

SÓLARHRINGSSVEIFLA Í EFNASAMSETNINGU
STRAUMVATNA Í FLJÓTSDAL Á
AUSTURLANDI

Sigurður Reynir Gíslason

Desember 1997
RH-27-97

Sigurður Reynir Gíslason
Raunvísindastofnun Háskólans,
Dunhaga 3, 107 Reykjavík
sigrg@raunvis.hi.is

EFNISYFIRLIT

INNGANGUR	4
Tilgangur	4
Vísindalegt gildi	4
Fyrri efna- og aurburðarrannsóknir í Fljótsdal	5
Rannsóknir á sólarhringssveiflunni 1997	5
AÐFERÐIR	5
Rennsli og sýnataka	5
Meðhöndlun sýna	6
Efnagreiningar á rannsóknarstofu að lokinni söfnun	6
NÍÐURSTÖÐUR MÆLINGA	7
Sýnataka og efnamælingar	7
Hleðslujafnvægi og hlutfallsleg skekkja í mælingum	8
NÍÐURSTÖÐUR MÆLINGA OG TÚLKANIR	9
ÞAKKARORÐ	11
HEIMILDIR	11
TÖFLUR	13
Tafla 1. Niðurstöður mælinga	14
Tafla 2. Næmi og samkvæmni mælinga	15
MYNDIR.	16
1. mynd. Vatnshæðarmælirinn í Bessastaðaá, vhm 34.	17
2. mynd. Sýnatökustaðurinn í Bessastaðaá þar sem rafmagnslínur lyggja yfir ána.	17

3. mynd. Gróinn mýrarskurður neðan Skriðuklausturs. Rennsli er vart mælanlegt en er í áttina að Jökulsá.	18
4. mynd. Sef og elfting þar sem mýrarsýnin voru tekin. Hnífur sem skali. Við sýnatökuu var sýnatökuslanga um 10 cm frá borni og um 50 cm frá yfirborði. Slangan var ávalls sett á sama stað við allar sýnatökur.	19
5. mynd. Rennslismælingakláfur yfir Jökulsá í Fljótsdal við Hól. Vatnshæðarmælirinn þar sem sýnin voru tekin (vhm 109) er um 50 m neðar í ánni.	19
6. mynd. Vensl vatnshita og tíma þann 19. og 20. júlí 1997, við vatnshæðamælinn í Jökulsá í Fljótsdal, við Hól (vhm 109).	20
7. mynd. Vensl vatnshita og tíma frá 31. maí til 9. ágúst 1997, við vatnshæðamælinn í Jökulsá í Fljótsdal, við Hól (vhm 109).	20
8. mynd. Vensl vatnshæðar og tíma við vatnshæðarmælirinn í Bessastaðaá, vhm 34, frá 1. til 29. júlí, 1997.	21
9. mynd. Vensl vatnshæðar og tíma við vatnshæðarmælirinn í Jökulsá við Hól, vhm 109, frá 1. til 29. júlí, 1997.	22
10. mynd. Vensl leiðni og tíma í straumvötnum í Fljótsdal.	23
11. mynd. Vensl basavirkni („alkalinity”) og tíma í straumvötnum í Fljótsdal.	23
12. mynd. Vensl Eh og tíma í straumvötnum í Fljótsdal	23
13. mynd. Vensl pH og tíma í straumvötnum í Fljótsdal	24
14. mynd. Vensl nítrats (NO ₃) og tíma í straumvötnum í Fljótsdal	24
15. mynd. Vensl nítríts (NO ₂) og tíma í straumvötnum í Fljótsdal.	24
16. mynd. Vensl ammóníums (NH ₄ ⁺) og tíma í straumvötnum í Fljótsdal.	25
17. mynd. Vensl fosfórs (PO ₄) og tíma í straumvötnum í Fljótsdal.	25

INNGANGUR

Tilgangur

Tilgangurinn með þeim rannsóknum sem hér er greint frá er að skilgreina sólarhringsbreytileika í efnasamsetningu straumvatna í Fljótsdal á Austurlandi. Þessi breytileiki getur stafað af sveiflum í hitastigi, rennsli fallvatnanna, sólgeislun, tillífun, öndun og rotnun lífræns efnis á vatnasviði straumvatna. Rannsóknin var gerð í Bessastaðaá við vatnshæðamæli Vatnamælinga Orkustofnunar (vkm 34, 1. og 2. mynd), í grónum mýrarskurði niður af Skriðuklaustri í Fljótsdal (3. og 4. mynd) og í Jökulsá í Fljótsdal við vatnshæðamæli Vatnamælinga við Hól (vkm 109, 5. mynd).

Verkefnið er unnið á vegum Raunvísindastofnunar og fræðasetursins að Skriðuklaustri. Fljótsdalur varð fyrir valinu þar sem skammt er á milli vatnshæðamæla þveggja mismunandi vatnsfalla; jökulár og dragár, og stutt í gróinn mýrarskurð sem er að fyllast af gróðri þar sem búast má við hámarksáhrifum tillífunar og öndunar á efnasamsetningu vatns. Ennfremur er mikilvægt að skilgreina efnasamsetningu straumvatnanna áður en til hugsanlegrar virkjunarframkvæmda kemur á svæðinu.

Þessi skýrsla er áfangaskýrsla, fyrst og fremst ætluð til þess að gera grein fyrir aðferðum og niðurstöðum mælinga sem þegar hafa verið gerðar. Frekari efnagreiningum og úrvinnslu verður gerð skil í lokaskýrslu.

Vísindalegt gildi

Fjöldi rannsókna hefur verið gerður á efnasamsetningu straumvatna á Íslandi. Oft hafa verið tekin mánaðarleg sýni úr ánum til þess að skilgreina breytileika í efnasamsetningu eftir árstíðum. Sýni úr einstöku straumvatni er sjaldnast tekið á sama tíma dags, við sama rennsli, hitastig og sólgeislun. Það er því brýnt að skilgreina hversu mikill breytileikinn er á einum sólarhring í einstöku vatnsfalli.

Mjög viðamikil rannsókn var gerð á straumvötnum á Suður- og Vesturlandi á árunum 1970 til 1974 (Halldór Ármannsson 1970, 1971; Halldór Ármannsson o.fl. 1973, Sigurjón Rist 1974, 1986). Í rannsókninni, sem fór fram á Suðurlandi 1972 og 1973 (Halldór Ármannsson o.fl. 1973, Sigurjón Rist 1974), voru sýni til efnarannsókna tekin mánaðarlega og rennsli og aurburður mældur samtímis sýnatöku. Uppleyst aðalefni, pH, leiðni, næringarsölt og gerlar voru mæld í öllum sýnunum. Þessi gagnagrunnur ásamt fjölda annarra gagna m.a. um efnasamsetningu úrkomu og berggrunns var túlkaður af Sigurði R. Gíslasyni o.fl. (1996).

Á árunum 1996 -1997 -1998 var og verður unnið að því að skilgreina árstíðabundin breytileika í efnasamsetningu eftirfarandi straumvatna:

- Straumvötn á Suðurlandi frá Ölfusá og að Ytri-Rangá (Sigurður Reynir Gíslason o.fl., 1997)
- Straumvötn sem renna frá Vatnajökli og eldsumbrot geta haft áhrif á (Hrefna

Kristmannsdóttir o.fl., 1997).

- Straumvötn á vatnasviði Elliðaána (Sigurður Reynir Gíslason & Björn Guðmundsson, 1998).
- Straumvötn í nágrenni iðjuveranna á Grundartanga (Sigurður Reynir Gíslason o.fl., 1997).

Fyrri efna- og aurburðarrannsóknir í Fljótsdal

Mjög takmörkuð gögn eru til um efnasamsetningu straumvatna á Austurlandi. Louvat (1997) rannsakaði vatn, aurburð, og áreyraset hvað varðar efnasamsetningu aðalefna, snefilefna og næringarsalta. Rannsóknin er byggð á einu sýni úr hverju straumvatni. Sýnin voru tekin í lok maí 1996 úr Jökulsá á Brú við Hjarðarhaga, Jökulsá í Fljótsdal við Hól, Fossá í Berufirði og Geithellnaá í Geithellnadal. Allnokkrar upplýsingar eru til um leiðni, pH, hitastig o.fl. í ám á Fljótsdalsheiði (Hákon Aðalsteinsson, 1982).

Geysilega viðamikil gögn eru til um aurburð í straumvötnum á Austurlandi og um heildarmagn uppleystra efna í ánum (Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigvússon 1996).

