



Reykjanes. Styrkur efna í jarðsjó

Trausti Hauksson

Greinargerð TH-81-04

Greinargerð

REYKJANES

Styrkur efna í jarðsjó

Trausti Hauksson

TH-81/04

Júní 1981

Ágrip

Tekin eru saman og endurtúlkuð gögn um efnastyrk sýna af jarðsjó á Reykjanesi, bæði hverum og holum, frá tímabilinu 1937-1980. Flest sýnin eru úr holum 2,4 og 8 sem boraðar voru 1968 og 1969.

Styrkur aðalefna er breytilegur eftir staðsetningu og er selta lítið eitt hærri í hverum og grunnum holum en í djúpum heitum holum. Kaldur sjór leitar inn á svæðið á litlu dýpi. Lægri selta mælist í grunnum holum utan við hitasvæðið en í heitum jarðsjónum. Birtar eru niðurstöður ýmissa athugana á styrk minniháttar efna, ísotópa vatns og radongeislunar. Styrkur alkali og jarðalkalímálma er frábrugðinn styrk sömu efna í sjó vegna jónskipta við steindir í berginu. Ekki varð marktæk breyting á seltu eða öðrum efnastyrk með tíma.

Reynt er að endurbæta eldra líkan um rennsli og hita í jarðhitakerfinu út frá niðurstöðum mælinga á styrk efna og birt mynd af því.

Fjallað er um útfellingar og skemmdir fóðurrörs í holu 8 og hreinsun í desember 1979. Hugsanlegar skýringar eru teknar fyrir og reynt að finna líklegustu orsök skemmda.

1981-06-22

Efnisyfirlit	bls
Ágrip	2
Efnisyfirlit	3
Töfluskrá	4
Myndaskrá	4
1. Inngangur	5
2. Sýnatökustaðir	7
2.1 Hverir og holur 1,3,5,6 og 7	7
2.2 Holur 2 og 4	7
2.3 Hola 8	8
3. Styrkur efna í jarðsjó	9
3.1 Samanburður hvera og hola	9
3.2 Breytingar á tíma	11
3.3 Ýmsar athuganir	13
4. Útfellingar og skemmdir á leiðara holu 8	14
4.1 Hreinsun holu 8	14
4.2 Hugsanlegar orsakir fyrirstöðu í holu 8	15
5. Samandregnar niðurstöður	17
6. Áframhald athugana	17
Heimildaskrá	19
Töflur	21
Myndir	35
Viðauki	51

1981-06-22

<u>Töluskrá</u>	bls
1 Reykjanes hverir, styrkur efna í mg/kg	22
2 Reykjanes hola 1 - " -	23
3 Reykjanes djúpsýni holur 3,5 og 7, -"-	23
4 Reykjanes hola 2 - " -	24
5 Reykjanes hola 4, djúpsýni - " -	25
6 Reykjanes hola 4, - " -	26
7 Reykjanes hola 8, djúpsýni - " -	27
8 Reykjanes hola 8 - " -	28
9 Reykjanes meðalstyrkur efna í jarðsjó	30
10 Reykjanes hlutföll efna í jarðsjó	31
11 Reykjanes styrkur ýmissa minniháttar efna í jarðsjó	32
12 Reykjanes hlutföll ísotópa	33
13 Niðurstöður greininga á útfellingasýnum úr holu 8, Reykjanesi frá des. 1978.	34

Myndaskrá

1 Einfaldað jarðfræðikort af Reykjanesi.	36
2 Reykjanes hola 2. Styrkur efna, kísill, natríum, kalíum, klór.	37
3 Reykjanes hola 2. Styrkur efna, kalsíum, súlfat, Uppl. efni	38
4 Reykjanes hola 4. Djúpsýni, Na/Cl, K/Cl, Ca/Cl, Mg/Cl.	39
5 Reykjanes hola 4. Styrkur efna, kísill, natríum, kalíum, klór.	40
6 Reykjanes hola 4. Styrkur efna, kalsíum, súlfat, uppl. efni.	41
7 Reykjanes hola 8. Afköst	42
8 Reykjanes hola 8. Djúpsýni, SiO ₂ /Cl, Na/Cl, K/Cl, Na/K	43
9 Reykjanes hola 8. Djúpsýni, Ca/Cl, Mg/Cl, SO ₄ /Cl, Uppl. e./Cl	44
10 Reykjanes hola 8. Styrkur efna, kísill, natríum, kalíum, klór.	45
11 Reykjanes hola 8. Styrkur efna, kalsíum, magnesíum, súlföt, Uppleyst efni.	46
12 Mismunur á seltu (Cl mg/kg) jarðsjávar og meðalseltu sjávar við Reykjanes.	47
13 Hlutfall Na/K (mg/mg) í jarðsjó á Reykjanesi.	48

1981-06-22

Myndaskrá (frh.) bls

- | | | |
|----|---|----|
| 14 | Tilgáta að hita og rennslisleiðum á Reykjanessvæðinu. | 49 |
| 15 | Reykjanes hola 8. Víddarmælingar og hreinsun. | 50 |

Viðauki I

Reikningar á þáttum og leysnimargfeldum steinda, fyrir
meðalsýni úr holu 8, Reykjanesi. 51

1981-06-22

1. Inngangur

Frá því að skýrsla Orkustofnunar um Reykjanes (Sveinbjörn Björnsson o.fl. 1972) kom út hefur verið safnað fjölda sýna, af jarðhitavökva á Reykjanesvæðinu, til efnagreininga. Flest sýni eru úr holu 8 en nokkur úr holum 2 og 4 og aðalhvernum á svæðinu. Í áliti vinnuhóps um Reykjanes (Greinargerð OS, 1981) er farið fram á að saman verði dregin og túlkuð fyrirbyggjandi gögn um efnafræði jarðsjávarins með tilliti til væntanlegrar nýtingar jarðhitasvæðisins og einnig athugað hvort og hvaða frekari rannsóknir á þessu sviði væri æskilegt að gera. Tilgangur slíkrar samantektar er helst að athuga hvort breytingar verði á efnasamsetningu jarðsjávarins við langvarandi vinnslu. Einnig hvort vænta megi öröugleika við rekstur borhola er rekja mætti til efnasamsetningar jarðsjávarins.

Í skýrslunni eru dregin saman í töflum og myndum niðurstöður efnagreininga á sýnum úr holu 8 og einnig til samanburðar sýnum úr öðrum holum og hverum sem safnað var fram til ársins 1980.

Í áliti nefndar um saltverksmiðju (Iðnaðarráðuneytið 1981) er uppgengið að áætluð saltverksmiðja þurfi 51 kg/s af jarðsjó og 17 kg/s af jarðgufu til framleiðslu 40.000 árstonna natríumklóríðs. Að auki er áætlað að vinna kalíum og kalsíumklóríð og nauðsynlegt er að skilja frá kísil og brómíð. Þessi efni öll, nema brómíð, voru mæld reglulega í jarðsjónum en þau skipta meginmáli við saltvinnsluna. Að auki hefur styrkur magnesíums, súlfats, flúors og gastegunda verið mældur.

Reynt er að endurmeta það sem sagt var um svæðið í skýrslu OS frá 1972.

Að síðustu er fjallað um útfellingar og skemmdir á holu 8 og orsakir þeirra.

1981-06-22

2. Sýnatökustaðir

2.1 Hverir og borholur 1,3,5 og 7

Til eru sýni úr þremur hverum og einni laug á Reykjanesi. Staðsetning þeirra og borhola er sýnd á mynd 1.

Elstur er "Hver 1918", gamall goshver sem tók að gjósa á ný í mikilli skjálftahrinu 1967 (Jón Jónsson 1978). Þá mældist aukning í styrk magnesíums í hvernum, sem benti til innstreymis sjávar inn á jarðhitasvæðið. Styrkur magnesíums lækkaði síðan á nokkrum árum í fyrra gildi (Tafla 1). Í sömu skjálftahrinu myndaðist nýr hver sem nefndur var "Hver 1967". Magnesíumstyrkur í honum mældist strax eftir myndun svipaður og í "Hver 1918" og lækkaði er frá leið. Þessi hver er nú horfinn. Eitt sýni er til úr gamalli lítilli sundlaug utanvert í dalnum milli Valahnúka og Valbjargagjár.

Hola 1 var boruð 1956 og var hún 162 m djúp. Tvö sýni úr henni eru birt í töflu 2.

Haustið 1968 braut hola 1 af sér bönd og myndaði hver er nefndur var "Holuhver". Nokkur sýni eru til úr hver þessum og þau birt í töflu 1. Þessi hver er nú horfinn.

Árin 1968 og 1969 voru boraðar sjö holur á Reykjanesi. Þrjár þeirra blésu einhvern tíma eftir borun, þ.e. 2,4 og 8. Holur 5,6 og 7 voru kaldar en hola 3 hrundi við upphleypingu. Til eru djúpsýni úr holum 3,5 og 7 og eru þau birt í töflu 3.

2.2 Holur 2 og 4

Hola 2 var boruð í ágúst 1968 og varð 301 m og var hún heilfóðruð í botn. Holan var dregin í gos til að ná sýni en ekki tókst að kæfa hana aftur til frekari dýpkunar. Vatnsæðin er talin vera í botni holunnar á um 300 m dýpi. Safnað var sýnum úr holunni reglulega fram á árið 1972. Niðurstöður efnagreininga eru birtar í töflu 4. Gert er ráð fyrir að innstreymishiti sé um 225°C (botnhiti í hitamælingu frá 1968-10-19) og að hann haldist óbreyttur blásturstímann. Á myndum 2 og 3 er efnastyrkur í jarðsjó holu 2 sýndur sem fall af tíma.

Hola 4 var boruð í desember 1968 og var borað í 1036 m dýpi og fóðrað í 245 m. Eftir hitamælingu kom í ljós að kaldur-jarðsjór raðni niðurholuna úr 245 m í æðar nálægt botni. Tekin voru djúpsýni sem sýndu að niður-

1981-06-22

rennsli var kaldur sjór (Tafla 5). Hlutföll efna voru áþekk niður holuna nema að frávik í átt til jafnvægis við berg var í kringum 800 m (sjá mynd 4). Þetta benti til að ofan við 800 m þættist heitur jarðsjór í niðurrennslið. Holan var fóðruð í sept 1969 í 640 m og hleypt upp 20. október 1969. Holan blés í nokkrar vikur og var þögnuð 27. nóvember vegna hruns. Nokkur sýni eru tekin fyrir þann tíma en talið var að aðeins æðin á 700 m dýpi væri virk í holunni á blásturstímanum. Reynt var að hreinsa holuna í des. 1969. Tókst að hreinsa niður í 774 m en þar festist stangarlengjan og varð að skilja eftir 130 m af stöngum í holunni.

Holan tók að gjósa af sjálfsdáðum í febrúar 1970 og eru til sex sýni úr holunni tekin 1970 (Tafla 6 og myndir 5 og 6). Reikningar á samsetningu jarðsjávarins byggja á að innstreymishiti sé 250°C og haldist óbreyttur blásturstímann. Þetta hitastig mældist hæst við æðina á 700 m dýpi.

Holan blæs nú upp um lítinn stút á holutoppi. Erfitt er að safna úr holunni en framkvæmanlegt ef ástæða þykir til.

2.3 HOLA 8

Hola 8 var boruð í nóvember 1969 og varð 1754 m djúp. Hún var fóðruð í 297 metra með steyptri fóðringu. Laus fóðring var hengd niður á 825 m dýpi og holan látin standa lokuð í eitt ár eftir borun meðan beðið var eftir efni í leiðara. Nokkur djúpsýni voru tekin úr holunni á þessu tímabili (Tafla 7 og myndir 8 og 9).

Í hitamælingu fyrir upphleypingu var hiti í botni um 250°C og um 230°C í 820 m. Í 820 m mátti búast við æð samkvæmt hitamælingum í upphitun. Í mælingu eftir upphleypingu var hiti hærri en 270°C fyrir neðan 900 m dýpi og botnhiti 292°C. Af þessu má álykta að fyrir upphleypingu hafi streymt um 230°C heitur jarðsjór inn í holuna á um 800 m dýpi og niður eftir henni.

Leiðari var settur í holuna í september 1970 og náði hann niður á 1685 metra dýpi. Leiðarinn var raufaður þar sem vænta mátti æða (Sveinbjörn Björnsson o. fl. 1972).

Hola 8 var fyrst látin blása 24 okt 1970 og síðan svo til samfelld í fjögur ár. Hún stóð lokuð frá október 1974 til október 1977 en þá var hún látin blása til nóvember 1978. Holan var hreinsuð í des 1978 og hleypt upp í febrúar 1979 og hefur blásið svo til samfelld síðan.

1981-06-22

Fylgst var reglulega með afli holunnar fyrir hreinsun 1978 (Sverrir Þórhallsson 1977) og eftir hreinsun (Jón Steinar Guðmundsson 1980). Varmainnihald rennslis var ekki mælt fyrir en í janúar 1980 en fram að því eingöngu mældur "kítískur" þrýstingur með stút, og gert ráð fyrir varmainnihaldi vatns við kísilhita. Varmainnihaldsákvörðunin var gerð með mælingu "kítíks" þrýstings með stút og vatnsrennslis. Mælingin sýndi að inn í holuna streymdi jarðsjór með svipuðu varmainnihaldi og vatn hefur við meðal kísilhita þ.e. 270°C. Af þessu má álykta að eldri aflmælingar séu nothæfar. Á mynd 7 eru afköst holunnar sýnd sem fall af tíma.

Meðan holan blés var fylgst reglulega með efnastyrk í jarðsjónum sem kom úr holunni. Niðurstöður þeirra mælinga eru birtar í töflu 8 og á myndum 10 og 11. Gert er ráð fyrir að meðal innstreymishiti sé 270°C og sé óbreyttur allan tímann.

3 Styrkur efna á jarðsjó

3.1 Samanburður hvera og hola

Meðalstyrkur efna í heita jarðsjónum á Reykjanesi er tekinn saman í Töflu 9. Þar er einnig birtur efnastyrkur sjávar með um 34⁰/00 seltu (K.K.Turekían 1969). Selta við Reykjanes er lítillega lægri en meðalselta sjávar og breytileg eftir árstímum (Baldur Línadal o.fl. 1960). Styrkur efna í sjó er í föstum innbyrðis hlutföllum óháð seltu eða staðsetningu. Meðalselta sjávar við Reykjanes mældist í maí 1958 33,9⁰/00. Selta (Cl) jarðsjávarins er áberandi hærri í "hver 1918" og grunnum holum en í sjó og dýpri holum. Þessi munur er talinn stafa af suðu jarðsjávar og aðskilnaði gufu nálægt yfirborði. Í töflu 10 eru sýnd hlutföll efnastyrks í borholum, hverum og sjó. Meðalhlutföll eru birt fyrir sýni úr blásandi holum en einkennandi sýni fyrir innstreymi sem fást með djúpsýnatöku. Í holu 4 fyrir fóðringu var innstreymi undan fóðurröri á um 240 m dýpi og niður holuna. Sýni á 500 m eru því talin þaðan komin. Í holu 8 er innstreymi af um 800 m og niður. Sýni af 1040 m dýpi er því valið sem einkennandi fyrir innstreymisæðina. Kísilstyrkur á 1040 m dýpi gefur kísilhita 238°C. Á mynd 12 er mismunur seltu við æðar og meðalseltu við Reykjanes teiknaður á snið frá sjó við Valbjargagjá að Sýrfelli (Sjá mynd 1).

1981-06-22

Við hækun hitastigs breytist styrkur alkali- og jarðalkali-málma í jarðsjó, frá styrk sömu efna í sjó, vegna jónskipta sjávar við berg. Kalíumstyrkur hækkar en natriumstyrkur lækkar vegna jónskipta við álsiliköt (Stefán Arnórsson 1978). Hlutföll natriums og kalíums er því háð hita og hefur fundist einfalt reynslusamband milli þess og hita í ósöltu vatni (Trusdell 1975). Áhrif seltu á sambandið eru ekki vel þekkt og ekki hægt að nota það beint til að segja fyrir um hita í jarðsjó. Þrátt fyrir það má nota hlutfallið sem mælikvarða á breytilegt hitastig innan sama jarðhitakerfis. Mögulegt er að vöntun á kalíum-jónum í bergið hafi áhrif á hlutfallið Na/K og það sé herra en það ætti að vera við berghita á Reykjanesi. Á mynd 13 er þetta hlutfall sýnt á fyrrnefndu sniði gegnum jarðhitakerfið. Lægst er hlutfallið í dýpri æðum holu 8 og þar með hæstur hiti. Í holu 4, grunnum holum og hver 1918 er hlutfallið svipað, sem bendir til sama hitauppruna.

Breytingar verða einnig á styrk magnesíums og kalsíums vegna jónskipta sjávar við steindir eins og klórít og smektít (Ellis og Mahon 1977). Styrkur kalsíums hækkar við hækandi hitastig en magnesíum hverfur nær alveg. Hærri magnesíumstyrkur í hver 1918 og holu 1 en í dýpri holum bendir til blöndunar við kaldan sjó sem streymir inn á svæðið gegnum setlög eða sprungur á litlu dýpi. Kaldur sjór rann inn í holu 4 strax eftir borun á um 240 metra dýpi og niður holuna. Sýni tekin á 600 m dýpi eftir að holan hafði staðið lokað í mánuð og náð jafnvægi hafði um 2000 mg/kg hærri seltu en meðalselta sjávar. Þessi seltumunur stafar líklega af suðu í holunni og styrkingu allra uppleystra efna. Þetta sést greinilega á sýnum af 100, 150 og 200 m dýpi en þar er selta margföld á við seltu sjávar. Magnesíumstyrkur er lítilsháttar lægri í þessu sýni en í sjó sem bendir til einhverrar blöndunar við heitari jarðsjó eða hvörfunar við berg.

Styrkur súlfats og flúors ræðst af leysanleika kalsíumsalta þessara efna. Kalsíumsúlfat er leysnara í heitu vatni en köldu og hefur súlfat því að mestu fallið út úr heitum jarðsjónum. Styrkur flúors hefur einnig lækkað miðað við styrk flúors í sjó vegna lítills uppleysanleika kalsíum-flúoríðs við hátt hitastig. Ef gerðir eru reikningar fyrir þáttun jóna í jarðsjónum úr holu 8 (meðal sýni) við berghitastig (270°C) og virknimargfeldi leysnihvarfa

1981-06-22

kalsíumsúlfats og flúoríts reiknuð, kemur í ljós að jarðsjórinn er yfirmettaður með tilliti til kalsíumsúlfats en ekki flúoríts. Reikningar þessir eru gerðir með forriti Orkustofnunar Watch 3 (Hörður Svavarsson 1981) og er útskrift birt í Viðauka 1. Þetta styður þá kenningu að um sé að ræða fellingunni súlfats úr sjónum sem anhydrit (CaSO_4). Þessar niðurstöður ber þó að taka með varúð, því í söltu vatni verða ýmsar forsendur slíkra reikninga veikar. Í viðauka 1 eru fleiri leysnimargfeldi sýnd bæði reiknuð fyrir jarðsjó og mettunarmargfeldi steinda. Flestar þessara steinda innihalda járn og ál og eru tölur um styrk járn og áls í jarðsjónum fengnar frá Jóni Ólafssyni 1978 (pers. uppl.). Jarðsjórinn er samkvæmt þessum reikningum undirmettaður með tilliti til allra þessara steinda nema anhydrits og kvarts, en mjög nálægt kalkmettun.

