

**Yfirlit um efnasamsetningu vatns úr holu  
HB-01 í Vestmannaeyjum**

**Magnús Ólafsson**

**Greinargerð MÓ-2000-05**



*il*

## YFIRLIT UM EFNASAMSETNING VATNS ÚR HOLU HB-01 Í VESTMANNAEYJUM

### Inngangur

Hola HB-01 undir Hlíðarbrekkum í Vestmannaeyjum var boruð árið 1964. Forborun niður á 14 m dýpi fór fram í janúar og febrúar, og holan var síðan boruð niður á 1565 m dýpi með Norðurlandsbor. Hófst sú borun í febrúar og henni lauk í september. Aðalvatnsæðar holunnar eru á 800 til 900 m dýpi, en hún er fóðruð með 7" fóðurröri í 191 m. Holan var dæluprófuð í borhléi vorið 1964 og aftur við lok borunar. Haustið 1965 var holan dæluprófuð á ný og í desember 1970 var reynt að örva vatnsæðar hennar með þrýstiprófun (pökkun). Þá var holan dæluprófuð snemma sumars 1971 og m.a. fylgst með styrk klóríðs í vatninu. Í mars 1978 var reynt að hreinsa stíflu úr holunni með jarðbornum Bols og aftur í febrúar 1987 með Höggbor, en tókst ekki. Í september 1991 hreinsaði svo jarðborinn Ýmir stíflu úr holunni niður á u.þ.b. 400 m dýpi

Í skýrslu Orkustofnunar (Guðmundur Pálmason o.fl., 1965) er fjallað um borun holunnar og þær mælingar sem gerðar voru samhliða borun og strax að borun lokinni. Jens Tómasson (1967) greindi frá dæluprófun og djúpsýnatöku haustið 1965. Axel Björnsson o.fl. (1976) fylgdust með rennsli og hita vatns úr holunni þegar vatn tók að renna úr henni við upphaf eldgoss í Eldfelli í janúar 1973. Í greinargerð Gríms Björnssonar 1997, er síðan greint frá hugmyndum um nýtingu heits vatns úr Heimaey og lagt til að vatnsgæfni holunnar verði prófuð með langtíma dæluprófun. Veturinn 1997-1998 var slík dæluprófun gerð af Bæjarveitum Vestmannaeyja og var þá tekið sýni til heildargreiningar á vatni og gasi.

Í þessari greinargerð verður tekið saman yfirlit um þær rannsóknir, sem hafa verið gerðar á efnasamsetningu vatnsins, ýmist með dæluprófunum og sýnatöku á holutoppi, eða djúpsýnatöku, allt frá því holan var boruð og fram til ársbyrjunar 1998 þegar síðast var tekið sýni úr holunni. Gögnin eru varðveitt í gagnasafni Orkustofnunar.

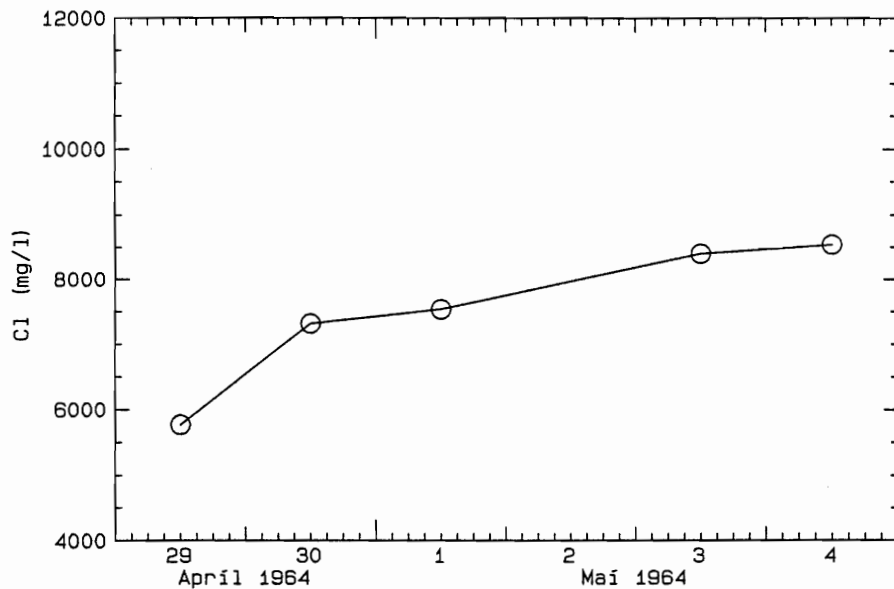
### Sýnataka og efnagreiningar í borun og dæluprófun 1965

#### Dæluprófun í apríl og maí 1964, meðan á borun stóð

Þegar borað hafði verið niður á 898 m dýpi var gert hlé á borun og tækifærið notað til að dæluprófa holuna. Niðurstöðum er lýst í skýrslu Orkustofnunar (Guðmundur Pálmason o.fl., 1965). Niðurstöður mælinga á rennsli, vatnsborði og hita

eru sýndar á mynd 2 í grein Jens Tómassonar (1967). Niðurstöður mælinga á styrk klóríðs á mynd 1.

