

Hellested, forureningsundersøgelse NIRAS / Storstrøms Amt

Borehulslogging 2006
DGUnr. 218.1150

Per Rasmussen, Kurt Klitten
& Per Jensen



Hellested, forureningsundersøgelse NIRAS / Storstrøms Amt

Borehulslogging 2006
DGUnr. 218.1150

Per Rasmussen, Kurt Klitten
& Per Jensen

Indhold

1	Introduktion og undersøgelsesprogram	3
2	Undersøgelsesresultater	5
2.1	Afværgeboring 218.1150	5
2.1.1	Tekniske forhold	5
2.1.2	Lagfølge	5
2.1.3	Temperatur- og ledningsevnelog uden pumpning	6
2.1.4	Temperatur- og ledningsevnelog under pumpning	6
2.1.5	Flowlog og indstrømningsfordeling.....	6
2.1.6	Udtagning af vandprøver og vandkemiske analyseresultater	7
3	Bilags liste	10

1 Introduktion og undersøgelsesprogram

For NIRAS blev der i januar 2006 foretaget borehulslogging og grundvandsprøvetagning i en afværgeboring (DGU nr. 218.1150) beliggende i Hellested på Stevns.

Formålet med de gennemførte undersøgelser var at beskrive strømningsforhold i den øvre del af kalken samt at udtage niveauspecifikke grundvandsprøver til analyse for chlorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter af disse. Undersøgelserne er en del af et afværgeprojekt på stedet. Lokalitetens og afværgeborings placering fremgår af Figur 1.

Strømningsforhold i en række andre boringer på lokaliteten (K1, K2, K3, K7) er tidligere undersøgt (GEUS Rapport 2007/74). Et mere detaljeret kort over de undersøgte borings placering fremgår af Figur 2.

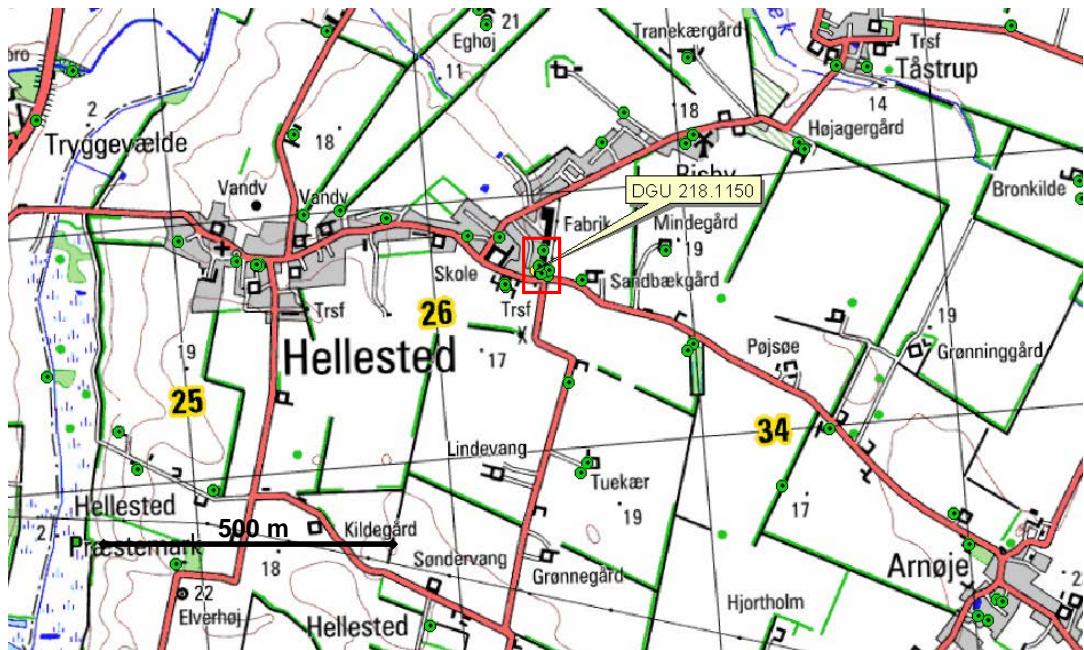


Fig. 1: Placering af den undersøgte lokalitet og afværgeboringen, DGU nr. 218.1150. Øvrige boringer angivet med grøn cirkel, er boringer som er registreret i GEUS's Jupiter boringsdatabase.

Logging-programmet omfattede en verifikation af den geologiske lagfølge i ved hjælp af gamma-log.

Ledningsevne- og temperatur-log blev udført såvel uden som med pumping fra boringen, dels med henblik på at vurdere en eventuel intern strømning i boringen når der ikke pumpes, og dels for at identificere indstrømningszoner under pumping.

