



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

SKÓGALÓN Í ÖXARFIRÐI
Rannsóknir í október 1986

Magnús Ólafsson
Guðni Axelsson
Unnið fyrir Seljalax hf.

OS-87015/JHD-11 B

April 1987



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknúmer : 667-021

SKÓGALÓN Í ÖXARFIRÐI
Rannsóknir í október 1986

Magnús Ólafsson
Guðni Axelsson
Unnið fyrir Seljalax hf.

OS-87015/JHD-11 B

Apríl 1987

Efnisyfirlit

1. Inngangur.....	3
2. Sýnataka og efnagreiningar.....	3
3. Dæluprófun holu 10.....	6
4. Vatnsborðsmælingar í holu 6.....	7
5. Hitamælingar í borholum.....	8
6. Niðurstöður.....	8

Töfluskrá

Tafla 1. Efnasamsetning vatns.....	3
Tafla 2. Efnasamsetning vatns.....	4
Tafla 3. Styrkur járn í vatni.....	5

Myndaskrá

Mynd 1. Sýnatökustaðir við eldiskar.....	9
Mynd 2. Niðurdráttur í holum 6, 10 og 11.....	9
Mynd 3. Niðurdráttur í holu 10.....	10
Mynd 4. Niðurdráttur í holum 6 og 11.....	10
Mynd 5. Vatnsborð í holu 6.....	11
Mynd 6. Loftþrýstingur á Raufarhöfn.....	11
Mynd 7. Skammtímasveiflur í holu 6.....	12
Mynd 8. Hitamælingar í borholum 1, 6, 11 og 12....	13

1 INNGANGUR

Í ágúst mánuði 1986 var gerð tilraun með seiðaeldi hjá Seljalaxi hf. við Skógalón. Vatn úr holu 10 var nýtt til eldisins, en áður var það loftað til að auka súrefnisinnihald þess. Eftir u.þ.b. hálfan mánuð voru öll seiði dauð og var talið að járnútfellingar, sem settust á tálkn seiðanna hefðu valdið dauða þeirra. Til þess að kanna nánar efnasamsetningu vatnsins í holum við Skógalón og þá sérstaklega járninnihaldið fór starfsmaður Orkustofnunar á staðinn til sýnatöku og annarra athugana.

Verkið var unnið dagana 25. til 29. október 1986 að beiðni Seljalax h/f. Hér á eftir verður greint frá niðurstöðum efnagreininga á sýnum sem safnað var, helstu mælingum sem gerðar voru og lauslegri úrvinnslu þeirra. Jafnframt verður fjallað um niðurstöður efnagreininga á sýnum sem tekin voru í júní 1986.

2 SÝNATAKA OG EFNAGREININGAR

Þann 10. júní 1986 voru tekin sýni úr holum 1 og 6 við Skógalón. Greint var frá fyrstu niðurstöðum í greinargerð Orkustofnunar (LSG-MO-OS-86/03) en í töflu 1 eru sýndar niðurstöður heildarefnagreininga á vatninu.

Tafla 1. Efnasamsetning vatns (mg/kg).

Staður	Hola 1	Hola 6
Dags.	86.06.10	86.06.10
Númer	9095	9096
Hiti (°C)	20,2	7,5
pH/°C	7,85/24	7,66/24
SiO ₂	26,8	19,7
Na	1351,0	1710,0
K	62,5	69,0
Ca	97,5	306,7
Mg	206,1	564,3
Fe	1,10	0,34
Mn	2,51	7,71
Li	0,03	0,04
CO ₂	256,7	157,3
H ₂ S	<0,03	<0,03
SO ₄	338,3	594,3
Cl	2512,8	4411,9
F	0,58	0,25
Uppl. e.	5258	9349

Sýnið úr holu 1 var tekið eftir að dælt hafði verið úr holunni u.þ.b. 3 l/s í rúmlega eina klst., en úr holu 6 hafði verið dælt sama magni í tæplega sex klst. þegar sýnið var tekið.

Niðurstöður þessara efnagreininga eru þær helstar, að vatnið úr holu 6 er tiltölulega járnsnautt og á grundvelli þeirra upplýsinga, meðal annarra, var ákveðið að reyna tilraunaeldi, sem mistókst eins og að framan var greint. Mangan (Mn) var ekki greint fyrr en með sýnunum sem tekin voru í október síðastliðnum.