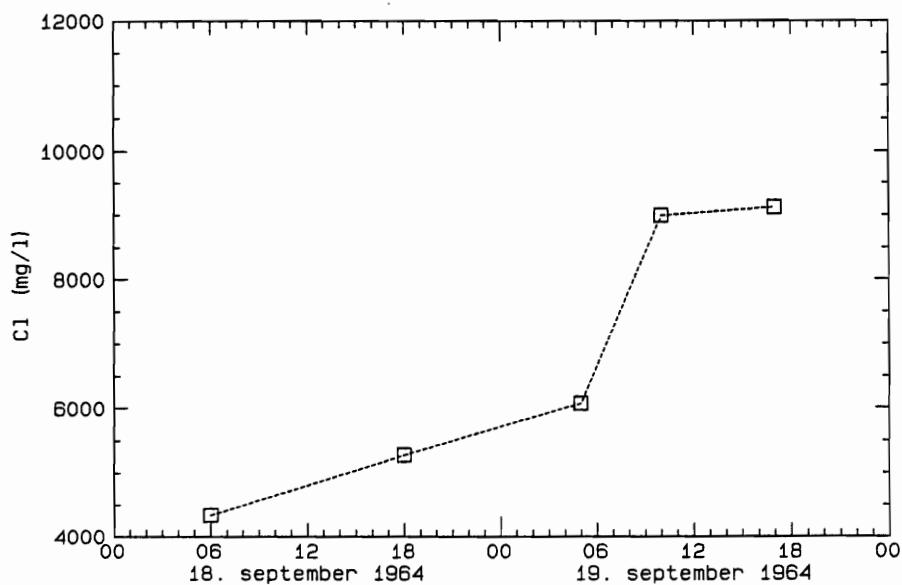
Á mynd 1 sést að styrkur klóríðs óx meðan á dæluþrófun stóð, úr tæplega einum þriðja af klóríðstyrk sjávar í tæplega helming, en klóríðstyrkur sjávar er u.þ.b. 19500 mg/l.



Mynd 1. Styrkur klóríðs við dæluþrófun í apríl til maí 1964.

### Dæluþrófun í september 1964, eftir að borun lauk

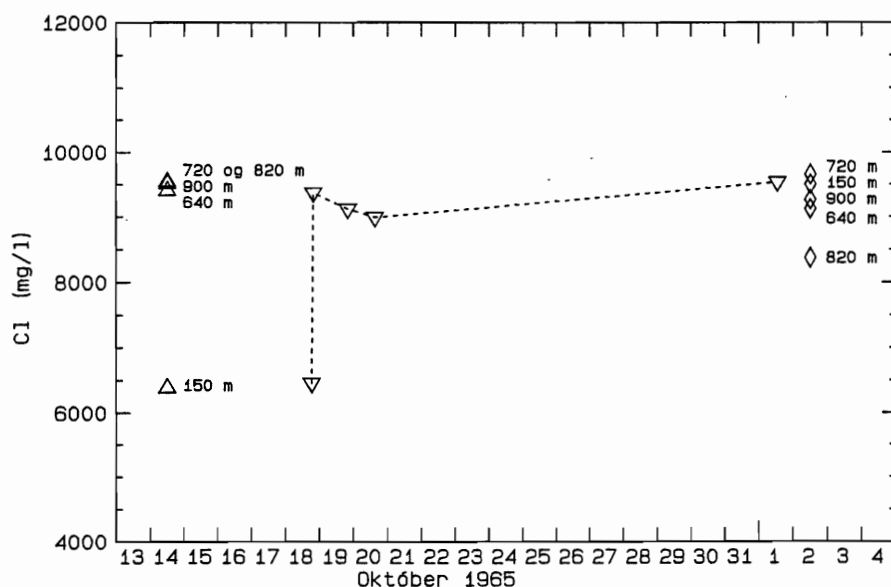
Borun holunnar lauk 15. september 1964. Þá var dæla sett í holuna og dælt úr henni í þrjá daga (Guðmundur Pálmason o.fl., 1965). Niðurstöður mælinga á hita, rennsli og vatnsborði eru sýndar á mynd 3 í grein Jens Tómassonar (1967). Efnagreiningar vatns úr holunni sýndu svipaðan klóríðstyrk og áður eins og sést á mynd 2.



Mynd 2. Styrkur klóríðs við dæluþrófun í september 1964.

## Dæluprófun og djúpsýnataka í október og nóvember 1965

Holan var dæluprófuð í þriðja sinn haustið 1965 (Jens Tómasson, 1967). Áður en dæluprófun hófst voru tekin fimm djúpsýni úr holunni, á 150 m, 640 m, 720 m, 820 m og 900 m dýpi. Þá var dæla sett á 94 m dýpi og dælt úr holunni í tvær vikur. Að lokinni dæluprófun var djúpsýnataka endurtekin á sömu stöðum og fyrir dæluprófun. Sýni til mælinga á m.a. seltu voru tekin annað slagið meðan á dæluprófun stóð. Sem fyrr sýndu allar mælingar að styrkur klóríðs reyndist vera um helmingur þess sem er í sjó. Niðurstöður mælinga á hita, rennsli og vatnsborði í þessari þriðju dæluprófun eru sýndar á mynd 4 í grein Jens Tómassonar (1967). Niðurstöður mælinga á styrk klóríðs í vatninu eru sýndar á mynd 3.



Mynd 3. Styrkur klóríðs í djúpsýnum og við dæluprófun í október - nóvember 1965.

## Sýnataka og efnagreiningar eftir 1965

### Djúpsýnataka og þrýstiprófun í desember 1970

Þann 9. desember 1970 voru tekin fimm djúpsýni úr holu HB-01 og í kjölfarið var holan þrýstiprófuð dagana 11. til 15. desember. Í djúpsýnum voru öll helstu uppleyst efni greind og eru niðurstöður sýndar í töflu 1. Þar sést að styrkur klóríðs er ífið hærri en í djúpsýnum frá 1965, þó ekki muni þar miklu. Í þessum sýnum er seltan rúmlega helmingur þess sem mælist í sjó. Hægt er að meta "djúphita" vatnsins út frá efnainnihaldi þess. Þar er stuðst við tvo efnahitamæla, annars vegar kalsedónhitamæli og hins vegar alkálíhitamæli. Fyrir kalsedón-hitamælinn er gert ráð fyrir að vatnið í holunni sé í hitaháðu jafnvægi við kísilsteindina kalsedón, sem stjórnar þá kísilstyrk vatnsins. Í hinu tilvikinu eru það feldspat-steindir sem stjórna hlutfalli katjóna (Na, K, Ca) í vatninu. Einnig er þar um hitaháð efnajafnvægi að ræða. Hér á landi hefur kalsedónhitamælirinn reynst vel á lághitasvæðum og alkálíhitamælirinn oft á tímum einnig. Reyndar er það svo að það er nokkrum vandkvæðum háð að nota þessa efnahitamæla á ísalt og salt vatn eins hér um ræðir, og verður því að taka útreikninga

