ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

KALMANSTJÖRN
Dæluprófun KAL-6, KAL-7 og KAL-8

Sæþór L. Jónsson, Orkustofnun
Hrefna Kristmannsdóttir, Orkustofnun
Verkfræðistofan Vatnaskil hf.
Unnið fyrir Silfurgen hf.

OS-87020/JHD-13 B Apríl 1987

ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknúmer : 014-1987

KALMANSTJÖRN
Dæluprófun KAL-6, KAL-7 og KAL-8

Sæþór L. Jónsson, Orkustofnun
Hrefna Kristmannsdóttir, Orkustofnun
Verkfræðistofan Vatnaskil hf.
Unnið fyrir Silfurgen hf.

OS-87020/JHD-13 B Apríl 1987

EFNISYFIRLIT

		Bls.
1	INNGANGUR	5
2	SKILGREININGAR	6
3	ÁHRIF SJÁVARFALLA	7
4	ÞREPAPRÓFANIR	8
5	LANGTÍMAPRÓFUN	9
6	BREYTING Á HITASTIGI	10
7	JÖFNUN VATNSBORÐS	10
8	EFNASAMSETNING VATNSINS	11
9	NIÐURSTAÐA	15
VIÐAUKI		32

TÖFLUR

1	Áhrif sjávarfalla í borholum	7
2	Þrepaprófanir	8
3	Efnasamsetning vatns frá dæluprófunum KAL-6 og djúpsýnis	12
4	Efnasamsetning sýna frá síuprófun vatns úr KAL-6	13
5	Efnasamsetning vatns við dæluprófanir í KAL-7 og KAL-8	14
6	Niðurdráttarspá	15

MYNDASKRÁ

		Bls.
1	Afstöðumynd	17
2	KAL-6. Borholusnið	18
3	Lagstreymis- og iðustreymistap	18
4	Sjávarfallamæling KAL-8	19
5	Sjávarfallamæling KAL-7	19
6	Seinkun sjávarfallabylgju sem fall af fjarlægð frá strönd	20
7	Dempun sjávarfallabylgju sem fall af fjarlægð frá strönd	20
8	Þrepapróf KAL-6	21
9	" KAL-8 fyrri	21
10	" KAL-8 seinni	22
11	" KAL-7	22
12	Niðurdráttarspá KAL-6	23
13	" KAL-8 fyrri	23
14	" KAL-8 seinni	24
15	" KAL-7	24
16	Langtímadæluprófun KAL-6	25
17	" KAL-8	25
18	" KAL-7	26
19	Niðurdráttur KAL-6	26
20	" KAL-8	27
21	" KAL-7	27

		Bls.
22	Breyting í hitastigi KAL-8	28
22a	KAL-6. Tengsl hita og loftþrýstings	28
23	KAL-6. Jöfnun vatnsborðs	29
24	KAL-6. " "	29
25	KAL-8. " "	30
26	KAL-6. " " mæling I	30
27	KAL-6. " " mæling II	31
28	KAL-8. " "	31

1 INNGANGUR

Dagana 25. júní til 17. júlí 1986 var boruð 184ra m djúp hola, KAL-6, við Kalmanstjörn í Hafnahreppi (mynd 1). Tilgangur borunnar var að afla volgs sjávar til fiskeldis. Að ósk verkkaupa var holan dæluprófuð og fór prófunin fram 30. júlí - 15. ágúst sama ár. Gerð hefur verið grein fyrir niðurstöðum úr þeim prófunum í sérstakri skýrslu (OS-86055/JHD-19 B).

Tvær grunnar holur, KAL-7 og KAL-8, ætlaðar til öflunar grunnvatns, voru einnig boraðar, 14,5 m og 23,5 m djúpar og 11 3/3" víðar (mynd 2 og Viðauki). Fjarlægð frá sjó er um 500 m.

Í nóvember 1986 óskaði Silfurlax eftir því við Orkustofnun að hún annaðist dæluprófun á öllum holum á svæðinu í þeim tilgangi að meta vatnsgæfni holanna og kanna hvort breyting yrði í efnainnihaldi og hitastigi vatnsins við dælingu. Prófunin fór fram á tímabilinu nóv 86 - Feb 87 og miðaði að eftirfarandi:

a) að mæla skammtímaniðurdrátt við þrepadælingu.

b) að framreikna niðurdrátt til nokkurra ára með hjálp leiðnigilda sem fundin væru með vikulöngum prófunum.

d) að kanna áhrif langvarandi dælingar á hitastig og efnainnihald vatnsins.

e) Kanna áhrif sjávarfalla á vatnsborð í holunum og finna út hlutfall leiðni og geymslustuðuls.

Á meðan prófun holunnar stóð yfir voru eftirfarandi atriði skráð á tölvustýrt mælitæki: Rennsli úr borholu, dýpi á vatnsborð í dæluholu og athugunarholu, hitastig vatnsins og loftþrýstingur.

Starfsmenn vinnslutæknideildar Orkustofnunar sáu um framkvæmd prófunarinnar og gagnaöflun en Verkfræðistofan Vatnaskil hf annaðist úrvinnslu.

2 SKILGREININGAR

Við dæluprófanir eru ýmsir stuðlar ákvarðaðir sem gefa vísbendingu um það hve miklu vatni er unnt að dæla úr viðkomandi borholum eða jarðlögum. Hér að neðan verður gerð stuttlega grein fyrir nokkrum þeirra.

Lagstreymis- og iðustreymistap. Við dælingu úr borholum lækkar vatnsborð þeirra yfirleitt nokkuð. Þessi niðurdráttur stafar annars vegar af niðurstreymistapi í holunni sjálfri og hins vegar af lagstreymistapi við að vatnið rennur um jarðlögin í átt að holunni (mynd 3). Iðustreymistap kemur yfirleitt fram strax við upphaf dælingar. Það er oft talið vera tengt dælumagninu í öðru veldi og nær endanlegri stærð mjög fljótt. Lagstreymistap er línulega háð dælumagninu. Það vex að jafnaði því lengur sem dælt er úr holunni og nær yfirleitt ekki endanlegri stærð nema við sérstakar aðstæður. Taka þarf tillit til beggja þessara þátta þegar metið er hvaða vatnsmagni er heppilegt að dæla úr viðkomandi holu þar sem þeir vaxa mishratt með aukinni dælingu.

Geymslustuðull, S. er mælikvarði á rúmmál þess vatns sem unnt er að taka úr jarðlögum.

Leiðnistuðull, T, vatnsleiðara er mælikvarði á það hversu hratt streymir eftir honum undan vatnshalla. Leiðnigildi vatnsleiðara liggja á bilinu 10^{-5} m^2/s - 10 m^2/s. Vatnsleiðari sem hefur leiðnina 10^{-5} m^2/s nægir tæpast fyrir einstaka sveitabæi, hins vegar er unnt að dæla 200-500 l/s úr jarðlögum sem hafa vatnsleiðni uppá 10 m^2/s að því tilskyldu að vatn berist til leiðarans á annað borð. Þetta vatnsmagn dugir vel fyrir flest iðnaðarnot, þar með talið fiskeldi.

3 ÁHRIF SJÁVARFALLA

Áhrif sjávarfalla í KAL-8 voru sírituð dagana 14. jan - 16. jan 1987, en í KAL-7 dagana 19. jan. - 20 jan. 1987 (myndir 4 og 5).

Nokkrar athugunarholur eru á svæðinu og hafa áhrif sjávarfalla á vatnsborð í þeim verið könnuð. Tafla 1 sýnir niðurstöður úr þeim mælingum og jafnframt hinum nýju holum. Hlutfall T/S í töflunni fyrir KAL-1 og KAL-2 er nokkuð breytt frá fyrri prófunum. Það stafar af því að fjarlægð í holurnar frá sjó var ekki rétt metin þar sem nákvæm kort voru ekki til þegar unnið var úr mælingunum.

TAFLA 1 Áhrif sjávarfalla í borholum

	Hlutfall af sjávarföllum %	Fjarlægð frá sjó	Taftími sjávarfalla mínutur	Hlutfall leiðni og geymslustuðuls m^2/s	
				Miðað við sjávarfalla-sveiflu	Miðað við taftíma
KAL-1	37	170	90	2,1	3,5
KAL-2	37	450	76	14,5	24,5
KAL-3	40		84	2,8	4,5
KAL-4	44		73	0,8	1,3
KAL-6	33	440	78	21,8	40,2
KAL-7	35	450	87	16,5	33,1
KAL-8	38	400	93	17,9	28,9

Þetta eru verulega há leiðnigildi. Myndir 6 og 7 sýna svæðisbundið hlutfall. T/S gildið er um 13-26 m^2/s sem er með því hæsta sem mælst hefur á landinu, en þó nokkru lægra en er við Grindavík.

4 ÞREPAPRÓFANIR

Niðurdráttur vatnsborðs í þrepaprófun fylgir almennt líkingunni:

$$h = h_0 + B\,Q + C\,Q^2$$

þar sem:

h = Dýpi á vatn í holunni (m).

h_0 = Upphaflegt vatnsdýpi (m).

$B\,Q$ = Niðurdráttur sem stafar af lagstreymistapi (m).

$C\,Q^2$ = Niðurdráttur vegna iðustreymis (m).

Q = Dæling í m^3/s

Holurnar voru þrepaprófaðar og náðust mest 56 l/s úr hverri holu, með þessum tækjabúnaði (myndir 8-11). Þar sem mikil sjávarföll eru í holunum þarf að leiðrétta fyrir þeim áður en niðurdráttur er metinn. Í hverri prófun var athugunarhola í um 135 - 150 m fjarlægð sírituð um leið. Sökum þess að jarðlögin hafa mikla leiðni er víst að niðurdráttur nær ekki til athugunarholunnar. Þess vegna má nota athugunarholuna sem viðmiðun þegar leiðrétt er fyrir sjávarföllum.

Niðurstöður eru settar fram í töflu 2 og myndum 12-15:

TAFLA 2 Þrepaprófanir

Hola	Dags. prófunar	Upphaflegt dýpi m	B m^2/s	C m^5/s^2
KAL-6	861223	10,38	2,81	117,14
KAL-7	870120	7,24	0,84	77,62
KAL-8	870109	10,46	2,43	39,90
KAL-8	870114	11,09	1,92	69,23
KAL-6	860730		2,61	91,51 (29 l/s)

Neðst í töflu 2 eru settar fram niðurstöður fyrir KAL-6 eftir dæluprófun sem framkvæmd var með minni dælingu (29 l/s) sumarið 1986. Þar kemur fram að leiðnistuðlarnir sem lýsa niðurdrætti sem stafar af lagstreymistapi eru mjög svipaðir í báðum prófunum. Hins vegar er talsverður munur á stuðlunum sem lýsa iðustreymistapi og er það að vonum, þar sem óvissa í dælingu gengur inn í þann stuðul í öðru veldi.

Upplýsingar úr töflu 2 eru notaðar til að setja fram niðurdráttarspá fyrir holurnar. Það er gert í kafla 8.

Leiðnigildið fundið frá þrepaprófuninni reynist vera 0,35 m^2/s og er þá miðað við að geymslustuðullinn sé u.þ.b. 0,1. Þetta eru há leiðnigildi. Sökum þess að þrepapróf lýsa aðeins niðurdrætti í skamman tíma er fremur varasamt að nota leiðnistuðla fyrir lagstreymistap frá slíkum prófum til að framreikna niðurdrátt. Langtímaprófun gefur mun meira öryggi og verður fjallað um það í næsta kafla.

5 LANGTÍMAPRÓFUN

Til að kanna viðbrögð svæðisins til langframa var dælt úr holunum í um vikutíma (myndir 16-18). Þar sem mikil sjávarföll eru í holunum, var reynt að leiðrétta fyrir þeim. Margar aðferðir voru reyndar, en að lokum var leiðrétt fyrir sjávarfallaáhrifum á sama hátt og í þrepaprófuninni, þ.e. með því að draga vatnsborð athugunarholu frá vatnsborði í dæluholu og nota mismuninn sem vísbendingu um niðurdrátt (myndir 19, 20, 21). Talsverð truflun virðist vera í mælingu KAL-6. Er líklegt að loftrör í þrýstiskynjara hafi verið stíflað, þannig að áhrif loftþrýstings á vatnsborðsstöðu í KAL-6 eru öfug við það sem við má búast. Hins vegar eru vísbendingar í jöfnuninni um að leiðnin sé milli 0,3 - 0,6 m^2/s (sjá kafla 7 og fyrri prófun).

Búið var að staðfesta að hitabreytingar í KAL-6 fylgja sjávarföllum (sbr. OS-86055/JHD-19B). Ljóst er að fylgni er milli hitastigs og loftþrýstiáhrifa, sem gefur til kynna að holan sé lokuð frá andrúmsloftinu.

Niðurstöður úr úrvinnslu grunnu mæliholanna eru eftirfarandi (myndir 20-21):

HOLA	Dags prófunar	Leiðni m^2/s
KAL-8	870109 - 870114	0,3-1
KAL-7	870120 - 870122	2

Veruleg óregla er á mismun mælinganna, og talsvert erfitt að meta leiðnigildin óyggjandi. Hins vegar er ljóst að þau eru mjög há, eða um og yfir 1 m^2/s. Til öryggis er leiðnigildi 0,3 m^2/s notuð við spána fyrir langtímaniðurdrátt þar sem það er heldur íhaldsamt mat.

6 BREYTING Á HITASTIGI

Könnuð voru lauslega áhrif breytilegrar sjávarstöðu á hitastig dæluvatnsins. Í KAL-6 eru sömu áhrif og sýnd voru í skýrslu Orkustofnunar, OS-86055/JHD-19B. Til viðbótar má sjá á mynd 22a að þar sem vatnsstaða í holunni er einnig háð loftþrýstingi hefur hann verulega áhrif á hitastig dæluvatns. Þetta styður þá ályktun sem sett var í ofangreindri skýrslu að vatnsleiðarinn með hlýrri sjónum sé betur leiðandi og við lága vatnsstöðu vaxi hlutur hans á kostnað þess kaldari.

Einnig var breyting á hitastigi könnuð í KAL-8 (mynd 22). Nokkur dreifing er á hitagildunum, en ekki verður séð að neitt samband sé milli vatnsstöðu og hitagilda í holunni.