Rannsóknir á sólarhringsveiflunni 1997

Rannsóknin fór fram 19. til 20. júlí 1997. Sýni voru tekin á um 3 tíma fresti frá klukkan átta þann 19. júlí til klukkan fjögur þann 20. júlí. Rennsli vatnsfalla var mælt samtímis sýnatökunni.

Eftirfarandi þættir voru rannsakaðir: Rennsli, hitastig, pH, leiðni, basavirkni („alkalinity”), og uppleystu efnin; Na, K, Ca, Mg, Si, Cl, F, SO₄, Al, Fe, Mn, Ti, Sr, NO₃, NO₂, NH₄, PO₄. Öll þessi efni verða mæld í þremur sýna af hverjum stað, en rennsli, hitastig, pH, leiðni, basavirkni („alkalinity”), og næringarsölt eru mæld í öllum sýnanna.

AÐFERÐIR

Hér verður aðferðum við sýnatöku og efnagreiningar lýst ýtarlega. Þetta er gert til þess að auðvelda mat á gæðum niðurstaðna.

Rennsli og sýnataka

Sýni til efnarannsóknna voru tekin nærri síritandi vatnshæðarmælum Vatnamælinga Orkustofnunar. Gengið var úr skugga um að mælir sýndi vatnshæð þegar sýni voru tekin. Vensl vatnshæðar og rennslis á hverjum stað, svokallaður rennslislykill, var síðar nýttur til þess að reikna rennslið. Vensl vatnshæðar og rennslis voru könnuð reglulega af

Vatnamælingum Orkustofnunar með beinum mælingum á rennsli. Sýni til efnarannsóknna voru tekin úr meginál vatnsfallanna. Silikonslöngu sem tengd var peristaltik dælu var komið fyrir í meginálnum. Þá var dælt í um fimm mínútur til þess að hreinsa slönguna áður en slangan var tengd við síuhaldara. Hitastig árvatnsins var mælt með „thermistor mæli“. Thermistorinn bilað í nokkurn tíma og var hitastig þá mælt með kvikasilfursmæli. Hitaneminn var látin síga vel niður í meginál vatnsfallanna. Síritandi hitamælir er við vatnshæðamælinn í Jökulsá í Fljótsdal. Hitastig er því mælt með þremur aðferðurm samtímis töku nokkurra sýna í Jökulsá. Lofthiti var mældur á bakka vatnanna í innan við eins metra hæð yfir vatnsborði í Mýrinni og við Bessastaðaá, en um tveggja metra hæð og um þrjá metra frá vatnsborði Jökulsár.

Meðhöndlun sýna

Sýnin voru meðhöndluð strax á sýnatökustað. Vatnið var síað í gegnum sellulósa asetat síu með 0,2 μm porustærð. Þvermál síu var 142 mm, síuhaldarinn var úr pólyprópýlen og sýninu var þrýst í gegnum síuna með peristaltik dælu. Slöngur voru úr sílikoni. Síur, síuhaldari og slöngur voru þvegnar með því að pumpa a.m.k. einum lítra af árvatni í gegnum síubúnaðinn og lofti var hleypt af síuhaldara með þar til gerðum loftventli. Þá var vatni sem ætlað var til mælinga á reikulum efnum; pH, leiðni og basavirkni, síað í tvær dökkar 275 millilítra glerflöskur og tvær dökkar 60 millilítra glerflöskur. Flöskur voru þvegnar þrisvar sinnum með síuðu árvatni. Næst var vatn síað í tvær 190 ml pólýethelýn flöskur. Sú fyrri var ætluð til mælinga á styrk anjóna, en sú seinni fyrir aðalefna- og snefilefnagreiningu. Í seinni flöskuna var bætt einum millilítra af fullsterkri hreinsaðri saltþétursýru. Loks var safnað á fjórar 30 ml „high density“ pólýethelýn flöskur. Sýni til næringarsaltagreininga voru fryst í lok hvekkar hringferðar frá Skriðuklaustri, þ.e. að Bessastaðaá, mýri neðan Skriðuklausturs, að Jökulsá í Fljótsdal við Hól, og að lokum að Skriðuklaustri. Allar flöskurnar voru vandlega skolaðar með síuðu árvatni áður en þær voru fylltar og bætiefni (sýrur) sett út í flöskur eftir að búið var að sía allt sýnið.

Efnagreiningar á rannsóknarstofu að lokinni söfnun

Efnagreiningar voru gerðar á Raunvísindastofnun og eru niðurstöður þeirra greininga sem búið er að framkvæma sýndar í Töflu 1, og næmi og samkvæmni mælinga í Töflu 2. Basavirkni („alkalinity“), leiðni og pH var mælt með títrator og leiðnimæli á Raunvísindastofnun tveimur dögum eftir söfnun. Aðalefnin Si, Ca, Mg, Na, S og snefilefnin Al, Fe, Mn, Ti, og Sr verða greind með ICP (Inductively Coupled Plasma Spectrometer) tæki Raunvísindastofnunar. Kalí (K) verður greint með jónaskilju Raunvísindastofnunar þar sem styrkur þess er líklega nærri næmi ICP tækisins. Næringarsöltin NO_3 , NO_2 , NH_4 og PO_4 , voru greind með sjálfvirkum litrófsmæli Raunvísindastofnunar („autoanalyzer“). Sýni til næringarsaltagreininga voru tekin

úr frysti og látin standa við stofuhita nóttina fyrir efnagreiningu þannig að þau bráðnuðu að fullu. Flúor og klór verður mælt með sérhæfðu rafskauti.

NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA

Hér verður gerð nákvæm grein fyrir niðurstöðum mælinga og lagt mat á gæði þeirra.

Sýnataka og efnamælingar

Niðurstöður einstakra mælinga sem búið er að gera eru sýndar í Töflu 1. Leiðni, oxunarstig (Eh) og pH vatns er hitastigsháð, þess vegna er getið um hitastig vatnsins þegar leiðni og pH voru mæld á rannsóknarstofu. Styrkur uppleystra aðalefna er gefinn í milligrömmum í lítra vatns (mg/l) en styrkur snefilefna sem míkrogrömm í lítra vatns (µg/l). Basavirkni („Alkalinity”) í Töflu 1, er gefin upp sem „milliequivalent” í lítra vatns. Heildarmagn uppleysts ólífræns kolefnis verður gefið sem milligrömm CO₂ í hverjum lítra vatns og verður reiknað samkvæmt eftirfarandi jöfnu út frá mælingum á pH, hitastigi sem pH mælingin var gerð við, basavirkni, og styrk kísils.

$$CO_2 = 44010 \frac{\left([Alk] - \frac{K_w}{[H^+]} - \frac{Si_T}{\left(\frac{[H^+]}{K_{Si}} + 1 \right)} + [H^+] \right)}{\left(\left(\frac{[H^+]}{K_1} + 1 + \frac{K_2}{[H^+]} \right) + 2 \left(\frac{[H^+]^2}{K_1 K_2} + \frac{[H^+]}{K_2} + 1 \right) \right)^{-1}} \quad (1).$$

K₁ er hitastigsháður kleyfnistuðull kolsýru (Plummer & Busenberg 1982), K₂ er hitastigsháður kleyfnistuðull bíkarbónats (Plummer & Busenberg 1982), K_{Si} er hitastigsháður kleyfnistuðull kísilsýru (Stefán Arnórsson o.fl. 1982), K_w er hitastigsháður kleyfnistuðull vatns (Sweeton o.fl. 1974) og Si_T er mældur styrkur Si (Tafla 1). Allar styrktölur í jöfnu 1 eru í mólum á lítra nema „alkalinity” sem er í equivalentum á lítra. Í reikningunum er gert ráð fyrir að styrkur og virkni jóna og efnasambanda séu jöfn.

Heildarmagn uppleystra efna (TDS: „total dissolved solids”) er samanlagður styrkur uppleystra aðalefna í milligrömmum í lítra vatns (mg/l) og verður reiknaður á eftirfarandi

hátt;

$$\text{TDS} = \text{Na} + \text{K} + \text{Ca} + \text{Mg} + \text{SiO}_2 + \text{Cl} + \text{SO}_4 + \text{CO}_3 \quad (2).$$

Heildarmagn uppleysts ólífræns kolefnis sem gefið verður í milligrömmum CO_2 í hverjum lítra vatns verður umreiknað í karbónat (CO_3) í jöfnu 2. Ástæðan fyrir þessu er að ef heildarmagn uppleystra efna er mælt með því að láta ákveðið magn sýnis gufa upp, breytist uppleyst ólífrænt kolefni að lokum í karbónat áður en það fellur út sem kalsít (CaCO_3). Styrkur nitursambanda er gefin í míkrogrömmum af nitri (N) í lítra og á sama hátt er styrkur fosfórsambanda gefinn sem styrkur fosfórs (P) í míkrogrömmum í lítra.

