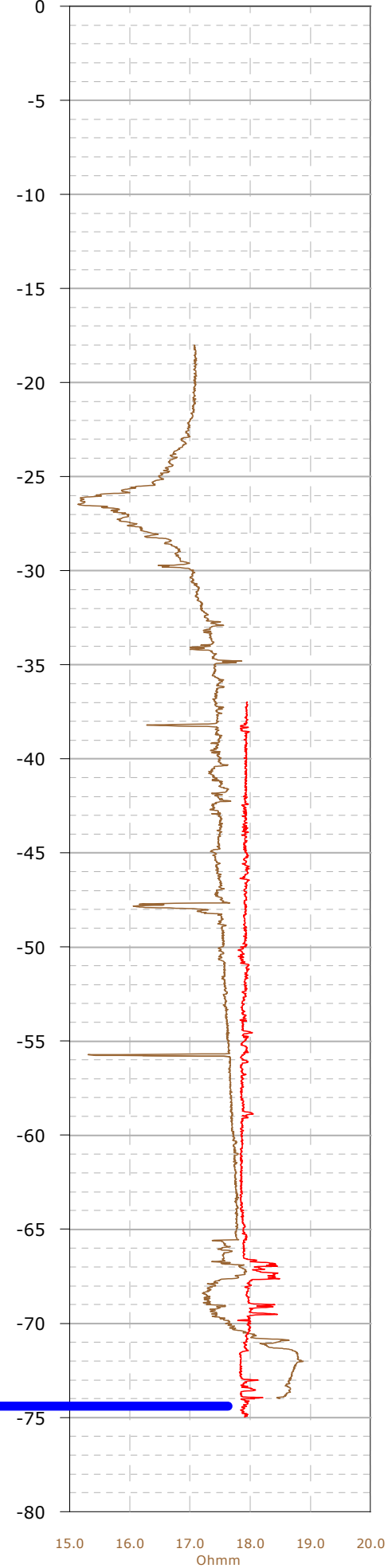
Flowlog, data Lithologi og udbygning



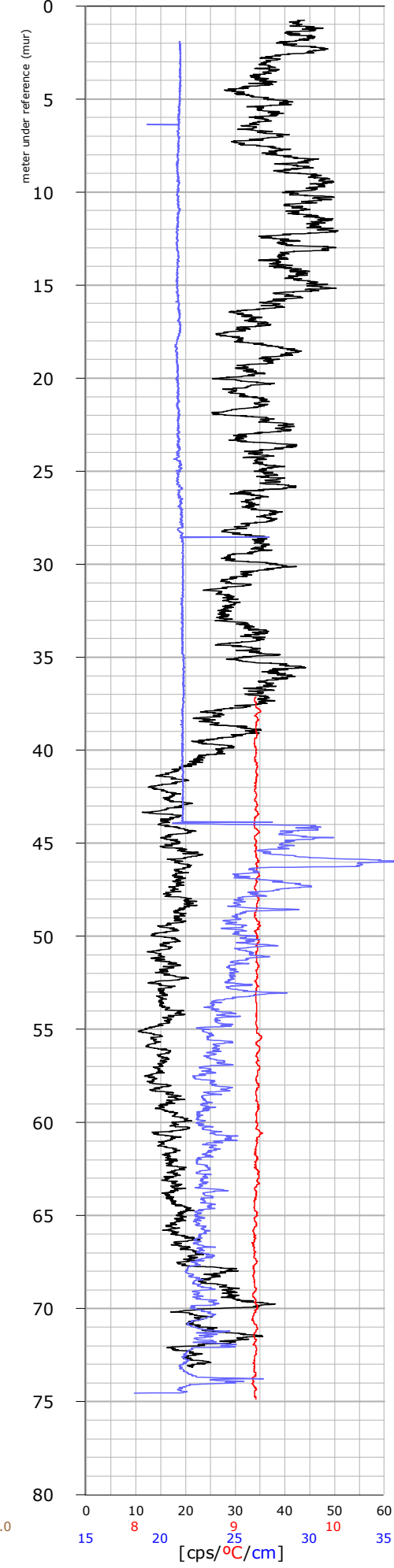
Tolket indstrømning Relativ strømning



Fluid resistivitetslog



Naturlig gammalog Temperaturlog Caliperlog



Borehulslogging

Rekvirent:
Benløse-Runding Vandværk
4100 Ringsted

Titel:
Boringsundersøgelse
DGU nr. 211.208

Dybdeinterval 0 - 80 m.u.r.