með nokkurri varúð. Í töflu 1 sést að kalsdónhiti reiknast nánast tvöfalt hærra en alkalíhiti, kalsedónhiti 130 til 140°C og alkalíhiti 60 til 70°C. Styrkur kísils í sýni 1970-0180 af 150 m dýpi er einkennilega lágur miðað við styrk annarra efna í þessu sýni og er kalsedónhiti ekki reiknaður fyrir það sýni. Líklega kennir þar þökkunar, sem gerð var í holunni skömmu fyrir sýnatöku.

**Tafla 1.** Efnasamsetning djúpsýna úr HB-01 í desember 1970 (mg/l).

Dýpi	150 m	640 m	820 m	900 m	1400 m
Dags.	1970.12.09	1970.12.09	1970.12.09	1970.12.09	1970.12.09
Númer	1970-0180	1970-0181	1970-0182	1970-0183	1970-0184
Hiti (°C)		42	54	57,5	88
Sýrustig (pH)	8,6	6,4	6,4	6,4	6,5
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	8,0	138	166	148	150
Karbónat (CO <sub>2</sub> (t))	6,1	381	373	372	386
Natríum (Na)	4640	4980	5060	5040	4900
Kalíum (K)	65	98	85	84	76
Magnesium (Mg)	340	660	680	680	600
Kalsíum (Ca)	780	674	628	620	850
Flúoríð (F)		0,5	0,4	0,5	0,55
Klóríð (Cl)	9820	10100	10300	10270	10320
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	569	942	914	926	918
Járn (Fe)	0,5	4,4	4,7	4,1	6
Uppleyst efni	18200	19700	20000	19700	20100
Selta (o/oo)	17,7	18,2	18,6	18,6	18,6
Kalsedónhiti (°C)		130	145	135	135
Alkalíhiti (°C)	55	70	60	60	60

### Dæluþrófun í maí - júní 1971

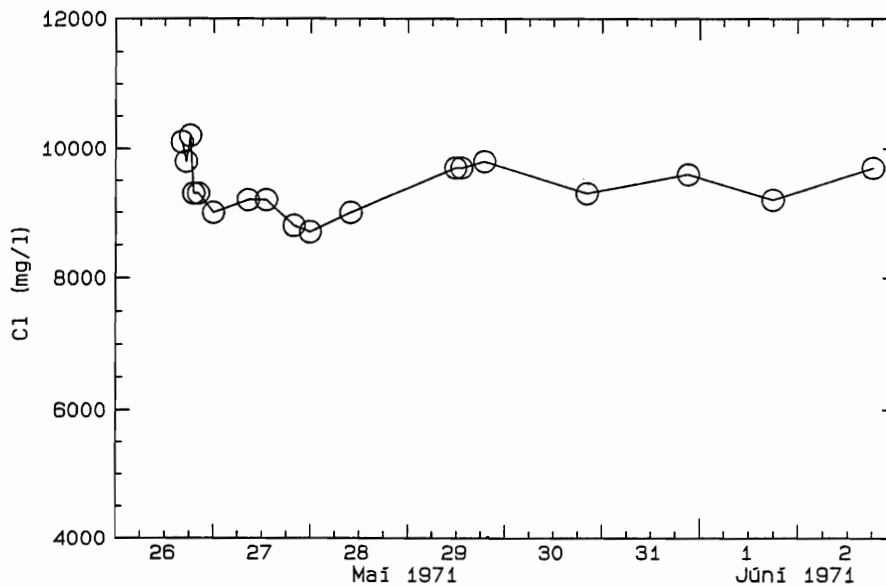
Hola HB-01 var dæluþrófuð í stuttan tíma í maí og júní 1971. Upplýsingar um dæluþrófunina eru mjög óljósar en í fórum Orkustofnunar hafa fundist nokkrar upplýsingar og verður hér greint frá þeim (gagnasafn Orkustofnunar).

Dæluþrófunin virðist hafa hafist 26. maí kl. 15:10 og talið er að henni hafi lokið að kvöldi þess 2. júní. Talið er að dælan hafi verið á 70 m dýpi og að hún hafi getað afkastað u.þ.b. 5 l/s. Aldrei tókst þó að dæla því magni, og er talið að í upphafi hafi rennsli frá holunni verið um 2 l/s en líklega vaxið í 3 l/s þegar frá leið og vatnsúlan hafði hitnað (Jens Tómasson 1998, pers. upplýsingar).

Meðan á dæluþrófun stóð var fylgst með hita vatnsins, vatnsborði og sýni voru tekin til t.d. mælinga á seltu vatnsins. Niðurstöður eru sýndar í töflu 1 og á myndum 4 og 5. Samkvæmt gögnun Orkustofnunar hefur Jón Gunnlaugsson (JG) annast þessar athuganir. Við upphaf og lok dæluþrófunar voru að auki tekin sýni til greininga á nokkrum helstu uppleystum efnum í vatninu. Niðurstöður eru sýndar í töflu 2.