7 JÖFNUN VATNSBORÐS

Við lok langtímaprófunar og þrepaprófunar var jöfnun vatnsborðs mæld bæði í dæluholum og athugunarholum (myndir 23-25).

Sem fyrr reynist erfitt að greina nokkra breytingu á vatnsborði, sjá myndir 26-28, og má segja að leiðnigildin séu hærri en 0,3 m^2/s. Gildi þessi eru mjög í samræmi við leiðnigildi fundin með langtímaprófuninni.

8 EFNASAMSETNING VATNSINS

Niðurstöður efnagreininga vatnsins úr fyrstu dæluprófun í holu KAL-6 hafa birst í skýrslu OS-86055/JHD-19 B. Í töflu 3 eru sýndar niðurstöður efnagreininga á vatni í öllum þrem dæluprófunum í þeirri holu. Í töflu 4 eru niðurstöður efnagreiningar vegna síuprófana í holu KAL-6, og í töflu 5 eru efnagreiningar á vatni frá dæluprófunum á holum 7 og 8 í Kalmanstjörn.

Almenn umsögn um vatnið úr KAL-6 var í ofangreindri skýrslu og gildir hún um vatn úr öllum þremur dæluprófunum í KAL-6, nema hvað járnstyrk og manganstyrk varðar. Selta sýnanna er um 35°/oo, sem er nálægt seltu djúpsjávar sunnan Reykjaness. Djúpsýnið er nokkru saltara, eða 36,2 °/oo. Sýrustig vatnsins er verulega lægra en í sjó. Kísilstyrkur er mun hærri en í sjó svo og hitastig vatnsins. Styrkur flúors er allnokkru lægri en í sjó en flest önnur aðalefni hafa svipaðan styrk og gerist í sjó af sömu seltu. Styrkur súlfíðsins er mjög lágur í jarðsjónum og er langt undir mettunarmörkum við hitastig sýnanna.

Í fyrstu dæluprófuninni kom fram mjög hár styrkur járns og mangans. Styrkur járns í sjó er um 3 ppb (mg/kg) og mangans um 0,4 ppb (mg/kg). Í síðari dæluprófunum er járn og manganstyrkur lægri en í þeirri fyrstu en ekki er samræmi milli styrks járns og mangans og breytinga á styrk þeirra. Grunur leikur á að í fyrstu dælingunni kunni að hafa verið um járnmengun að ræða frá rörunum, sem sett voru niður í holuna, því þau komu upp sjáanlega tærð. Manganstyrkur vatnsins getur hins vegar ekki stafað af mengun frá stálrörunum, þar sem hann er svo hár að heildarmagn mangans í rörunum dugir engan veginn til að gefa þann styrk á meðan á dæluprófunum stendur. Sveiflurnar í styrk mangans eru ekki auðskýrðar, en ljóst er að styrkur þessa efnis í vatninu var á bilinu 0,1-0,4 mg/kg í dæluprófununum þrem. Hins vegar mældist ekkert mangan í vatninu þegar síuprófun var gerð (sjá töflu 4) og járnstyrkur í því vatni var einnig í lágmarki og lægri en lægst mældist í þriðju aðaldæluprófuninni. Litlu vatni var dælt í síuprófununum, 4-5 l/s, en 30-40 l/mín. af því voru leiddir í gegnum síuna. Í dæluprófununum var dælt 56-62 l/s.

Styrkur fjögurra efna, annarra en járns og mangans, var mældur til samanburðar í síuprófunarvatninu. Styrkur þessara efna var mjög sambærilegur og í vatni úr dæluprófununum. Selta sýnanna var þó að jafnaði heldur hærri en í dæluprófununum, eða 36,4 °/oo að meðaltali. Í dæluprófununum var seltan 35,2 °/oo að meðaltali. Álstyrkur mældist neðan við 5 ppb í öllum sýnum, bæði úr dæluprófunum og síuprófunum.

Niðurstöður efnagreininga sýna, úr dæluprófunum í holum KAL-7 og KAL-8 eru í töflu 5.

TAFLA 3 EFNASAMSETNING VATNS FRÁ DÆLUPRÓFUNUM KAL-6 OG DJÚPSÝNIS

Dags. kl.	860801	860805	860807	860808	861127 10:30	861127 14:30	861127 18:30	861127 22:30	861218 16:30	861220 17:30	861222 08:45	861222 12:45	861222 16:45	861222 20:45	870114 140 m d
Hiti °C	-	12	12	11	12	12	12	12	12	12	11,5	11	12	11,5	-
pH/°C	7,78/22	7,77/24	7,78/24	7,75/21	7,81/24	7,80/24	7,80/24	7,87/18	7,79/23	7,80/20	7,74/22	7,73/22	7,76/22	7,76/22	7,84/23
OHM/°C	0,19/22	0,19/22	0,19/22	0,19/22	0,19/21	0,19/21	0,19/21	0,19/21	0,19/21	0,19/21	0,19/21	0,19/21	0,19/21	0,19/21	
SiO_2 mg/kg	12,4	12,4	12,5	11,8	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,3	12,1	12,1	12,1	12,2	
Na -	10662	10683	10609	10689	10874	10805	10805	10874	10748	10738	10794	10726	10726	10794	
K -	438	439	445	447	418	416	412	407	408	411	410	411	411	412	
Ca -	502	502	493	490	497	484	487	489	474	481	478	475	481	482	
Mg -	1208	1231	1251	1234	1267	1267	1267	1262	1281	1277	1247	1233	1228	1233	
CO_2 - Tot karb	95,8	96,3	97,1	102,0	90,1	90,5	91,0	90,1	94,1	94,5	96,7	97,6	95,4	97,1	88,3
SO_4 -	2670	2692	2668	2651	2735	2722	2721	2710	2686	2691	2607	2690	2695	2699	2720
H_2S -	<0,03	<0,03	<0,03	<0,02	-	-	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Cl -	19300	19335	19414	19120	19546	19536	19541	19731	19463	19444	19464	19567	19580	19598	20091
F -	0,48	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,50	0,50	0,49	0,49	0,49	0,50	0,50	0,50	
Uppl. efni -	39582	39838	39564	39594	36284	36334	36084	36426	36494	36482	36702	36270	36468	36484	
O_2 -	0,65	0,75	0,80	0,65	-	0,80	0,80	0,85	-	-	-	0,65	-	-	
Fe -	0,34	0,34	0,28	0,16	0,12	0,12	0,15	0,24	0,03	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	
Mn -	0,27	0,22	0,26	0,40	0,10	0,10	0,10	0,10	0,05	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	
Li -	0,15	0,22	-	-											
NH_4 -															0,01
NO_3 -															0,46
NO_2 -															<0,002
Al ppb			<5					<5						<5	

TAFLA 4 Efnasamsetning sýna frá síuprófun vatns úr KAL 6

Sýni	I framan síu 38 l/m	II aftan síu 38 l/m	III framan síu 100 l/m	IV aftan síu 100 l/m	V Hvati framan síu	VI Hvati aftan síu	VII Hvati framan síu	VIII Hvati aftan síu
Dags	870217	870217	870217	870217	870217	870217	870217	870217
Hiti °C	13	13	13	13	13	13	13	13
pH/°C	7,81/24	7,69/24	7,81/24	7,78/24	7,83/23	7,69/24	7,82/24	7,80/24
CO_2 mg/kg	88,8	87,9	88,8	89,2	88,8	88,3	89,2	88,3
SO_4 -	2718	2728	2723	2726	2729	2735	2728	2728
Cl -	20125	20116	20079	20136	20168	20180	20197	20203
Fe -	0,025	0,025	0,04	0,025	0,03	0,025	0,03	0,025
Mn -	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Al ppb	≃10	≃10	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5

TAFLA 5 Efnasamsetning vatns við dæluprófanir í KAL 7 og KAL 8

Sýni		KAL 7 loftdæl	KAL 7	KAL 8	KAL 8
Dagsetn.		861105	870122	870112	870114
Hiti °C		-	6,5	6	6
pH/°C		7,69/13	7,68/24	7,67/23	7,68/23
OHMM/°C		1,25/21	-	-	-
SiO_2	mg/kg	10,2	12,2	12,8	12,8
Na	-	1295	1853	983	1014
K	-	52	73	38	39
Ca	-	59	80	45	47
Mg	-	167	220	116	120
CO_2	-	30,3	33,3	25,4	25,4
SO_4	-	328	465	245	255
H_2S	-	<0,03	-	-	-
Cl	-	2472	3449	1815	1882
F	-	0,17	0,19	0,14	0,14
Uppl.efni	-	4748	6583	3411	3653
O_2	-	-	11	10,5	11
Fe	-	0,01	0,03	0,025	0,025
Mn	-	0,01	0,0	0,0	0,0
NH_4	-		0,003		0,003
NO_3	-		0,28		0,25
NO_2	-		< 0,002		< 0,002
Al	ppb		< 5	≃ 5	

Úr KAL-7 er eitt sýni sem tekið var í loftdælingu strax að lokinni borun og er því tæplega marktækt og eitt úr sjálfri dæluprófuninni. Síðara sýnið er talsvert efnaríkara og greinilegt að holan er þá komin í meira jafnvægi. Styrkur uppleystra efna í þessu vatni er rúmlega 6500 mg/kg svo það verður að teljast ísalt en ekki ferskt (6,3 $^{o}/_{oo}$).

Tvö sýni voru tekin úr dæluprófun KAL-8. Þau eru mun ferskari en vatnið úr KAL-7, með styrk uppleystra efna um 3500 mg/kg.

Öll eru sýnin mettuð af súrefni, járn og manganstyrkur er nær enginn og nítrít og ammoníumstyrkur sömuleiðis. Nítratstyrkur er einnig fremur lágur, $\leq$0,3 mg/kg. Álstyrkur er lægri en 5 ppb. Sýnin úr KAL-8 virðast að flestu leyti ágætlega nýtileg sem ferskvatn og sama máli gegnir um vatnið úr KAL-7 nema hvað það er orðið nokkru saltara.

9 NIÐURSTAÐA

Niðurdrátttarspá fyrir skamman tíma og mismikla dælingu er sett fram á töflu 6. Hún er byggð á líkingu sem sett er fram í kafla 4.

TAFLA 6 Niðurdráttarspá

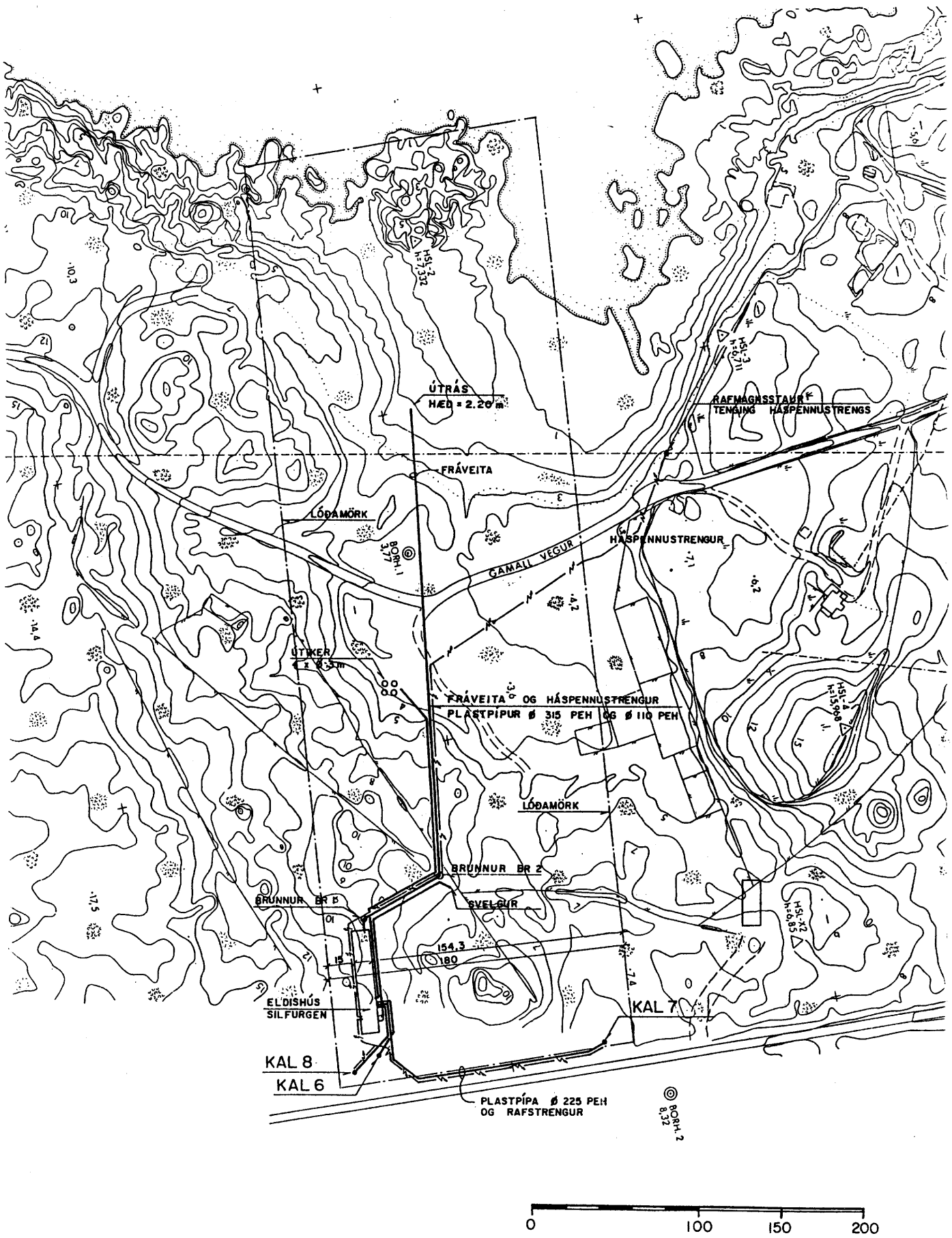
Dæling l/s	Niðurdráttur í m KAL6	KAL8	KAL7	
0	0	0	0	
50	0,33	0,27	0,24	
100	1,45	0,88	0,86	
150	3,06	1,85	1,87	
200	5,25	3,15	3,28	*
250	8,00	4,80	5,10	
300	11,40	6,80	7,30	

* Óvissa í niðurdráttarspá fer að verða veruleg.