Kurveinformation - panel#1

- Aktivt løb#1
- Aktivt løb#2
- Aktivt løb#3
- Uden pumpning

Kurveinformation - panel#3

- Væske modstand NB: lineær scala
- Væske modstand under pumpning

Kurveinformation - panel#4

- Naturlig gammalog
- Temperaturlog
- Caliperlog

Data og optageinformationer

DybderefERENCE niveau : Top forerør
Optagelser udført : 25.11.2008/ALP
Sti: \\2008\\13108321\\benløse\\Data\\211_208.grf

Flowlog:

Hast. : 10 m/min (ned), Datafil : f1-5.las
Sampling: 10 cm, Filter : mean 25 cm Q=23 m3

Fluid Resistivitetslog:

Hast. : 8 m/min (ned), Datafil : wa1.las
Sampling: 2,5 cm, Filter : Ingen Q=23 m3

Naturlig gammalog:

Hast. : 3 m/min (op), Datafil : ca1.las
Sampling: 1 cm, Filter : non-spike mean 25 cm

Temperaturlog:

Hast. : 8 m/min (ned), Datafil : wa1.las
Sampling: 2,5 cm, Filter : Ingen Q=23 m3

Caliperlog:

Hast. : 3 m/min (op), Datafil : ca1.las
Sampling: 1 cm, Filter : ingen

Bemærkninger:

Referencepunkt er top forerør.



Sagsnr: 13108321	Dato: 26.11.2008
Udarbejdet: ALP	Kontrollert: HAN

Jens Juuls Vej 18
8260 Vby J
Telefon 87 38 16 66
Telefax 87 38 16 99

Appendiks

Geofysiske metoder

Videoinspektion

Rådgiver

Orbicon

Jens Juuls Vej 18

8260 Viby J

Telefon 87 38 61 66

Telefax 87 38 61 99

Udført

Henrik Andersen

Kvalitetssikring

Ole Silkjær

Godkendt

Lars Sloth

Udgivet

11. november 2003

INDLEDNING	3
VIDEOINSPEKTION	4
TILSTANDSVURDERING AF BORINGEN	5

Indledning

Med videoinspektion forstås de undersøgelser, som foregår ved, at et kamera sænkes eller føres ned i et borehul, og optager et visuelt respons fra boringen. Optagelsen lagres enten analogt på et traditionelt videobånd eller digitalt på et digitalt medie (CD, DVD, Harddisk osv.).

Det er muligt at foretaget kommentering af optagelserne direkte under optagelsen som speak eller skrevne kommentarer eller som en efterfølgende kommentering.

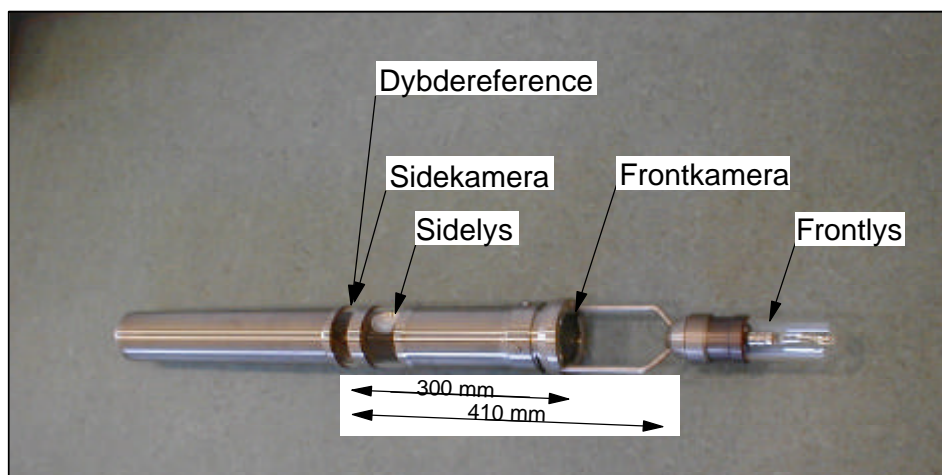
En væsentlig forudsætning for udførelse af videoinspektion er, at væsken i boringen er gennemsigtig for synligt lys. Der findes andre metoder til at danne et billede af boringen, som er mindre afhængige af væskens gennemsigtighed for synligt lys f.eks. akustisk scanning, herved bliver dog alene overfladens struktur og tekstur tydelig.