Dagana 27. til 29. október 1986 voru tekin sýni til heildar-efnagreininga úr holum 1, 10 og 11 og nokkur sýni til járn-greininga af vatni úr holu 10, en á mismunandi stöðum. Sýni voru tekin fyrir og eftir loftara, í útfalli úr eldiskari og eftir að vatnið hafði verið síað í sandsíu. Sía þessi var útbúin á þann hátt, að 500 l plastkar (1 x 1 m að flatarmáli og 0,5 m á hæð) var fyllt af sandi. Vatnið var látið streyma ofan í karið og sýni tekið í útfalli nálægt botni. Nánari stað-setning sýnatökustaða er sýnd á mynd 1.

Til að kanna hvort járníð væri uppleyst í vatninu eða á agnaformi, voru sýnin síuð í gegnum mismunandi fínar síur, sú fínasta var 0,22 μ , næsta 0,45 μ og sú grófasta 3,0 μ . Að auki var safnað ósíuðum sýnum.

Efnagreiningum er nú að mestu lokið, en þó á eftir að greina svokallaða þungmálma, svo sem kopar, zink og blý. Niðurstöður efnagreininga heilsýna eru sýndar í töflu 2, en niðurstöður járn-greininga í töflu 3.

Tafla 2. Efnasamsetning vatns (mg/kg).

Staður	Hola 1	Hola 10	Hola 11
Dags.	86.10.27	86.10.26	86.10.27
Númer	9183	9176	9180
Hiti (°C)	20,2	5,8	7,2
pH/°C	7,74/16	7,45/16	7,42/16
SiO ₂	26,1	20,4	19,7
Na	2006,9	1925,4	2434,0
K	83,8	76,5	90,6
Ca	158,5	275,5	366,8
Mg	341,6	417,7	601,8
Fe	1,04	1,74	2,04
Mn	3,86	3,56	7,03
CO ₂	214,1	132,7	130,1
H ₂ S	<0,03	<0,03	<0,03
SO ₄	522,2	558,2	757,4
Cl	3781,3	4148,9	5478,2
Br	13,05	14,2	19,2
F	0,54	0,24	0,23
Uppl. e.	8060	8566	10995
O ₂	0,3		0,3

Þegar sýnataka fór fram hafði verið dælt u.þ.b. 4-5 l/s úr holu 1 í eina klst., u.þ.b. 3 l/s í fimm klst. úr holu 11, en dælt hafði verið 7 l/s úr holu 10 frá 13. ágúst 1986.

Tafla 3. Styrkur járns í vatni (mg/kg).

Síun	Hóla-10				H-11	H-1
	f.loft.	e.loft.	útfall	e.sands.		
0,22 μ	1,71	1,09	0,59	0,34	1,99	0,93
0,45 μ	1,70	1,21	0,65	0,39	2,04	1,04
3,00 μ	1,68	1,47	0,63	0,42	2,02	1,18
ósíað	1,70	1,70	1,65	0,42	2,00	

Varðandi ofangreindar efnagreiningar er rétt að benda sérstaklega á hversu mikið járn (Fe) er í vatninu og ekki síður hve mikið mangan (Mn) greinist í því. Styrkur klóríðs (Cl) í holu 1 er verulega hærri nú en áður hefur greinst, t.d. í sýni frá því í júní 1986, en ekki er vitað hvað veldur. Sama er að segja um holu 11. Í sýnum frá miðjum ágúst mældist styrkur klóríðs um 4700 mg/kg en er nú 5480 mg/kg. Styrkur klóríðs í holu 10 er svipaður og áður hefur mælst.

Að lokum var tekið sýni af sjó við ströndina til greiningar á seltu og reyndist klóríð magn vera 17560 mg/kg, sem er svipað og gerist í fullsöltum sjó.

Litlar upplýsingar eru til um það hversu mikið járn má vera í vatni svo það sé nýtanlegt til seiða- og fiskeldis en æskilegt er að það sé sem allra minnst og trúlega innan við 0,5 mg/kg og jafnvel innan við 0,2 mg/kg. Eitthvað er það samt háð seltu vatnsins hve mikið seiðin þola en einnig getur skipt máli á hvaða formi járnið er, þ.e. hvort það er uppleyst í vatninu eða hvort það er á agnaformi. Fiskeldisfræðingum ber þó ekki vel saman um þetta atriði.

Ekki er að sjá, að marktækur munur sé á sýnum, sem voru síuð í gegnum mismunandi fínar síur nema þá helst sýnum sem tekin voru í útfalli úr eldiskari. Þar er járn magn í ósíaða sýninu rúmlega tvisvar sinnum meira í ósíaða sýninu en í þeim síuðu.

Niðurstaða þessarar athugunar er því sú, að vatnið úr holunum er trúlega ónothæft til seiðaeldis vegna mikils magns af járni og mangan.