Næmi efnagreiningaraðferða er sýnd í Töflu 2. Þegar styrkur efna mældist minni en næmi efnagreiningaraðferðarinnar er hann skráður í Töflu 1 sem minni en (<) næmið sem sýnt er í Töflu 2. Þessar tölur eru teknar með í meðaltalsreikninga, en meðaltalið er þá gefið upp sem minna en (<) tölugildi meðaltalsins í Töflu 1.

Öll sýni eru tvímæld á Raunvísindastofnun. Meðalsamkvæmni milli mælinga er gefin í Töflu 2 sem hlutfallsleg skekkja milli mælinganna. Hún er breytileg milli mælinga og eftir styrk efnanna. Hún er hlutfallslega meiri fyrir lágan efnastyrkstyrk en háan. Styrkur næringarsalta er við greiningarmörk efnagreiningaraðferðanna. Af þessum sökum er skekkja mjög breytileg eftir styrk efnanna.

Hleðslujafnvægi og hlutfallsleg skekkja í mælingum

Hægt er að leggja mat á gæði efnagreininga aðalefna eða hvort mælingar vanti á aðalefnum eða höfuðefnasamböndum með því að skoða hleðslujafnvægi í lausn. Ef öll aðalefni og höfuðefnasambönd eru greind og styrkur þeirra er réttur, er styrkur neikvætt hlaðinna efnasambanda og jákvætt hlaðinna efnasambanda jafn. Hleðslujafnvægið verður reiknað með eftirfarandi jöfnu:

$$\text{Hleðslujafnv.} = \text{Katjónir} - \text{Anjónir} = \text{Na} + \text{K} + 2 \text{Ca} + 2 \text{Mg} - \text{Alk} - \text{Cl} - 2 \text{SO}_4 - \text{F} \quad (3)$$

og mismunur sem hlutfallsleg skekkja

$$\text{Mism.}\% = \frac{\text{Hleðslujafnv.}}{\left(\frac{\text{Katjónir} + \text{Anjónir}}{2} \right)} 100 \quad (4)$$

Niðurstöður mælinga og túlkanir

Niðurstöður einstakra mælinga sem búið er að gera eru sýndar í Töflu 1.

Veðrið vikuna fyrir söfnun var einstaklega gott; sunnanátt, sólfar og hitinn fór yfir 20 stig þessa daga. Daginn fyrir söfnunardaginn var spáð áframhaldandi blíðviðri. Þann 19. júlí var lofthitinn yfir 18 °C klukkan átta í morgunlogninu en það var skýjað.

Kröftugar skúrir komu upp úr ellefu, þá um miðjan dag og loks um kvöldmatarleytið (Tafla 1). Lofthitinn var svipaður í Mýrinni og við Bessastaðaá, en svalara var niðri í þrengingunni við vatnshæðarmælinn í Jökulsá við Hól. Lofthitinn náði hámarki um miðjan dag, þ.e. um þrjú leytið. Líklegt er að lofthitin hafi lækkað nokkuð þegar rigndi.

Vatnshitinn náði hámarki í mýrarvatninu um klukkan fimmtán. Hann var í hámarki í Bessastaðaá milli 15:05 og 17:30 og hann náði hámarki í Jökulsá klukkan tuttugu, 6,8 °C (6. mynd). Eins og sjá má á 7. mynd þá er hitastigssveiflan í Jökulsá mun minni 19. og 20. júlí en dagana fyrir og eftir. Frá því klukkan átta 19. júlí var sveiflan frá 5,6°C upp í 6,8° klukkan 20 og niður í 4,6 °C klukkan átta þann 20 júlí (7. mynd). Daginn áður hafði samskonar sveifla verið frá 4,4°C í 9,6 ° og í 5,6 °C klukkan átta þann 19 júlí (7. mynd).

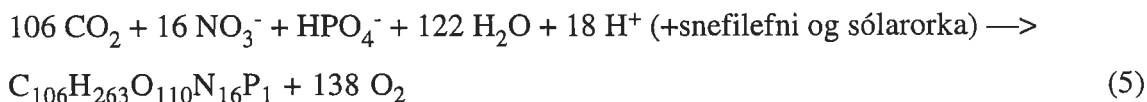
Rennslið í Bessastaðaá óx nokkru eftir morgunskúrirnar 19. júlí (Tafla 1) og náði hámarki um miðnætti. Þurrviðrasamt hafði verið dagana fyrir söfnun eins og sjá má í stigminkandi rennsli þá daga (8. mynd). Daga fyrir söfnun var rennslisferill Jökulsár með reglulegri dægursveiflu (9. mynd). Rennslið var í lágmarki um klukkan fimmtán en náði hámarki um miðnætti. Eins og sjá má á 9. mynd þá raskast þetta munstur söfnunardaginn. Rennslið minkaði ekkert eftir miðnætti 19. júlí, það fór stigvaxandi fram að því er fyrsta sýnið var tekið um klukkan tíu, minnkaði svo lítillega og náði lágmarki um klukkan fimmtán og náði hámarki um miðnætti. Það er athyglisvert að vatnið í Jökulsá náði hámarkshita um klukkan tuttugu áður en hámarksrennsli var náð um miðnóttina (7. og 8. mynd).

Þeir þættir sem rannsakaðir hafa verið (Tafla 1) eru sýndir á 10. til 17. mynd. Leiðni vatns við ákveðið hitastig er óbeinn mælikvarði á styrk hlaðinna jóna og efnasambanda í lausn. Leiðni mýrarvatnsins fyrir neðan Skriðuklaustur var mest, þá Bessastaðarár og leiðnin í vatni Jökulsár í Fljótsdal var minnst. Eins og sjá má á 10. mynd breytist leiðni einstakra vatnsfalla mjög lítið á einum sólarhring.

Það sama gildir um basavirkni og leiðni. Basavirknin var mest í mýrarvatninu, þá Bessastaðaá og minnst í Jökulsá (11. mynd). Basavirkni einstakra vatnsfalla breytist mjög lítið á einum sólarhring.

Oxunarstig vatnsfallan þriggja var nokkuð svipað og virtist vera lægst yfir miðjan daginn (12. mynd).

Þegar sólarhringssveiflunni í pH, alkalinity, og næringarsöltum er lýst er gott að hafa Redfield jöfnuna fyrir ljóstillífun og öndun þörunga í huga.



Hvarfið gengur til hægri við ljóstillífun en til vinstri (til baka) við öndun eða rotnun lífvera. Þannig að um miðjan dag þegar geislun er hvað mest mætti ætla að tillífun væri ríkjandi; það gengur á næringarsölt og H^+ í vatninu, en á nóttinn þegar geislun er hvað minnst, veldur öndun því að styrkur næringarsalta og H^+ vex í vatninu.

Vensl pH og tíma í straumvötnunum er sýnt á 13. mynd. Gildi pH í Bessastaðaá hækkaði nokkuð frá klukkan átta til klukkan 21 þann 19. júlí en lækkaði nokkuð eftir það svipað og rennsli árinna eins og sjá má á 6. mynd. Með einni undantekningu var pH gildi Jökulsár nokkuð svipað allan sólarhringinn. Gilid pH í mýrarvatninu sveiflaðist eins og búast mátti við þar sem ljóstillífunar og öndunar gætir mikið í vatni án örra efnaskipta við andrúmsloft. Þegar geislun og tillífun er mikil er pH-ið hátt. Efnahvarfið (jafna 5) gengur til hægri, styrkur H^+ minnkar í vatninu; pH gildið hækkar. Í Bessastaðaá og Jökulsá eru efnaskipti við andrúmsloft hröð vegna þess að mikil iðuköst eru á vatninu, koltvíoxíð (CO_2) reikar auðveldlega úr andrúmslofti og inn í vatnið, þar sem það myndar kolsýru (H_2CO_3) sem aftur klofnar í bíkarbónat (HCO_3^-) og H^+ jón. Þótt ljóstillífun noti H^+ gengur ekkert á styrk H^+ í Bessastaðaá og Jökulsá, því það myndast jafnharðan úr kolsýrunni sem kemur úr andrúmslofti. Hins vegar eru efnaskiptin við andrúmsloft hægari í mýrarvatninu, því gengur á H^+ í vatninu þegar geislunin er hvað mest og ljóstillífunin hröðust (13. mynd og 1. jafna).