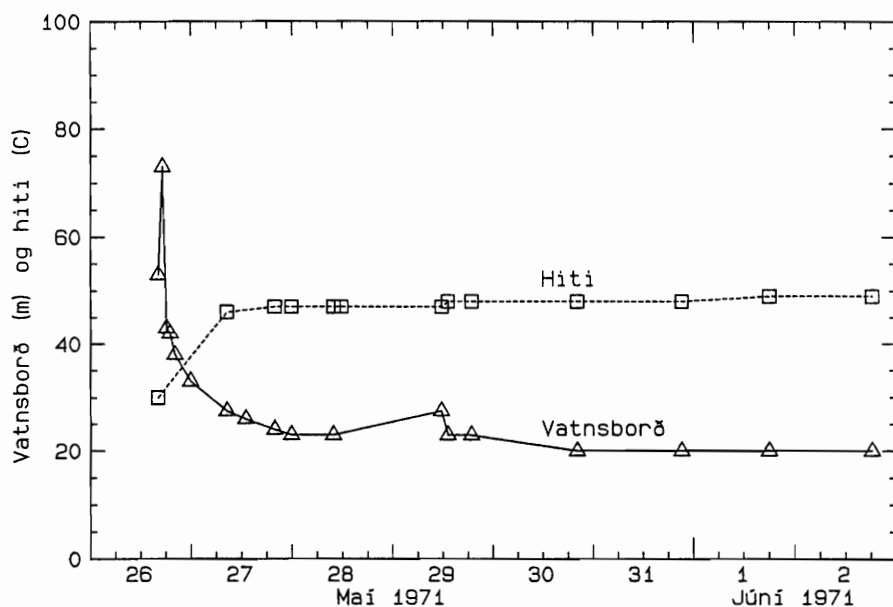
**Tafla 2. Dæluþrófun 1971.**

Númer	Dags.	Tími	Klóríð (mg/l)	Hiti (°C)	Vatnsborð (m)
1971-0052	1971.05.26	16:10	10100	30	53
1971-0053	1971.05.26	17:10	9800	-	73
1971-0054	1971.05.26	18:10	10200	-	43
1971-0055	1971.05.26	19:00	9300	-	42
1971-0056	1971.05.26	20:10	9300	-	38
1971-0057	1971.05.26	23:55	9000	-	33
1991-0058	1971.05.27	08:30	9200	46	27,5
1971-0059	1971.05.27	13:00	9200	-	26
1971-0060	1971.05.27	19:50	8800	47	24
1971-0061	1971.05.27	23:50	8700	47	23
1971-0062	1971.05.28	09:05	9000	47	23
1971-0063	1971.05.29	11:40	9700	47	27,5
1971-0064	1971.05.29	13:10	9700	48	23
1971-0065	1971.05.29	18:50	9800	48	23
1971-0066	1971.05.30	20:10	9300	48	20
1971-0067	1971.05.31	21:10	9600	48	20
1971-0068	1971.06.01	18:00	9200	49	20
1971-0069	1971.06.02	18:15	9700	49	20



**Mynd 4. Klóríðstyrkur vatns í dæluþrófun 1971.**

Ef gert er ráð fyrir að dælingin hafi numið 3 l/s, og að nýta megi holuvatnið að 25°C, sýnir tafla 2 að afl holunnar í dælingu var um 300 kW. Vatnsborðið í töflunni er að öllum líkindum metrar vatns yfir dæluenda. Virðist því sem vatnsborð hafi verið nokkuð stöðugt á 50 m dýpi í prófuninni.



Mynd 5. Hiti og vatnsborð í dæluprófun 1971.

Sýni til efnagreininga voru tekin við upphaf og lok dæluprófunar. Niðurstöður eru sýndar í töflu 3. Til samanburðar er sýnd þar efnasamsetning sjávar. Niðurstöður útreikninga á efnahita vatnsins eru einnig sýndar í töflu 3. Þar sést að kalsedónhiti reiknast 140 til 145°C, svipaður og í sýnum frá 1970 (tafla 1). Alkalíhiti reiknast 85°C, u.þ.b. 20°C hærrí en í sýnum frá 1970.

Tafla 3. Efnasamsetning heilsýna við upphaf (1971-0052) og lok (1971-0069) dæluprófunar 1971, auk helstu efna í sjó (mg/l).

Staður	HB-01	HB-01	Sjór
Dags.	1971.05.26	1971.06.02	-
Tími	16:10	18:15	-
Númer	1971-0052	1971-0069	
Hiti (°C)	30	49	-
Sýrustig (pH)	7,1	7,1	8,0
Leiðni (µS/cm/°C)	15385/25	15385/25	-
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	168	158	3
Natríum (Na)	4100	4100	10800
Kalíum (K)	112	110	390
Magnesium (Mg)	550	520	1290
Kalsíum (Ca)	643	638	410
Flúoríð (F)	0,65	0,65	1,3
Klóríð (Cl)	10100	9700	19400
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	854	858	2710
Uppleyst efni	18316	17968	-
Selta (o/oo)	18,2	17,5	35
Kalsedónhiti (°C)	145	140	-
Alkalíhiti (°C)	85	85	

## Eldgos í janúar 1973

Eldgos hófst í Eldfelli á Heimaey aðfararnótt 23. janúar 1973. Aðfararnótt þess 24. janúar kom í ljós að vatn var farið að renna frá holu HB-01 og hófust þá mælingar og hita og rennsli (Axel Björnsson o.fl., 1976). Í fyrstu runnu um 0,4 l/s af 33°C heitu vatni frá holunni en hæstur varð hitinn um 41°C. Um mánaðarmótin maí-júní hætti sjálfrennslið og í desember 1974 var vatnsborð í holunni á 14,3 m dýpi og hiti þar 8,7°C. Nokkur sýni til efnagreininga á vatni og gasi voru tekin 24. og 25. janúar, þar á meðal tvö djúpsýni. Niðurstöður efnagreininga eru sýndar í töflum 4, 5 og 6. Enn sem fyrr er selta vatnsins u.þ.b. helmingur af seltu sjávar. Sýni af gasi voru tekin til efnagreininga og reyndist það að mestu leyti samastanda af köfnunarefni. Styrkur kolsýru mældist þó tæplega 25%, sem er óvenju hátt í gasi af þessu tagi. Talið er líklegt að háan styrk kolsýru í gasi þessu megi rekja til áhrifa frá eldgosinu. Eins og fram kemur síðar (t.d. tafla 7) þá reyndist gasið í holunni við dæluþrófun 1997 til 1998 vera að langmestu leyti köfnunarefni.