3 DÆLUPROFUN HOLU 10

Til þess að áætla hversu miklu megi dæla úr holum í sandinum við Skógalón var hola 10 dæluprófuð með tveimur sogdælum þann 27. október, 1986. Dælt var allt að 18,2 l/s og var fylgst með vatnsborði í holu 10 og holum 6 og 11 meðan dælt var. Rétt er að fram komi til glöggvunar, að holur 6, 10 og 11 eru á austur-vestur línu um 300 metra frá sjó, hola 10 vestast, hola 11 er 7 m austar og hola 6 er 3 m austan við holu 11.

Niðurstöður prófunarinnar eru sýndar á mynd 2. Þar sést, að jafnvægi milli niðurdráttar og dælingar næst mjög hratt (á 10 til 15 mínútum). Þetta bendir til þess að greitt samband sé við hafið. Auk þess virðist vera tregleiðandi lag milli botns holu 10 og botns holu 11. Kom það fram við gerð holu 11 og sést það einnig á niðurdrætti í holunni.

A mynd 3 er niðurdráttur í holu 10 sýndur sem fall af dælingu. Þrátt fyrir nokkra óreglu í mæligögnum má áætla að niðurdráttur í holu 10, við mismunandi dælingu, verði sem hér segir:

Dæling (l/s)	Niðurdráttur (m)	Vatnsborð (m)
10	3,0	-3,9
20	6,5	-7,4
30	10,4	-11,3
40	14,7	-15,6
50	19,5	-20,4
	± 1-2m	± 1-2m
	± 2-5m	± 2-5m

Viðbrögð holu 6 eru sýnd á mynd 4. Þau eru túlkuð sem viðbrögð lárétts vatnsleiðara að þykkt h, sem er takmarkaður að ofan og neðan af tregleiðandi lögum og í greiðu sambandi við sjó. Þannig má meta vatnsleiðnistuðul (transmissivity, T) vatnsleiðarans:

$$T = 2,8 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\text{Hér gildir; } T = khg/v$$

$$\begin{aligned} \text{þar sem } k &= \text{lekt vatnsleiðarans (m}^2\text{)} \\ h &= \text{þykkt vatnsleiðarans (m)} \\ g &= \text{þyngdarhröðun (m/s}^2\text{)} \\ v &= \text{eðlisseigja vatns (m}^2\text{/s)} \end{aligned}$$

Ef gert er ráð fyrir að þykkt vatnsleiðarans sé um 10 m fæst að lekt vatnsleiðarans (k) sé u.þ.b. 360 Darcy, en það er sambærilegt við það sem mælst hefur fyrir grófan sand.

4 VATNSBORÐSMÆLINGAR Í HOLU 6

Vatnsborðsmælingar í borholum nærri sjó geta gefið mikilvægar upplýsingar um vatnafræðilega eiginleika þeirra jarðlaga sem holurnar skera. Til þess að reyna að fá eitthvað mat á eiginleika sandsins við Skógalón var vatnsborð í holu 6 skráð með sírita í u.þ.b. 12 sólarhringa, dagana 27. október til 7. nóvember. Niðurstöður þessara mælinga eru sýndar á mynd 5, þar sem skráðir eru aflestrar af sírita á hálftrar klukkustundar fresti. Á mynd 5 koma bæði fram langtímasveiflur, allt að 27 cm, og skammtímasveiflur upp á 1 til 2 cm. Langtímasveiflurnar eru væntanlega af veðurfarslegum toga, þ.e. vegna loftþrýstingsbreytinga (sjá mynd 6) og úrkomu. Samsvörun vatnsborðsbreytinga og loftþrýstings er þó ekki góð, en gróflega áætlað er loftþrýstingssvörunin (barometric efficiency) aðeins um 30%. Þessi lélega svörun bendir til þess, að góð tengsl séu milli opna hluta holu 6 og frjáls vatnsborðs grunnvatnskerfisins. Langtímasveiflurnar virðast því að miklu leyti vera vegna úrkomu.

Skammtímasveiflur (sjá mynd 7) eru væntanlega vegna flóðs og fjöru sjávar. Með því að skoða um 90 klst. kafla um miðbik mælingatímabilsins fengust eftirfarandi niðurstöður:

$$\Delta t \approx (6,1 \pm 1,2) \text{ klst}$$

$$h/h_0 \approx 0,0097 \pm 0,0045$$

Þar sem Δt er tímamunur á sjávarföllum og vatnsborðssveiflum í holu 6 og h/h_0 er hlutfallið milli sveifla í holunni og hafinu. Þessar tvær tölur má síðan nota til þess að meta eiginleika grunnvatnskerfisins. Þá fæst:

$$\text{Samkvæmt } \Delta t: \quad S/T \approx 1,5 \pm 0,6$$

$$\text{Samkvæmt } h/h_0: \quad S/T \approx 3,4 \pm 0,8$$

Þar sem S er geymslustuðull (storage coefficient) grunnvatnskerfisins og T er vatnsleiðnistuðull þess. Fyrir opið grunnvatnskerfi með frjálst vatnsborð gildir:

$$S = \phi \quad ; \quad \phi = \text{poruhluti}$$

Samkvæmt mælingum á niðurdrætti í holu 6 vegna dælingar úr holu 10, sem greint er frá hér að framan, fékkst að gróflega áætlað væri

$$kg/v \approx 2,8 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

fyrir vatnskerfið. Ef gengið er útfrá því, að $h \approx 50$ m fæst að;

$$S = \phi \approx 0,35$$

sem aftur er sambærilegt við það sem mælt hefur verið í grófum sandi.

5 HITAMÆLINGAR Í BORHOLUM

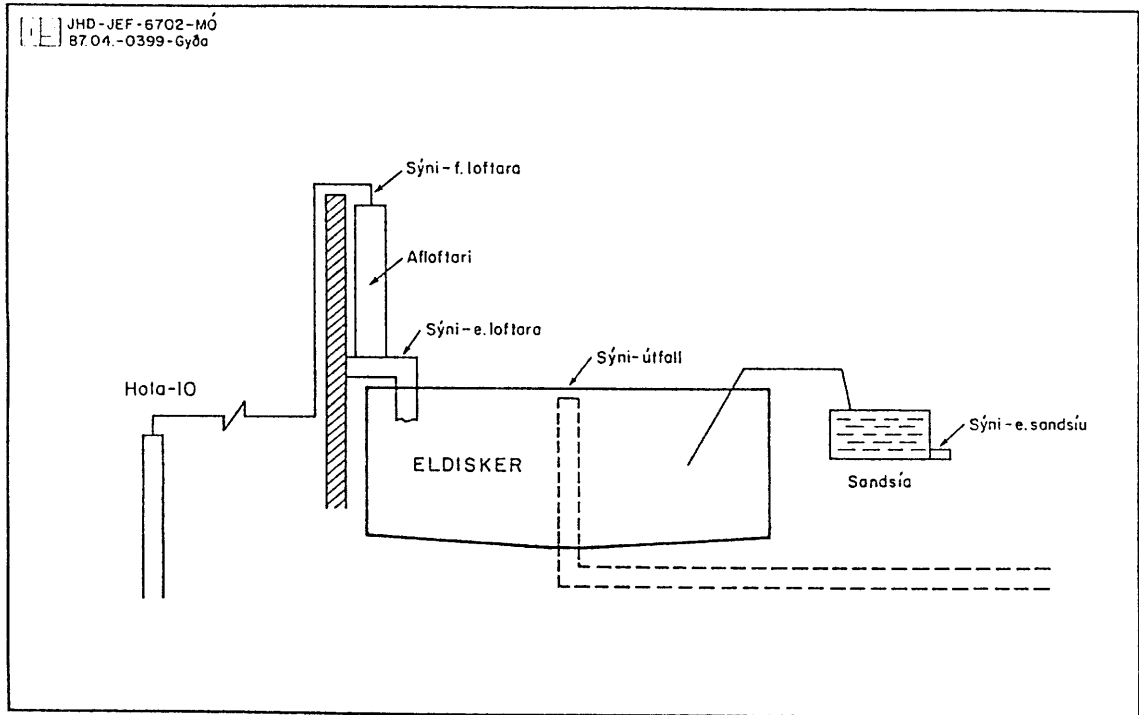
Eitt af því sem gert var í þessari ferð var að hitamæla holurnar við Skógalón. Sandur hafði hlaðist upp á sjávarkambinn vestan við hæstu sandhólana og fært holu 8 á kaf og tókst okkur ekki að finna hana. Hóla 10 var í dælingu (7 l/s) og hafði verið frá 13. ágúst 1986. Hún var því ekki hitamæld.

Niðurstaða hitamælinga í holum 1, 6, 11 og 12 eru sýndar á mynd 8. Innbyrðis samræmi þeirra er talið gott, en líklegt er að þær séu ekki alveg réttar, þar sem hitamælirinn var ekki alveg rétt kvarðaður fyrir lágan hita.