Logging-programmet omfattede desuden propel flow-log i boringen til vurdering af indstrømningsfordelingen i boringen.

Ud fra indstrømningsfordelingen i boringen blev der fastlagt prøvetagningsdybder for niveauspecifikke grundvandsprøver. Grundvandsprøverne udtages om muligt 1 –2 meter over indstrømningszoner identificeret på flow-loggen.

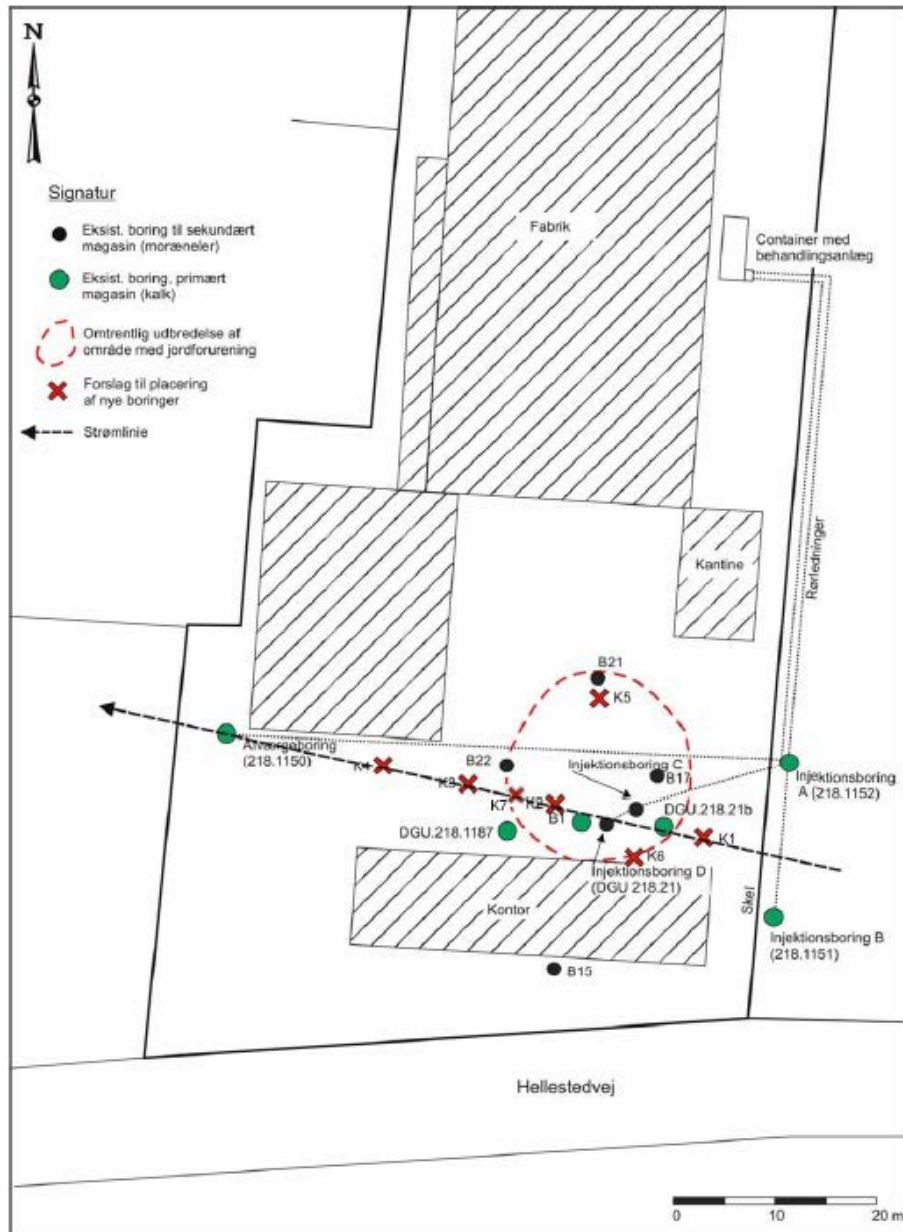


Fig. 2: Placering af den undersøgte boringe, DGU nr. 218.1150, samt placering af tidligere undersøgte boringer (K1, K2, K3 og K7), (GEUS Rapport 2007/74).

2 Undersøgelsesresultater

2.1 Afværgeboring 218.1150

2.1.1 Tekniske forhold

Boringen er udbygget med 125 mm forerør og filtersat fra 11,2 til 30 meter under terræn. I filterintervallet er boringen gruskastet og udsyret inden ibrugtagning som afværgeboring i 1997.