Nítrat (NO_3) var í lágmarki þegar geislun var hvað mest yfir miðjan dagin í öllum vötnunum (14. mynd). Sólarhringssveifla er mest í Bessastaðaá, þar sem styrkur nítrats er minni en $1,7 \mu\text{g/l}$ (Tafla 1, og 14. mynd) frá klukkan tólf til 21).

Sólarhringssveifla nítríts (NO_2) er áhugaverð (15. mynd). Nítrít er ekki mælanlegt frá klukkan tólf til sextán, en eftir klukkan átján náði styrkur þess hámarki en minnar svo reglulega fram yfir sólarupprás. Styrkur nítrítsins var mjög lítill (athugið mismun á kvarða 14. og 15. myndar) og er rétt fyrir ofan næmi efnagreiningaraðferðarinnar ($0,6 \mu\text{g/l}$).

Styrkur ammóníums (NH_4^+ , 16. mynd) var með einni undantekningu lítill og óreglulegur, en næmi aðferðarinnar er um $3 \mu\text{g/l}$.

Styrkur fosfórs var einungis mælanlegur í þremur sýnum úr Jökulsá (17. mynd). Styrkurinn í öðrum sýnum var minni en 3 µg/l. Þetta bendir til þess að fosfór takmarki vöxt lífvera á vatnasviðum straumvatnanna.

Af þeim efnum sem búið er að mæla er ljóst að styrkur nítrats sveiflast reglulega á einum sólarhring. Í kyrru vatni eins og í mýrarskurðinum neðan við Skriðuklaustur er töluverð sveifla í pH eftir sólargangi.

ÞAKKARORÐ

Stjórn fræðasetursins á Skriðuklaustri, og bústjórar, gerðu rannsókn þessa mögulega. Ennfremur hafa Óliver Hilmarsson, Andri Stefánsson, Auður Andrésdóttir og Matthildur B. Stefánsdóttir tekið þátt í þessum rannsóknum. Þorleifur Einarsson las yfir handrit og bætti margvíslega. Þessum aðilum færi ég bestu þakkir.

HEIMILDIR

- Halldór Ármannsson 1970. Efnarannsókn á vatni Elliðaáanna og aðrennslis þeirra. Rannsóknarstofnun iðnaðarins, fjölrit nr. 26, 67. bls.
- Halldór Ármannsson 1971. Efnarannsókn á vatni Elliðaáanna og aðrennslis þeirra. II. tímabilið maí 1970 - janúar 1991. Rannsóknarstofnun iðnaðarins, fjölrit nr. 35, 56 bls.
- Halldór Ármannsson, Helgi R. Magnússon, Pétur Sigurðsson & Sigurjón Rist 1973. Efnarannsókn vatna. Vatnasvið Hvítár - Ölfusár; einnig Þjórsár við Urriðafoss: Orkustofnun, OS - RI, Reykjavík, 28 bls.
- Hákon Aðalsteinsson 1982. Um fiskræktarskilyrði á Héraði. Veiðifélag Fljótshéraðs, 1-79.
- Hrefna Kristmannsdóttir, Árni Snorrason, Sigurður Reynir Gíslason, & Hreinn Haraldson 1997. Þróun efnavöktunarkerfis til varnar mannvirkjum við eldsumbrot í jökli. Framvinduskýrsla til Tæknisjóðs RANNÍS 1997.
- Louvat, Pascale 1997. Étude Géochimique de L'Erosion Fluviale D'Iles Volcaniques Á L'Aide des Bilans D'Éments Majeurs et Traces. Óútgefin doktorsritgerð við Institute de Physique du Globe de Paris, Frakklandi, 322 bls.

- Plummer, N.L., & Busenberg, E., 1982. The solubility of calcite, aragonite and vaterite in CO₂-H₂O solutions between 0 and 90°C, and an evaluation of the aqueous model for the system CaCO₃-HCO₃-H₂O: *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 46, p. 1011-1040.
- Sigurður R. Gíslason, Stefán Arnórsson & Halldór Ármannsson 1996. Chemical weathering of basalt in SW Iceland: Effects of runoff, age of rocks and vegetative/glaicial cover. *American Journal of Science*, 296, bls. 837-907
- Sigurður Reynir Gíslason, Jón Ólafsson & Árni Snorrason 1997. Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi. *Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar, Hafrannsóknastofnunar og Orkustofnunar. Raunvísindastofnun, Skýrsla RH-25-97, 28 bls.*
- Sigurður Reynir Gíslason, Matthildur Bára Stefánsdóttir & Andri Stefánsson 1997. Ferskvatns- og sigvatnsrannsóknir í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Áfangaskýrsla til Norðuráls hf. í nóvember 1997., 15 bls.
- Sigurður Reynir Gíslason & Björn Guðmundsson, 1998. Efnasamsetning straumvatna á vatnasviði Elliðaánna í Reykjavík. Áfangaskýrsla til Borgarverkfræðings og Rafmagnsveitu Reykjavíkur, Raunvísindastofnun, í undirbúningi.
- Sigurjón Rist 1974. Efnarannsókn vatna. Vatnasvið Hvítár - Ölfusár; einnig Þjórsár við Urriðafoss: Reykjavík, Orkustofnun, OSV7405, 29 bls.
- Sigurjón Rist 1986. Efnarannsókn vatna. Borgarfjörður, einnig Elliðaár í Reykjavík: Reykjavík, Orkustofnun, OS-86070/VOD-03, 67 bls.
- Stefán Arnórsson, Sven Sigurdsson, & Hörður Svavarsson 1982. The chemistry of geothermal waters in Iceland. I. Calculation of aqueous speciations from 0° to 370 °C: *Geochimica et Cosmochimica Acta* v. 46, p. 1513-1532.
- Svanur Pálsson & Guðmundur H. Vigfússon 1996. Gagnasafn aurburðarmælinga 1963-1965”, Orkustofnun OS96032/VOD05 B, 270 bls.
- Sweeton F. H., Mesmer R. E. & Baes C. F. Jr., 1974. Acidity measurements at elevated temperatures. VIII. Dissociation of water. *J. Sol. Chem.* 3, nr. 3, 194-214.