Þessar niðurstöður eru notaðar til að endurbæta líkan er birtist í skýrslu Orkustofnunar um Reykjanes (Sveinbjörn Björnsson o.fl. 1971). Það lýsir rennislisleiðum og hitaástandi svæðisins. Líkanið er sýnt á mynd 14 þar sem helstu streymisleiðir sjávar, ferskvatns og gufu koma fram ásamt hitastigi jarðsjávarins.

Há selta í hverum og grunnnum holum á hverasvæðinu bendir til suðu og aðskilnaðar gufu upp um sprungur undir hitasvæðinu til yfirborðs. Svæðið virkar sem "háfur" er hleypir út hita á gufuformi úr dýpri hluta svæðisins. Rennsli jarðsjávar þar upp er lítið sem bendir til tregs aðrennslis að jarðhitageyminum undir. Lág selta í holu 7 og sundlaug bendir til blöndunar ferskvatns, líklega regnvatns, við jarðsjóinn í grynnri lögum fyrir utan hitasvæðið.

Kaldur jarðsjór er í jarðlögum á 100-300 m dýpi og nær hann inn undir hitasvæðið. Þrýstingur í jarðhitageyminum stjórnað af hitaferli gegnum sjóðandi hitasvæðið og er því hætta á niðurrennsli úr köldum grunnnum æðum utan við "háfinn".

3.2 Breytingar í tíma

Eins og fyrr segir hefur verið fylgst með hver 1918 og holum 2,4 og 8 yfir nokkur blásturstímabil. Hver 1918 breyttist í jarðhræringum 1967 úr vatnshver í goshver og varð þá vart aukningar magnesíumstyrks sem benti til sjávarblöndunar. Áhrif þessi hurfu og urðu ekki marktækar breytingar á styrk efna eftir það.

1981-06-22

Sýni úr holu 2 ná yfir fjögur ár, frá 1968 til jan 1972. Litlar breytingar verða á seltu (Cl) jarðsjávarins úr holu 2 að undanskildum tveim fyrstu sýnum, sem skera sig úr. Þau frávik er vart hægt að skýra nema sem skekkju í efnagreiningu eða djúpvatnsreikningum. Styrkur uppleystra efna er mjög stöðugur og staðalfrávik frá meðalgildi aðeins 3,4%. Holan dregur jarðsjó úr aðeins einni æð á 300 m dýpi og má álykta að selta hans hafi ekki breytst þessi fjögur ár. Nokkrar sveiflur verða í styrk súlfats og varð aukning í upphafi árs 1970. Samtímis lækkaði styrkur kísils. Líklega hefur komist kaldari jarðsjór inn í holuna og áhrif hans síðan dvínað fljótt aftur.

Hola 4 blés tvö tímabil. Fyrst í einn mánuð í okt 1969, með að því er talið var æð á 700 m eingöngu virka. Þann tíma breytist ekki efnastyrkur í jarðsjónum. Næst blæs holan frá febrúar 1970 og eru til nokkur sýni frá árinu 1970. Styrkur efna eftir hreinsunartilraun verður annar en fyrir. Kísilstyrkur verður lægri og selta hærri sem bendir til innstreymis kaldari soðins jarðsjávar eftir hreinsun. Kalíum styrkur mælist hærri og súlfat styrkur lægri en það bendir aftur á nóti til innstreymis heitari jarðsjávar eftir hreinsun. Ekki er reynt að skýra þessar niðurstöður enda ekki mikið vitað um dýpi holunnar eftir misheppnaða hreinsun og sprengingar í holunni.

Hola 8 hefur nú blásið með hléum í rúm 10 ár. Fyrsta tímabilið var fjögur ár og hófst í október 1970. Selta helst óbreytt þetta tímabil og einnig styrkur allra helstu efna svo sem natríums, kalíums og kalsíums. Kísilstyrkur er breytilegur og hækkar fyrstu mánuðina. Kísilmælingar í söltu vatni eru erfiðar vegna fjölliðunar kísils. Þetta getur skýrt mikinn breytileika í ákvörðun kísils.

Styrkur magnesíums og kalsíums lækkar fyrst eftir að holan byrjar blástur. Vætanlega stafar þetta af upphitun holunnar og innstreymi úr heitum, djúpum æðum sem hafa kólnað fyrir blástur vegna niðurstreymis úr kaldari og grynri æðum. Sama á sér stað þegar holunni er hleypt upp aftur eftir lokun í þrjú ár 1974 til 1977. Þá lækkar einnig styrkur magnesíums og súlfats. Búast má við hærri styrk magnesíums og súlfats í kaldari æðum á um 1000 m dýpi en dýpri æðum á 1700 m dýpi. Djúpsýni af 1040 m tekið fyrir upphleypingu hafði hærri súlfatstyrk en mældist í jarðsjó úr holu 8 eftir að hún hafði jafnað sig (76 mg/kg borið saman við 65 mg/kg í fyrsta sýni eftir upphleypingu).

1981-06-22

Magnesium í djúpsýni var mælt með annarri efnagreiningaraðferð en í blásturstímabilinu. Kalíum- og kísilstyrkur mældist lægri, og rennsli úr holunni hafði einnig minnkað.

Eftir upphleypingu að nýju 1977 mælist selta aðeins minni en á fyrra blásturstímabilinu. Kalíum- og kísilstyrkur mældist lægri, og rennsli úr holunni hafði einnig minnkað.

Ljóst var að fyrirstaða var í holunni og sýndi körfumæling mesta þrengingu á 1370 m dýpi. Þessi stífla hefur væntanlega hindrað rennsli úr dýpri æðum og hlutfallslega meira streymt úr kaldari og grynri æðum. Eftir hreinsun holunnar í desember 1978 mælist hærri kalíumstyrkur en selta og styrkur kísils breyttist lítið. Rennsli jókst um 50% eftir hreinsun og er viðbótin líklegast áttuð úr dýpri æðum.

3.3 Ýmsar athuganir

Þann tíma sem skýrslan fjallar um hefur eingöngu verið fylgst reglulega með styrk aðalefna jarðsjávarins. Styrkur snefilefna hefur ekki verið mældur á vegum Orkustofnunar.

Til eru nokkrar ákvarðanir á minniháttar efnum og snefilefnum gerðar af öðrum. Stefán Arnórsson birtir niðurstöður mælinga nokkurra snefilefna í hverum og holum 1 og 2 í doktorsritgerð sinni (Stefán Arnórsson 1969). Í skýrslu rannsóknarráðs um saltverksmiðju (Vilhjálmur Lúðvíksson 1972) er birt tafla yfir efnastyrk í jarðsjó og þar á meðal styrkur ýmissa minniháttar efna svo sem bróms og líþíums. Að síðustu eru birtar í grein eftir Jón Ólafsson og J.P. Ryley niðurstöður ýtarlegrar úttektar á efnasamsetningu jarðsjávar í hverum og holum 2 og 8 (Jón Ólafsson og J.P. Ryley 1978). Um þessar mælingar er vísað í fyrirtaldar heimildir. Í töflu 11 er tekið saman yfirlit yfir þau efni sem mælt hafa yfir eitt milligramm í kíló (mg/kg) og geta skipt máli við framleiðslu salts úr jarðsjónum.

Bróm í jarðsjónum er áþekkt styrk sama efnis í sjó. Bróm hegðar sér líkt og klór í jarðsjó og hvarfast ekki að ráði við berg. Hlutfall bróms og klórs í lausn breyttist ekki nema salt falli úr lausn vegna mettnar. Það má því álykta út frá þeirri staðreynd að Br/Cl-hlutfall í jarðsjónum er sama og í sjó, að selta jarðsjávarins sé ekki tilkomin vegna saltlaga í jörðu heldur sé um að ræða upphitaðan sjó.

1981-06-22

Brómstyrkur ræðst því af seltu sjávarins og er ekki ástæða til að fylgjast sérstaklega með breytingum brómstyrks í tíma jafnhliða seltuákvörðun. Lípíum og rúbedíum eru skyld natrium og kalíum og taka þau væntanlega þátt í hitaháðum jónskiptum við álsiliköt. Styrkur þeirra í jarðsjónum er 40 sinnum hærri en í sjó. Strontíumstyrkur er svipaður og í sjó en baríumstyrkur allt að 5000 faldur. Strontium og baríum eru skyld magnesíum og kalsíum og má búast við að þau taki þátt í svipuðum efnahvörfum svo sem jónskiptum við smektít og fellingum með súlfati. Bórstyrkur er allt að tvöfalt hærri en í sjó, og blý og mangan margfalt meira. Jón Ólafsson og J.P. Ryley mældu styrk mun fleiri efna og er rétt að nefna vegna hugsanlegra mengunaráhrifa að styrkur arsens, kopars, zinks og kvikasilfurs mældist margfalt meiri í jarðsjónum en í sjó.

Ísotópahlutföll vatnssameindar voru mæld af Braga Árnasyni (1976) og Jóni Ólafssyni og J.P. Ryley (1978). Helstu niðurstöður eru birtar í töflu 12. Ályktuðu þeir út frá þessum niðurstöðum að jarðsjórinn væri tilkominn við suðu á blöndu sjávar og regnvatns við hita frá eldvirkni. Þessi skýring er sú eina sem skýrir seltumagn í kringum 30-32 ‰ og ísotópahlutföllin $\delta D \approx -23 \text{ ‰}$ og $\delta^{18}O \approx -1 \text{ ‰}$ í holu 8. Ísotópahlutföll og selta í hverum og holu 2 eru samkvæmt því afleiðing af suðu jarðsjávar með sömu samsetningu og jarðsjórinn í holu 8 hefur.

Ein mæling á radongeislun jarðsjávarsýnis er til, úr holu 8 frá 7.mars 1978. Þá mældist radongeislun jarðsjávar 122 dpm/kg. Þessi niðurstaða sýnir miklu lægri radongeislun jarðsjávar á Reykjanesi en kvikuvirks borholuvökva í Kröflu (Gestur Gíslason o.fl. 1978) en um helmingi hærri en geislun borholuvökva í Svartsengi (50-70 dpm).

4 Útfellingar og skemmdir á leiðara holu 8.

4.1 Hreinsun holu 8

Þegar holu 8 var hleypt í blástur aftur 1977, eftir langvarandi lokun, reyndist afl hennar minna en fyrir lokun. Rennsli úr holunni reyndist óháð holutoppsprýstingi. Þetta var talið benda til að "flöskuháls" væri í holunni er skammtaði rennsli og að þrengingin væri líklegast kalktappi (Sverrir Þórhallsson 1977).

1981-06-22

Holan var káfð og víddarmæld með körfum í september 1977. Þrengingar komu fram á 700, 840 og mest á 1370 m dýpi. Víddarmæling var endurtekin í júní 1978 og gaf hún svipaðar niðurstöður (Sverrir Þórhallsson 1978). Holan var hreinsuð í desember 1978 með bornum Dofra, og er gang hreinsunar lýst á mynd 15. Fyrsta fyrirstaða var á 440 m og gekk á ýmsu niður holuna. Holan var víddarmæld fyrir hreinsun á dýptarbilinu 600-800 m og virtist hún nokkuð jafnvíð og um 7 1/2". Eftir hreinsun var víddarmælt á 630-725 m dýpi og kom þá í ljós að holan hafði víkkað í 8" til 10" og voru veggir mjög ójafnir. Virtist sem leiðari holunnar væri horfinn og borinn hafi leitað út í holuveggina og víkkað holuna á þessu bili. Fimm sýni náðust af útfellingunni. Tvö af 440 m dýpi, tvö af 750 m og eitt af hristisigti. Bæði sýnin eru innan úr heilum leiðara. Samsetning útfellingar er sýnd í töflu 13 (Hrefna Kristmannsdóttir 1979). Þar kemur fram að á 440 m dýpi er steindaformúla nálægt $\text{FeMg}_4\text{Si}_9\text{O}_4$ og í 750 m nálægt $\text{Fe}_2\text{Mg}_3\text{Si}_9\text{O}_4$. Hér er því ekki um kalktappa að ræða heldur járnríkt magnesíum silikat.

4.2 Hugsanlegar orsakir fyrirstöðu í holu 8

Eftirtaldir möguleikar eru tilteknir sem skýring á fyrirstöðu í holunni og rennslisminnkun.

1. Skemmdir á leiðara vegna
 - a) hitaþenslu
 - b) tæringar eða annarra efnaáhrifa.
 - c) þrýstifalls inn í holu við blástur
 - d) hruns eða annars jarðrasks.

2. Útfellingar vegna
 - a) yfirmettunar vegna suðu
 - b) millirennslis í blásandi holu
 - c) millirennslis í lokaðri holu.

Leiðari holunnar var 6,35 mm þykkur sem er þynnra en venja er í nýrri borholum á háhitasvæðum (7,62 mm). Við upphleypingu verður hitaþensla í fóðurrörum vegna hækkunar hitastigs í efstu metrum. Einnig, ef suðuborð leitar út í berg, verður hitaþensla í leiðara vegna lakkunar hitastigs djúpt í holunni. Þar sem fyrirstaðan var fyrir neðan 440 m er fyrri skýringin ekki góð.

1981-06-22

Engin vísbending er um að suðuborð hafi leitað út í berg við blástur. Hiti mældist hærri í holunni eftir blástur og varmainnihald rennis mældist nálægt varmainnihaldi vatns við kísilhita. Ólíklegt er því að leiðari hafi skemmst vegna hitapenslu eða mikils þrýstifalls inni í holuna.

Tæring er hugsanleg skýring, en á móti mælir að járnstyrkur í jarðsjónum úr holu 8 mældist mjög lítill. Telja verður jarðrask líklegasta skýringu þar sem þarna eru hrungjörn jarðlög og jarðskjálftar algengir á svæðinu. Efnaáhrif á leiðarann hafa hugsanlega minnkað styrkleika hans og gert hann stökkann og þannig átt sinn þátt í skemmdum á honum.

Sýni af útfellingu náðust eins og fyrr segir aðeins af 440 og 750 m dýpi. Efnagreining, röntgengreining og skoðun sýndi að hér var um útfellingu að ræða en ekki bergbrot. Ekki er unnt að segja hvort útfellingar þessar hafi verið í einhverju magni í holunni eða hvort þær hafi aðeins verið skæni innan á leiðaranum. Þrátt fyrir það verður að telja líklegt að slíkar útfellingar hafi átt einhvern þátt í að stífla holuna.

Stungið er upp á tveimur myndunarleiðum slíkra útfellinga. Í fyrsta lagi að við suðu og afgösun í holunni yfirmettist jarðsjórinn með tilliti til vissra magnesíumsilikata vegna hækkunar sýrustigs en útfelling silikata er mjög sýrustigsháð. Það sem mælir á móti þessari skýringu er að slík útfelling myndast vanalega fyrir ofan suðuborð líkt og kalkútfelling. Fyrirstaða var mest á 1370 m dýpi en suðuborð hefur væntanlega ekki náð niður fyrir 1000 m.

Hin skýringin byggir á því að misheitur jarðsjór streymi inn í holuna bæði í blæstri og lokaðri holu. Jarðsjórinn er í jafnvægi við innstreymishita en við blöndun yfirmettast hann með tilliti til magnesíum-silikata. Nokkuð víst er að niðurrennsli verður í holunni ef hún stendur lokuð og rennur þá 230°C heitur jarðsjór niður holuna en botnhiti mældist hæstur eftir upphleypingu 292°C. Styrkur magnesíums í jarðsjónum úr holu 8 lækkar þegar frá líður upphleypingu og styður það þessa skýringu.

Af framansögðu má ljóst vera, að orsakir fyrirstöðu í holunni geta verið af ýmsum toga og ekki hægt að skera óbyggjað úr um hvaða skýring sé rétt og e.t.v. nauðsynlegt að grípa til fleiri en einnar.

1981-06-22

5. Samandregnar niðurstöður

Styrkur efna í jarðsjónum virðist breytilegur eftir staðsetningu í jarðhitakerfinu. Selta er hæst í hverum og grunnum holum en lægri í djúpum heitum holum. Kaldur sjór leitar inn á svæðið á litlu dýpi og er hætta á að hann streymi niður í heitt jarðhitakerfið ef fóðrað er grunnt. Lægri selta en í jarðsjónum mælist í grunnum holum utan við hverasvæðið.

Hlutföll ýmissa efna eru frábrugðin sömu hlutföllum í sjó. Natrium-, kalíum-, líþíum- og rubedíumstyrkur er annar en í sjó og er það talið stafa af jónskiptum við álsiliköt. Sama er að segja um magnesíum-, kalsíum- og baríumstyrk en þar koma til bæði jónskipti við sméktít og felling með súlfati. Hlutfall klórs og bróms er hið sama og í sjó sem bendir til sjávaruppruna seltunnar.

Styrkur ýmissa þungmálma er hærri en í sjó sem stafar af leysingu slíkra efna úr bergi vegna fyrirtalinna jónskipta og sýrustigslækkunar. Ekki verður breyting á seltu né helstu efnahlutföllum við langvarandi blástur.

Ekki er munur á varmainnihaldi rennis úr holum og varmainnihaldi vatnsfasa við kísilhita. Það bendir til þess að ekki sjóði út í berg heldur streymi jarðsjórinn sem vökvaðasi inn í holur í blæstri. Hætta er á rennsli í djúpum holum milli æða með mismunandi hita. Slíkt getur orsakað útfellingu í holum. Þetta ásamt tæringu fóður-röra, hruni og jarðraski getur stíflað holur.

6. Áframhald rannsókna

Lagt er til að safnað verði áfram úr borholu 8 og hver 1918 einu sinni á ári.

Ef fleiri holur verða boraðar þá er lagt til að a.m.k. fjórum sýnum verði safnað fyrsta árið en síðan dregið úr tíðni.

Reynandi væri að fylgjast með styrk magnesíums við upphleypingu og athuga hvort styrkur þess breytist hratt fyrstu dagana.

1981-06-22

Radongeislun jarðsjávar er ekki mjög há og má því búast við að jarðhræringar og sprungumyndanir hafi áhrif á hana. Áhugavert væri að fylgjast með radongeislun, sérstaklega ef mannvirki verða reist á staðnum, sem hætt væri við skemmdum vegna jarðhræringa. Djúpsýnatöku úr holum 6 og 7 þyrfti að framkvæma sem fyrst. Kvikasilfur í jarðsjó úr djúpum holum þyrfti að ákvarða.

1981-06-22

Heimildir

- Bragi Árnason 1976: Groundwater systems in Iceland traced by deuterium.
Vísindafélag Íslendinga, XLII, 236 s.
- Arnórsson, Stefán, 1978: Major element chemistry of the geothermal sea-water at Reykjanes and Svartsengi, Iceland. Mineral. Mag., 42, 209-220
- Baldur Líndal, Ísleifur Jónsson, Jóhann Jakobsson og Unnsteinn Stefánsson, 1960: Sjávarselta við strendur Faxaflóa og suðvesturland. Tímarit Verkfræðingafélags Íslands, 1.- 2. Hefti 45 árg., 1960, 11 s.
- Ellis, A.J. & Mahon, W.A.J. 1977: Chemistry and geothermal systems, New York, Academic Press, 392 s.
- Gestur Gíslason, Halldór Ármannsson & Trausti Hauksson 1978: Krafla. Hitaástand og gastegundir í jarðhitakerfinu. Orkustofnun OS-JHD-7846, 45 s.
- Hörður Svavarsson 1981: Forritin Watch 1 og Watch 3. Hjálpartæki til túlkunar jarðefnafræðigagna. Orkustofnun OS81007/JHD03,70 s.
- Hrefna Kristmannsdóttir 1979: Athugun á "útfellingum" í holu 8 á Reykjanesi. Orkustofnun, Jarðhitadeild 7 s.
- Iónaðarráðuneyti 1981: Sjóefnavinnsla á Reykjanesi, Álit nefndar um saltverksmiðju, Mars 1981, Nr. 81-6. 65 s.
- Jón Jónsson 1978: Jarðfræðikort af Reykjaneskaga. Orkustofnun, OS-JHD-7831. 363 s. og kort.
- Jón Steinar Guðmundsson 1980: Afkastamæling holu 8 á Reykjanesi. Orkustofnun, greinargerð JSG-80/01. 16 s.