Afværgepumpningen er foretaget med en ydelse på ca. 5 m³/t, hvilket har betydet at vandspejlet har været afsænket flere meter ned i kalken under afværgepumpningen. Det oppumpede vand renses og reinjiceres efterfølgende i to boreriger placeret ca. 60 meter opstrøms, disse to boreriger er også blevet syret for at kunne modtage så store mængder vand (NIRAS/APM, personlig kommentar).

Under logging og prøvetagning skal vandpejlet stå over top af filter. Det var derfor kun muligt at pumpe med en ydelse på 0,65 m³/t under temperatur-, ledningsevne- og flow-log. Under prøvetagning var ydelsen på hovedpumpen 1,2 m³/t og fra prøvetagningspumpen 0,3 m³/t.

Rovandspejlet blev den 11. januar 2006 kl. 10 inden start på pumpning målt til 7,55 m under terræn.

2.1.2 Lagfølge

Gamma-loggen viser øverst et morænelerslag til 8,1 m dybde. Fra 8,1 – 11,6 m dybde ses et fald i gammastrålingen, som kan indikere en stærk kalkholdig moræneler, jf. prøvebeskrivelsen, Bilag 3.

Overgangen til kalken, bryozokalk, sker omkring 11,6 m dybde. Fra 11,6 – 13,7 m dybde ses en lidt højere gammastråling end i den underliggende kalk. Det kan skyldes nedvaskning af lermineraller fra det overliggende morænelerslag til den øvre opspækkede del af kalken.

Fra 13,7 m dybde til bunden af boringen ses et ret konstant lavt gammastrålingsniveau typisk for kalken.

2.1.3 Temperatur- og ledningsevnelog uden pumpning

Temperatur-loggen viser en jævn stigning for 10,3 – 10,9 C⁰ fra bund af boring til 13,8 m dybde. Fra bund af boring til ca. 24 m dybde ses en relativt lidt større gradient på temperaturstigningen (Bilag 1).

Fra 13,8 – 7,8 m dybde (rovandspejlet) svinger temperaturen mellem 7,4 – 10,5 C⁰, dette kan dels skyldes påvirkning fra overfladen og dels hidrører fra stop af afværgepumpningen med deraf følgende fluktuationer i vandstanden og eventuelt fra varmeafgivelse fra pumpen.

Ledningsevne-loggen viser et lille fald fra 143 – 138 mS/m mellem bund af boring til ca. 24 m dybde. Fra 24 – 12,2 m dybde er ledningsevnen konstant 138 mS/m. Fra 12,2 – 7,8 m dybde (rovandspejlet) svinger ledningsevne mellem 138 – 203 mS/m, disse variationer kan skyldes stop af afværgepumpningen med deraf følgende fluktuationer i vandstanden (Bilag 1).

2.1.4 Temperatur- og ledningsevnelog under pumpning

For temperatur- og ledningsevnelog under pumpning er der i Bilag 2 foretaget en "forstørret" afbildning af disse logs for bedre at kunne vise mindre ændringer i temperatur og ledningsevne op gennem boringen.

Temperaturen stiger under pumpning fra 8,8 C⁰ i bunden af boringen til 10,5 C⁰ i 13,9 m dybde. I dette interval sker temperaturstigningen relativt jævnt. I dybderne 28.8, 24.8, 22.4, 19.7, 17.8 og 17.2 m ses mindre spring i temperaturen, som kan indikere en mindre indstrømningszone. Omkring dybderne 13.6, 12.3, og 11,5 ses relativt lidt større temperaturstigninger. Fra 13,9 – 10,6 m dybde stiger temperaturen fra 10,5 - 11,3 C⁰ (Bilag 2).

Ledningsevnen under pumpning falder jævnt fra 62,7 – 60,4 mS/m fra 29,8 – 26,0 m dybde. I 26,0 m dybde ses et yderligere fald i ledningsevnen og i dybderne 24,3 og 23,3 m stigninger i ledningsevnen, som indikere indstrømningszoner. I 14,4 m dybde ses et markant fald i ledningsevne som ikke umiddelbart kan forklares. Fra 14,4 – 11,1 m dybde stiger ledningsevnen fra 56 - 78 mS/m. Ledningsevnen i dette interval er karakteriseret ved større fluktuationer end dybere i boringen (Bilag 2).

Den relativt store forskel på ledningsevnen uden og med pumpning må ligeledes tilskrives boringens "pumpehistorie". Forskellen i temperatur i de 2 situationer kan ikke forklare forskellen i ledningsevne.

2.1.5 Flowlog og indstrømningsfordeling

Kontinuerte propel flow-log blev opmålt i boringen med nedsænkningshastighed af sonden på 3 m/min (Bilag 2). Loghastigheden "Logspeed" fremgår af bilag 2, som viser en

cyklisk variation som sandsynligvis skyldes at kabeltromlen er trukket lidt oval. I 24 – 25 m dybde ses lidt ændret loghastighed pga. kant eller indsnævring i boringen.