TÖFLUR

Tafla 1. Niðurstöður mælinga

Tafla 2. Næmi og samkvæmni mælinga

1. Tafla. Niðurstöður mælinga

Númer sýnis	Staður	Dags	Kl.	Lofthiti °C	Lofthiti kvikas.°C	Vatnshiti, °C	Vatnshiti, °C	Vatnshiti, °C	Vatnshiti, °C	veður lýsing	Rennslit m³/sek	pH	T/pH °C	Eh (mV)	T/Eh °C	Leiðni (S) (µS/cm)	T/leiðni °C	Basavirkni (mequival/l)	NO ₃ -N µg/l	NO ₂ -N µg/l	NH ₄ -N µg/l	PO ₄ -P µg/l	
97-SOL01	Mýri	19.7.1997	8:10	18,1	15,7							7,19	23,4	212,3	22,1	213,0	23,0	2,110	11,5	1,4	10,0	<3,1	
97-SOL4	Mýri	19.7.1997	11:25	16,8	16,3					skúrir		7,38	23,9	218,7	22,2	215,0	22,6	2,134	<1,7	0,8	4,4	<3,1	
97-SOL7	Mýri	19.7.1997	14:30	21,0		17,7						7,73	24,3	220,3	22,5	212,0	22,6	2,121	5,4	<0,56	11,9	<3,1	
97-SOL11	Mýri	19.7.1997	18:05	14,6		17,3						7,73	25,4	196,4	22,6	210,0	22,6	2,098	6,8	2,2	2,6	<3,1	
97-SOL14	Mýri	19.7.1997	21:25	13,5		16,5						7,61	24,7	210,8	22,7	211,0	22,4	2,084	8,2	3,0	12,2	<3,1	
97-SOL17	Mýri	20.7.1997	0:10	14,2		15,6						7,41	24,9	228,5	22,9	210,0	22,4	2,075	19,9	2,1	7,9	<3,1	
97-SOL20	Mýri	20.7.1997	3:10	11,3		14,9						7,30	25,0	242,5	23,0	208,0	22,3	2,061	13,7	1,3	16,8	<3,1	
97-SOL2	Bessastaðá	19.7.1997	8:50	18,0	13,7						1,36	7,93	23,7	185,7	22,0	91,3	23,0	0,885	13,5	0,8	9,0	<3,1	
97-SOL5	Bessastaðá	19.7.1997	11:55	16,9	14,2						1,36	8,01	24,2	201,7	22,3	91,6	22,6	0,892	<1,7	<0,56	<2,8	<3,1	
97-SOL8	Bessastaðá	19.7.1997	15:05	19,2		14,8				skúrir		1,55	8,07	24,8	164,0	22,6	92,9	22,4	0,901	<1,7	<0,56	10,2	<3,1
97-SOL10	Bessastaðá	19.7.1997	17:30	16,0		14,8						1,64	8,04	24,8	192,0	22,5	95,7	22,4	0,918	<1,7	4,2	12,3	<3,1
97-SOL13	Bessastaðá	19.7.1997	20:45	14,2		14,2						1,64	8,15	24,4	191,7	22,7	96,6	22,1	0,928	<1,7	3,0	22,7	<3,1
97-SOL16	Bessastaðá	19.7.1997	23:35	14,3	14,5							1,76	8,11	24,9	203,1	22,9	96,7	22,5	0,929	15,8	2,5	<2,8	<3,1
97-SOL19	Bessastaðá	20.7.1997	2:30	14,2		13,1						1,73	8,09	25,1	210,9	23,0	97,2	22,3	0,939	34,4	1,4	<2,8	<3,1
97-SOL3	Jökulsá í Fljótisd.	19.7.1997	9:50	16,0	5,6				5,9	5,8		136	7,65	23,7	204,1	22,0	47,8	22,5	0,422	11,9	0,7	<2,8	5,1
97-SOL6	Jökulsá í Fljótisd.	19.7.1997	12:40			6,0			6,0	6,2		134	7,64	24,4	217,0	22,4	47,3	22,8	0,420	4,2	<0,56	<2,8	7,5
97-SOL9	Jökulsá í Fljótisd.	19.7.1997	15:55	14,7		6,5			6,5	6,7	skúrir	132	7,64	24,8	245,7	23,1	45,7	22,6	0,404	2,0	<0,56	9,5	<3,1
97-SOL12	Jökulsá í Fljótisd.	19.7.1997	18:50	12,7		7,0			6,8	6,9	skúrir	134	7,62	24,5	201,7	22,6	46,6	22,4	0,406	4,3	3,2	10,7	5,4
97-SOL15	Jökulsá í Fljótisd.	19.7.1997	22:15	11,3	11,1				6,7	6,5		144	7,61	24,8	215,9	22,9	48,0	22,6	0,424	11,5	1,9	<2,8	<3,1
97-SOL18	Jökulsá í Fljótisd.	20.7.1997	1:05	12,4	5,6				5,9	5,7		142	7,81	25,1	219,6	22,9	49,4	22,3	0,428	32,3	1,5	<2,8	<3,1
97-SOL21	Jökulsá í Fljótisd.	20.7.1997	4:05	9,5	4,7				5,2	5,0		140	7,65	24,6	228,7	23,0	47,7	22,3	0,418	19,6	0,7	65,9	<3,1

Tafla 2. Næmi og samkvæmni mælinga

Efni	Næmi µg/l	Skekkja hlutfallsleg skekkja
T°C		± 0,1
pH		± 0,05
Alk.		3%
SiO ₂	100	2,0%
Na	10	3,3%
K	50	3%
Ca	1	2,6%
Mg	5	1,6%
Alk.		3%
CO ₂		3%
SO ₄	1000	10,3%
Cl	1000	5%
F	20	3%
Aurb.		
PO ₄	2	2-15 µg/l ±1 µg/l >15 µg/l ±5%
NO ₂	0,5	0.5-3 µg/l ±0.5 µg/l >3 µg/l ±3%
NO ₃	2	2-10 µg/l ±1 µg/l >10 µg/l ±10%
NH ₄	3	3-10 µg/l ±1 µg/l >10 µg/l ±10%
P _{tot}	3	15%
N _{tot}	5	15%
Al	10	3,8%
Fe	20	12%
Mn	6	26%
Ti	10	70%
Sr	2	15%

MYNDIR

1. mynd. Vatnshæðarmælirinn í Bessastaðaá, vhm 34.
2. Mynd. Sýnatökustaðurinn í Bessastaðaá þar sem rafmagnslínur lyggja yfir ána.
3. Mynd. Gróinn mýrarskurður neðan Skriðuklausturs. Rennsli er vart mælanlegt en er í áttina að Jökulsá.
4. Mynd. Sef og elfting þar sem mýrarsýnin voru tekin. Hnífur sem skali. Við sýnatöku var sýnatökuslanga um 10 cm frá botni og um 50 cm frá yfirborði. Slangan var ávallt sett á sama stað við allar sýnatökur.
5. Mynd. Rennslismælingakláfur yfir Jökulsá í Fljótsdal við Hól. Vatnshæðarmælirinn þar sem sýnin voru tekin (vhm 109) er um 50 m neðar í ánni.
6. mynd. Vensl vatnshita og tíma 19. og 20. júlí 1997 við vatnshæðamælinn í Jökulsá í Fljótsdal, við Hól (vhm 109).
7. mynd. Vensl vatnshita og tíma frá 31. maí til 9. ágúst 1997 við vatnshæðamælinn í Jökulsá í Fljótsdal, við Hól (vhm 109).
8. Mynd. Vensl vatnshæðar og tíma við vatnshæðarmælirinn í Bessastaðaá, vhm 34, frá 1. til 29. júlí, 1997.
9. Mynd. Vensl vatnshæðar og tíma við vatnshæðarmælirinn í Jökulsá við Hól, vhm 109, frá 1. til 29. júlí, 1997.
10. Mynd. Vensl leiðni og tíma í straumvötnum í Fljótsdal.
11. Mynd. Vensl basavirkni („alkalinity”) og tíma í straumvötnum í Fljótsdal.
12. Mynd. Vensl Eh og tíma í straumvötnum í Fljótsdal.
13. Mynd. Vensl pH og tíma í straumvötnum í Fljótsdal.
14. Mynd. Vensl nítrats (NO_3) og tíma í straumvötnum í Fljótsdal.
15. Mynd. Vensl nítríts (NO_2) og tíma í straumvötnum í Fljótsdal.
16. Mynd. Vensl ammóníums (NH_4^+) og tíma í straumvötnum í Fljótsdal.
17. Mynd. Vensl fosfórs (PO_4) og tíma í straumvötnum í Fljótsdal.



1. mynd. Vatnshæðarmælirinn í Bessastaðaá, vhm 34.



2. Mynd. Sýnatökustaðurinn í Bessastaðaá þar sem rafmagnslínur liggja yfir ána.



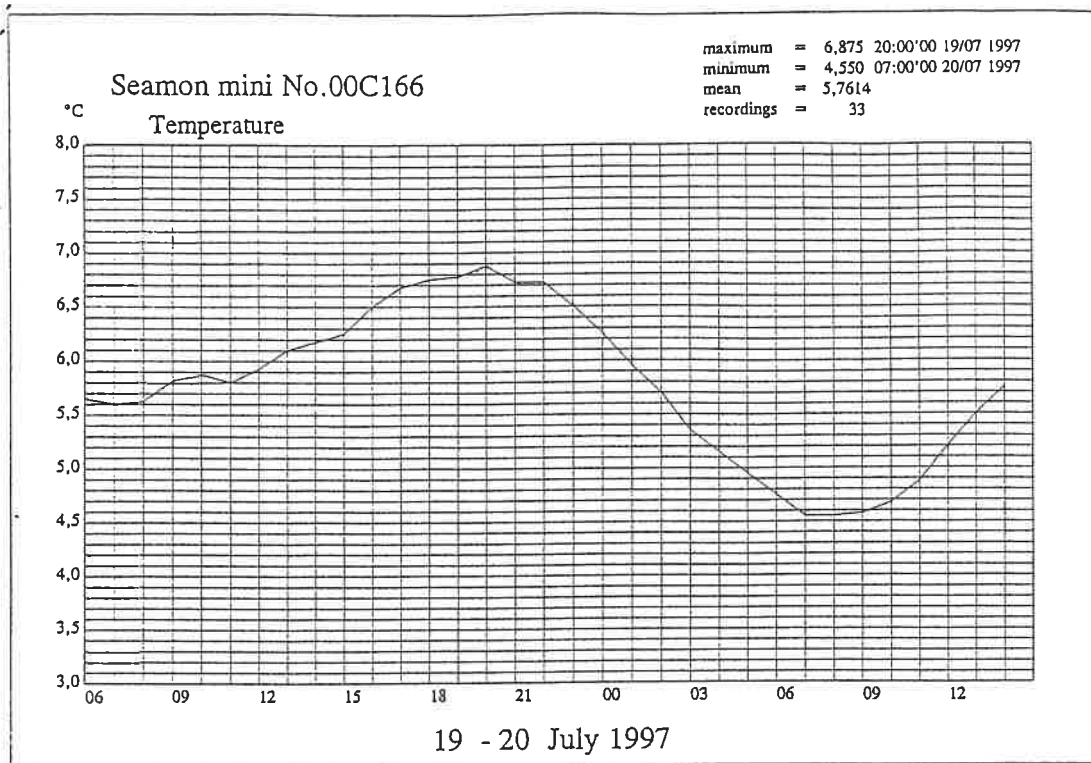
3. Mynd. Gróinn mýrarskurður neðan Skriðuklausturs. Rennsli er vart mælanlegt en er í áttina að Jökulsá.



