

Vigersted Kildeplads Opland Københavns Energi

Kloridpåvirkning fra pejleboringer
Heat puls flow måling og
borehulslogging, 2003

Kurt Klitten og Per Jensen



Vigersted Kildeplads Opland **Københavns Energi**

Kloridpåvirkning fra pejleboringer
Heat puls flow måling og
borehulslogging, 2003

Kurt Klitten og Per Jensen

Indhold

Indhold	2
1. Introduktion og undersøgelsesprogram	3
2. Heat Pulse flow sonde	5
3. Sammenfatning af resultater	7
3.1 Tekniske forhold	7
3.2 Strømning i borerne ud fra Heat Pulse målinger.....	7
3.3 Intern strømning ud fra ledningsevne- og temperatur-logs	8
3.4 Konklusion om opstrømning af kloridholdigt vand	10
3.5 Log-stratigrafi og geologi.....	11
4. Konklusion	13
5. Bilag	14
5.1 Log-bilag.....	15
5.2 Heat puls målediagrammer	16

1. Introduktion og undersøgelsesprogram

Som opfølgning på anbefalingerne i GEUS's logging-undersøgelserne i juni 2003 af indvindingsboringerne på Vigersted kildeplads Vest, GEUS rapport 2003/59 blev der i december 2003 for Københavns Energi udført Heat Pulse flow målinger i 6 pejleboringer beliggende i oplandet til Vigersted kildeplads samt i en af de tidligere undersøgte pejleboringer, KV 1158, beliggende på selve Vigersted kildeplads.

Hensigten med undersøgelserne var at undersøge, om der sker opstrømning af kloridholdig grundvand fra Danien kalk og den nedre del af Grønsandskalken til den øvre del af Grønsandskalken, hvorfra indvindingen sker på størstedelen af KE's kildepladser i området (Vigersted, Bøstøfte, Svenstrup, Slimminge, Kimmerslev).

Udover Heat Pulse flow måling blev der i de 6 omkringliggende pejleboringer tillige udført ledningsevne- & temperatur-log samt gamma- og induktions-log. De to førstnævnte logs til støtte for tolkningen af Heat pulse flow målingerne, samt for at kunne vurdere om evt. opstrømmende grundvand har forhøjet kloridindhold, medens de to sidstnævnte logs udførtes til kontrol af lagfølge og stratigrafi. I KV 1158 forelå disse logs allerede fra undersøgelsen i juni sidste år.

Tablet 1: Pejleboringer omfattet af undersøgelsen, samt pejleboringer tidligere undersøgt af GEUS (*) eller af Trier Pedersen i samarbejde med GEUS (**)

DGU nr.	KV nr	Lokalitet/kildeplads	Boringsdybde (m)	Fore-rør (m)	Kvar-tær (m)	Selandi-en bund = top kalk	Kalk sektion (m)
212.328 *	KV 1158	Vigersted V/ Vigersted	62,2	21,3	19,7	61,6	0,6
212.263	KV 1120	Kværkeby N/ Vigersted	67,0	28,8	27,0	60,0	7,0
212.268	KV 1121	Vigersted NV/Vigersted	69,0	44,3	30,0	64,6	4,4
212.283	KV 1125	Vigersted SØ/Vigersted	65,7	27,3	20,8	59,2	6,5
212.348	KV 1157	Høed skov/ Vigersted	58,4	26,9	20,0	56,8	1,6
212.170	KV 944	Kongsted N/ Svenstrup	51,2	24,5	22,5	49,0	2,2
211.18	KV 491	Kværkeby N/ Bøstøfte	67,2	34,5	28,4	66,6	0,6
212.332 *	KV 1159	Vigersted/ Vigersted	64,0	29,2	26,7	56,2	7,8
212.333 **	KV 1156	Humleorehus/Vigersted	63,8	35,2	32,4	63,8	-

Kildepladsen var kun delvis i drift under logging arbejdet, d.v.s. de østlige boringer B1 til B11A med undtagelse af den sløjfede B2, var i almindelig drift med en samlet ydelse på ca. 550 m³/t, medens der fra de vestlige boringer B16A til B21A kun skete renpumpning med en samlet ydelse på kun 40 m³/t. Øvrige boringer på kildepladsen var ikke i drift i perioden.

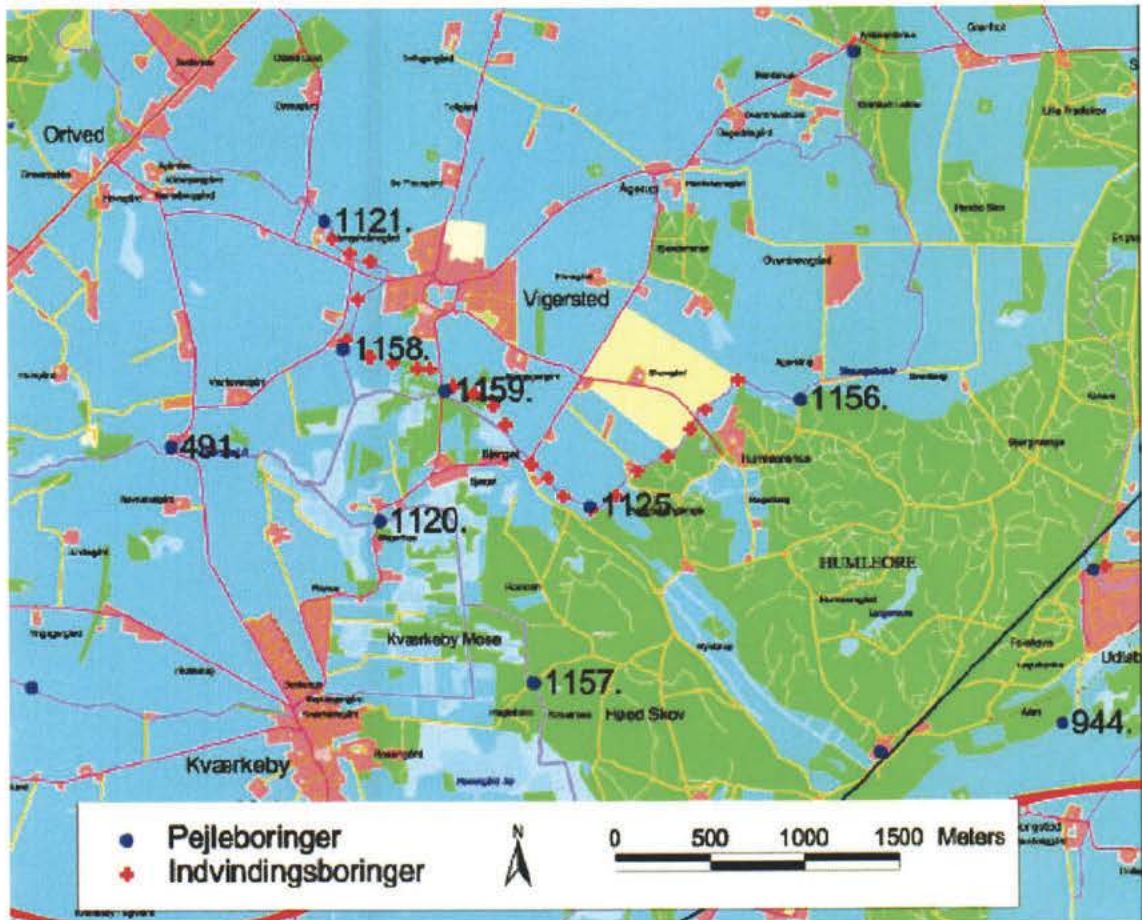


Fig. 1: Undersøgte pejleboringer og deres beliggenhed i forhold til Vigersted kildeplads.

2. Heat Pulse flow sonde

Flow-logging med Heat Pulse flow sonden udføres som diskrete målinger på fastholdte dybdepositioner. Måleprincippet bag denne type sonde er, at der udsendes en kortvarig varmpuls fra en varmetråd anbragt i en lodret cylinder nederst på den 220 cm lange målesonde. Cylinderen (længde=18 cm, indre diameter=4 cm) er åben i bund og i top således, at en eventuel lodret vandstrømning kan passere gennem cylinderrøret. Afhængig af retningen af en eventuel vandstrømning vil varmpulsen da enten strømme ud gennem top eller gennem bund af cylinderen. Dette overvåges ved hjælp af 2 thermistorer anbragt hhv. 5 cm over og under varmetråden i cylinderen. Målingen er en måling i tid (i sek.) fra varmpulsen udsendes til den registreres som en relativ ændring i temperatur differens mellem de to thermistorer, som nulstilles umiddelbart før pulsen afsendes. En positiv ændring skyldes opad rettet strømning, se Fig.2 nedenfor, medens en negativ ændring skyldes nedad rettet strømning. Hvis der ikke er nogen vandstrømning i boringen, vil der efter mere end 30 sek. vise sig en positiv puls med en forholdsvis stor periode. Dette skyldes konvektionsstrømning af varmpulsen, og den vil altid gå opad.

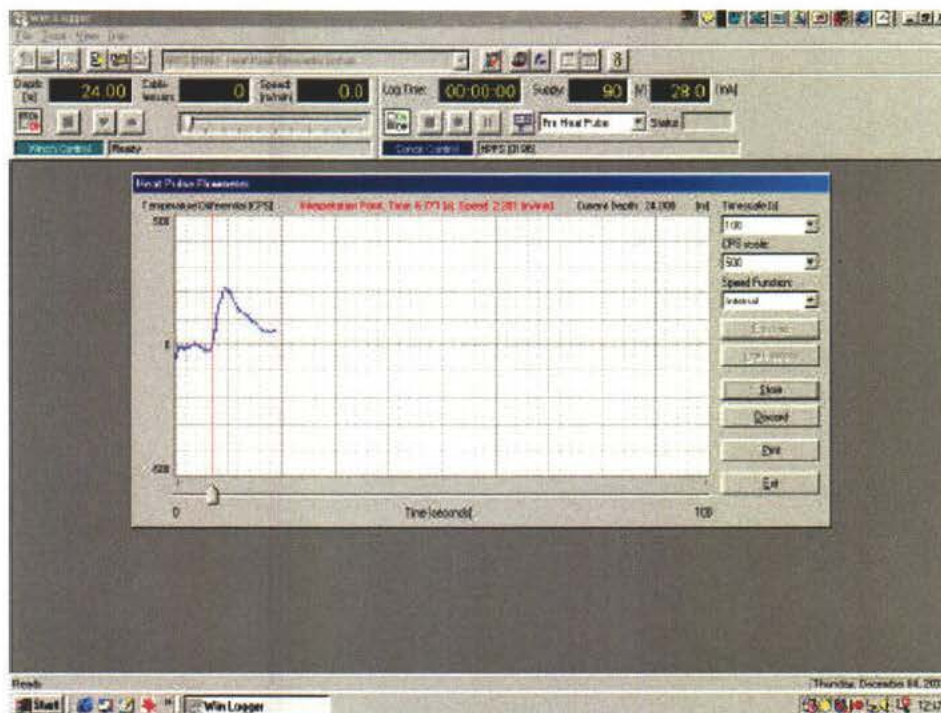


Fig. 2: Eksempel på en opad rettet Heat Puls målt i 24 m dybde og med pulstid på 6,77 sek.

Fabrikanten opgiver sondens maksimale måleområde til at være strømningshastigheder fra 0.1 m/min til 3 m/min svarende til troværdige pulstider op til 30 sek., men ikke under 1 sek. GEUS's erfaringer bekræfter de 30 sek. som den længste troværdige målbare pulstid, bl. a. også p. g. a. konvektionsstrømningen nævnt ovenfor. Med hensyn til måling

af store strømningshastigheder er det GEUS's erfaring, at der kan måles pulstid helt ned til 0.5 sek. svarende til strømningshastigheder op til 6 m/min, men at der er ganske stor usikkerhed på målinger under 1 sek.

Især ved meget små strømningshastigheder er det vigtigt, at der sikres tilstrækkelig stabiliseringstid (mindst 3 min) efter flytning af sonden til ny dybdeposition før målinger påbegyndes. Dette skyldes den såkaldte "stempeleffekt" som ved snævre borehuller skaber strømning i boringen blot ved flytning af sonden. Denne effekt er især af betydning i den nedre del af snævre kalkboringer, hvis kalken her har ringe permeabilitet, så sonden ved nedføring vil fortrænge vand opad.

Endvidere er det også vigtigt, at der går mindst 1 min. imellem de enkelte målinger på samme dybdeposition for at sikre tilstrækkelig tid til opladning af de store pulsgiverkondensatorer og derved opnå så kraftig en varmepuls som muligt.

På hver dybdeposition udføres der som regel minimum 3 målinger, og gennemsnittet af disse anvendes som den resulterende værdi. Jo større variationer mellem målingerne, jo flere målinger udføres på den enkelte dybdeposition.

På den enkelte borings bilag med log-resultater er der i sidste søjle (efter ledningsevneloggen) angivet måledybde og resulterende pulstid, samt ved pil markeret om strømmingen ved den pågældende dybde er opad eller nedad eller evt. udad boringen. Det sidste vil være tilfældet i dybdeintervallet imellem en måling, som viser strømning og en måling, som viser stillestående vand.

På dybdepositioner med målte pulstider kan disse omregnes til strømningshastighed, idet pulsens rejseafstand er 5 cm. De således beregnede hastigheder har i lighed med propel flow-log målinger vist sig at være ca. det dobbelte af den aktuelle gennemsnitlige hastighed på grund af det "parabel formede" hastighedsprofil med maksimal hastighed i midten af boringens tværsnit og hastigheden 0 ved borevæggen. Heat Pulse målinger udføres normalt med sonden centreret i boringen ved hjælp af et fjederstyr. Hvis mængden af eventuel opstrømmende vand i liter per time i en bestemt dybdeposition i boringen ønskes beregnet ud fra boringens tværsnits areal og den gennemsnitlige strømningshastighed, fås sidstnævnte derfor som halvdelen af den beregnede strømningshastighed.

I eksemplet fra Fig. 2. med en opad rettet pulstid på 6.8 sek. fås en beregnet strømningshastighed på 26.5 m/time og derfor en gennemsnitshastighed på 13,25 m/t. Med antagelse af en borediameter på 6" og dermed et tværsnitsareal på 0.018 m², vil der i den pågældende dybde i boringen strømme .234 m³/time eller 234 l/t.

3. Sammenfatning af resultater

3.1 Tekniske forhold

De 7 undersøgte pejleboringer i oplandet var oprindelig fra 51 til 69 m dybe og nåede alle ned under kote 0 med en bundkote på mellem kote -23 og kote -42. Senere er i hvert fald to af dem ifølge KE's boreoplysninger blevet afproppet i bunden netop på grund af forhøjet klorid.

Tabel 2: Oversigt over status m.h.t. forerørsdybde og boringsdybde

DGU nr.	KV nr	Boringsdybde (m.u.t.)	Afproppet til jfr. KE (m.u.t.)	Dybde ved logging (m.u.t.)	Forerørsdybde jfr. boreoplysning (m.u.t.)	Forerørsdybde jfr. logging (m.u.t.)	Dato for logging
212.328	KV 1158	62,2	-	61,5	21,3	21,0	11.12.03
212.263	KV 1120	67,0	-	66	28,8	28,8	09.12.03
212.268	KV 1121	69,0	-	69	44,3	44,3	09.12.03
212.283	KV 1125	65,7	47	42	27,3	26,5	08.12.03
212.348	KV 1157	58,4	42	40	26,9	26,9	08.12.03
212.170	KV 944	51,2	-	47	24,5	22,3	04.12.03
211.18	KV 491	67,2	-	64	34,5	32,0	10.12.03

Pejleboringerne er alle rørsat med et 3" jernrør til dybder varierende mellem 24 og 44 m, og under denne dybde står de som åbne boringer i Grønsandskalken og i Danién kalken. Kaliber-log er ikke udført under denne undersøgelse, idet boringerne primært er blevet undersøgt for strømning, samt for bestemmelse af vandets ledningsevne. Men induktionsloggen giver også en sikker bestemmelse af dybden af forerøret, idet denne log viser meget markant måleudslag ved overgangen til forerøret. I tabellen ovenover ses da også nogle eksempler på uoverensstemmelser på fra 0,8 m til 2,5 m mellem de målte forerørsdybder og de opgivne jævnfør boreoplysninger.

Ligeledes ses der eksempler på de normale forskelle på 1-2 m mellem den oprindelige boringsdybde og den dybde, til hvilken logging kunne gennemføres. I regelen er de nederste 1-2 m af boringerne fyldt op med slam og silt. Men her er der også eksempler på forskelle på 3,2 m, 5,0 m og 4,2 m, hvor de sidstnævnte kunne tyde på yderligere afpropping (i KV 1125 og KV 944).

3.2 Strømning i boringerne ud fra Heat Pulse målinger

Resultatet af de udførte heat pulse flow målinger i form af pulstid i sekunder i forskellige dybdepositioner i de syv boringer er vist i nedenstående tabel 3. I tabellen er impulstider, som er over 30 sek. og opad rettede, sat i parentes, idet de afspejler den termiske konvektionsstrømning og således ikke er udtryk for vandstrømning i boringen. Boringerne KV

1158, KV 1120 og KV 1125 viser således ikke nogen strømning, hvorimod de øvrige 4 borerer viser entydige tegn på intern strømning.

Tablet 3: Heat Pulse tider (T/sek.) i forskellige dybdepositioner (D/M)

KV 1158		KV 1120		KV 1121		KV 1125 (*)		1157 (*)		KV 944		KV 491	
212.328		212.263		212.268		212.283		212.348		212.170		212.18	
D/m	T/sek	D/m	T/sek	D/m	T/sek	D/m	T/sek	D/m	T/sek	D/m	T/sek	D/m	T/sek
17	0	8	0 (35/op)	25	0	24,5	0	20	30,9/op	20	0	30	0
20,5	0	28	0	43	0	26,5	20/op	23	24,1/op	24	6,7/op	34	12/ned
26	0	29	0 (32 op)	45	0	30	0	25	21,9/op	26	7,8/op	40	3,8/ned
29	0	31	0	47	0,5/op ?	32	0	27,5	0	28	7,8/op	46	3,1/ned
35	0	35	0	50	1,6/op	33,5	0	30	29,3/op	31	8,0/op	50	4,0/ned
38	0	39,5	0	54	3,0/ned	36	0	33	0	35	6,4/op	57	22/ned
42	0	43	0	55	8,8/ned	39	0	35	(45/op)	37	9,0/op	60	0
44	0	47	0	60	4,3/ned			36	20/op	39	20,8/op		
50	0	53	0 (46 op)	66	7,5/ned					40	0		
52	0	58	0							44	0 (40/op)		
60	0	61	0										

(*) Boringen er tidligere blevet afproppet i bunden.

I KV 1121 sker der en indstrømning fra en zone imellem 50 og 54 m dybde, hvorfra vandet strømmer henholdsvis nedad til bunden og opad og ud inden 45 m dybde. Mindre pulstider betyder større hastigheder, som således ses at være større opad end nedad.

I KV 1157 må der ske en om end svag indstrømning lige under forerøret i ca 26,5 m dybde. Dette vand strømmer opad i forerøret og ud gennem flere utætheder i dette, idet impulstiden stiger opefter. Der synes også at være en mindre indstrømning imellem 33 m og 30 m, som udstrømmer inden 27, 5 m dybde. Ligeledes en mindre indstrømning i bunden som udstrømmer mellem 36 og 35 m dybde.

I KV 944 sker der en indstrømning imellem 40 m og 39 m og endnu en indstrømning imellem 39 m og 37 m, som strømmer opad og ud lige under forerøret, d.v.s. imellem 24 og 22,3 m.

I KV 491 er der en indstrømning imellem 30 m og 34 m og endnu en indstrømning før 40 m, som strømmer nedad. Størstedelen udstrømmer imellem 50 og 57 m, og den resterende del imellem 57 og 60 m.

Endelig skal det bemærkes, at der i KV 1125 og især i KV 1157 er indikation på indstrømning, opstrømning og udstrømning i den nedre del af forerøret, som således må have nogle utætheder formodentlig p.g.a. gennemtæring.

3.3 Intern strømning ud fra ledningsevne- og temperaturlogs

På basis af de udførte ledningsevne- og temperaturlogs er der nedenfor givet en vurdering af, om hvorvidt der sker intern strømning i boringen fra en horisont til en anden. Denne vurdering er givet uden skelen til resultaterne fra Heat Pulse målingerne. En fuldstændig konstant ledningsevne- og temperatur er normalt en indikation af intern strømning. Ved denne vurdering anvendes bl.a. den viden, at temperaturen normalt er jævnt stigen-

de med dybden med en gradient på 2-3 °C per 100 m fra ca 10-15 m dybde eller fra bunden af forerøret, idet dette på grund af sin varmeledningsevne medfører en negativ gradient fra terræn til slut forerør (negativ = faldende mod dybden).

Table 4: Strømningsvurdering ud fra ledningsevne- og temperatur-log, sammenholdt med Heat puls resultat.

Boring	Intern strømning	Saltvandspåvirkning	Heat puls strømning
KV 1158 (ledn.evne- og temp.-log fra maj 2003)	Opad fra bund 62 m og til 27,5 m med flere indstrømningszoner undervejs (54 m, 51 m, 43 m, 41 m og 37 m) hvor der sker en nedsættelse af såvel ledningsevne som temperatur.	Forhøjet klorid fra bunden, 105-110 mS/m ved 10 °C, svarende til ca. 265 mg/l Cl. Fortyndes undervejs ved indstrømning af vand med mindre klorid.	Nej – men kun begrænset op-pumpning fra den vestlige del af kildepladsen i perioden, hvor Heat puls er målt (november-december 2003)
KV 1120	Fra 40 m og til 54 m (ledn. konst. 60 mS/m og temp. konst. 10,0 °C). Nedad, da der sker et temp. spring i 54 m.	Under 54 m dybde er der stærkt forhøjet klorid, 4-500 mS/m ved 11,5 °C svarende til >1500 mg/l Cl. Men vandet er stillestående, da der er temp. gradient på 0,3 °C/10 m.	Nej
KV 1121	Nedad fra lige under forerør, 44 m, til bund af boring, 69 m (ledn. konst. 46 og 44 mS/m – og temp. konst. 9,7 °C)	Ledningsevne på indstrømmende vand ca 45 mS/m ved 10 °C svarende til < 30 mg/l Cl.	Opad og nedad fra 50-54 m.
KV 1125	Fra 30 m til 40 m (ledn. konstant 70 mS/m - temp. konst. 9,8 °C) – retning kan ikke fastlægges.	Ledningsevne 65-70 mS/m ved 10 °C svarende til ca. 90-110 mg/l Cl.	Nej
KV 1157	Ingen under forerør (ledn. stigende mod dybden). I forerør fra 25 m til 20 m (konst. temp. 9,5 °C og ledn. 16 mS/m) – retning kan ikke fastlægges.	Ledningsevne 50-55 mS/m ved 10 °C svarende til 40-50 mg/l Cl.	Opad i nederste del af forerør
KV 944	Opad fra 40 m med indstrømning også i 38 m og 30 m og op til 24 m (ledn. 92 mS/m springvis til 85 mS/m og temp. konstant 10,1 °C).	Ledningsevne 85 mS/m ved 10 °C svarende til ca 150 mg/l Cl. Under 40 m dybde er der stærkt kloridholdigt vand, men stillestående, da der er temp. gradient på 0,25 °C/10 m.	Opad fra 39 m
KV 491	Fra 34 m og ned til 41 m, og fra 44 m og ned til 59 m. I mellemliggende dybdeinterval 41-44 m ikke konstant led-	Ledningsevne i nedstrømning 80 og 85 mS/m ved 10 °C svarende til 140-150 mg/l Cl. Under 59 m er ledn. svagt	Nedad fra 32 m til 59 m

	ningsevne.	stigende men stillestående.	
--	------------	-----------------------------	--

Ovenstående tabel viser, at der på basis af ledningsevne- og temperatur-log er vurderet at være interne strømninger i alle 7 borer, medens Heat puls målingerne kun viser intern strømning i 4 af borerne. I KV 1158 beliggende på selve kildepladsen kan årsagen til den manglende Heat puls strømning i december 2003 i forhold til ledningsevne- og temperatur indikationen på interne strømning i august 2003 være, at der i perioden forud og under undersøgelserne i december kun oppumpedes med en begrænset ydelse (40 m³/t) fra borerne i den vestlige del af kildepladsen sammenlignet med den normale oppumpning på ca 500 m³/t. I de to øvrige, hvor der ikke kunne påvises nogen Heat puls strømning, KV 1120 og KV 1125, bør der lægges mest vægt på Heat puls målingerne. Meget svage interne strømninger forårsaget for eksempel ved barometerstandsvariationer, kan resultere i konstant ledningsevne og temperatur i delsektioner af vandsøjlen i en boring uden at sådanne strømninger kan måles ved Heat puls målinger.

De størrelsesordener, der i denne rapport nævnes som forventede kloridindhold på basis af den aktuelle ledningsevne, er kun retningsgivende og er angivet på basis af nedenstående Fig. 3.

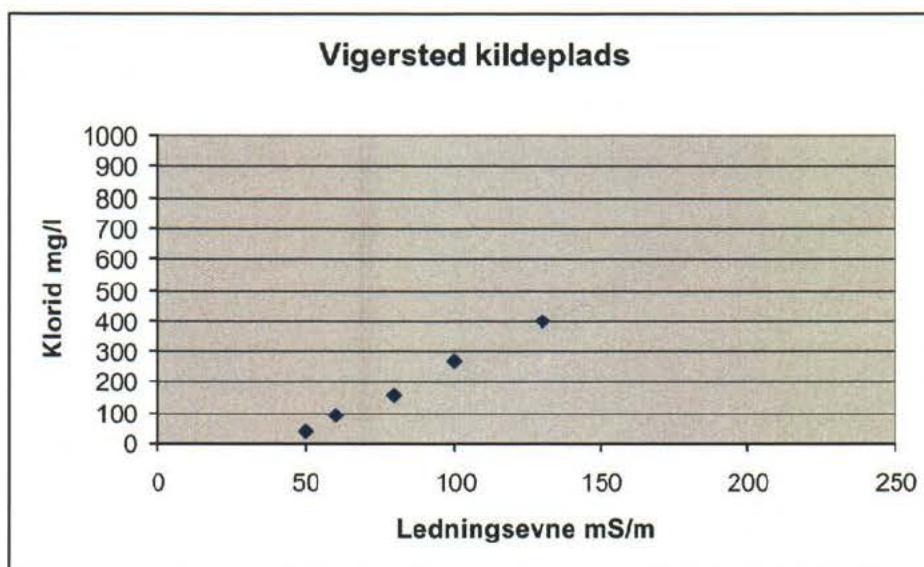


Fig. 3: Sammenhæng mellem klorid indhold og ledningsevne på Vigersted kildeplads (data fra 5 erstatningsboringer). GEUS rapport 2003/59.

3.4 Konklusion om opstrømning af kloridholdigt vand

Sammenfattende kan det konkluderes, at der ikke sker nogen opstrømning af stærkt kloridholdigt grundvand fra bunden af nogen af de 6 pejleboringer udenfor kildepladsen, selv om der i bunden af to af borerne, KV 944 og KV 1120, er konstateret stærkt kloridholdigt vand ledningsevne på henholdsvis 200 mS/m og 500 mS/m ved ca. 10 °C. Dette kloridholdige bundvand synes i begge borer at være stillestående. I den ene, KV 944,

observeres der ganske vist opadrettet strømning, men indstrømningen sker fra en zone ovenover det stærkt kloridholdige bundvand. I den anden, KV 1120, viste Heat puls målingerne overhovedet ingen intern strømning.

I pejleboring KV 1158 beliggende på selve Vigersted kildeplads, var det forventet, at Heat puls målingerne ville have påvist opstrømning fra bunden, idet tidligere udførte ledningsevne-logs og temperatur-logs havde indikeret dette, jævnfør GEUS rapport 2003/59. Den manglende Heat puls strømning i denne boring kan skyldes, at den vestlige del af kildepladsen ikke var i drift i perioden før og under Heat puls flow-målingerne. Da ledningsevnen af vandet i bunden af denne boring på 105 mS/m indikerer forhøjet klorid i størrelsesorden 265 mg/l, anbefales det at udføre endnu en Heat puls måling, når den vestlige del af kildepladsen har været sat i normal drift i et par måneder.

3.5 Log-stratigrafi og geologi

I GEUS rapport 2003/59 over borehulslogging undersøgelserne på Vigersted Kildeplads blev der for første gang opstillet en log-stratigrafi for Grønsandskalken (Lellinge Grønsand formationen), idet der blev identificeret 9 karakteristiske "marker" horisonter, A til I, ved deres høje resistiviteter eller lave induktions ledningsevne, samt ved det karakteristiske log-mønstre i sektionerne mellem disse horisonter på såvel resistivitets- som induktions-loggen. Den således opstillede log-stratigrafi ses på Bilag. 1 over boring KV 1158, som netop indgik i ovennævnte rapport, idet logging undersøgelse af denne boring blev udført allerede i maj 2003 som led i undersøgelsen af Vigersted kildeplads. Horisonterne A og I repræsenterer henholdsvis grænsen til den underliggende Danien-kalk og grænsen til den overliggende Kerteminde Mergel formation,

I nærværende undersøgelse er der udført induktions-log i hver af de 6 andre boringer netop for på basis af en tolkning af log-mønstret og identifikation af "marker" horisonterne at bestemme, hvilken del af Grønsandskalken, der er gennemboret i disse boringer. På log-bilagene til hver af boringerne er de identificerede marker-horisonter angivet med bogstav i en "marker" kolonne. I nedenstående tabel 5 er der sammenfattet, hvilke marker horisonter og dermed hvilken del af Grønsandskalken, der er repræsenteret i boringerne:

Tabel 5: Log-stratigrafiske marker-horisonter repræsenteret i de undersøgte boringer.

	KV 1158 (*)	KV 1120	KV 1121	KV 1125	KV 1157	KV 944	KV 491
Log-marker	212.328 (*)	212.263	212.268	212.283	212.348	212.170	212.18
I	X	(X)	(X)	(X)	(X)		(X)
H	X	X	(X)	X	(X)		X
G	X	X	(X)	X	X		X
F	X	X	(X)	X	X	X	X
E	X	X	X		X	X	X
D	X	X	X			X	X
C	X	X	X			X	X
B	X	X	X			X	X
A	X	X	X			(X)	(X)

(*) Indgik i tidligere undersøgelsesrapport GEUS 2003/59 – (X) formodes at være repræsenteret, men loggen har enten ikke kunnet nå til bunden af boringen, eller kan ikke måle p.g.a. forerør.

Det er karakteristisk, at alle de gamle pejleboringer i dette område af Sjælland i sin tid blev boret nogle meter ned i Danien kalken under Grønsandsaflejringerne. KV 1125 og 1157 er som nævnt allerede blevet afproppet, således at de kun når ned til henholdsvis log-marker F og E. I KV 944 og KV 491 er de nederste få meter muligvis siltet, idet der kun kunne logges til 1-2 meter under log-marker B.

Den opstillede log-stratigrafi, som kan tolkes ud fra induktions-log samt gamma-log mønstret ved overgangen fra Grønsandskalk til Kerteminde Mergel (ses på Bilag 1 for boring KV 1158) giver således mulighed for at opstille et tolket lagfølge profil, som er vist på log-bilagene til sammenligning med boreprofilet i DGU's boredatabase.

Den samlede tykkelse af Grønsandskalken fra log-marker A til I er i denne del af Sjælland tilsyneladende ca. 35 m, og synes at være til stede i alle boringerne på nær KV 944. I denne er de øverste ca. 10 m af Grønsandskalken borte, idet kun ca. halvdelen af log-sekvens F-G er tilstede øverst i Grønsandskalken.

I tre af boringerne optræder der mellem 5 og 10 meter Kerteminde Mergel ovenover Grønsandskalken, KV 1158, KV 1125 og KV 491. I de tre andre, KV 1120, KV 1121 og KV 1157 findes der muligvis 1-2 m Kerteminde Mergel ovenover Grønsandskalken, idet den sandsynlige beliggenhed af log-marker I i forhold til øverste identificerede log-marker ligger 1-2 m under grænsen til de kvartære lag.

Den nu ca. 53 m dybe boring KV 1156 (DGU nr. 212.333) ved Skurremose/Humleorehus, er blevet undersøgt med logging af Trier Pedersen i 1999/2000 i samarbejde med GEUS. Denne boring var oprindeligt 63,8 m dyb uden at have nået gennem Grønsandsaflejringerne og ned i Danien kalken, se Tabel 1, så de nederste ca. 10 m af boringen er muligvis allerede blevet afproppet. På basis af induktions-loggens mønster, se Bilag 8, er marker horisonterne E, F og G blevet identificeret, og marker H ville have optrådt øverst i den tilstedeværende prækvartære lagserie, hvis induktions-loggen ikke var blevet stoppet af forerøret. Induktions-loggen begynder ca. 3 m over marker G og slutter ca. 4 m under marker E, d.v.s. lidt over marker D, som ikke ses. Da der normalt er ca. 17 m fra marker E og ned til top Danien, marker A, og da marker E netop ses at ligge ca. 17 m over boringens oprindelige bund, synes boringen således at være stoppet ved mødet med Danien. Ifølge boreprofilet fra GEUS databasen skulle hele den prækvartære lagserie i denne boring udgøres af Kerteminde Mergel (PL), men de identificerede marker horisonter på induktions-loggen viser, at den gennemborede prækvartære lagserie udgøres af Grønsandskalk fra ca. marker H og ned til top Danien, marker A. Ledningsevne og temperaturlog tyder ikke på opstrømmende vand fra bunden, idet begge viser stigende værdier mod bunden, se vedlagte Bilag 8. Men den forholdsvis høje ledningsevne, 105 mS/m ved 8,6 °C ved bunden i 53 m, indikerer forhøjet klorid ved bunden.

4. Konklusion

Det synes ikke nødvendigt i nogen af de 6 undersøgte pejleboringer beliggende i området omkring Vigersted kildeplads at foretage afpropning for opstrømmende kloridholdigt vand fra boringernes bund.