Pumpens ydelse under logningen blev tilpasset i således at sænkningen af grundvandspejlet ikke nåede pumpen indenfor den time, som en flow-log kunne vare. Der anvendtes følgende pumpeydelse: $0,65 \text{ m}^3/\text{t}$.

De ubehandlede flow-log tælleletal (rotationer per minut = rpm) ses på Bilag 1 (og Bilag 2) som "*Flow Q=0,6 m³/t*". På samme log-søjle er til sammenligning vist den opmålte flow-log uden pumpning, "*Flow Q=0*", som giver basis-tælleallet for sondehastighed 3 m/min. i den aktuelle boring (vist som en lodret linie på søjlen med "*Flow Q=0*"). Det observerede basis-tælleletal er ca. 115 rpm.

For at kunne omregne en flowlogs ubehandlede (rå) tælleletal til akkumuleret indstrømning i procent skal ovennævnte basis-tælleletal i boringen fratrækkes de rå flowlog tælleletal. Derefter 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 det jo vides at tælleallene repræsenterer 100% indstrømning.

Ud fra den akkumulerede procent kurve, "*Flow Q=0,6 m³/t*", kan det vurderes hvor der sker lokale indstrømninger, og hvor der sker jævnt fordelt indstrømning eller eventuel slet ingen indstrømning.

Det vurderes ved at sammenholde flow-log, temperatur- og ledningsevnelog under pumpning, at der sker indstrømning i følgende dybder med følgende procentvise indstrømningsfordeling:

11,2 m: 12%
11,8 m: 40%
15,1 m: 8%
19,3 m: 8%
22,9 m: 10%
25,9 m: 22%

Da boringens ydelse var lav vil mindre variationer i loghastigheden påvirke flowmålingerne relativt mere end ved en høj pumpeydelse. Dette ses særligt tydeligt i dybdeintervallet 24 – 25 m dybde, hvor der ses at være tydelig korrelation mellem lavere loghastighed og lavere flow i boringen, se kurverne "*Flow Q=0,6 m³/t (RPM)*" og "*Flow Q=0,6 m³/t (%)*".

2.1.6 Udtagning af vandprøver og vandkemiske analyseresultater

På grundlag af indstrømningsfordelingen bestemt med flow-loggen blev der udtaget vandprøver i 5 niveauer; 24,0, 20,0, 14,0, 11,5 og 10,5 m dybde. Under prøvetagning

var ydelsen på hovedpumpen 1,2 m³/t og fra prøvetagningspumpen 0,3 m³/t. Begge pumper var "MP-1" pumper.

Grundvandsprøverne blev analyseret for klorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter heraf. Analyseparametre og analyseresultater fremgår af Tabel 1.

Tabel 1. Prøvetagningsdybder, analyseparametre og analyseresultater.

Prøvetagningsdybde	Purge & Trap, halog.+ nedbr.	Trichlor-fluor-methan (F11)	Freon 113 (F113)	Trichlor-methan	1.1.1-Trichlorethan	Tetra-chlor-methan	Trichlor-ethylen	Tetra chlor ethylen	Vinyl chlorid	1.1-dichlor ethylen	trans-1.2-dichlor ethylen	cis-1.2-dichlor ethylen	1,2-dibrom-ethan	1,2-dichlor-ethan	1,1-dichlor-ethan
m	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
10,5	påvist	<0,02	<0,02	0,21	<0,02	<0,02	110	0,033	0,54	0,14	2,3	31	<0,02	<0,02	<0,02
11,5	påvist	<0,02	<0,02	0,24	<0,02	<0,02	89	<0,02	0,48	0,12	1,6	26	<0,02	<0,02	<0,02
14,0	påvist	<0,02	<0,02	0,54	<0,02	<0,02	28	0,045	0,36	0,025	0,29	6,4	<0,02	<0,02	<0,02
20,0	påvist	<0,02	<0,02	0,51	<0,02	<0,02	31	0,048	<0,02	0,026	0,24	5,5	<0,02	<0,02	<0,02
24,0	påvist	<0,02	<0,02	0,27	0,12	<0,02	40	0,11	<0,02	1,3	1,2	6,7	0,026	5,4	<0,02

Det er primært Trichlormethan, Trichlorethylen, Tetrachlorethylen, Vinylchlorid, trans-1.2-dichlorethylen og cis-1.2-dichlorethylen som målt i koncentrationer over detektionsgrænsen. Generelt ses falde koncentration med dybden (Tabel 1).