1981-06-22

Jón Steinar Guðmundsson, Gísli Karel Halldórsson, Jens Tómasson og Lúðvík S. Georgsson 1981: Álit vinnuhóps um Reykjanes, Orkustofnun, greinargerð JSG-GKH-JT-LSG-81/01, 9 s.

Ólafsson, J. & Riley, J.P. 1978: Geochemical studies on the thermal brine from Reykjanes (Iceland). Chem. Geol., 21, 219-237

Stefán Arnórsson 1969: A geochemical study of selected elements in thermal waters of Iceland. Ph.D. ritgerð, Royal School of Mines, Imperial College, London, 353 s.

Sveinbjörn Björnsson, Birna Ólafsdóttir, Jens Tómasson, Jón Jónsson, Stefán Arnórsson & Stefán G. Sigurmundsson 1971: Reykjanes, Heildarskýrsla um rannsókn jarðhitasvæðisins. Orkustofnun, 122 s.

Sverrir Þórhallsson 1977: Hola 8 á Reykjanesi - Greinargerð til Undirbúningsfélags saltvinnslu á Reykjanesi. Orkustofnun, OS-JHD-7730, 7 s.

Sverrir Þórhallsson 1978: Bréf til undirbúningsfélags saltverksmiðju, OS 1978-08-24, 2 s.

Trusdell, A.H. 1975: Proc. U.N. Symp. Develop. Use Geothermal Resources, 2nd, San Fransisco, California, May I, liii.

Turekian 1969: The Oceans, Streams and Atmosphere. Ch. 10 in Handbook of Geochemistry. Vol.I Springer-Verlag Berlín, 297-323.

Vilhjálmur Lúðvíksson 1972: 250.000 ton Salt Plant at Reykjanes. Rannsóknaráð, R.r.-'72 - 1.

1981-06-22

Töflur

ORKUSTOFNUN JHD
1981-06-04 TH

REYKJANES HVERIR
Stærkur efna í ms/ks

TAFLA 1

STADUR	DAGS	NUM	DYPI	T C	PH/GRC	SiO2	Na	K	Ca	Mg	SO4	Cl	F	Ue	CO2	H2S
HVER 1918	370900	0000	0.	0.0	5.00/ 0.	138.8	15030.0	1574.0	2072.0	115.00	277.0	28634.0	0.00	47500.	0.0	0.0
HVER 1918	671002	0000	0.	0.0	5.40/ 0.	388.4	11400.0	1070.0	1900.0	300.00	352.7	26840.0	0.00	46000.	6.7	0.0
HVER 1918	680400	3317	0.	99.0	5.10/ 0.	531.0	16440.0	1900.0	2370.0	129.30	213.7	31300.0	0.30	56600.	5.0	0.0
HVER 1967	680400	3319	0.	99.0	6.20/ 0.	544.0	14325.0	1670.0	2260.0	123.20	206.4	29100.0	0.20	52160.	5.0	0.2
HOLUHVER	700129	0011	0.	100.0	6.80/ 0.	470.0	17000.0	2300.0	2390.0	25.50	100.6	28900.0	0.00	51187.	0.0	0.0
HVER 1967	700303	0015	0.	99.0	4.61/ 0.	568.0	14900.0	2015.0	2308.0	47.00	172.0	28500.0	0.00	48419.	0.0	0.0
HVER 1918	700303	0016	0.	99.0	5.31/ 0.	558.0	14300.0	2030.0	2308.0	53.00	60.0	28250.0	0.00	48525.	0.0	0.0
HOLUHVER	700427	0069	0.	0.0	7.02/ 0.	696.0	14600.0	2040.0	2412.0	7.00	128.0	29400.0	0.00	50517.	0.0	0.0
HOLUHVER	700525	0072	0.	0.0	6.75/ 0.	699.0	14500.0	2155.0	2400.0	37.00	86.0	29300.0	0.00	50474.	0.0	0.0
HOLUHVER	700706	0087	0.	0.0	6.60/ 0.	616.0	15000.0	2060.0	2476.0	15.00	89.0	29900.0	0.00	51312.	0.0	0.0
HOLUHVER	701030	0163	0.	0.0	6.50/ 0.	649.0	14890.0	2240.0	2480.0	24.00	129.0	29600.0	0.00	50728.	0.0	0.0
HOLUHVER	710105	0004	0.	0.0	6.63/ 0.	0.0	15580.0	2040.0	2538.0	24.00	123.0	30250.0	0.00	51362.	0.0	0.2
HOLUHVER	710113	0008	0.	0.0	0.00/ 0.	769.0	15200.0	2030.0	2860.0	13.00	90.9	30600.0	0.00	0.	0.0	0.0
HVER 1918	710113	0009	0.	0.0	0.00/ 0.	625.0	14000.0	1880.0	2540.0	22.00	175.9	28300.0	0.00	0.	0.0	0.0
SUNDLAUG	741001	0085	0.	21.0	7.67/ 0.	50.0	7592.0	500.0	710.0	0.00	1183.0	14825.0	0.28	27404.	73.9	0.0
HVER 1918	770328	0033	0.	0.0	0.00/ 0.	0.0	11050.0	2180.0	0.0	19.90	144.0	28373.0	0.24	48687.	0.0	0.0
HVER 1918	790123	0014	0.	85.0	5.06/ 0.	562.0	15930.0	2130.0	2405.0	0.00	181.1	28450.0	0.21	49784.	42.1	0.0
MEDALTAL				86.0	6.05/ 0.	524.3	14219.8	1871.4	2276.8	63.66	218.4	28266.0	0.25	48711.	26.5	0.2
STADALF, %				33.9	15.6/	37.9	16.0	24.6	20.5	121.6	118.9	12.8	17.6	13.1	116.2	7.4

ORKUSTOFNUN JHD
1981-06-04 TH

REYKJANES HOLA 1 (T=220 C)
Stærkur efna í mg/ks

TAFLA 2

DAGS	NUM	PO	HO	SI02	NA	K	CA	MG	S04	CL	F	UE	CO2	H2S	H2	CH4	N2
580904	0000	1.0	943.	417.	10585.	1472.7	1687.5	34.52	98.2	21017.	0.54	36435.	0.	0.0	0.00	0.00	0.00
680400	3318	1.0	943.	414.	12426.	1507.3	1979.0	23.01	82.2	23664.	0.15	55527.	0.	0.0	0.00	0.00	0.00
MEDALTAL		1.0	943.	415.	11506.	1490.0	1833.3	28.76	90.2	22340.	0.35	45981.	0.	0.0	0.00	0.00	0.00
STADALF, %		0.0	0.0	0.4	11.3	1.6	11.2	28.3	12.5	8.4	78.6	29.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

ORKUSTOFNUN JHD
1981-06-04 TH

REYKJANES DJUPSÝNI HÖLUR 3,5 OG 7
Stærkur efna í mg/ks

TAFLA 3

STADUR	DAGS	NUM	DYPI	T C	PH/GRC	Si02	Na	K	Ca	Mg	S04	Cl	F	Ue	CO2	H2S
HOLA 3	690409	0025	8.	0.0	0.00/ 0.	0.0	0.0	0.0	4.8	10.40	0.0	550.0	0.00	0.	0.0	0.0
HOLA 3	690409	0026	30.	0.0	0.00/ 0.	0.0	0.0	0.0	4.0	6.10	0.0	781.0	0.00	0.	0.0	0.0
HOLA 3	690409	0027	50.	0.0	0.00/ 0.	0.0	0.0	0.0	148.0	58.30	0.0	2010.0	0.00	0.	0.0	0.0
HOLA 5	690129	0007	105.	0.0	0.00/ 0.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	17600.0	0.00	0.	0.0	0.0
HOLA 5	690129	0008	30.	0.0	0.00/ 0.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	2945.0	0.00	0.	0.0	0.0
HOLA 7	700413	0062	45.	0.0	12.50/ 0.	3.0	3150.0	200.0	66.0	0.00	276.0	4710.0	0.00	9716.	0.0	0.0
MEDALTAL				0.0	0.00/ 0.	0.0	0.0	0.0	55.7	24.93	0.0	4766.0	0.00	0.	0.0	0.0
STADALF, %				0.0	0.0/	0.0	0.0	0.0	122.2	116.2	0.0	135.7	0.0	0.0	0.0	0.0

ORKUSTOFNUN JHD
1981-04-22 TH

REYKJANES HOLA 2 (T=225 C)
Stærkur efna í mg/ks

TAFLA 4

DAGS	NUM	PO	HO	SI02	NA	K	CA	H6	SO4	CL	F	UE	CO2	H2S	H2	CH4
680400	3359	1.0	966.	298.	8628.	1210.9	1347.1	0.00	64.1	17104.	0.15	33088.	0.	0.0	0.00	0.00
690409	0024	1.0	966.	0.	0.	0.0	2302.0	0.00	0.0	26500.	0.00	0.	0.	0.0	0.00	0.00
690722	0077	5.6	966.	420.	12338.	1477.7	1948.4	0.00	0.0	21999.	0.00	0.	0.	0.0	0.00	0.00
690722	0078	3.7	966.	467.	12227.	1470.5	1970.1	0.00	0.0	22132.	0.00	0.	1371.	0.0	0.00	0.00
691219	0204	6.5	966.	390.	10293.	1467.9	1759.8	0.00	81.3	20076.	0.00	34612.	0.	0.0	0.00	0.00
700129	0009	4.8	966.	310.	12630.	1519.0	1835.6	0.00	65.8	20882.	0.00	34681.	0.	0.0	0.00	0.00
700129	0010	1.0	966.	165.	12260.	1456.1	1767.2	0.00	58.4	20207.	0.00	35808.	0.	0.0	0.00	0.00
700225	0012	4.6	966.	356.	10774.	1485.7	1780.9	0.00	63.7	20542.	0.00	36728.	0.	0.0	0.00	0.00
700225	0013	1.0	966.	339.	10383.	1466.7	1734.6	0.00	54.5	19639.	0.00	34656.	0.	0.0	0.00	0.00
700303	0014	4.6	966.	331.	10103.	1509.2	1785.9	0.00	154.3	20357.	0.00	35469.	0.	0.0	0.00	0.00
700324	0026	4.7	966.	349.	10297.	1504.7	1788.8	0.00	110.1	20889.	0.00	33699.	0.	0.0	0.00	0.00
700427	0068	1.0	966.	302.	9309.	1437.9	1699.8	0.00	85.5	19791.	0.00	33990.	0.	0.0	0.00	0.00
700525	0071	1.0	966.	367.	9914.	1392.5	1718.0	0.00	62.8	19980.	0.00	34399.	0.	0.0	0.00	0.00
700706	0086	1.0	966.	357.	9914.	1362.3	1704.3	0.00	67.4	19677.	0.00	34042.	0.	0.0	0.00	0.00
700831	0128	1.0	966.	333.	9687.	1324.4	1674.1	0.00	65.1	19223.	0.00	33929.	0.	0.0	0.00	0.00
701030	0164	1.0	966.	357.	9952.	1173.1	1695.3	0.00	47.7	19488.	0.00	33376.	0.	0.0	0.00	0.00
701106	0167	5.6	966.	394.	10999.	1413.7	1869.1	0.00	61.4	21359.	0.00	36598.	0.	0.0	0.00	0.00
701113	0172	1.0	966.	335.	9763.	1242.7	1660.4	0.00	65.8	19200.	0.00	32767.	0.	0.0	0.00	0.00
701216	0194	1.6	966.	350.	10129.	1276.9	1737.8	0.00	99.7	19513.	0.00	33949.	0.	0.0	0.00	0.00
710113	0005	4.4	966.	0.	10406.	1284.5	1797.3	0.00	0.0	20378.	0.00	34647.	1710.	26.3	0.22	0.18
710514	0038	4.4	966.	415.	11373.	1371.4	2007.0	1.67	78.6	20655.	0.00	34520.	0.	0.0	0.00	0.00
710910	0086	5.6	966.	409.	10570.	1564.2	1815.7	0.85	65.6	21481.	0.00	35737.	3252.	59.8	0.00	0.00
720111	0003	5.9	966.	383.	12409.	1472.0	1814.3	0.86	83.8	20710.	0.00	35700.	0.	0.0	0.00	0.00
MEDALTAL		3.1	966.	355.	10653.	1403.8	1791.9	1.13	75.6	20812.	0.00	34815.	2111.	43.1	0.00	0.00
STADALF, %		66.6	0.0	16.2	10.4	7.8	9.5	41.9	32.4	8.2	0.0	3.4	47.5	55.0	0.0	0.0

DRKUSTOFNDUM JHJ
1981-04-15 TH

REYKJANES HOLA 4 DJUPBYNJ
Stætur efna í málka

TAFLA 5

STADUR	DAGB	NUM	UYFI	T C	FR/GRC	SI02	Na	K	Ca	Mg	SO4	Cl	F	Uc	CO2	H2O
HOLA 4	690117	0003	96.	0.0	0.00/ 0.	0.0	548.0	112.0	400.0	52.00	0.0	3272.0	0.00	0.	0.0	0.0
HOLA 4	690117	0004	300.	0.0	0.00/ 0.	0.0	11730.0	480.0	798.01190.00		0.0	19260.0	0.00	0.	0.0	0.0
HOLA 4	690117	0005	400.	0.0	0.00/ 0.	0.0	11300.0	400.0	714.01135.00		0.0	18400.0	0.00	0.	0.0	0.0
HOLA 4	690117	0006	600.	0.0	0.00/ 0.	0.0	12800.0	520.0	637.01392.00		0.0	19600.0	0.00	0.	0.0	0.0
HOLA 4	690408	0014	100.	0.0	6.52/ 0.	0.0	90800.0	3221.0	584.03800.00		0.0145800.0	0.00	0.	0.0	0.0	0.0
HOLA 4	690408	0015	240.	0.0	7.28/ 0.	0.0	12610.0	461.0	736.01422.00		0.0	22600.0	0.00	0.	0.0	0.0
HOLA 4	690408	0016	500.	0.0	7.15/ 0.	0.0	12250.0	442.0	739.01320.00		0.0	20560.0	0.00	0.	0.0	0.0
HOLA 4	690408	0017	700.	0.0	7.25/ 0.	0.0	11120.0	488.0	802.01218.00		0.0	20800.0	0.00	0.	0.0	0.0
HOLA 4	690408	0018	820.	0.0	7.23/ 0.	0.0	11120.0	479.0	794.01228.00		0.0	20700.0	0.00	0.	0.0	0.0
HOLA 4	690408	0019	100.	0.0	6.52/ 0.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0145800.0	0.00	0.	0.0	0.0	0.0
HOLA 4	690408	0020	150.	0.0	6.35/ 0.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	73600.0	0.00	0.	0.0	0.0
HOLA 4	690408	0021	200.	0.0	6.65/ 0.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	35000.0	0.00	0.	0.0	0.0
HOLA 4	690408	0022	250.	0.0	7.61/ 0.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	21600.0	0.00	0.	0.0	0.0
HOLA 4	690408	0023	600.	0.0	7.22/ 0.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	20700.0	0.00	0.	0.0	0.0
HOLA 4	690408	0024	750.	0.0	7.37/ 0.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	20800.0	0.00	0.	0.0	0.0
MEDALTAL				0.0	7.04/ 0.	0.0	19372.0	745.9	716.21941.33		0.0	40740.1	0.00	0.	0.0	0.0
STADALF. %				0.0	5.6/	0.0	139.6	125.6	19.8	134.1	0.0	111.4	0.0	0.0	0.0	0.0

GRKUSTOFNUN JHD
1981-04-22 TH

REYKJANES HOLA 4 (T-250 C)
Stærkur efna í mg/kg

TAFLA 6

DAGS	NUM	PO	HO	SI02	NA	K	CA	MG	SO4	CL	F	UE	CO2	H2S	H2	CH4	
691027	0192	3,1	1085,	534,	9211,	1215,0	1512,6	0,00	73,7	18149,	0,00	31437,	0,	0,0	0,00	0,00	0,
691029	0193	2,7	1085,	576,	10711,	1240,3	1493,6	0,00	70,3	18153,	0,00	31480,	0,	0,0	0,00	0,00	0,
691031	0197	2,7	1085,	541,	9982,	1240,3	1513,1	0,00	70,9	18326,	0,00	31396,	0,	0,0	0,00	0,00	0,
691103	0198	2,7	1085,	451,	9823,	1238,2	1515,9	0,00	71,3	18536,	0,00	32017,	0,	0,0	0,00	0,00	0,
691105	0199	2,7	1085,	0,	10546,	1266,4	1517,6	0,00	76,9	18571,	0,00	32331,	0,	0,0	0,00	0,00	0,
691110	0200	2,5	1085,	530,	10192,	1242,8	1494,4	0,00	75,9	18027,	0,00	31254,	0,	0,0	0,00	0,00	0,
691113	0201	2,4	1085,	523,	9732,	1276,4	1498,9	0,00	0,0	17895,	0,00	31135,	0,	0,0	0,00	0,00	0,
691121	0203	2,4	1085,	535,	0,	0,0	2014,0	0,00	97,0	24050,	0,00	41502,	0,	0,0	0,00	0,00	0,
700413	0061	1,0	1085,	319,	9401,	1084,4	1671,7	0,00	101,4	19963,	0,00	34267,	0,	0,0	0,00	0,00	0,
700427	0067	1,0	1085,	398,	9577,	1619,6	1766,0	0,00	94,4	21604,	0,00	37145,	0,	0,0	0,00	0,00	0,
700525	0070	1,0	1085,	415,	10950,	1579,4	1809,7	0,00	63,4	22111,	0,00	38312,	0,	0,0	0,00	0,00	0,
700706	0085	1,0	1085,	301,	10362,	1478,7	1743,5	0,00	55,6	20914,	0,00	35413,	0,	0,0	0,00	0,00	0,
700831	0129	1,0	1085,	356,	10774,	1506,9	1760,4	0,00	69,0	21336,	0,00	36953,	0,	0,0	0,00	0,00	0,
701030	0165	1,0	1085,	403,	9985,	1422,4	1633,7	0,00	48,6	19857,	0,00	28782,	0,	0,0	0,00	0,00	0,
MEDALTAL		2,6	1085,	452,	10111,	1341,0	1638,9	0,00	74,5	19821,	0,00	33816,	0,	0,0	0,00	0,00	0,
STADALF, %		43,6	0,1	20,6	5,5	12,1	9,8	0,0	20,7	9,7	0,0	10,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0