Videoinspektion

Videoinspektion udført af Orbicon er foretaget under anvendelse af kameraet *R-40 Dual Cam* fra *Laval Underground Surveys*. Dette kamera er udstyret med både en vertikal og en horisontal linse, hvor sidstnævnte kan roteres 360°.

Optagelsen foregår ved, at der under langsom nedkørsel filmes med den vertikale (nedad rettede) linse og derved opnås et overblik over boringens generelle tilstand. Ved observation af uregelmæssigheder, samlinger, ændringer i rørdiameter eller kaviteter i åbent hul skiftes til den horisontale linse, og der optages billeder vandret ind mod forerøret/borehulsvæggen. Afhængig af forerørets/borehullets diameter svarer højden på et skærmbillede optaget med den horisontale linse til et ca. 4 - 9 cm's udsnit af forerøret/borehullet.

Dybderne vist på de optagne video angiver dybden til sidekameraets linse og er udmålt i forhold til dybdereferencen angivet i rapporten.



Figur 1. Hedeselskabets kamera til videoinspektion af drikkevandsboringer. De angivne længdeangivelser refererer til afstanden fra synsfelt frontkamera til midten af sidekameraets linse og afstanden fra frontlysets sokkel til sidekameraets linse.

Optagelserne kommenteres efterfølgende i listeform, hvor beskrivelser af observerede uregelmæssigheder indplaceres dybdemæssigt, og kommentarlisten afsluttes med en vurdering af boringens tilstand, hvor eventuelle særlige forhold fremhæves.

Tilstandsvurdering af boringen

Boringens fysiske tilstand vurderes i forhold til de eventuelt observerede fysiske mangler eller defekters betydning. Ved tilstandsvurderingen anvendes en klassificering i fire trin: God, mindre god, ringe eller kritisk tilstand.

- God tilstand anvendes, hvis der ikke er tegn på uregelmæssigheder i boringens konstruktion, eller hvis observerede uregelmæssigheder skønnes uvæsentlige i forhold til boringens funktion.
- Mindre god tilstand anvendes ved borer, hvor observerede uregelmæssigheder på længere sigt kan udvikles til driftsforstyrrelser eller forurening af grundvandet ved uønsket indstrømning.
- Ringe tilstand anvendes, når observerede uregelmæssigheder på kort sigt kan udvikles til forurening af grundvandet ved uønsket indstrømning. Eller hvis boringens funktion er nedsat som følge af kraftige belægnings på fore- eller filterrør.
- Kritisk tilstand anvendes, når der er observeret brud på fore- eller filterrør, eller såfremt der konstateres uønsket indstrømning fra overfladenært niveau.

Appendiks

Geofysiske metoder

Borehulslogging

Rådgiver

Orbicon
Jens Juuls Vej 18
8260 Viby J

Telefon 87 38 61 66
Telefax 87 38 61 99

Udført	Henrik Andersen
Kvalitetssikring	Anders Edsen
Godkendt	Lars Sloth
Udgivet	5. november 2003