Analyseresultaterne er sammenholdt med kendskabet til indstrømningsfordelingen, dvs. antal % af den totale ydelse, som den enkelte vandprøve repræsenterer. Dette er anvendt til at beregne koncentrationen (X_{iN}) på det vand, der indstrømmer i dybdeintervallet (iN) imellem to vandprøver fra dybderne N og N+1.

Der gælder følgende sammenhæng mellem vandmængde i % (PCT_N og PCT_{N+1}) for 2 efterfølgende vandprøver og deres koncentrationer (C_N og C_{N+1}) samt indstrømmet vandmængde ($PCT_{N+1} - PCT_N$) i dybdeintervallet imellem vandprøverne og koncentrationen (X_{iN}) i den indstrømmede vandmængde: $PCT_{N+1} * C_{N+1} = (PCT_{N+1} - PCT_N) * X_{iN} + PCT_N * C_N$

Der er foretaget en koncentrationsberegning for hver analyseparameter i de dybdeniveauer hvor der er udtaget prøver med en koncentration over detektionsgrænsen (Tabel 2).

I tabellen ses der flere tilfælde, hvor den beregnede stofkoncentration er negativ (angivet med masse balance fejl (m.b.f.)). Dette er et udtryk for, at mængden af indstrømmende vand i det pågældende interval ikke er stor nok til at fortynde koncentrationen, repræsenteret ved den akkumulerede prøve nedenunder, til at kunne opnå den målte koncentration i den akkumulerede vandprøven ovenover. Angivelsen af m.b.f. kan derfor indikere at der er usikkerhed på flow-log i de pågældende dybdeintervaller.

Tabel 2. Beregnede niveauspecifikke koncentrationer.

Dybde	% af Q, total	% af Q, niveau	Purge & Trap, halog.	Trichlor-fluor-methan	Freon 113 (F113)	Trichlor-methan	1.1.1-Trichloro-	Tetra-chlor-methan	Trichlor-ethylen	Tetra chlor-ethylen	Vinyl chlorid	1.1-dichlor-ethylen	trans-1.2-dichlor-ethy-	cis-1.2-dichlor-ethy-	1.2-dibrom-ethan	1.2-dichlor-ethan	1.1-dichlor-ethan
m			µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
10,5	100		pv.	<0,02	<0,02	0,21	<0,02	<0,02	110	0,033	0,54	0,14	2,3	31	<0,02	<0,02	<0,02
		12	-	-	-	m.b.f.	-	-	264	-	0,98	0,29	7,43	67,67	-	-	-
11,5	88		pv.	<0,02	<0,02	0,24	<0,02	<0,02	89	<0,02	0,48	0,12	1,6	26	<0,02	<0,02	<0,02
		40	-	-	-	m.b.f.	-	-	162	-	0,62	0,23	3,17	49,52	-	-	-
14,0	48		pv.	<0,02	<0,02	0,54	<0,02	<0,02	28	0,045	0,36	0,025	0,29	6,4	<0,02	<0,02	<0,02
		16	-	-	-	0,60	-	-	22,0	0,04	-	0,02	0,39	8,20	-	-	-
20,0	32		pv.	<0,02	<0,02	0,51	<0,02	<0,02	31	0,048	<0,02	0,026	0,24	5,5	<0,02	<0,02	<0,02
		10	-	-	-	1,04	-	-	11,2	-0,09	-	m.b.f.	m.b.f.	2,86	-	-	-
24,0	22		pv.	<0,02	<0,02	0,27	0,12	<0,02	40	0,11	<0,02	1,3	1,2	6,7	0,026	5,4	<0,02
		22	-	-	-	0,27	0,12	-	40,0	0,11	-	1,30	1,20	6,70	0,03	5,40	-

pv.: påvist

m.b.f.: massebalancefejl

Da flow-loggen er gennemført ved lav pumpeydelse, hvilket giver en relativt større usikkerhed på tolkningen af målingerne, er der foretaget en tolkning af flow-loggen hvor peaks på flow-log-kurven er tillagt mindre betydning (Scenarie 2). I Tabel 3 ses de genberegnete niveauspecifikke koncentrationer af de målte parametre. Det overordnede billede i koncentrationsfordelingerne er dog ikke ændret.

Tabel 3. Beregnede niveauspecifikke koncentrationer. Scenarie 2 for indstrømningsfordeling.