ORKUSTIGFNUN JHN
1981-04-15 TH

REYKJANES HOLA 8 -27-
Stærkur efna i ma/ks

TAFLA 7

STADUR	DAEG	NUM	DYFI	r C	PH/SRC	SI02	Na	K	Ca	Mg	SO4	Cl	F	Ue	CO2	H2S
HOLA 8	700102	0001	200.	0.0	6.10/ 0.	187.0	5540.0	774.0	808.0	27.30	77.6	8580.0	0.00	19342.	0.0	0.0
HOLA 8	700102	0002	750.	0.0	5.78/ 0.	367.0	10220.0	1212.0	1484.0	63.70	89.9	16630.0	0.00	28262.	0.0	0.0
HOLA 8	700112	0006	800.	0.0	5.86/ 0.	438.0	9920.0	1300.0	1652.0	27.30	78.2	17820.0	0.00	30623.	0.0	0.0
HOLA 8	700112	0007	1040.	0.0	5.68/ 0.	447.0	9630.0	1300.0	1958.0	31.70	78.0	17280.0	0.00	30214.	0.0	0.0
HOLA 8	700324	0029	100.	0.0	7.30/ 0.	10.0	643.0	32.0	120.0	21.00	44.8	1282.0	0.00	2186.	0.0	0.0
HOLA 8	700324	0030	400.	0.0	5.30/ 0.	440.0	8760.0	1190.0	1635.0	17.00	98.0	17720.0	0.00	30498.	0.0	0.0
HOLA 8	700324	0031	800.	0.0	5.20/ 0.	437.0	8760.0	1190.0	1660.0	15.00	98.0	17730.0	0.00	30686.	0.0	0.0
HOLA 8	700402	0041	1700.	253.0	5.75/ 0.	477.0	8450.0	1260.0	1654.0	21.00	141.0	17900.0	0.00	31032.	0.0	0.0
HOLA 8	700908	0130	1680.	260.0	5.82/ 0.	0.0	9200.0	1288.0	1728.0	26.00	78.0	18220.0	0.00	32496.	0.0	0.0
MEDALTAL				256.5	5.87/ 0.	302.9	7902.6	1060.7	1366.2	27.98	86.5	14854.7	0.00	28744.	0.0	0.0
STADALF, %				1.9	10.3/	47.3	38.5	39.3	39.8	52.2	29.7	39.6	0.0	39.6	0.0	0.0

DAGG	NUM	PO	HO	SIQ2	NA	K	CA	H3	304	CL	F	UE	CG2	H2S	H2	CH4	
701030	0166	6.2	1184.	467.	9059.	1432.1	1509.8	0.00	47.1	17967.	0.00	36606.	0.	0.0	0.00	0.00	0
701106	0168	3.6	1184.	371.	9146.	1190.4	1481.8	0.00	48.3	17836.	0.00	30294.	0.	0.0	0.00	0.00	0
701113	0171	6.4	1184.	506.	9524.	1275.6	1551.9	0.00	65.9	18737.	0.00	31587.	0.	0.0	0.00	0.00	0
701120	0173	6.0	1184.	488.	9439.	1248.0	1577.0	0.00	46.9	18668.	0.00	32258.	0.	0.0	0.00	0.00	0
701120	0174	3.0	1184.	378.	9465.	1267.1	1587.3	0.00	55.6	18711.	0.00	31916.	0.	0.0	0.00	0.00	0
701127	0178	6.0	1184.	522.	9407.	0.0	1583.8	0.00	64.0	19007.	0.00	32633.	0.	0.0	0.00	0.00	0
701204	0179	6.1	1184.	530.	9589.	1340.3	1595.1	0.00	46.0	18921.	0.00	32213.	0.	0.0	0.00	0.00	0
701218	0193	5.9	1184.	515.	9912.	1366.5	1614.5	0.00	49.0	19354.	0.00	32939.	0.	0.0	0.00	0.00	0
710105	0031	5.7	1184.	763.	9938.	1304.1	1615.7	0.00	46.5	19374.	0.00	32381.	0.	0.0	0.00	0.00	0
710112	0033	5.7	1184.	0.	0.	0.0	0.0	0.00	0.0	0.	0.00	0.	7046.	119.1	0.00	0.78	40.
710205	0013	4.3	1184.	726.	10455.	1542.3	1666.8	0.00	31.9	20321.	0.00	34621.	0.	0.0	0.00	0.00	0
710217	0014	4.4	1184.	740.	10471.	1757.3	1586.9	0.00	32.7	20648.	0.00	35073.	0.	0.0	0.00	0.00	0
710226	0022	4.3	1184.	975.	8115.	1380.4	1577.8	0.00	49.7	19601.	0.00	34720.	0.	0.0	0.00	0.00	0
710312	0024	6.2	1184.	438.	8288.	1370.6	1626.2	0.00	46.5	20443.	0.00	33393.	0.	0.0	0.00	0.00	0
710326	0035	1.0	1184.	0.	8269.	1184.6	1370.0	0.00	38.3	16267.	0.00	0.	0.	0.0	0.00	0.00	0
710303	0038	6.4	1184.	652.	8070.	1303.6	1513.1	2.98	46.6	20175.	0.00	32430.	0.	0.0	0.00	0.00	0.
710314	0037	6.3	1184.	670.	11084.	1317.6	1689.7	1.24	54.3	19532.	0.00	32869.	0.	0.0	0.00	0.00	0
710606	0043	6.2	1184.	630.	7900.	1401.9	1572.3	1.86	51.9	20293.	0.00	34622.	0.	0.0	0.00	0.00	0.
710823	0046	7.7	1184.	541.	9768.	1369.1	1676.7	1.00	43.1	19767.	0.00	34212.	0.	0.0	0.00	0.00	0
710706	0047	8.1	1184.	644.	8974.	1353.9	1578.2	1.61	34.7	20269.	0.00	33424.	0.	0.0	0.00	0.00	0.

FRAMHALD

GRKUSTOFNUN JHD
1981-04-22 TH

REYKJANES HOLA 5 (T=270 C)
Stofur efnna í m³/kd

TAFLA 5 FRH

JAGE	NUK	P0	H0	SI02	NA	K	CA	MG	S04	CL	F	UE	CO2	H2S	H2	CH4	N2
710708	0048	8,1	1184,	668,	8510,	1377,1	1493,1	1,86	42,3	20269,	0,00	33248,	704,	18,9	0,00	0,00	3,79
710910	0083	7,9	1184,	617,	9492,	1342,8	1543,5	0,85	43,5	19834,	0,00	33796,	2076,	46,4	0,67	0,00	0,00
711022	0126	8,1	1184,	702,	10444,	1640,1	1477,7	1,01	22,0	20347,	0,00	33994,	0,	0,0	0,00	0,00	0,00
720111	0002	7,7	1184,	653,	11470,	1462,6	1632,0	0,85	51,3	19399,	0,00	32978,	0,	0,0	0,00	0,00	0,00
730122	0024	6,6	1184,	598,	11529,	1378,2	1517,0	1,37	0,0	19190,	0,00	32768,	1445,	24,3	0,00	0,00	0,00
730605	0079	14,2	1184,	607,	10266,	1541,5	1529,2	0,34	23,2	19238,	0,00	0,	1680,	31,9	0,14	0,00	8,10
731010	0127	8,7	1184,	593,	10463,	1511,9	1668,3	1,28	23,4	20293,	0,00	35031,	1468,	24,9	0,00	0,00	0,00
731108	0143	21,7	1184,	596,	9993,	1477,5	1647,9	1,26	22,7	19169,	0,09	39633,	2198,	40,6	0,00	0,00	9,36
740124	0004	22,5	1184,	619,	11584,	1426,4	1740,5	0,97	23,7	19754,	0,09	38887,	1346,	24,2	0,12	0,00	4,10
741001	0084	5,8	1184,	567,	9478,	1488,1	1517,4	0,89	17,3	19951,	0,15	35475,	1957,	34,2	0,00	0,00	8,15
771003	0147	3,7	1184,	466,	8414,	1182,1	1613,7	3,12	60,0	18562,	0,14	29353,	1670,	26,4	0,23	0,00	15,03
771005	0151	4,2	1184,	494,	8658,	1201,5	1610,5	2,32	46,6	18698,	0,17	30786,	1255,	23,5	0,00	0,00	5,97
780307	0009	20,2	1184,	598,	9092,	1113,1	1586,4	1,42	28,7	17553,	0,18	32707,	1677,	39,2	0,00	0,00	8,58
790123	0013	16,6	1184,	520,	9101,	1393,3	1541,1	1,50	34,0	17227,	0,15	30779,	2341,	50,6	0,00	0,00	12,43
790323	0093	25,3	1184,	664,	8822,	1435,3	1811,9	1,14	37,7	18435,	0,19	30780,	0,	0,0	0,00	0,00	0,00
790528	3009	20,0	1184,	538,	9498,	1463,2	1452,4	1,23	24,2	19453,	0,18	33329,	936,	29,8	0,08	0,30	3,16
800108	0001	18,9	1184,	470,	9054,	1413,8	1499,5	1,40	23,3	17901,	0,14	29618,	1148,	13,5	0,23	0,22	0,00
NEOALTA		9,0	1184,	388,	9822,	1378,1	1578,9	1,43	40,8	19200,	0,15	33282,	1930,	36,5	0,24	0,49	10,80
STADALF, N		67,8	0,0	20,3	10,3	9,7	5,3	46,6	32,0	5,3	25,0	6,8	77,1	68,5	88,9	82,6	96,2

Tafla 9 Reykjanes, meðalstyrkur efna í jarðsjó

	"Hver 1918"	Sundlaug	Hola 1 ¹⁾	Hola 2	Hola 4	Hola 8	Sjór ²⁾
Vinnsludýpi (m)	0	0	159	300	700	1000-1750	
Hitastig (°C)	100	21	220	225	250	270	
SiO ₂ (mg/kg)	569	50	414	355	452	588	6,0
Na (-)	14300	7590	12400	10700	10100	9520	10470
K (-)	2020	500	1510	1400	1340	1380	380
Ca (-)	2400	710	1980	1790	1640	1580	398
Mg (-)	56	1183	1,13			1,43	1250
SO ₄ (-)	155	1180	82,2	75,6	74,5	40,8	2630
Cl (-)	28900	14800	23700	20500	19800	19200	18800
F (-)	0,25	0,28	0,15			0,15	1,26
Uppl.e. (-)	50900	27400		34800	33800	33300	33900
CO ₂ (-)	42,1	73,9		2110		1930	100
H ₂ S (-)				43,1		36,5	
H ₂ (-)						0,24	

1) Stefán Arnórsson 1969

2) K.K. Turekian 1969

Tafla 10 Reykjanes, hlutföll efna í jarðsjó (mg/mg)

	Hver 1918	Sundlaug	Hola 1 ¹⁾	Hola 2	Hola 4	Hola 4	Hola 4	Hola 7	Hola 8	Hola 8	Hola 8	Sjór ²⁾
Vinnsludýpi	0	0	159	300	240	700	45	800-1000	1000-1750			
Hitastig °C	100	21	220	225	40	250	15	230	270			
Cl (mg/kg)	28900	14800	23700	20500	20800	19800	4710	17280	19200	18800		
SiO ₂ /Cl	0,020	0,003	0,017	0,017	0,584	0,023	6·10 ⁻⁴	0,026	0,031	3·10 ⁻⁴		
Na/Cl	0,495	0,513	0,523	0,522	0,584	0,510	0,669	0,557	0,0496	0,557		
K/Cl	0,070	0,034	0,064	0,068	0,021	0,068	0,042	0,075	0,072	0,020		
Ca/Cl	0,083	0,048	0,084	0,087	0,036	0,083	0,014	0,090	0,082	0,021		
Mg/Cl	0,002		0,001	5·10 ⁻⁵	0,063			0,002	7·10 ⁻⁵	0,066		
SO ₄ /Cl	0,005	0,080	0,003	0,004		0,004	0,059	0,004	0,002	0,140		
F/Cl	8·10 ⁻⁶	19·10 ⁻⁶	6·10 ⁻⁶						8·10 ⁻⁶	67·10 ⁻⁶		
U.e./Cl	1,761	1,851		1,698		1,707	2,060	1,748	1,734	1,803		
Na/K	7,7	15,2	8,2	7,6	25,2	7,54	15,8	7,5	6,9	27,5		

1) Stefán Arnórsson 1969

2) K.K. Turekian 1969

Tafla 11 Styrkur ýmissa minniháttar efna í jarðsjó á Reykjanesi. (mg/kg)

Staður	Selta	Cl	Br	B	Li	Rb	Sr	Ba	Pb	Mn	Heimild
Hver 1918	31300	12,2							1,34		Stefán Arnórsson 1969
Hola 2	22600	12,0							0,57		" -
(HOLA 8)	29800	12,4	108	7,7						0,05	Vilhjálmur Lúðvíksson 1972
Hver 1918	27400	11,8	98,1	7,4	6,3	9,2	5,8			3,7	Jón Ólafsson og J.P.Ryley 1978
HOLA 2	23700	11,5	83,8	6,0	4,5	8,4	5,7			0,51	" -
HOLA 8	25100	11,3	87,3	6,6	5,2	8,9	10,0			2,6	" -
Sjór	19400	4,45	67,3	0,17	0,12	8,1	0,02	0,00003	0,01		K.K. Turekian 1969

Tafla 12 Hlutföll ísotópa í jarðsjó á Reykjanesi

Staður	δD	$\delta^{18}O$	Heimild
Hver -	-10,2	+2,3	Bragi Árnason 1976
Hola 2	-18,8 [*]		- " -
Hola 8	-22,5 [*]	-0,26 [*]	- " -
Hver 1918	-12,5	+2,24	Jón Ólafsson og J.P.Riley 1978
Hola 2	-19,3 [*]	-0,25 [*]	- " -
Hola 8	-23,0 [*]	-1,08 [*]	- " -
Regnvatn (Reykjanes)	-48,0	-6,5	Bragi Árnason 1976
Sjór (SMOW)	0	0	Craig 1961

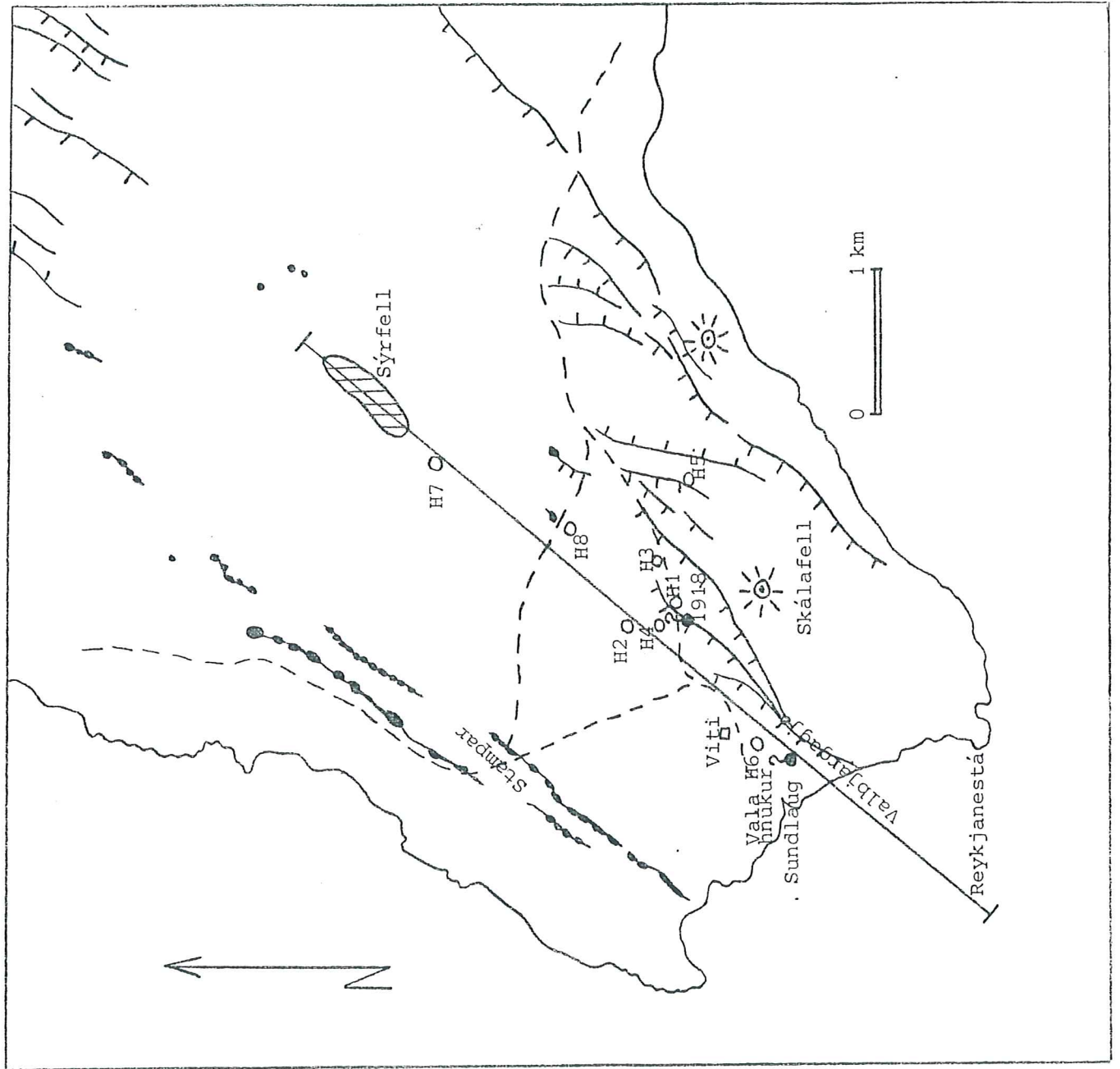
* Gildi leiðrétt fyrir suðu.

Tafla 13 Niðurstöður greininga á útfellingasýnum úr holu 8, Reykjanesi frá des 1978. (Hrefna Kristmannsd. 1979)








Dýpi	440 m	750 m	Dýpi	440 m	750 m
Efni	Massaprósentur, %		Efni	Steindaformúla	
SiO ₂	66,6	54,7	Si	9,2	8,6
TiO ₂	0,00	0,05	Ti	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	0,71	3,98	Al	0,12	0,74
FeO	8,95	17,7	Fe	1,0	2,3
MnO	2,03	0,3	Mn	0,24	0,04
MgO	19,7	13,6	Mg	4,0	3,2
CaO	0,33	0,69	Ca	0,05	0,12
Na ₂ O	0,14	0,45	Na	0,04	0,14
K ₂ ⁺	0,25	0,92	K	0,05	0,18
Σ	98,7	92,3	-	-	-

1981-06-22

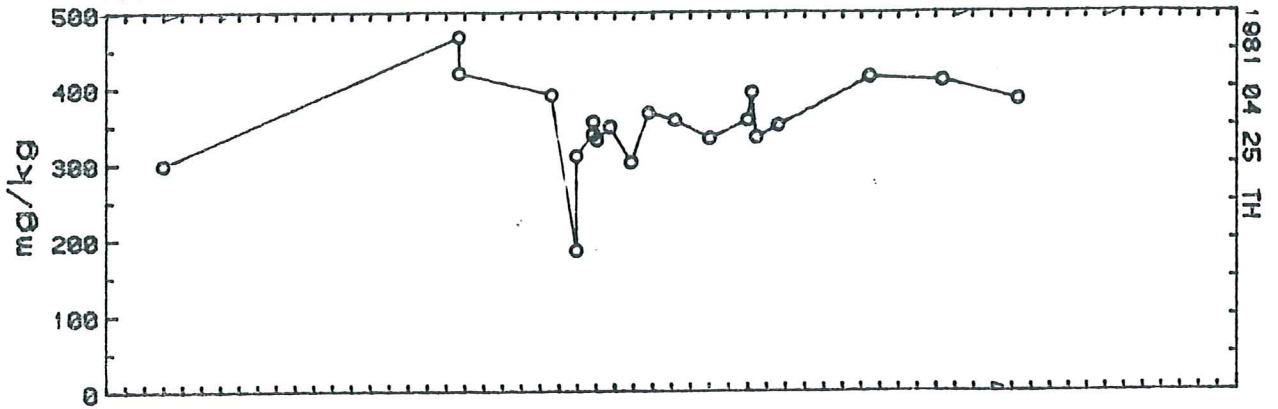
Myndir



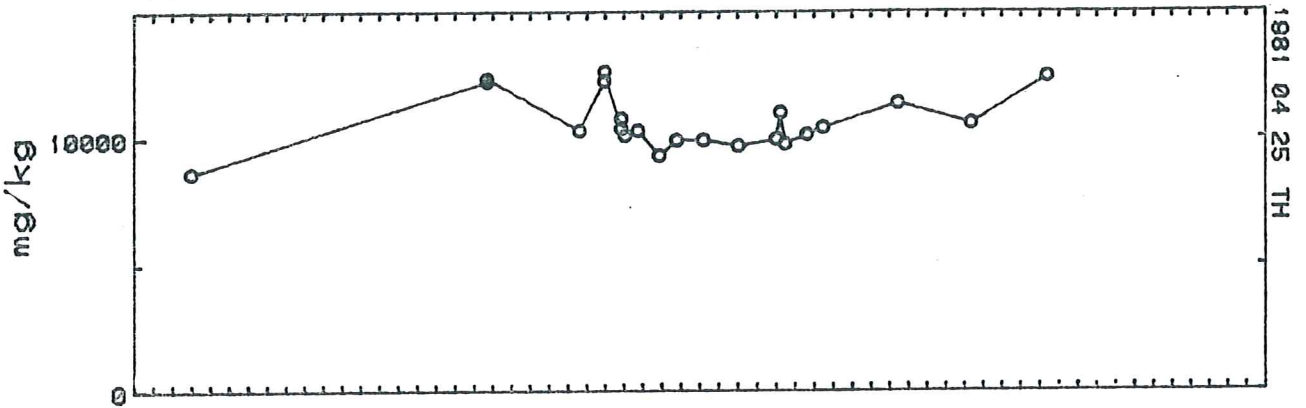
Einfaldað jarðfræðikort af Reykjanesi. Byggt á kortum eftir Jón Jónsson (1972 og 1978).