INDLEDNING	3
NATURLIG GAMMALOG	4
INDUKTIONSLOG	5
RESISTIVITETSLOG	6
FLUID RESISTIVITET	7
FLOWLOG	8

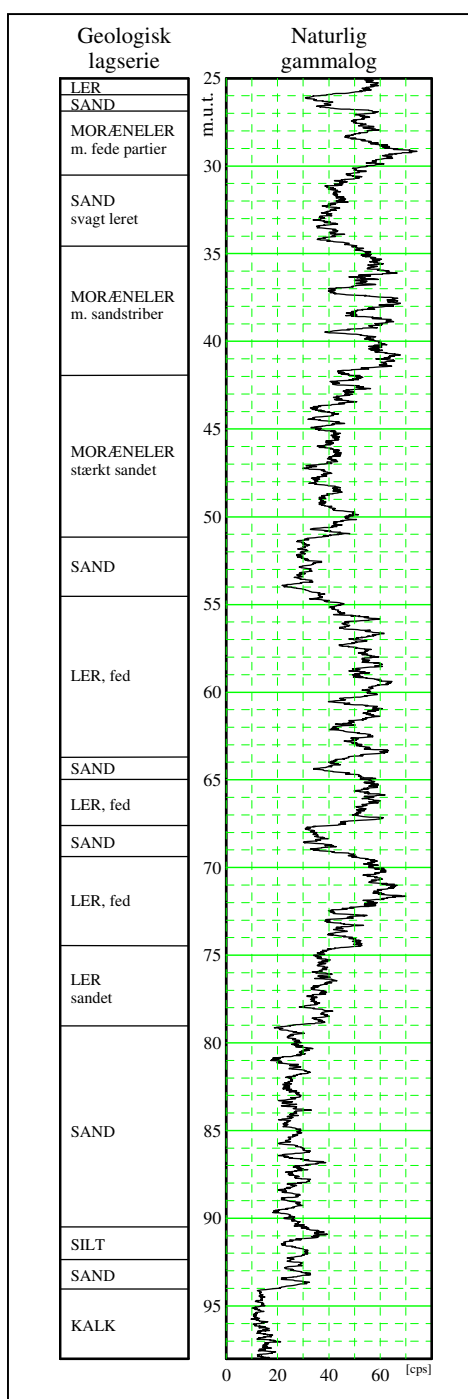
Indledning

Med geofysisk borehulslogging forstås de undersøgelser, som foregår ved, at et instrument (en sonde) sænkes ned i et borehul, og måler forskellige fysiske parametre eller hydrauliske parametre.

Ved en efterfølgende fortolkning af disse målinger er det muligt at beskrive en række fysiske egenskaber ved de gennemborede geologiske aflejringer samt udtale sig om hydrauliske forhold i boringen. Endvidere er muligt at karakterisere bagfyldets beskaffenhed.

Borehulslogging kan udføres ved, at der udsendes et signal (lydbølge, elektrisk strøm, radioaktiv stråling osv.) fra sonden selv eller fra overfladen ud i jorden og et respons fra jordlagene opsamles som målinger (logges). Eller som en passiv måling af fysiske egenskaber ved jordlagene eller væsken i borehullet (naturlig gammastråling, væsketemperatur, ledningsevne osv.).

Afhængig af hvilke fysiske parametre, der ønskes beskrevet, anvendes sonder med forskellige egenskaber, men fælles for alle typer er, at målingerne foregår, mens sonden bevæges op eller ned i borehullet (undtaget heat-pulse). Hastigheden sonden bevæges med og målefrekvensen afgøres i forhold til den enkelte sondes målefølsomhed og den ønskede datatæthed.



Naturlig Gammalog

Med denne sonde måles variationer i jordlagenes gammastråling, der primært stammer fra henfald af naturligt forekommende isotoper af Uran, Thorium og Kalium. Aktiviteten registreres som tælleantal i en detektor og angives i *counts per second* (cps).

I aflejringer som indeholder tungsand samt i lerholdige aflejringer specielt i leraflejringer fra tertiærtiden ses meget høje tælleantal. I grusaflejringer med et højt indhold af krystalline bjergarter vil der også være en relativ høj gammaaktivitet. I kalkrige og sandholdige aflejringer findes generelt en noget lavere gammaaktivitet. Disse indbyrdes relationer benyttes ved den geologiske tolkning af den målte gammalog.