Dybde	% af Q, total	% af Q, niveau	Purge & Trap, halog.	Trichlor-fluor-methan	Freon 113 (F113)	Trichlor-methan	1.1.1-Trichloro-	Tetra-chlor-methan	Trichlor-ethylen	Tetra chlor-ethylen	Vinyl chlorid	1.1-dichlor-ethylen	trans-1.2-dichlor-ethy-	cis-1.2-dichlor-ethy-	1.2-dibrom-ethan	1.2-dichlor-ethan	1.1-dichlor-ethan
			µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
10,5	100		pv.	<0,02	<0,02	0,21	<0,02	<0,02	110	0,033	0,54	0,14	2,3	31	<0,02	<0,02	<0,02
		10	-	-	-	m.b.f.	-	-	299	-	1,08	0,32	8,60	76,0	-	-	-
11,5	90		pv.	<0,02	<0,02	0,24	<0,02	<0,02	89	<0,02	0,48	0,12	1,6	26	<0,02	<0,02	<0,02
		46	-	-	-	m.b.f.	-	-	147	-	0,59	0,21	2,85	44,8	-	-	-
14,0	44		pv.	<0,02	<0,02	0,54	<0,02	<0,02	28	0,045	0,36	0,025	0,29	6,4	<0,02	<0,02	<0,02
		9	-	-	-	0,66	-	-	16,33	0,03	-	0,02	0,48	9,9	-	-	-
20,0	35		pv.	<0,02	<0,02	0,51	<0,02	<0,02	31	0,048	<0,02	0,026	0,24	5,5	<0,02	<0,02	<0,02
		20	-	-	-	0,69	-	-	24,3	0,00	-	m.b.f.	m.b.f.	4,68	-	-	-
24,0	15		pv.	<0,02	<0,02	0,27	0,12	<0,02	40	0,11	<0,02	1,3	1,2	6,7	0,026	5,4	<0,02
		15	-	-	-	0,27	0,12	-	40,0	0,11	-	1,30	1,20	6,7	0,03	5,40	-