- Gígaröð 
- Dyngja 
- Misgengi 
- Hver 
- Borhola 
- Vegur 
- Snió 

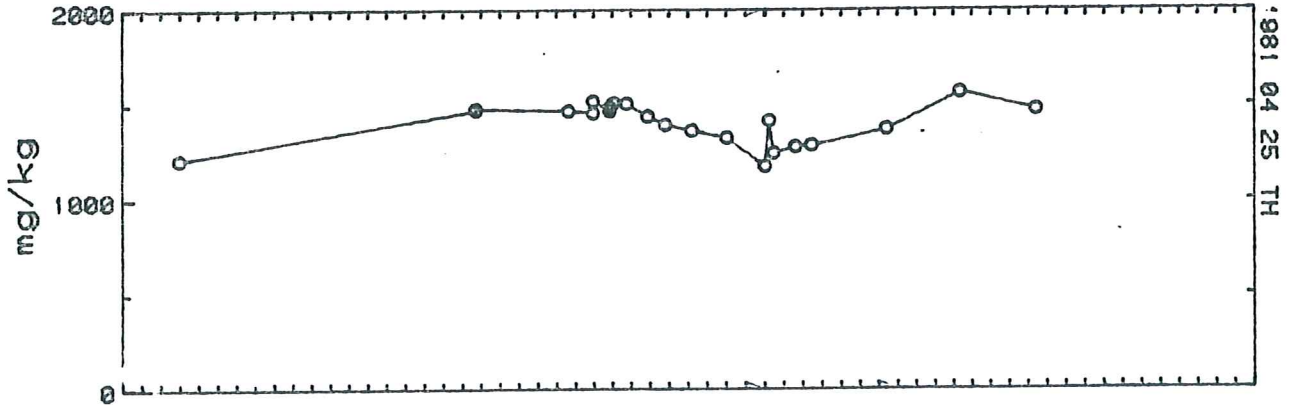
Reykjanes Hóla 2 Styrkur efna Kisill (SiO₂)



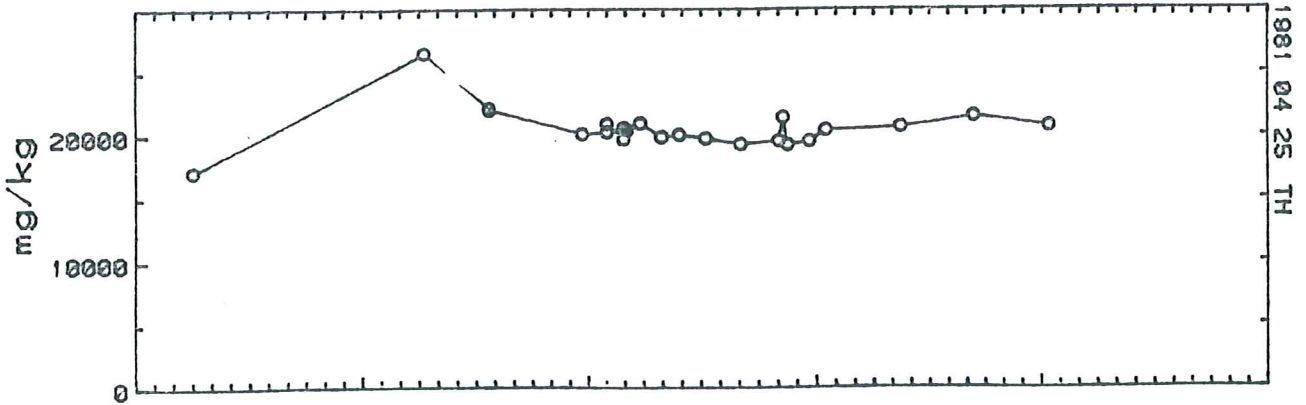
Natrium (Na)



Kalium (K)



Klor (Cl)



1968

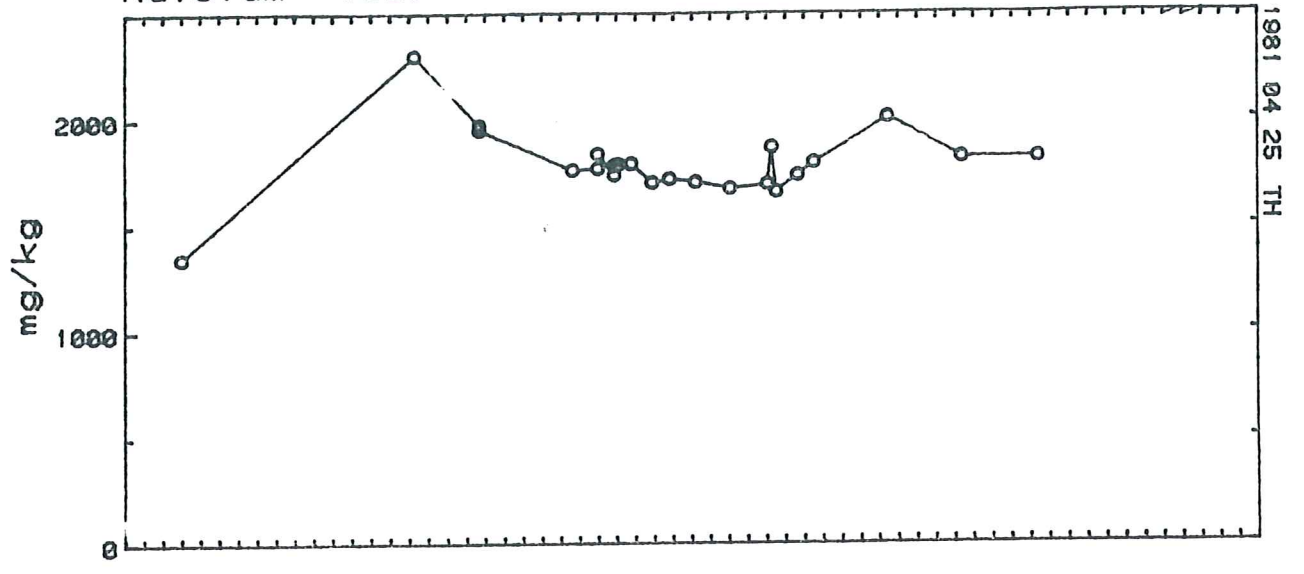
1969

1970

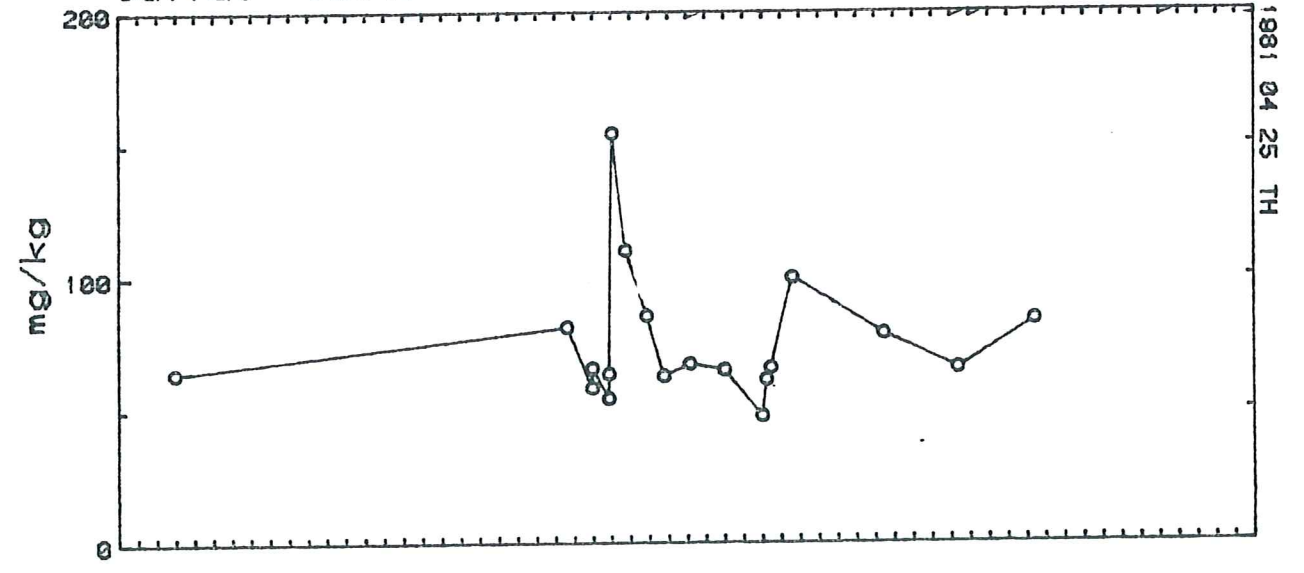
1971

1972

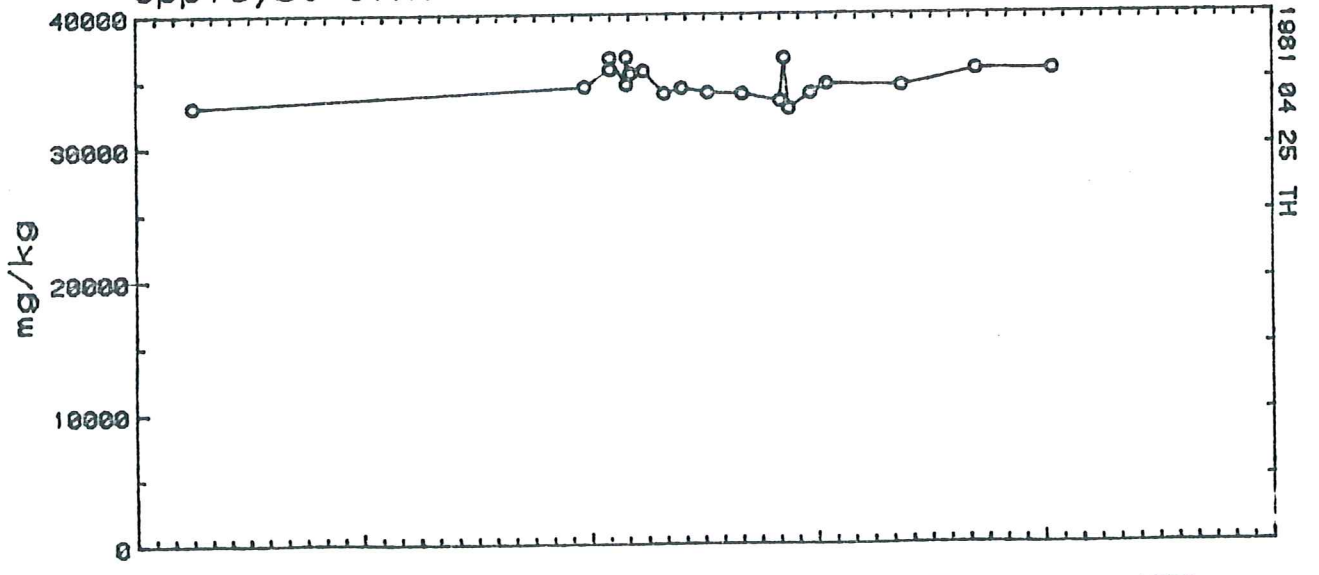
Reykjanes Hóla 2 Styrkur efna Kalsíum (Ca)



Sulfat (SO4)



Uppleyst efni



1968

1969

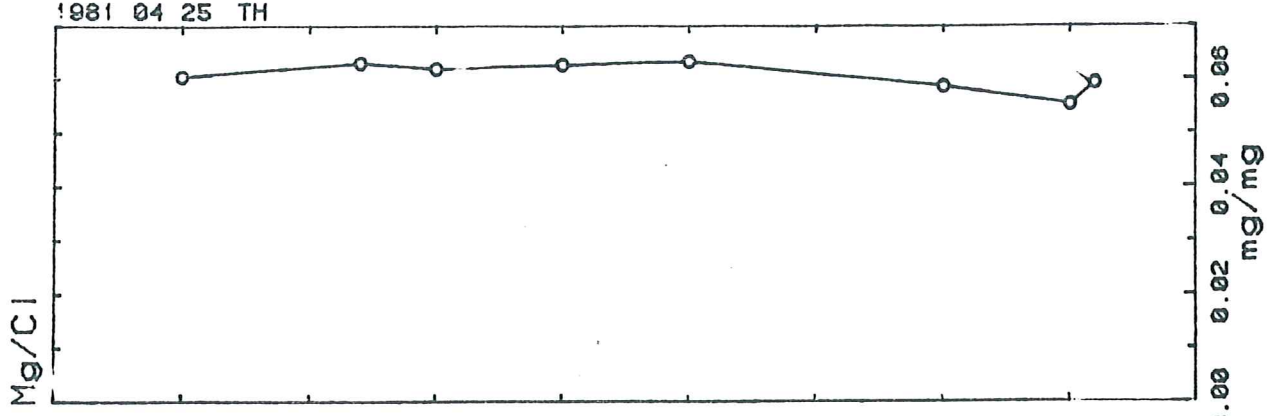
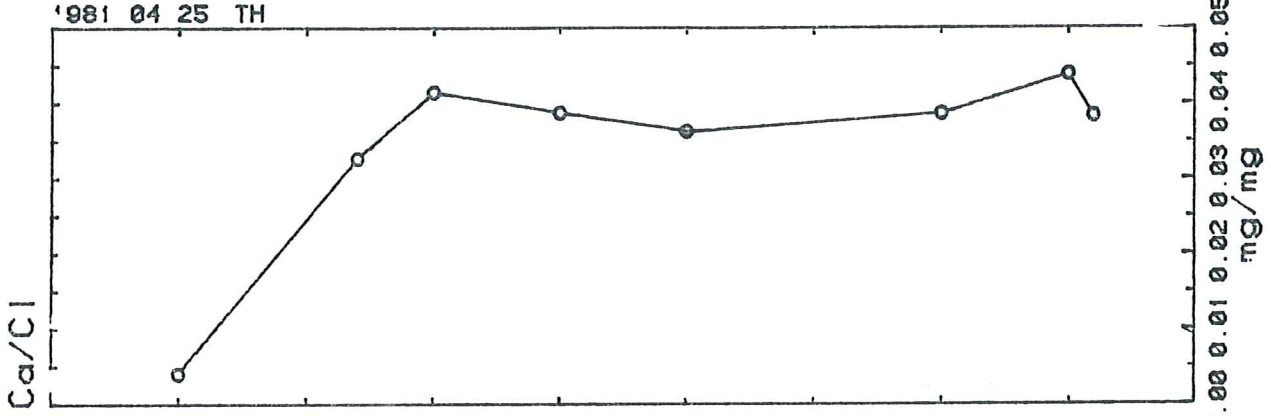
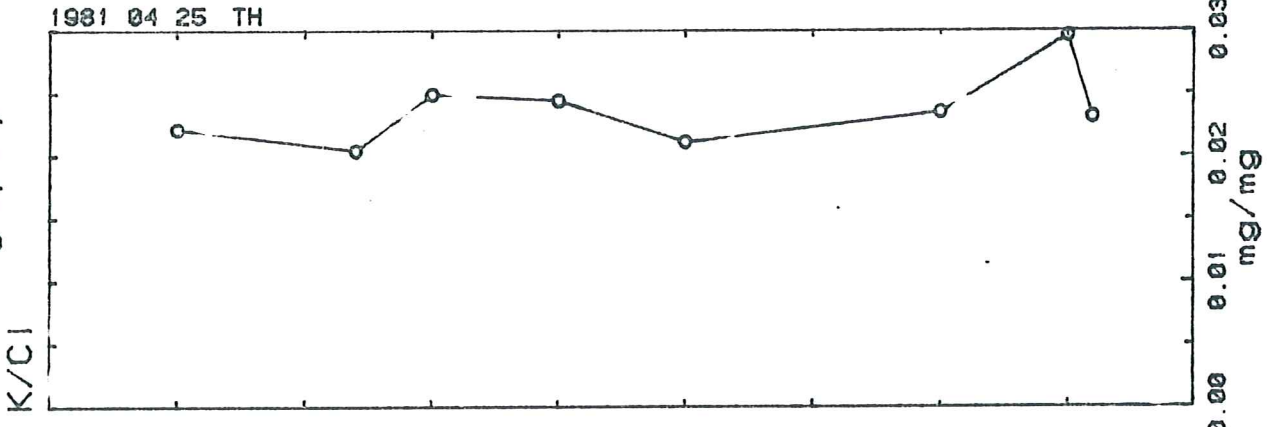
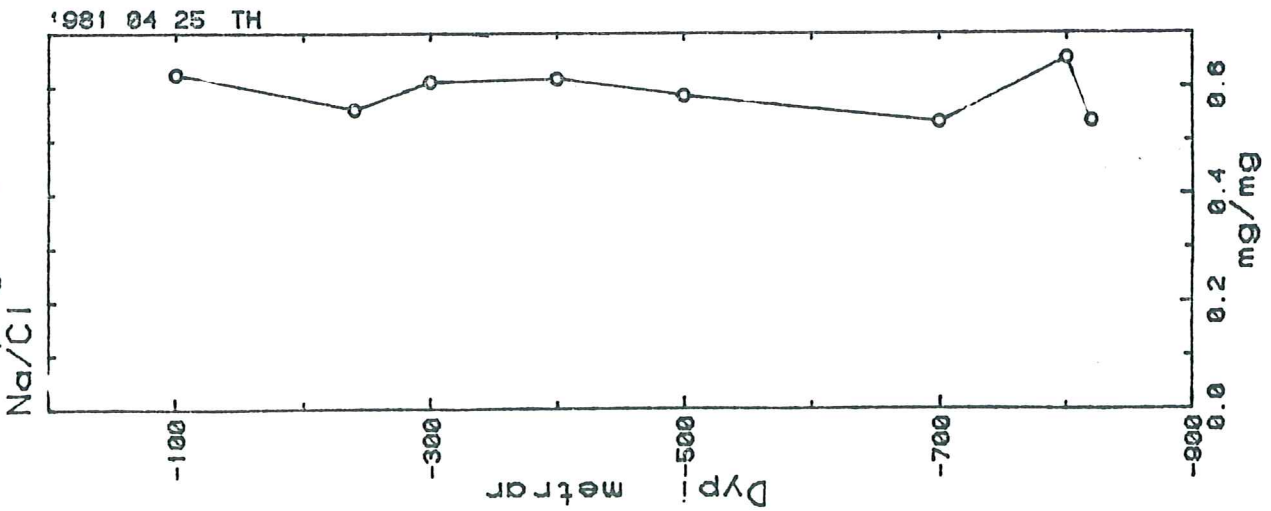
1970