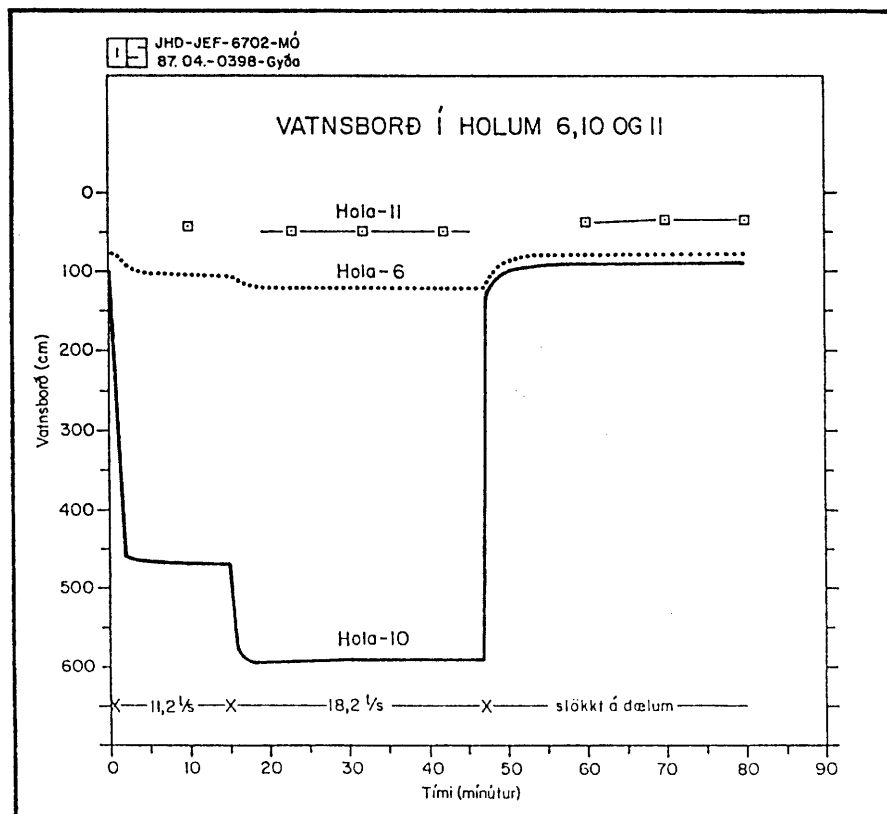
6 NIÐURSTÖÐUR

Helstu niðurstöður framangreindra athugana eru eftirfarandi:

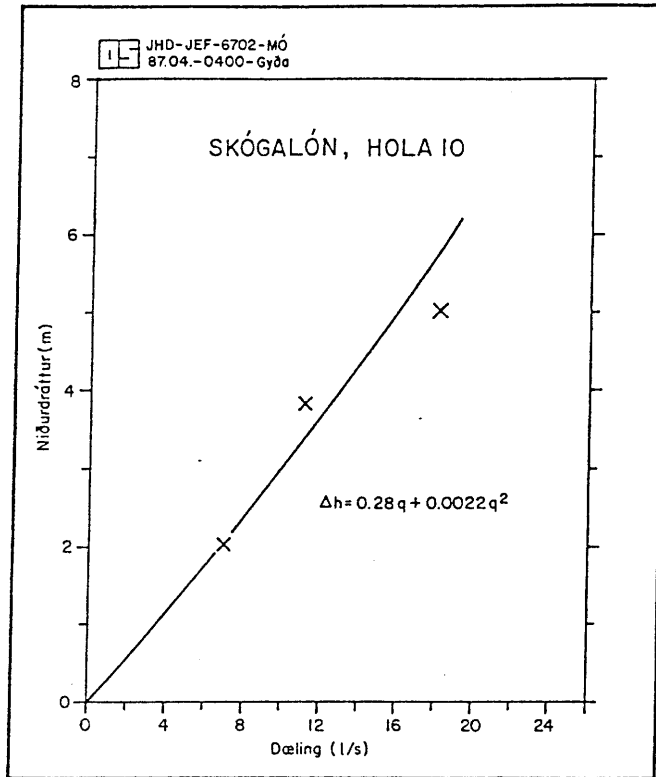
- 1) Hár styrkur járns (Fe) og mangans (Mn) gerir það að verkum, að vatnið úr holunum norðan við Skógalón er líklega ónothæft til seiðældis.
- 2) Selta vatnsins hefur aukist miðað við fyrri mælingar.
- 3) Dæluprófun á holu 10 og vatnsborðsmælingar í holu 6 benda til þess, að lekt í svæðinu sé sambærileg við það sem mælist í grófum sandi (u.þ.b. 360 Darcy).