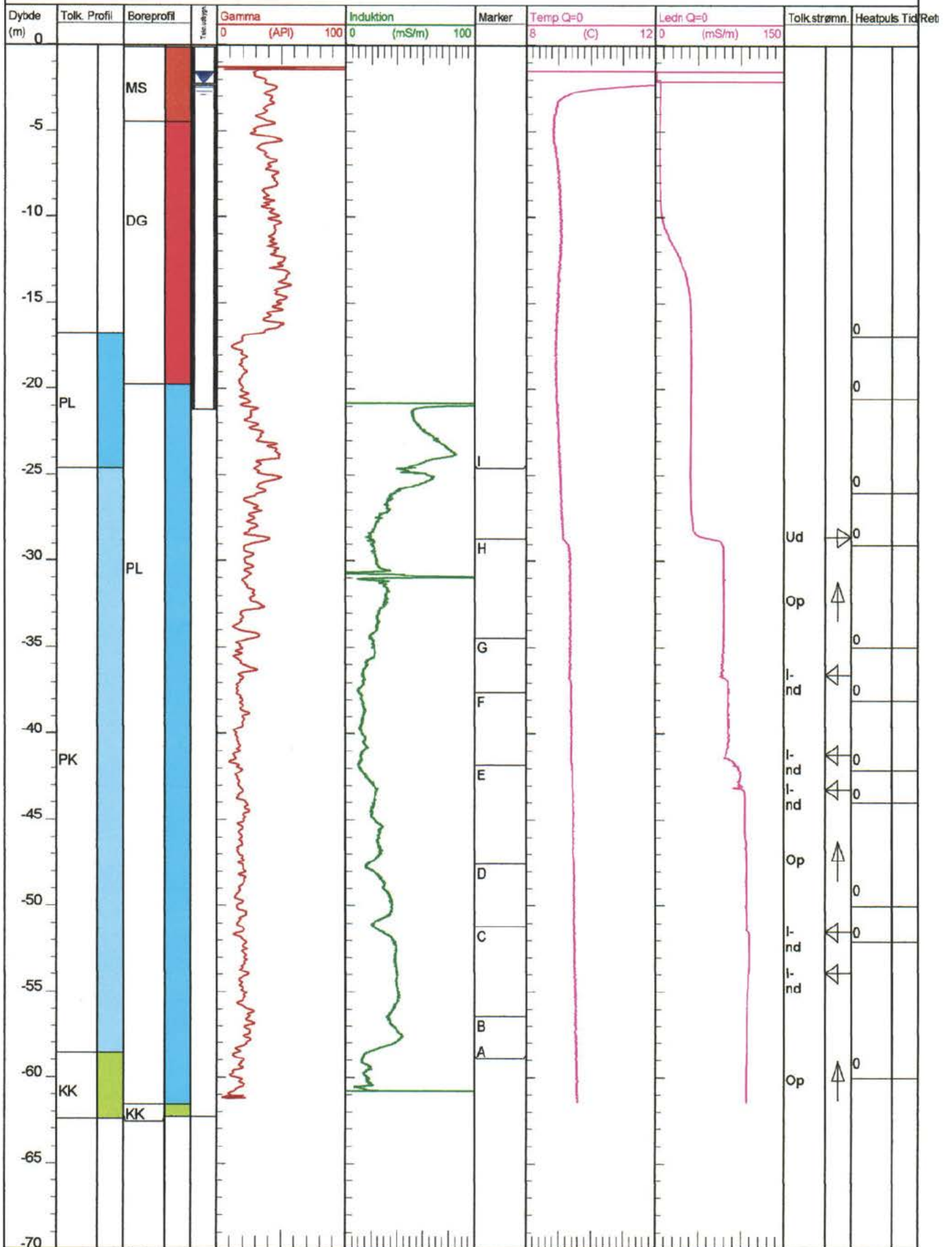
Det samme gælder den nu ca. 53 m dybe boring KV 1156 (DGU nr. 212.333) ved Skurremose/Humleorehus, som er blevet undersøgt med logging af Trier Pedersen i 1999/2000 i samarbejde med GEUS. Denne boring var oprindelig 63,8 m dyb og synes stoppet ved top Danién kalk. De nederste ca. 10 m af boringen er muligvis allerede blevet afproppet, men der er stadig forhøjet klorid (ledningsevne 105 mS/m) i vandet i bunden af boringen. Der synes imidlertid ikke at ske nogen opstrømning af dette til den øvre del af Grønsandskalken.

Om hvorvidt det er nødvendigt at foretage afpropning i boring KV 1158 beliggende på den vestlige del af selve Vigersted kildeplads kan ikke afgøres på basis af de udførte Heat puls målinger i denne boring, idet denne del af kildepladsen endnu ikke var sat i normal produktionsdrift. Det anbefales derfor at gentage Heat puls flow-målinger i denne boring tidligst et par måneder efter, at den vestlige del af kildepladsen igen er sat i normal drift.

5. Bilag

5.1 Log-bilag

- Bilag 1: Heat-puls målinger og logs, samt log-stratigrafi, KV 1158 (DGU 212.1298)
- Bilag 2: Heat-puls målinger og logs, samt log-stratigrafi, KV 1120 (DGU 212.263)
- Bilag 3: Heat-puls målinger og logs, samt log-stratigrafi, KV 1121 (DGU 212.268)
- Bilag 4: Heat-puls målinger og logs, samt log-stratigrafi, KV 1125 (DGU 212.283)
- Bilag 5: Heat-puls målinger og logs, samt log-stratigrafi, KV 1157 (DGU 212.348)
- Bilag 6: Heat-puls målinger og logs, samt log-stratigrafi, KV 944 (DGU 212.170)
- Bilag 7: Heat-puls målinger og logs, samt log-stratigrafi, KV 491 (DGU 212.18)
- Bilag 8: Borehuls logs, KV 1156 (DGU 212.333)

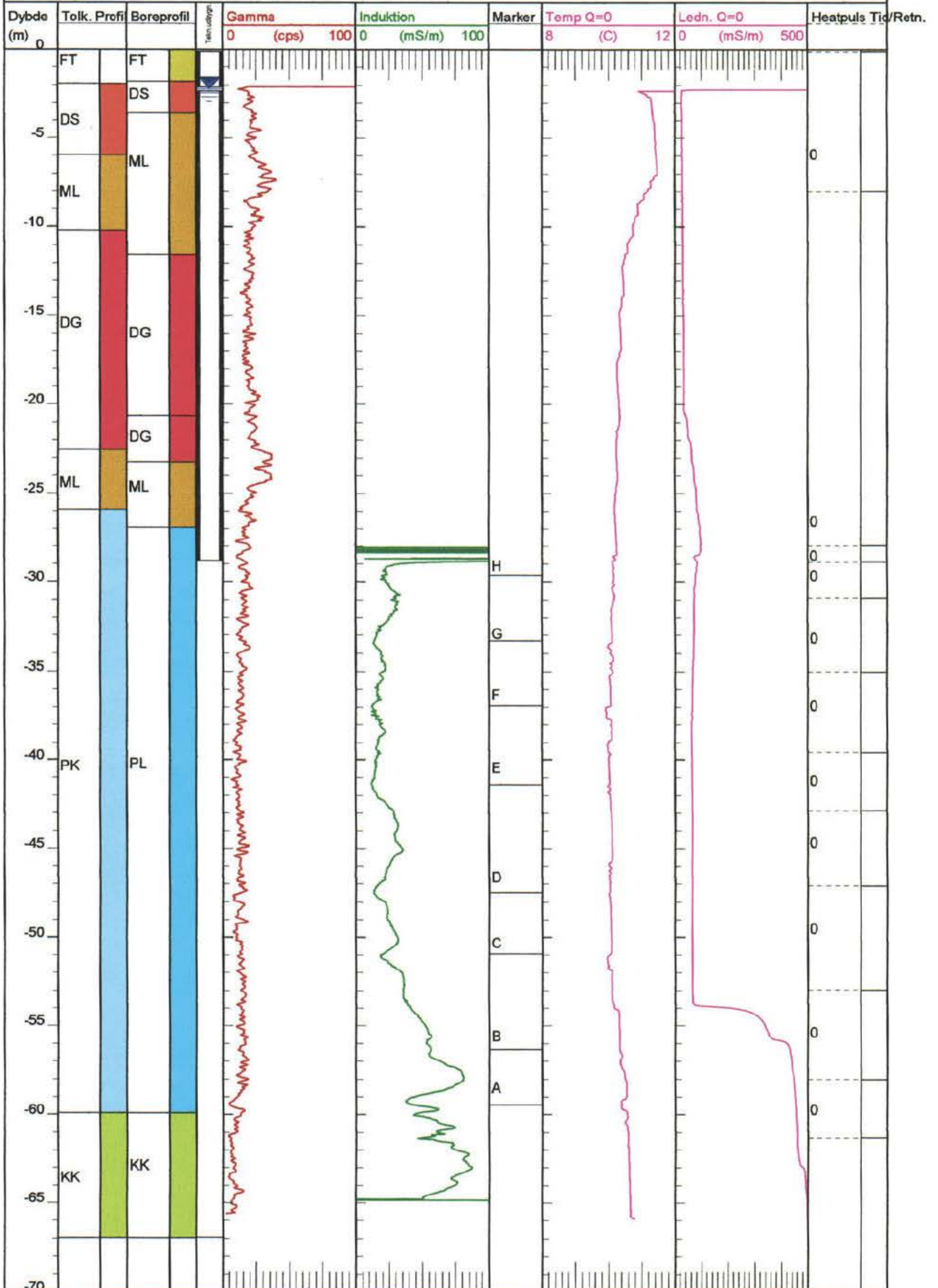


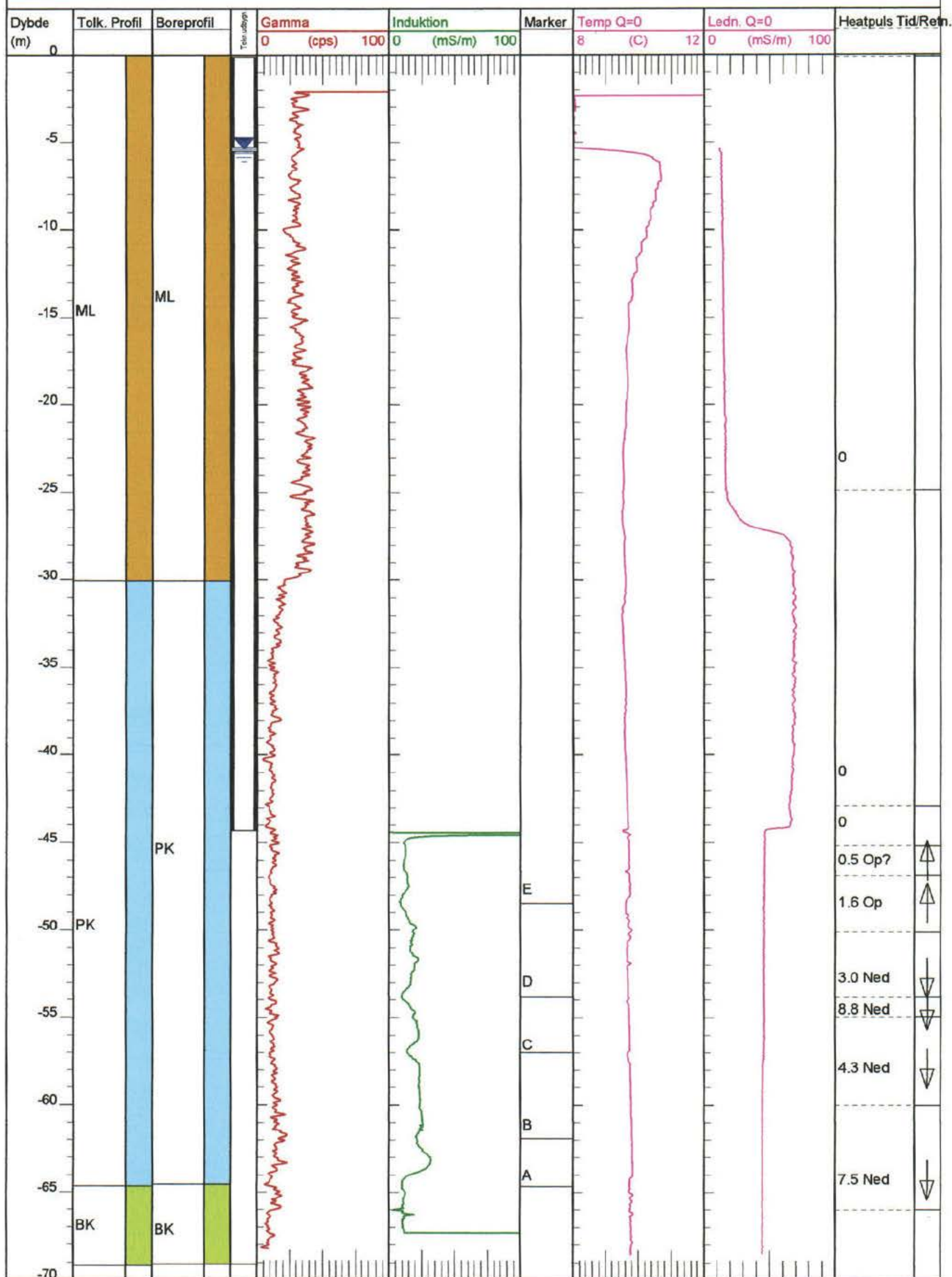
DGU nr. 212.263 (KV 1120)

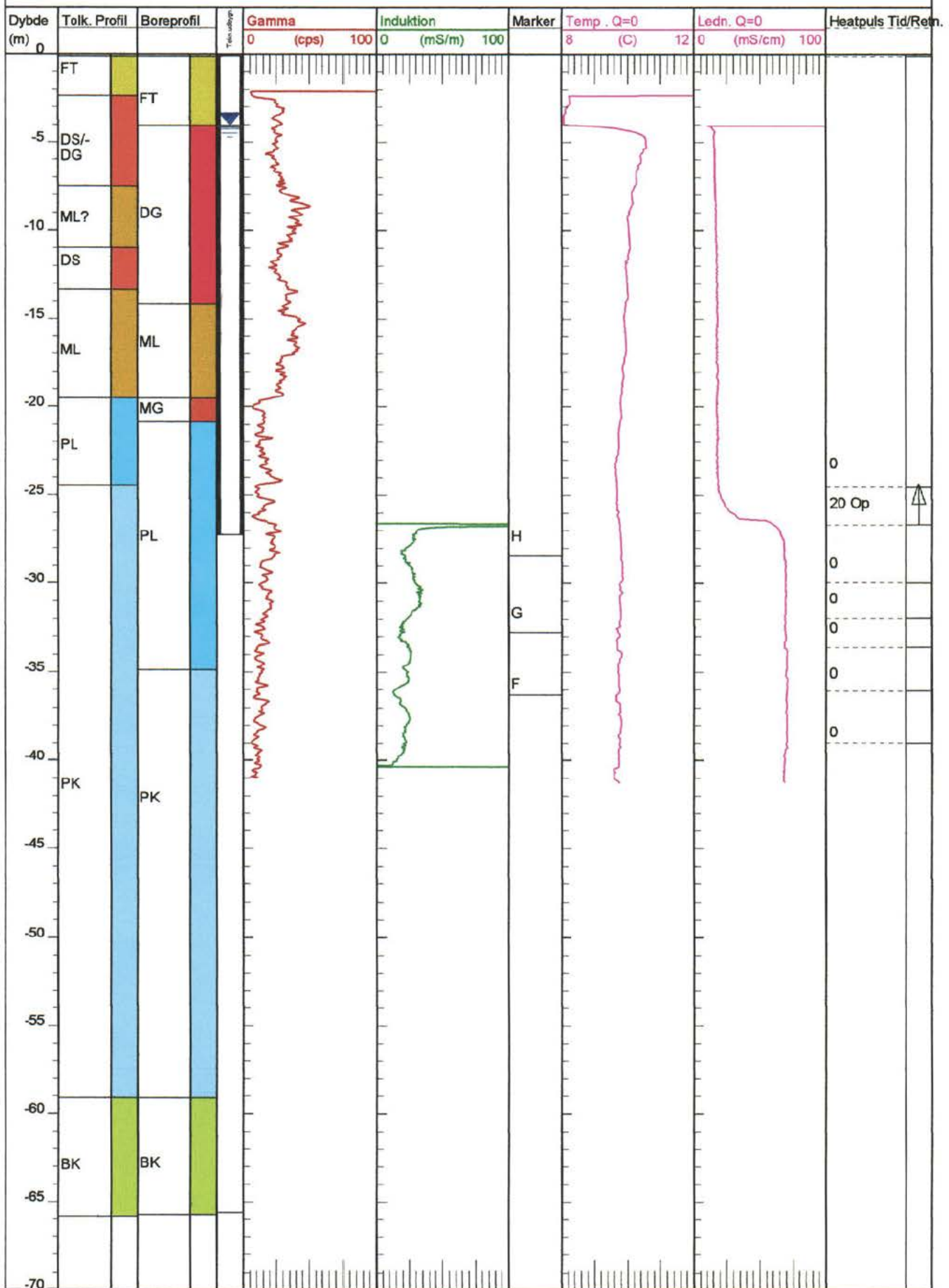
Bilag 2

Kværkeby: GEUS logging 09.12.2003

Reference: Terræn





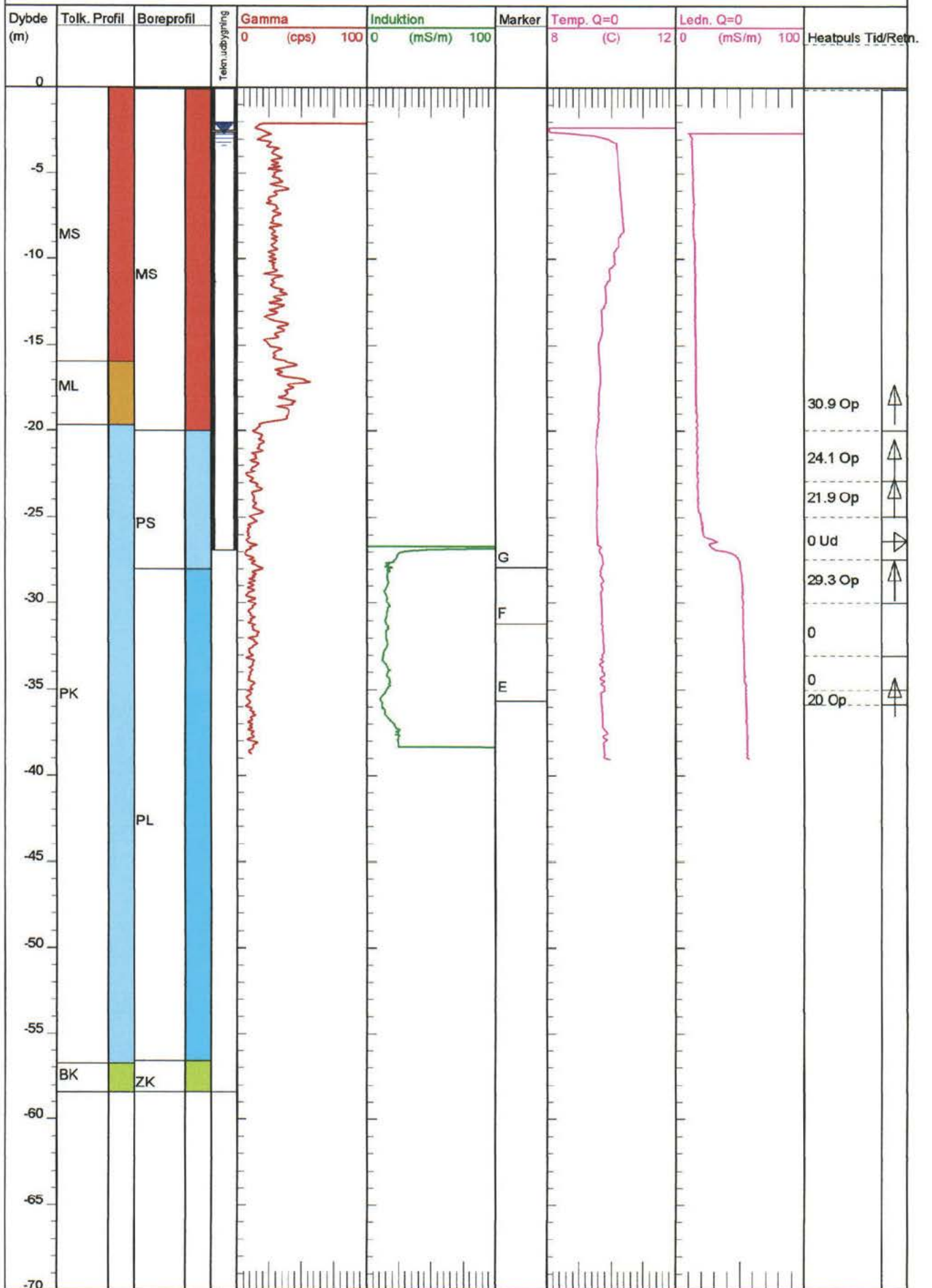


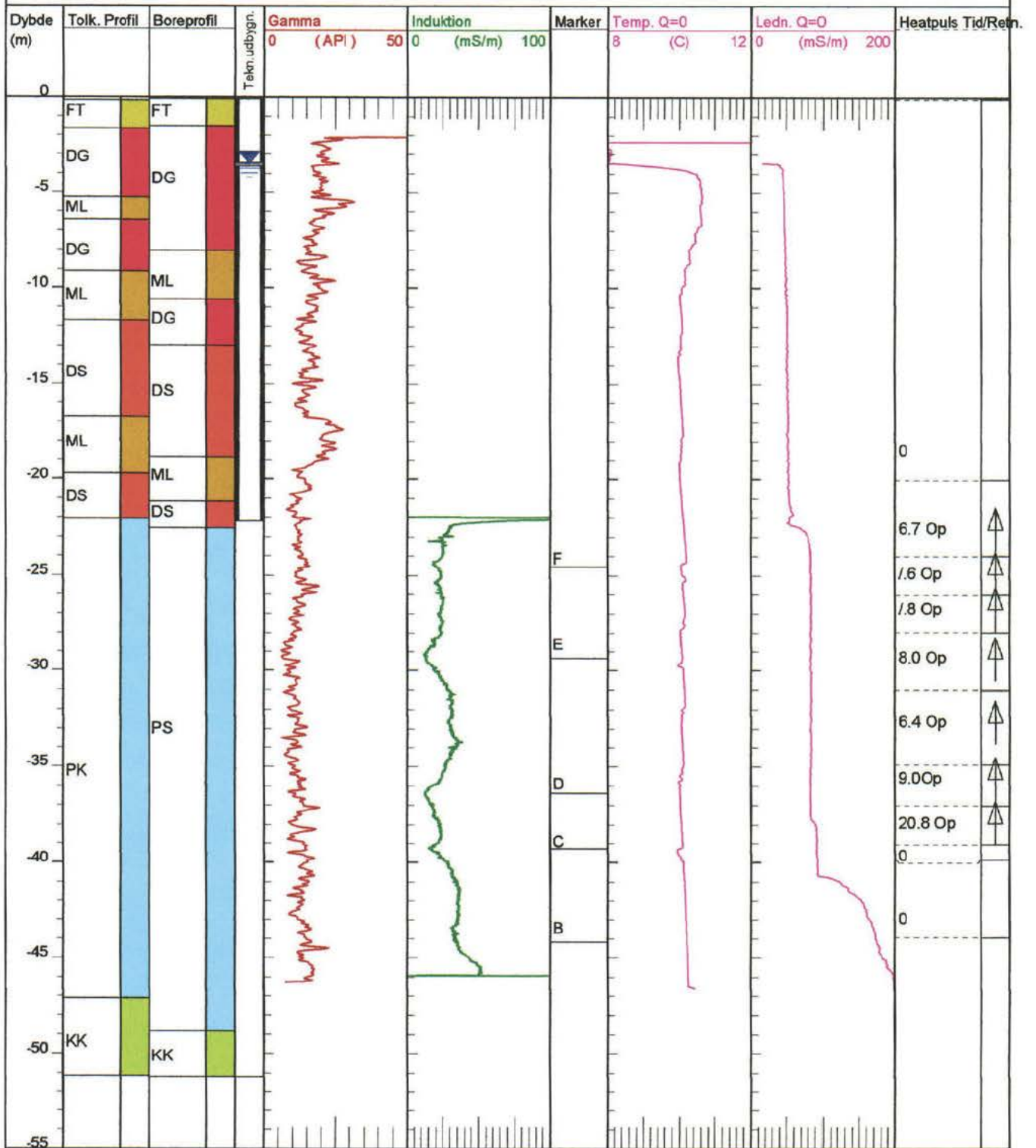
DGU nr. 212.348 (KV 1157)

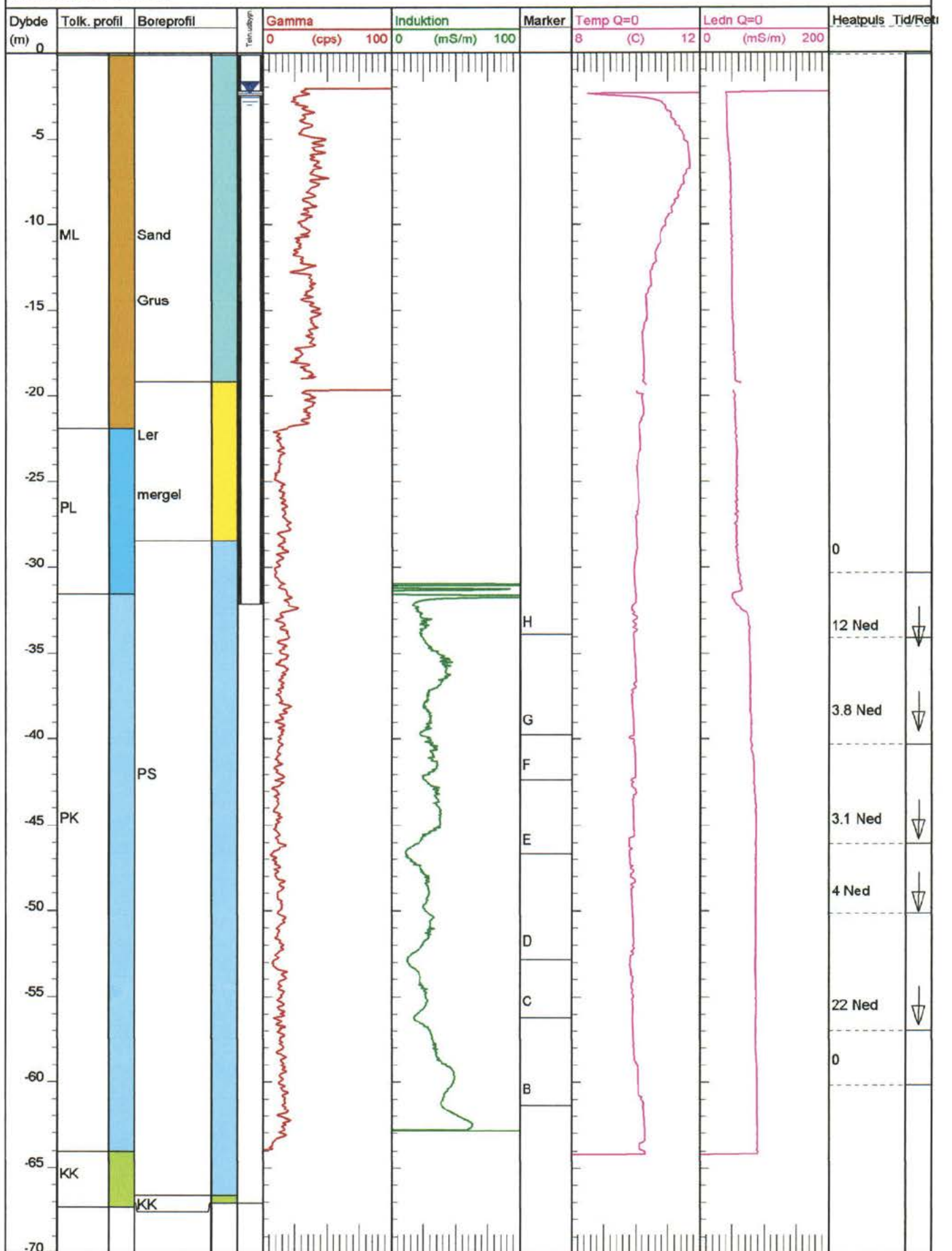
Bilag 5

Kværkeby: GEUS logging 08.12.2003

Reference: Terræn





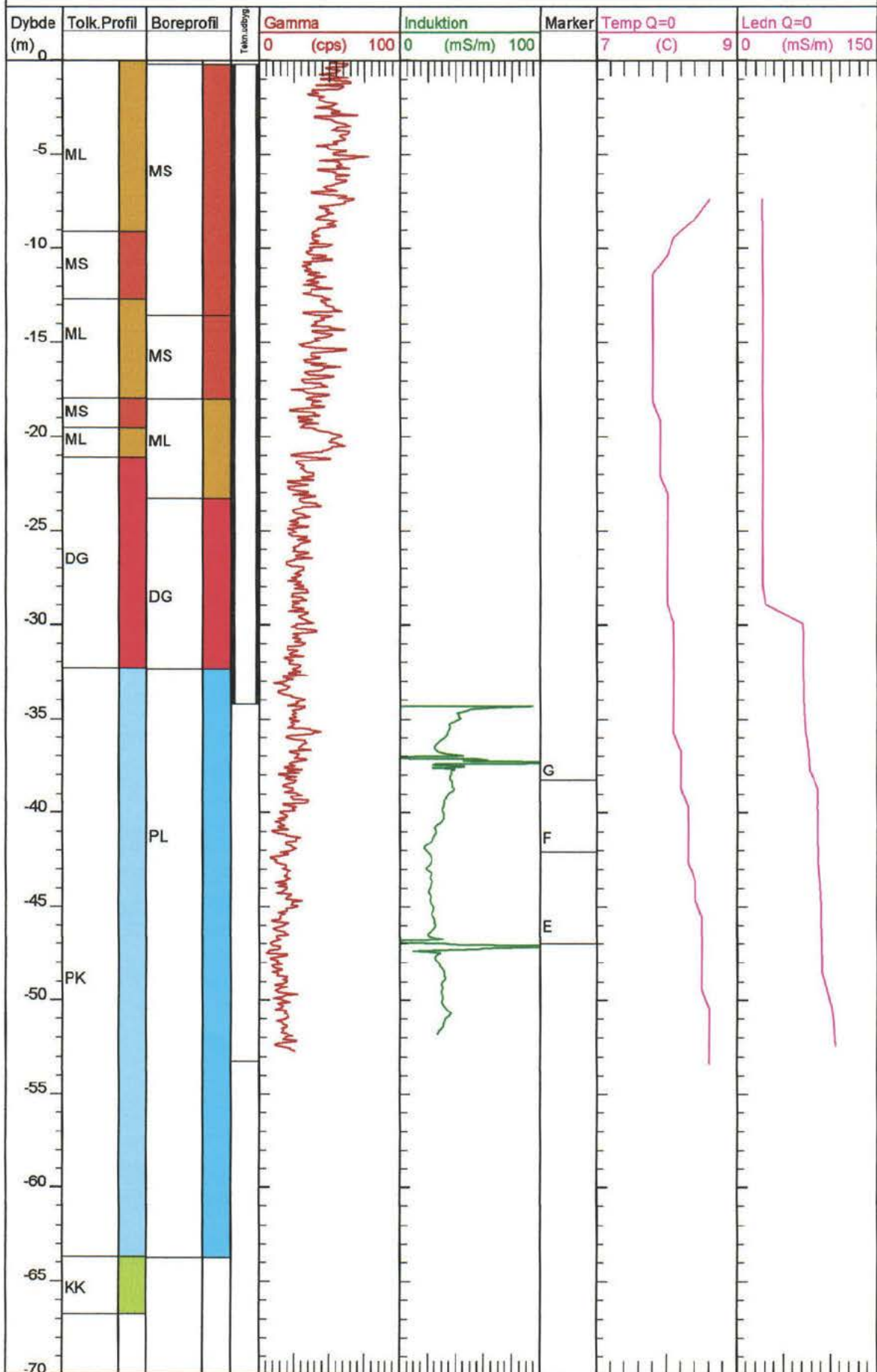


DGU nr. 212.333 (KV 1156)