1971

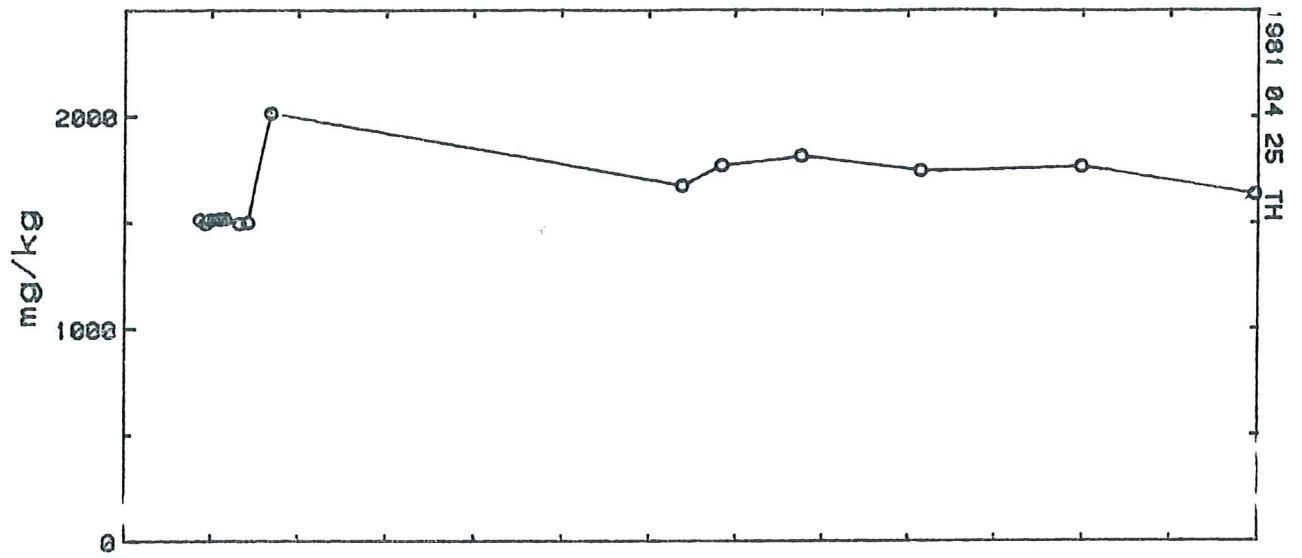
1972

Timi ar

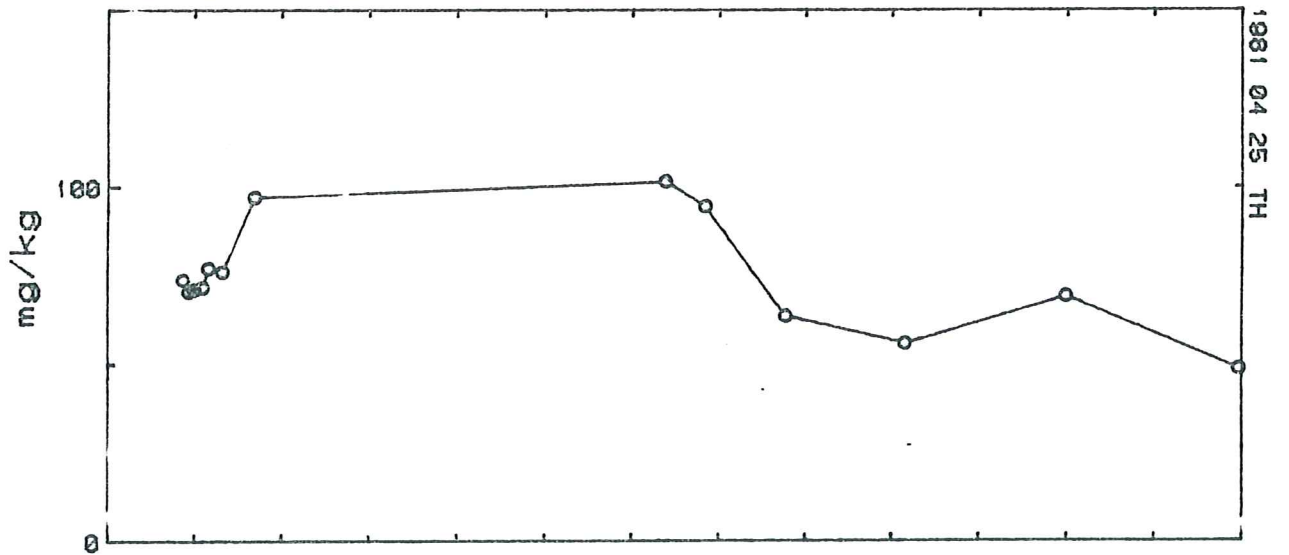
Reykjanes Hold 4 Djupsyni



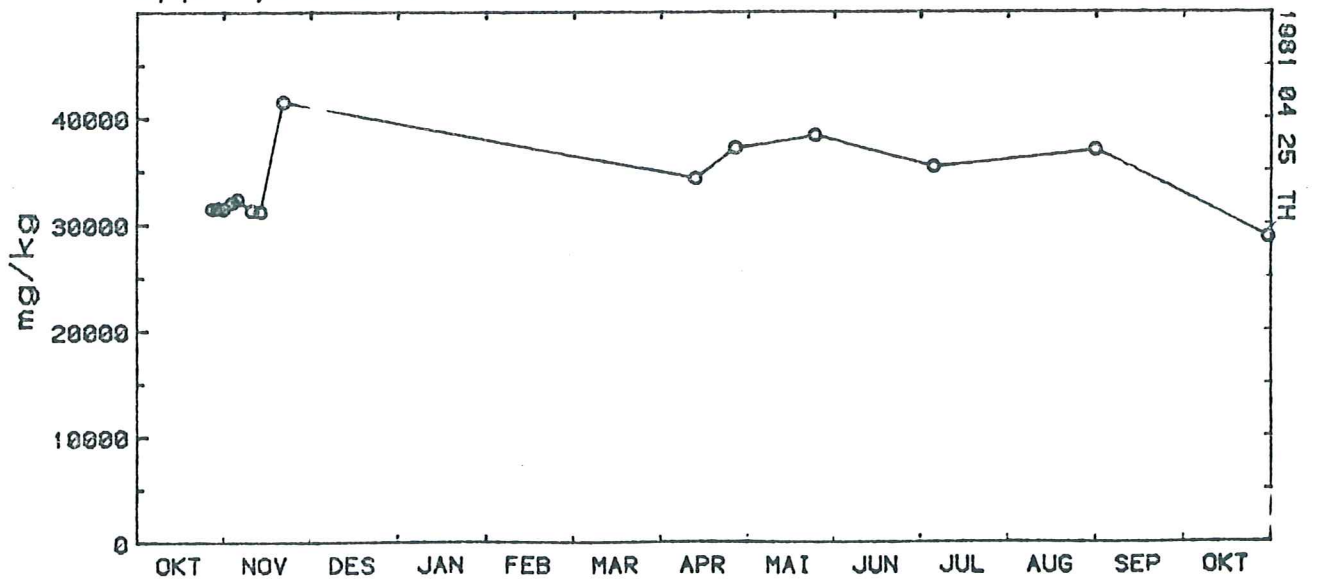
Reykjanes Hóla 4 Styrkur efna Kalsíum (Ca)



Sulfat (SO4)



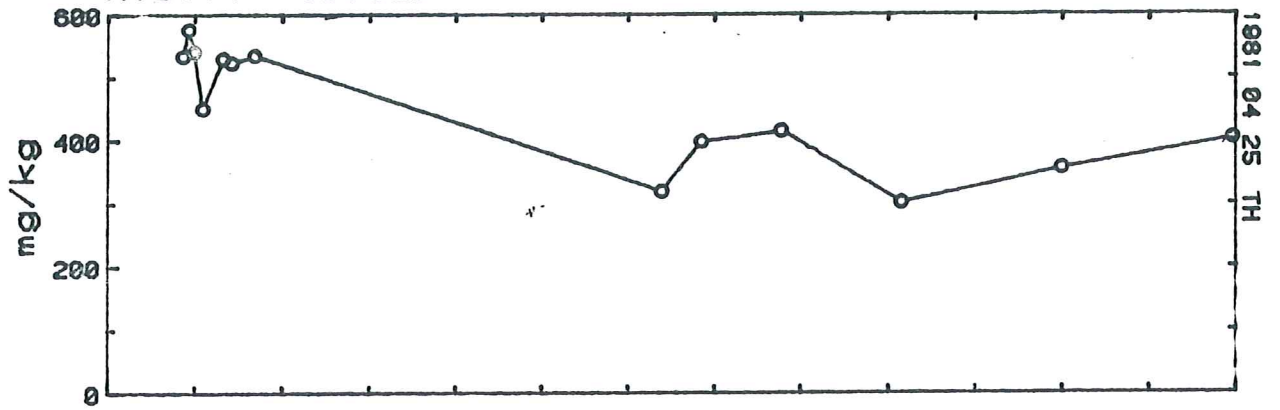
Uppleyst efni



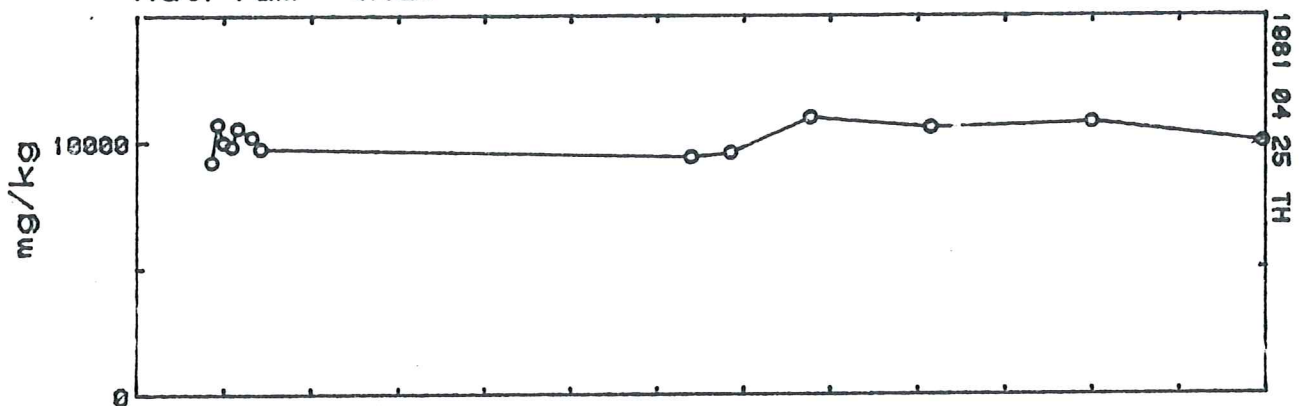
1969-1970

Reykjanes Hóla 4 Styrkur efna

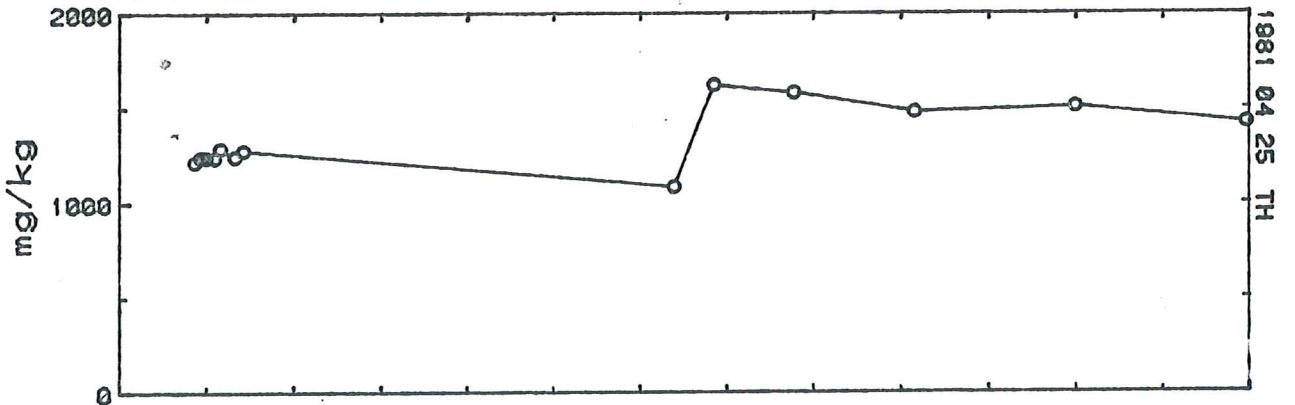
Kisill (SiO₂)



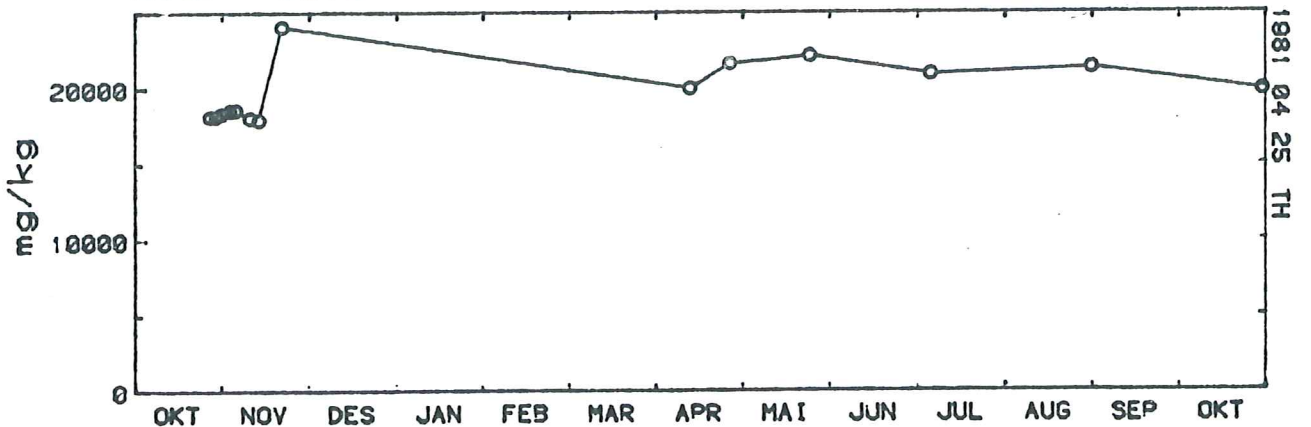
Natrium (Na)



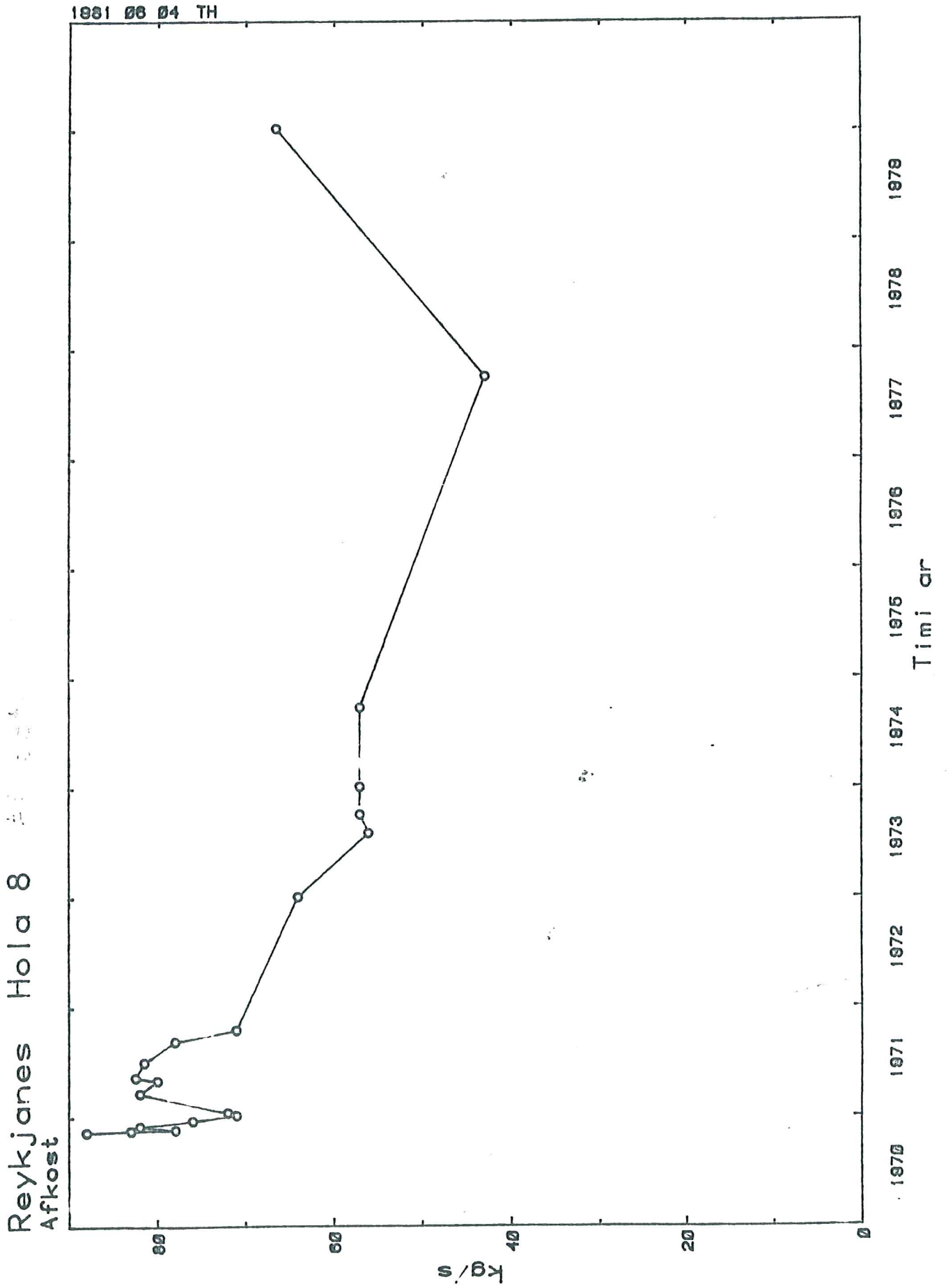
Kalium (K)