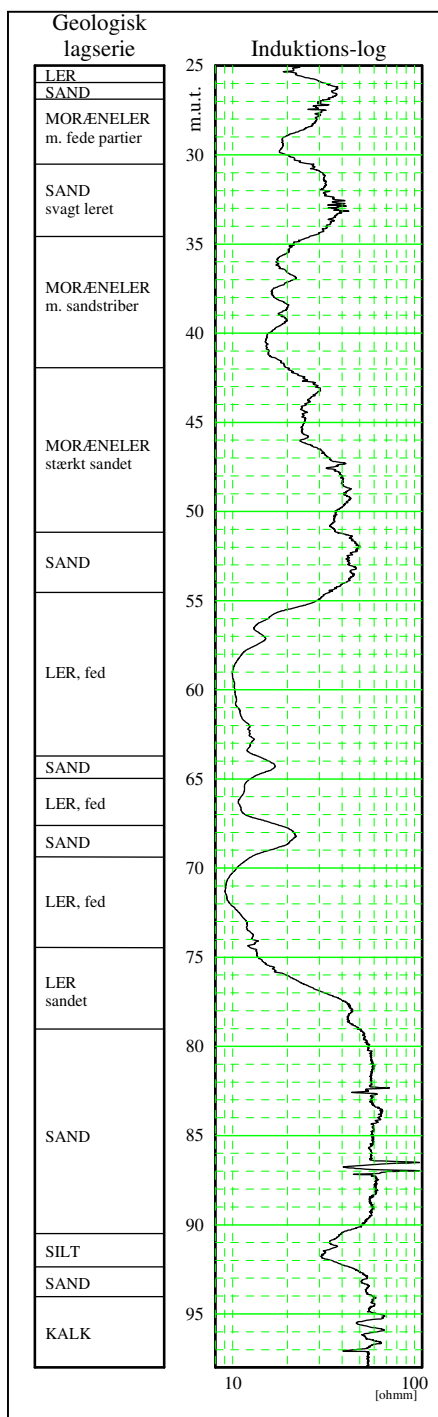
Gammalogen kræver ikke nogen direkte kontakt til jordlagene og kan anvendes i både stål- og PVC-forede borer. I forbindelse med et pågående borearbejde har Orbicon eksempelvis målt gammalog i en hul borestamme.

Gammasonden, som Orbicon anvender, er "2PGA-1000 Poly Gamma Probe" fra Mount Sopris Instruments. Sonden har følgende data:

Længde:	79.5 cm
Diameter:	41 mm
Vægt:	3.2 kg
Detektor:	NaI 0.875x3"

I det viste eksempel er der brugt følgende parametre:

Referenceniveau :	Terræn
Logginghast.(op) :	3.0 m/min
Filter:	Non-spike, gl. middel
Filterbredde :	25 cm



Induktionslog

Med denne sonde måles variationer af den elektriske modstand i de gennemborede jordlag ved elektromagnetisk induktion. I sonden sendes en strøm rundt i en senderspole, og herved skabes et magnetfelt, der inducerer en sekundær elektrisk strøm i jordlagene omkring sonden. Denne sekundære vekselstrøm danner et sekundært magnetfelt, der sammen med det primære felt fra senderspolen registreres i en modtagerspole i sonden. På baggrund heraf bestemmes jordlagenes resistivitet.

Ved tolkningen af data fra induktionsloggen benyttes, at geologiske aflejringer (grus, sand, kalk, ler osv.) har forskellig evne til at lede elektrisk strøm og dermed en forskellig elektrisk modstand (resistivitet). Foruden selve aflejringsarten afhænger resistiviteten også af porøsiteten, vandindholdet samt porevæskens elektriske ledningsevne.

Induktionsloggen kræver ikke nogen direkte kontakt til jordlagene og kan således anvendes i boreriger forede med plastikmaterialer som f.eks. PVC. Er der i forbindelse med PVC-rørene anvendt stål-skruer og/eller -styr vil disse dog give synlige forstyrrelser på induktionsloggen. For en ordens skyld nævnes, at induktionsloggen ikke kan anvendes i metalliske forerør.