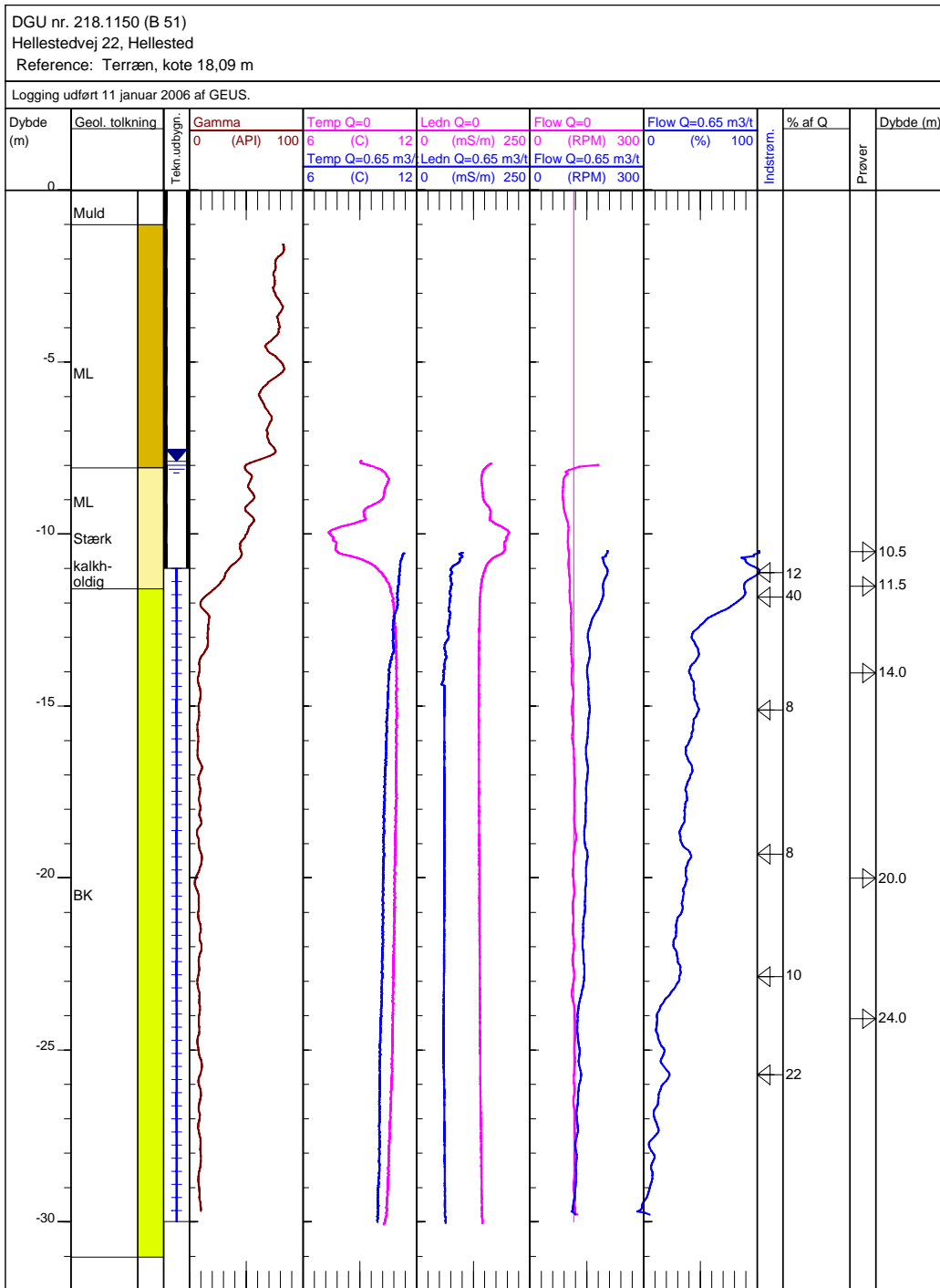
pv.: påvist

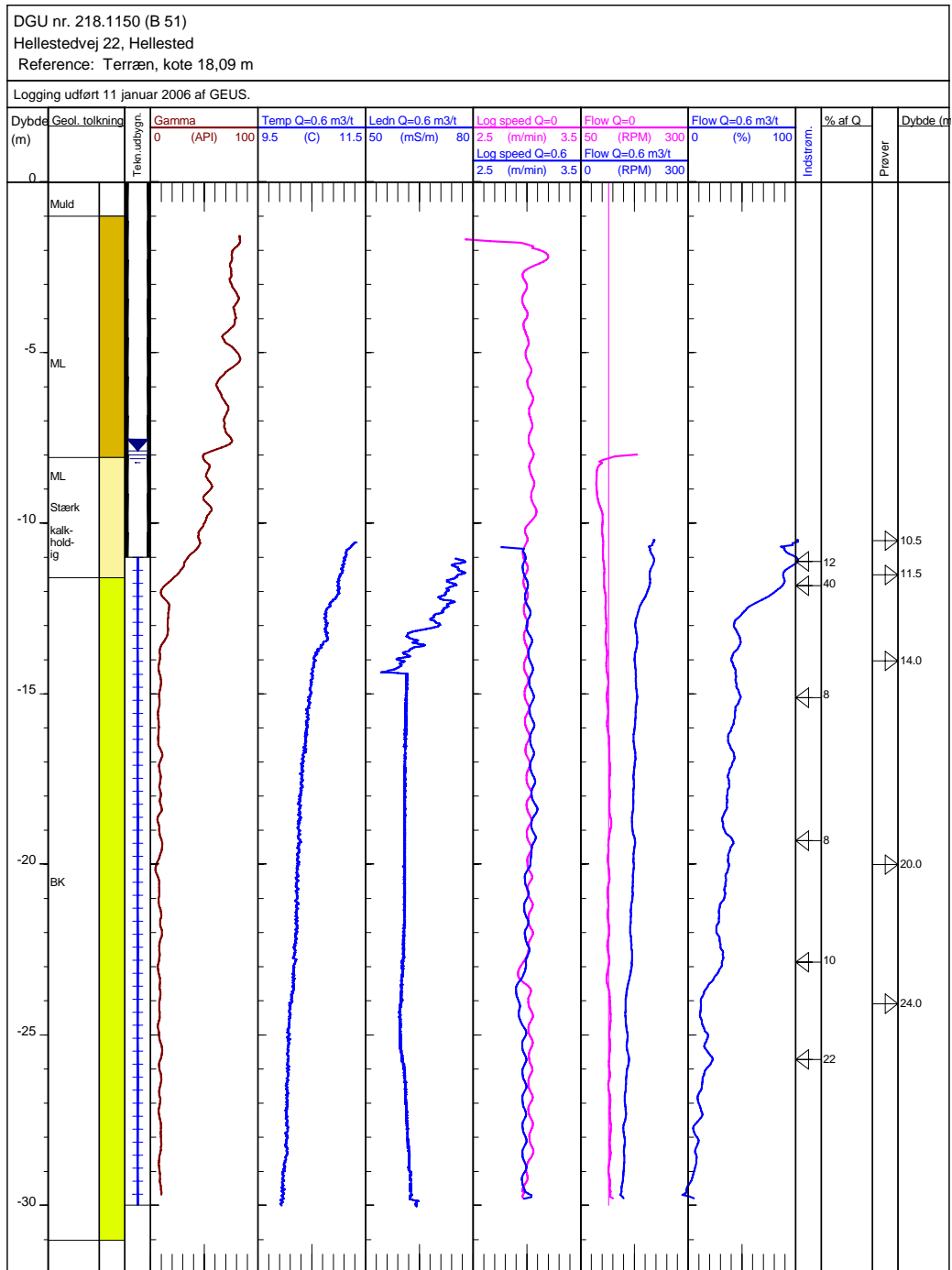
m.b.f.: massebalancefejl

3 Bilags liste

- Bilag 1: GEUS borehuls logs, boring DGU nr. 218.1150
- Bilag 2: GEUS borehuls logs, udvalgte logs, DGU nr. 218.1150
- Bilag 3: Borerapport, DGU nr. 218.1150
- Bilag 4: Feltmålinger af pH, temperatur og ledningsevne