Það er ljóst að unnt er að ná verulegu vatnsmagni úr holunum. Engin ytri mörk á vatnsleiðarunum sjást. Miðað við íhaldsamt mat á leiðnigildi T = 0,3 m^2/s verður langtímaniðurdráttur í hverri holu við 300 l/s í 20 ár um 2 m, sem bætast við gildin í töflu 6. Það sem verður takmarkandi þáttur er iðustreymistap í holunni sjálfri og vídd hennar. Engin vísbending er um annað en að unnt verði að ná þessu

vatnsmagni án neins verulegs niðurdráttar sem stafar af lagstreymistapi.

Hitastig KAL-6 kemur til með að breytast með sjávarföllum og loftþrýstingi. Kólnun varð í holunni í prófun en trúlegast stafar það frekar af loftþrýstingsbreytingum sem urðu á meðan prófun stóð yfir fremur en að varanleg kólnun sé í vatnsleiðaranum. Engin marktæk breyting á hitastigi er sjáanleg í KAL 7 og 8.



MYND 1 Afstöðumynd

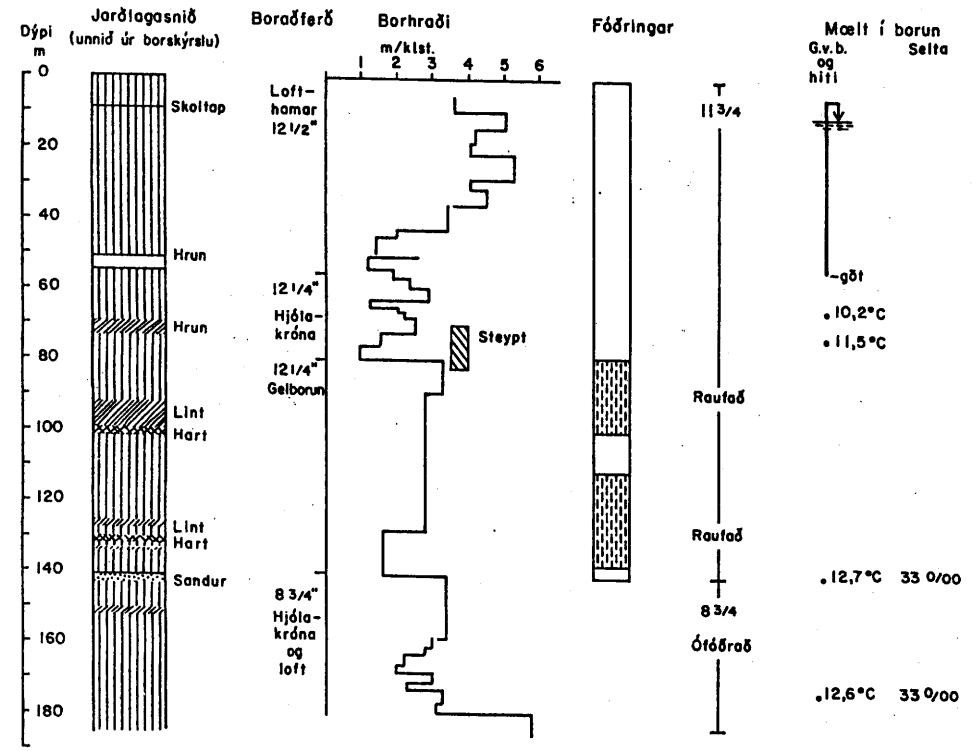
SILFURGEN

SILFURGEN VIÐ KALMANSTJÖRN
ELDISHÚS OG LAGNIR
YFIRLITSMYND

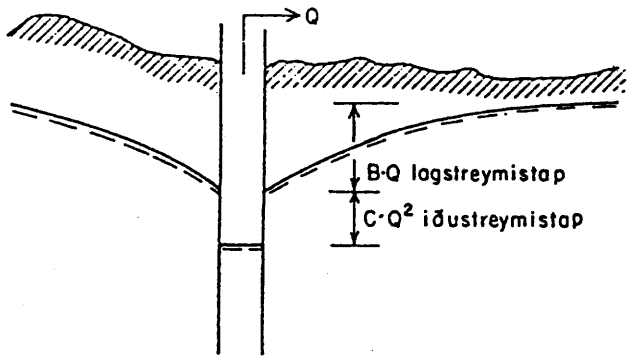