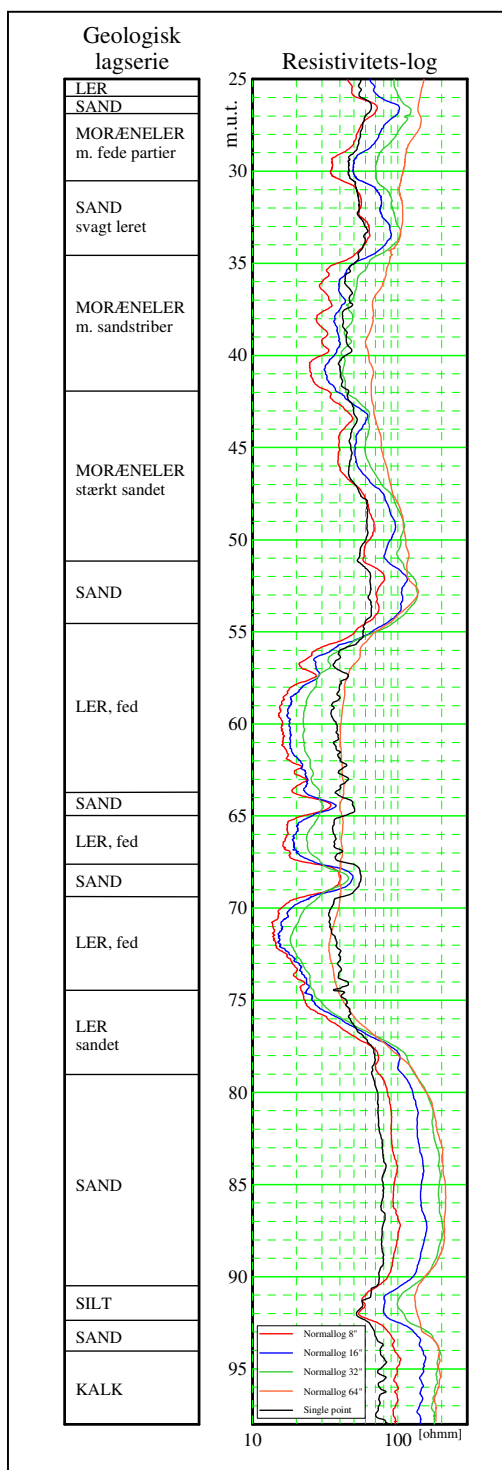
Induktionssonden er "2PIA-1000 Poly Induction Probe" fra Mount Sopris Instruments og har følgende data:

Længde :	170 cm
Diameter :	39 mm
Vægt :	3.2 kg
Spoleafstand :	50 cm
Mindste følsomhedsradius :	10 cm
Radius v. størst følsomhed :	28 cm

I det viste eksempel er der brugt følgende parametre:

Referenceniveau :	Terræn
Logginghastighed (op) :	3.5 m/min
Filter :	Ingen

Borehulslogging er her foretaget i åbent hul og forstyrrelserne på logkurven set f.eks. omkring 87 m.u.t. skyldes metaldele efterladt i formationen i forbindelse med boreprocessen.



Resistivitetslog

Med resistivitetsloggen registreres den elektriske modstand ved at måle på en elektrisk strøm, der gennem væsken i borehullet sendes ud i de gennemborede jordlag. Denne log kan således kun anvendes i den (evt. kunstigt) væskefyldte del af borehullet og ikke i forede boringer.

Ved tolkningen af data fra resistivitetsloggen benyttes, at geologiske aflejringer (grus, sand, kalk, ler m. fl.) har forskellig evne til at lede elektrisk strøm og dermed en forskellig elektrisk modstand (resistivitet). Foruden selve aflejringens art afhænger resistiviteten også af porøsiteten, vandindholdet samt porevæskens elektriske ledningsevne.