BILAG 1







BORERAPPORT

DGU arkivnr : 218. 1150

Borested Hellestedvej 22, Hellested
4652 Hårlev

Kommune: Stevns
Amt : Storstrøm

Boringsdato 18/9 1996

Boringsdybde 31 meter

Terrænkote 18,09 meter o. DNN

Brøndborer: Næstved Brøndboring Aps, Næstved

MOB-nr : 25875

BB-journr :

BB-bornr : 51

Prøver

- **modtaget** : 7/2 1997 **antal** : 8

- **beskrevet** : 15/5 1997 **af** : DP/AGR

- **antal gemt** : 0

Formål : Afværgeboring

Kortblad : 1512 INV

Datum : ED50

Anvendelse : Afværgeboring

UTM-zone : 32

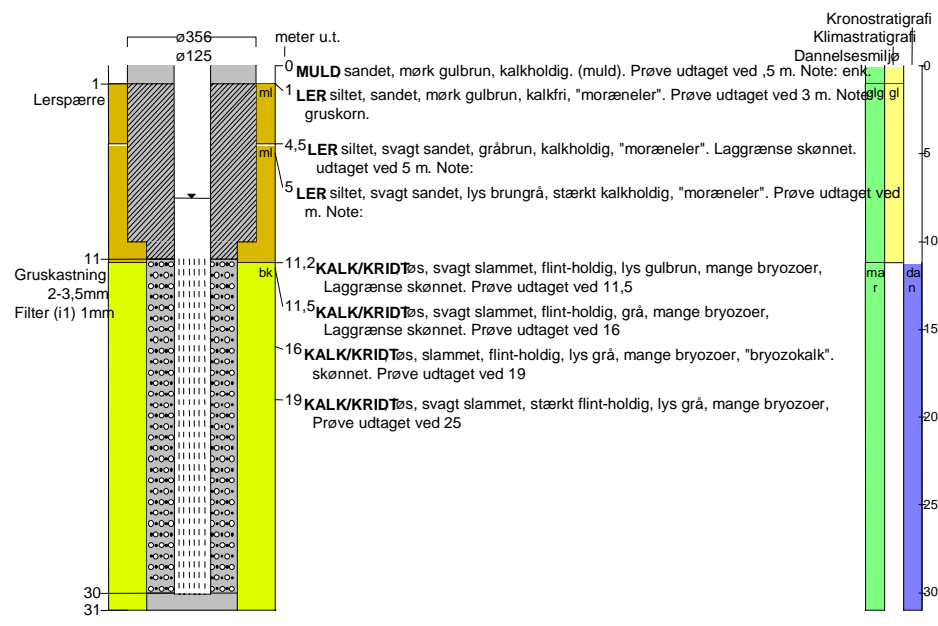
Koordinatkilde : Amt

Boremethode: Snegleboring, Lufthæve

UTM-koord: 707097, 6136355

Koordinatmetode GEUS aflæst

Indtag 1 (seneste)	Ro-vandstand	Pejledato	Ydelse	Sænkning	Pumpetid
	7,55 meter u.t.	18/9 1996	5 m ³ /t	6 meter	8 time(r)
			1,2 m ³ /t	10 meter	
			6 m ³ /t	19 meter	
			1,9 m ³ /t	10,4 meter	
			6,6 m ³ /t	15,1 meter	



Aflejringsmiljø - Alder (klima-, krono-, litho-)

meter u.t.

- 0 - 1 terrigen- postglacial
- 1 - 11,2 glacigen- glacial
- 11,2 - 31 marin- danien

BILAG 4

Feltmålinger af pH, temperatur og ledningsevne foretaget i forbindelse med udtagning af vandprøver den 11. januar 2006.

Prøvetagnings dybde (m u. terræn)	pH	Temperatur (°C)	Ledningsevne v. 25 °C (mS/m)
24,0	7,23	10,4	89,4
20,0	7,23	10,3	90,7
14,0	7,23	10,3	90,6
11,5	7,21	10,4	94,3
10,5	7,20	10,5	95,1