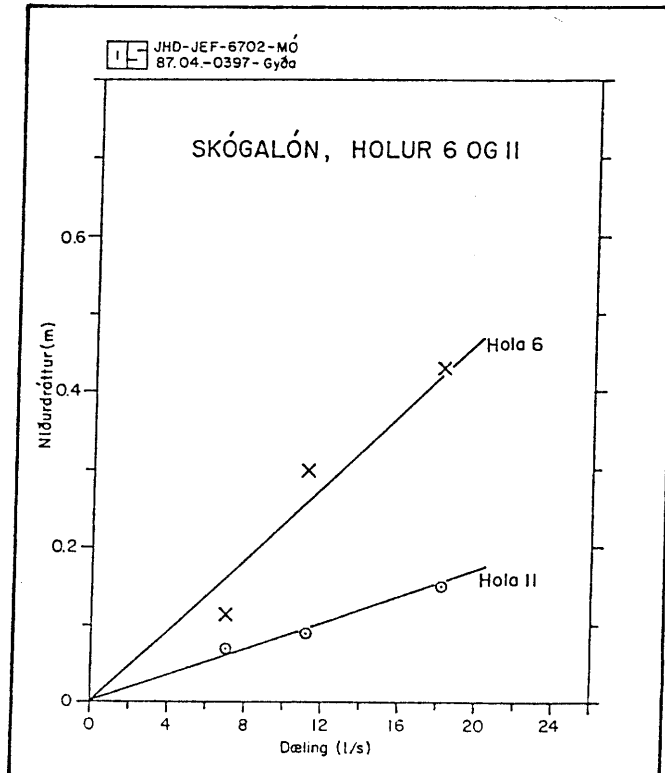
Mynd 1. Sýnatökustaðir við eldisker.



Mynd 2. Niðurdráttur í holum 6, 10 og 11.



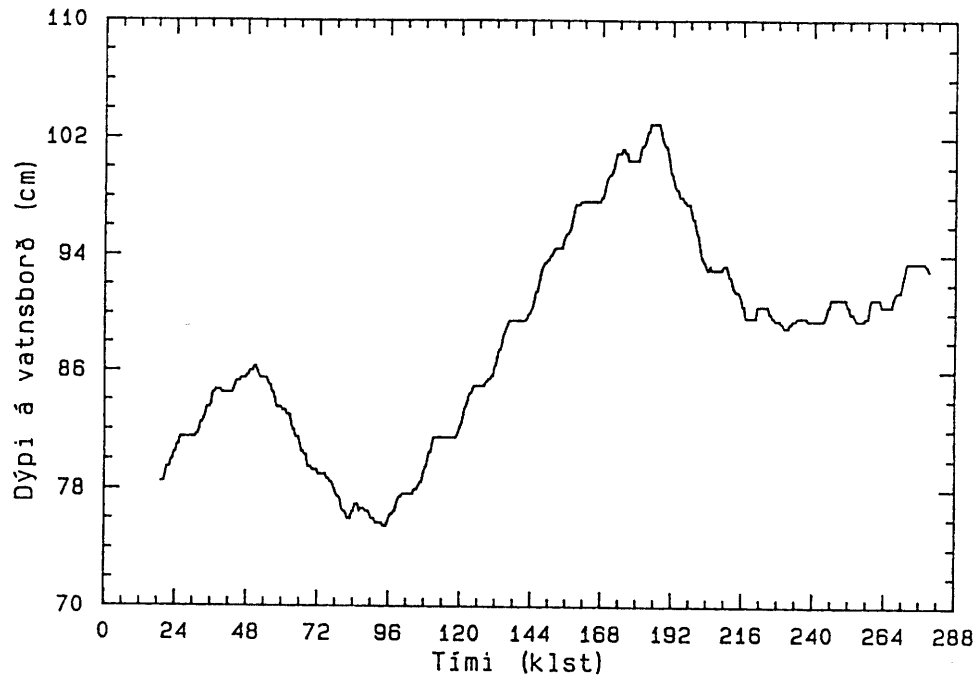
Mynd 3. Niðurdráttur í holu 10.



Mynd 4. Niðurdráttur í holum 6 og 11.