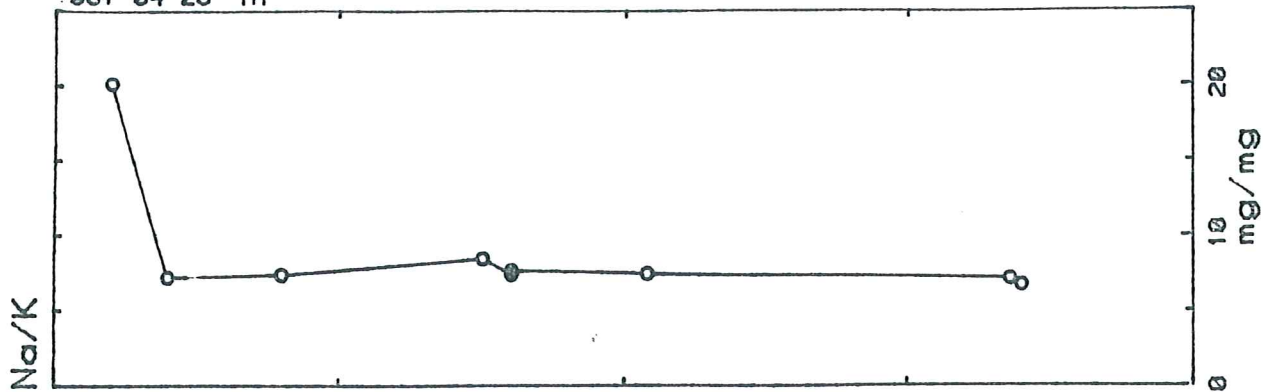
Klor (Cl)



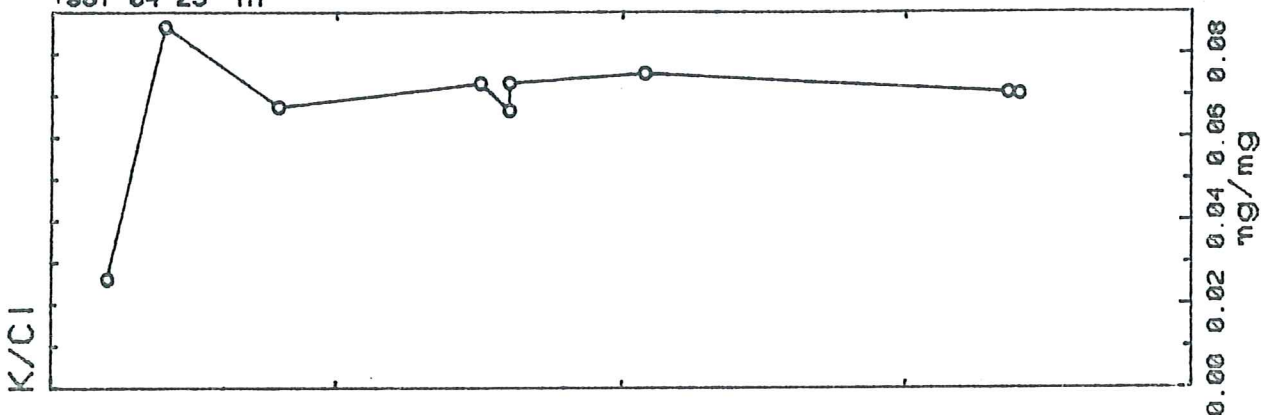
1969-1970



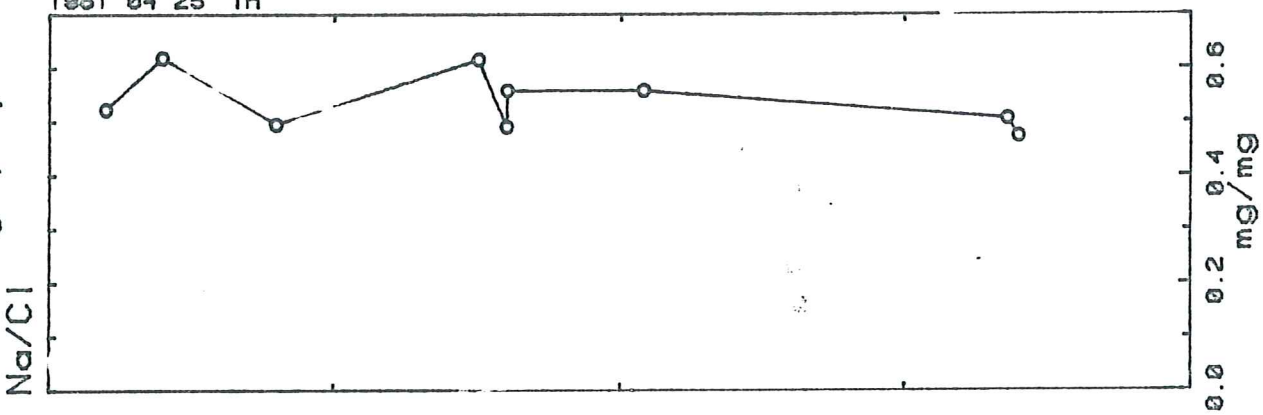
1981 04 25 TH



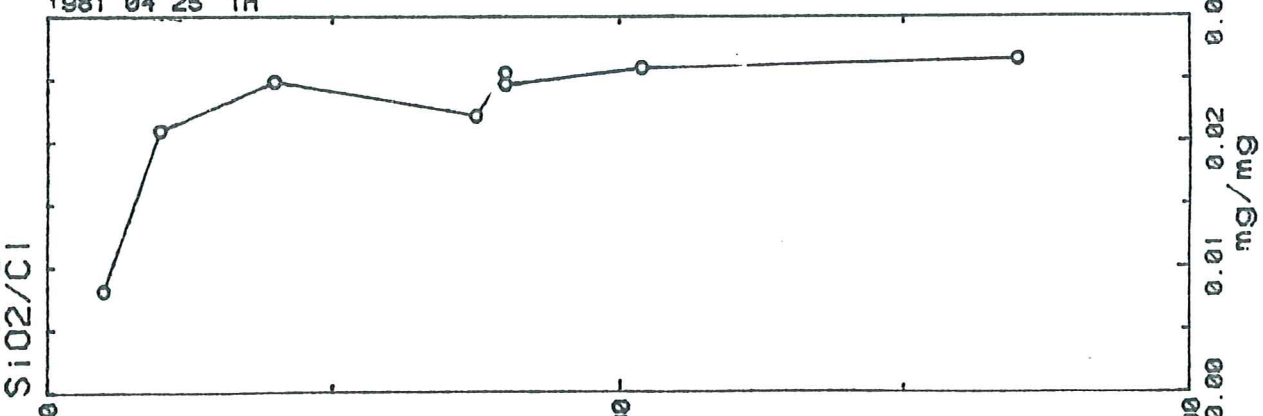
1981 04 25 TH



1981 04 25 TH

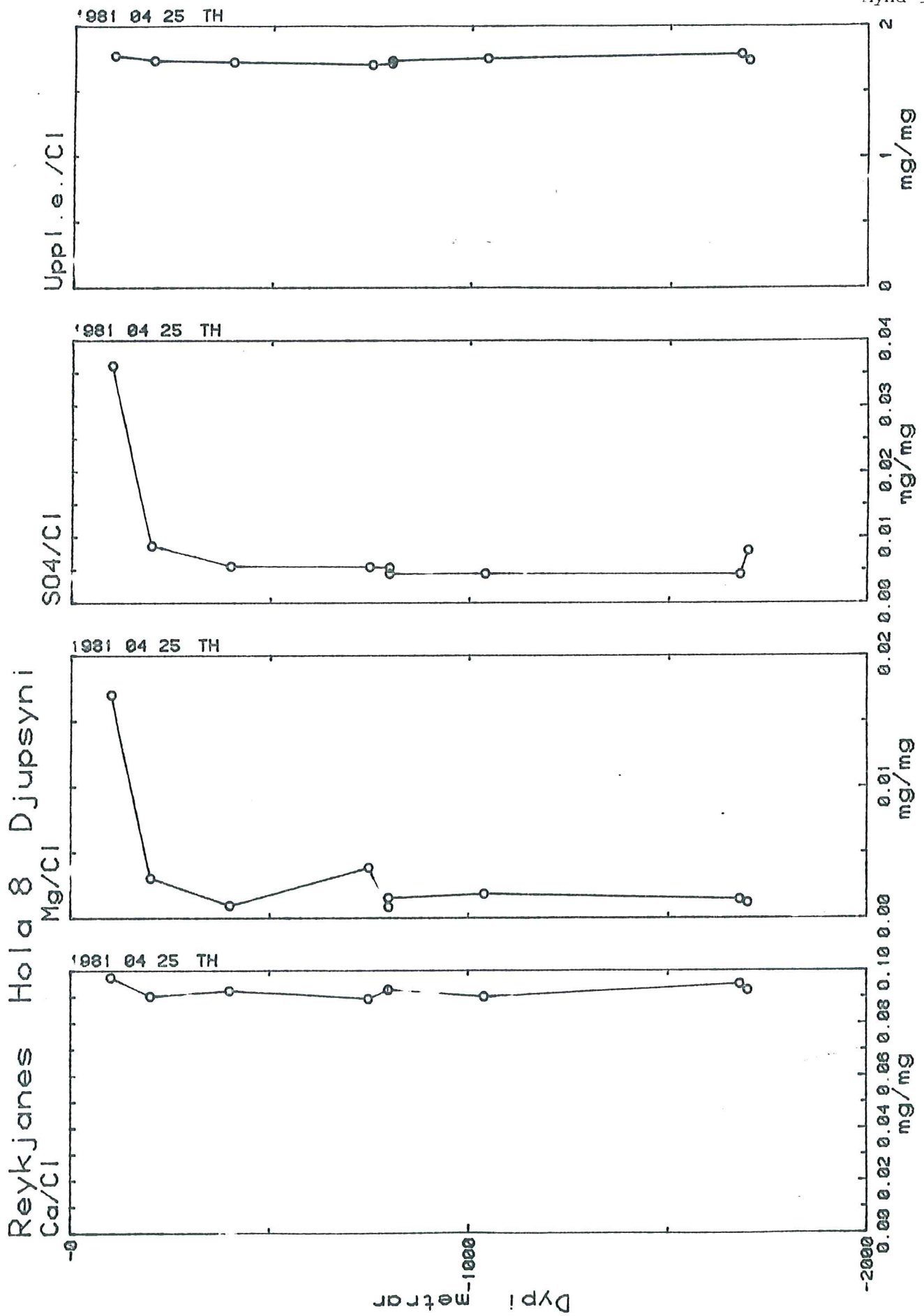


1981 04 25 TH

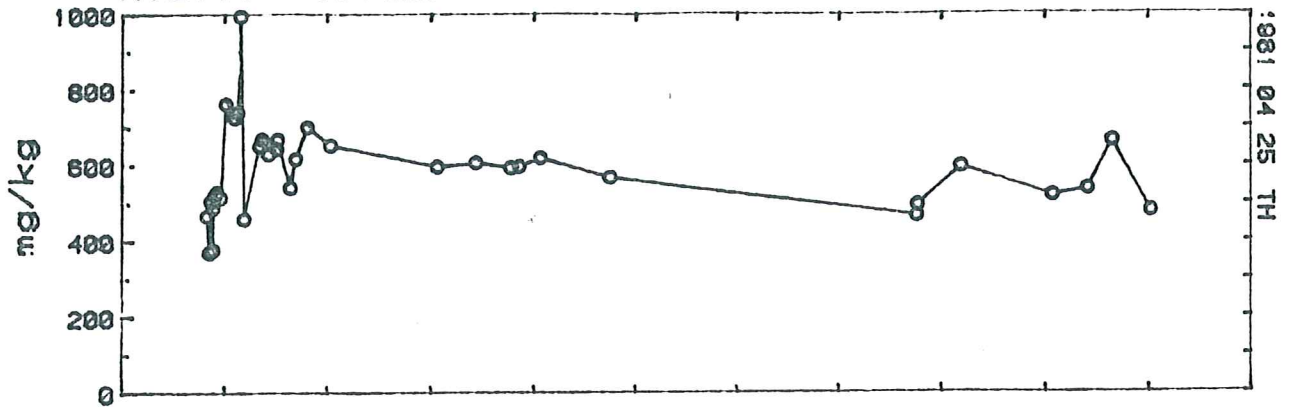


Reykjanes Hóla 8 Djupsyni

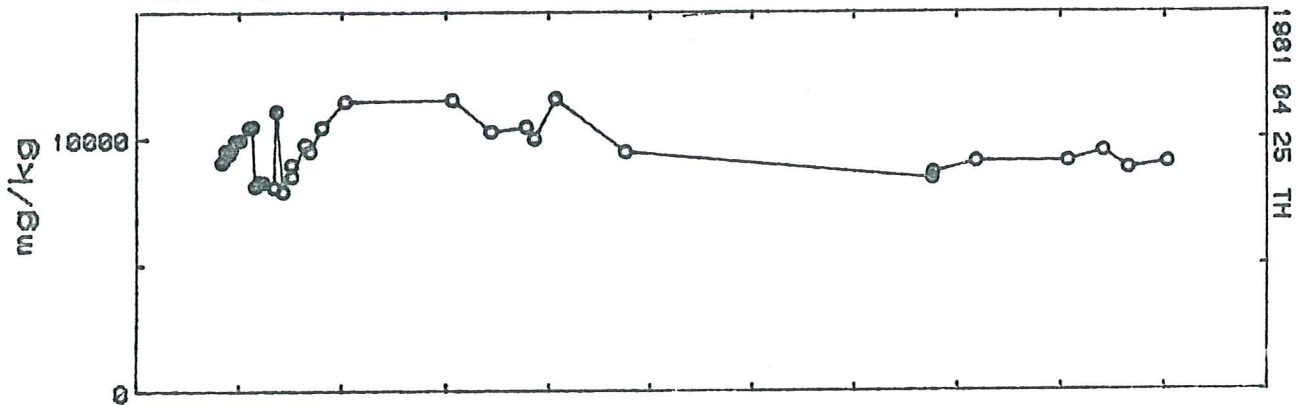
Dypimetrar



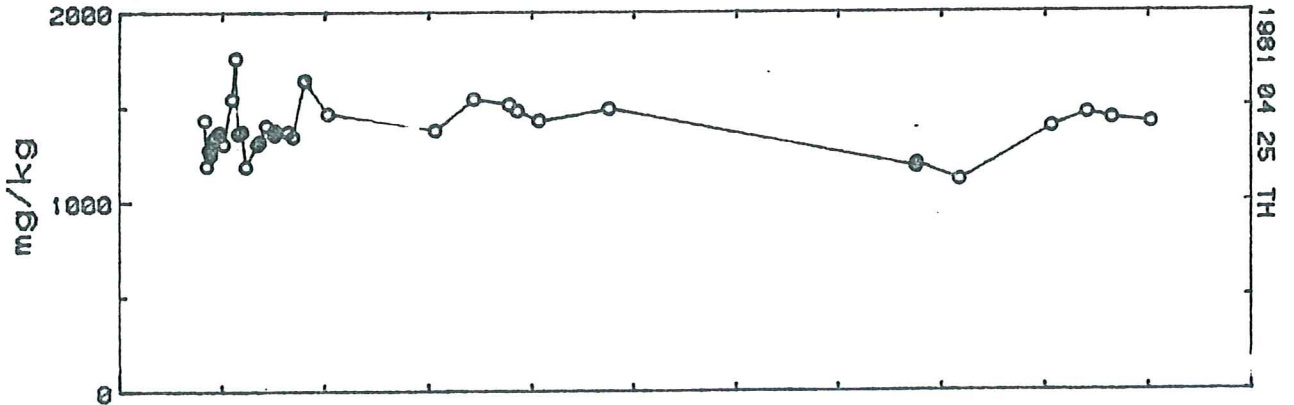
Reykjanes Hóla 8 Styrkur efna
Kisill (SiO₂)



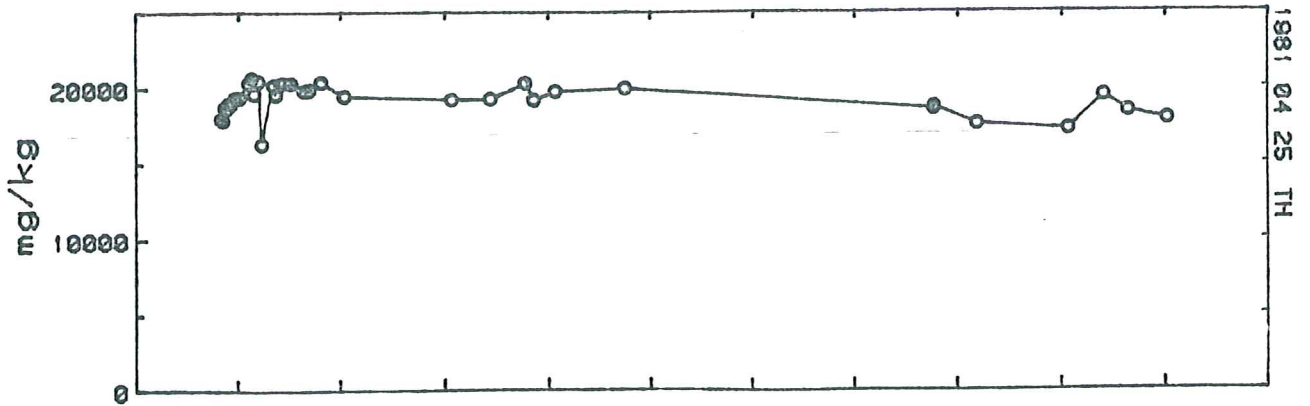
Natrium (Na)



Kalium (K)

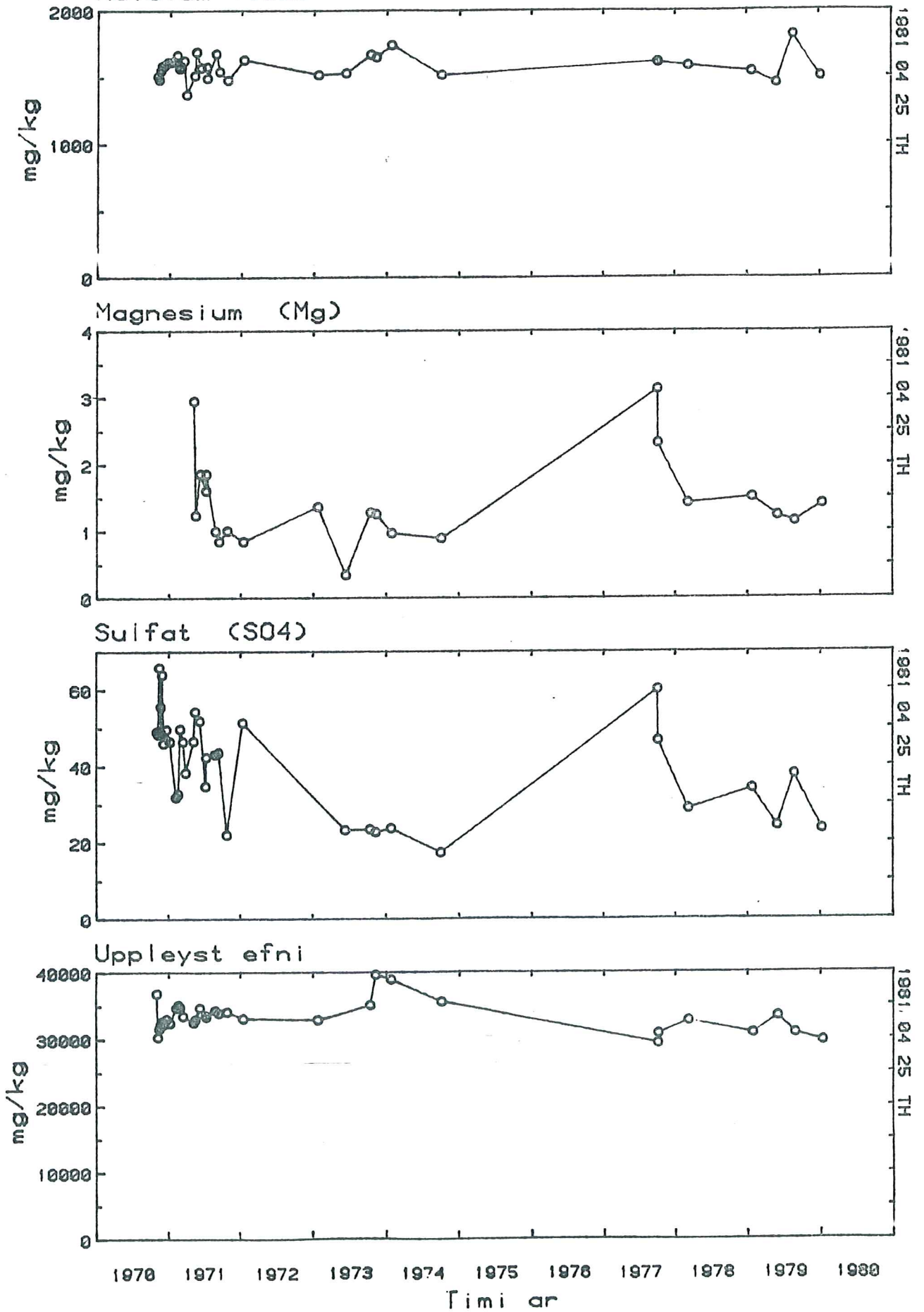


Klor (Cl)