Bilag 8

Skurremose, Vigersted: Trier 2000

Reference: Terræn



5.2 Heat puls målediagrammer

Bilag 9: Heat puls målediagram for KV 1158

Bilag 10: Heat puls målediagram for KV 1120

Bilag 11: Heat puls målediagram for KV 1121

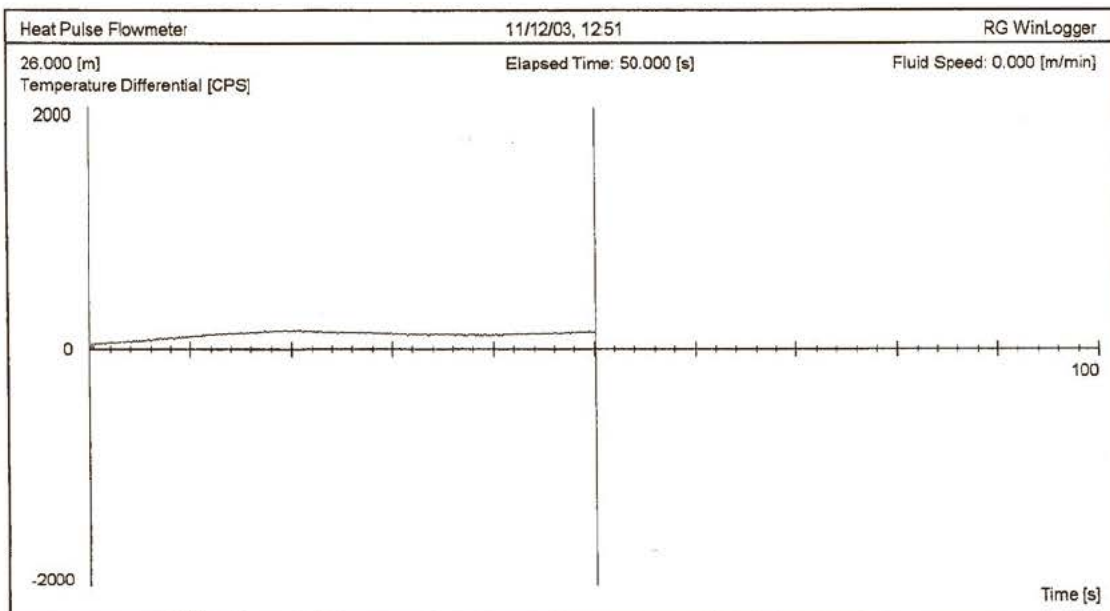
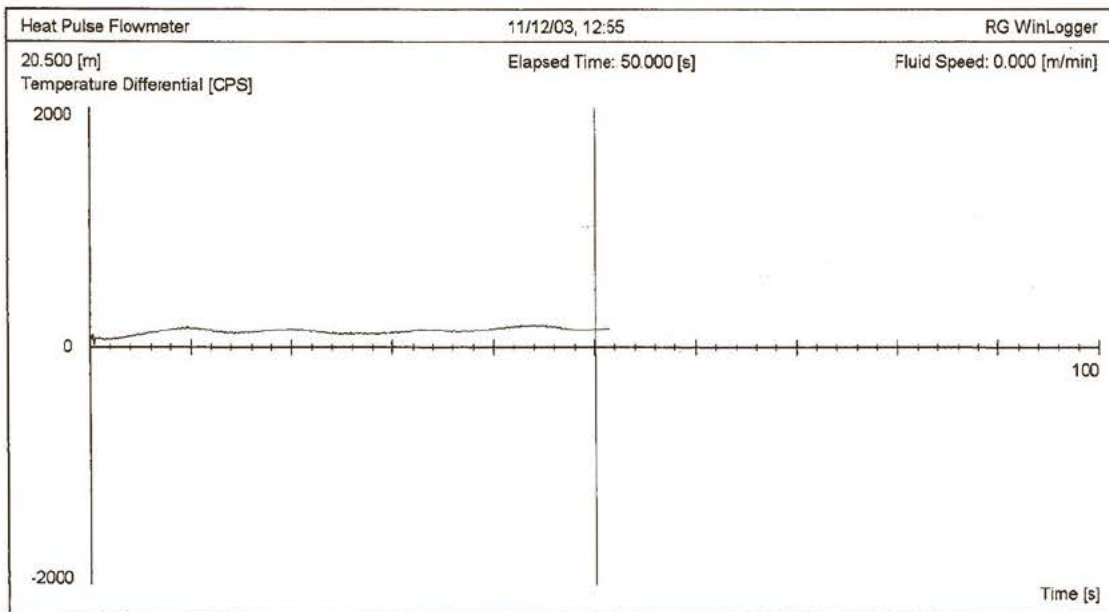
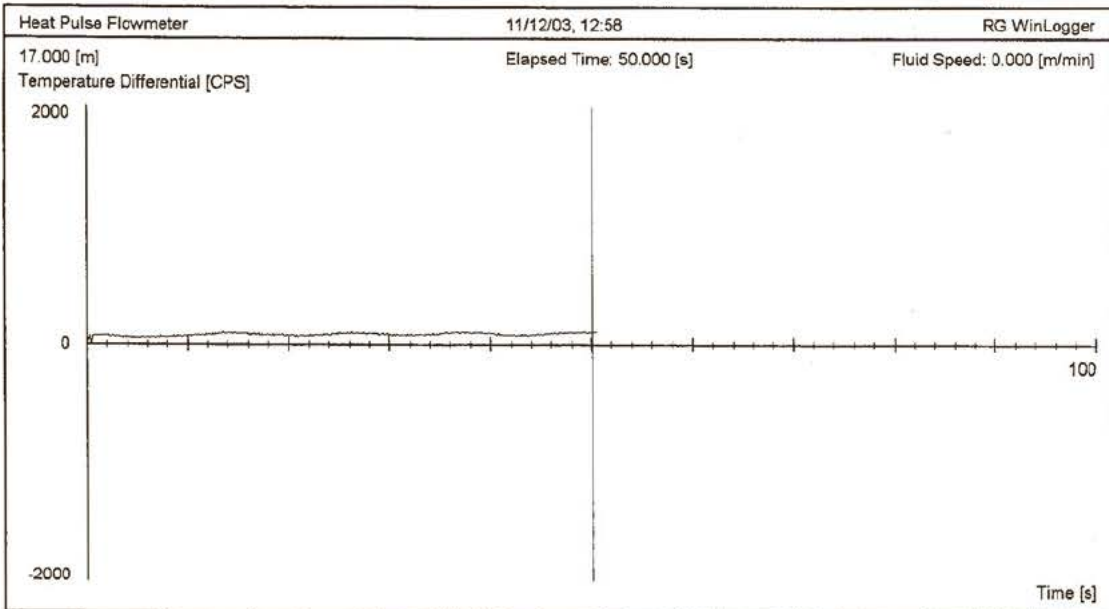
Bilag 12: Heat puls målediagram for KV 1125

Bilag 13: Heat puls målediagram for KV 1157

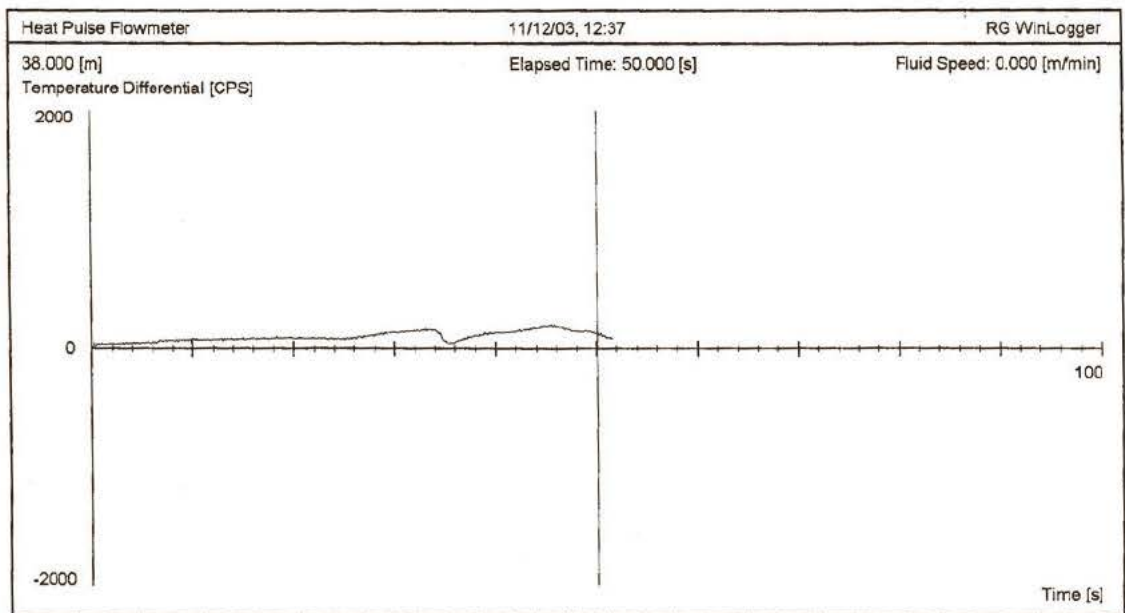
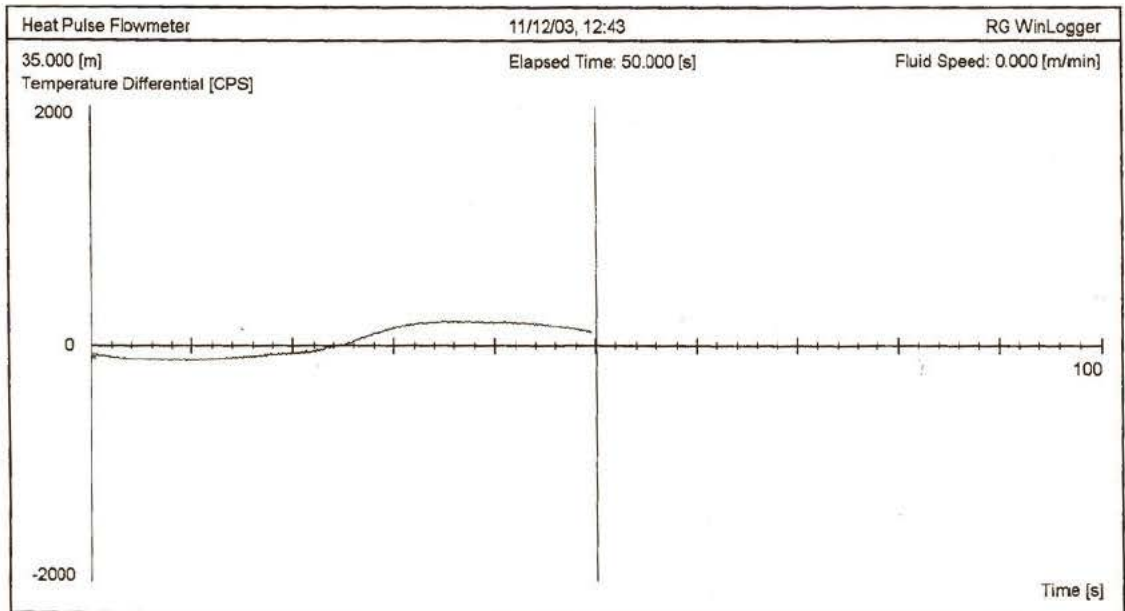
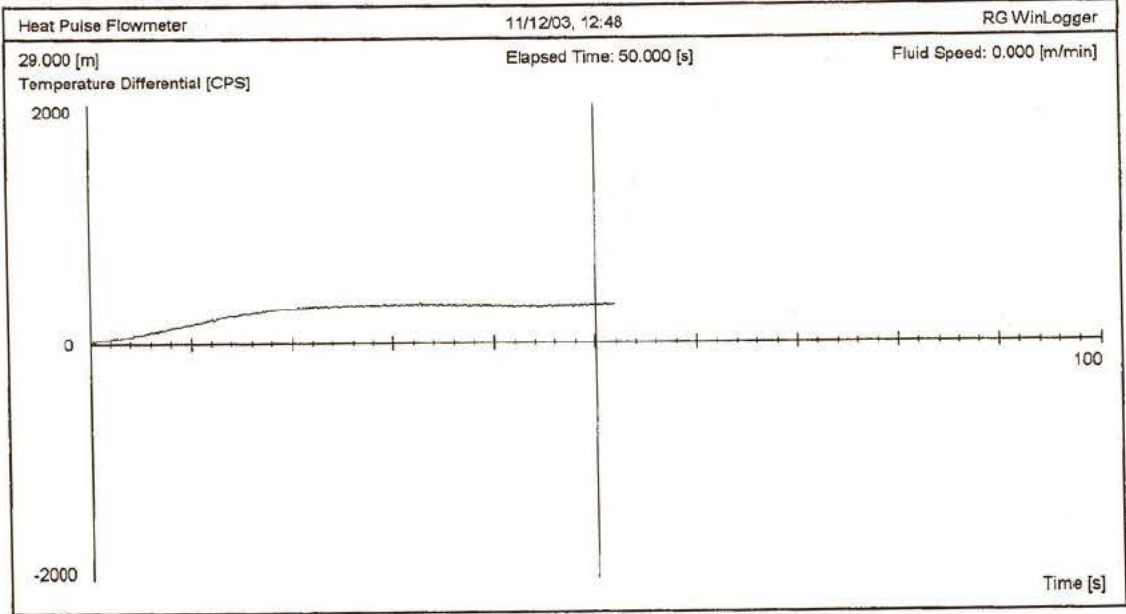
Bilag 14: Heat puls målediagram for KV 944

Bilag 15: Heat puls målediagram for KV 491

KV 1158

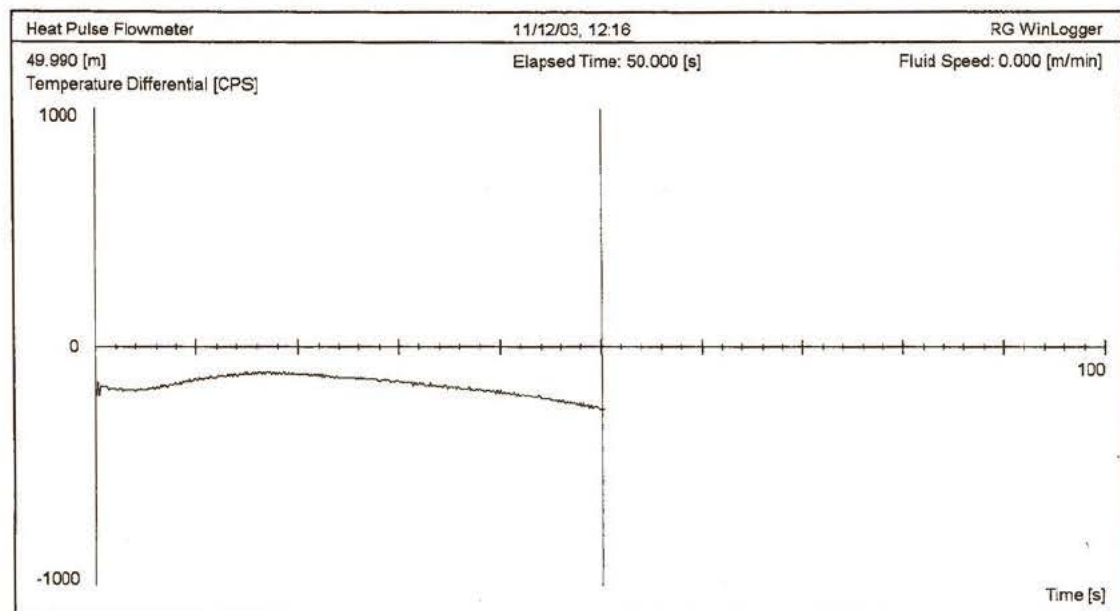
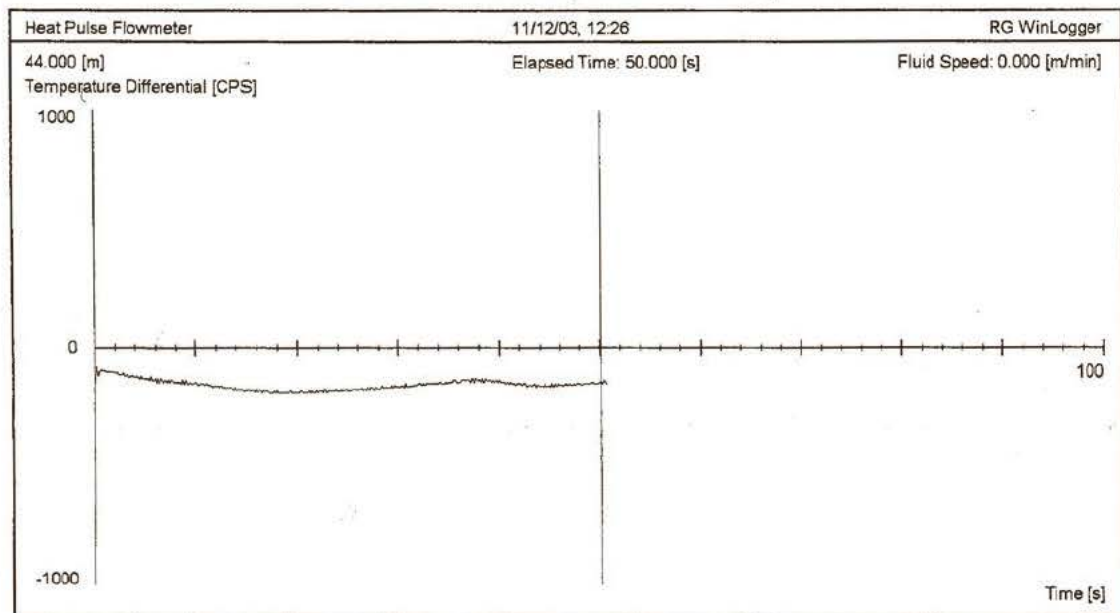
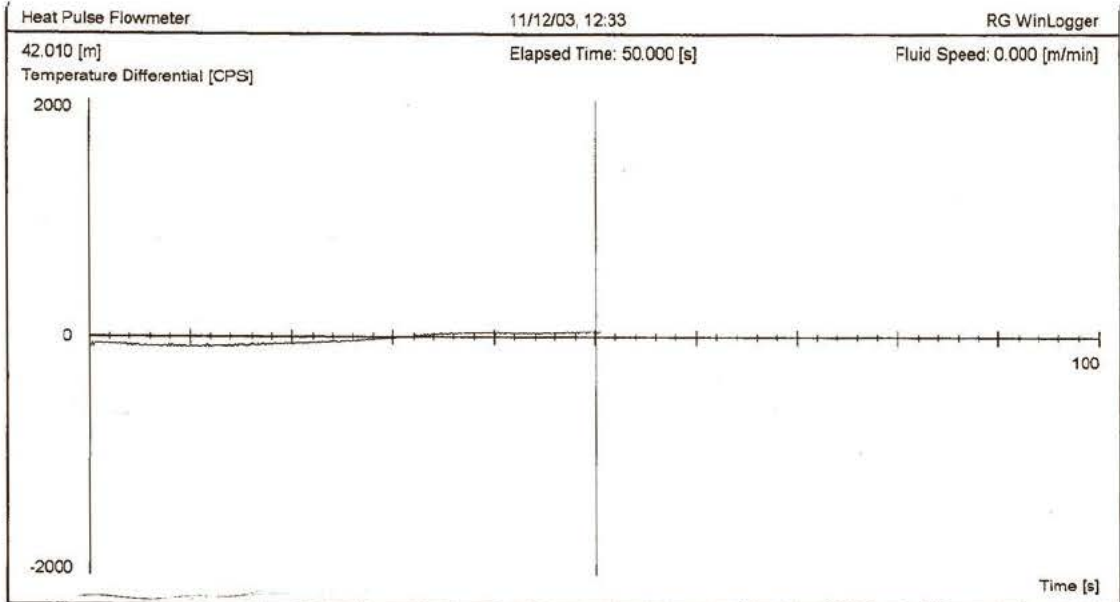


KV 1158



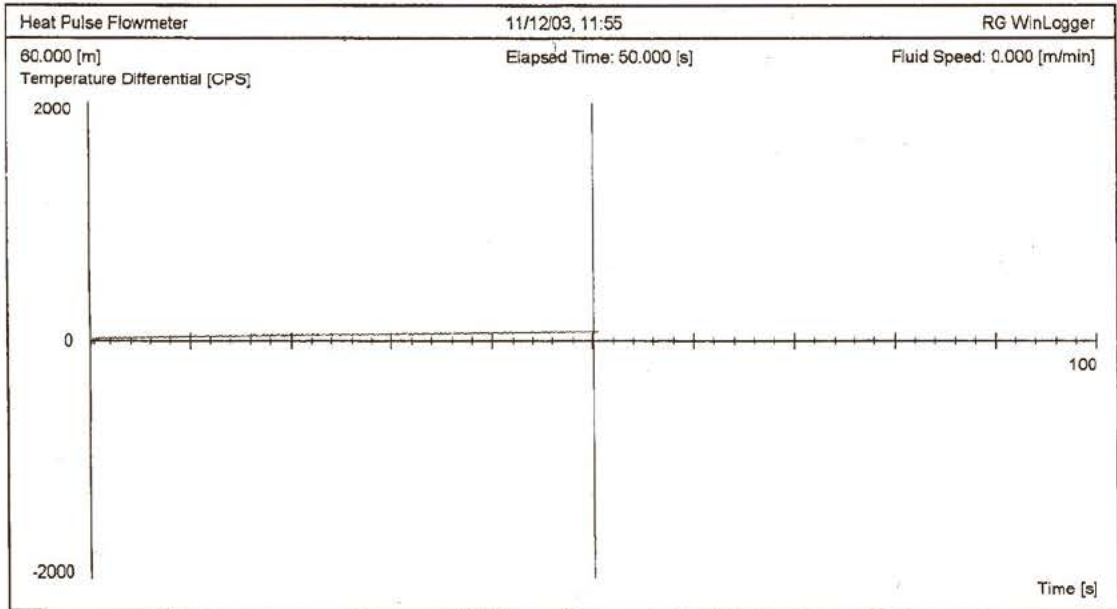
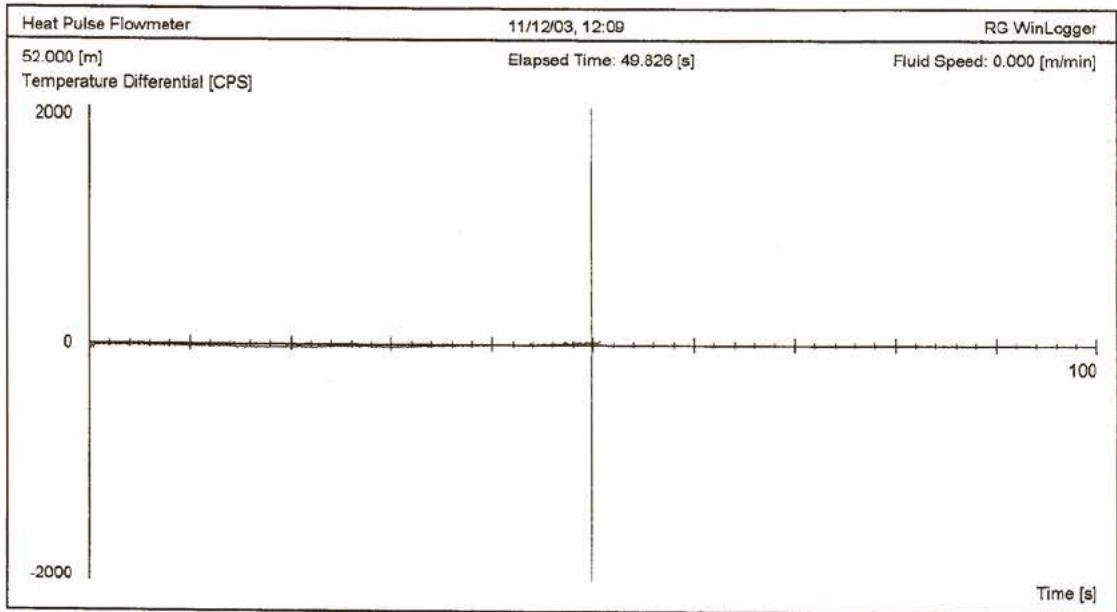
312.328