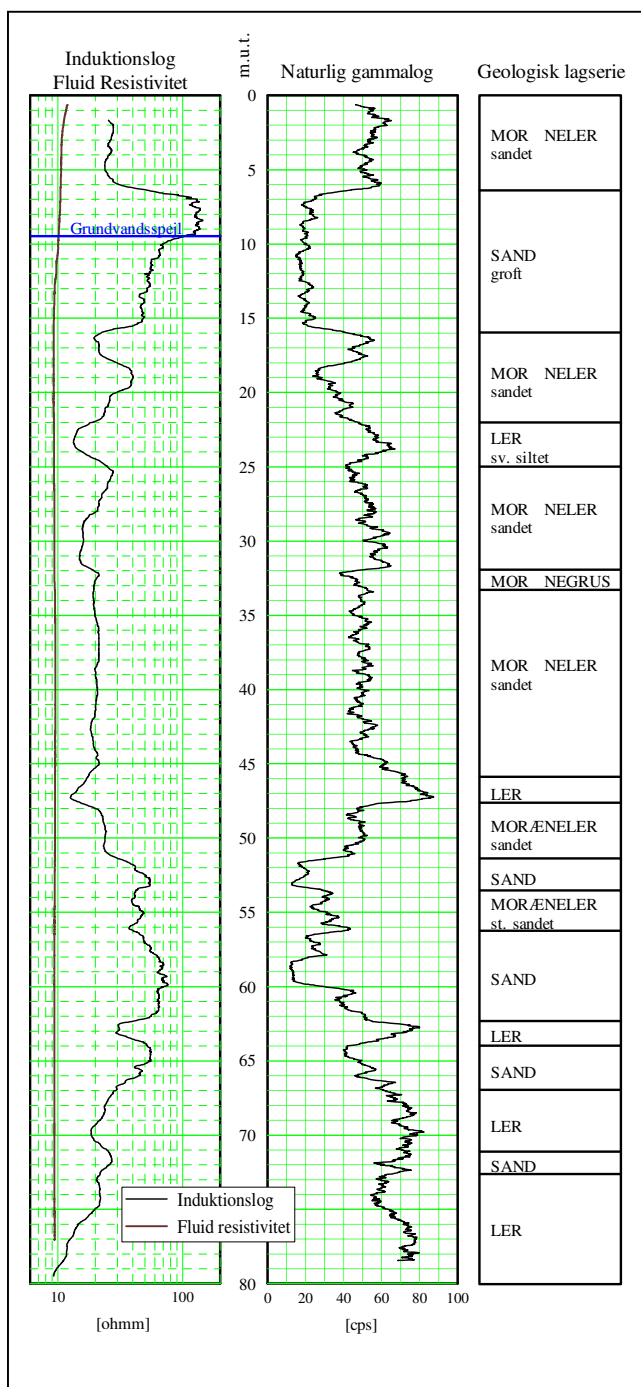
Den resistivitetssonde, som Orbicon anvender, måler med 4 forskellige elektrodeafstande (8", 16", 32" og 64" normallog). Ved de korte elektrodeafstande ses en tydelig indflydelse fra væsken i borehullet, men ved længere afstande måles i et større jordvolumen, og derfor aftager borevæskens indflydelse. Med 4 elektrodeafstande er det således muligt at få en bedre bestemmelse af jordlagenes modstand. Foruden normalloggen registrerer sonden også en *single point* resistivitetslog.

Resistivitetssonden er "2PEA-1000 Poly Electric Probe" fra Mount Sopris Instruments. Sondens følgende data:

Længde :	188 cm
Diameter :	40 mm
Vægt :	7.3 kg
Elektrodeafstande :	16", 32", 64" og 128"

I det viste eksempel er der brugt følgende parametre:

Referenceniveau :	Terræn
Logginghastighed (op) :	3.5 m/min
Filter :	Ingen



Fluid resistivitet

Med denne sonde måles variationer i resistiviteten (den elektriske modstand) i den væske, der står i borehullet.

Ændringer i borehulsvæskens ionsammensætning vil afspejle sig som variationer i væskens resistivitet. Et salt grundvandsspejl i boringen vil således vise sig som et voldsomt fald i den målte resistivitet af borehulsvæsken.

Ved en nøjagtig beregning af jordlagenes modstand regnes radiært ud fra borehullets midte. Her indgår borevæskens resistivitet som en væsentlig parameter på linie med jordlagenes resistivitet målt ved en induktionslog og resistivitetslog.