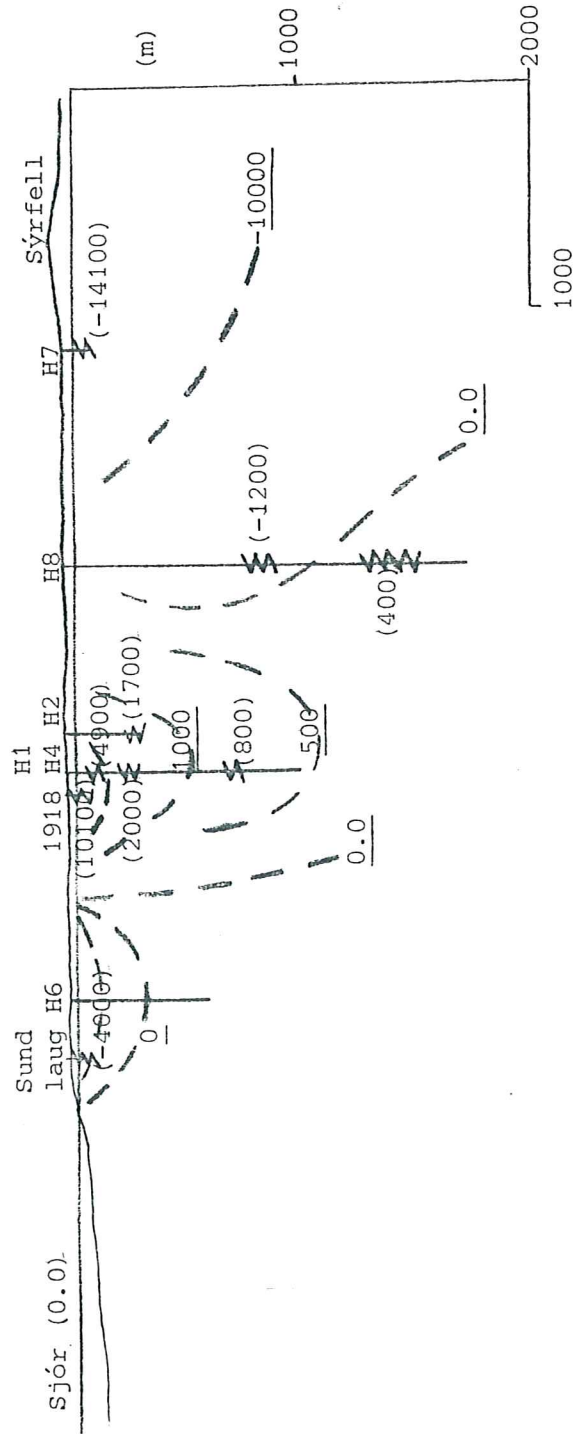
1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980
Tími ar

Reykjanes Hóla 8 Styrkur efna



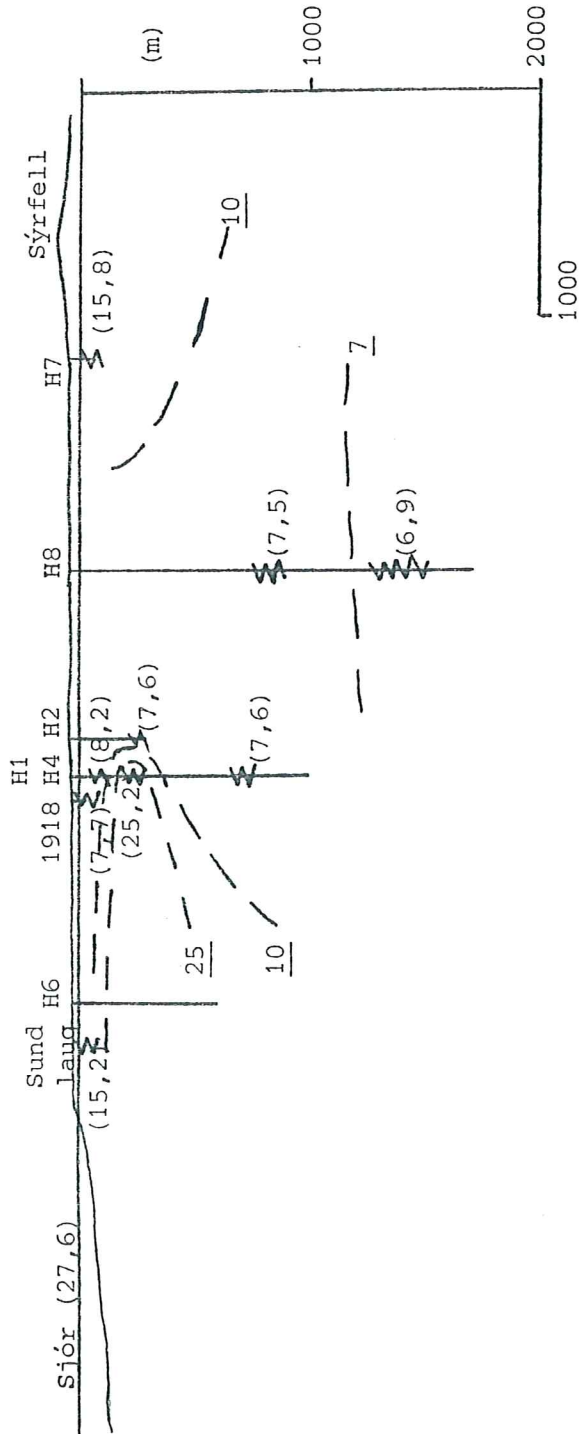
Mismunur á seltu jarðsjávar (Cl mg/kg) -
og meðalseltu sjávar við Reykjanes.

Mynd 12



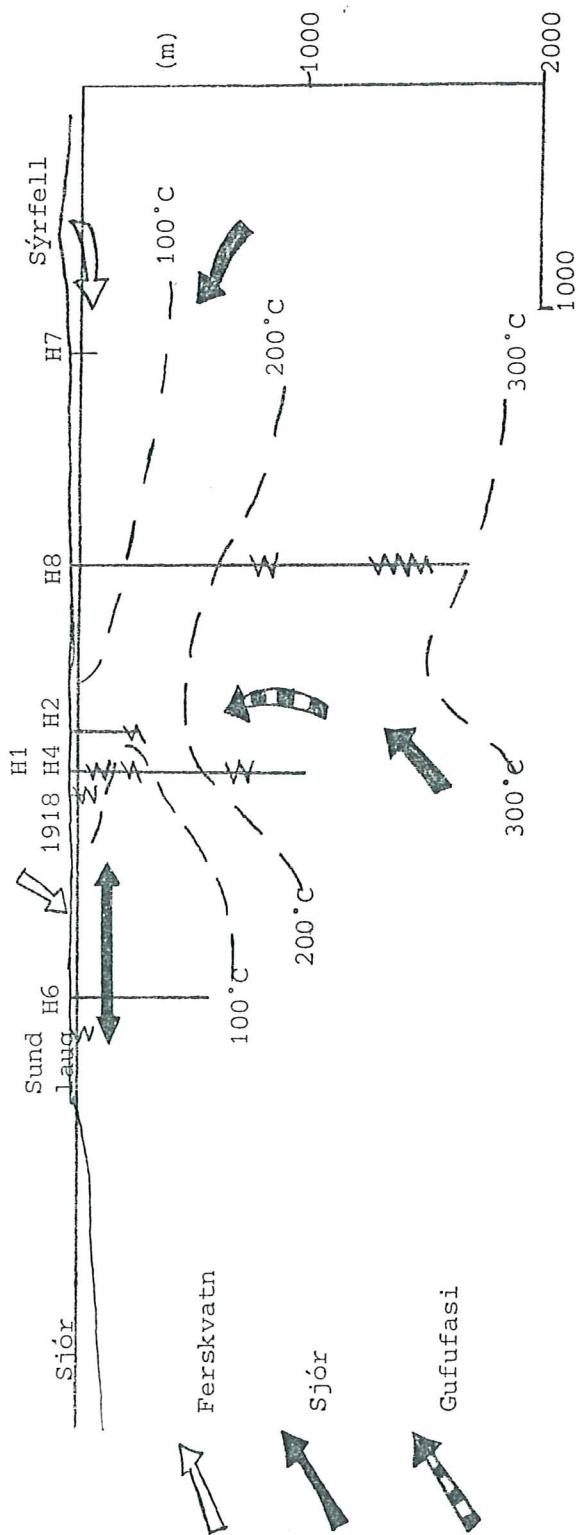
Hlutfall Na/K (mg/mg) í jarðsjó á Reykjanesi.

Mynd 13



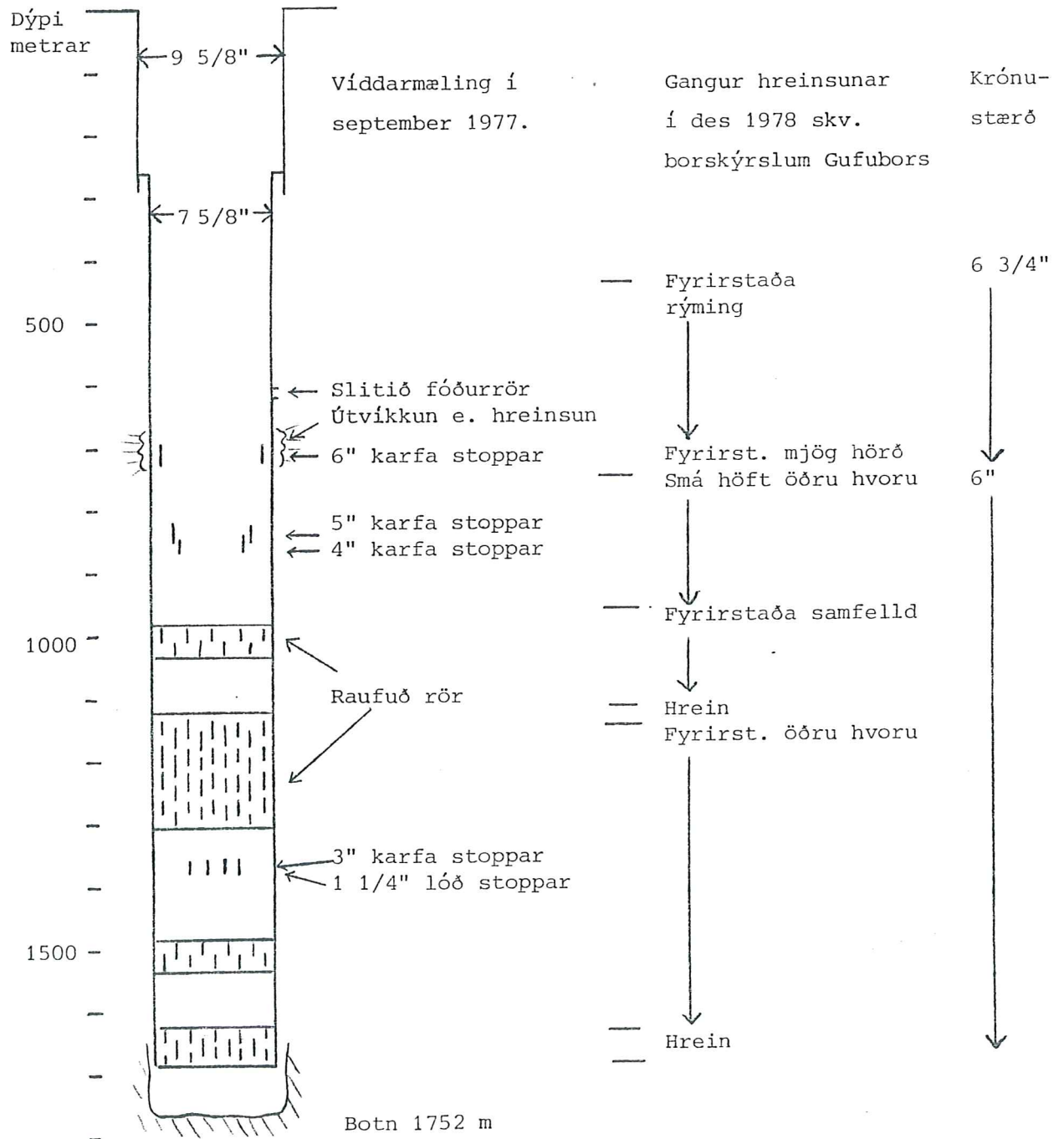
Tilgáta að rennslisleiðum á Reykjanessvæðinu.

Mynd 14



Reykjanes hola 8, víddarmælingar og hreinsun.

Mynd 15



1981-06-22

Viðauki I

Reikningar á þáttun og leysnimargfeldum steinda fyrir meðal sýni úr
holu 8, Reykjanesi.

ACTIVITY COEFFICIENTS IN DEEP WATER

H+	0.596	H2SO4-	0.489	Fe++	0.072	FeCl+	0.430
OH-	0.406	F-	0.406	Fe+++	0.011	Al+++	0.011
H3SiO4-	0.430	Cl-	0.380	FeOH+	0.473	AlOH++	0.360
H2SiO4--	0.060	Na+	0.430	Fe(OH)3-	0.473	Al(OH)2+	0.489
H2SO3-	0.352	K+	0.380	Fe(OH)4--	0.083	Al(OH)4-	0.433
HCO3-	0.430	Ca++	0.072	FeOH++	0.033	AlSO4+	0.453
CO3--	0.044	Mg++	0.112	Fe(OH)2+	0.489	Al(SO4)2-	0.453
HS-	0.406	CaHCO3+	0.511	Fe(OH)4-	0.489	AlF+	0.060
S--	0.053	MgHCO3+	0.430	FeSO4+	0.473	AlF2+	0.489
H2SO4-	0.453	CaOH+	0.511	FeCl++	0.033	AlF3-	0.453
SO4--	0.036	MgOH+	0.527	FeCl2+	0.473	AlF5--	0.044
NaSO4-	0.489	NH4+	0.352	FeCl4-	0.430	AlF6---	0.001

CHEMICAL COMPONENTS IN DEEP WATER (PPM AND LOG MOLE)

H+ (ACT.)	0.01	-4.980	Mg++	1.41	-4.237	Fe(OH)3	0.02	-6.774
OH-	0.04	-5.647	NaCl	4318.43	-1.131	Fe(OH)4-	0.01	-7.359
H4SiO4	940.71	-2.009	KCl	270.06	-2.441	FeCl+	0.00	-8.844
H3SiO4-	0.12	-5.888	NaSO4-	7.23	-4.217	FeCl2	0.00	-10.877
H2SiO4--	0.00	-11.660	H2SO4-	5.97	-4.355	FeCl++	0.00	-16.972
NaH3SiO4	0.19	-5.792	CaSO4	19.74	-3.839	FeCl2+	0.00	-17.733
H3RO3	0.00	0.000	MgSO4	0.07	-6.264	FeCl3	0.00	-18.613
H2RO3-	0.00	0.000	CaCO3	0.01	-6.922	FeCl4-	0.00	-19.687
H2CO3	1288.83	-1.632	MgCO3	0.00	-10.970	FeSO4	0.00	-12.664
HCO3-	3.63	-4.225	CaHCO3+	38.30	-3.422	FeSO4+	0.00	-19.877
CO3--	0.00	-9.678	MgHCO3+	0.00	-7.249	Al+++	0.00	-51.245
H2S	12.96	-3.420	CaOH+	0.14	-5.613	AlOH++	0.00	-14.848
HS-	0.07	-5.695	MgOH+	0.01	-6.862	Al(OH)2+	0.00	-9.616
S--	0.00	-14.670	NH4OH	0.00	0.000	Al(OH)3	0.00	-7.837
H2SO4	0.00	-10.275	NH4+	0.00	0.000	Al(OH)4-	0.00	-12.300
H2SO4-	4.17	-4.367	Fe++	0.00	-9.528	AlSO4+	0.00	-22.726
SO4--	12.60	-3.882	Fe+++	0.00	-22.240	Al(SO4)2-	0.00	-35.030
HF	0.10	-5.290	FeOH+	0.00	-10.381	AlF++	0.00	-17.827
F-	0.03	-5.545	Fe(OH)2	0.00	-11.822	AlF2+	0.00	-18.494
Cl-	16453.13	-0.333	Fe(OH)3-	0.00	-13.355	AlF3	0.00	-17.118
Na+	7821.29	-0.468	Fe(OH)4--	0.00	-19.688	AlF4-	0.00	-19.453
K+	1234.93	-1.501	Fe(OH)++	0.00	-18.013	AlF5--	0.00	-22.756
Ca++	1558.38	-1.410	Fe(OH)2+	0.00	-9.409	AlF6---	0.00	-27.229

IONIC STRENGTH = 0.49632 IONIC BALANCE : CATIONS (MOL.EG.)0.45004877
 ANIONS (MOL.EG.)0.46448262
 DIFFERENCE (%) -3.15

CHEMICAL GEOTHERMOMETERS DEGREES C 1000/T DEGREES KELVIN = 1.84

QUARTZ 273.5
 CHALCEDONY 999.9
 NaK 237.9

OXIDATION POTENTIAL (VOLTS) : EH H2S= -0.384 EH CH4= -0.463 EH H2= -0.460 EH NH3= 99.999

LOG SOLUBILITY PRODUCTS OF MINERALS IN DEEP WATER

	TEQR.	CALC.		TEQR.	CALC.		TEQR.	CALC.
ADULARIA	-11.845	-16.123	ALBITE LOW	-11.408	-15.037	ANALCIME	-9.049	-13.027
ANHYDRITE	-8.477	-7.680	CALCITE	-13.230	-13.588	CHALCEDONY	-1.978	-2.009
MG-CHLORITE	-79.604	-96.620	FLUORITE	-11.092	-14.426	GOETHITE	2.385	-1.631
LAUMONDITE	-19.699	-26.942	MICROCLINE	-12.438	-16.323	HAQUETITE	-13.648	-28.013
CA-MONTMOR.	-39.631	-68.740	N-MONTMOR.	-17.611	-48.010	MG-MONTMOR.	-40.742	-51.371
NA-MONTMOR.	-17.764	-43.927	MUSCOVITE	-10.721	-20.398	PREHNITE	-32.508	-34.835
PYRRHOTITE	0.807	-4.184	PYRITE	-20.134	-42.379	QUARTZ	-2.019	-2.000
WAPAKHITE	-19.917	-28.942	ZOLLAEGONITE	0.001	0.394	ZOOBITE	-51.300	-51.000
EPIDOTE	-30.578	-41.198						