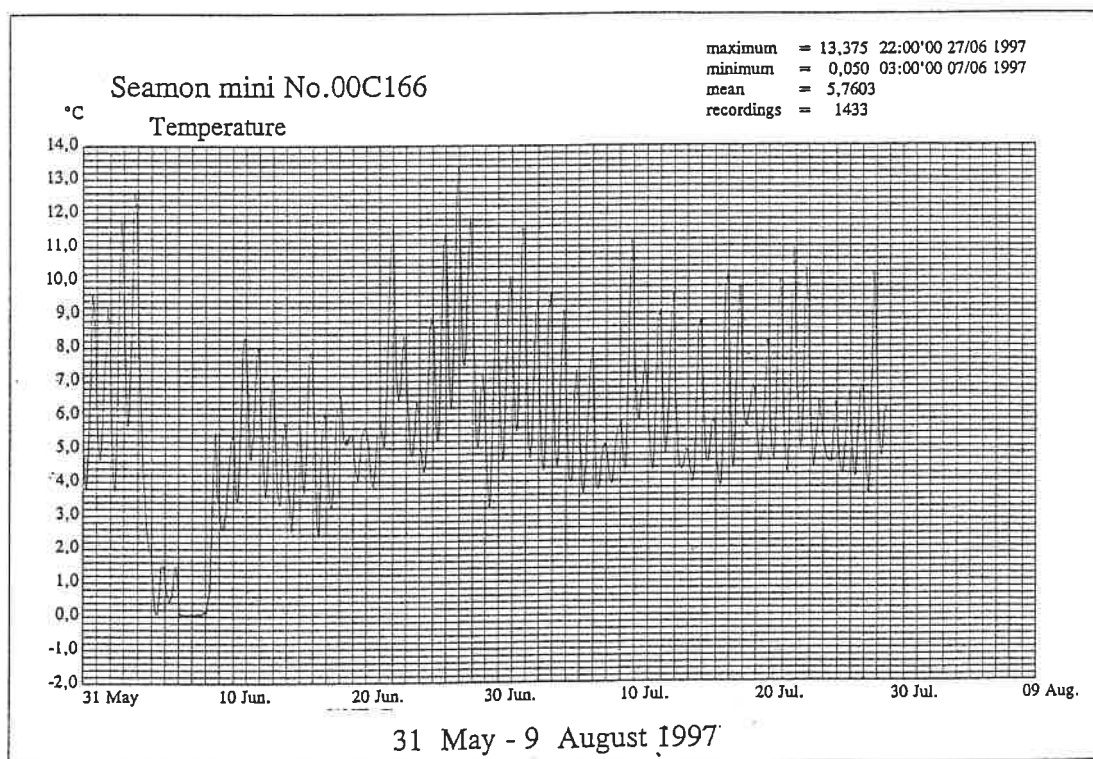
4. Mynd. Sef og elfting þar sem mýrarsýnin voru tekin. Hnífur sem skali. Við sýnatöku var sýnatökuslanga um 10 cm frá borni og um 50 cm frá yfirborði. Slangan var ávallt sett á sama stað við allar sýnatökur.



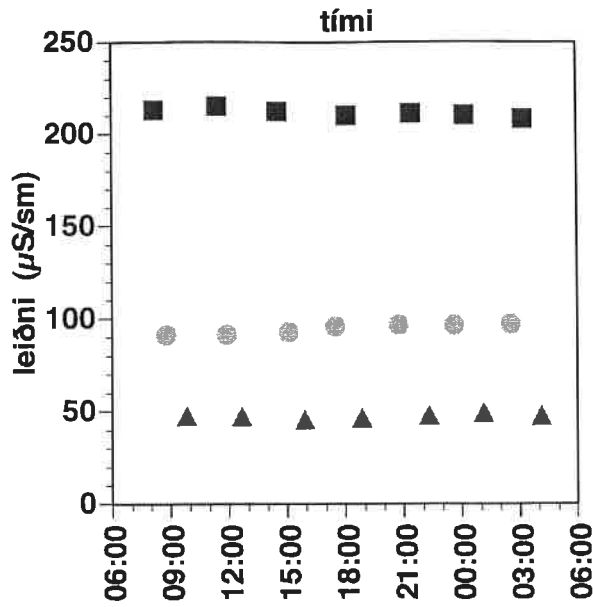
5. Mynd. Rennslismælingakláfur yfir Jökulsá í Fljótsdal við Hól. Vatnshæðarmælirinn þar sem sýnin voru tekin (vhm 109) er um 50 m neðar í ánni.



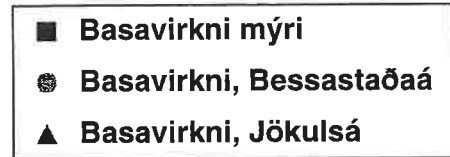
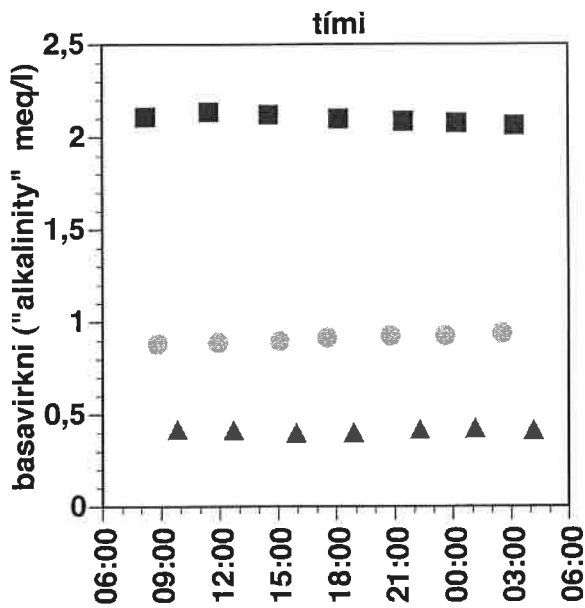
6. mynd. Vensl vatnshita og tíma þann 19. og 20. júlí 1997, við vatnshæðamælinn í Jökulsá í Fljótsdal, við Hól (vhm 109).



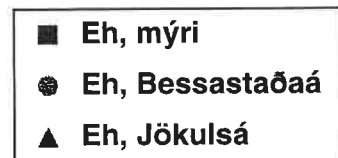
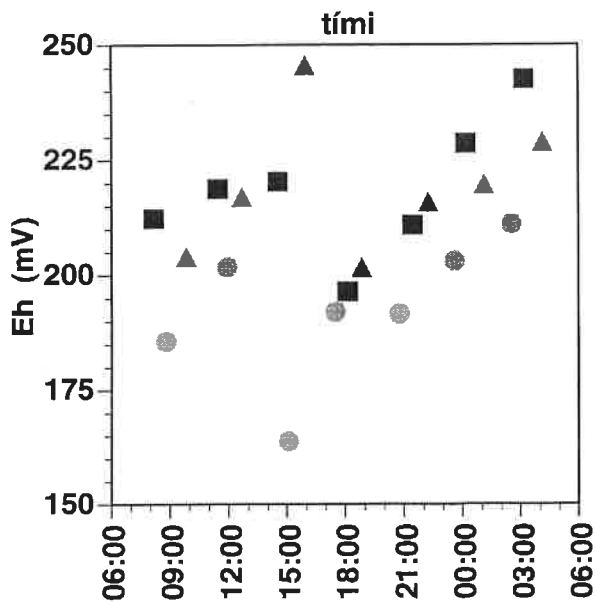
7. mynd. Vensl vatnshita og tíma frá 31. maí til 9. ágúst 1997, við vatnshæðamælinn í Jökulsá í Fljótsdal, við Hól (vhm 109).