ALMENNA VERKFRÆÐISTOFAN HF

Hannað | Teiknað GRD
Athugað | Samþ | Dags 17.2.'87 | Nr | 896 | F | 01 | A

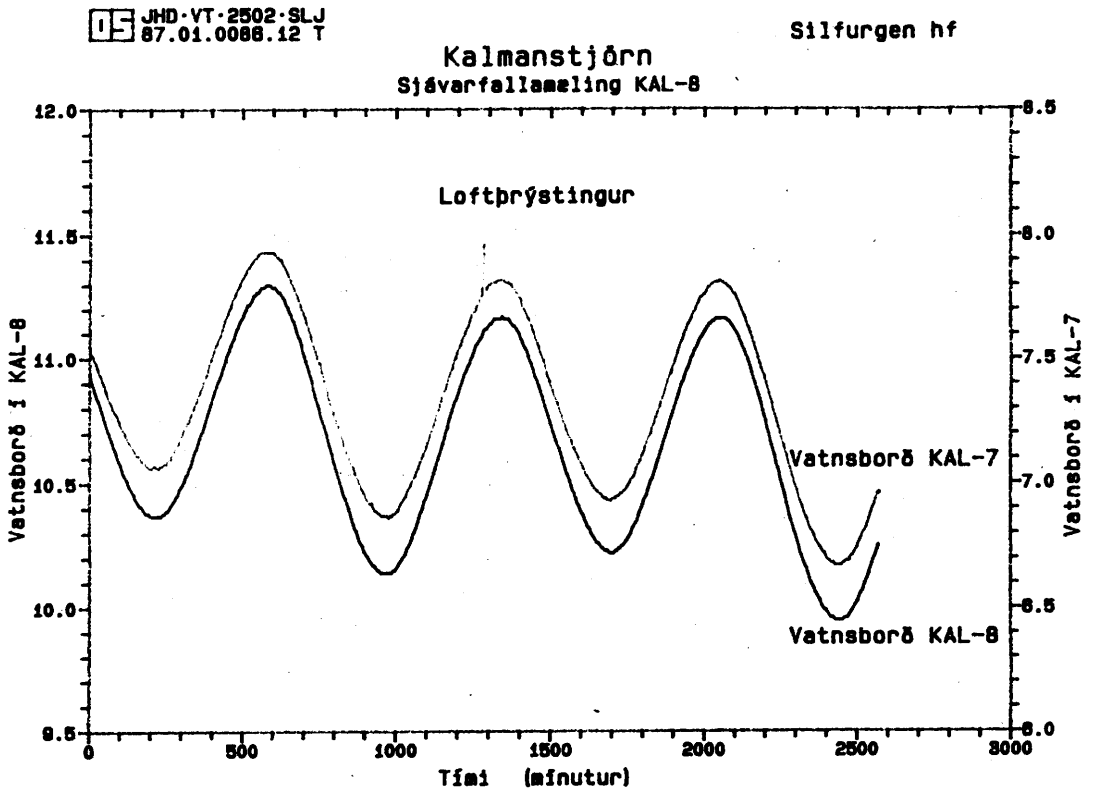
JHD-VT-2502-DE
86.09-0692-EK



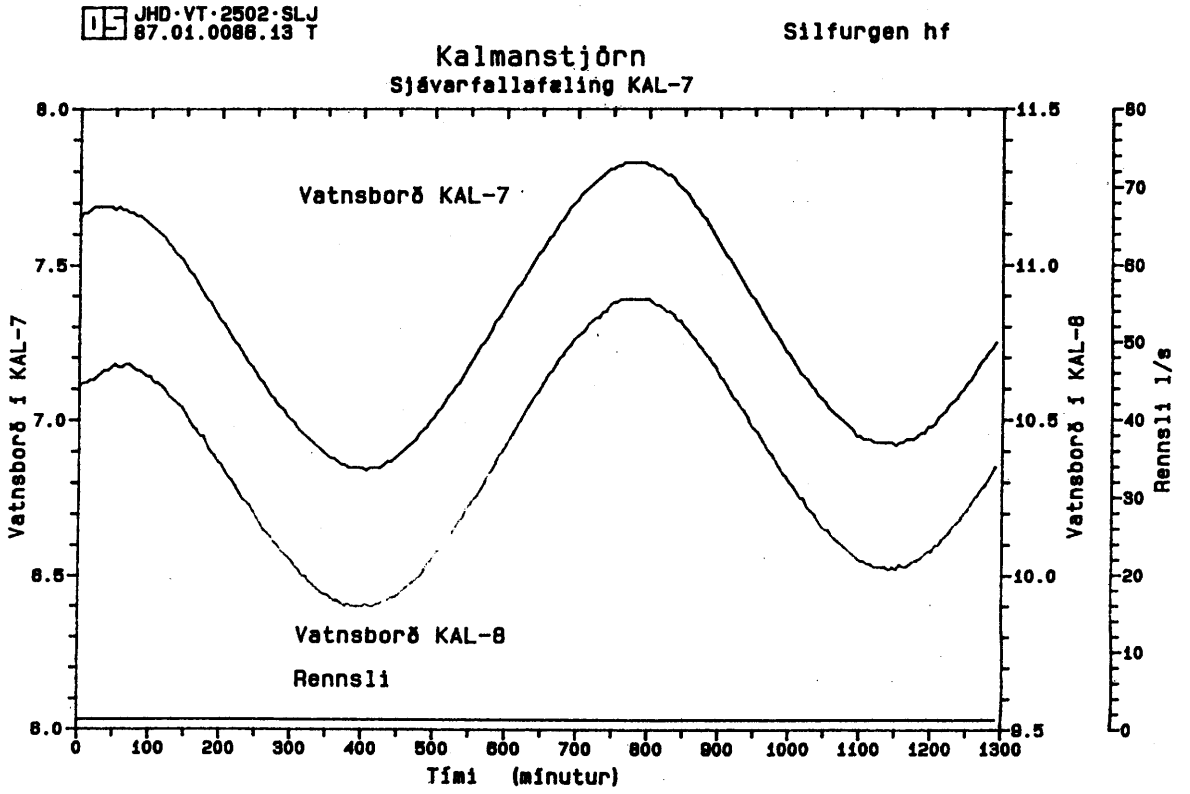
MYND 2 KAL-6. Borholusnið



MYND 3 Lagstreymis- og iðustreymistap



MYND 4 Sjávarfallamæling KAL-8

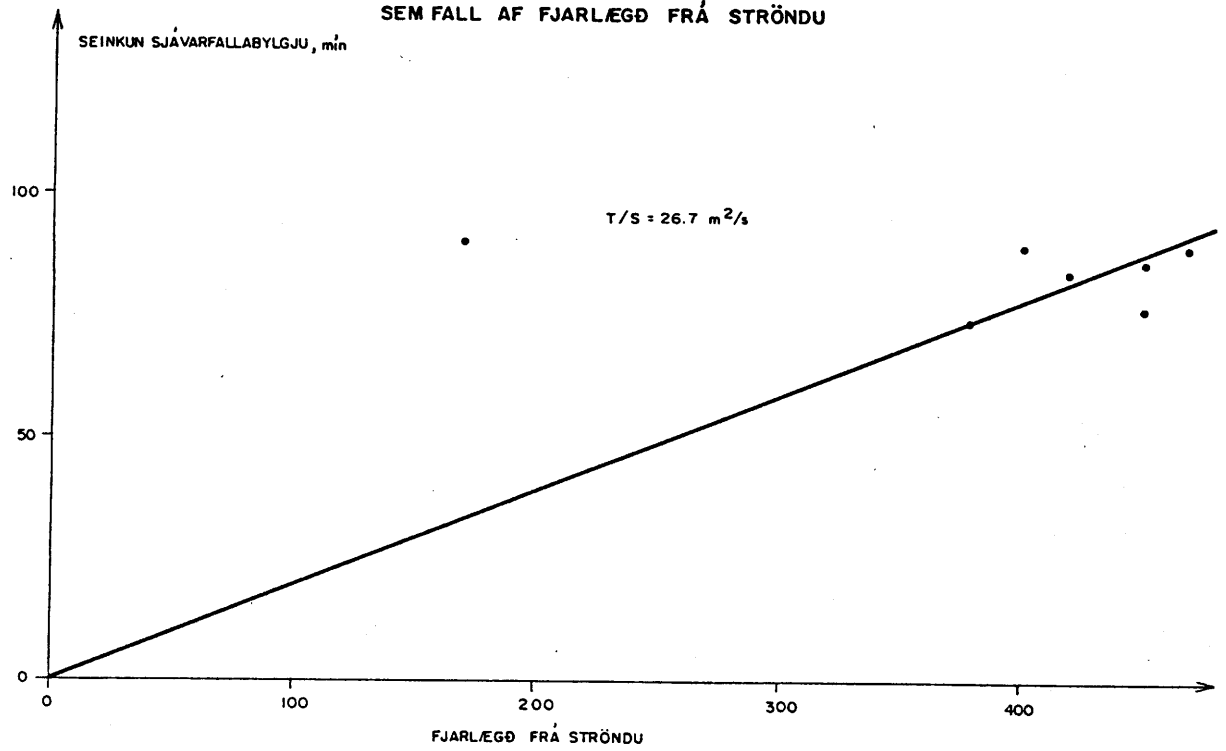


MYND 5 Sjávarfallamæling KAL-7

VERKFRÆÐISTOFAN VATNASKIL, V 8616 - 06
87.04.08. DE/RS

ORKUSTOFNUN

KALMANSTJÖRN
SEINKUN SJÁVARFALLABYLGJU
SEM FALL AF FJARLÆGÐ FRÁ STRÖNDU

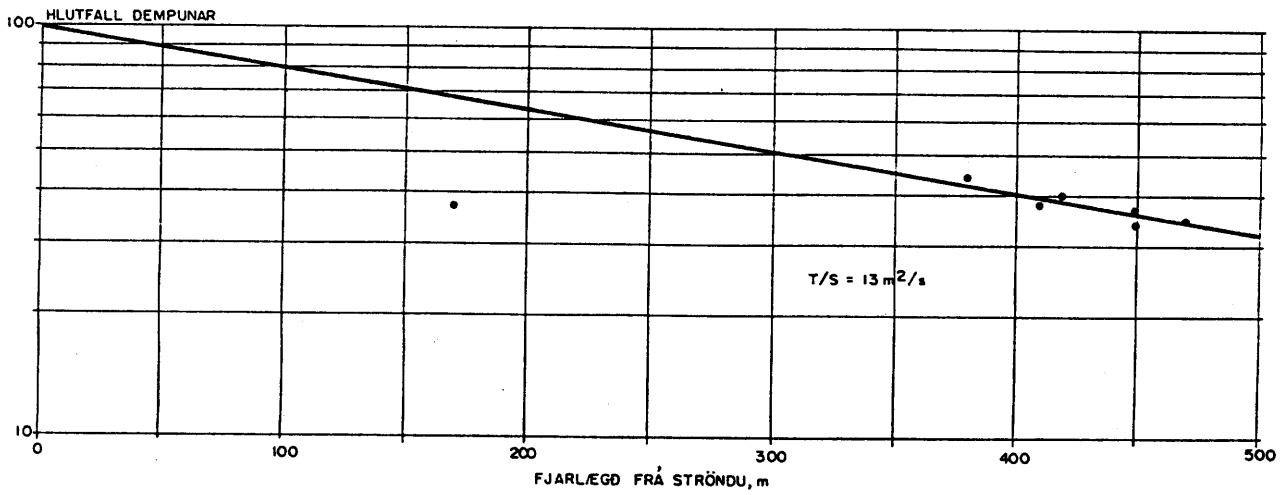


MYND 6 Seinkun sjávarfallabylgju sem fall af fjarlægð

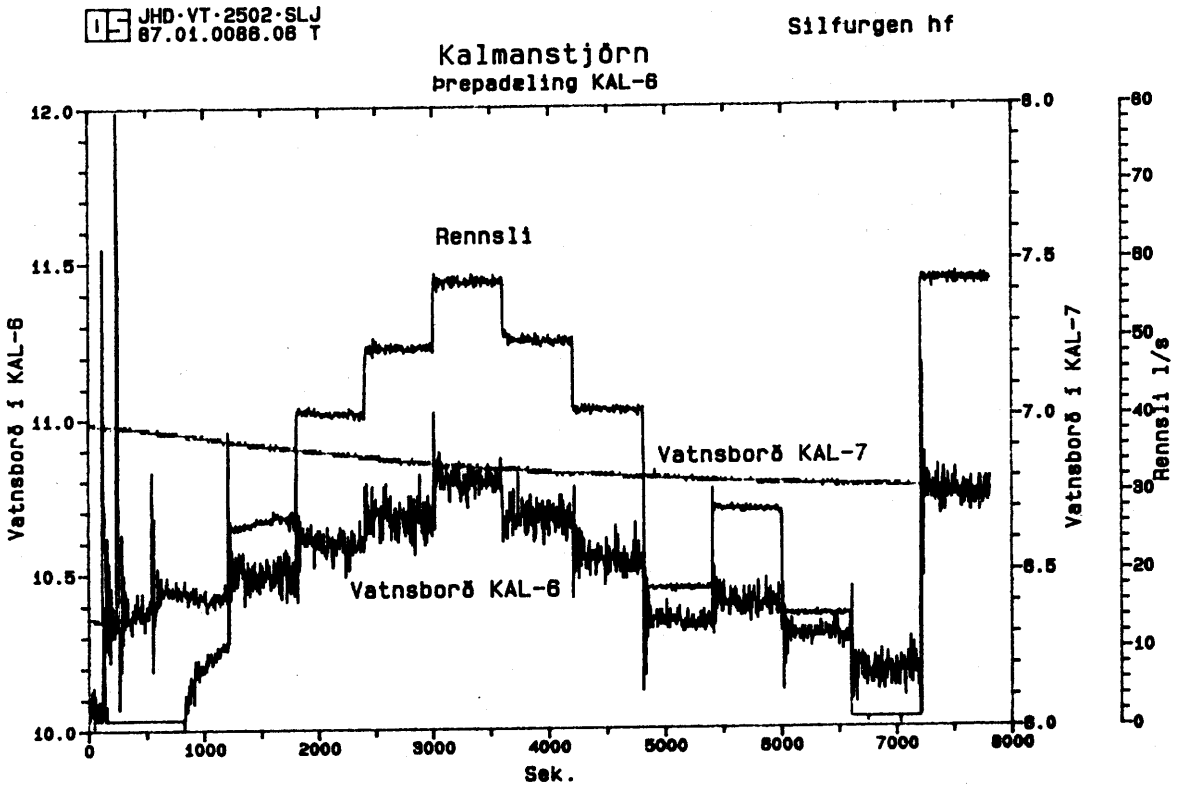
VERKFRÆÐISTOFAN VATNASKIL V8616-07
87.04.09. DE/RS

ORKUSTOFNUN

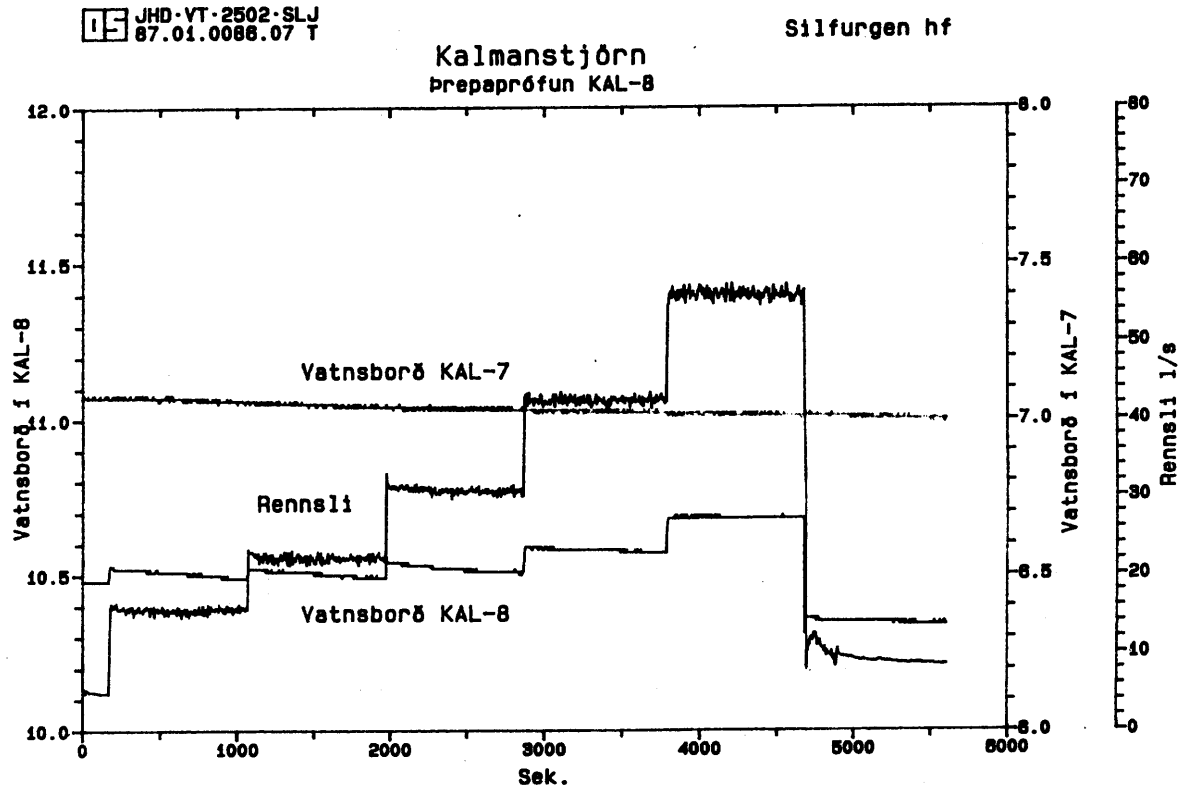
KALMANSTJÖRN
DEMPUN SJÁVARFALLABYLGJU
SEM FALL AF FJARLÆGÐ FRÁ STRÖNDU



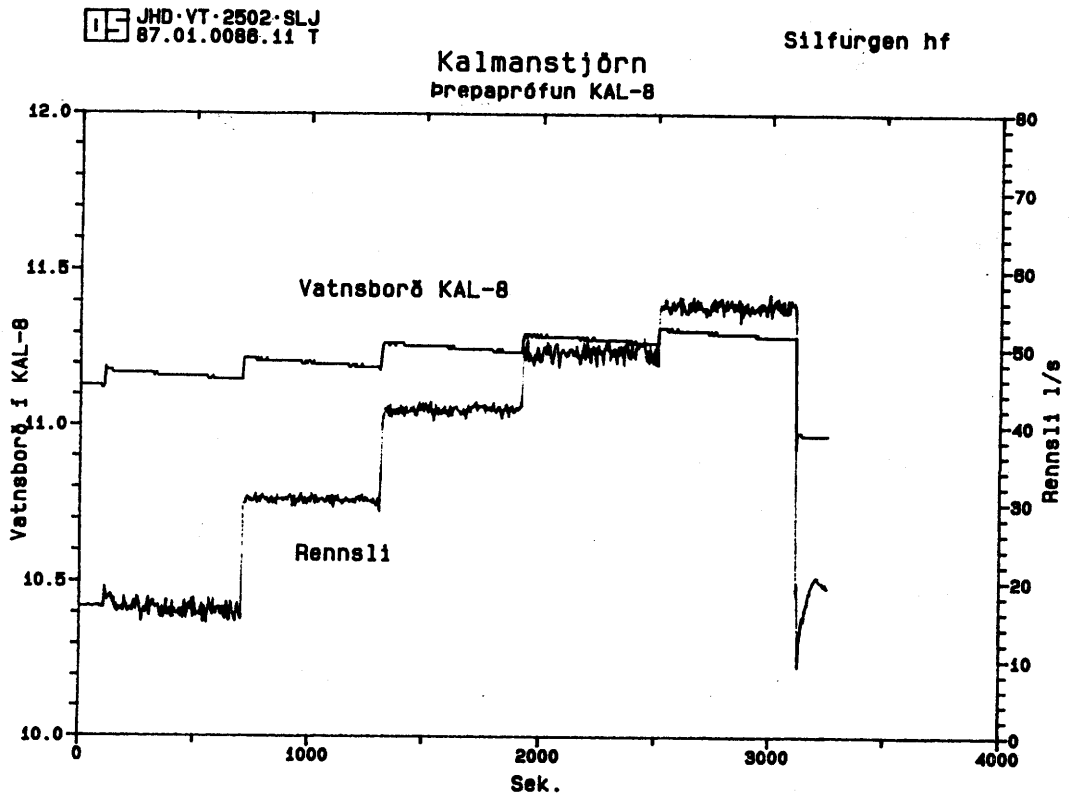
MYND 7 Rénun sjávarfallabylgju sem fall af fjarlægð