**Tafla 4.** Efnasamsetning djúpsýna eftir gos.

Dýpi	640 m	800 m
Dags.	1973.01.24	1973.01.24
Númer	1973-0009	1973-0010
Hiti (°C)	56	60
<b>Vatn (mg/l)</b>		
Sýrustig (pH)	6,6	6,6
Leiðni (µS/cm)	14925	15152
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	142	160
Karbónat (CO <sub>2</sub> (t))	550	550
Brennisteinsvetni (H <sub>2</sub> S)	<0,03	<0,03
Natríum (Na)	5500	5500
Kalíum (K)	134	133
Magnesium (Mg)	565	568
Kalsíum (Ca)	676	674
Flúoríð (F)	0,7	0,65
Klóríð (Cl)	10020	9840
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	906	923
Járn (Fe)	6	7
Uppleyst efni	18788	18894
Selta (o/oo)	18,1	17,6
Kalsedónhiti (°C)	135	140
Alkalíhiti (°C)	80	80
<b>Gas % rúmmál</b>		
Vetni (H <sub>2</sub> )	0,5	-
Kolsýra (CO <sub>2</sub> )	23,8	-
Köfnunarefni (N <sub>2</sub> )	75,0	-
Metan (CH <sub>4</sub> )	0,3	-



**Tafla 5.** Efnasamsetning sýna sem tekin voru á holutoppi 24. janúar 1973.

<b>Dags.</b>	<b>1973.01.24</b>	<b>1973.01.24</b>
Tími	21:40	21:45
Númer	1973-0011	1973-0012
Hiti (°C)	33,2	33,2
<b>Vatn (mg/l)</b>		
Sýrustig (pH)	6,6	6,5
Leiðni (µS/cm)	15152	14085
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	148	130
Karbónat (CO <sub>2</sub> (t))	645	660
Brennisteinsvetni (H <sub>2</sub> S)	<0,03	<0,03
Natríum (Na)	6000	5800
Kalíum (K)	135	143
Magnesium (Mg)	575	570
Kalsíum (Ca)	660	686
Flúoríð (F)	0,65	0,60
Klóríð (Cl)	9840	9860
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	923	900
Járn (Fe)	9	20
Uppleyst efni	18994	18982
Selta (o/oo)	17,8	17,8
Kalsedónhiti (°C)	135	125
Alkalíhiti (°C)	75	80
<b>Gas % rúmmál</b>		
Vetni (H <sub>2</sub> )	0,8	-
Kolsýra (CO <sub>2</sub> )	19,4	-
Súrefni (O <sub>2</sub> )	3,8	-
Köfnunarefni (N <sub>2</sub> )	75	-
Metan (CH <sub>4</sub> )	0,4	-

Tafla 6. Efnasamsetning sýna sem tekin voru á holutoppi 25. janúar 1973.

Dags.	1973.01.25	1973.01.25	1973.01.25	1973.01.25
Tími	09:30	13:30		-
Númer	1973-0014	1973-0015	1973-0020	1973-0022
Hiti (°C)	34,1	34,1		
<b>Vatn (mg/l)</b>				
Sýrustig (pH)	6,7	6,5		
Leiðni (µS/cm)	15152	16949		
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	122	124	158	138
Karborat (CO <sub>2</sub> (t))	518	655		
Brennisteinsvetni (H <sub>2</sub> S)	<0,03	<0,03		
Natríum (Na)	6100	5850	6390	7795
Kalíum (K)	143	145	133	129
Magnesium (Mg)	560	545	524	515
Kalsíum (Ca)	672	668	565	598
Flúoríð (F)	0,6	0,60	0,2	0,30
Klóríð (Cl)	9820	9780	9732	9513
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	913	881	867	824
Járn (Fe)	20	12		-
Uppleyst efni	18628	18884		18400
Selta (o/oo)	17,7	17,7		17,2
Kalsedónhiti (°C)		125		130
Alkalíhiti (°C)		80		60
<b>Gas % rúmmál</b>				
Vetni (H <sub>2</sub> )		0	0	0
Kolsýra (CO <sub>2</sub> )		23,4	23	23,4
Súrefni (O <sub>2</sub> )		0	0	0
Köfnunarefni (N <sub>2</sub> )		75	ekki mælt	75,0
Metan (CH <sub>4</sub> )		0,4	0,8	0,4

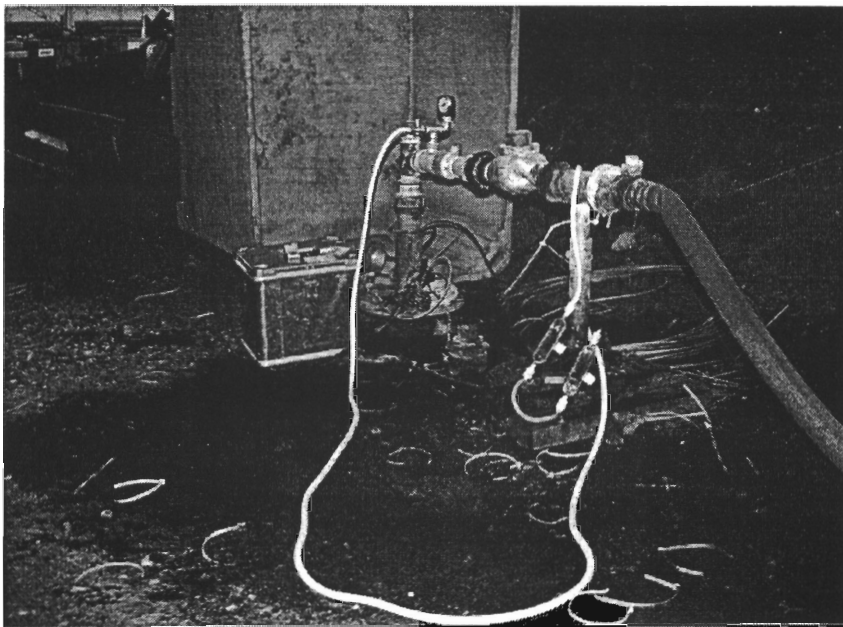
### Dæluþrófun 1997 til 1998 og sýnataka í janúar 1998