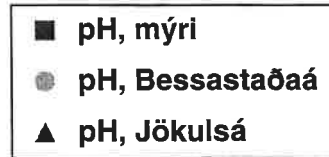
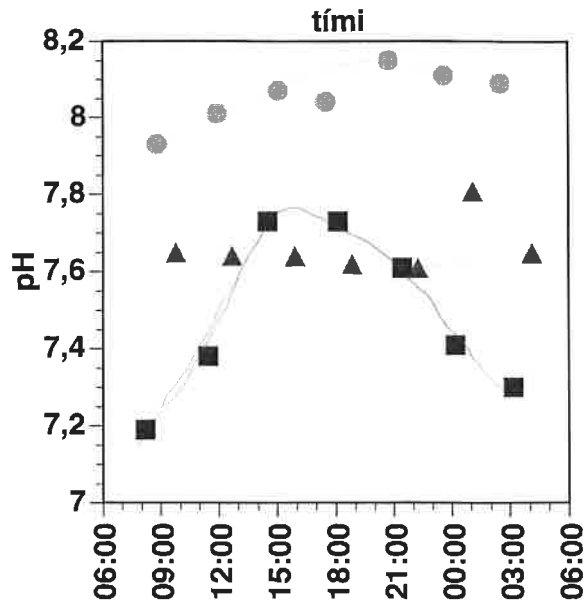
10. mynd. Vensl leiðni og tíma í straumvötnum í Fljótssdal



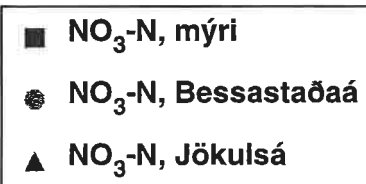
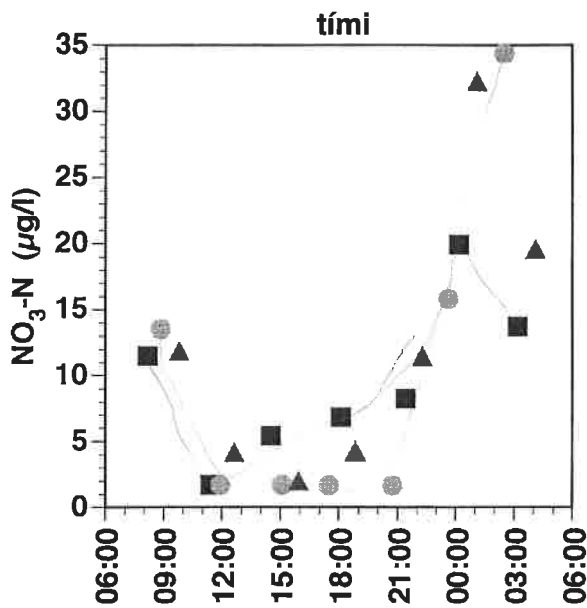
11. mynd. Vensl basavirkni og tíma í straumvötnum í Fljótssdal



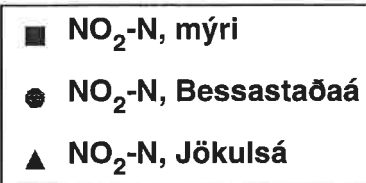
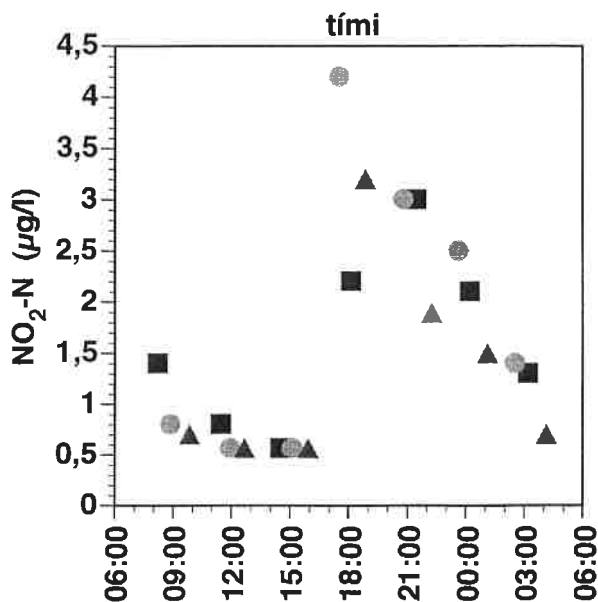
12. mynd. Vensl oxunarstigs (Eh) og tíma í straumvötnum í Fljótssdal



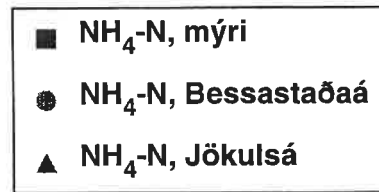
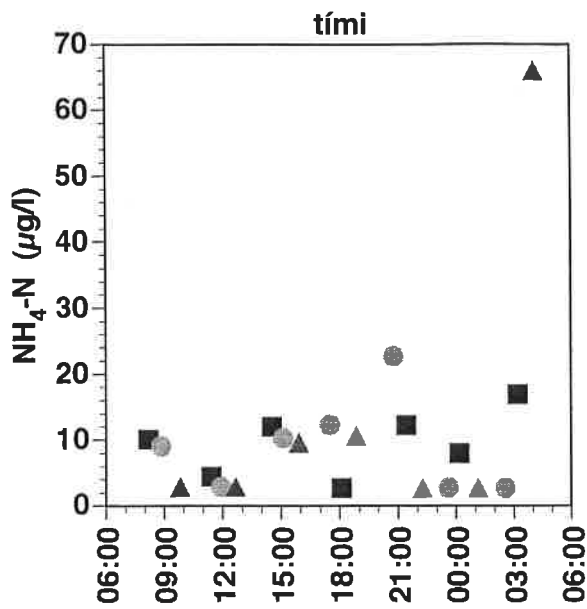
13. mynd. Vensl pH og tíma í straumvötnum í Fljótsdal



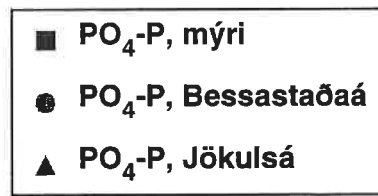
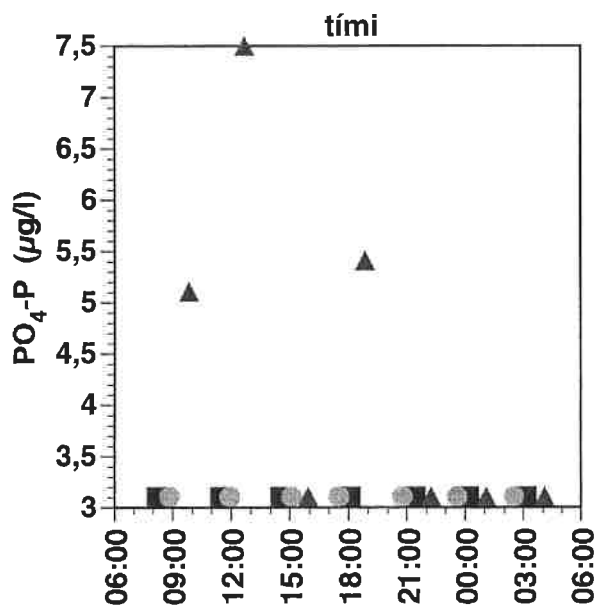
14. mynd. Vensl nítrats og tíma í straumvötnum í Fljótsdal