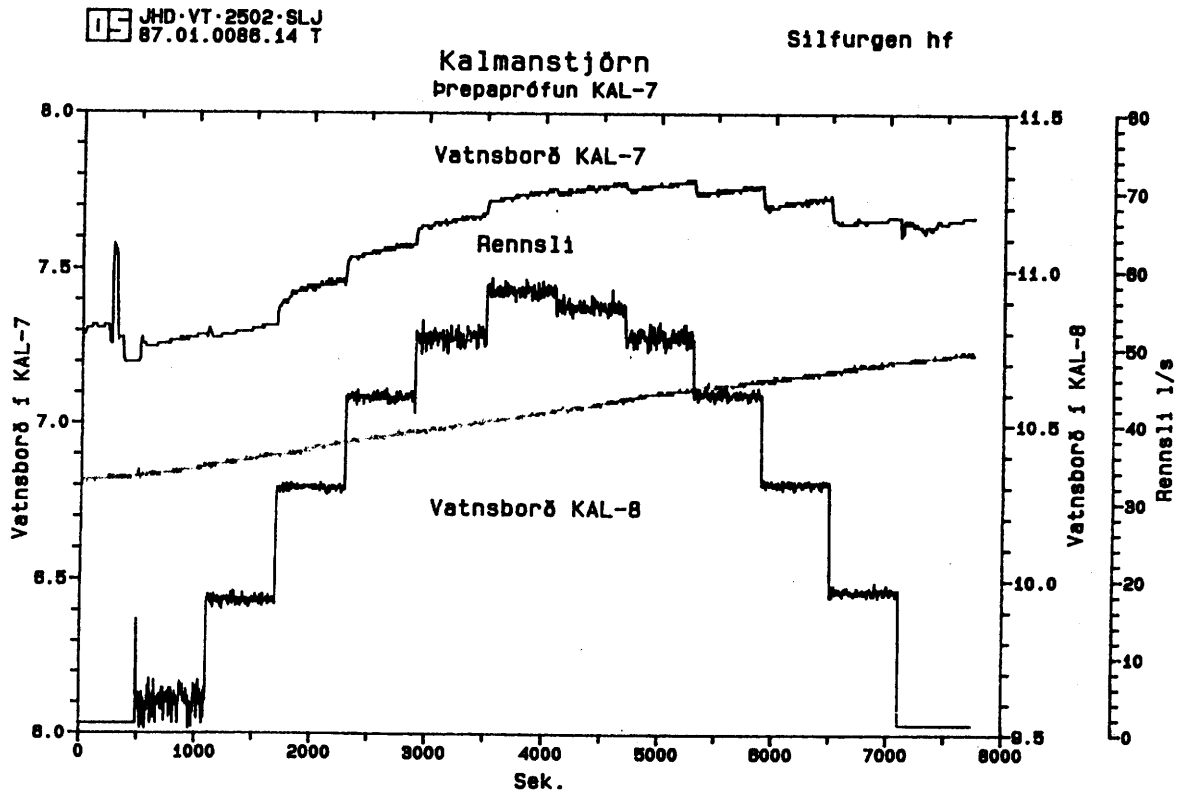
MYND 8 Þrepaprófun KAL-6



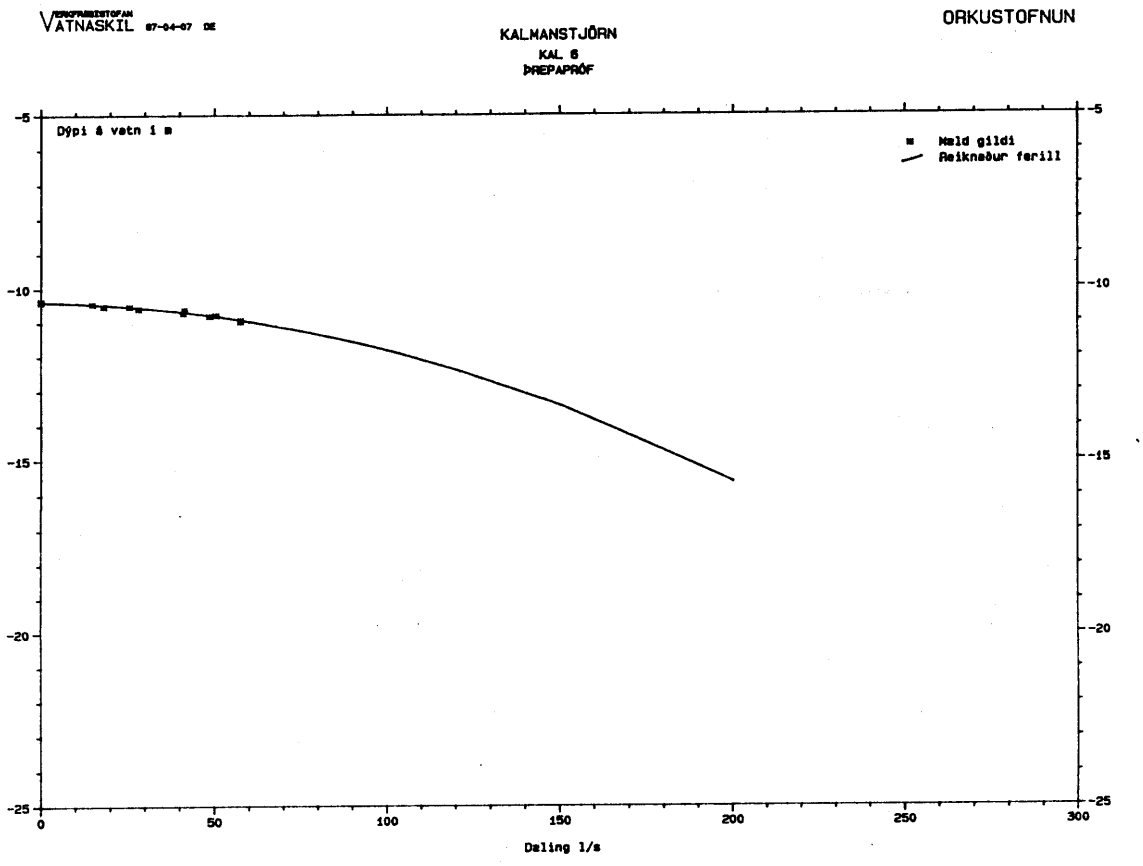
MYND 9 Þrepaprófun KAL-8 fyrri



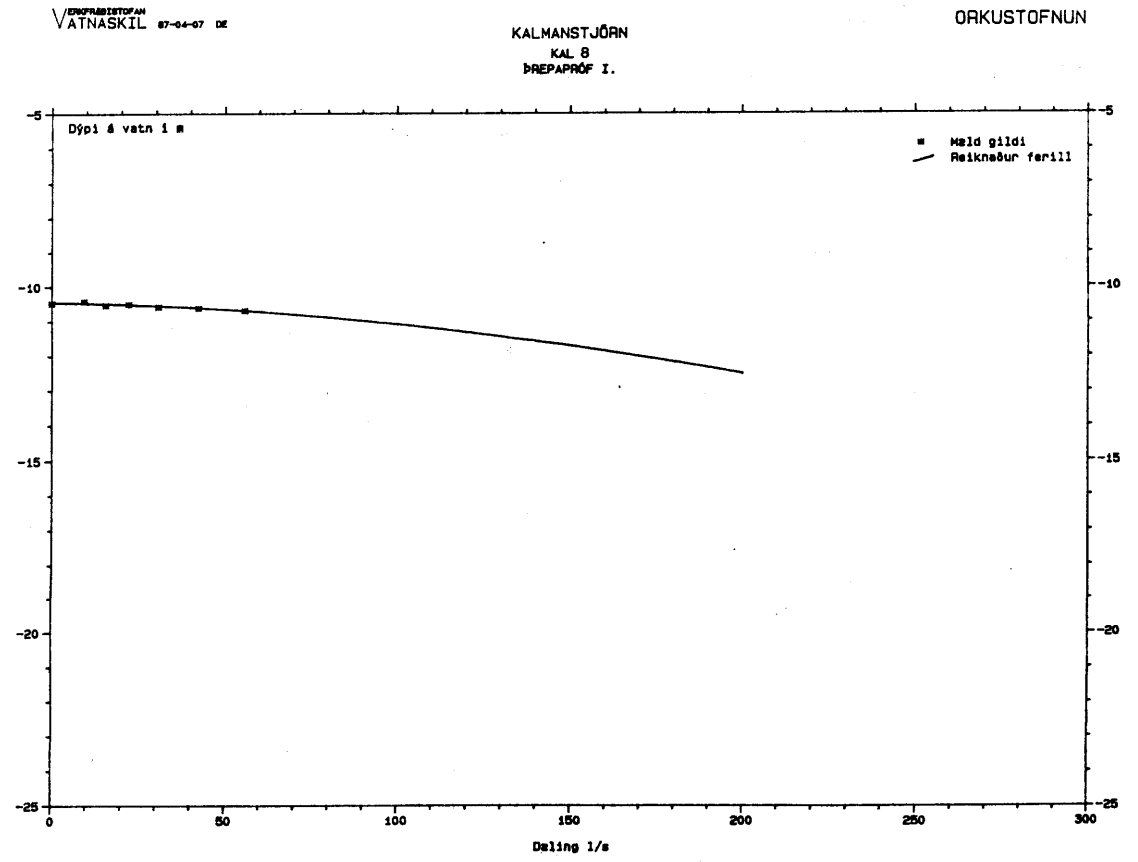
MYND 10 Þrepaprófun KAL-8 seinni



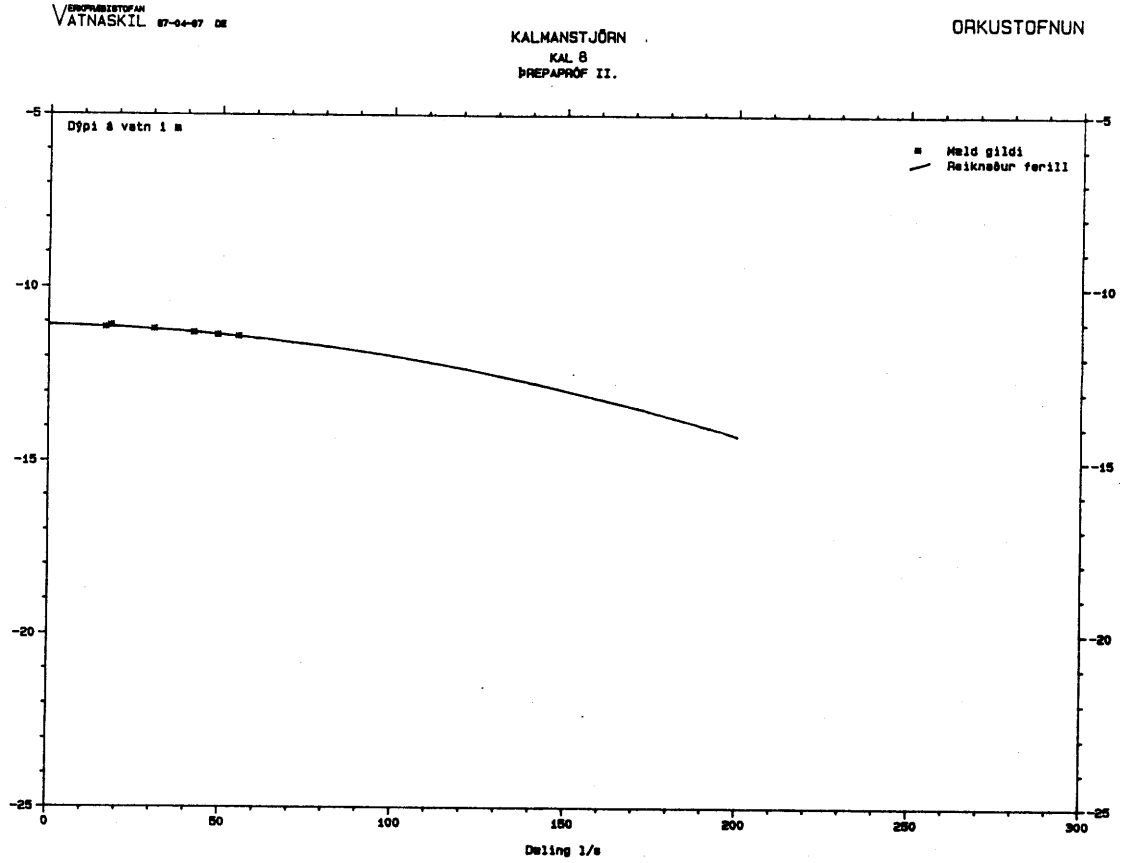
MYND 11 Þrepaprófun KAL-7



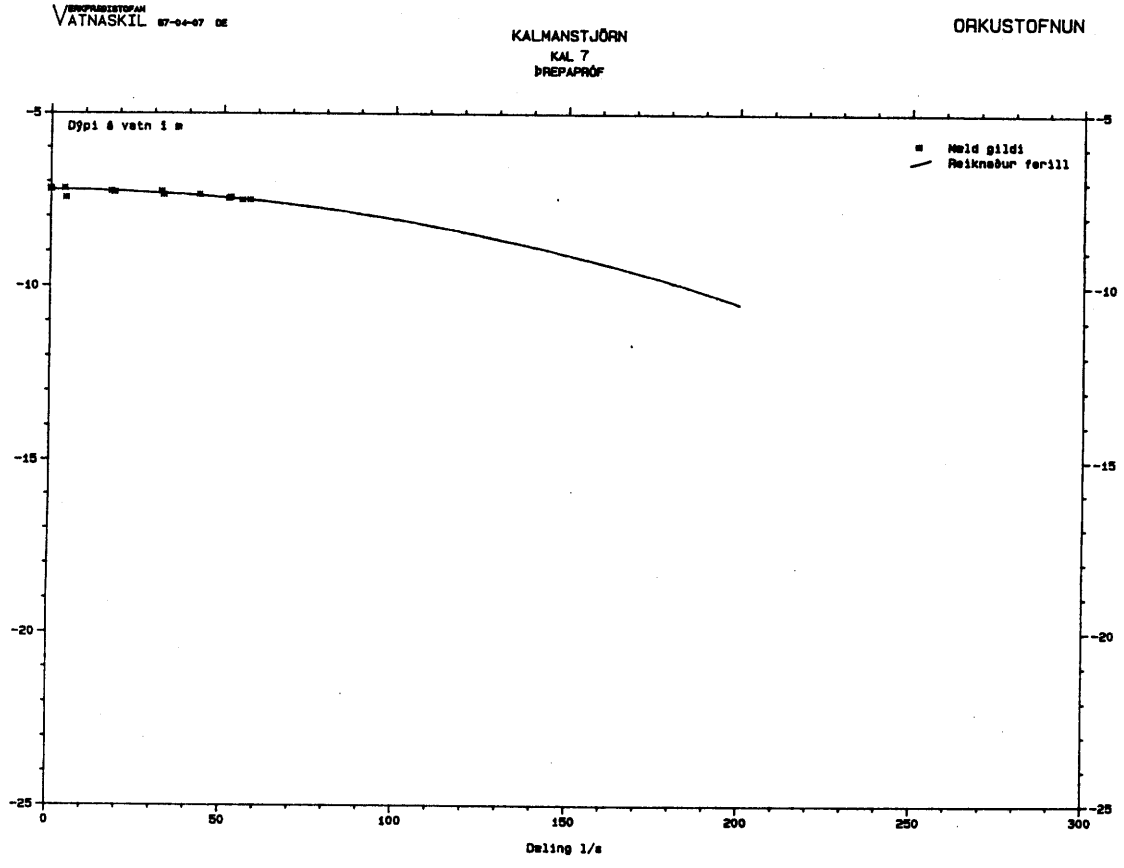
MYND 12 Niðurdráttarspá KAL-6



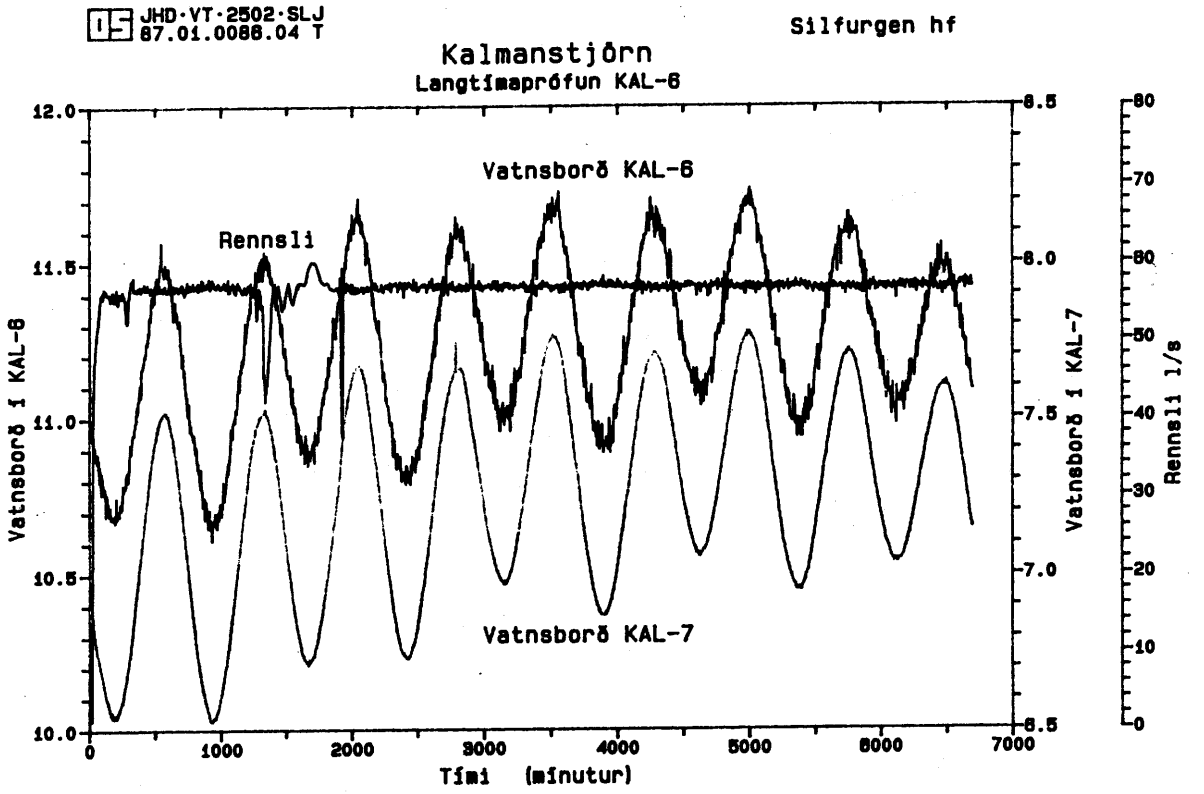
MYND 13 Niðurdráttarspá KAL-8 fyrri



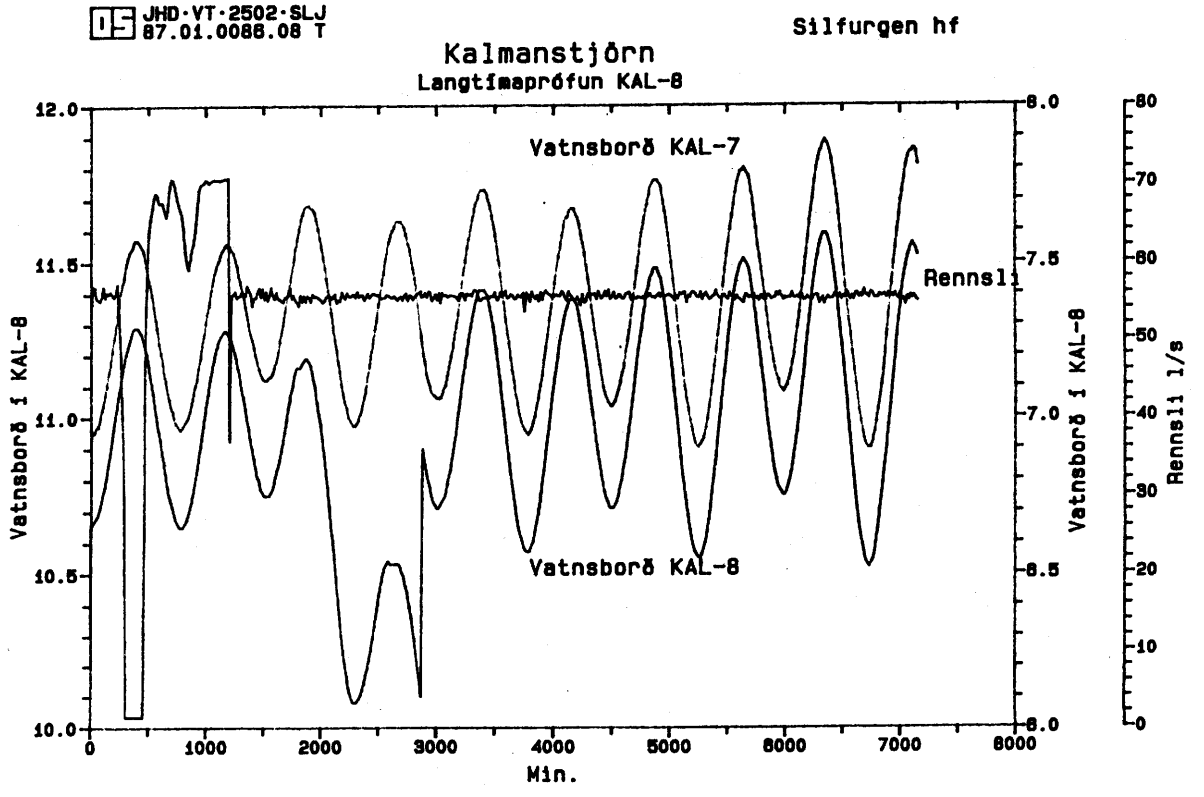
MYND 14 Niðurdráttarspá KAL-8 seinni



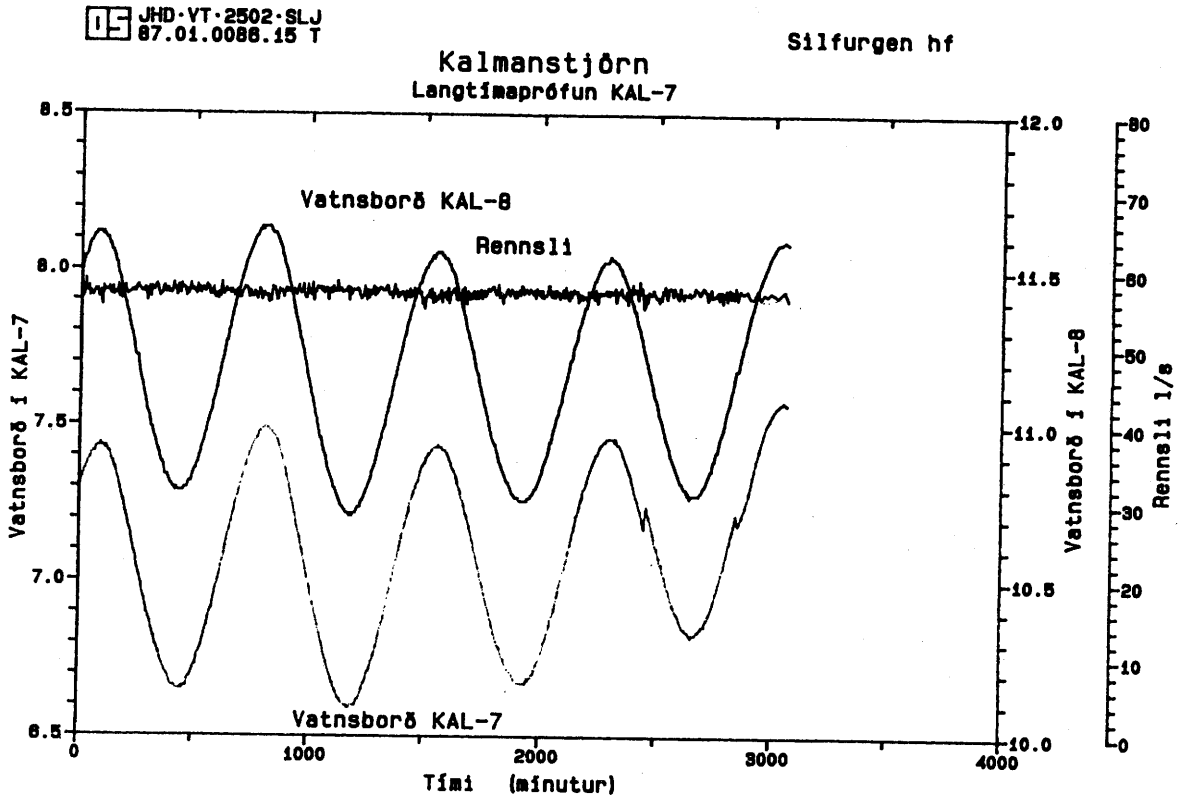
MYND 15 Niðurdráttarspá KAL-7



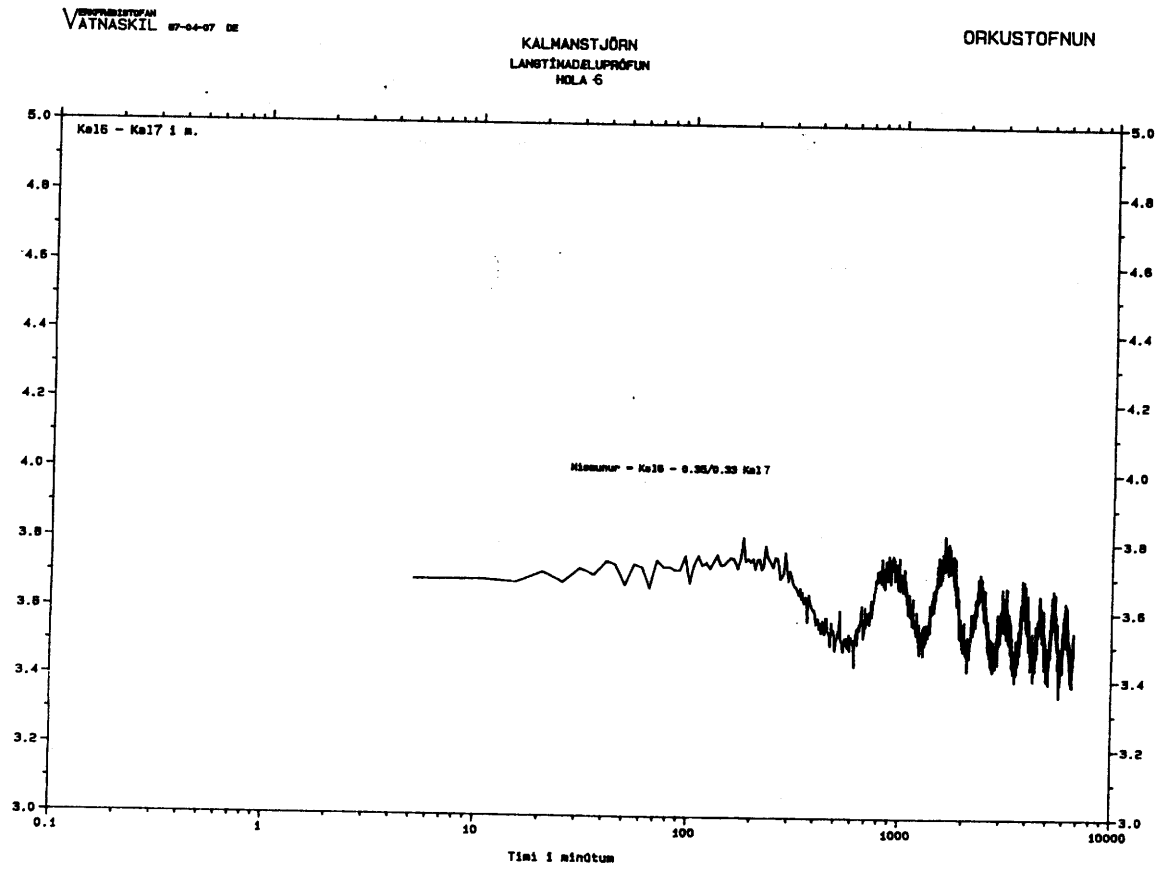
MYND 16 Langtímadæluprófun KAL-6