KV 1158



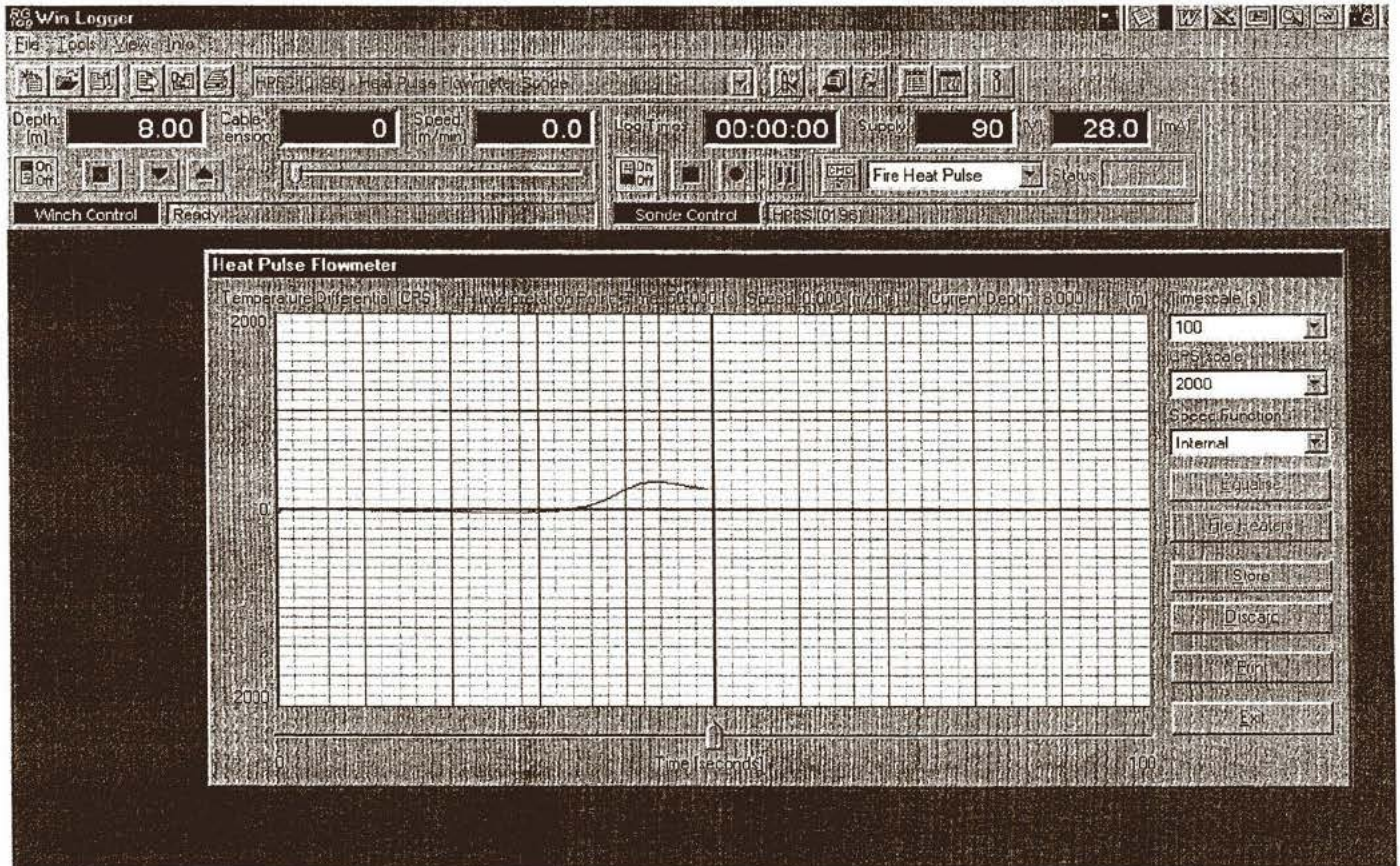
312.328

KV 1158

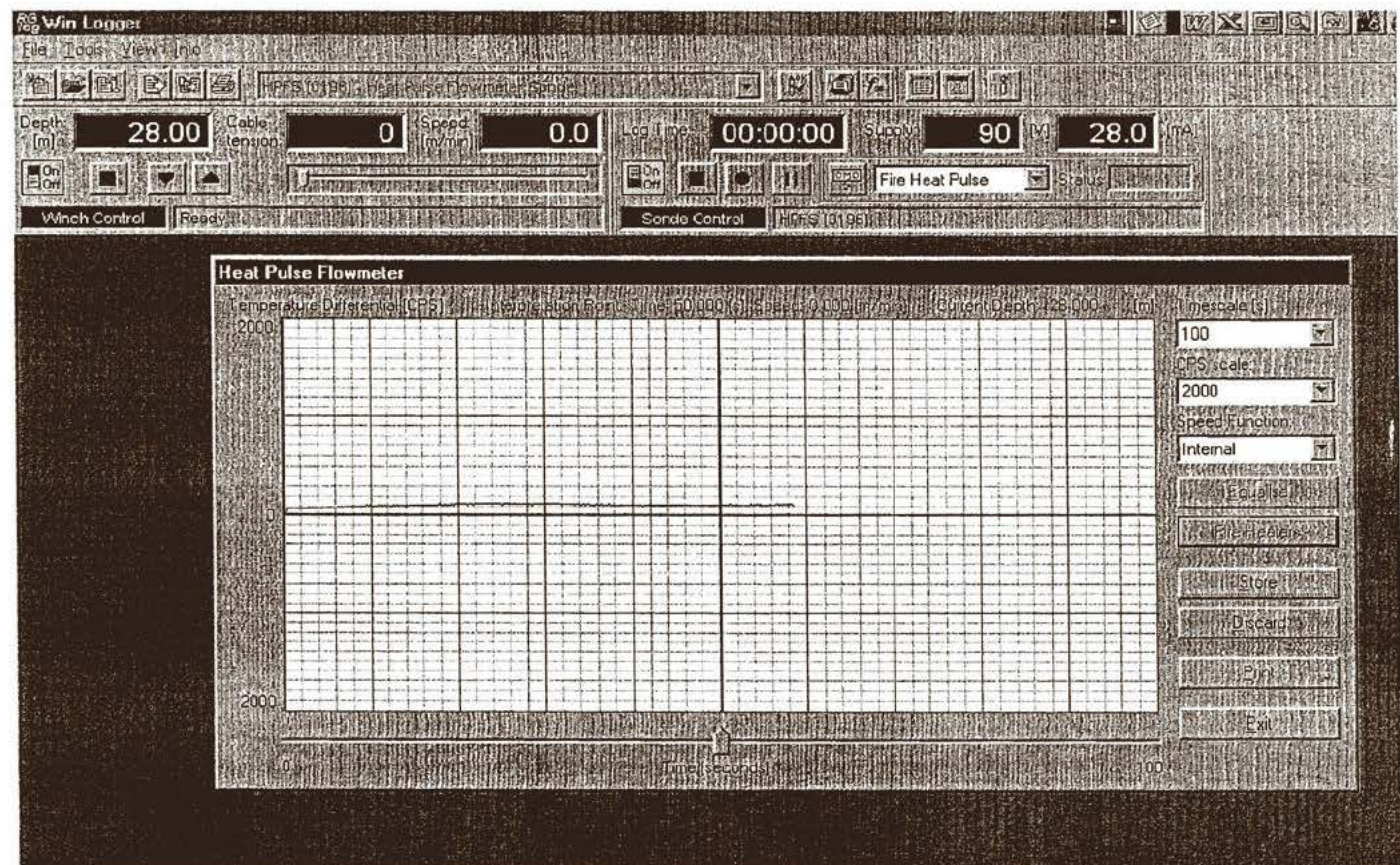


312.328

KV 1120

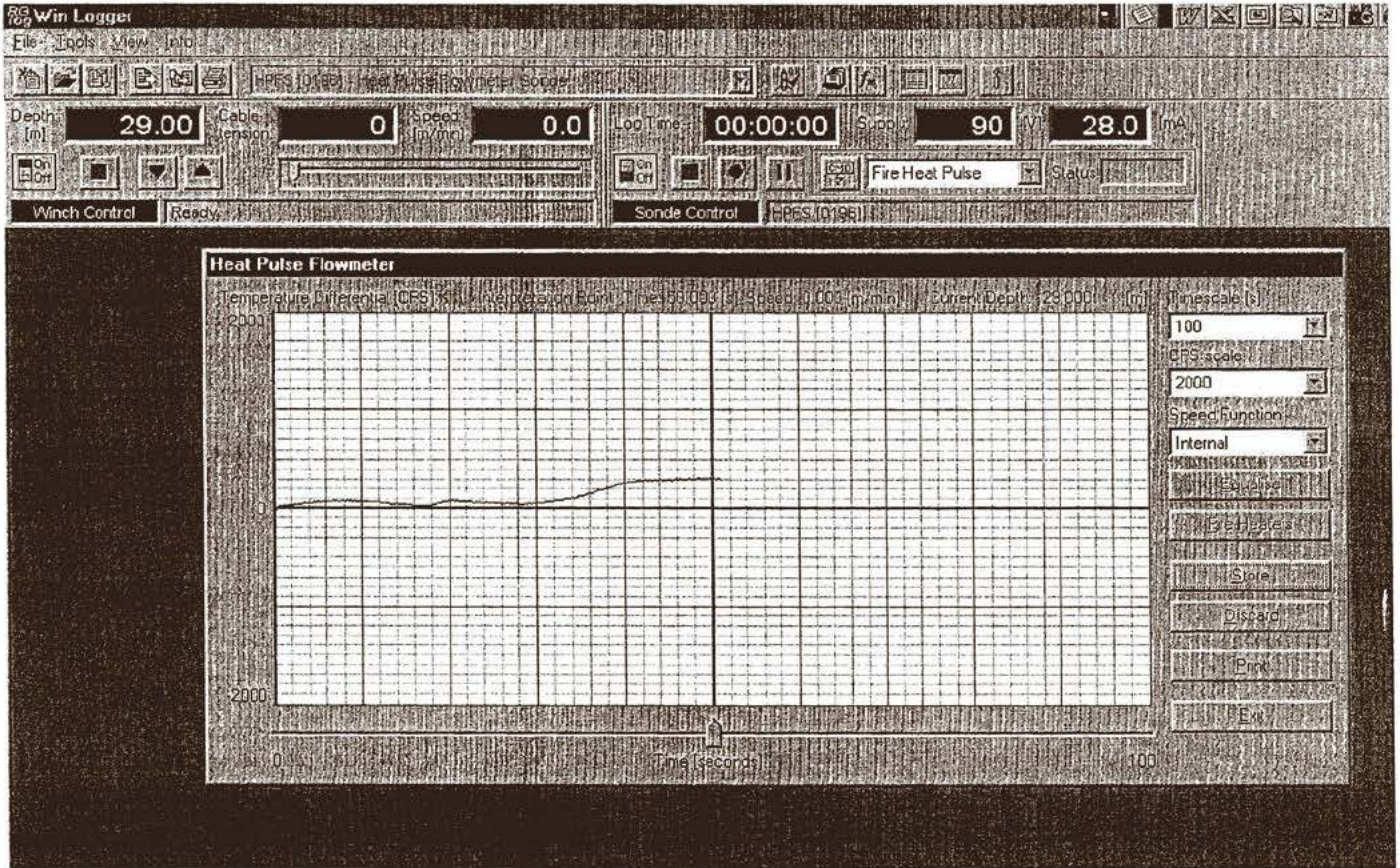


2/2

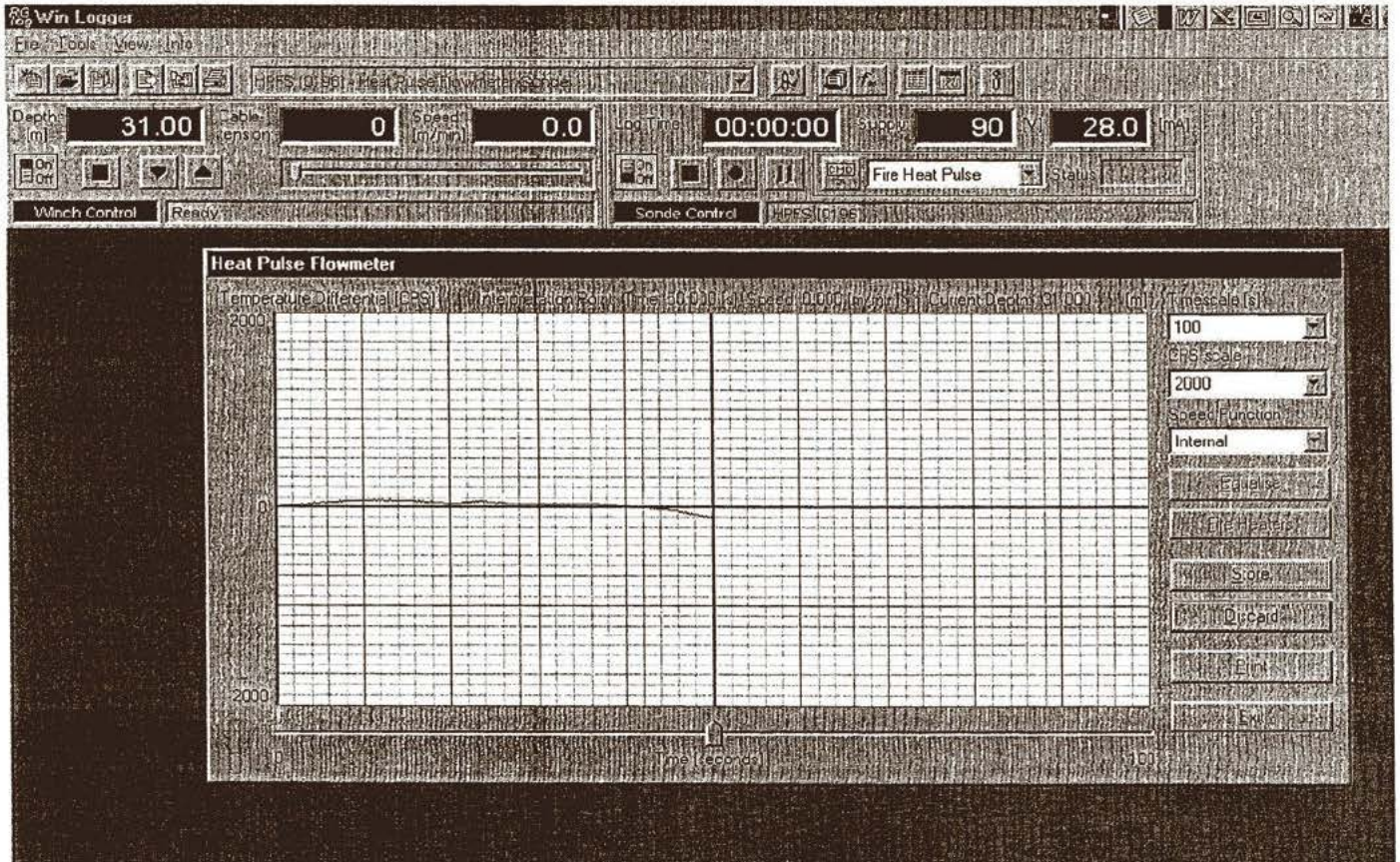


212.263

KV 1120



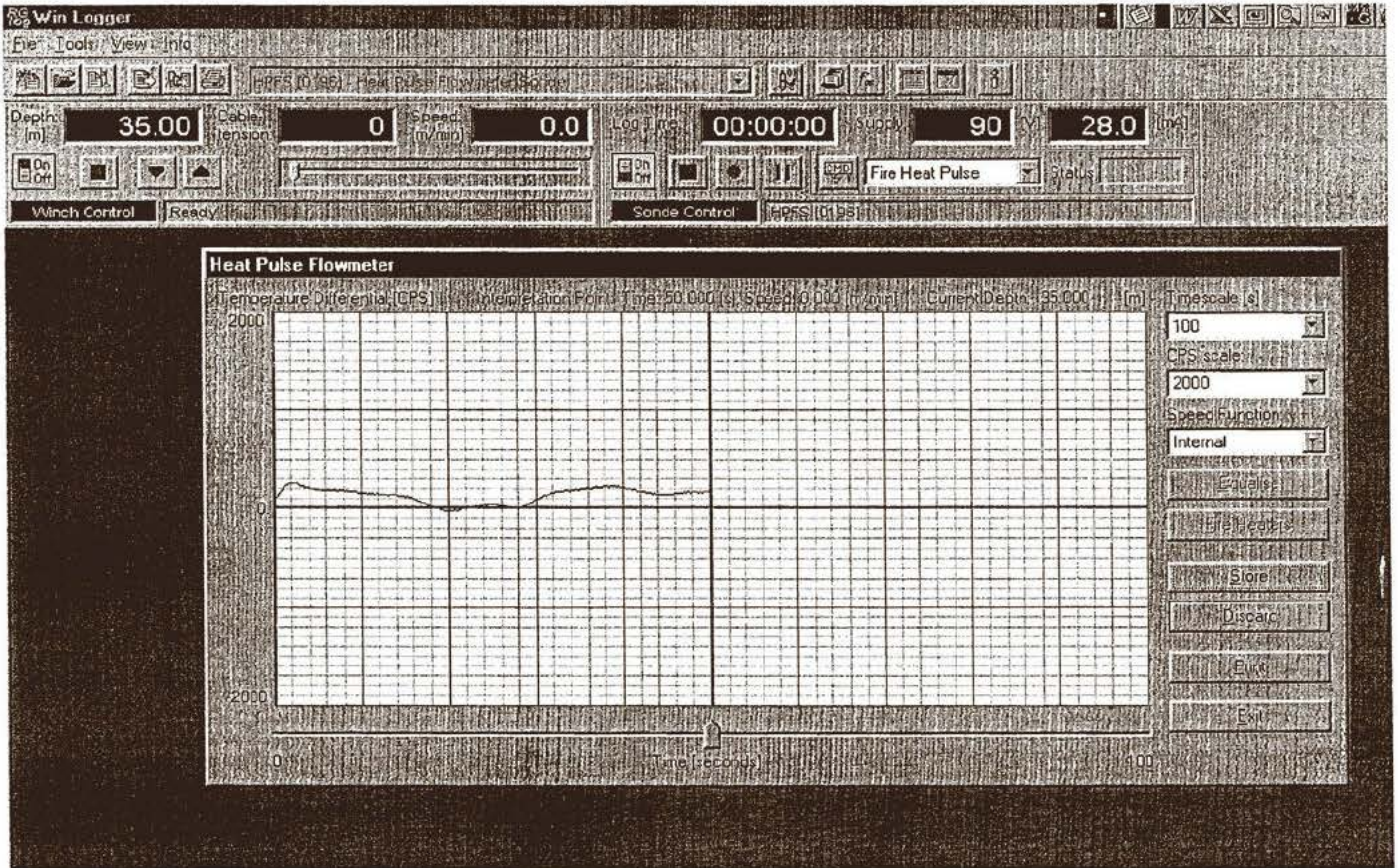
212.263



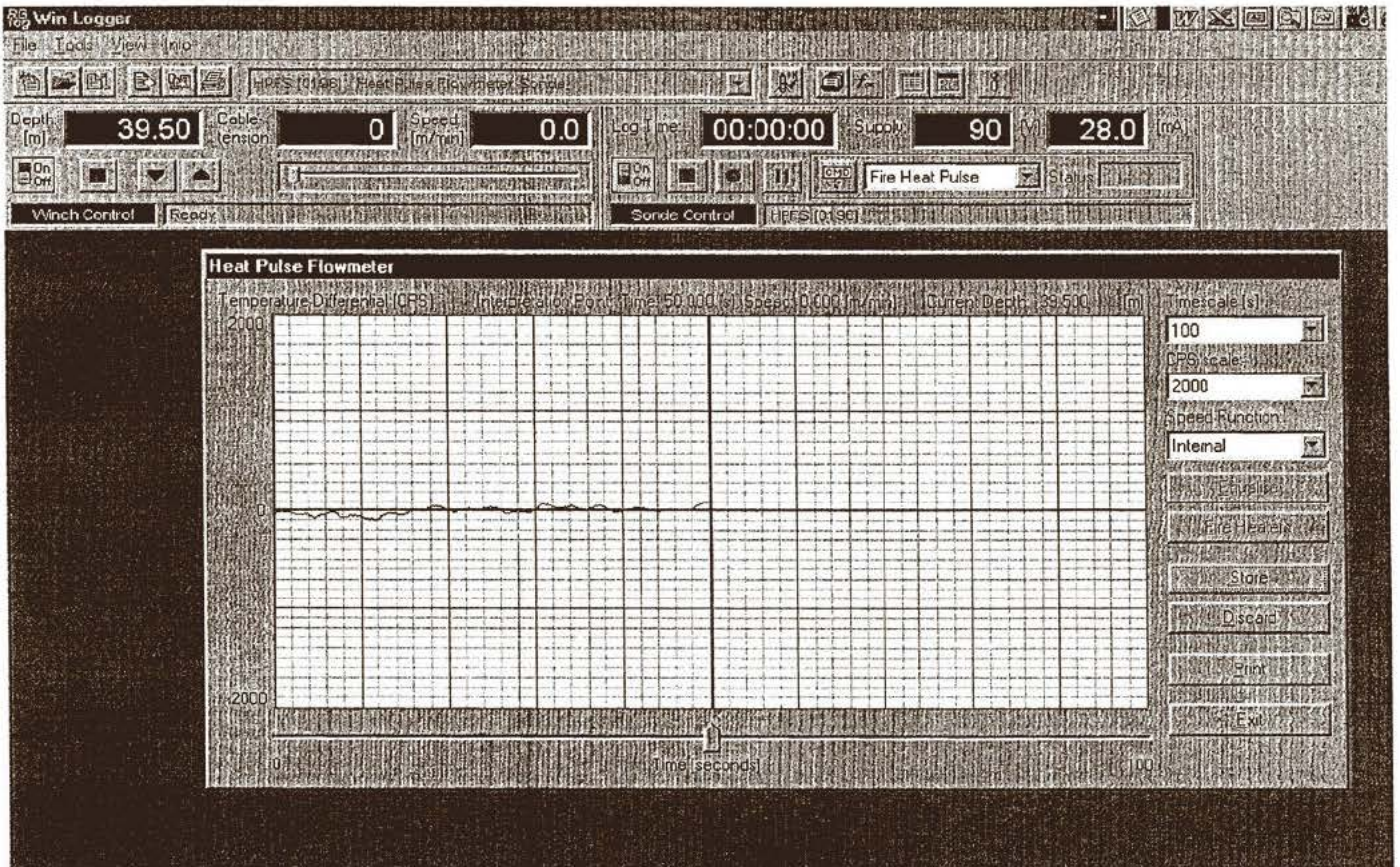
212.263

212.26

KV 1120



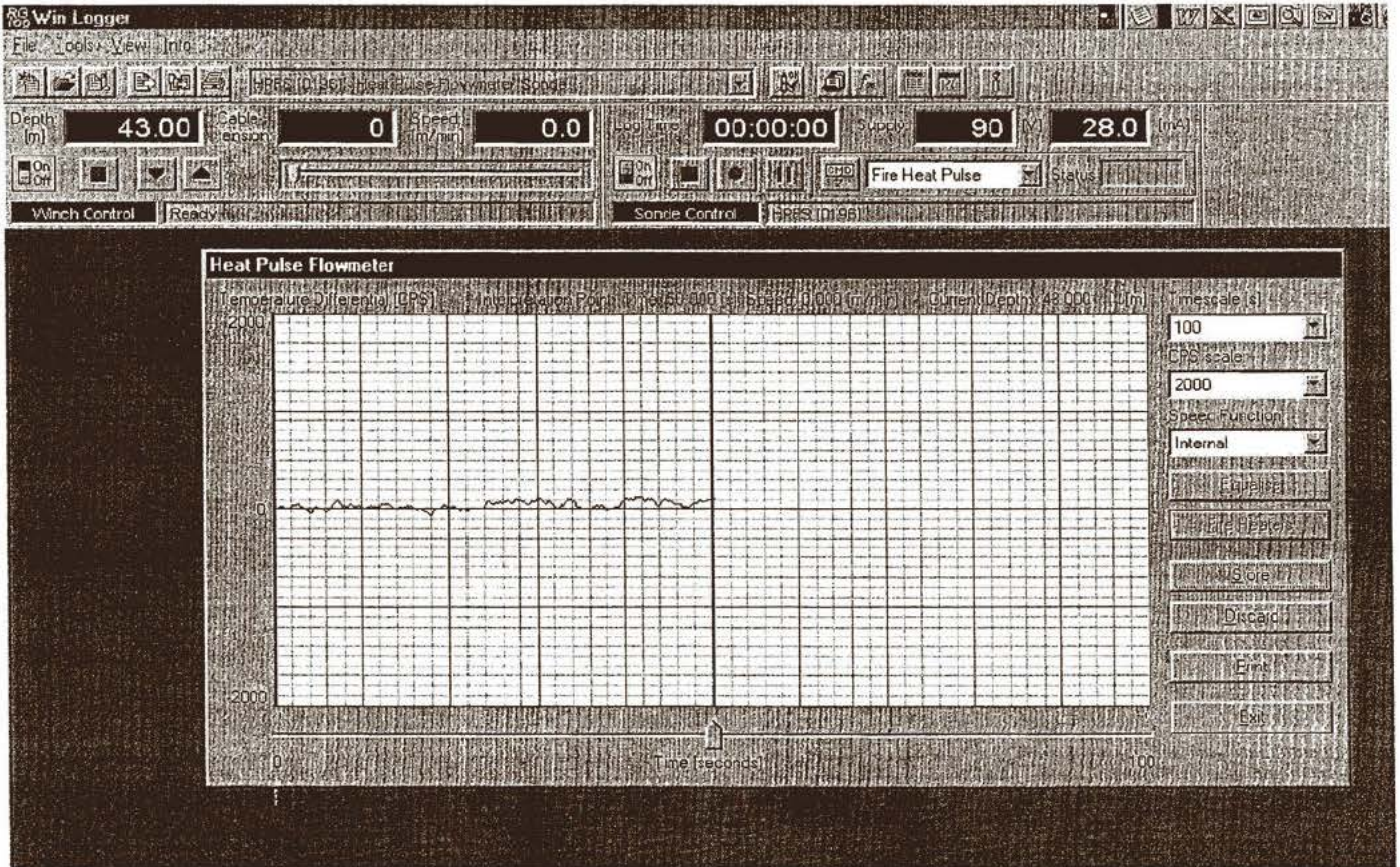
212.2.



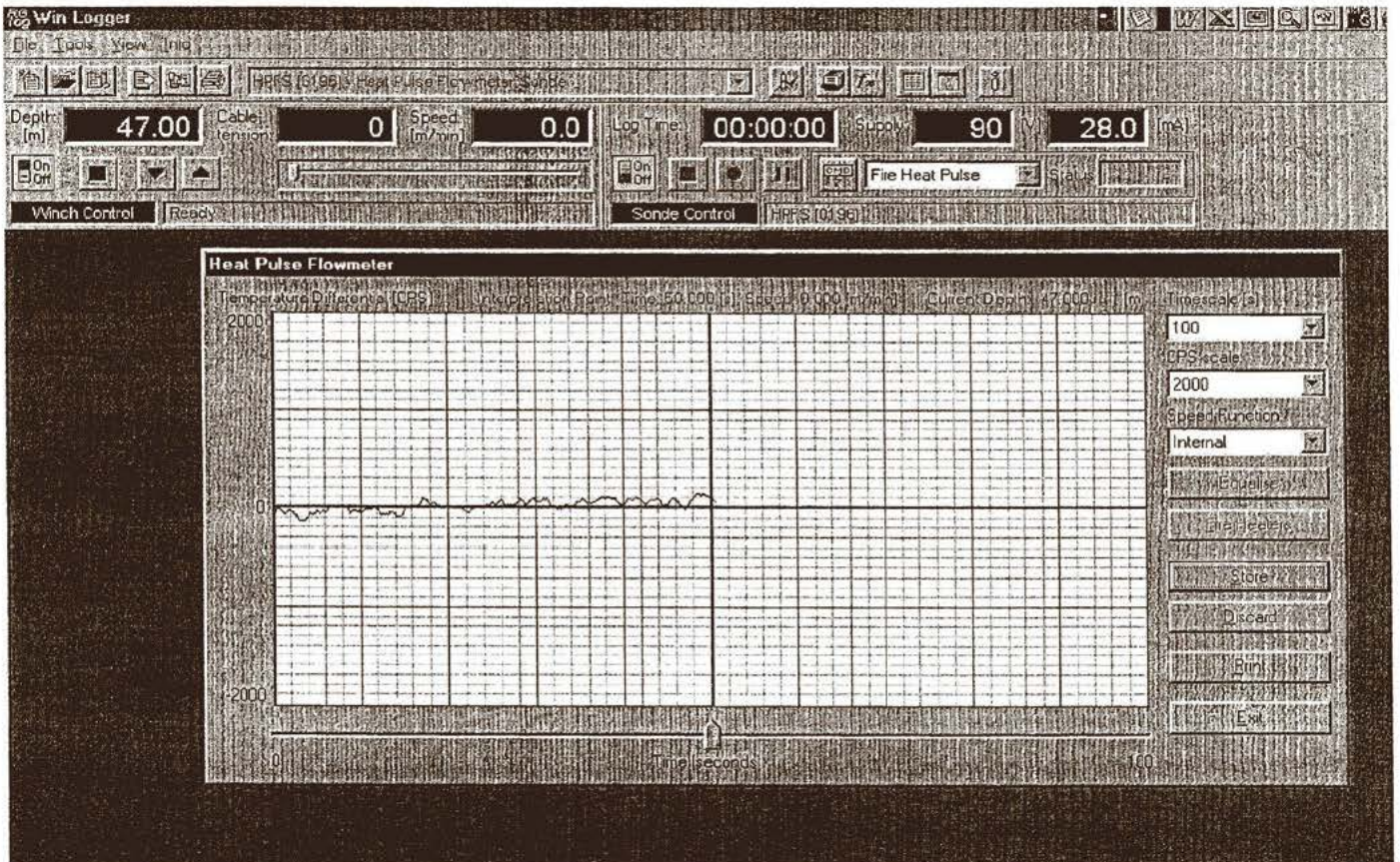
212.263

212

KV 1120



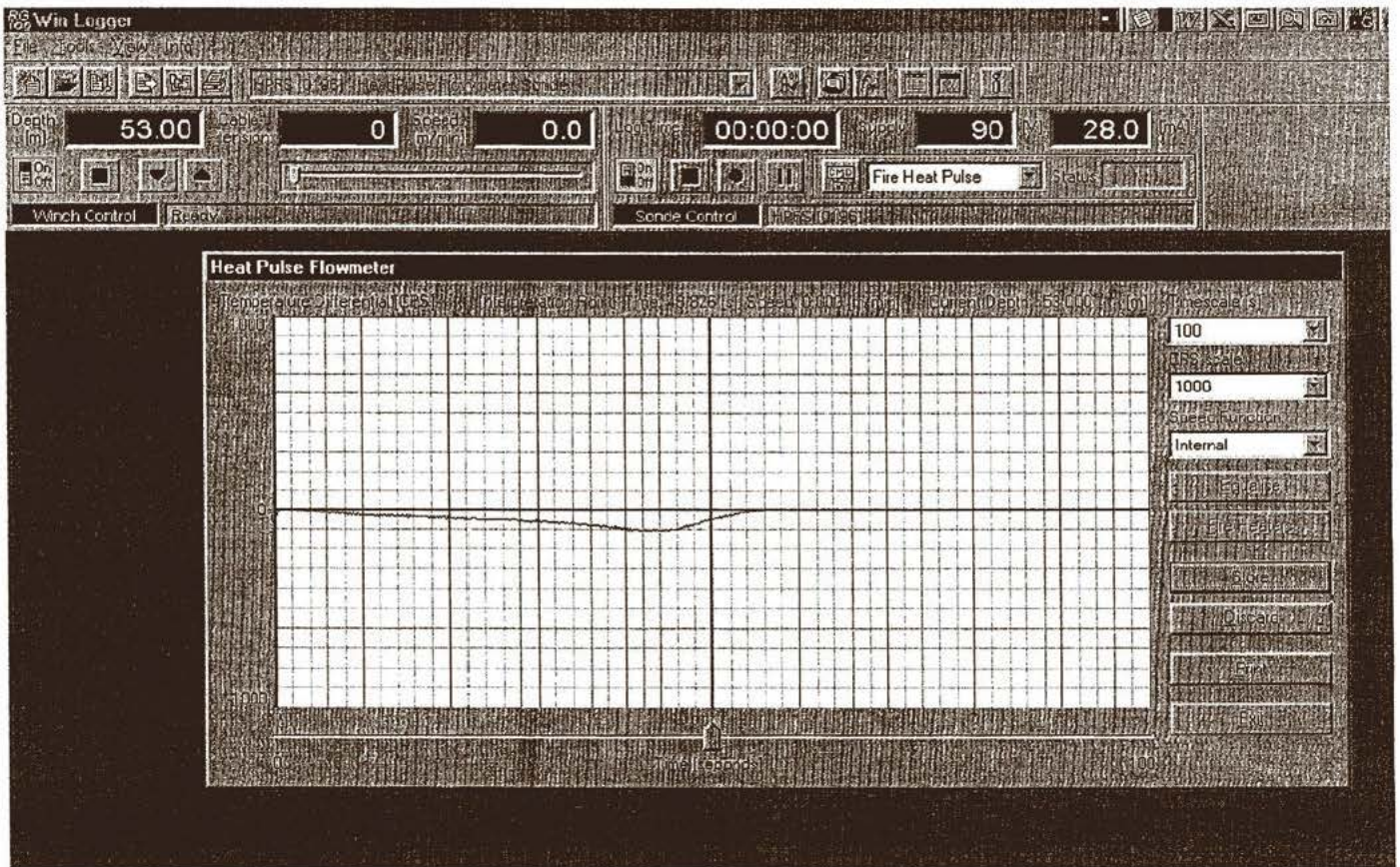
212.



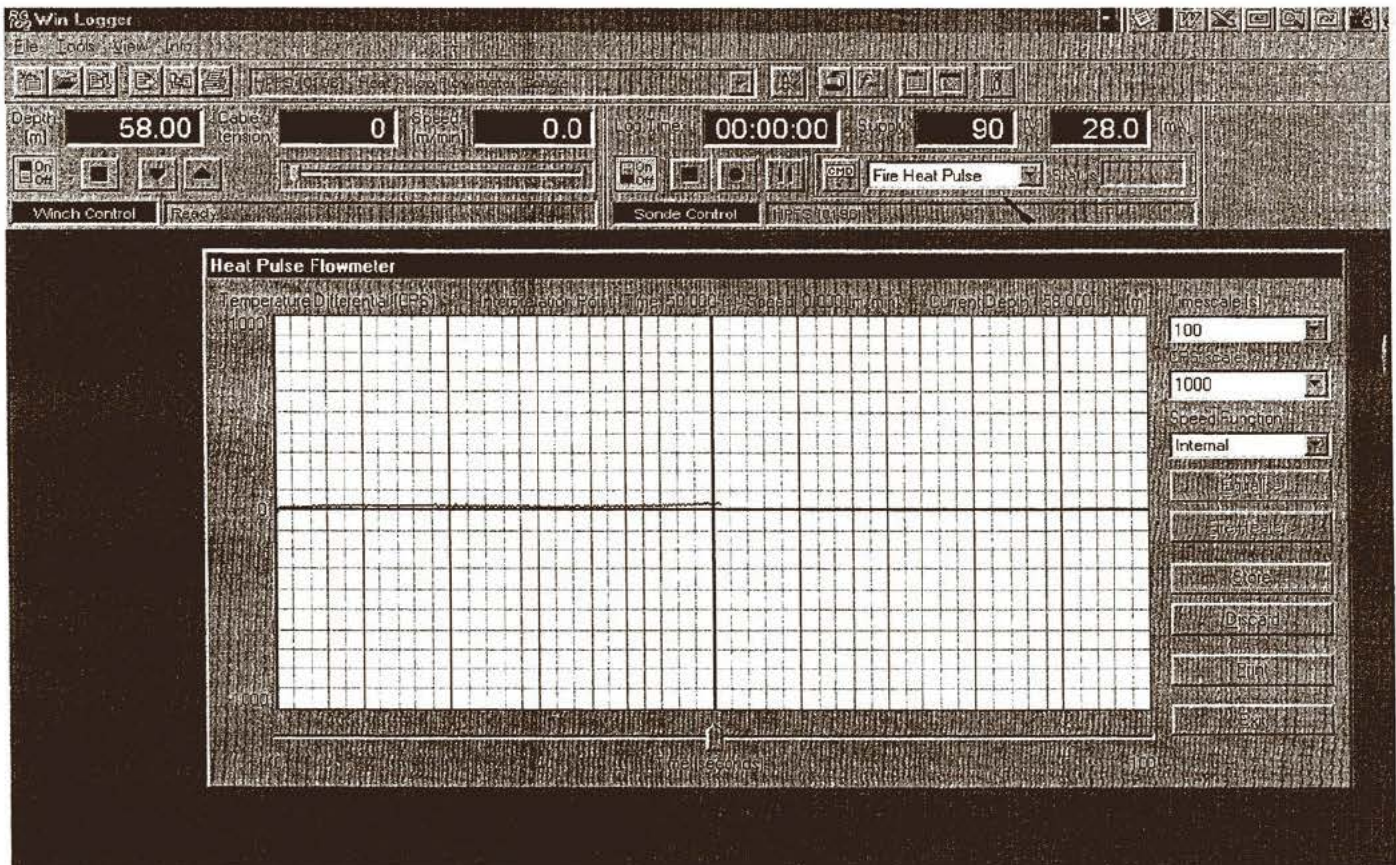
212.263

2/2

KV 1120



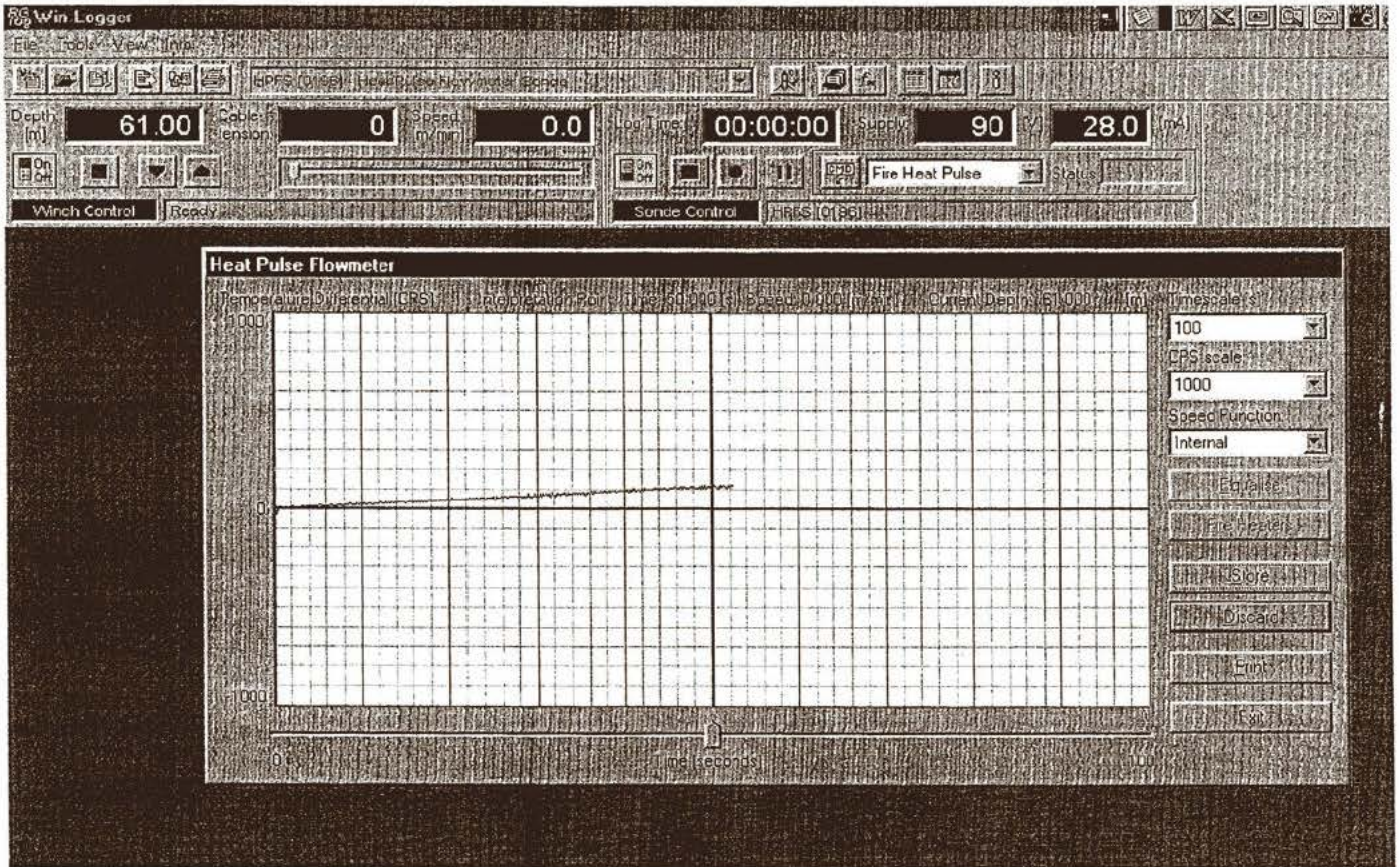
2/2



212.263

2/2

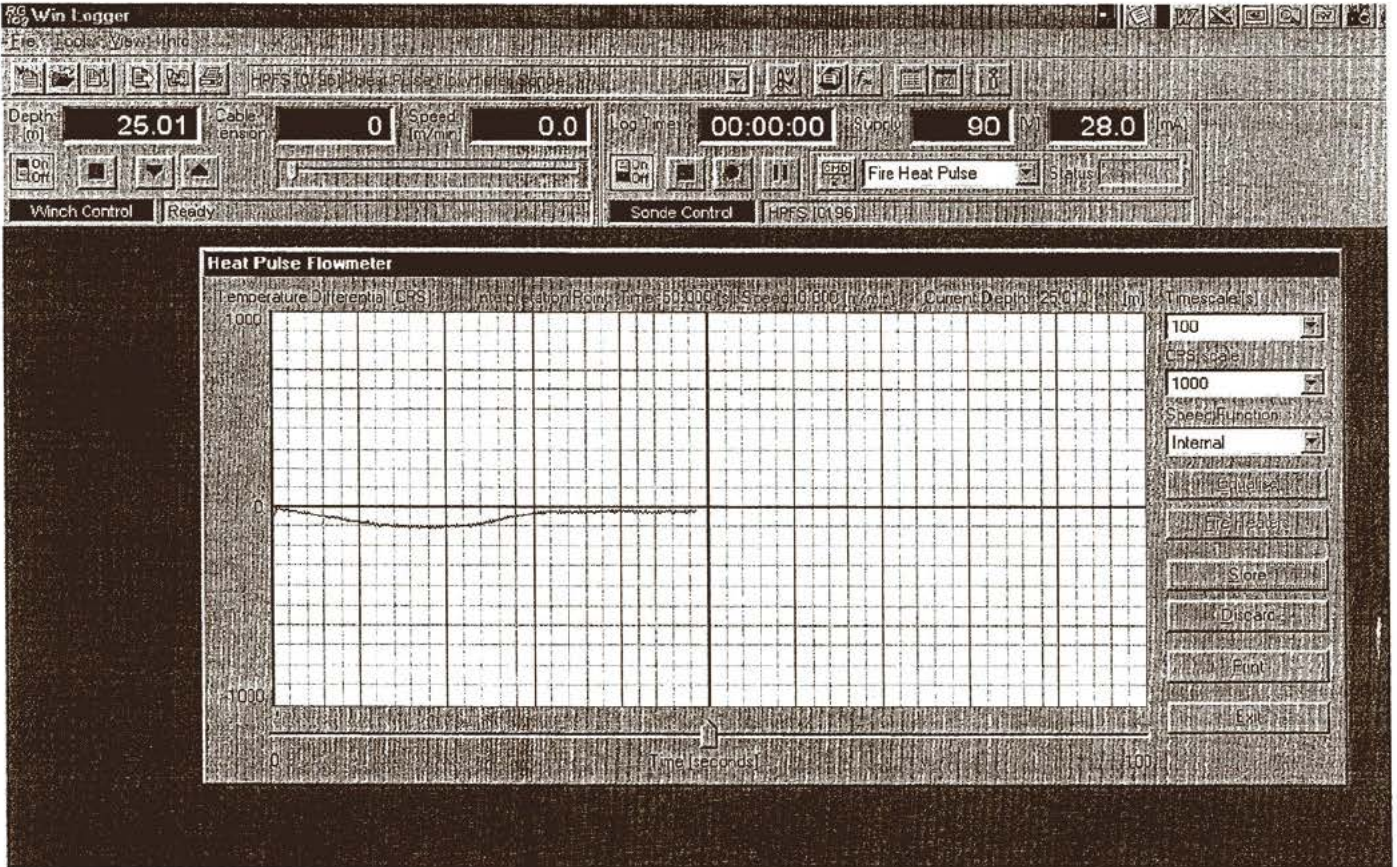
KV 1120



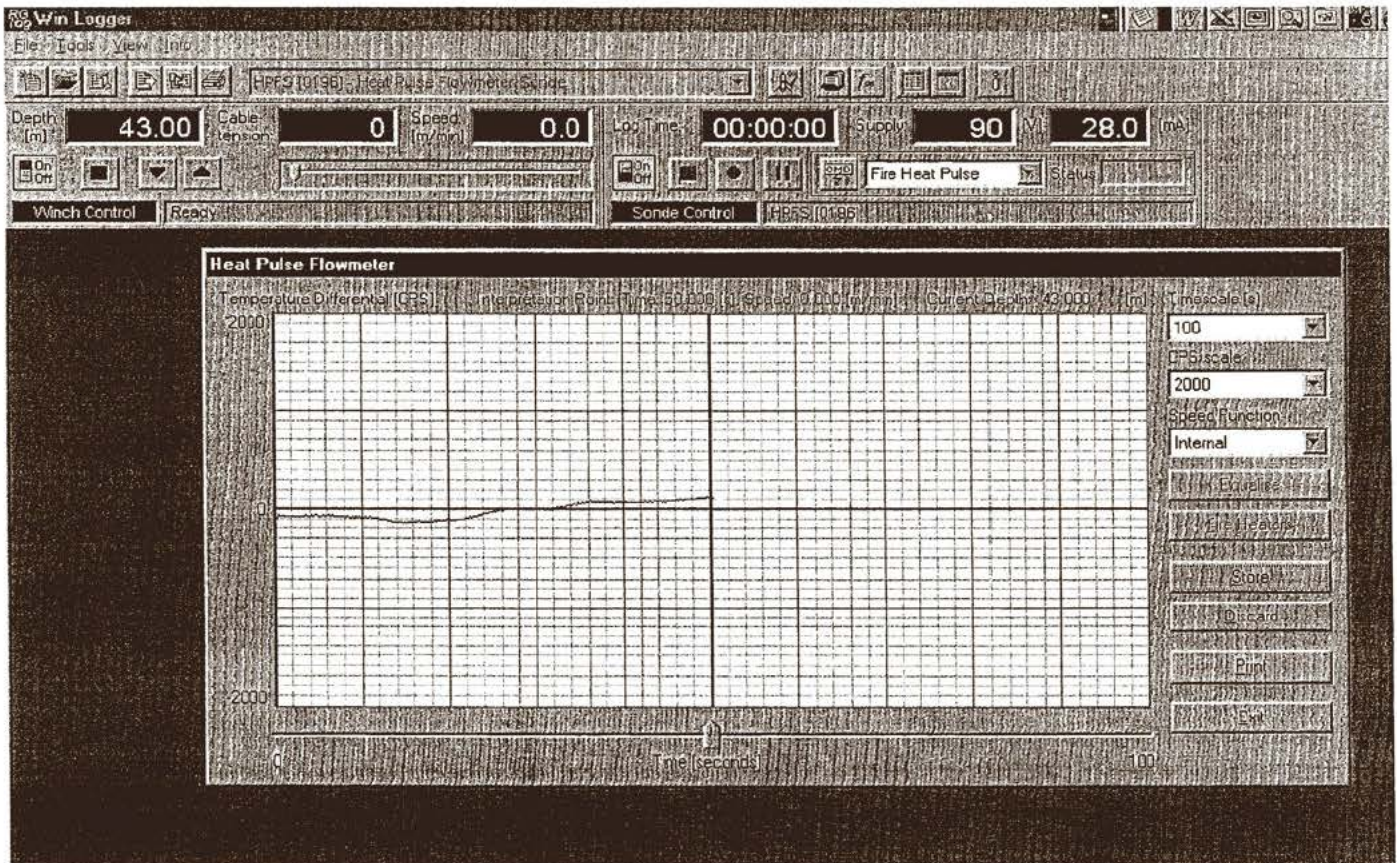
212.