15. mynd. Vensl nítríts og tíma í straumvötnum í Fljótsdal



16. mynd. Vensl ammóníums og tíma í straumvötnum í Fljótsdal



17. mynd. Vensl fosfórs og tíma í straumvötnum í Fljótsdal

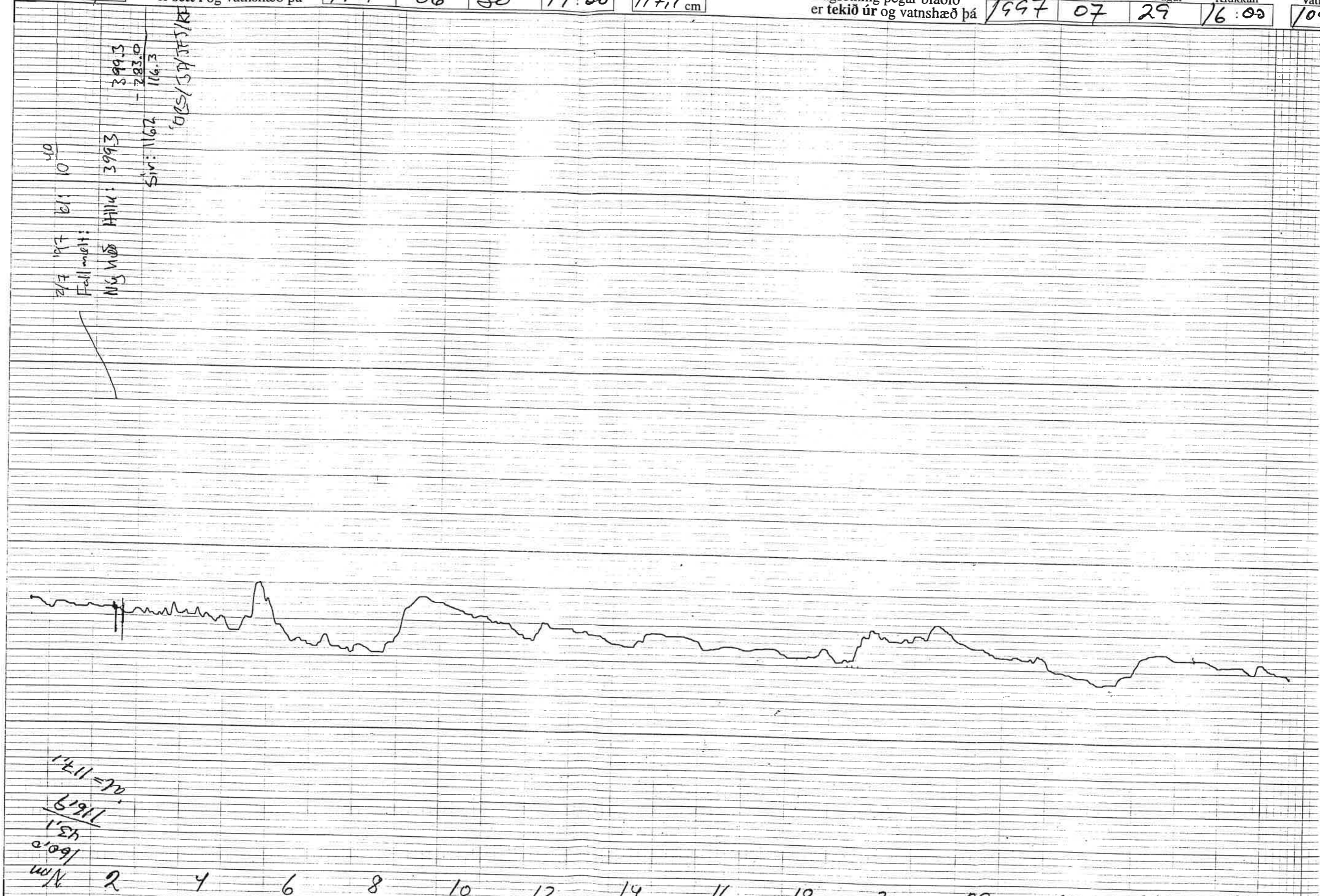
vhm 034

Dagsetning þegar blaðið er sett í og vatnshæð þá

Ár 1997 Mánuður 06 Dagur 30 Klukkan 14:00 Vatnshæð 1171 cm

Dagsetning þegar blaðið er tekið úr og vatnshæð þá

Ár 1997 Mánuður 07 Dagur 29 Klukkan 16:00 Vatnshæð 1000 cm



Nemi við vinstri brún sívalnings!

Nr. blaðs
 Vatnsfall Bessastaðaá
 Mælistaður Hylvat.
 Vatnshæð við neðri jaðar línurits 75 cm
 Hæðarhlutfall línurits 1: 5
 Viðsnúningur þegar blað er sett í
 og álestur á útikvarða þá cm
 Staðfesting gæslumanns

8. Mynd. Vensl vatnshæðar og tíma við vatnshæðarmælirinn í Bessastaðaá, vhm 34, frá 1. til 29. júlí, 1997.

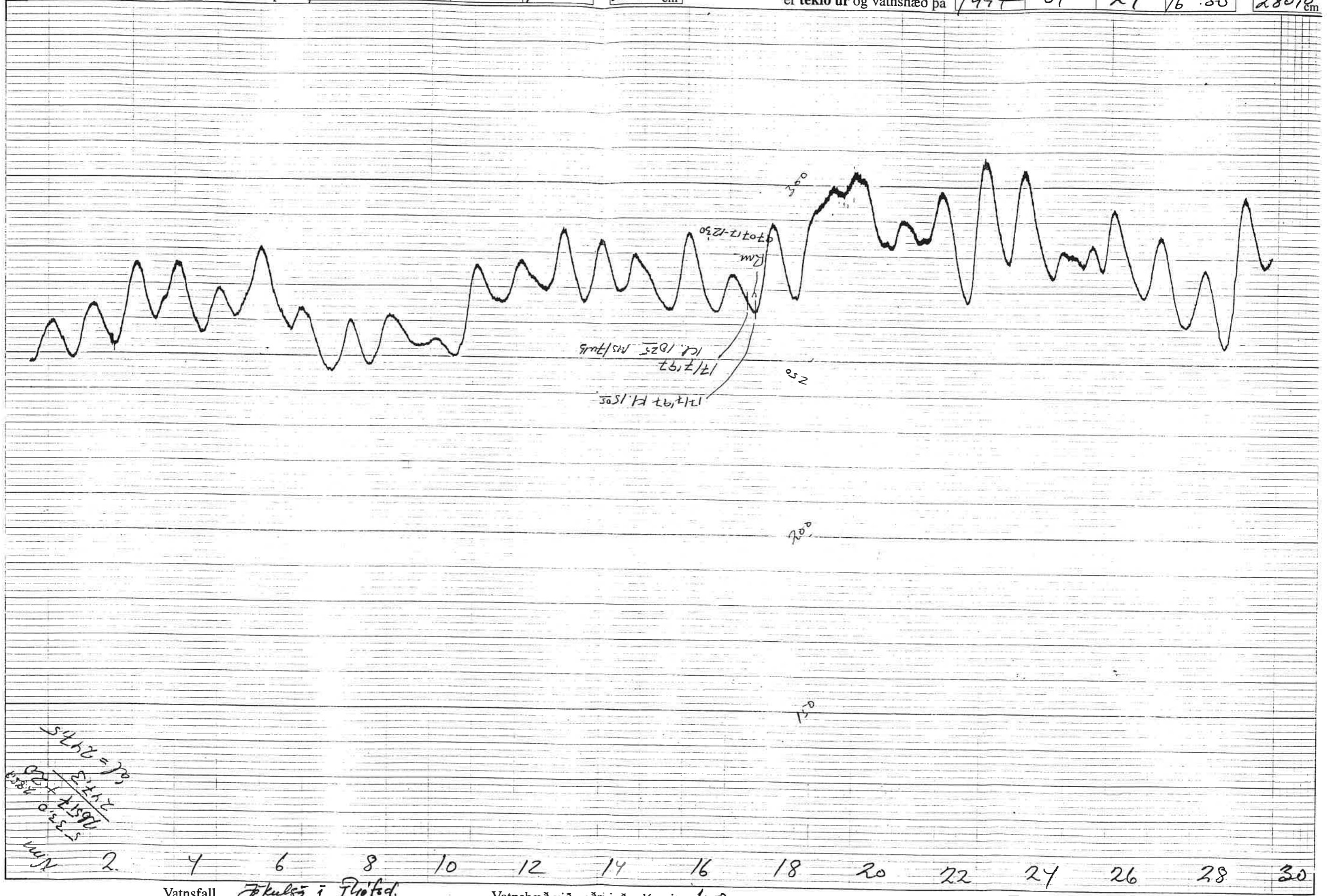
vhm 109

Dagsetning þegar blaðið er sett í og vatnshæð þá

Ar 1997 Mánuður 06 Dagur 30 Klukkan 14:30 Vatnshæð 247,5 cm

Dagsetning þegar blaðið er tekið úr og vatnshæð þá

Ar 1997 Mánuður 07 Dagur 29 Klukkan 16:30 Vatnshæð 280,0 cm



↓ Nemi við vinstri brún sívalnings!

Nr. blaðs 2
 Vatnsfall Jökulsá í Fljótsd.
 Mælistaður Hól
 Vatnshæð við neðri jaðar línurits 100 cm
 Hæðarhlutfall línurits 1: 10
 Viðsnúningur þegar blað er sett í
 og álestur á útikvarða þá cm
 Staðfesting gæslumanns

9. Mynd. Vensl vatnshæðar og tíma við vatnshæðarmælirinn í Jökulsá við Hól, vhm 109, frá 1. til 29. júlí, 1997.