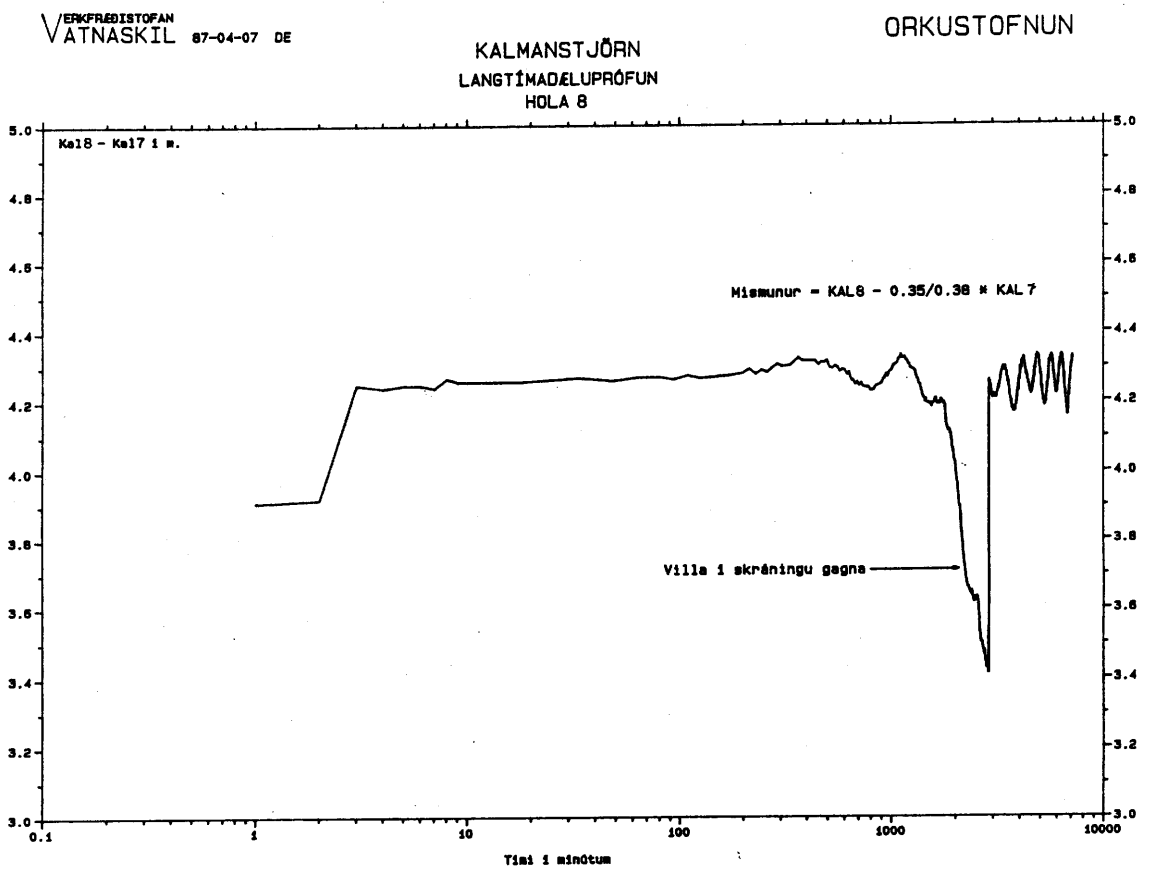
MYND 17 Langtímadæluprófun KAL-8



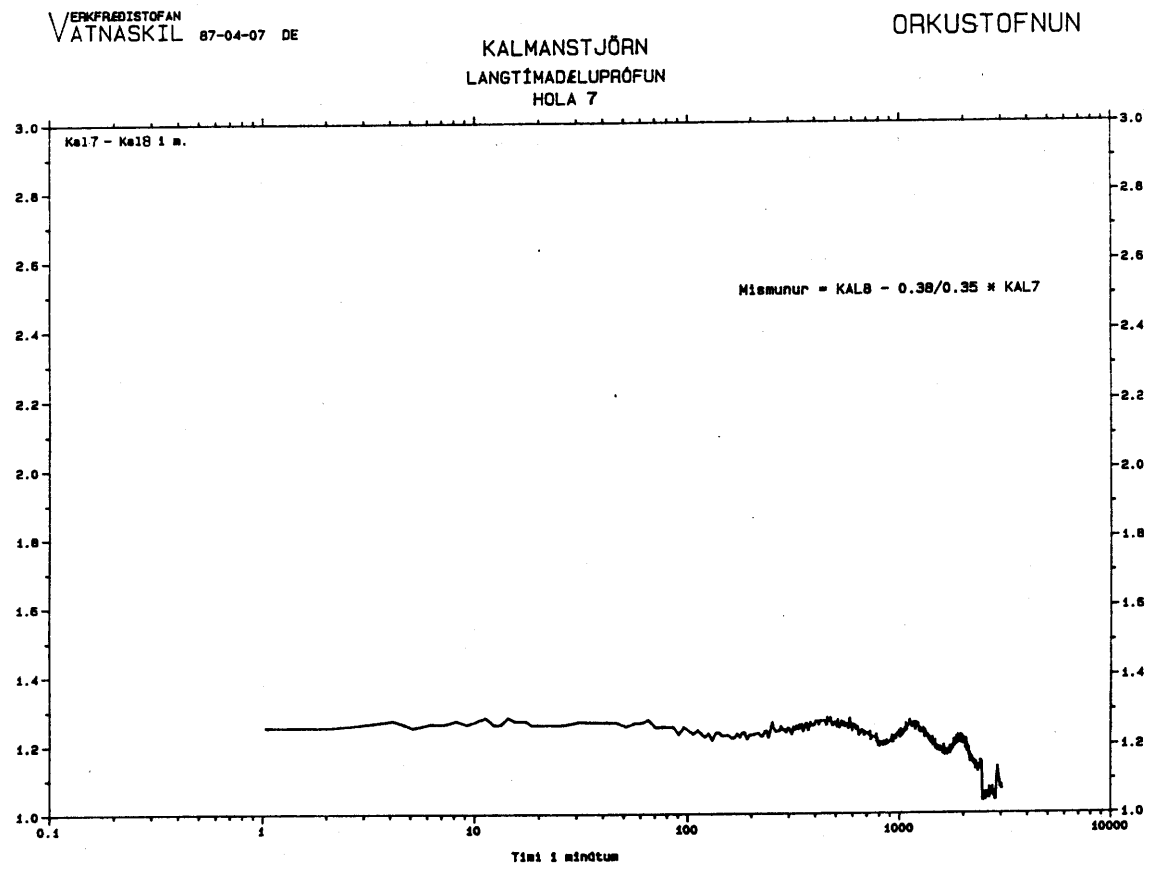
MYND 18 Langtímadæluprófun KAL-7



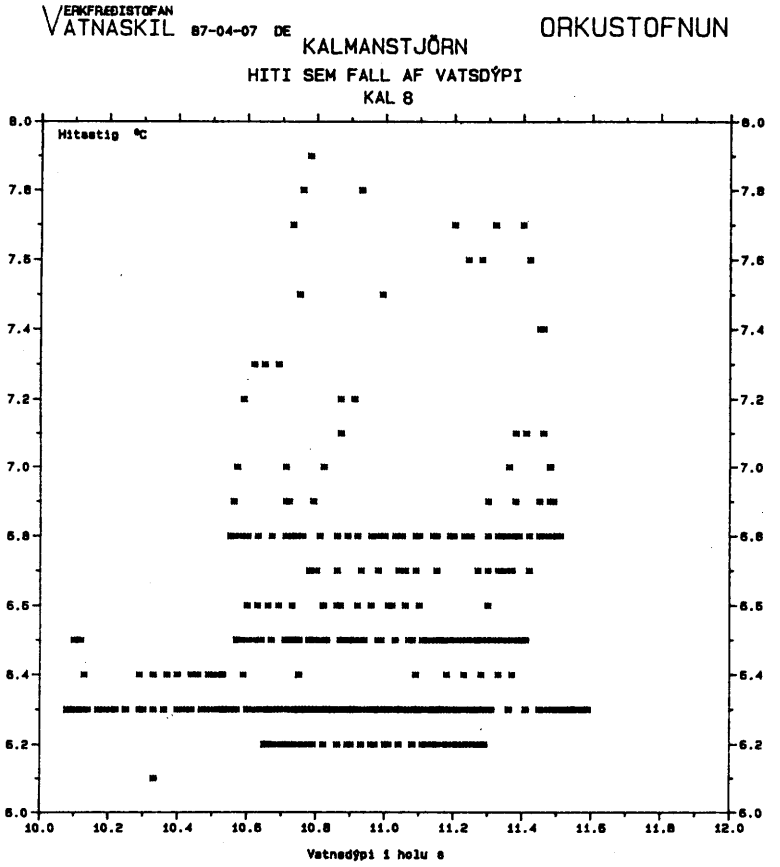
MYND 19 Niðurdráttur KAL-6



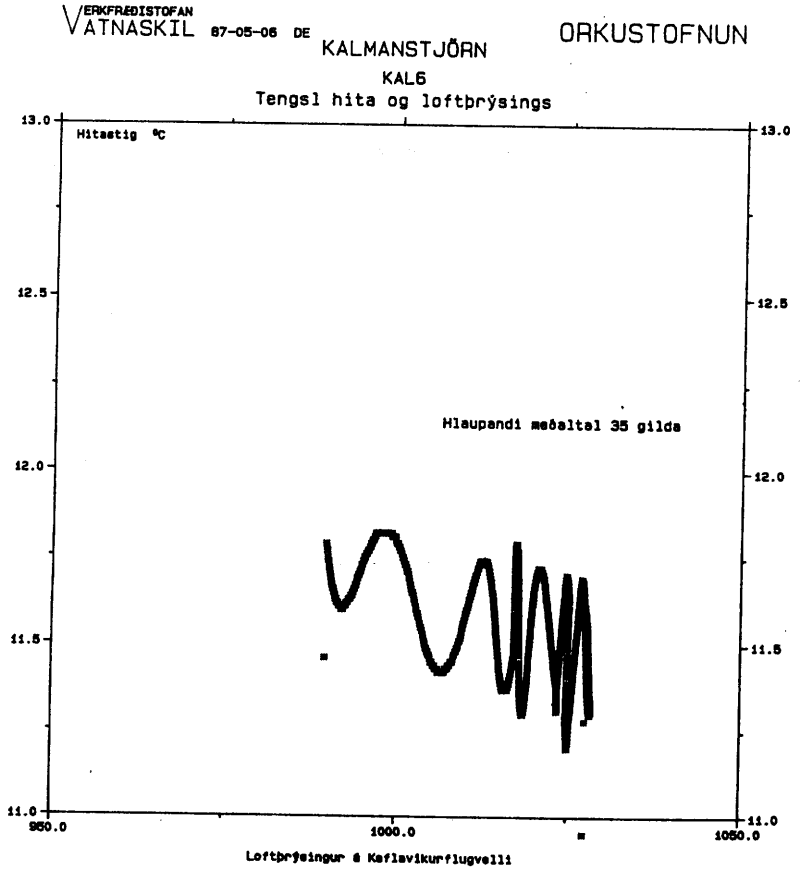
MYND 20 Niðurdráttur KAL-8



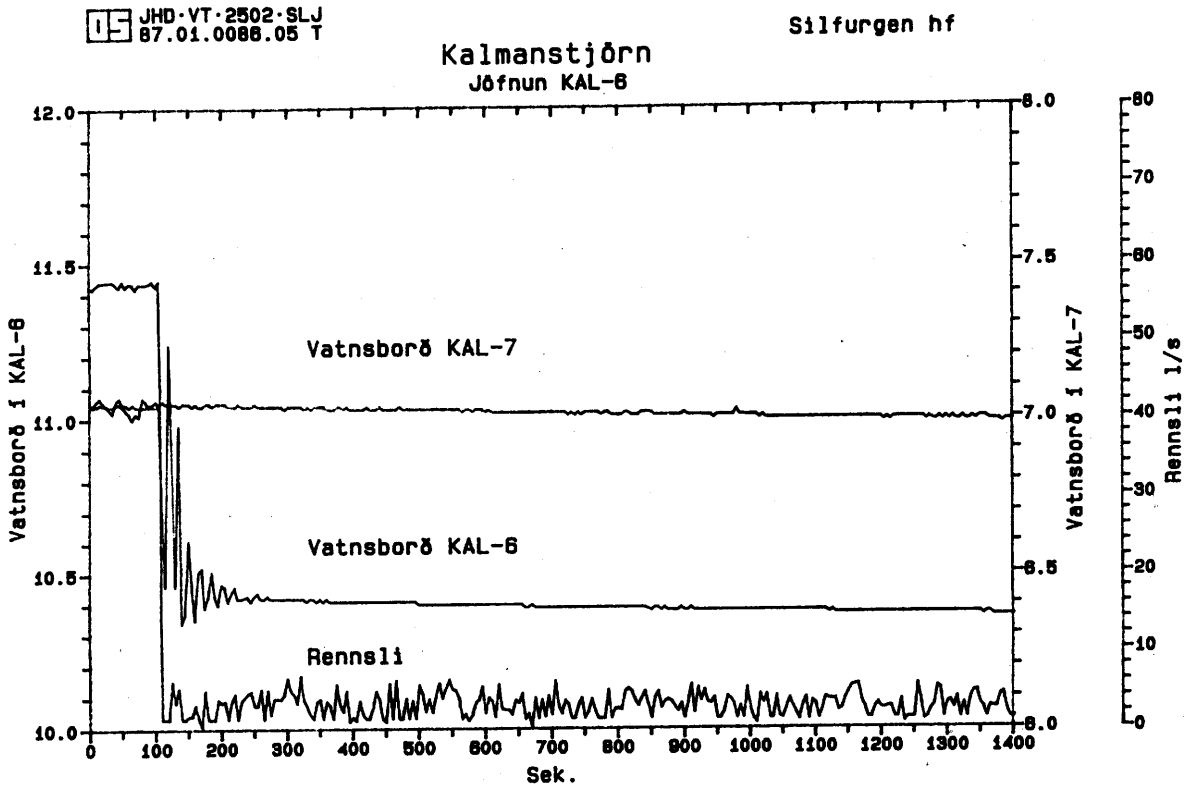
MYND 21 Niðurdráttur KAL-7



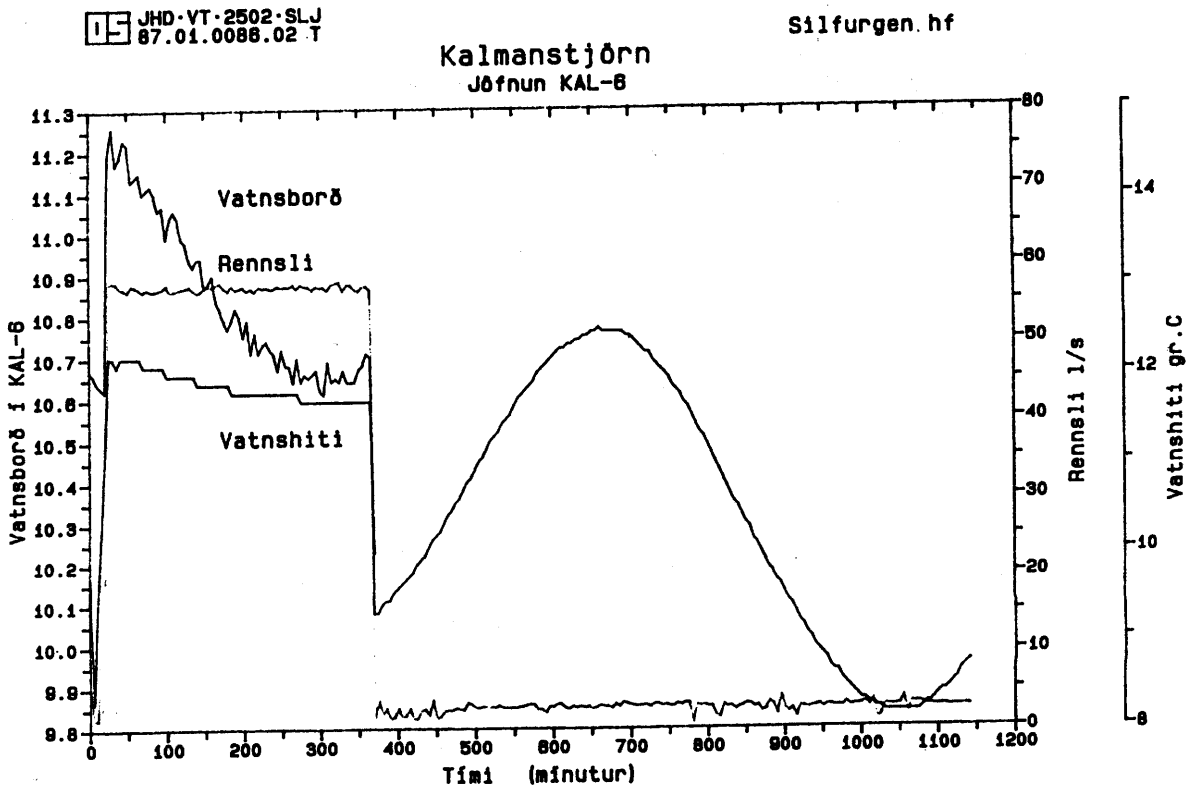
MYND 22 Breyting í hitastigi KAL-8



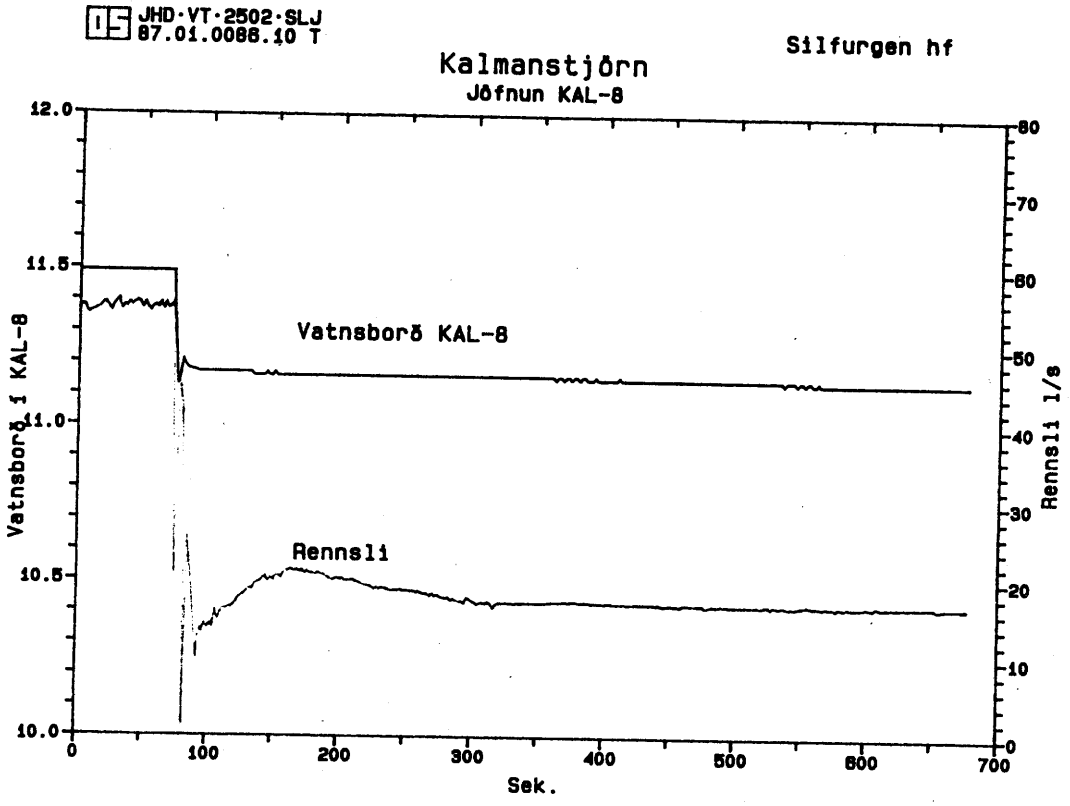
MYND 22a KAL-6. Tengsl hita og loftþrýstings



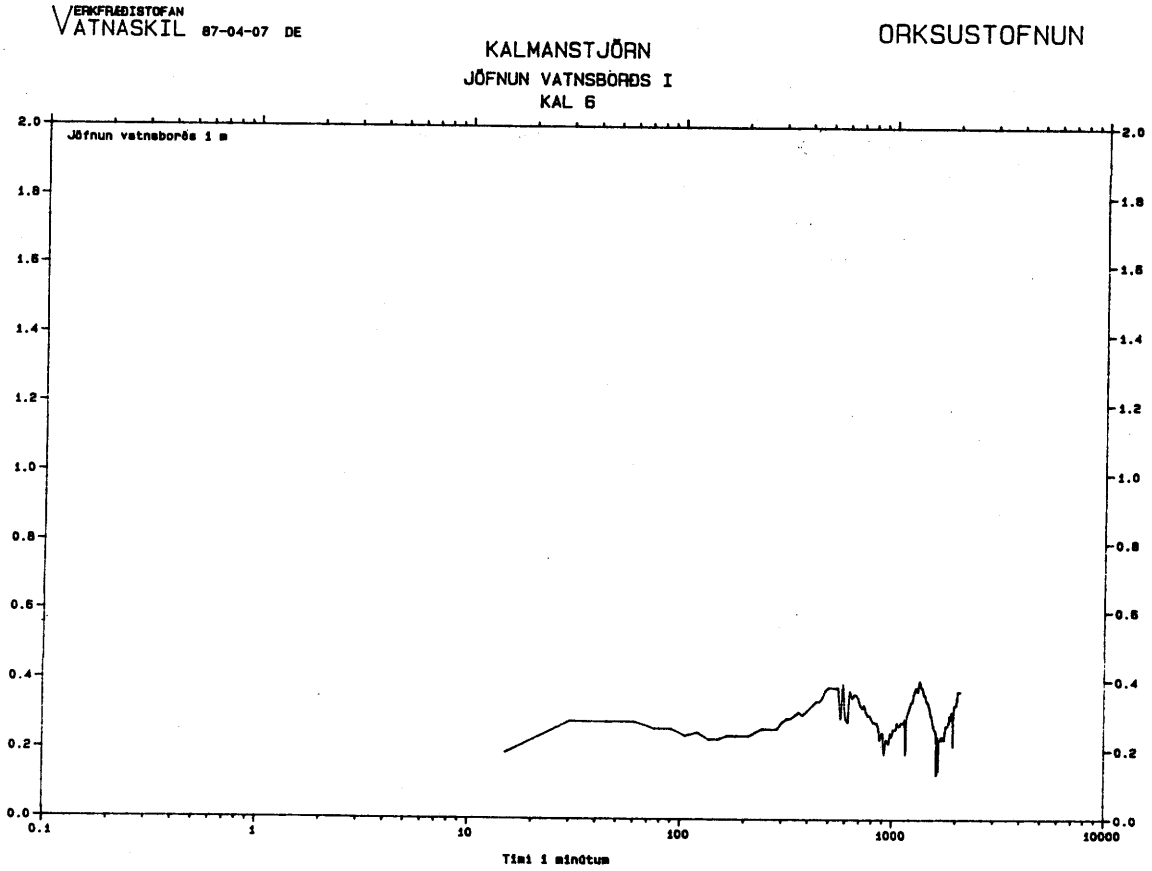
MYND 23 KAL-6. Jöfnun vatnsborðs



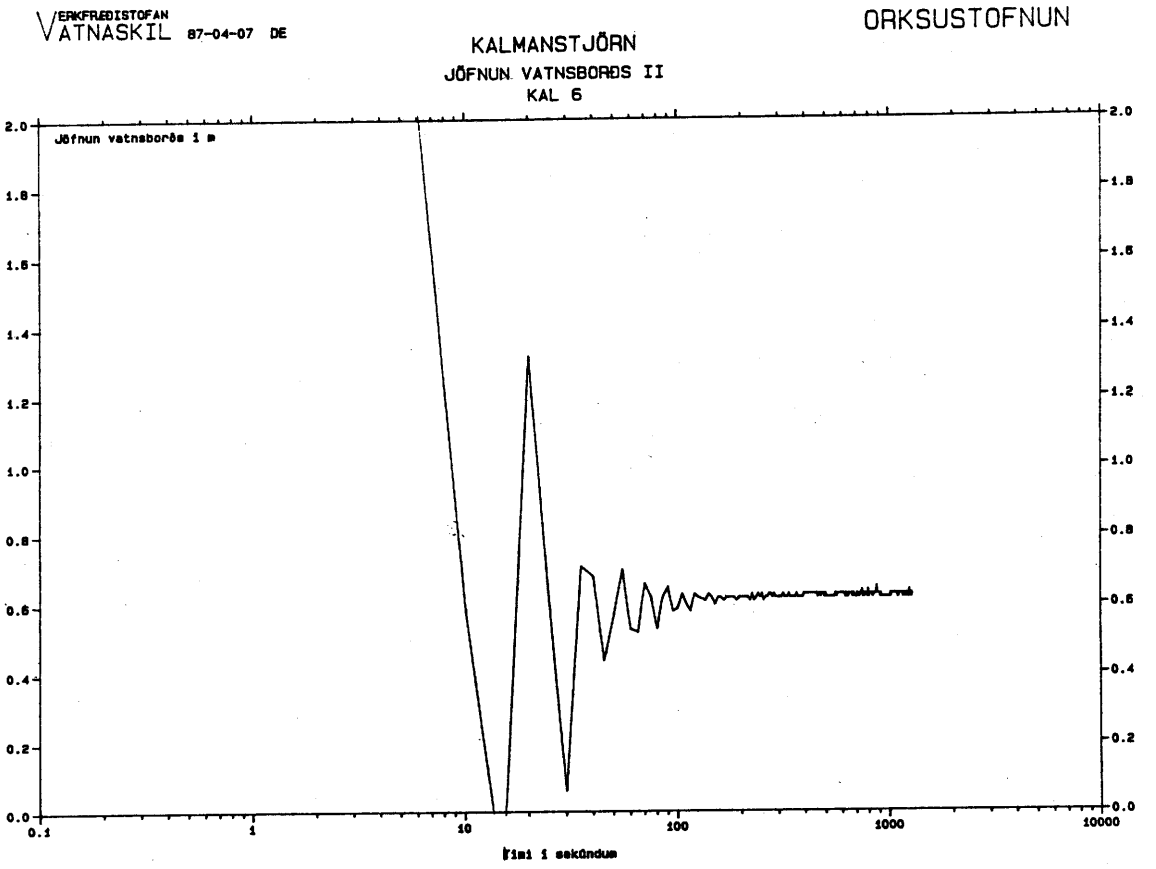