JHD-JEF-6702-MÓ
87.05.-0427- T

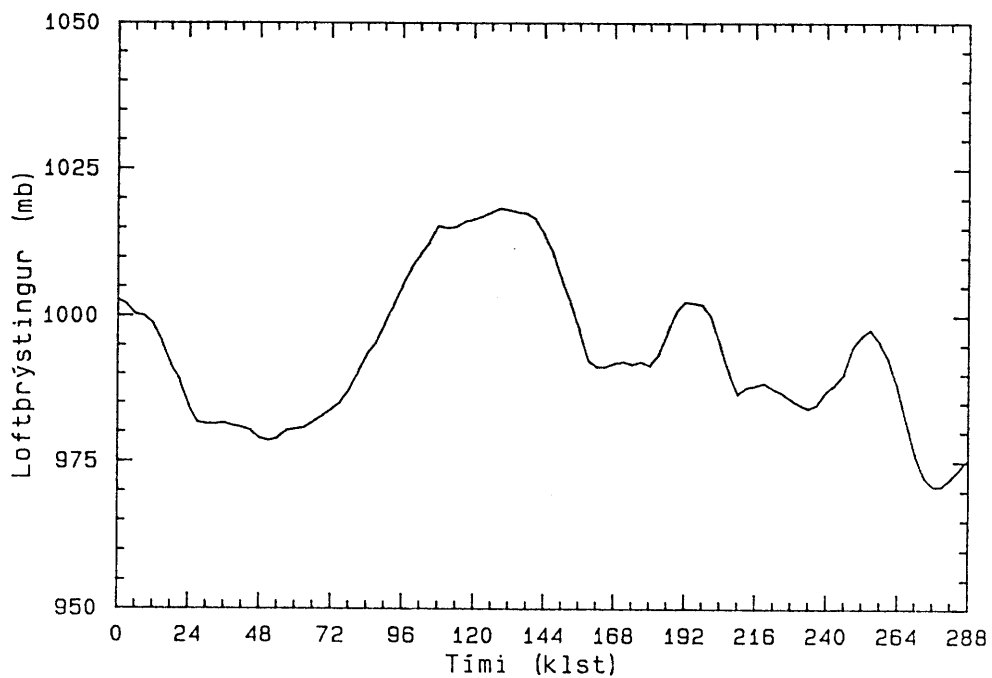
Vatnsborð í holu 6



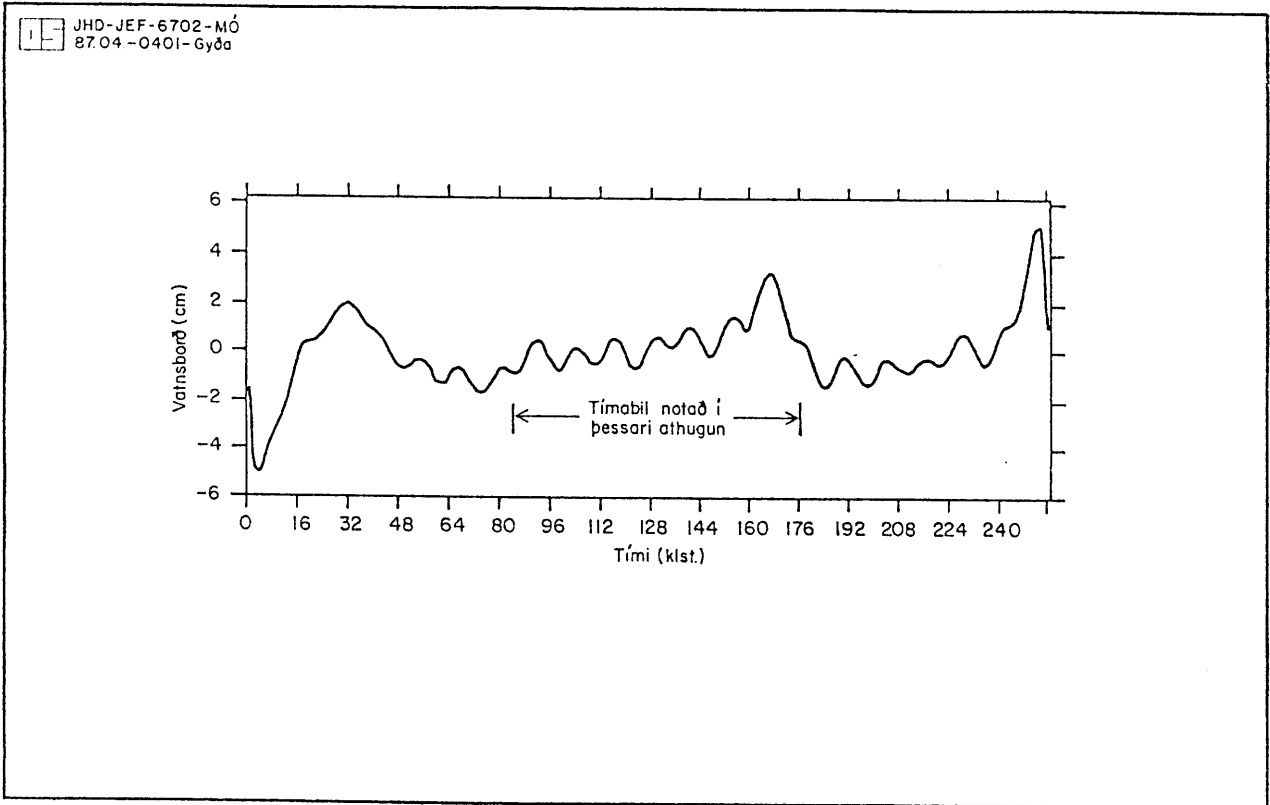
Mynd 5. Vatnsborð í holu 6 (27. okt.- 7. nóv., 1986).