212.263

KV 1121



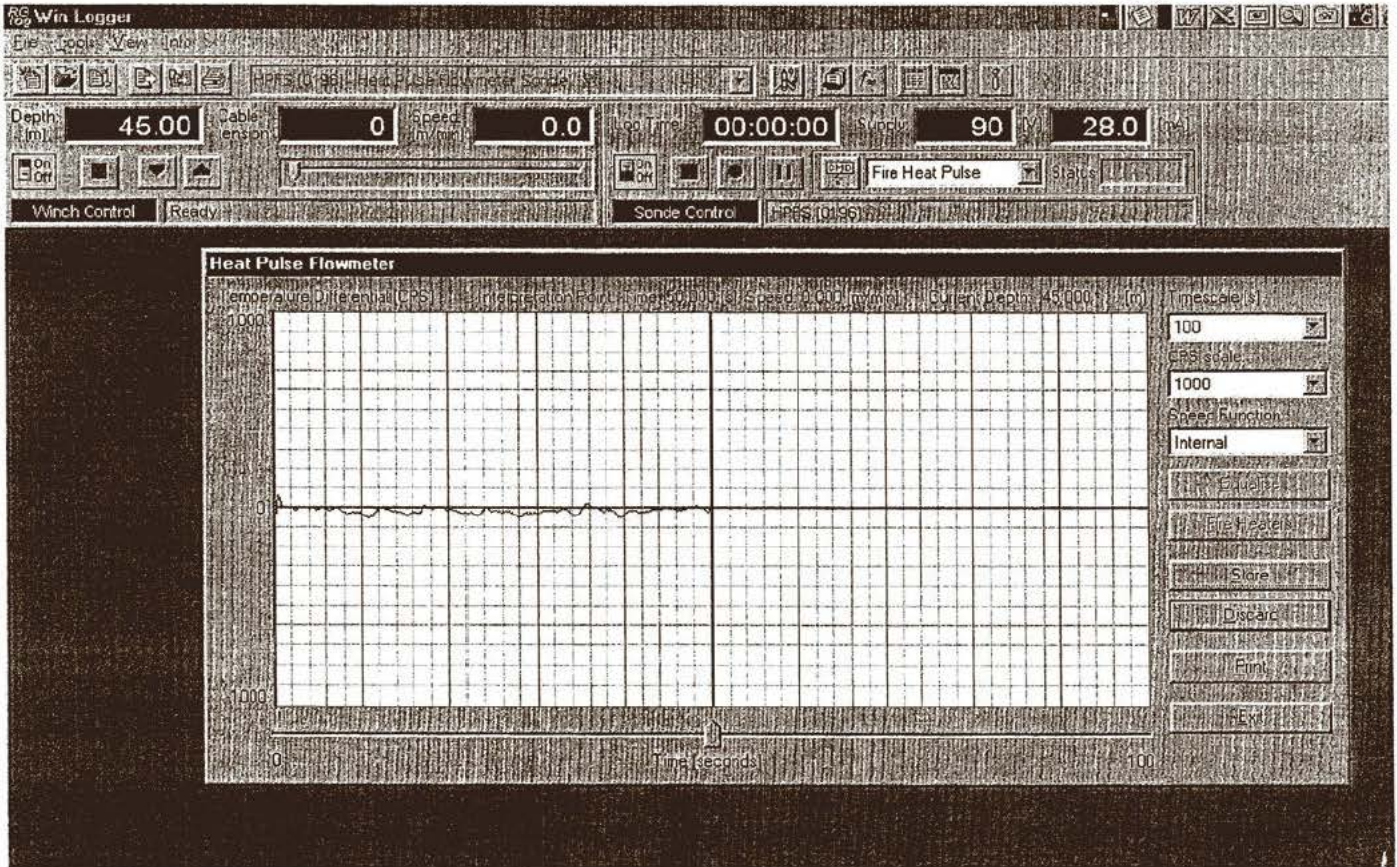
2/2.



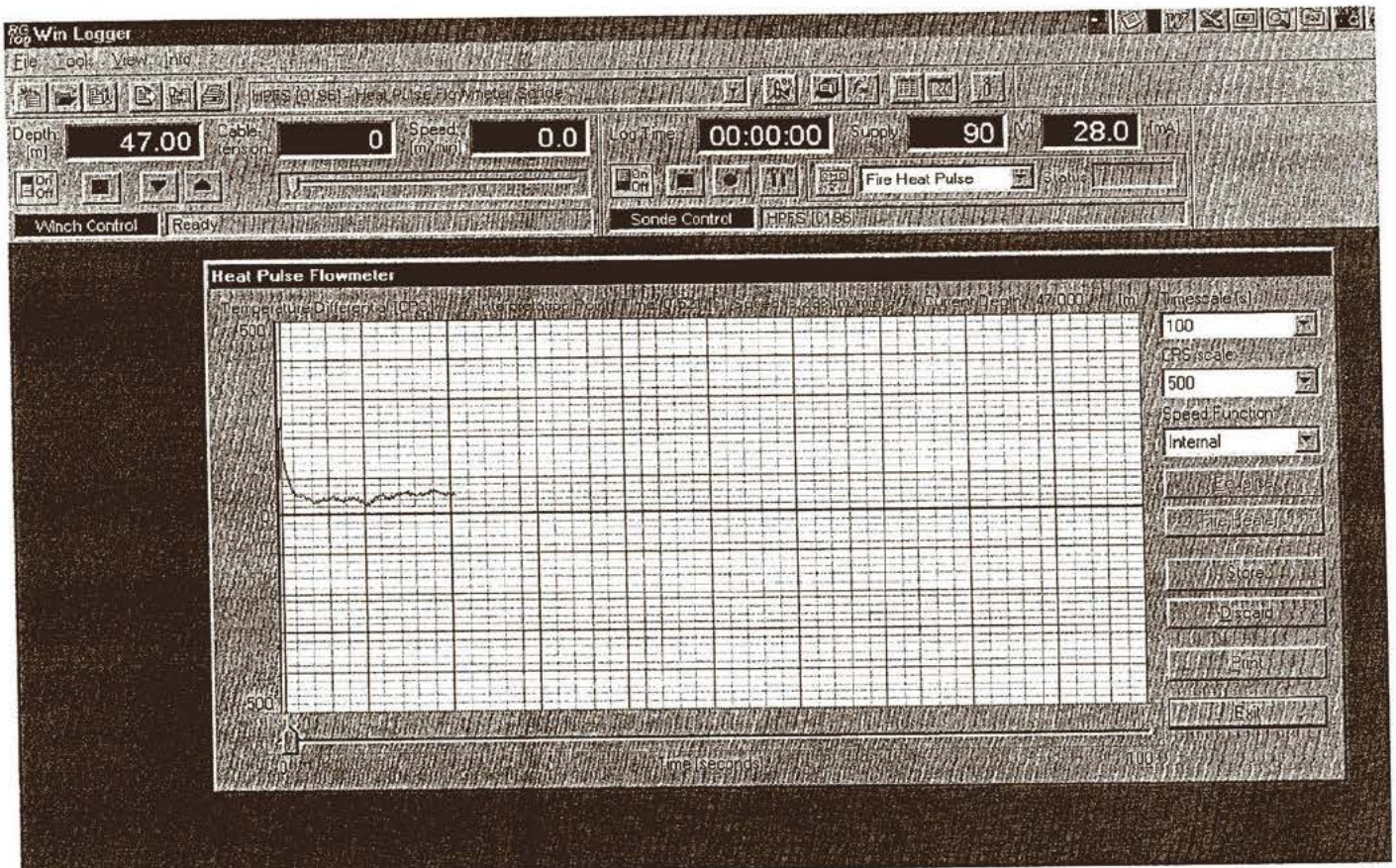
212.268

2/2.

KV 1121



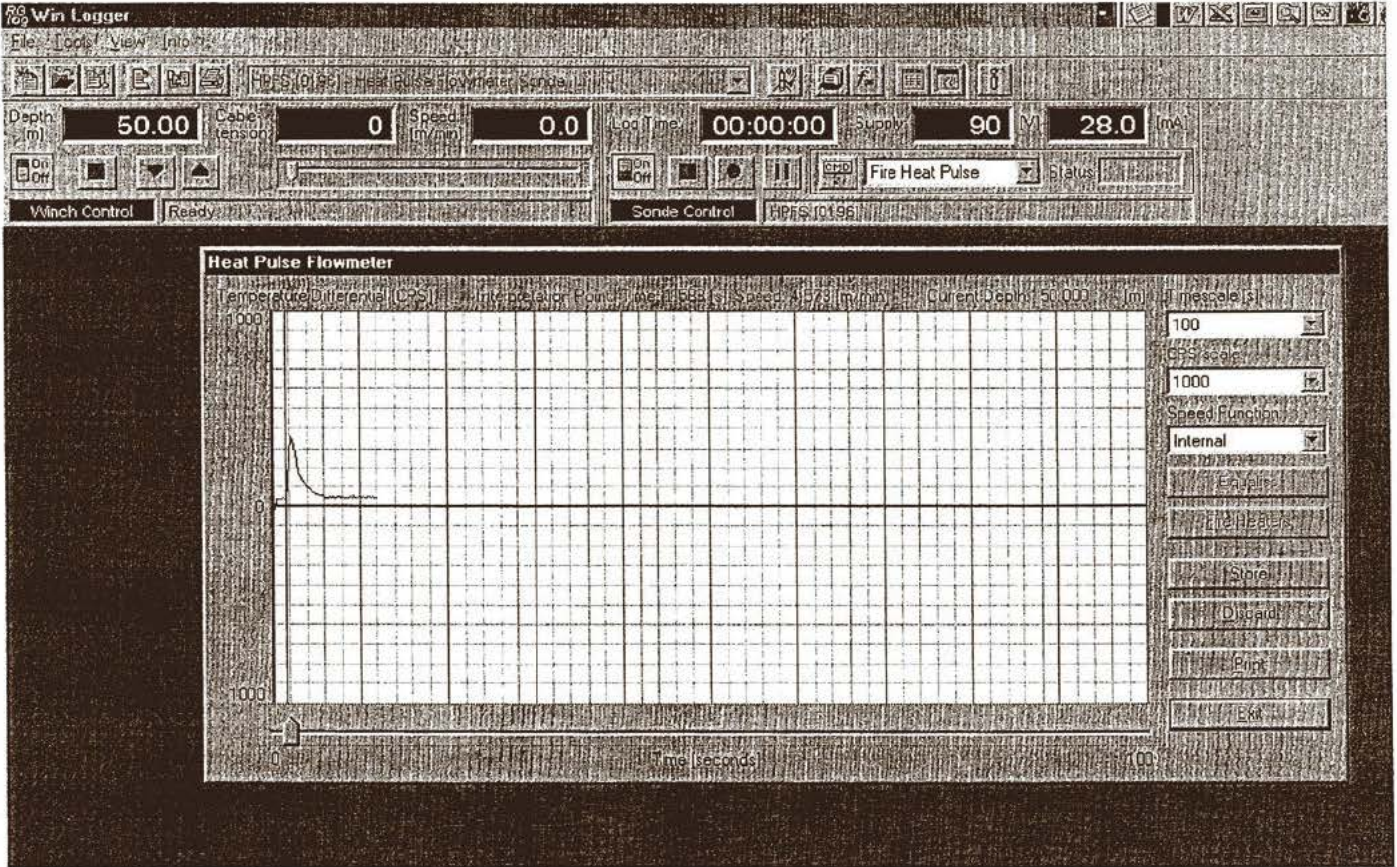
2/2



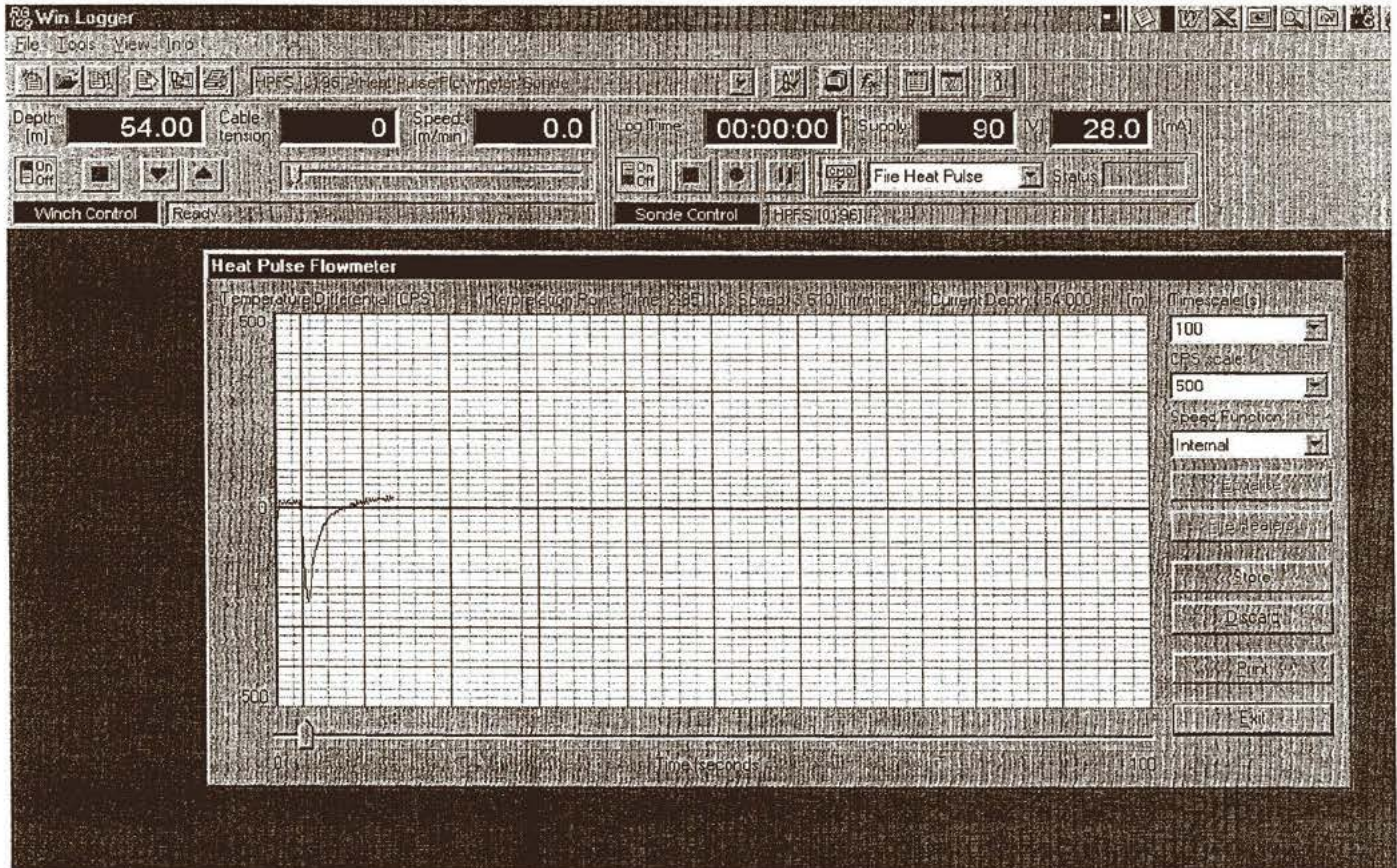
212.268

2/2

KV 1121



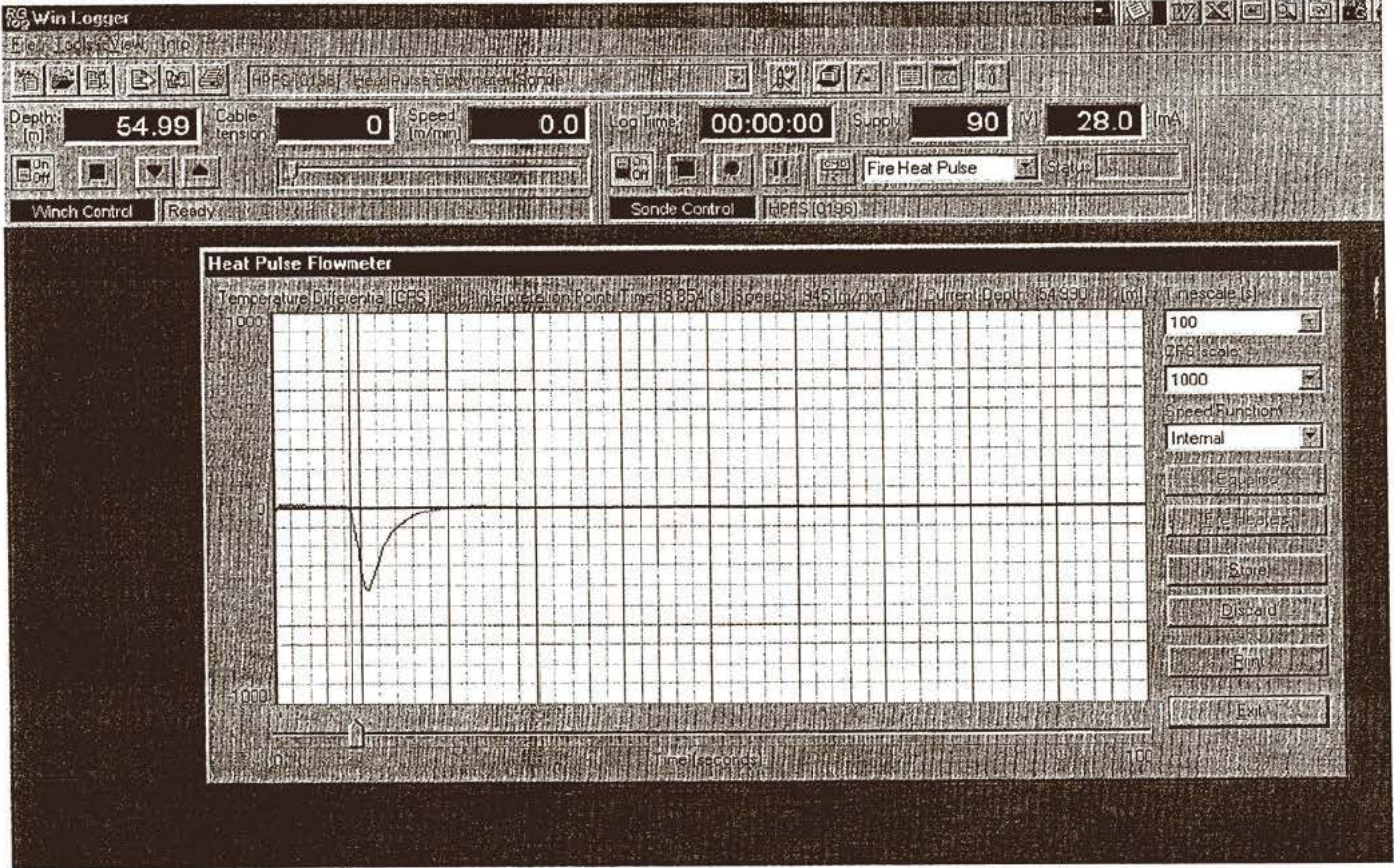
212.