MYND 24 KAL-6. Jöfnun vatnsborðs



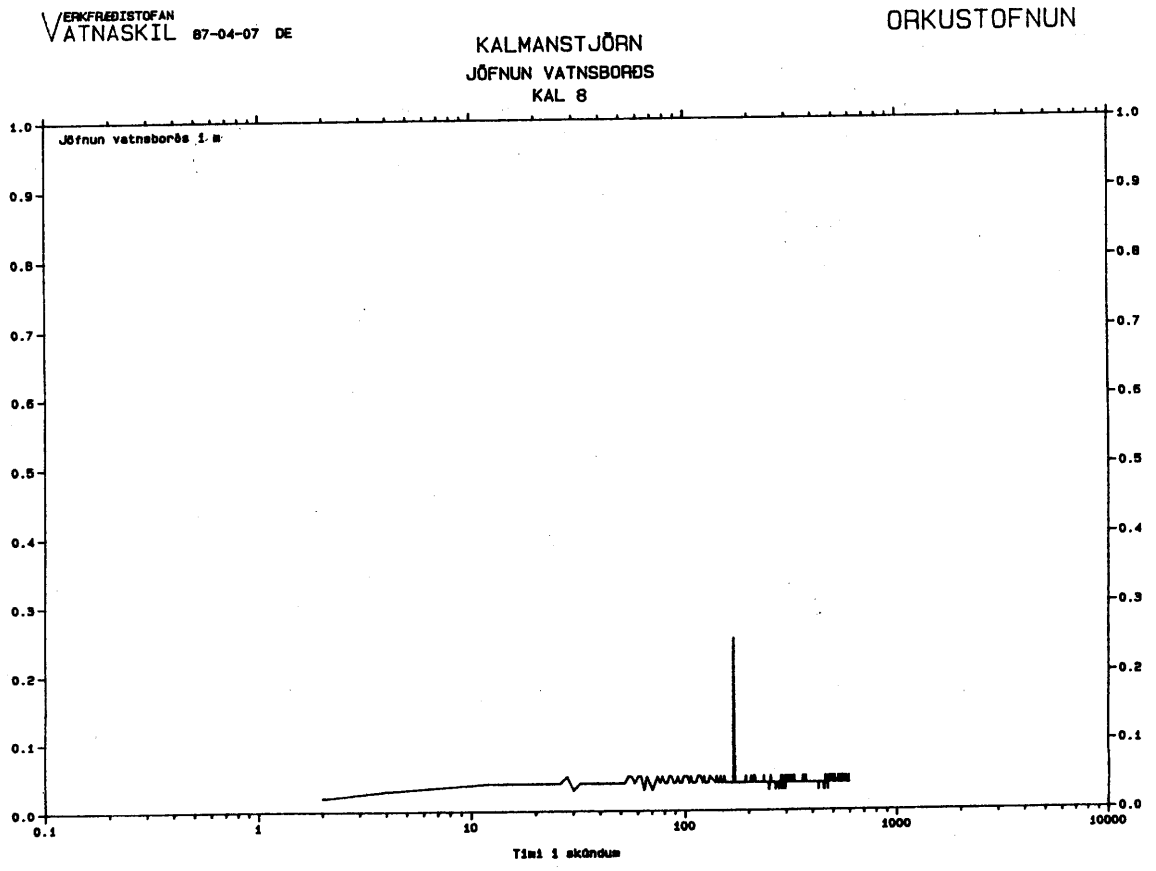
MYND 25 KAL-8. Jöfnun vatnsborðs



MYND 26 KAL-6. Jöfnun vatnsborðs, mæling I



MYND 27 KAL-6. Jöfnun vatnsborðs, mæling II



MYND 28 KAL-8. Jöfnun vatnsborðs

VIÐAUKI: Borun KAL-6, KAL-7 og KAL-8

Upplýsingar frá Sigurði G. Magnússyni, Silfurgen hf.

1. Hreinsun holu KAL-6 (sjóhola).
   Holan er eitthvað dýpri en 185 m, kannski u.þ.b. 186 m. Engin fyrirstaða fannst við hreinsun. Eitthvað af sandi var þó til staðar. Holan var burstuð upp og hreinsuð með froðu (biodegradable) þar til vatn var orðið hreint. Rennslið úr holunni var áætlað 100-150 l/s og hélst þannig við stöðuga dælingu.

2. Borun holu KAL-7 (ferskvatnshola) 100 - 150 m frá stöð. Holan sögð 54 fet, eða 16,46 m (1 fet = 30 cm). Fóðring í holu er alls 16,8 m, að frádr. stubb sem stendur uppúr og stubb sem skorinn var af. Raufuð fóðring er 6,5 m.

3. Borun holu KAL-8 (ferskvatnshola) v/stöð. Holan sögð 74 fet, eða 22,55 m (1 fet = 30 cm).
   Fóðringar - 1 x 6,5 m raufað (þétt)
   1 x 4 m raufað (gisið)
   1 x 11,4 m heilt
   1 x 1 m heilt

   22,9 m (stubbur uppúr)

   Þessi hola er í þéttu bergi og ekki finnst vatn fyrr en á 74 feta dýpi. Standandi vatnshæð er um 10 m frá yfirborði (eða í 12,2 m frá botni). Að öllum líkindum er KAL-8 betri borhola en KAL-7, óháð vatnsgæðum eða magni sem þær gefa.