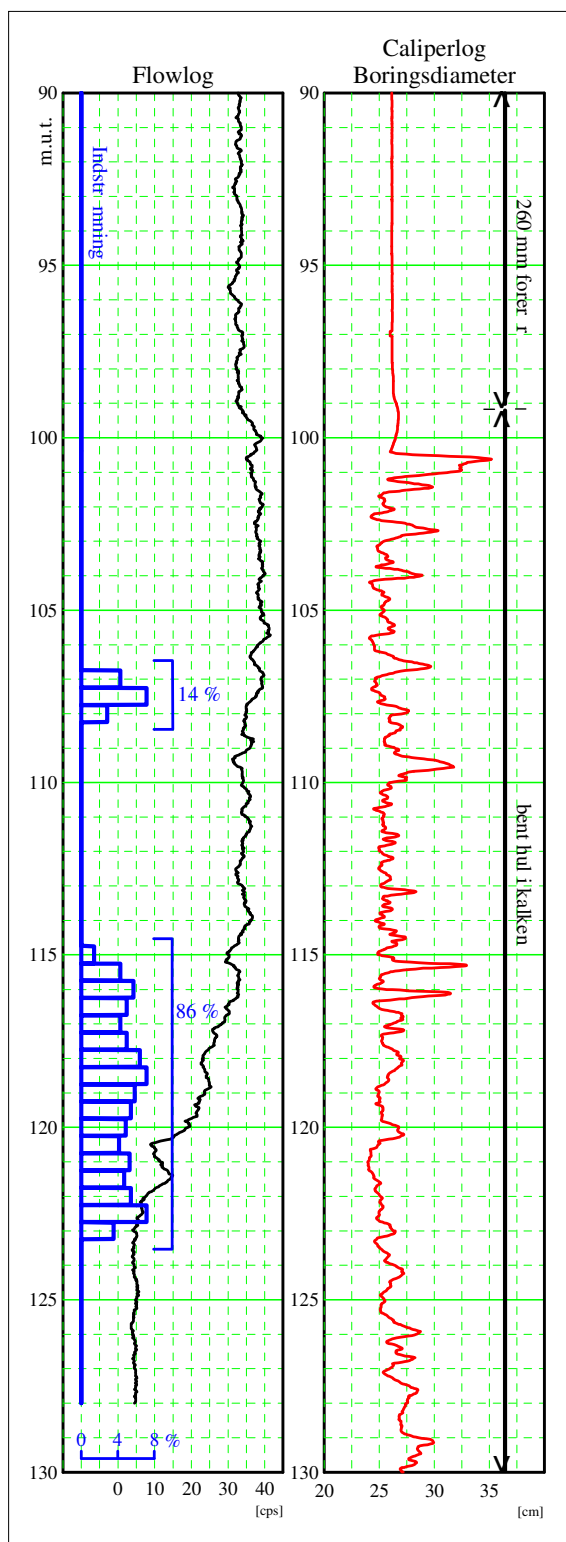
Målingerne foretages fortrinsvis i åbne borehuller, men kan også anvendes i lange filterintervaller ved mistanke om et salt grundvandsspejl.

Orbicon anvender "2PFA-1000 Poly Aqua Probe" fra Mount Sopris Instruments, som har følgende data:

Længde: 38 mm
 Diameter: 56 cm
 Vægt: 2.3 kg
 Måleområde: 0 - 100 ohmm

I det viste eksempel er der foretaget borehulslogging i et åbent hul stabiliseret med en flydende bentonitblanding.

Resistiviteten af borehulsvæsken varierer kun ganske lidt ned gennem borehullet, og selv passagen af grundvandsspejlet 9.5 meter under terræn giver ikke anledning til nogen ændring. Dette skyldes, at borehulsvæsken dels er relativt tykflydende og dels har en væsentlig højere massefylde end vand, og der sker derfor ingen opblanding i borehullet.



Flowlog

Med en flowlog kan man registrere de niveauer, hvorfra der sker en indstrømning til boringen ved en given pumpeydelse. Målingen foregår ved at placere en pumpe i den øverste del af boringen og derefter med en propelsonde måle strømningshastighedens afhængighed af dybden. Indstrømning til boringen viser sig ved et fald i strømningshastighed i den pågældende dybde og på baggrund af målinger i hele borehullet kan det indbyrdes forhold mellem indstrømningen i forskellige niveauer fastlægges.

En flowlog kan måles i forede boringer med lange og/eller flere filtre eller i kalkboringer uden filter. Flowsonden anvendt af Orbicon er "FLP-2492 Impeller Flowmeter" fra Mount Sopris Instruments. Sonden har følgende data:

Længde :	122 cm
Diameter :	42 mm
Vægt :	9.0 kg
Måleinterval:	2 - 70 m/min
Følsomhed :	0.3 m/min

I eksemplet er flowloggen vist sammen med en caliperlog fra samme borehul. Caliperloggen bruges under fortolkningen af flowloggen, da ændringer i boringens diameter også afspejles i den registrerede strømningshastighed. Data er præsenteret med følgende parametre:

Flowlog

Referenceniveau :	Terræn
Hastighed (ned) :	7.0 m/min
Filter :	Gl. middel (50 cm)
Pumpe :	70 m ³ /time