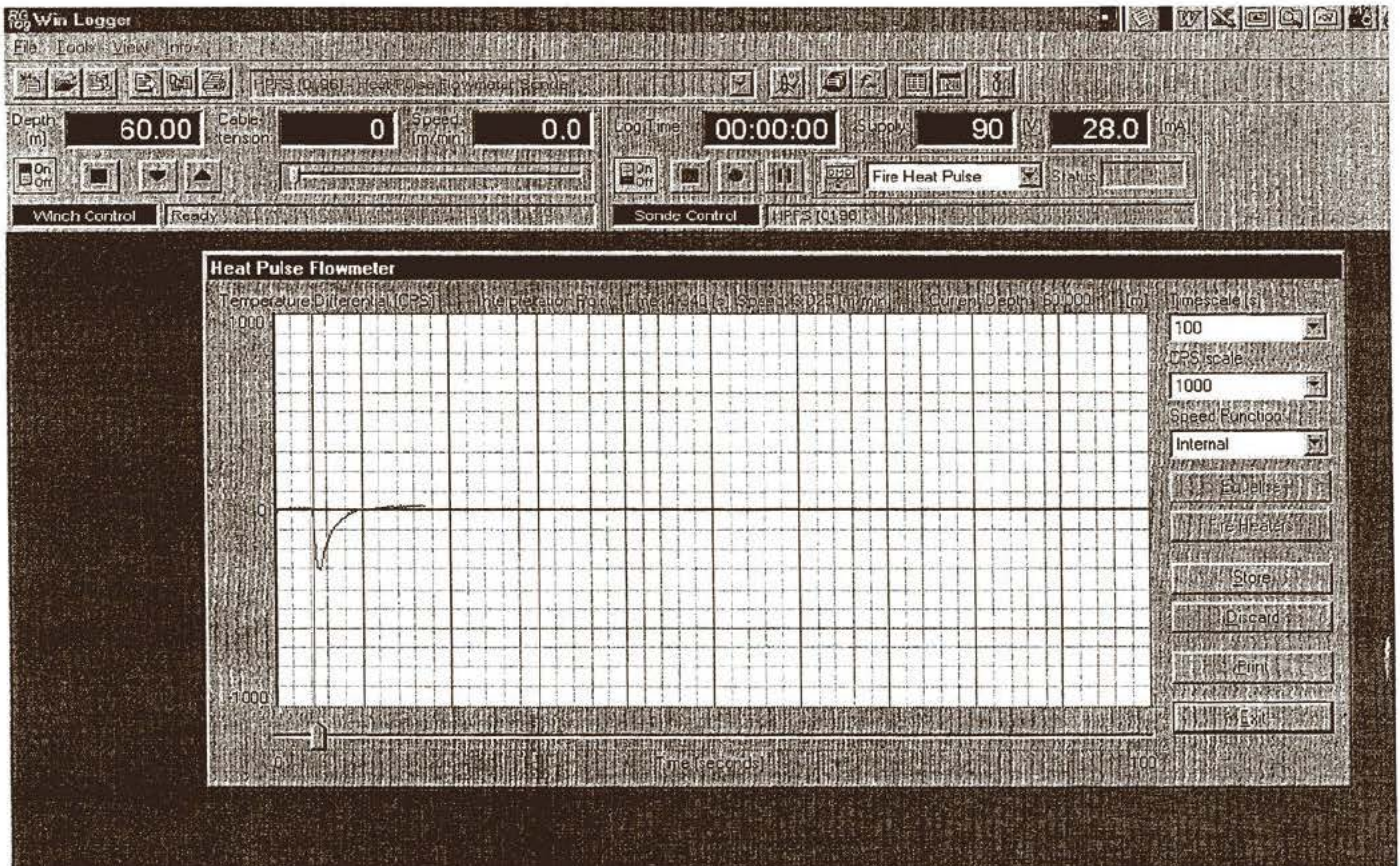
212. 268

212

KV 1121



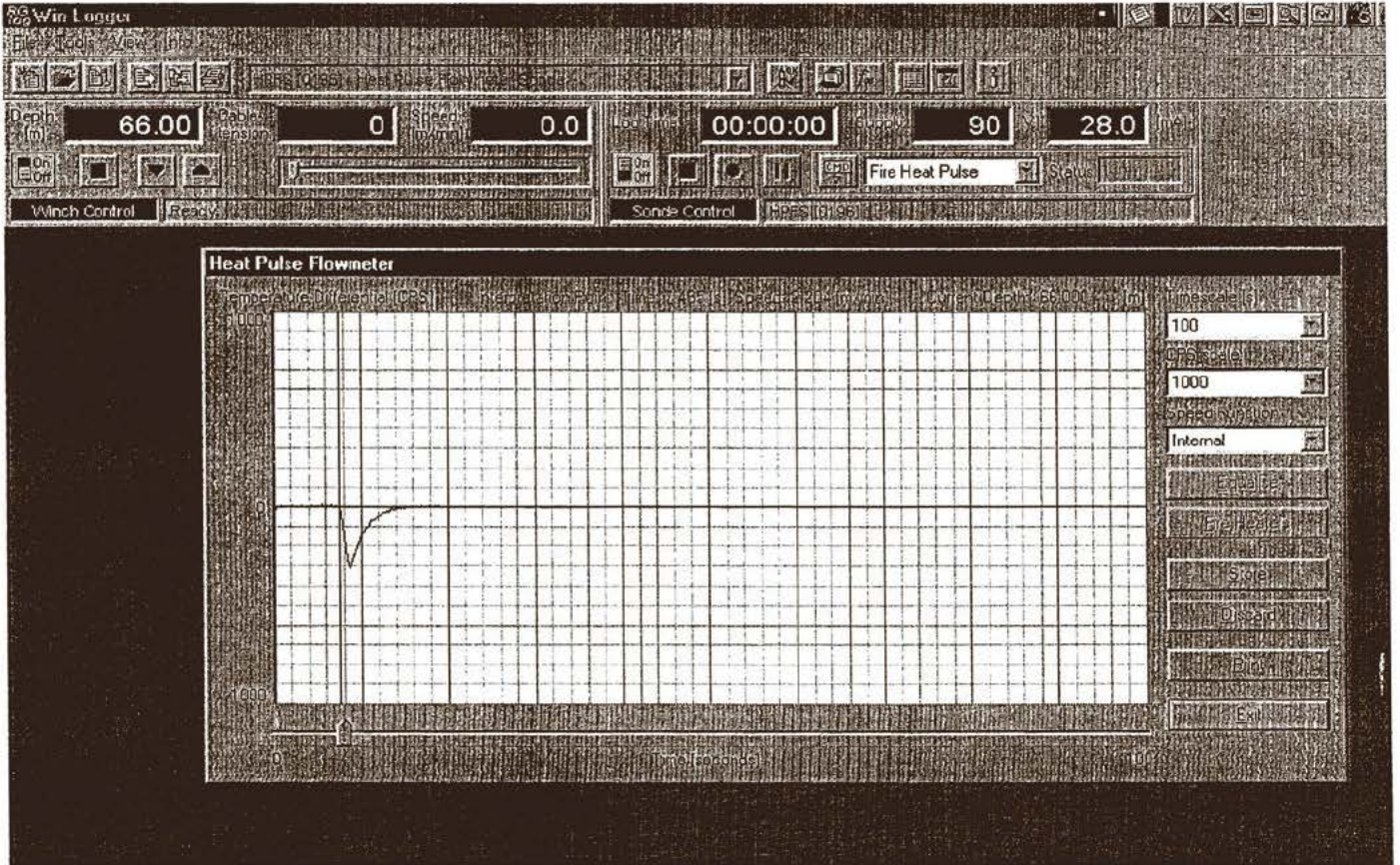
2/2.1



212.268

2/2.26

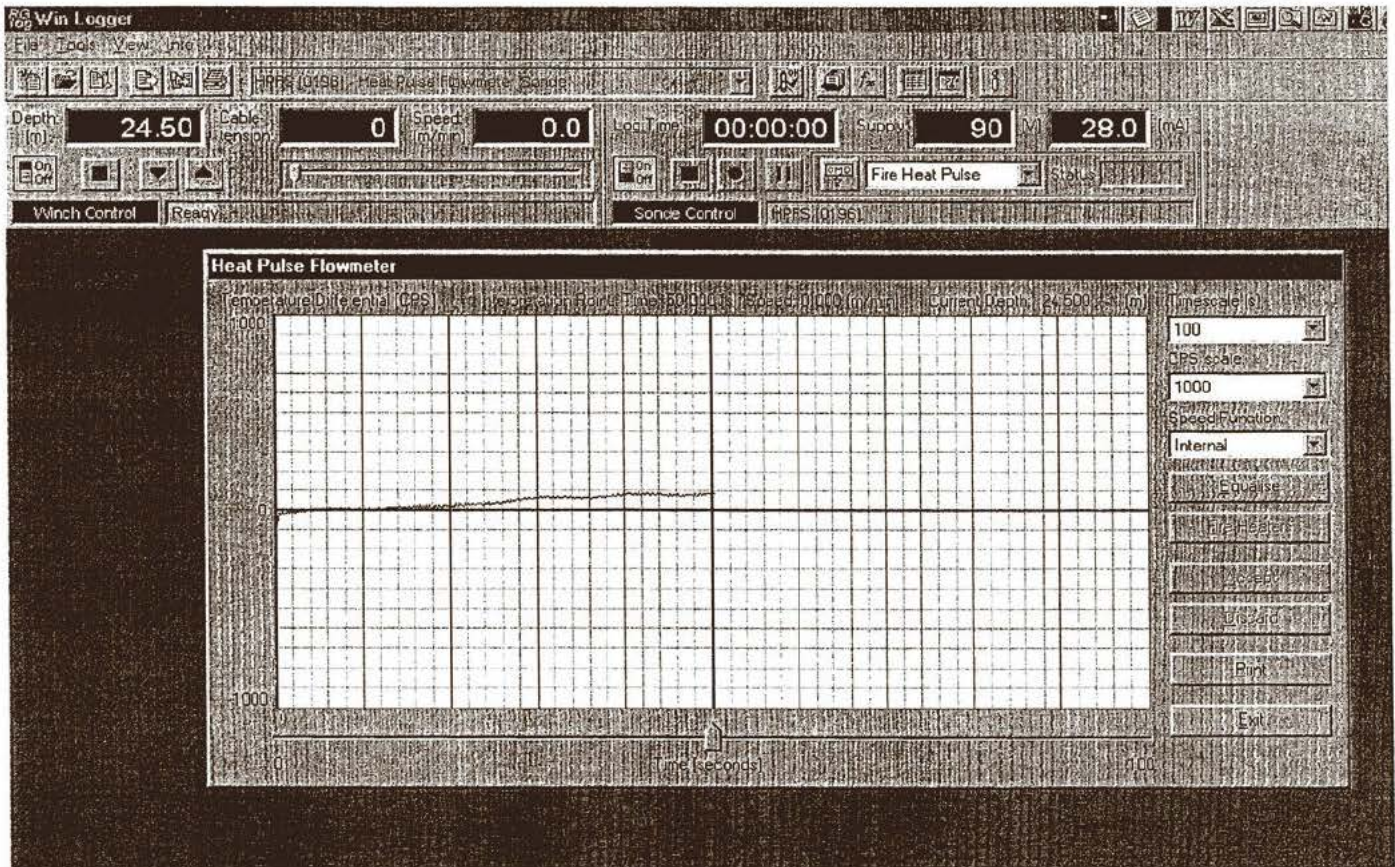
KV 1121



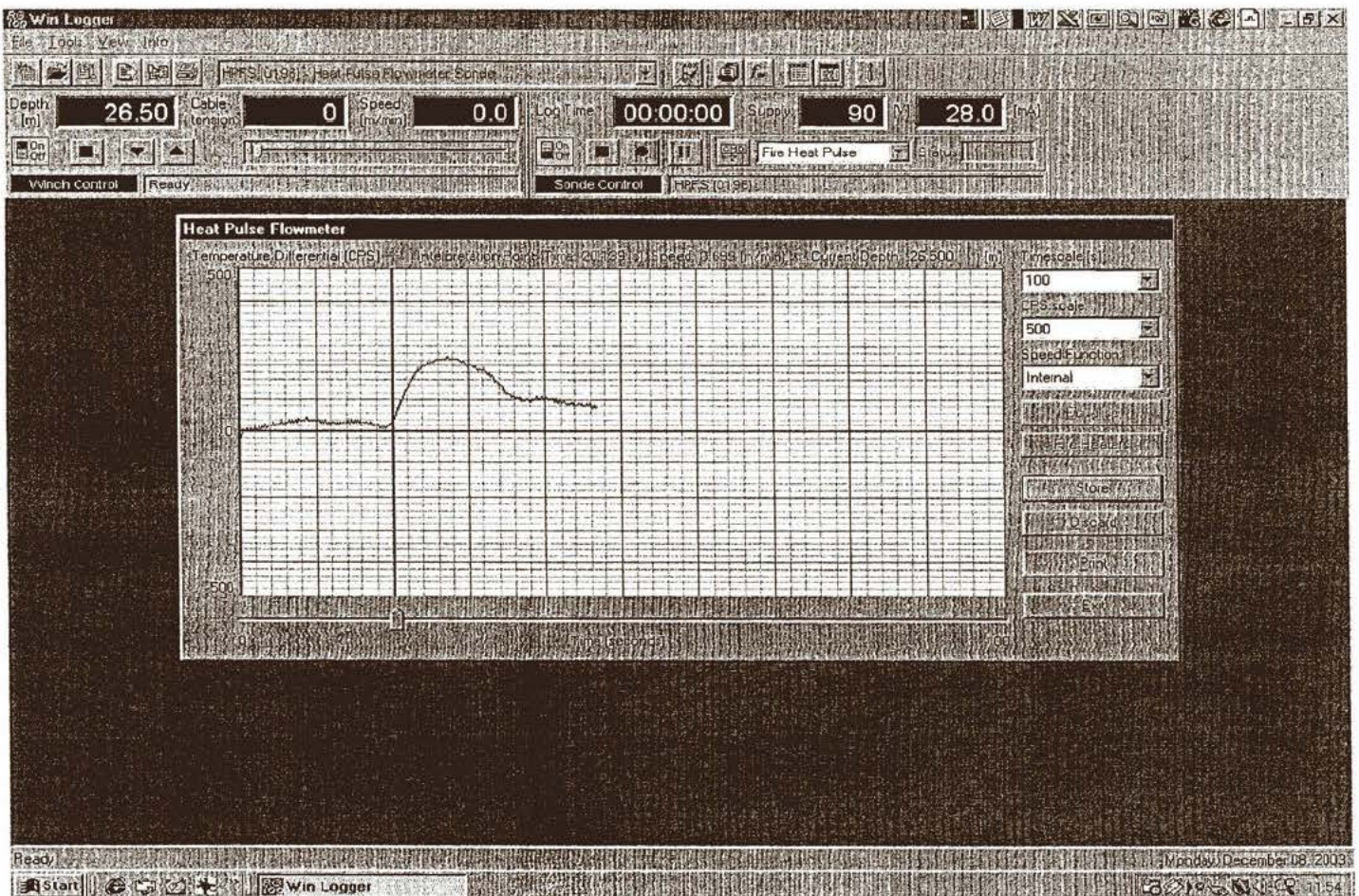
212.261

212.268

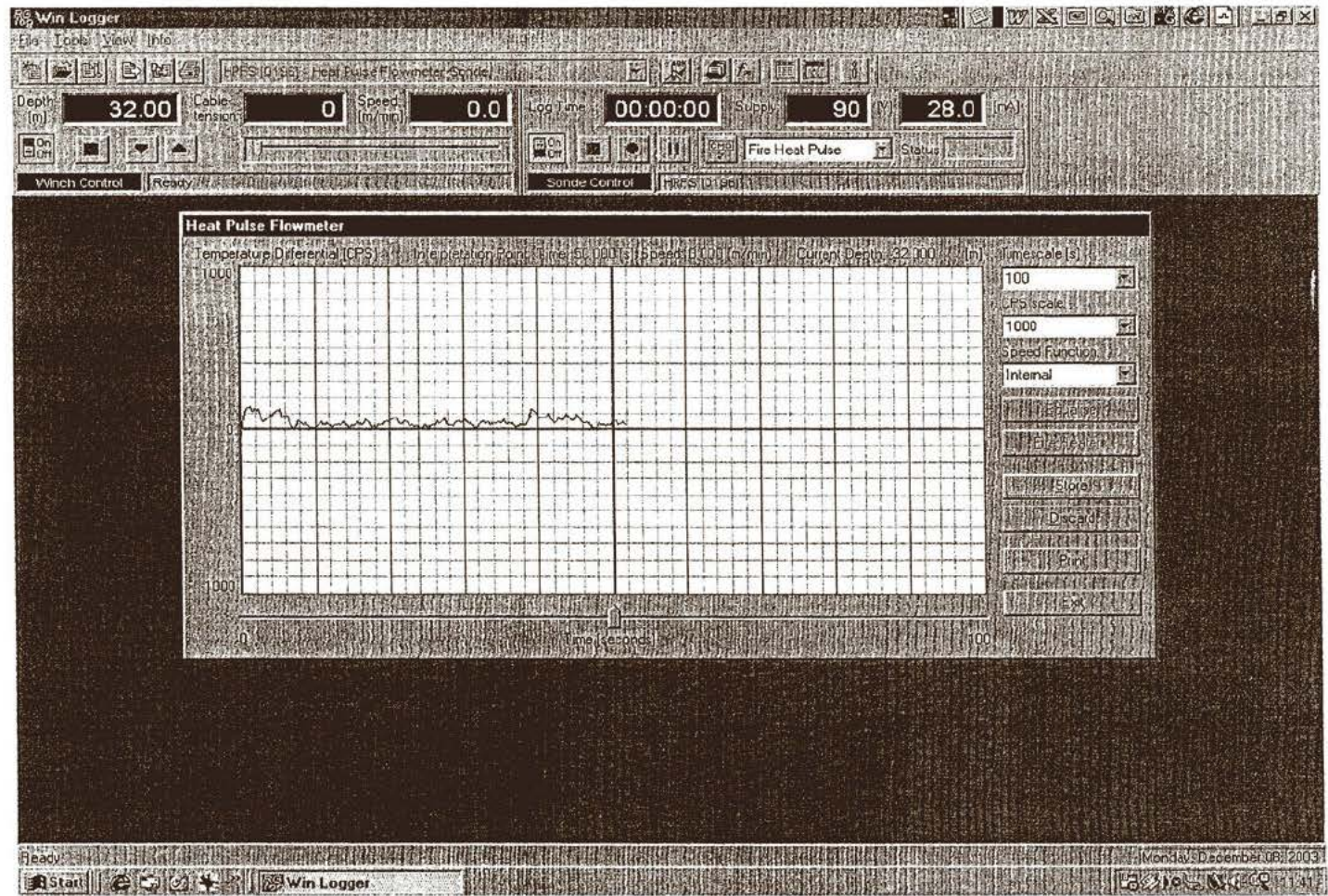
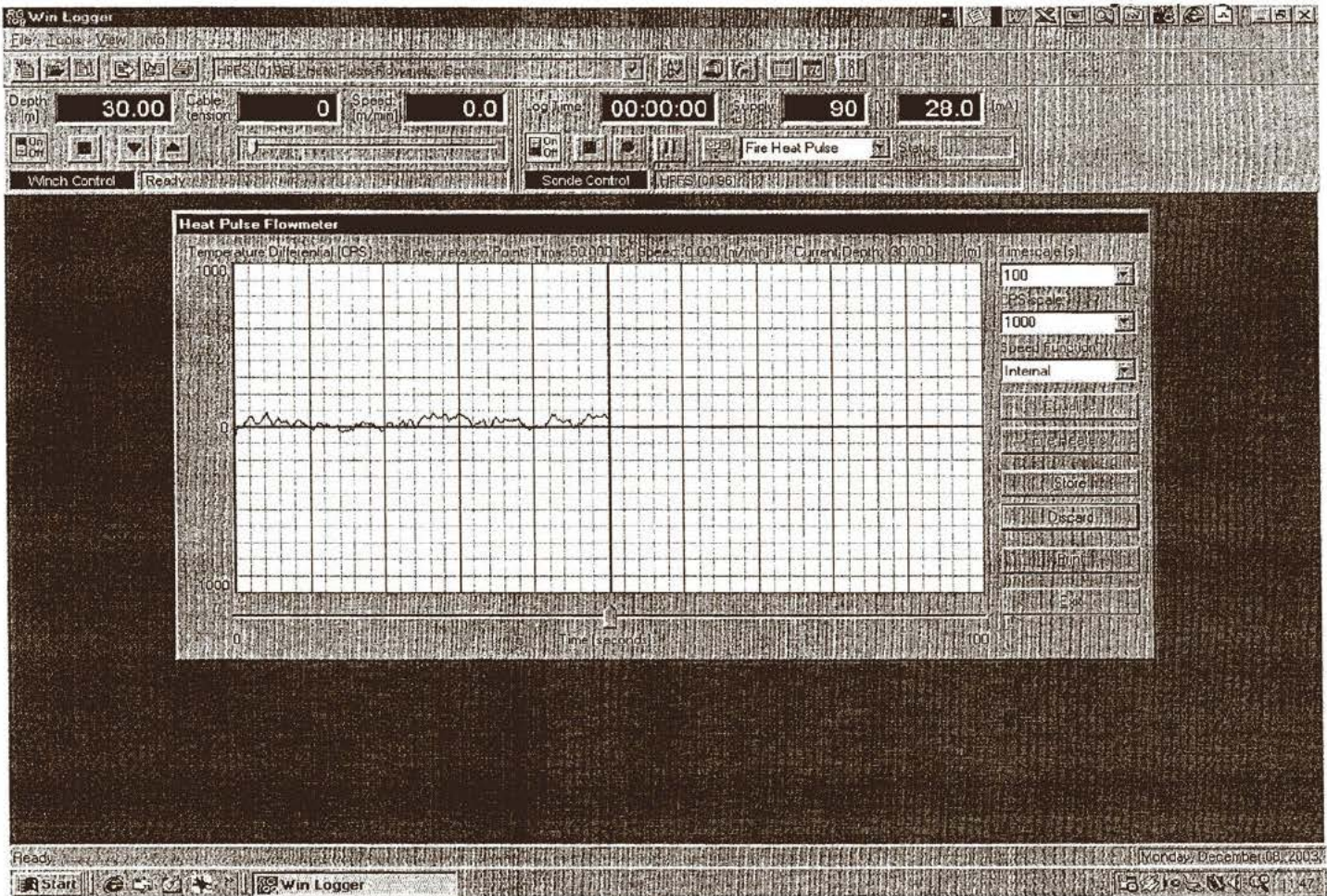
KY 1125



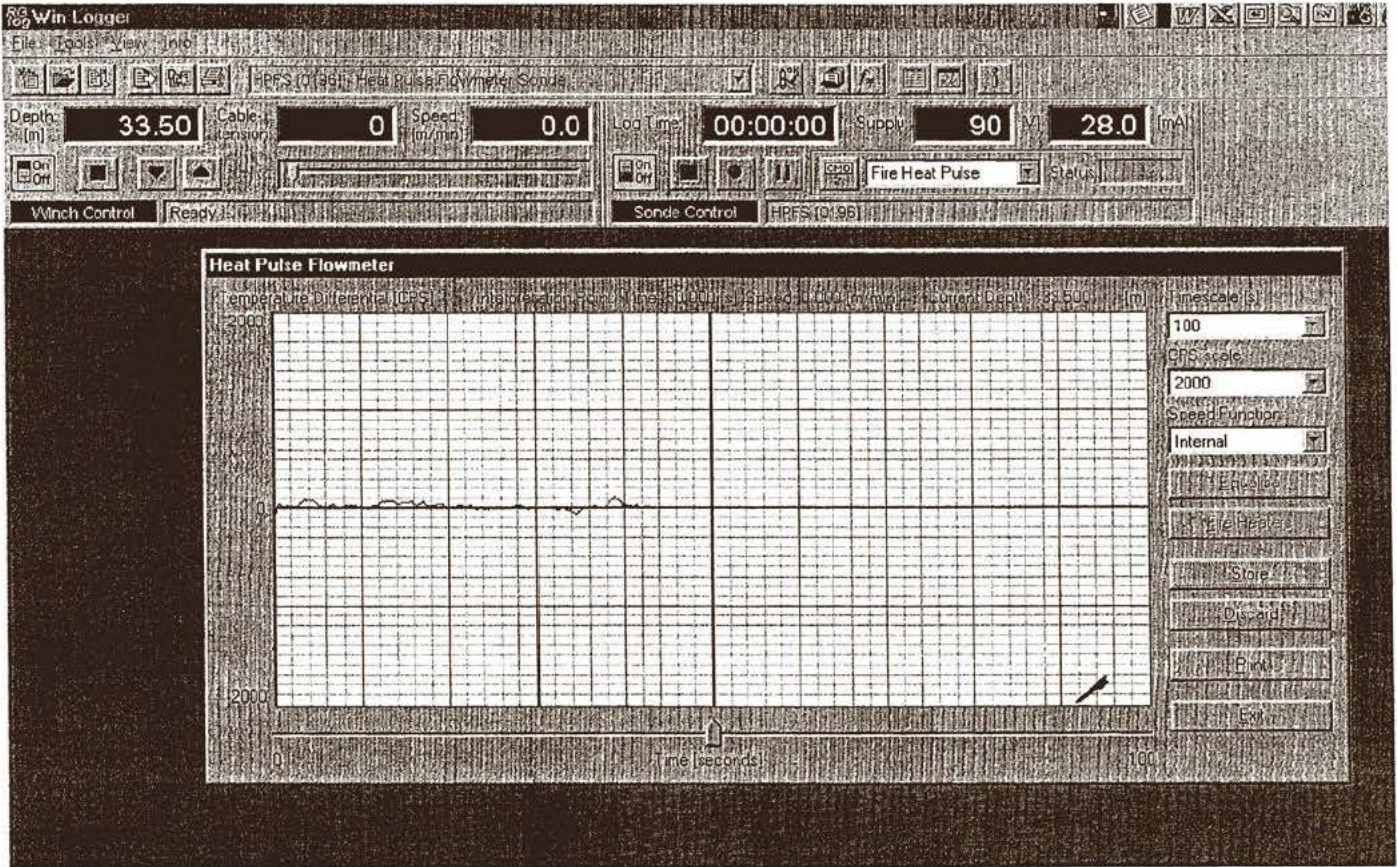
212.283



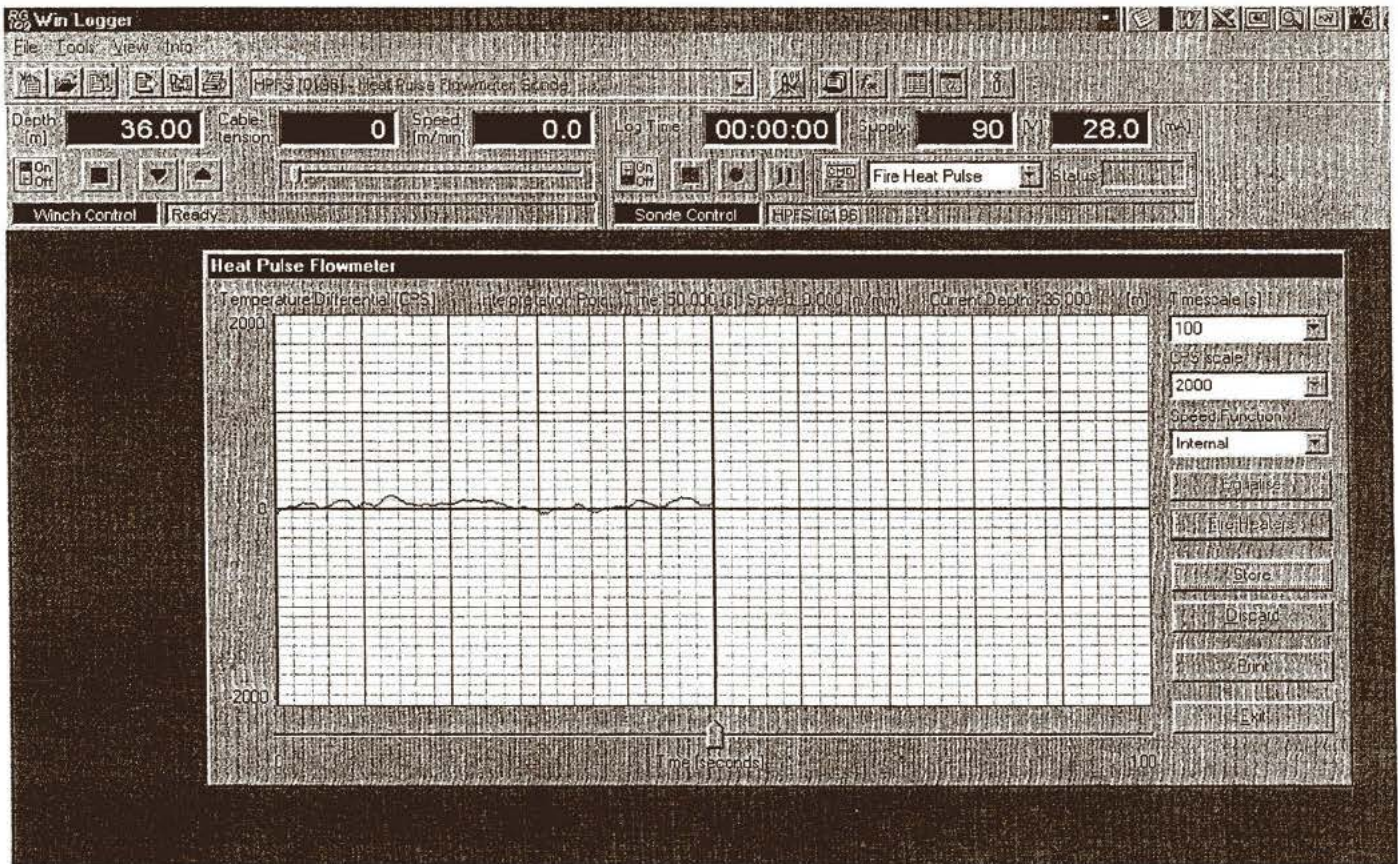
212.283



KY 1125



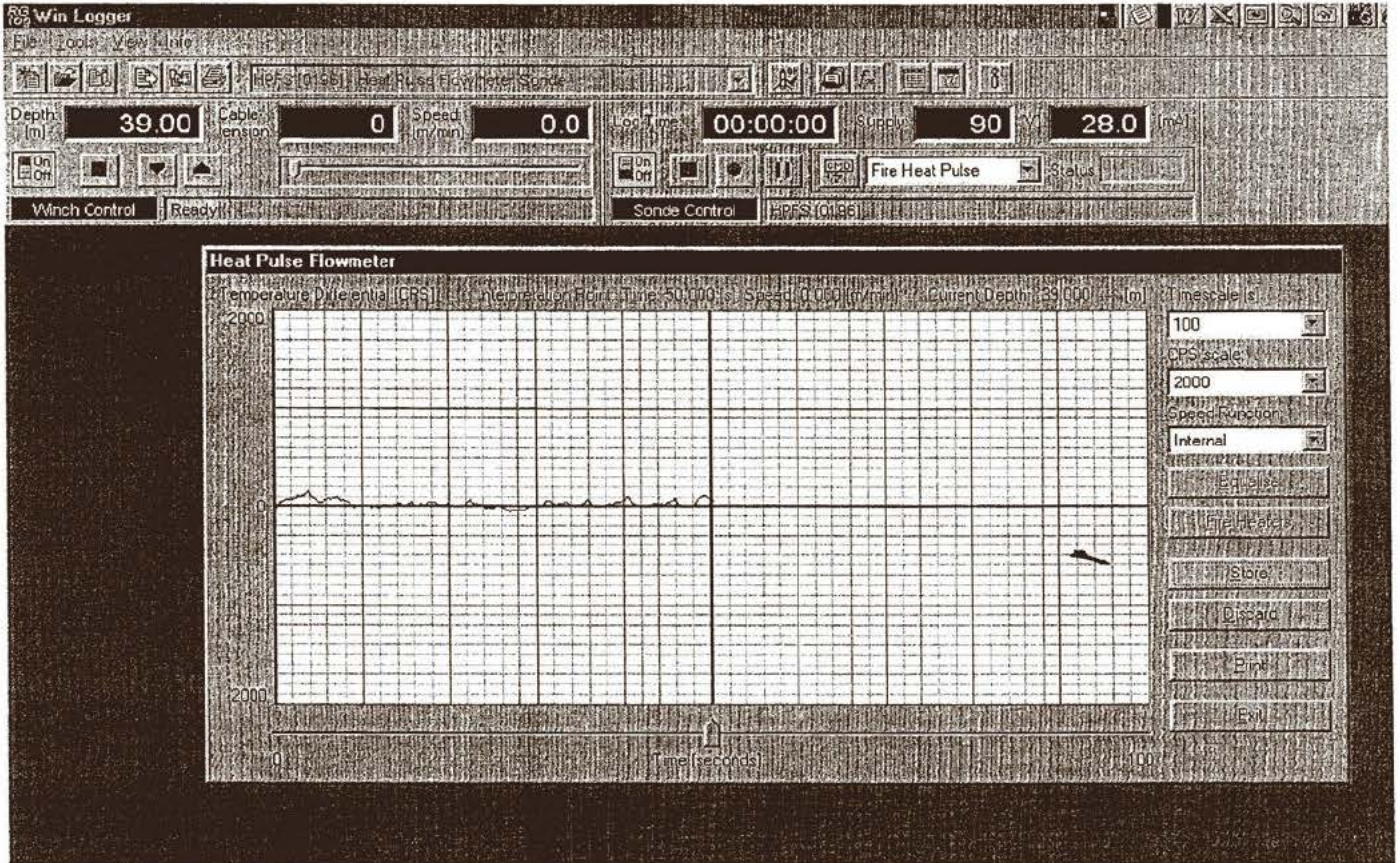
212.1

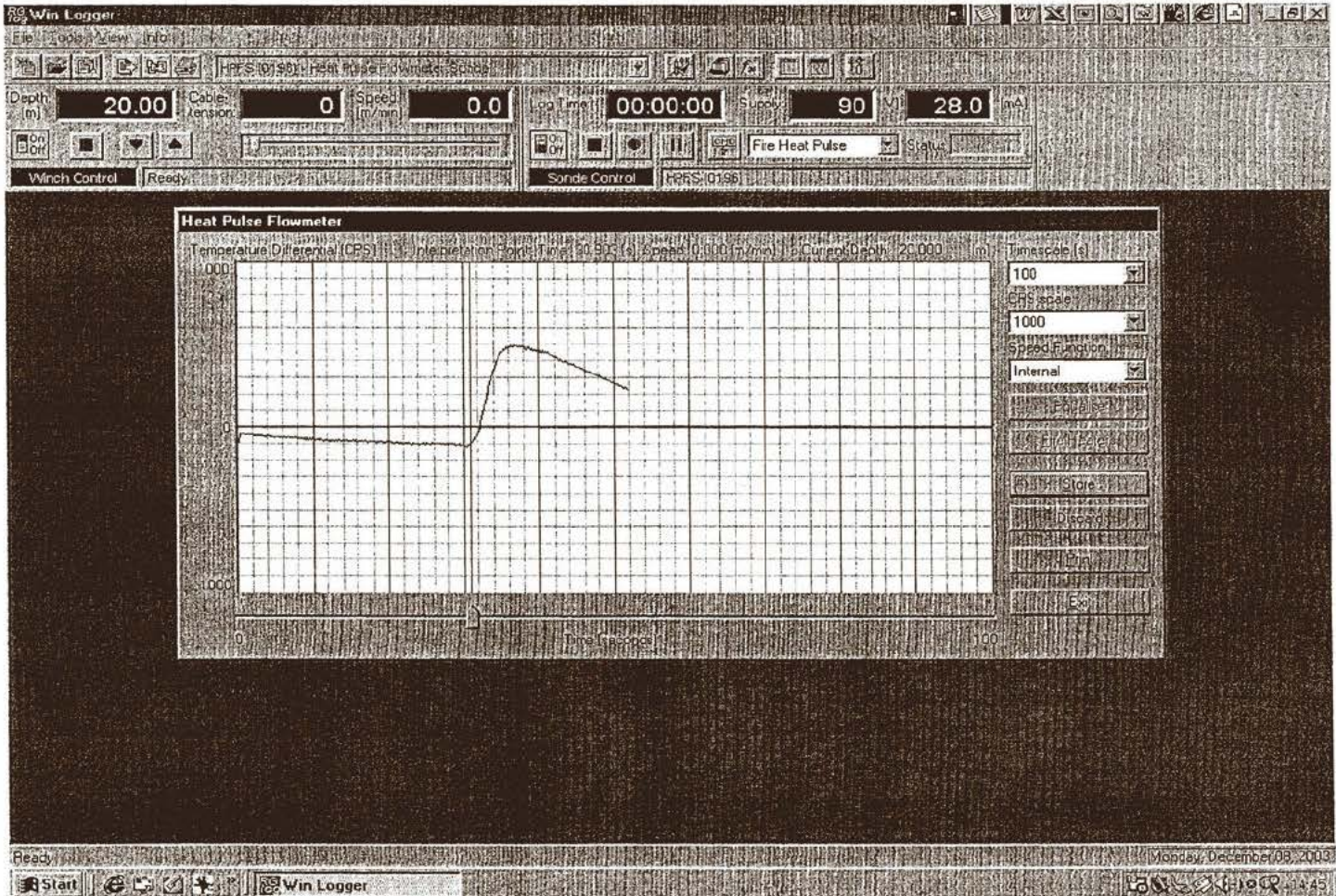


212.283

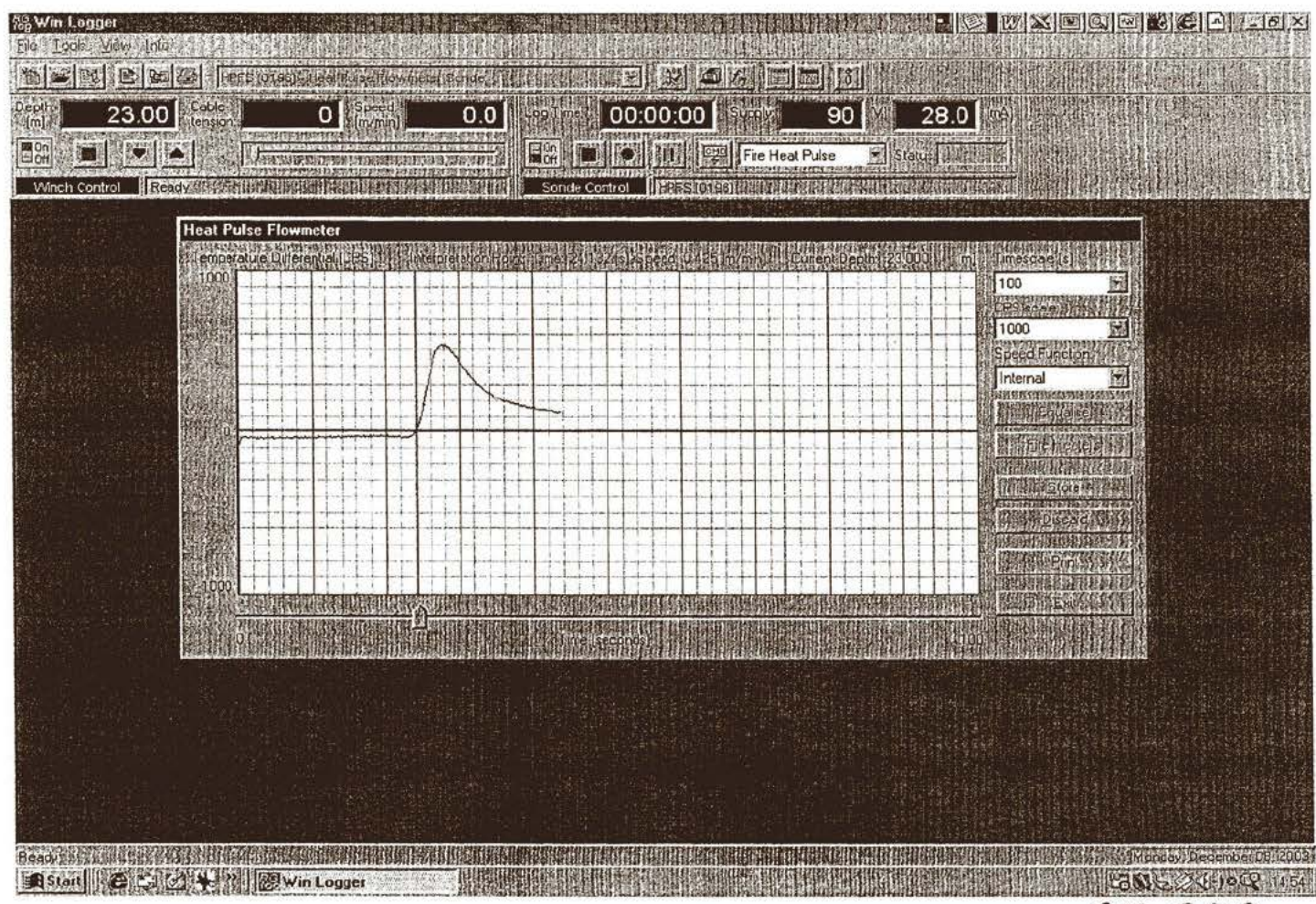
212.

HV 1125

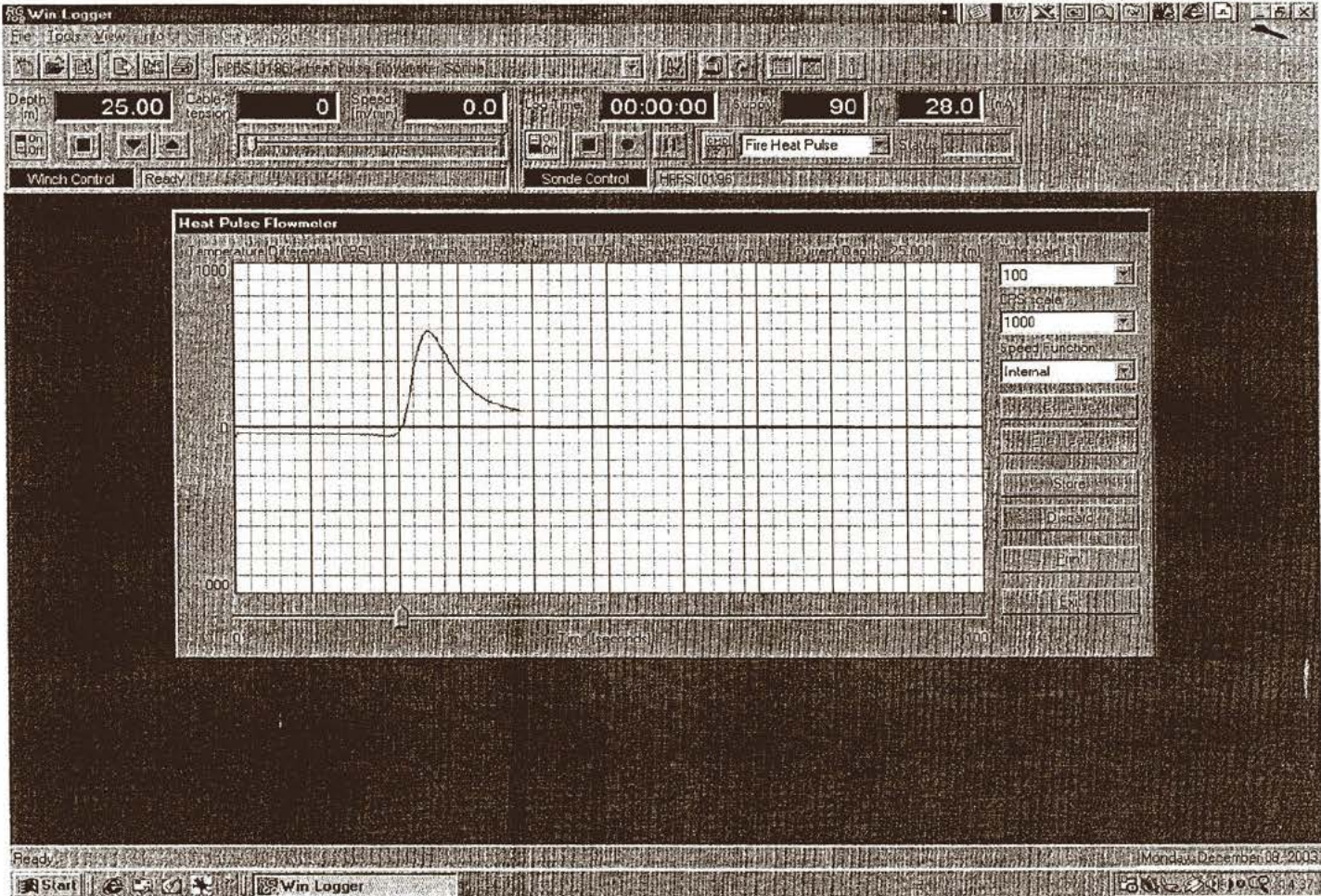




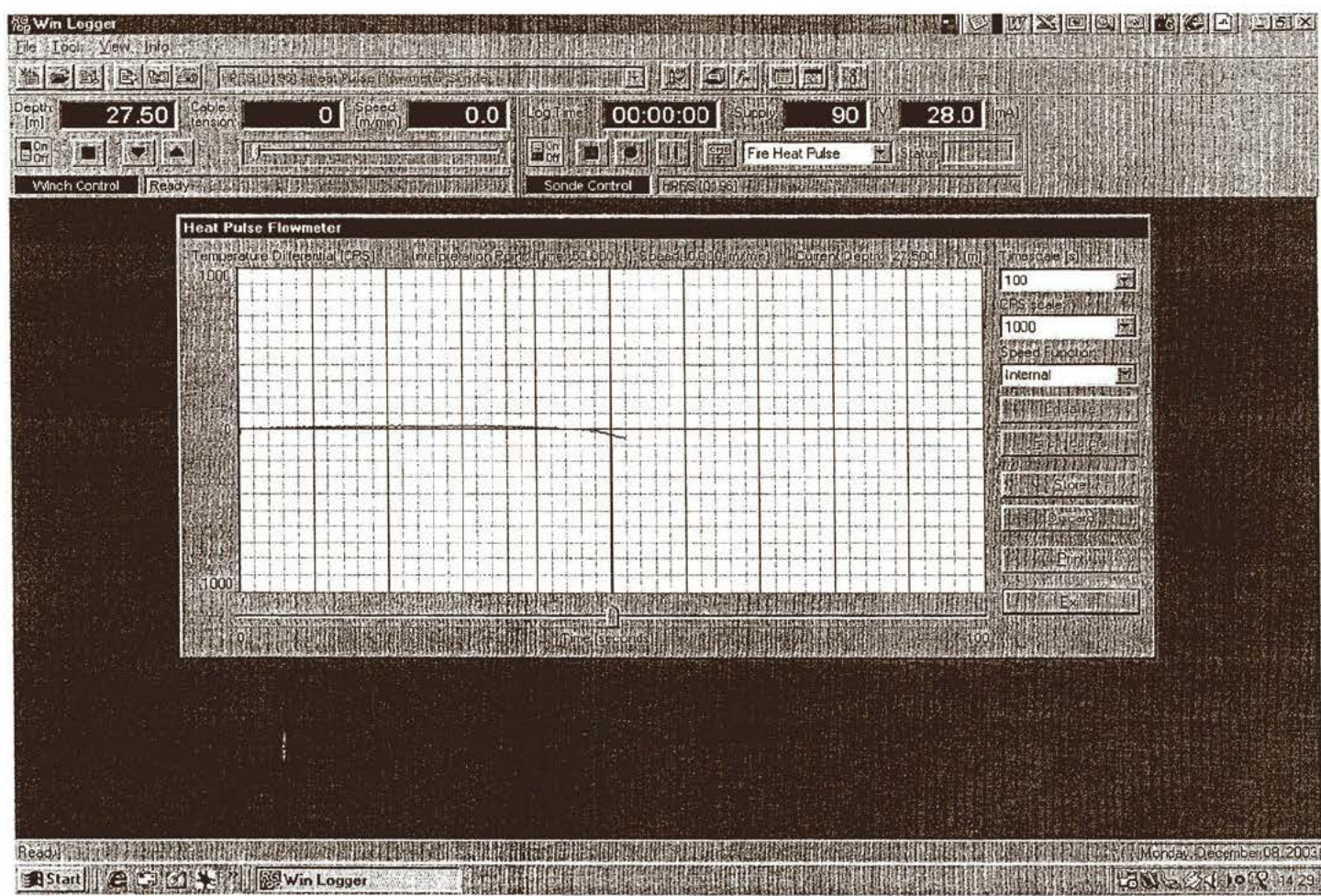
212.3



212.348

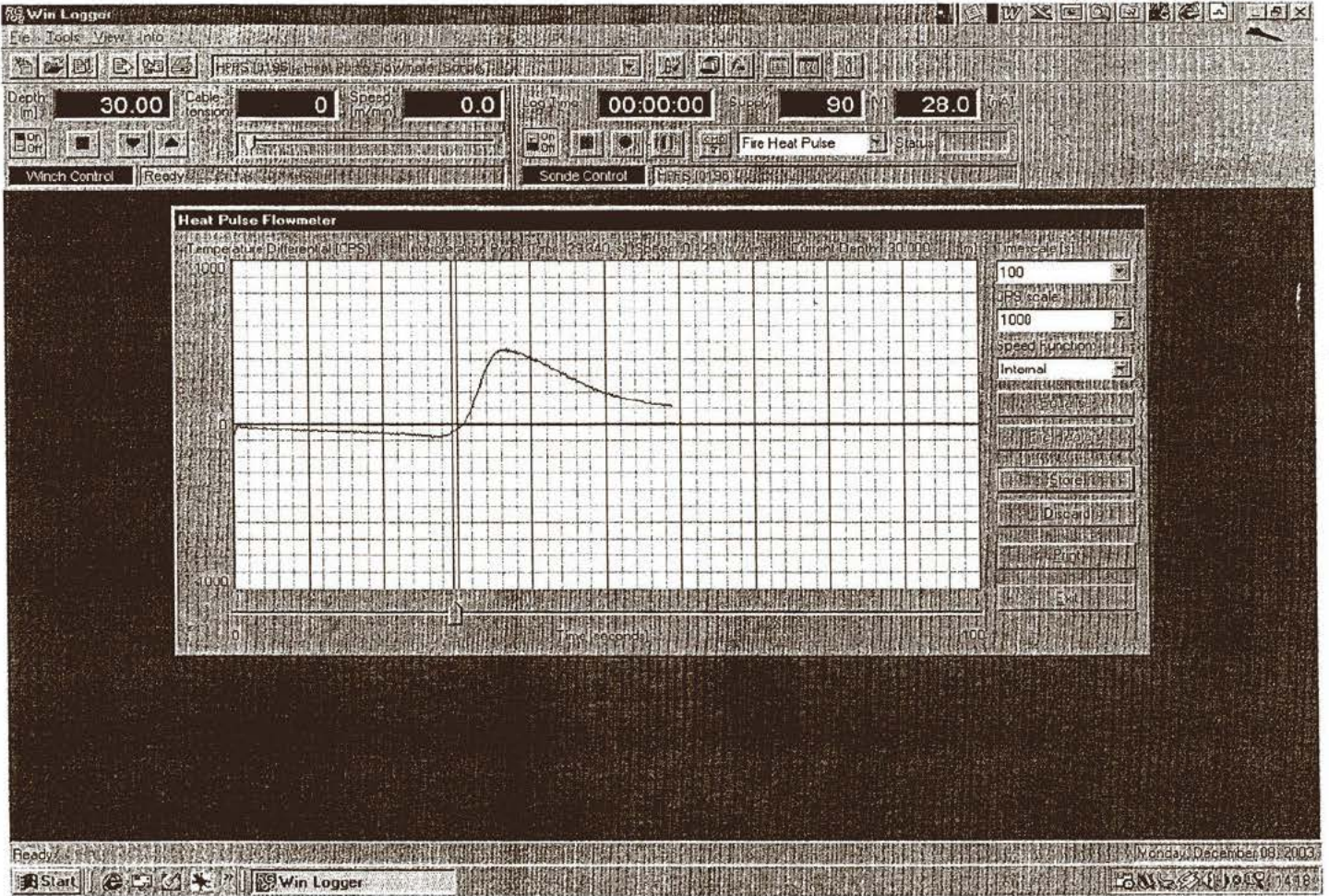


212.