Síðasta dæluþrófun í holu HB-01 fór fram á tímabilinu september 1997 til janúar 1998 og var þá dælt u.þ.b. 1 til 3 l/s úr holunni. Þann 15. janúar 1998 var tekið sýni af vatni og gasi úr (myndir 6 og 7). Dælan var á 150 m dýpi, rennsli var 2,5 l/s og vatnsborð á 129 m dýpi. Niðurstöður efnagreininga eru sýndar í töflu 7. Ekki var gerð tilraun til að mæla magn þess gass sem upp kom með vatninu, en þó er ljóst að ekki er um mikið magn að ræða. Samhliða sýnatöku var staðsetning holunnar ákvörðuð með GPS gervitunglaviðtæki. Safnað var 225 staðsetningarpunktum, sem síðar voru eftiraleiðréttir og fékkst þannig DGPS mæling. Niðurstöður eru (WGS-84 hnatthnit):

Breidd: 63°26'33,56105" Lengd: 20°17'00,46475" Hæð: 19 m y.s.



**Mynd 6.** Við hola HB-01 í Vestmannaeyjum 15. janúar 1998.



**Mynd 7.** Sýnataka úr holu HB-01 í janúar 1998.

**Tafla 7. Efnasamsetning vatns í dæluþrófun 1997 - 1998 (mg/l).**

<b>Dags.</b>	<b>1998.01.15</b>
Númer	1998-0009
Hiti (°C)	34
Rennsli (l/s)	2,5
<b>Vatn (mg/l)</b>	
Sýrustig (pH)	6,77/21,6
Leiðni (µS/cm)	26400
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	103,2
Karbónat (CO <sub>2</sub> (t))	234
Brennisteinsvetni (H <sub>2</sub> S)	<0,03
Natríum (Na)	4960
Kalíum (K)	90,6
Magnesium (Mg)	278
Kalsíum (Ca)	1110
Flúoríð (F)	0,34
Klóríð (Cl)	9410
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	1040
Al (Al)	0,006
Mangan (Mn)	1,25
Járn (Fe)	6,94
δD (‰ SMOW)	-60,3
δ <sup>18</sup> O (‰ SMOW)	-7,56
Uppleyst efni	17110
Selta (o/oo)	17,0
Kalsedónhiti (°C)	110
Alkalíhiti (°C)	65
<b>Gas % rúmmál</b>	
Vetni (H <sub>2</sub> )	0,05
Kolsýra (CO <sub>2</sub> )	3,74
Súrefni + Argon (O <sub>2</sub> + Ar)	1,25
Köfnunarefni (N <sub>2</sub> )	94,86
Metan (CH <sub>4</sub> )	0,1

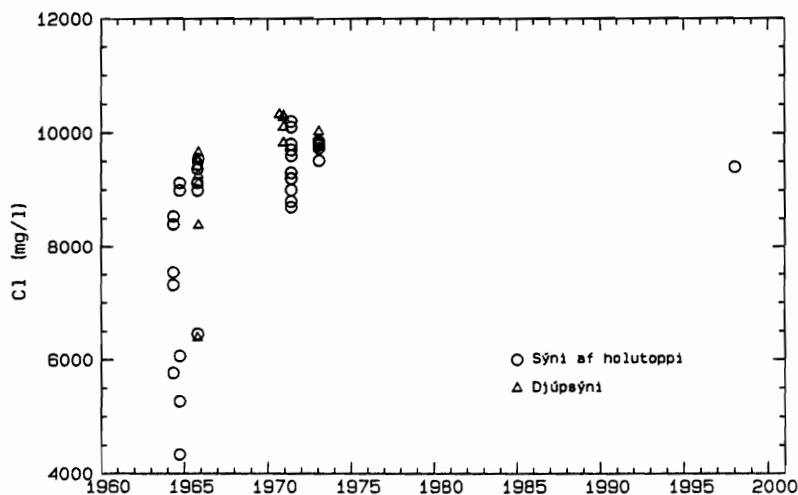
Niðurstöður efnagreininga þessa sýnis staðfesta að mestu leyti fyrri efnagreiningar. Styrkur klóríðs er svipaður og áður, en styrkur t.d. kísils og karbónats talsvert lægri. Lækkun í efnastyrk svo og talsvert lægri vinnsluhiti en í prófunum frá því fyrir gos, sýnir að holan er að öllum líkindum stífluð milli æðanna á 800-900 m dýpi og þeirrar á u.þ.b. 400 m dýpi, en þangað var holan síðast hreinsuð. Dæluþrófunin er því misheppnuð í þeim skilningi að hún hvorki náði að ákvarða vinnslueiginleika djúpu æðanna né efnastyrk vatnsins í þeim. Styrkur járns (Fe) og mangans (Mn) er hár, en járnstyrkur hefur þó lækkað umtalsvert frá því sem var í sýnum þeim sem tekin voru við upphaf eldgossins 1973. Þá mældist járnstyrkur allt að 20 mg/l (töflur 5 og 6).