JHD-JEF-6702-MÓ
87.05.-0429- T

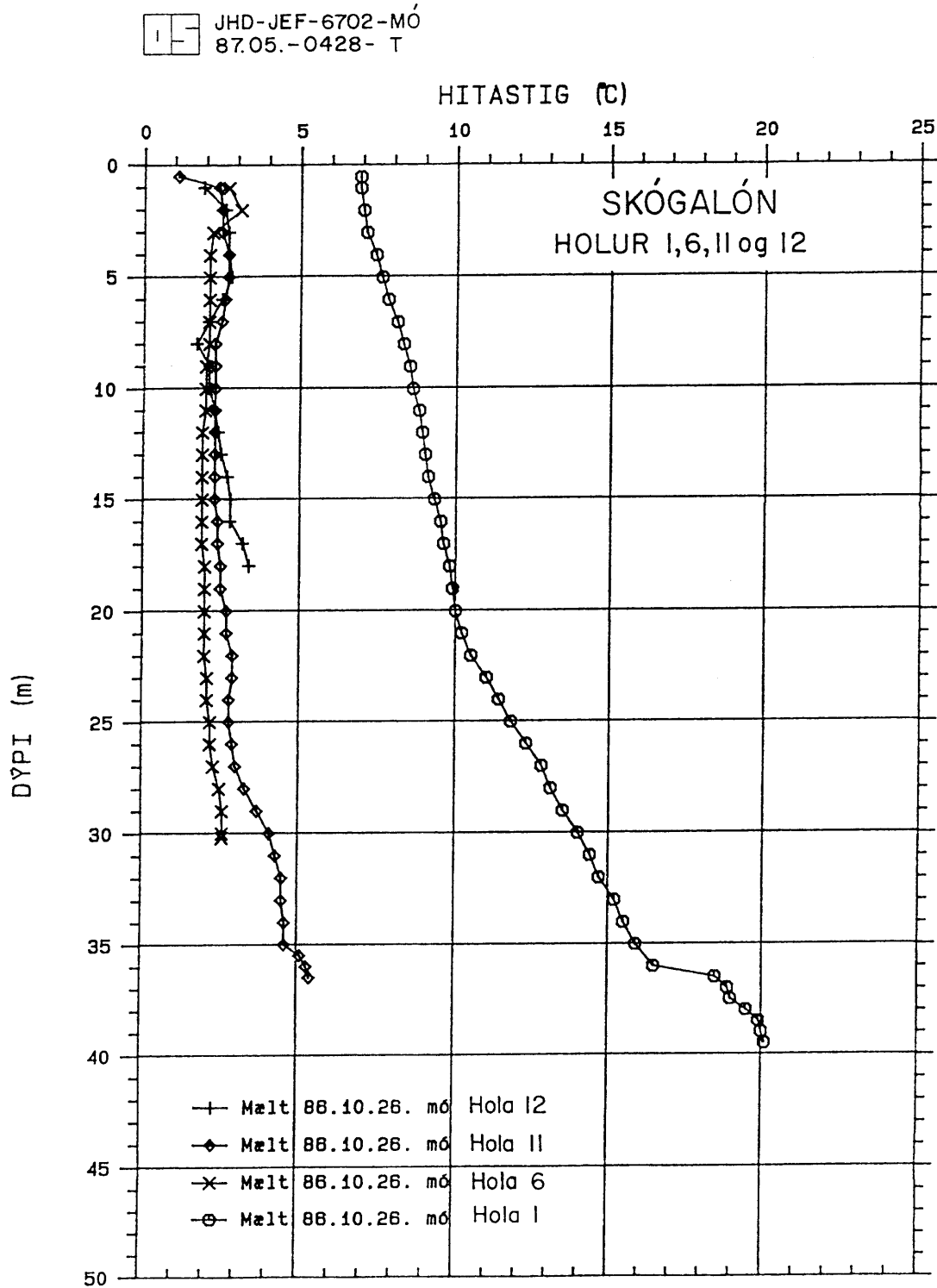
Loftþrýstingur á Raufarhöfn



Mynd 6. Loftþrýstingur á Raufarhöfn
(27. okt. - 7. nóv., 1986).



Mynd 7. Skammtímasveiflur í holu 6.



Mynd 8. Hitamælingar í holum 1, 6, 11 og 12.