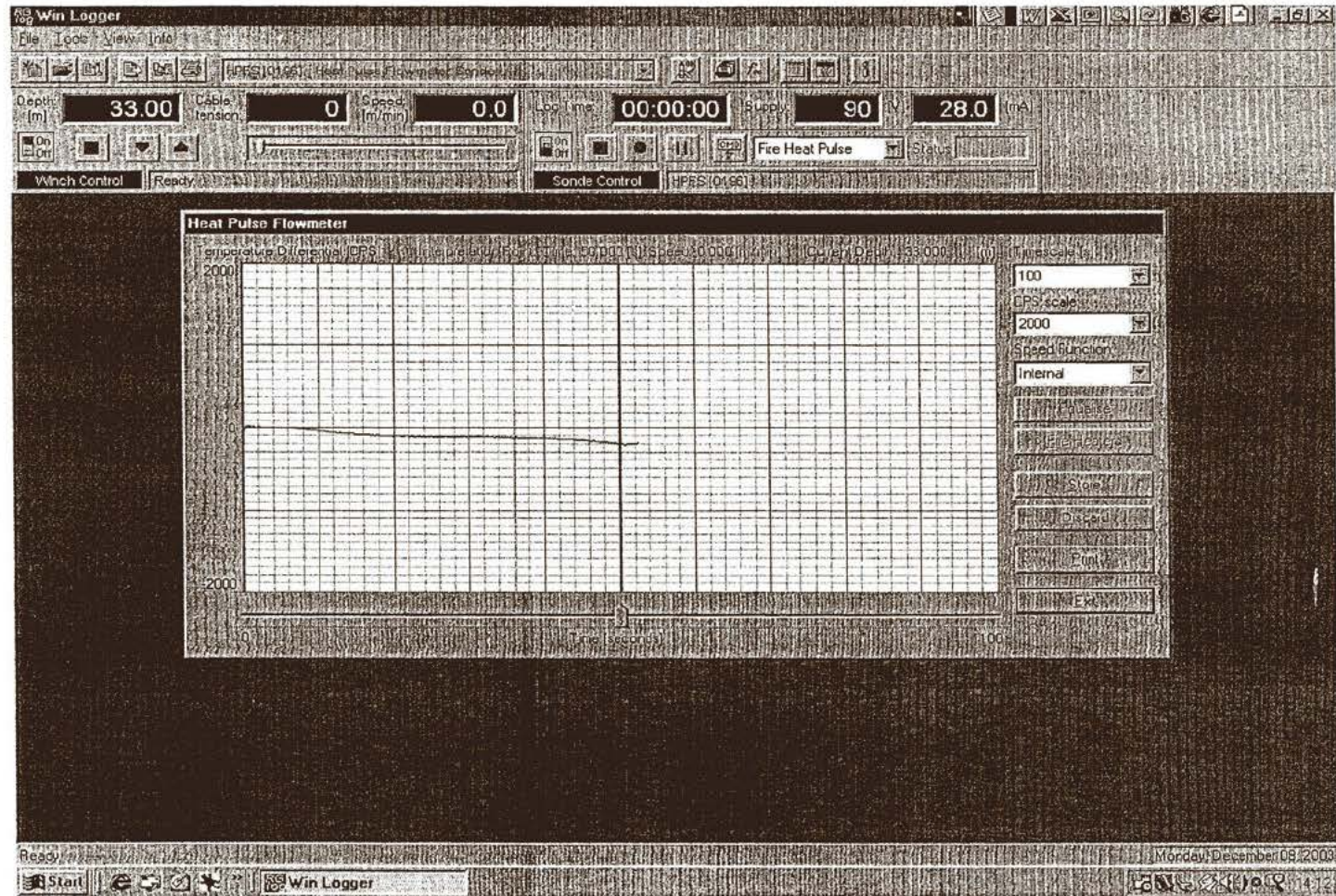


212.348

KV 1157

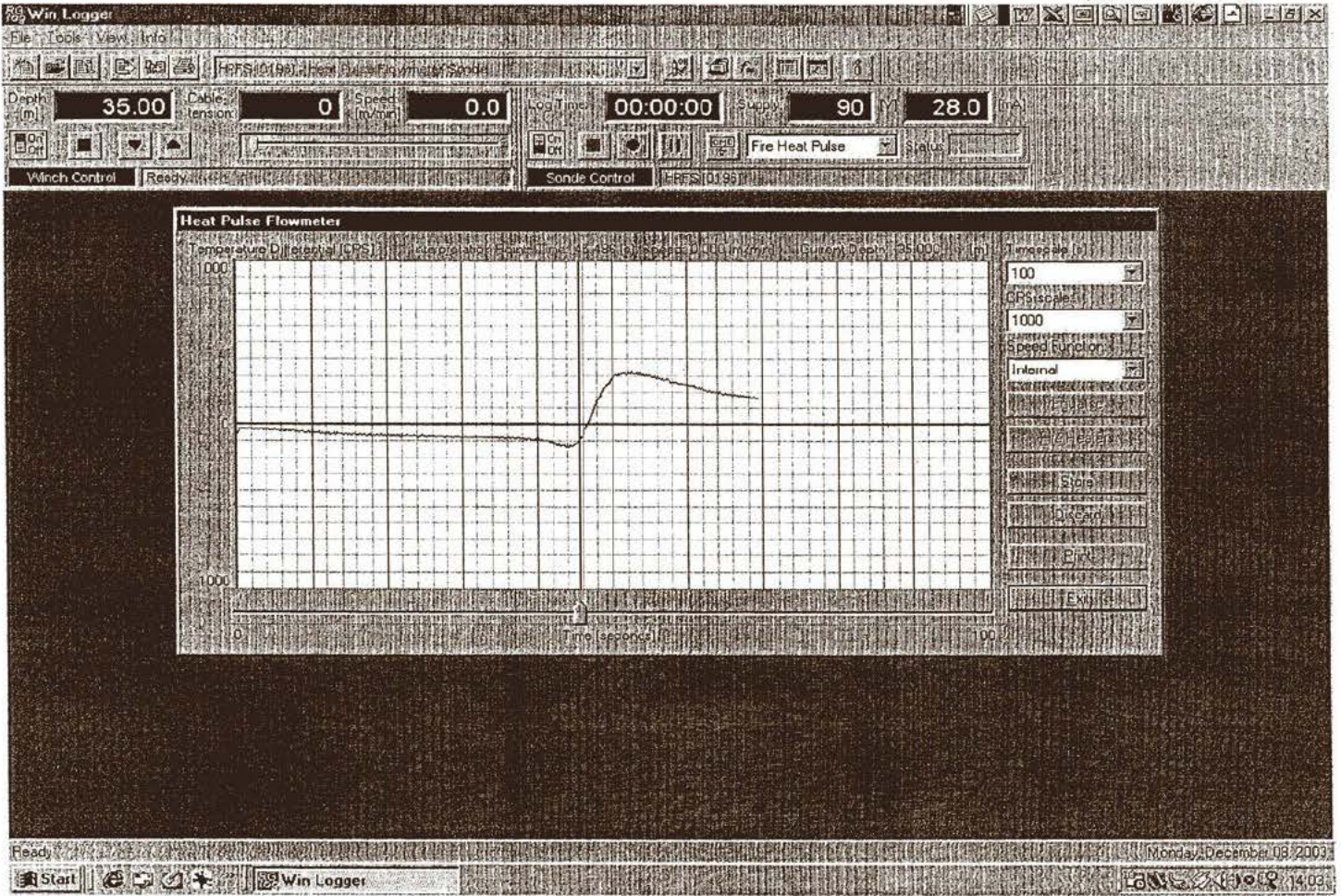


212.3

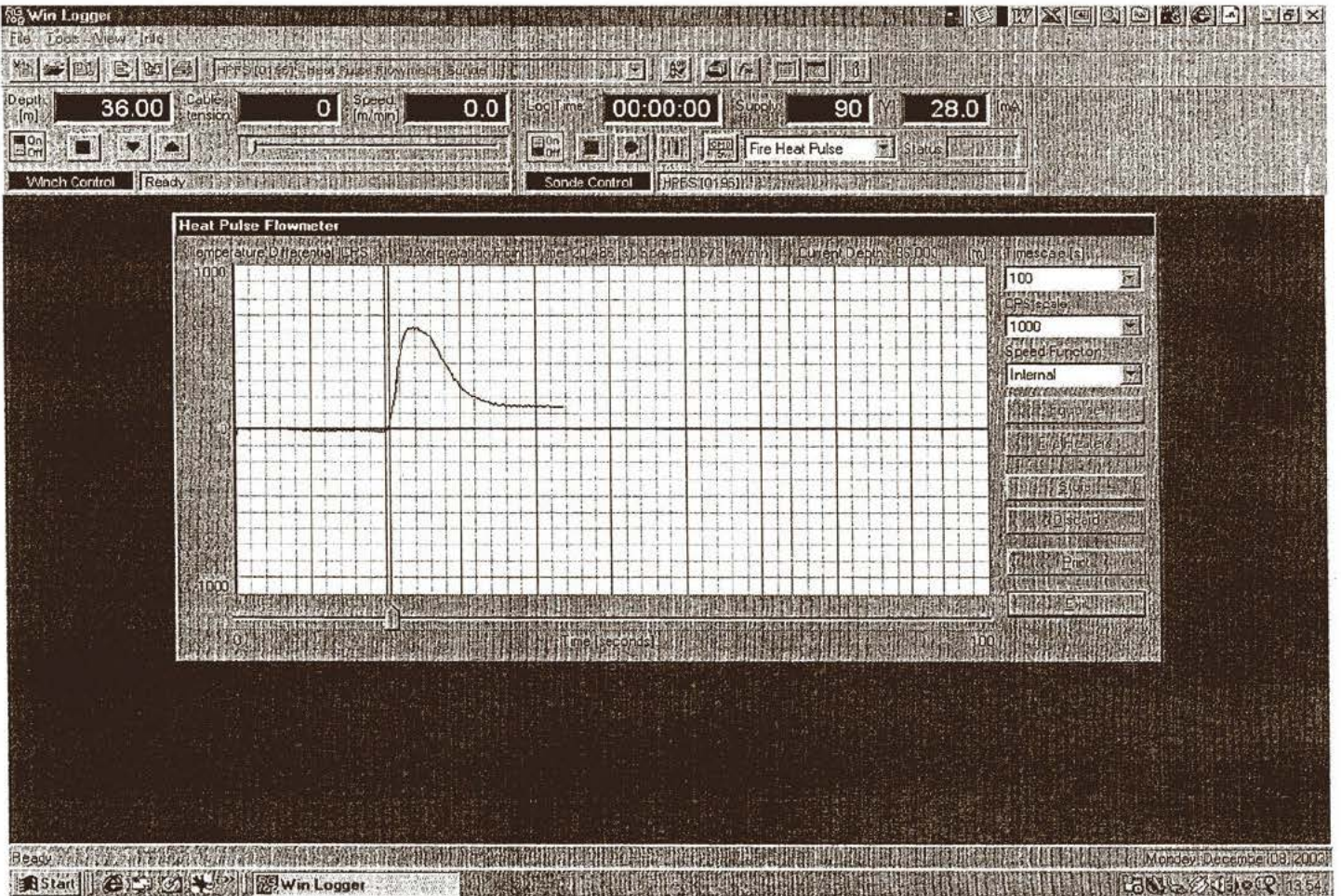


212.348

KV 1157

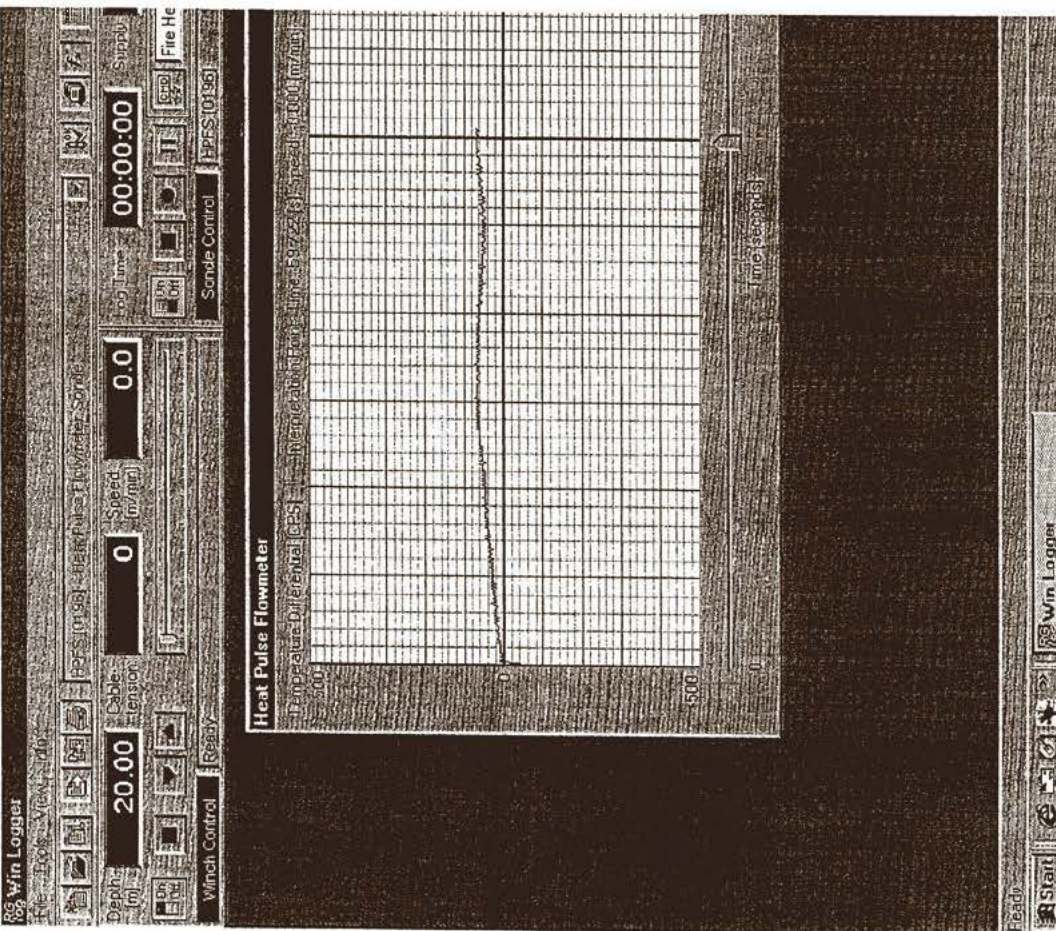
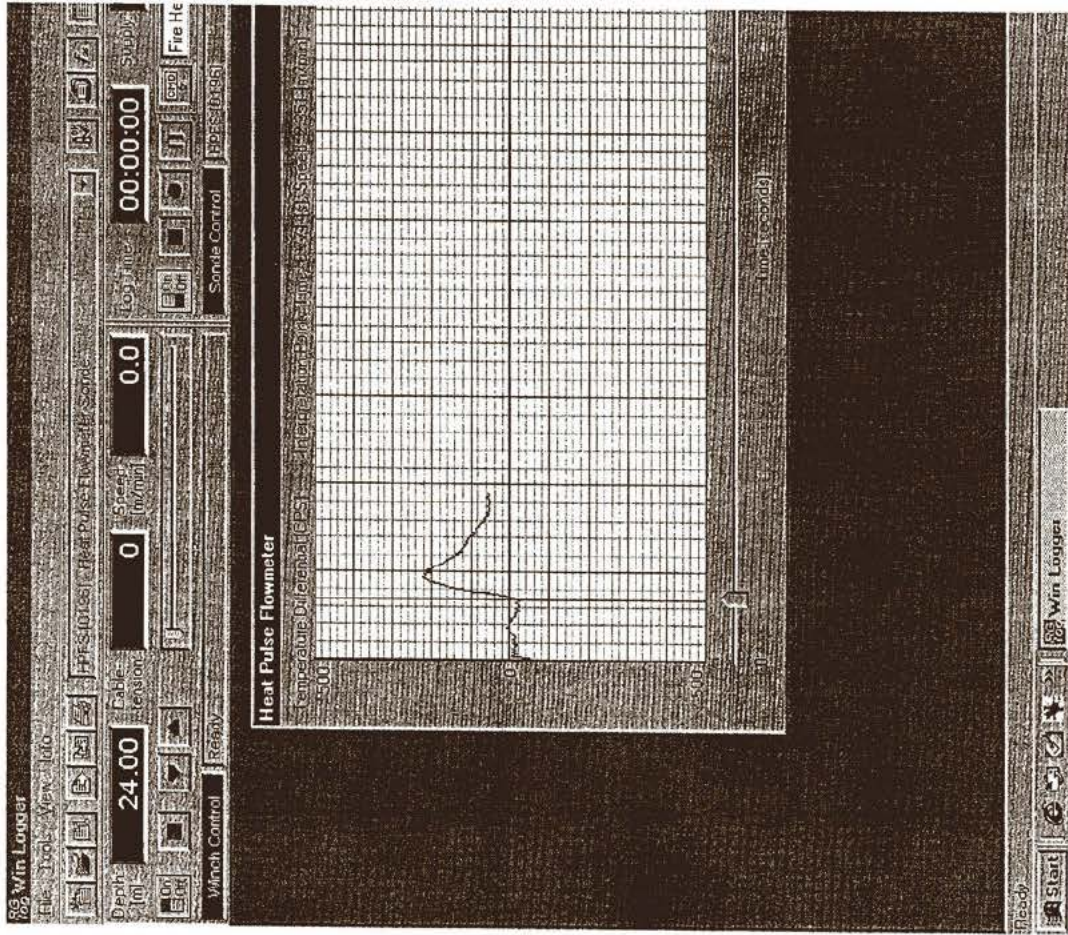


212.34



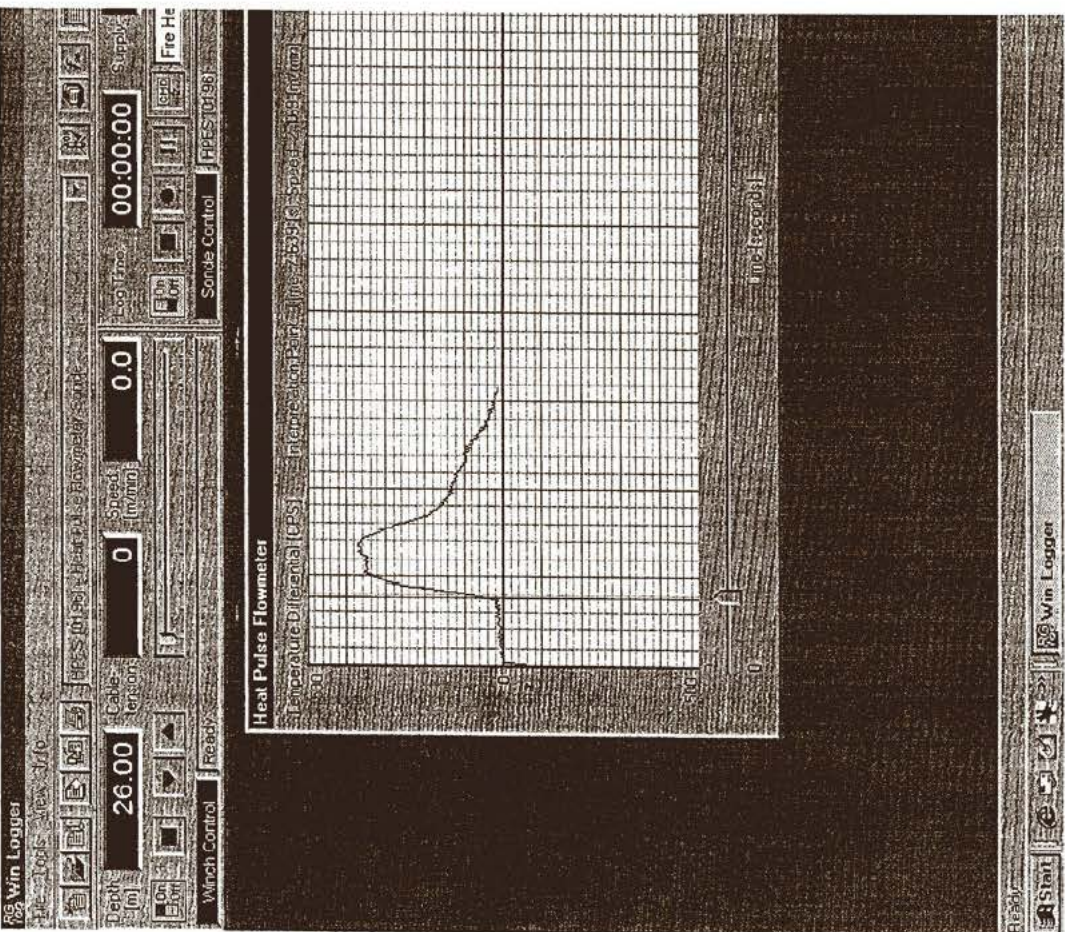
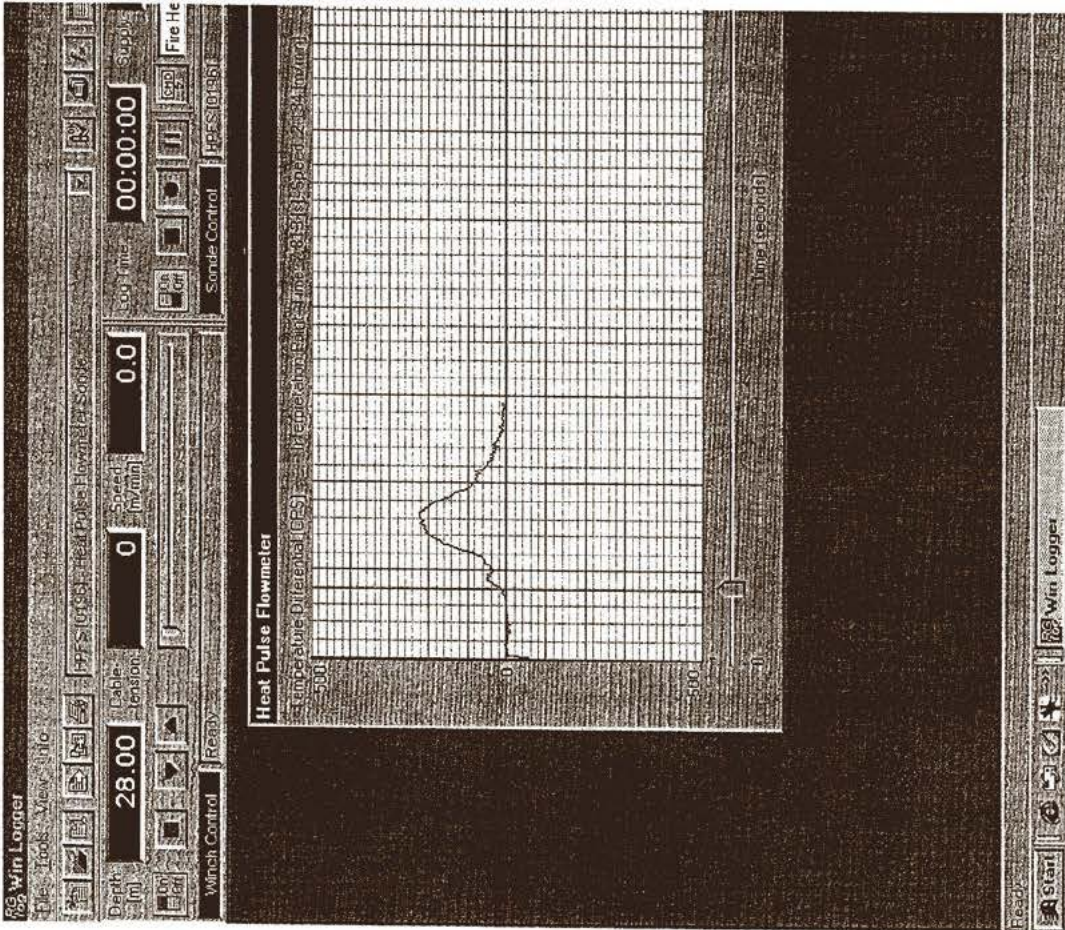
212.348

ky 944



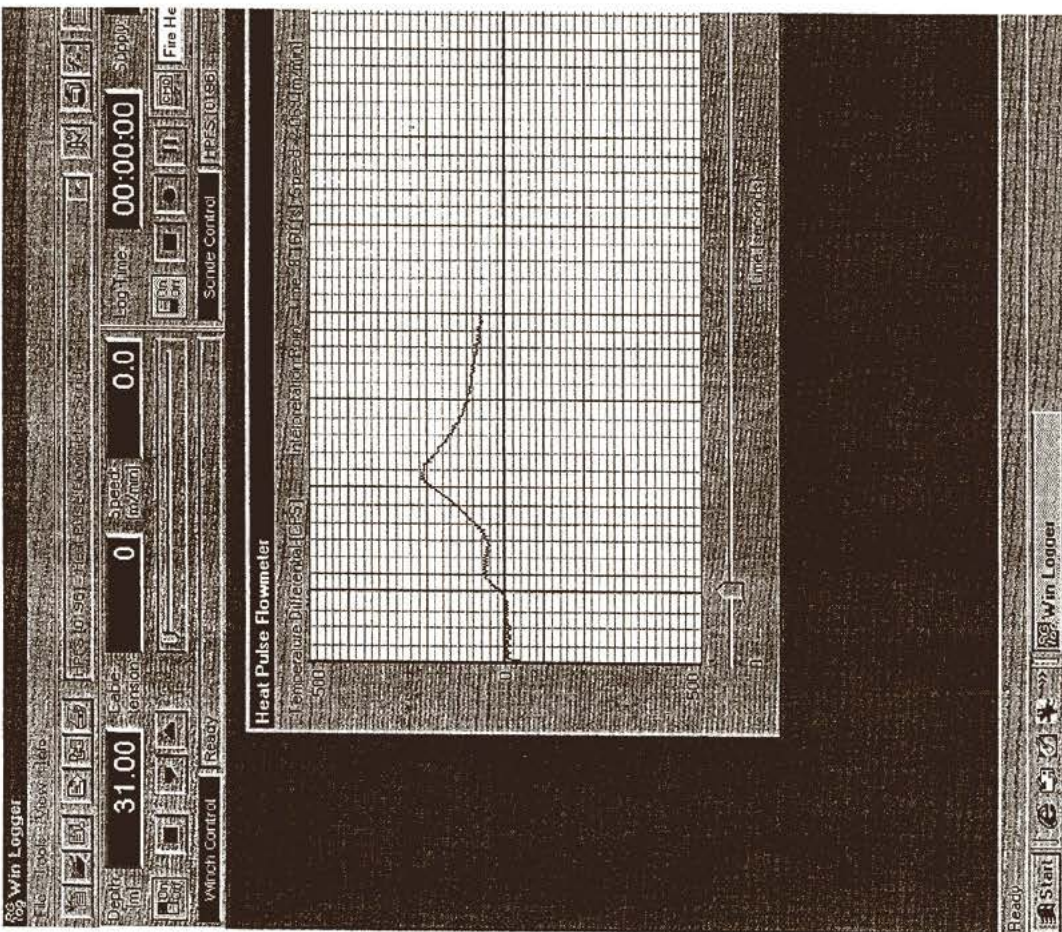
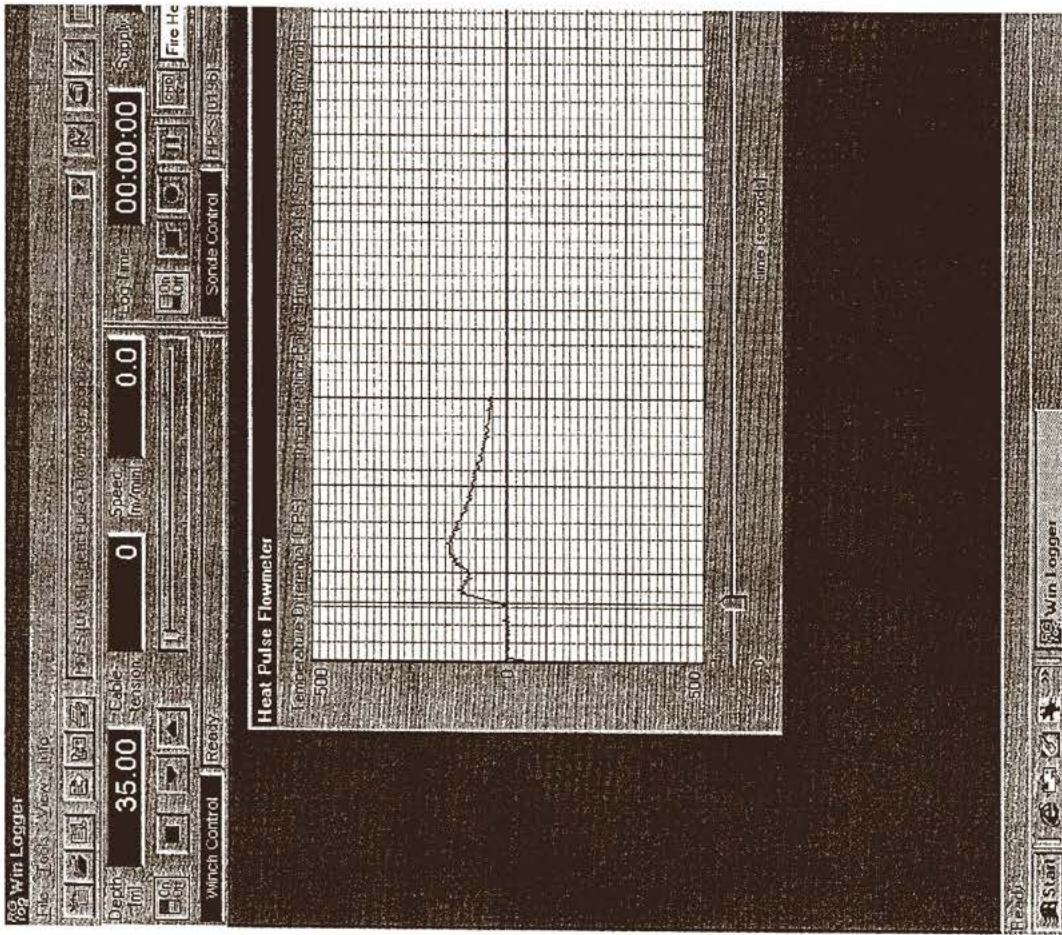
212.170