Á grundvelli efnasamsetningar sýnisins frá 1998 þá hafa nokkrir þættir er varða nýtingarhæfi vatnsins úr efri hluta holunnar verið athugaðir, s.s. útfellinga- og tæringarhætta. Vatnið er lítillega yfirmettað með tilliti til kalks (kalsíts), en undirmettað m.t.t. til steinda eins og ópals (kísils) og anhydrits (kalsíum sulfat) og krýsótíls (magnesíum sílikats). Er því talið ólíklegt að útfellingar verði til vandræða við nýtingu vatnsins. Ekkert uppleyst súrefni mældist í vatninu við holutoppinn, en þar sem efnastyrkur þess er mjög hár þá verður vatnið tærandi fyrir járn ef súrefni kemst inn í lagnir sem vatnið fer um. Þar sem sýrustig (pH) vatnsins er fremur lágt og styrkur karbónats í því nokkuð hár, þá reiknast talsvert magn af frjálsri kolsýru í vatninu, eða rétt um 50 mg/l á forminu CO<sub>2</sub>. Frjáls kolsýra hefur tærandi áhrif á járn. Selta, uppleyst súrefni og hár hiti tæra jafnvel ryðfrítt stál, en þar sem hiti vatnsins úr holunni er lágur ætti ryðfrítt stál að henta við nýtingu vatnsins.

Í töflu 7 er sýnd niðurstaða efnagreiningar á gasi því sem upp kom með vatni í dæluprófuninni. Gasið er að stærstum hluta köfnunarefni (~95%) og aðrar gastegundir eru kolsýra u.þ.b. 4% og súrefni, argon, vetni og metan, samtals um 1%. Þetta er nokkuð breytt efnasamsetning miðað við það sem var í sýnum þeim sem voru tekin við upphaf elgoss 1973. Þá var magn köfnunarefnis um 75% og kolsýru um 25%. Talið er að þar hafi gætt áhrifa frá eldfjallagasi, sem er að stærstum hluta kolsýra.

## Helstu niðurstöður

Vatnið er holu HB-01 í Vestmannaeyjum er efnaríkt. Það hefur seltu sem svarar til u.þ.b. helmings seltu sjávar. Á mynd 8 er sýnt hver styrkur klóríðs hefur verið í vatni úr holunni í öllum þeim sýnum sem til eru. Þar eru sýni tekin á holutoppi sýnd sem hringir en djúpsýni sem þríhyrningar. Á myndinni sést glögglega að styrkur klóríðs hefur yfirleitt verið á bilinu 8500 til 10200 mg/l og á það jafnt við um holutoppsýni sem djúpsýni. Lægri styrkur klóríðs hefur einkum mælst í sýnum við upphaf dæluprófana. Holan er fóðruð niður á 191 m og aðal vatnsæðarnar eru á 800 til 900 m dýpi og því líklegt að nánast allt vatn hafi komið af þessu dýptarbili fram til þess að drasli var hent í hana og holan stífluð í kringum gos.

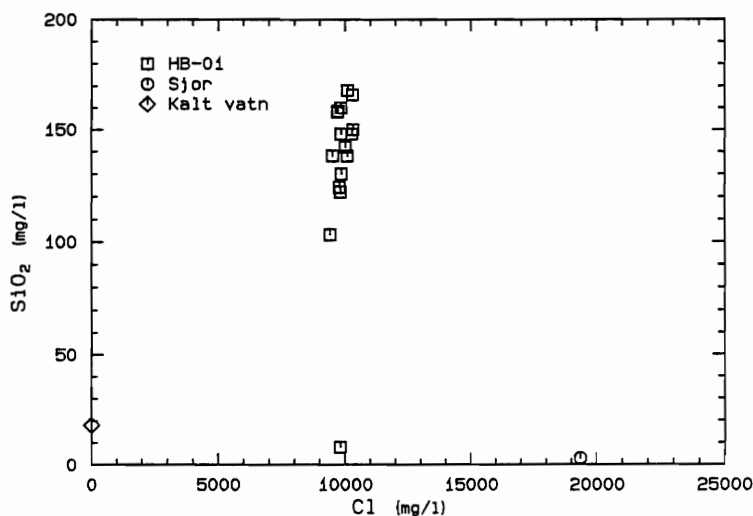


Styrkur járns (Fe) og mangans (Mn) er hár í vatni úr holunni, en slíkt er ekki óalgengt í hálfstölu og ylvögu vatni. Þessi há styrkur járn og mangans gerir vatnið óhæft til beinnar nýtingar í t.d. fiskeldi. Úfellingahætta virðist ekki vera umtalsverð þó vatnið sé lítillaga yfirmettað með tilliti til kalks (kalsíts). Aftur á móti er tæringarhætta fyrir járn talsverð við hugsanlega nýtingu þess, a.m.k. ef súrefni andrúmsloftsins kemst í snertingu við það. Einnig eru nokkrar líkur á tæringu járns af völdum "frjálstrar" kolsýru.

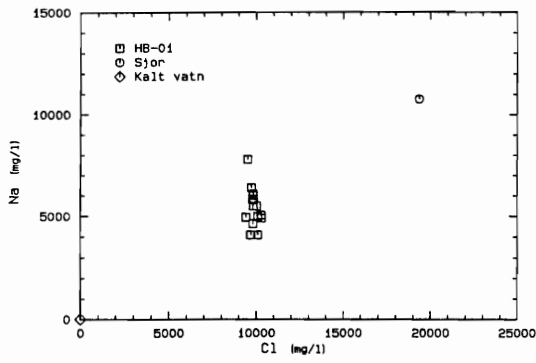
Efnahiti hefur verið reiknaður fyrir vatn úr holunni í þeim tilgangi að meta hita í því vatnskerfi sem fæðir holuna. Um tvenns kona efnahita er að ræða. Annars vegar kalsedónhita og hins vegar alkalíhita. Kalsedónhiti reiknast allt frá 110° upp í 145°C, lægstur í sýninu frá 1998. Alkalíhiti reiknast talsvert lægri, á bilinu 65° til 85°C. Samkvæmt hitamælingum í holunni þá er botnhiti hennar rúmar 100°C en hitinn á 800 til 900 m dýpi er rétt um 60°C. Alkalíhitinn virðist því endurspegla hita í vatnsæðum holunnar en kalsedónhitinn er aftur á móti nær botnhitaholunnar.

Gasið úr holunni samanstendur að mestu leyti af köfnunarefni, eins og títt er um gas á lághitasvæðum. Það er skaðlaust við nýtingu vatnsins, magn þess er ekki þekkt. Ekki eru sjáanleg nein not fyrir gasið.

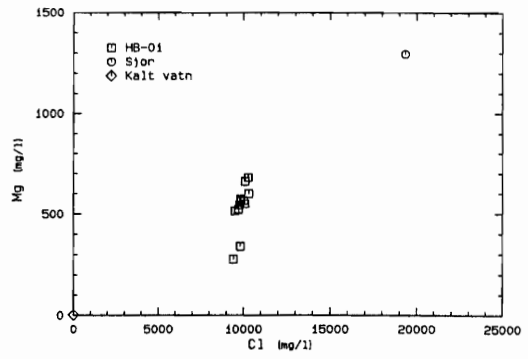
Á myndum 9 til 15 er styrkur nokkurra efna í vatni úr holunni sýndur á móti styrk klóríðs. Til samanburðar eru einnig sýndar niðurstöður þessara sömu efna í sjó og köldu vatni og hefur verið dregin lína milli sjávar annars vegar og kalds vatns hins vegar (blöndunarlína). Ef efnasamsetning vatnsins væri eingöngu tilorðin vegna blöndunar sjávar og kalds vatns, þá ættu sýnin úr holu HB-01 að falla á blöndunarlínununa í öllum tilvikum. Á myndunum sést að sýnin falla á eða nærri blöndunarlínunni í sumum tilvikum, s.s natrium (Na), magnesíum (Mg) og flúoríð (F). Í öðrum tilvikum falla þau víðsfjarri, s.s kísill (SiO<sub>2</sub>) og kalsíum (Ca), sem bendir til þess að vatnið hafi átt umtalsverð efnaskipti við berggrunninn og styrkur þessara efna því hækkað umtalsvert miðað við það sem ætti að vera í blöndu af sjó og köldu vatni. Á myndum sem sýna kalíum (K) og súlfat (SO<sub>4</sub>) á móti klóríði falla sýnin úr holunni rétt neðan blöndunarlínu, sem bendir til þess að þessi efni hafi fallið út úr vatninu.



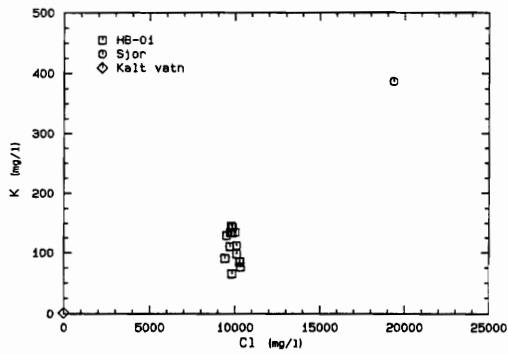
Mynd 9. Klóríð og kísill.



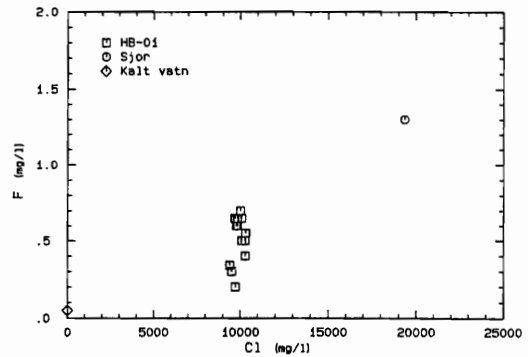
Mynd 10. Natríum og klóríð.



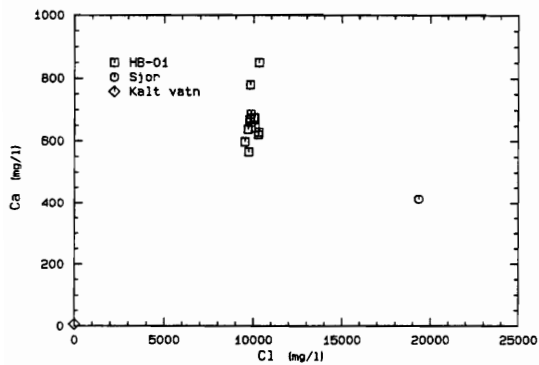
Mynd 11. Magnesíum og klóríð.



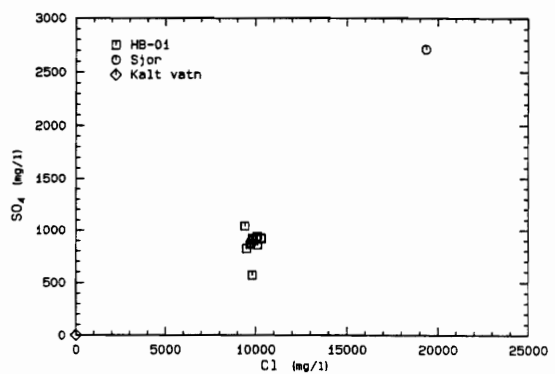
Mynd 12. Kalíum og klóríð.



Mynd 13. Flúoríð og klóríð.



Mynd 14. Kalsíum og klóríð.



Mynd 15. Súlfat og klóríð.

## Heimildir

Axel Björnsson, Leó Kristjánsson og Hlökkver Johnsen, 1976. *Some observations of the Heimaey deep drill hole during the eruption of 1973*. Jökull, 26, s. 52-58.

Grímur Björnsson, 1997. *Um líkur á vinnslu heits vatns úr Heimaey*. Orkustofnun, greinargerð GrB-97/03, 4 s.

Guðmundur Pálmason, Jens Tómasson, Jón Jónsson og Ísleifur Jónsson, 1965. *Djúpborun í Vestmannaeyjum*. Raforkumálastjóri, 43 s.

Jens Tómasson, 1967. *On the origin of sedimentary water beneath Vestmann Islands*. Jökull, 17, s. 300-311.

Orkustofnun gagnasafn.