KV 944



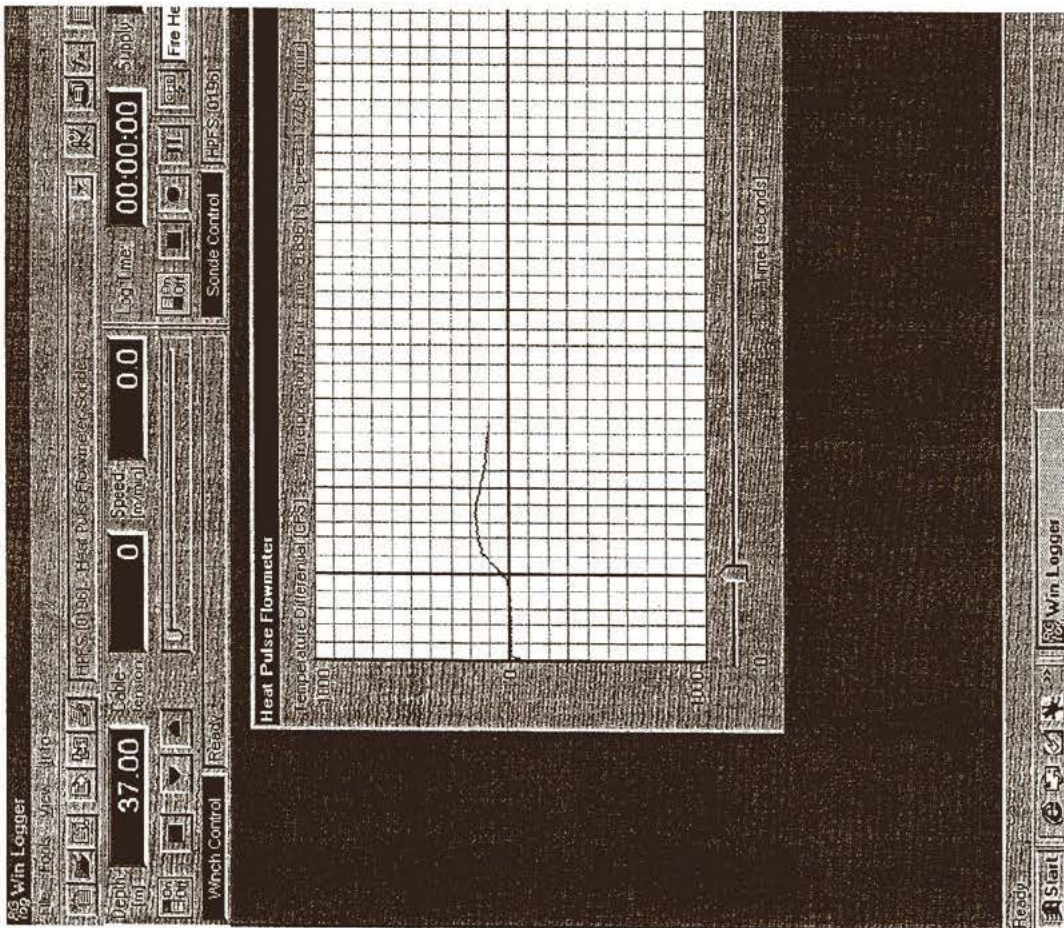
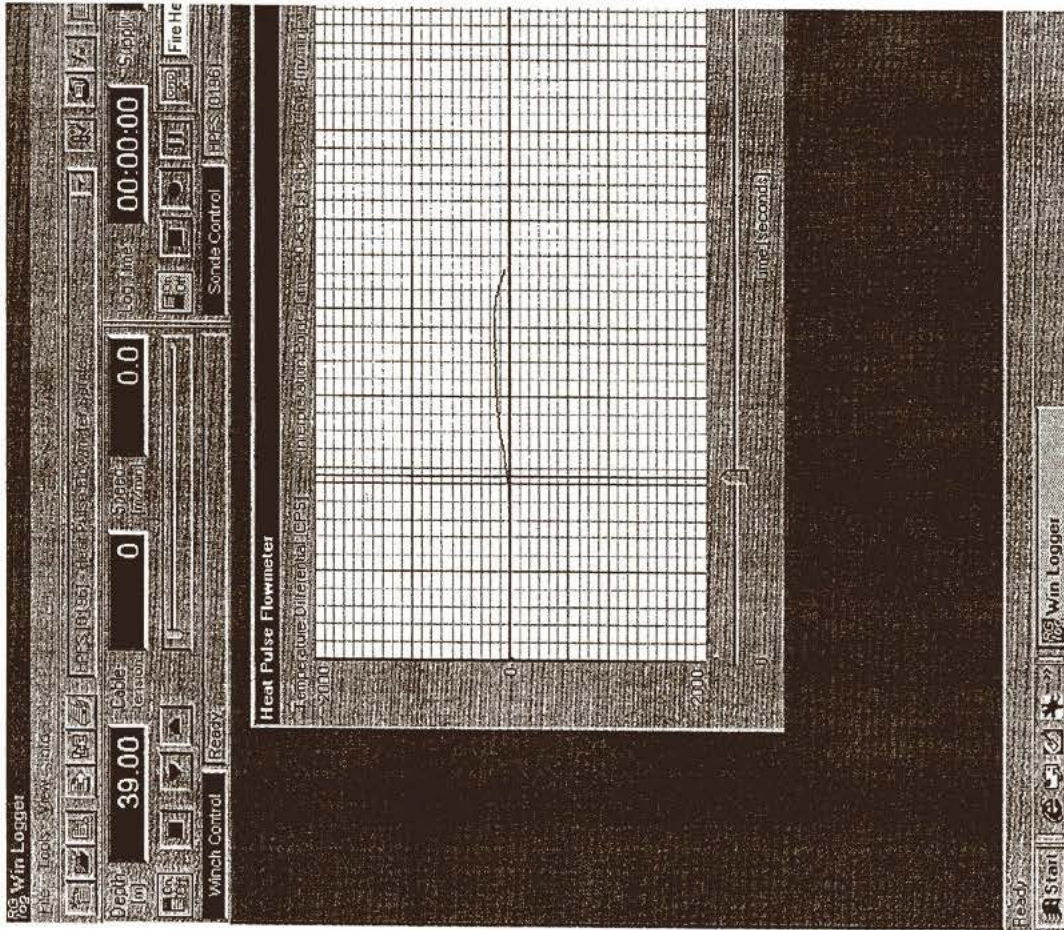
212. 170

HY 944



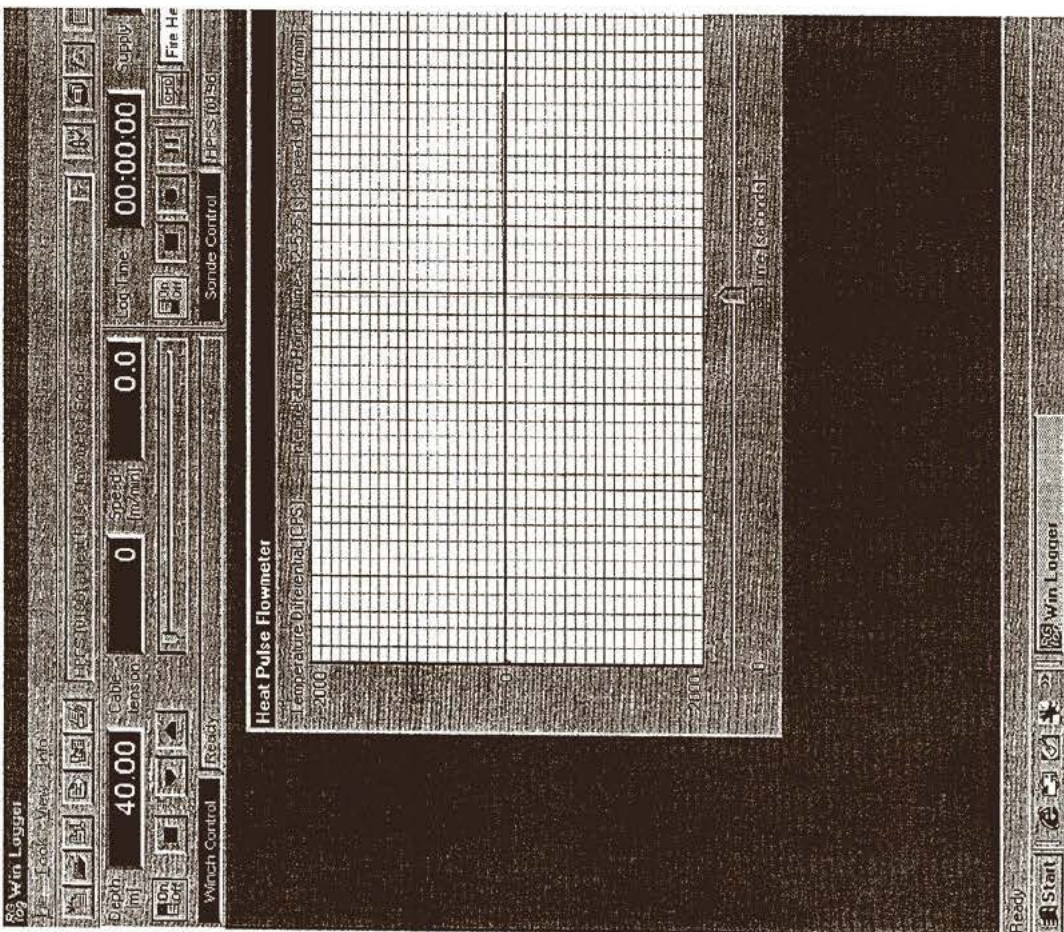
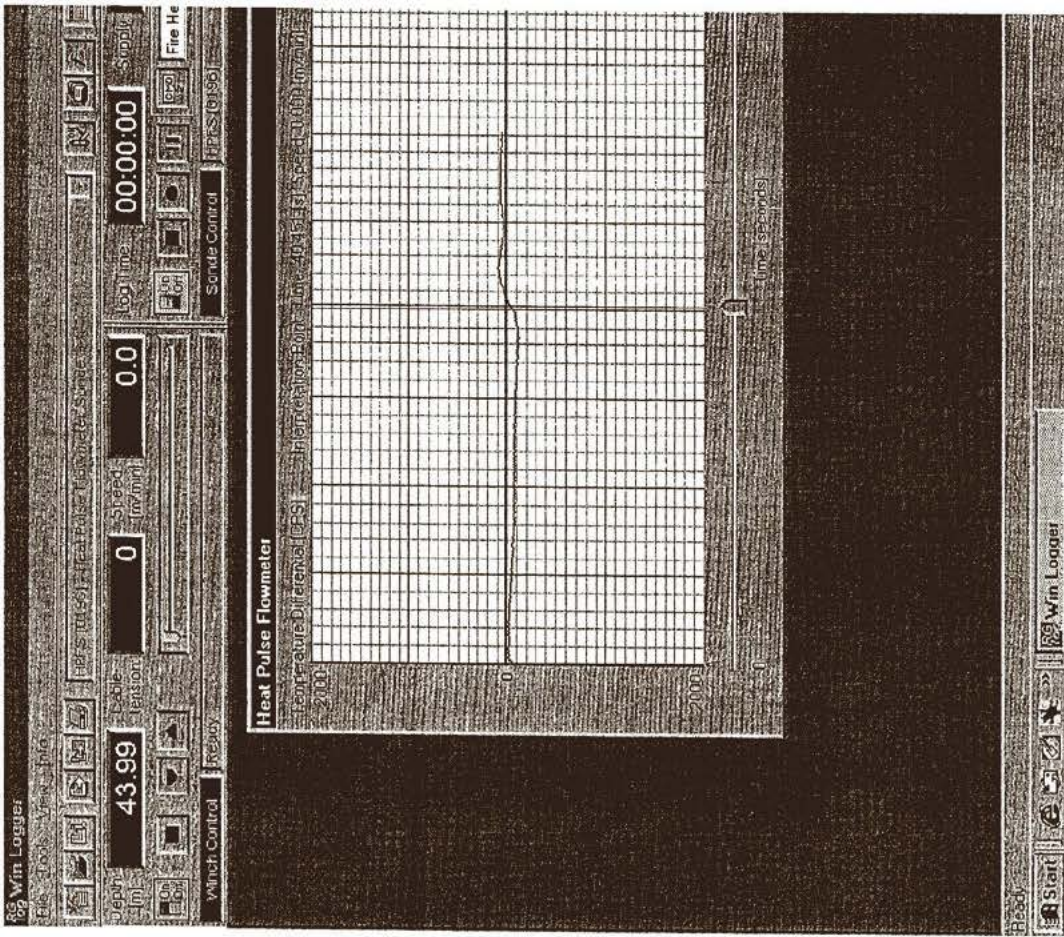
212.170

KV 944

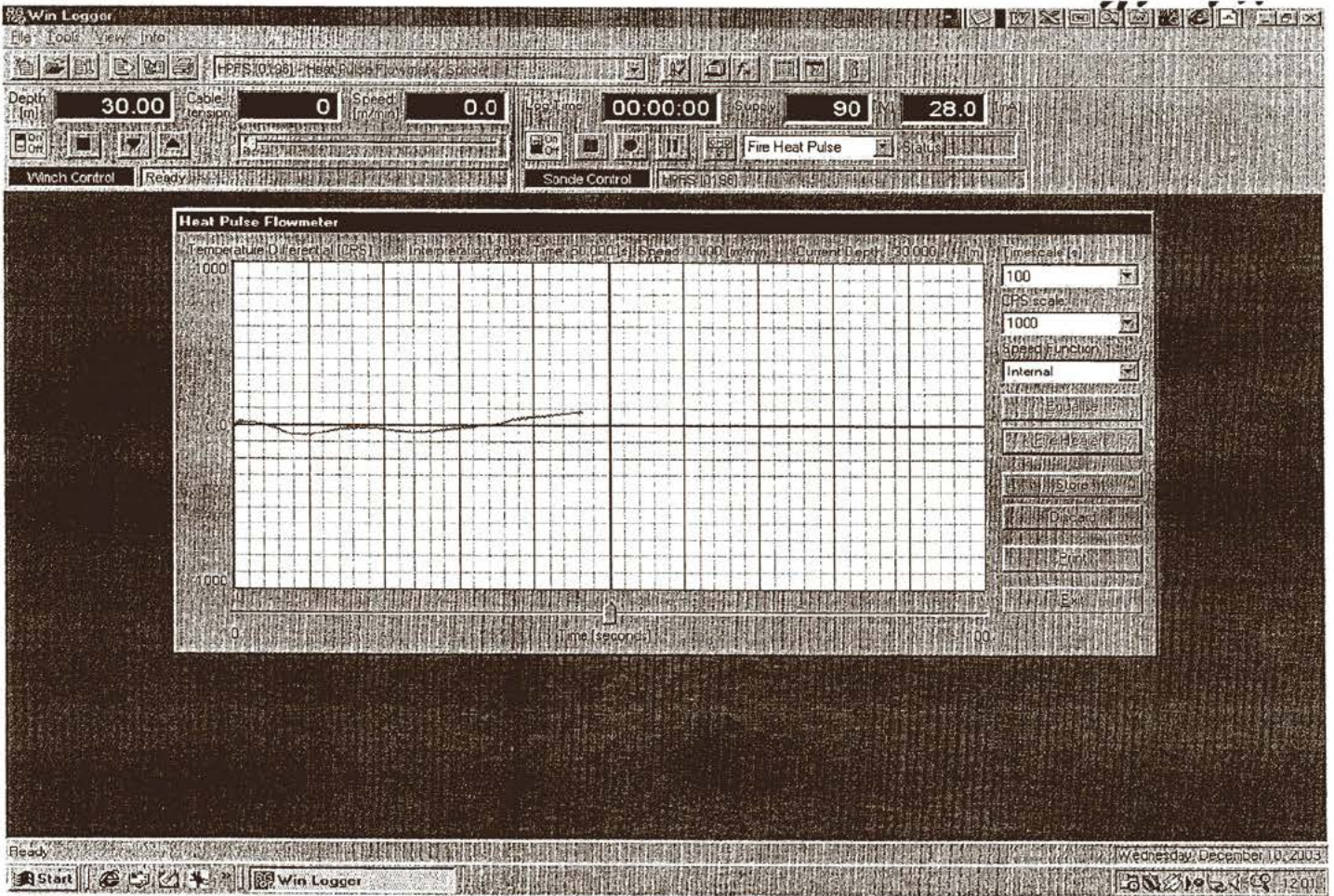


212.170

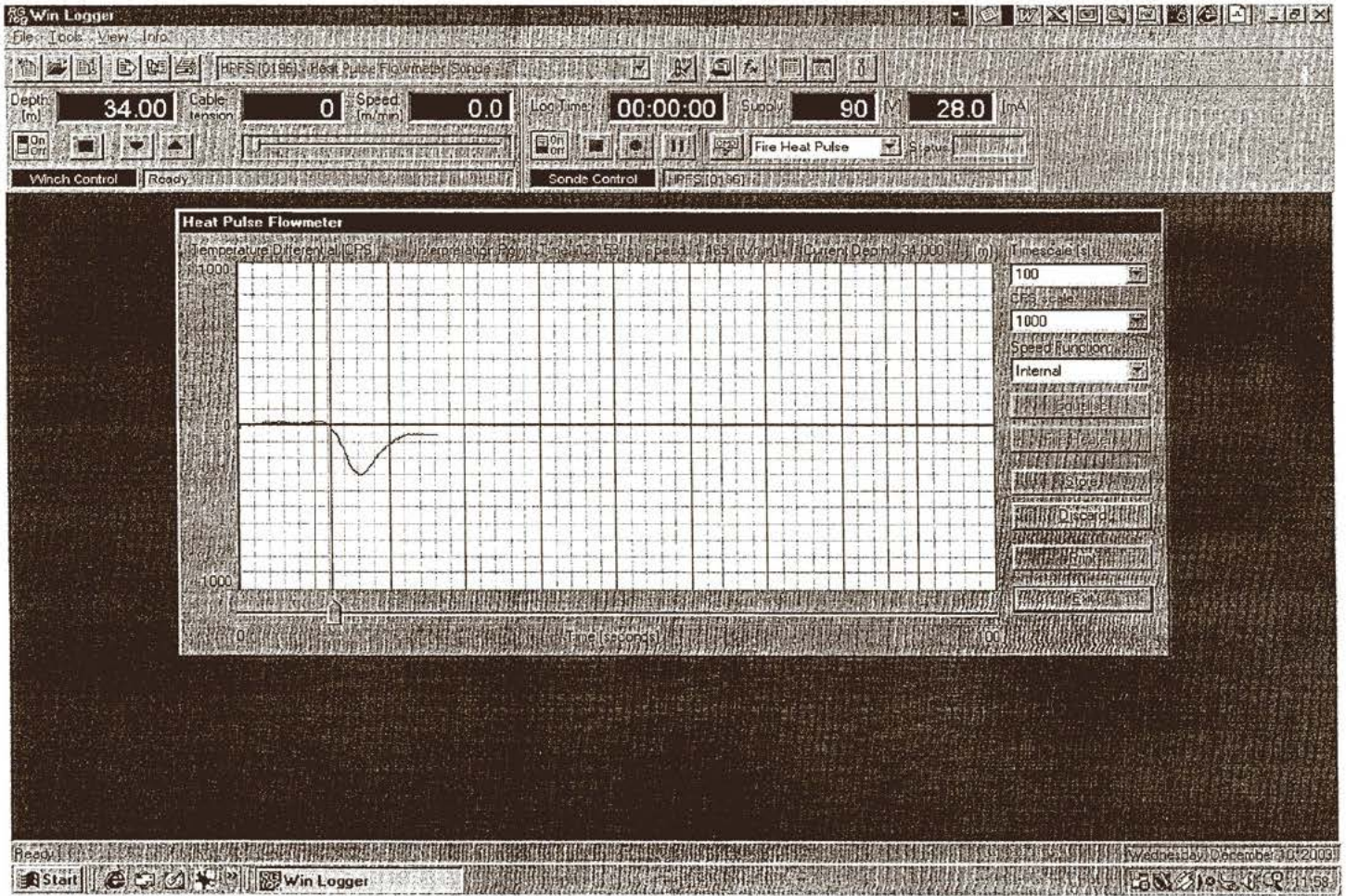
KV 944



212.170

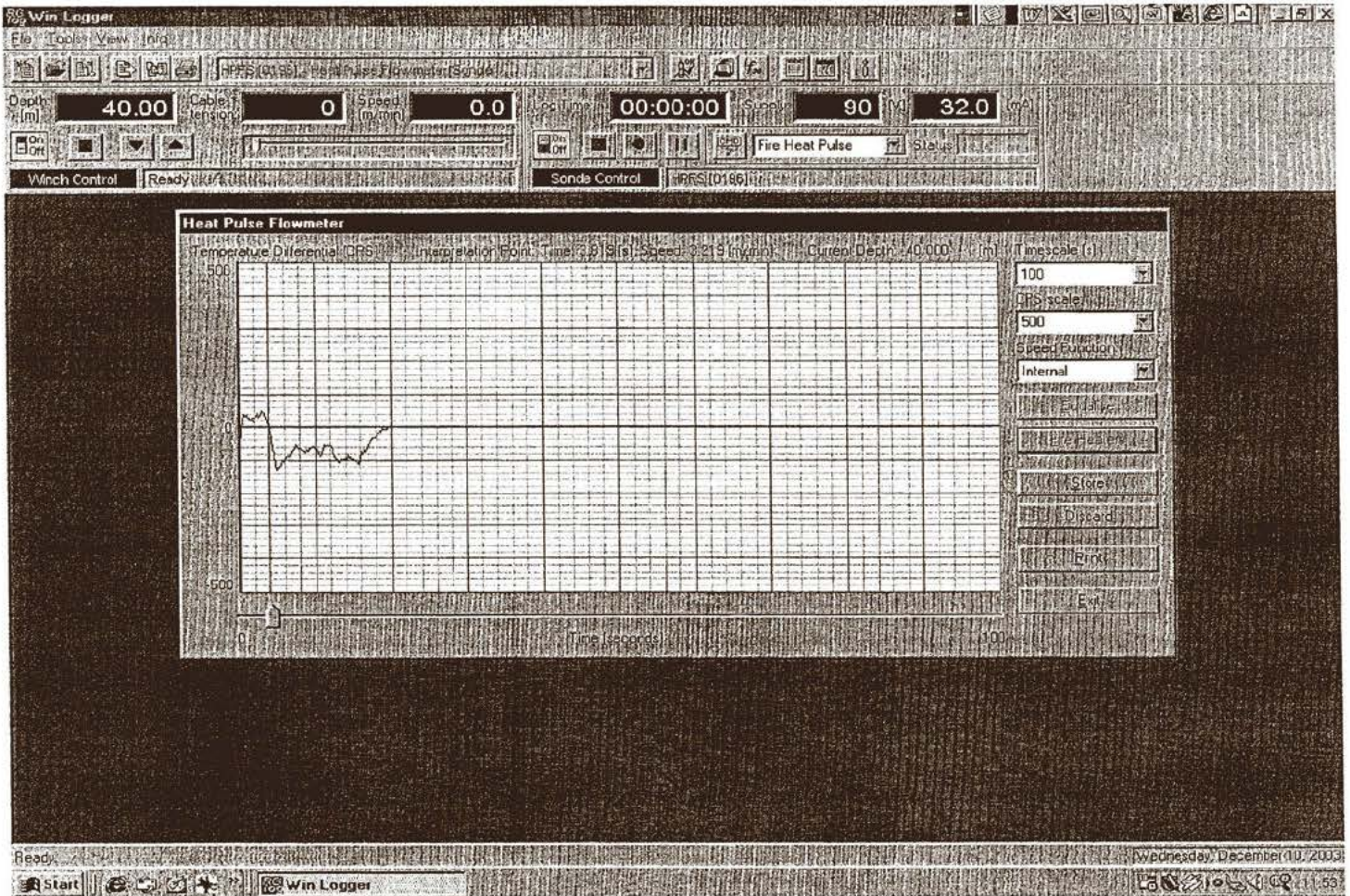


211.18

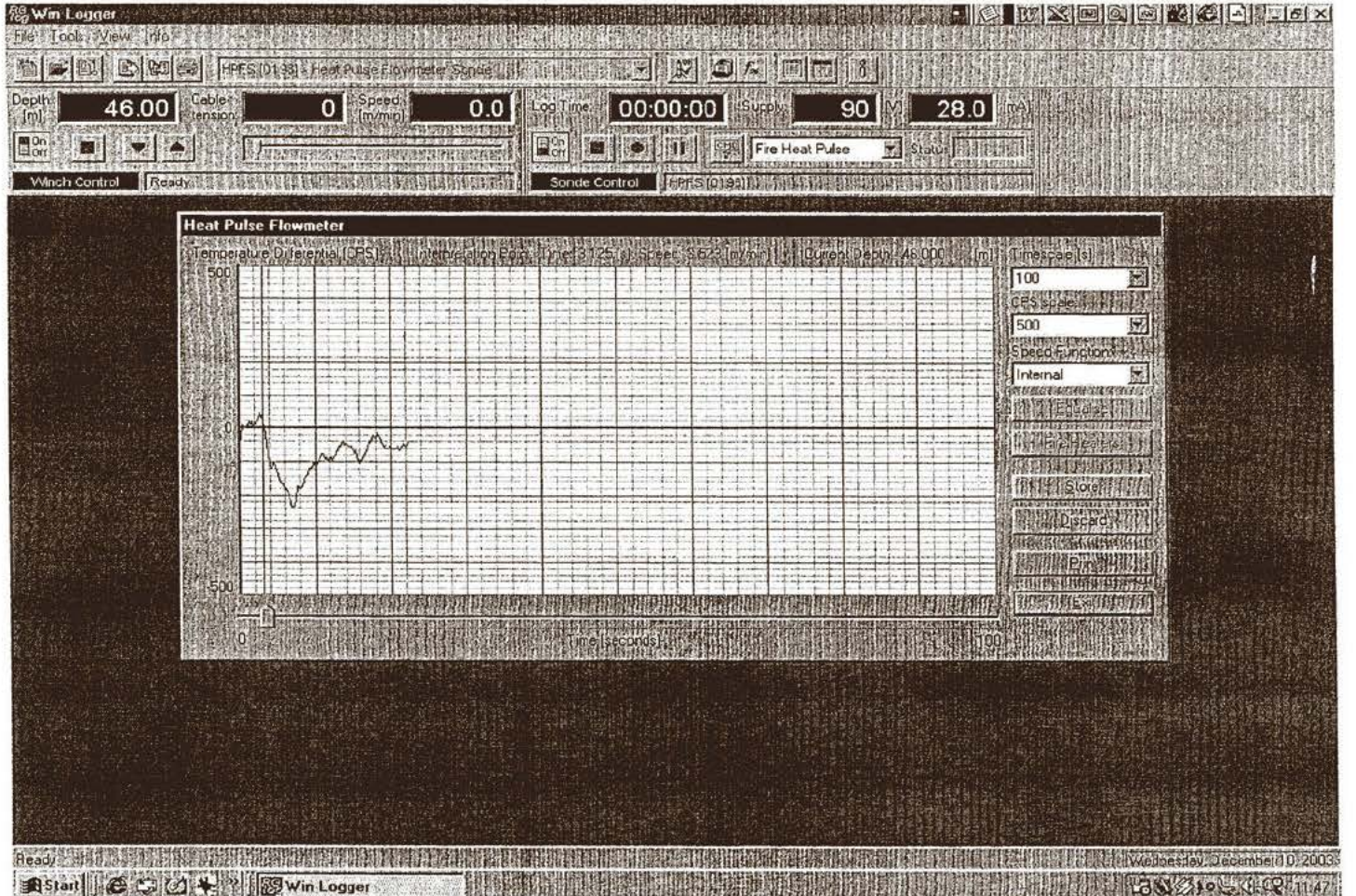


211.18

211.18

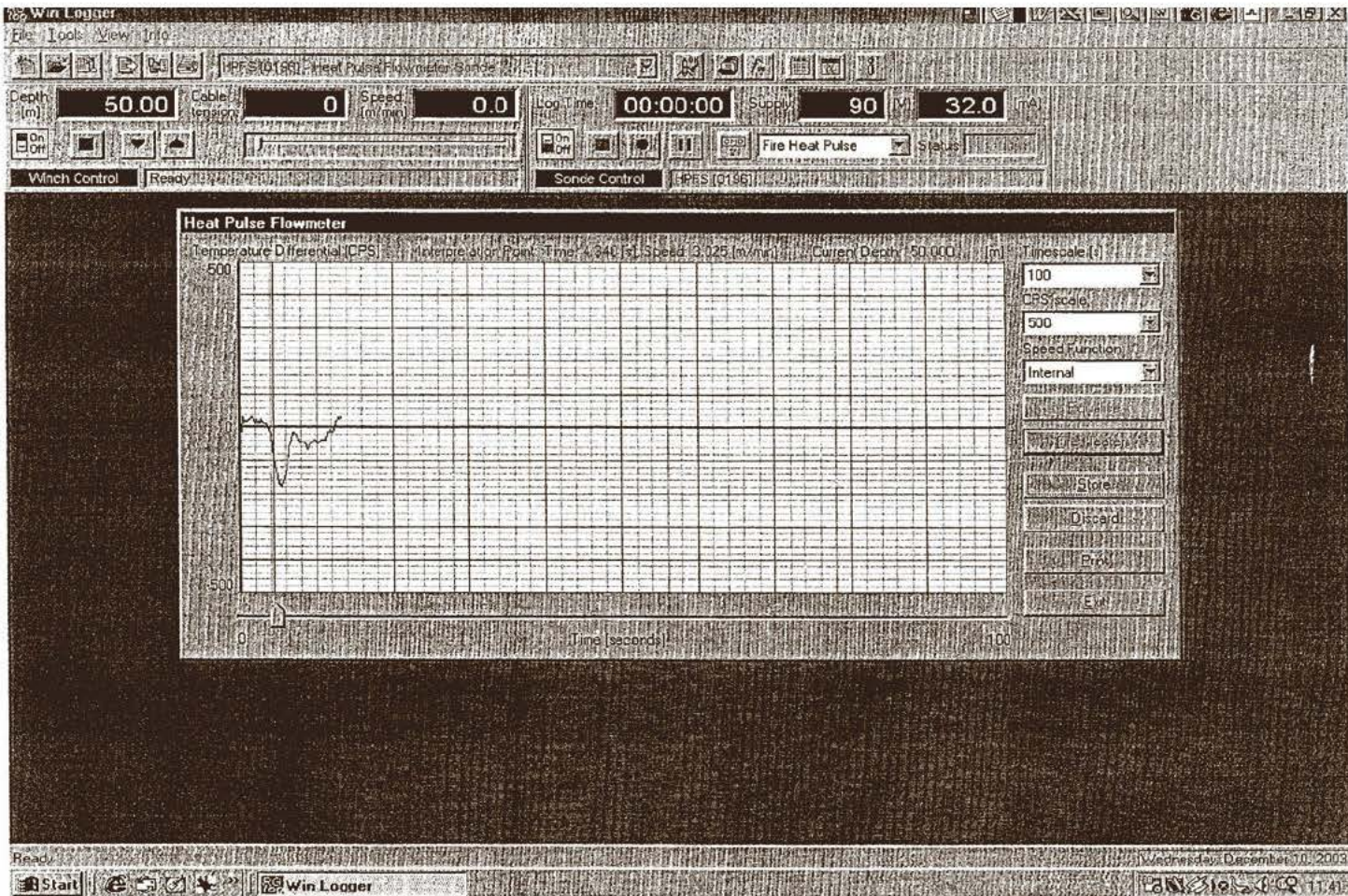


2118

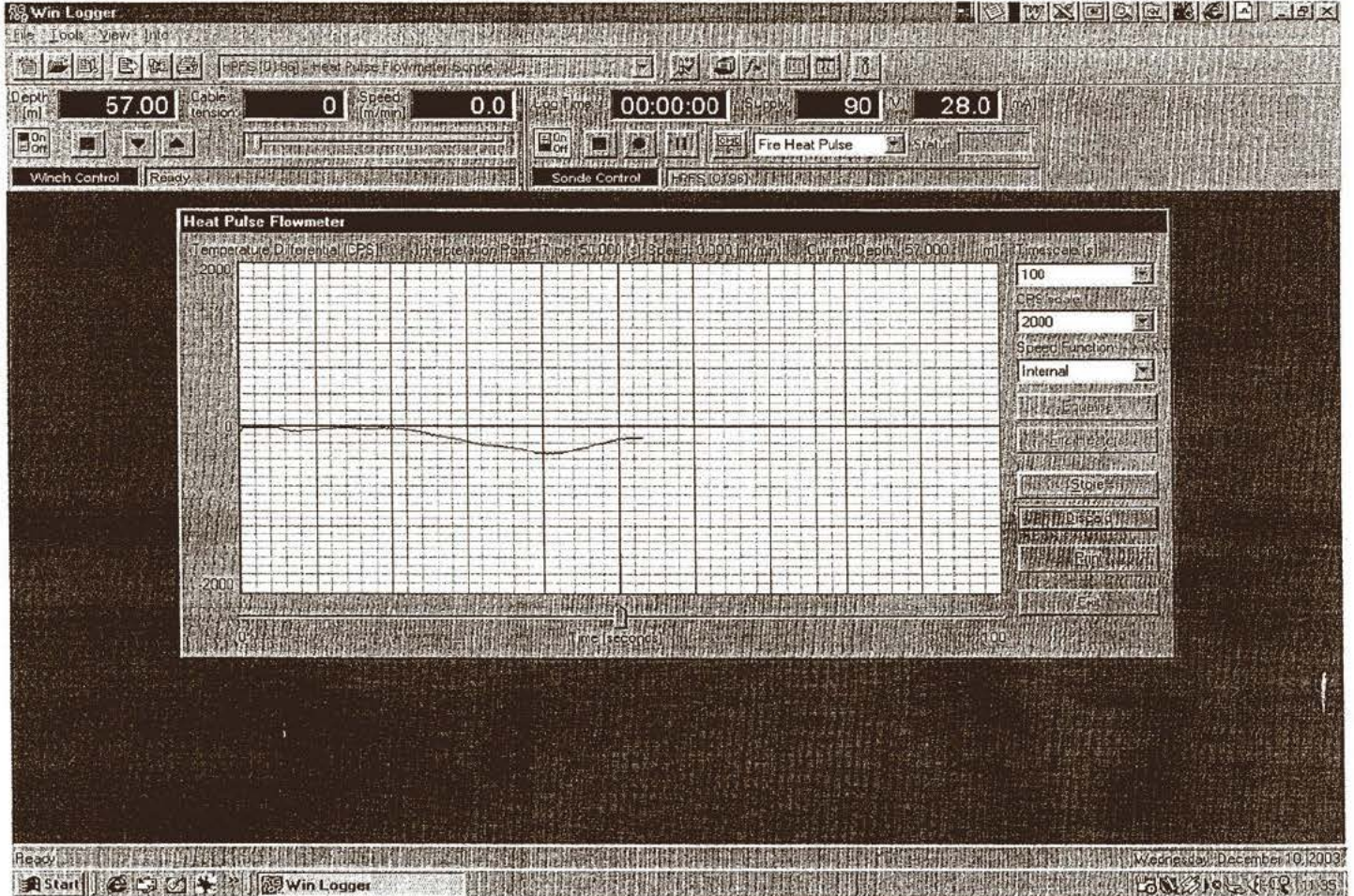


211.18

2118



211.18



211.18

211.18